



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.29/2006/77
7 avril 2006

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements
concernant les véhicules (WP.29)

Cent trente-neuvième session

Genève, 20-23 juin 2006

Points 5.2.1. et B.2.2.1. de l'ordre du jour provisoire

**PROJET DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL CONCERNANT
LES SYSTÈMES DE FREINAGE DES MOTOCYCLES**

**Communication du Président du Groupe de travail en matière
de roulement et de freinage (GRRF)**

Note: Le texte reproduit ci-après a été examiné par le GRRF à sa cinquante-neuvième session. Il est soumis au WP.29 par le Président du GRRF pour servir de base aux débats. Le texte définitif devrait être soumis au WP.29 pour examen officiel et à l'AC.3 pour être mis aux voix en bonne et due forme à leurs sessions de novembre 2006.

Le présent document est pour l'essentiel fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRRF/2006/4 et fera l'objet d'un examen final lors de la session extraordinaire du GRRF, qui se tiendra le 19 juin 2006.

Les passages entre crochets ont été examinés mais doivent encore être validés par les experts du GRRF. À la demande du Président du GRRF, certains passages importants apparaissent en *italique*.

Le présent document est un document de travail distribué pour examen et commentaires. Quiconque l'utilise à d'autres fins en porte l'entière responsabilité. Les documents sont également disponibles via Internet:
<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm>.

A. EXPOSÉ DES MOTIFS ET JUSTIFICATION TECHNIQUE

1. INTRODUCTION

Actuellement, les règlements sur le freinage des motocycles ont pris du retard sur l'évolution technologique récente. Avec l'amélioration des systèmes de freins à disque et l'adoption récente de nouvelles technologies telles que les systèmes antiblocage des freins (ABS) et les systèmes de freinage intégral (CBS), les motocycles d'aujourd'hui peuvent être équipés de systèmes de freinage très perfectionnés et efficaces. Un autre aspect de l'évolution est l'extension mondiale prise par l'industrie de la fabrication et la réglementation d'homologation des motocycles, avec le développement d'un marché mondial.

En concertation, les Parties contractantes à l'Accord de 1998 et l'industrie du motocycle ont décidé que des activités devraient être menées pour adopter des normes d'efficacité du freinage des motocycles plus rigoureuses dans le cadre des efforts pour renforcer la sécurité routière dans les pays. L'élaboration d'un règlement technique mondial (RTM) sur les systèmes de freinage des motocycles a pour objectif de réduire le nombre de personnes tuées et blessées par les accidents de motocycles. Le Groupe de travail en matière de roulement et de freinage (GRRF) juge que le moment est venu d'actualiser les règlements en vigueur en adoptant un règlement harmonisé, fondé sur les meilleures pratiques appliquées dans le cadre des règlements régionaux ou nationaux des Parties contractantes¹, tout en tirant parti des progrès technologiques en matière de systèmes de freinage.

2. RÉSUMÉ DES FAITS ANTÉRIEURS

Lors de la cent vingt-sixième session du WP.29, en mars 2002, le Comité exécutif AC.3 de l'Accord mondial de 1998 a adopté le programme de travail de l'Accord, qui prévoit entre autres l'élaboration d'un règlement technique mondial (RTM) concernant les systèmes de freinage des motocycles. Le Canada a proposé de parrainer ce RTM à la cinquante-deuxième session du GRRF en septembre 2002. Pour l'élaboration ultérieure du RTM, l'AC.3 a accepté la proposition du Canada de mettre sur pied et de présider un groupe informel des systèmes de freinage des motocycles, présentée à la cent trentième session du WP.29, en juin 2003.

Suite à l'accord donné par le WP.29, le Canada a organisé et présidé cinq réunions du groupe informel. Ces réunions étaient ouvertes à toutes les parties intéressées. Compte tenu du calendrier fixé et de la nature de la tâche, des discussions sur le contenu du RTM et les travaux de recherche nécessaires pour l'élaboration de celui-ci avaient commencé le 25 octobre 2002, avant même que le groupe informel soit établi. Au total, il a été tenu sept réunions traitant de l'élaboration du RTM, y compris les deux réunions ayant précédé la mise en place du groupe, comme résumé ci-dessous:

- a) 25 octobre 2002, Montréal (Canada);
- b) 6 février 2003, Genève (Suisse);

¹ Comme défini dans le document ECE/TRANS/132: «Accord concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues».

- c) 16-17 juillet 2003, Pise (Italie). Première réunion officielle du groupe informel du RTM sur les systèmes de freinage des motocycles;
- d) 26-28 avril 2004, Bruxelles (Belgique). Deuxième réunion du groupe informel du RTM sur les systèmes de freinage des motocycles;
- e) 8-10 novembre 2004, Montréal (Canada). Troisième réunion du groupe informel du RTM sur les systèmes de freinage des motocycles;
- f) 27-29 juin 2005, Munich (Allemagne). Quatrième réunion du groupe informel du RTM sur les systèmes de freinage des motocycles;
- g) 17-19 octobre 2005, Bruxelles (Belgique). Cinquième réunion du groupe informel du RTM sur les systèmes de freinage des motocycles.

Des représentants des pays et organisations suivants ont participé aux travaux du groupe informel:

- a) Canada (Transports Canada);
- b) États-Unis d'Amérique (National Highway Traffic Safety Administration);
- c) Italie
- d) Royaume-Uni
- e) Japon
- f) Inde (par correspondance)
- g) IMMA (Association internationale des constructeurs de motocycles);
- h) FEMA (Fédération des associations européennes de motocyclistes);
- i) AMA (American Motorcyclist Association);
- j) JAMA (Association des constructeurs automobiles japonais).

Les travaux préliminaires sur le RTM ont été effectués par l'Association internationale des constructeurs de motocycles (IMMA). Celle-ci a lancé un programme de travail, lors de la quarante-sixième session du GRRF, en septembre 2002, qui devait servir de base à l'élaboration d'une proposition de RTM. En vue de sélectionner les prescriptions d'efficacité les plus rigoureuses qui seraient reprises dans celui-ci, l'IMMA a effectué une analyse comparative du degré de rigueur des trois principaux règlements régionaux ou nationaux concernant le système de freinage des motocycles, à savoir le règlement n° 78 de la CEE, l'United States Federal Motor Vehicle Safety Standard FMVSS n° 122, et la norme japonaise de sécurité JSS 12-61. Les conclusions de cette analyse, ainsi que les prescriptions qu'il était proposé d'inclure dans un RTM, ont été présentées à la cinquante et unième session du GRRF en tant que document informel n° 15, et à la cinquante-troisième session du GRRF en tant que document informel n° 26.

Dans le cadre d'un projet commun mené avec le Canada, les États-Unis d'Amérique ont réalisé une étude similaire sur le degré de rigueur comparatif de ces trois mêmes règlements. Le rapport a été communiqué à la cinquante-cinquième session du GRRF, en février 2004. Malgré les différentes méthodes de comparaison appliquées, ces travaux ont conduit

à des résultats très proches de ceux obtenus par l'IMMA. Les conclusions de ce rapport ont été examinées à la deuxième réunion du groupe informel à Bruxelles. Un consensus préliminaire a été atteint sur les principales prescriptions fonctionnelles à inclure dans un RTM concernant les systèmes de freinage des motocycles.

Les États-Unis d'Amérique et le Canada ont procédé à une autre étude comparative portant sur les performances de motocycles équipés d'un système antiblocage des freins (ABS) par rapport aux mêmes modèles dépourvus d'un tel système. Le rapport de ces travaux a été présenté à la troisième réunion du groupe informel à Montréal.

Les travaux d'étude exécutés par les États-Unis et le Canada et l'IMMA, ainsi que ceux effectués par la JAMA, ont servi de base pour la formulation des prescriptions techniques du RTM.

La première proposition formelle de texte du RTM a été présentée à la cinquante-huitième session du GRRF en septembre 2005, dans les documents TRANS/WP.29/GRRF/2005/18 et TRANS/WP.29/GRRF/2005/18/Add.1. Un rapport donnant des informations détaillées sur les aspects techniques, les discussions et les conclusions se rapportant à l'élaboration de la proposition de RTM a été présenté séparément en tant que document informel n° GRRF-58-16.

Ce rapport final ainsi que les prescriptions techniques annexées du RTM sont soumis conformément à l'article 6 de l'Accord de 1998 concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues, désigné en bref Accord mondial de 1998. Le rapport final a été établi sur la base d'un examen approfondi par le GRRF de la proposition soumise par le Canada.

3. RÈGLEMENTS, DIRECTIVES ET NORMES INTERNATIONALES FACULTATIVES EN VIGUEUR

Bien qu'aucun règlement sur cette question n'ait été répertorié dans le Recueil des règlements admissibles², les règlements et normes suivants ont été pris en compte et ont servi de base pour l'élaboration de RTM:

- Règlement n° 78 de la CEE – Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules de la catégorie L en ce qui concerne le freinage;
- U.S. Code of Federal Regulations (CFR) Title 49: Transportation; Part 571.122: Motorcycle brake systems;
- Norme 122 du Règlement canadien sur la sécurité des véhicules automobiles – Systèmes de freinage des motocyclettes;
- Directive européenne 93/14/CEE, Freinage des véhicules de la catégorie L (équivalent, sur le plan pratique, du règlement n° 78 de la CEE);

² Comme défini dans le document ECE/TRANS/132: «Accord concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues».

- Norme japonaise de sécurité J12-61;
- Australian Design Rule 33/00 – Brake systems for motorcycles and mopeds;
- ISO 8710:1995, Motocycles – Freins et dispositifs de freinage – Méthodes d’essai et de mesure;
- ISO 12364:2001, Motocycles à deux roues – Dispositifs antiblocage (ABS) – Essais et méthodes de mesure;
- ISO 8709:1995, Cyclomoteurs – Freins et dispositifs de freinage – Essais et méthodes de mesure;
- ISO 12366:2001, Cyclomoteurs à deux roues – Dispositifs antiblocage (ABS) – Essais et méthodes de mesure.

La plupart de ces règlements et normes existent depuis de nombreuses années et ils présentent parfois des divergences sensibles quant aux méthodes de mesure. Les experts techniques connaissaient bien ces prescriptions et en ont discuté en détail au cours de leurs séances de travail.

4. POINTS À PRENDRE EN COMPTE DANS LE RTM

Lors de l’élaboration du RTM, il a été décidé que celui-ci devrait:

- a) Être applicable à tous les véhicules de la catégorie 3;
- b) Être représentatif des conditions d’utilisation sur route des motocycles à l’échelle mondiale;
- c) Offrir la réglementation la plus efficace possible en matière de freinage des motocycles;
- d) Être représentatif des technologies les plus récentes d’essai et de mesure;
- e) Être applicable en pratique aux systèmes de freinage existants et futurs.

Le groupe informel a examiné chacun des règlements et normes pris en compte et a comparé les prescriptions qui y étaient formulées. Sur la base des dispositions de ces règlements et normes, ainsi que des données de recherche et d’analyse, on a établi un projet de tableau des prescriptions à inclure. Ce projet de tableau était continuellement mis à jour au fur et à mesure que les aspects techniques étaient évoqués, discutés et résolus. Ce tableau a été présenté et discuté à la cinquante-septième session du GRRF en février 2005, et ensuite à la cinquante-huitième session du GRRF en septembre 2005, en liaison avec la présentation d’un premier projet de texte pour le RTM proposé. Le groupe informel a tenu compte des réactions enregistrées lors des présentations devant le GRRF pour l’élaboration finale du projet de RTM, dont un exemplaire est joint à la partie B du présent document.

Dans le cas où les règlements ou normes traitaient des mêmes aspects: distance d’arrêt sur le sec ou perte d’efficacité à chaud, le groupe informel a procédé à une étude comparative du degré de rigueur des prescriptions sur la base des données de recherche et d’étude et a retenu les conditions les plus rigoureuses. Dans de nombreux cas, des membres individuels du groupe informel ont été chargés d’effectuer des essais supplémentaires pour confirmer ou pour affiner

selon le cas les prescriptions d'essai et d'efficacité. En ce qui concerne la discussion des questions qualitatives telles que la méthode d'essai avec freins mouillés à retenir, il a été tenu compte des raisons de l'adoption de cet essai à l'origine et de l'adéquation des méthodes d'essai aux conditions et technologies modernes.

Au cours de chacune de ces étapes, les points techniques à résoudre ont été évoqués, discutés et résolus. La section ci-après, qui traite des considérations techniques, donne des renseignements à ce sujet.

5. CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

5.1 Aspects généraux

Le projet de texte proposé est une compilation des procédures d'essai et des prescriptions fonctionnelles les plus rigoureuses et les plus pertinentes tirées des normes et règlements en vigueur. Le groupe informel a examiné les normes et règlements actuels à divers niveaux, notamment du point de vue du degré de rigueur comparatif des prescriptions, des considérations sur lesquelles se fondaient les essais à l'origine, et de l'adéquation des méthodes d'essai aux conditions et technologies modernes.

Les prescriptions d'efficacité retenues à l'issue du processus comparatif sont principalement tirées du règlement de la CEE-ONU n° 78, de la norme des États-Unis FMVSS n° 122 et de la norme japonaise de sécurité JSS 12-61.

La structure retenue pour le texte du RTM se fonde sur la section relative aux structures proposées du document CEE «Structure des règlements techniques mondiaux (RTM)» (TRANS/WP.29/883) pour des raisons de facilité d'utilisation et de compréhension des prescriptions. Au cours des travaux d'élaboration, le groupe informel s'est efforcé de définir avec le plus de précision possible les méthodes d'essai et les prescriptions fonctionnelles, de manière à favoriser la compréhension des essais prescrits et l'uniformité d'exécution de ces essais.

Le RTM se compose de plusieurs essais de base comportant chacun des méthodes d'essai et des prescriptions fonctionnelles particulières. Ces essais sont énumérés ci-après avec l'indication des règlements dont ils sont tirés:

- a) Essai de freinage sur le sec avec chaque commande de frein de service actionnée séparément (CEE R78/JSS 12-61);
- b) Essai de freinage sur le sec avec tous les systèmes de frein de service actionnés simultanément (FMVSS 122);
- c) Essai de freinage à grande vitesse (JSS 12-61);
- d) Essai de freinage avec freins mouillés (CEE R78/JSS 12-61);
- e) Essai de perte d'efficacité à chaud (CEE R78/JSS 12-61);
- f) Essai du frein de stationnement (CEE R78/JSS 12-61);
- g) Essai du système antiblocage des freins (CEE R78/JSS 12-61);

- h) Essai de défaillance partielle – freins de service à plusieurs circuits indépendants (FMVSS 122);
- i) Essai de défaillance du servo.

Certaines prescriptions générales ont été omises du texte du RTM, notamment la prescription énoncée dans le règlement CEE R78 selon laquelle les matériaux de friction des freins ne devaient pas contenir d'amiante. Dans ce cas, ce règlement ne fait pas référence à une méthode d'essai standardisée appliquée pour déterminer s'il y a présence d'amiante, et il n'a été proposé aucune méthode à cette fin. En outre, les questions concernant l'amiante et d'autres substances désignées comme «matières dangereuses» peuvent être du ressort des départements de l'administration publique des Parties contractantes, qui s'occupent des questions de santé publique ou d'environnement. Compte tenu des considérations qui précèdent, il a été décidé de ne pas formuler de prescriptions restrictives quant au contenu du matériau de friction des freins, et de laisser aux autorités régionales ou nationales le soin de résoudre cette question.

5.1.1 Paramètres d'essai pour le RTM

Afin de maintenir la représentativité des procédures d'essai prescrites, les paramètres s'appliquant à chaque essai ont été autant que possible repris sans modification par rapport au règlement dont est tiré l'essai. Bien que les règlements pris en compte présentent de nombreux points communs, ils divergent dans certains cas quant à la terminologie et à l'interprétation des termes respectifs.

Pour des raisons d'uniformité du texte du RTM, il a été adopté une terminologie commune et des définitions sur la base du document CEE «Résolution spéciale n° 1 sur les définitions communes des catégories, des masses et des dimensions des véhicules (R.S.1)» (TRANS/WP.29/1045) élaboré pour répondre aux besoins du RTM. Selon le cas, on a fait référence à d'autres sources pour des termes plus spécifiques s'appliquant exclusivement au présent RTM, qui pouvaient provenir de normes nationales existantes et de publications d'organisations reconnues au sein de l'industrie, telles que l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Society of Automotive Engineers (SAE).

Les définitions ont été révisées ou actualisées lorsque cela était nécessaire, par exemple dans le cas des termes utilisés pour décrire les systèmes antiblocage des freins (ABS), la vitesse maximale des véhicules (V_{\max}) et le **coefficient de freinage maximal (CFM)**. Une nouvelle terminologie a aussi été introduite pour faire la liaison entre des définitions communes. Par exemple, les termes «lightly-loaded vehicle weight» (FMVSS 135), «véhicule à vide» (CEE R78) et «unloaded vehicle» (JSS 12-61) ont en gros la même signification lorsqu'ils sont appliqués à la masse du motorcycle pour l'essai. Pour des raisons d'uniformité du RTM, les Parties contractantes ont convenu d'utiliser le terme «véhicule légèrement chargé» parce qu'il n'entre pas en conflit avec les définitions existantes de la R.S.1, ni avec les définitions formulées dans d'autres documents.

5.1.2 Mesure de la décélération et de la distance d'arrêt

Les méthodes d'essai CEE R78 et JSS 12-61 permettent de mesurer l'efficacité des freins soit en fonction de la décélération soit en fonction de la distance d'arrêt; par contre, la méthode FMVSS 122 se fonde sur la distance d'arrêt seulement.

Les méthodes CEE R78 et JSS 12-61 mesurent la décélération de manière légèrement différente. La première se base sur la décélération moyenne en régime (DMER), qui est la décélération du véhicule calculée, mesurée entre 10 et 80 % de la vitesse initiale. La méthode JSS 12-61 se base sur la notion de «mean saturated deceleration (MSD)», qui peut être déterminée de plusieurs manières selon l'appareillage utilisé. Ces deux méthodes mesurent un taux de décélération en conditions stabilisées, en déduisant les périodes transitoires correspondant aux phases initiales et finales de la manœuvre de freinage. Ces différentes méthodes, cependant, donnent des résultats différents. Pour des raisons d'uniformité des résultats, c'est la méthode DMER qui a été retenue pour la mesure de la décélération de freinage.

Les prescriptions de la FMVSS 122 relatives à la distance de freinage se fondent sur un taux de décélération moyen pour toute la manœuvre d'arrêt, à partir du moment où une force est appliquée sur la commande de frein jusqu'au moment où le véhicule atteint l'arrêt complet. Les prescriptions des règlements CEE R78 et JSS 12-61 relatives à la distance de freinage sont basées sur la DMER (ou la MSD) et incluent également un facteur pour tenir compte du temps de réponse du système de freinage.

Afin de maintenir la cohérence des méthodes d'essai citées en référence, les prescriptions d'efficacité ont été reprises presque intégralement des règlements respectifs dont la méthode d'essai était tirée.

5.1.3 Vitesse d'essai du véhicule et distance d'arrêt corrigée

Les prescriptions de décélération ou de distance d'arrêt s'appliquent pour une vitesse initiale donnée lors de l'essai. Certes, des pilotes expérimentés peuvent effectuer l'essai à une vitesse proche de cette valeur de vitesse initiale, mais il est peu probable que l'essai puisse être exécuté exactement à la vitesse prescrite, or ce paramètre influe sur la mesure de la distance d'arrêt.

Dans la norme JSS 12-61, il est spécifié une méthode de correction de la distance d'arrêt mesurée, permettant de compenser l'écart entre la vitesse d'essai prescrite et la vitesse effective à laquelle les freins ont été appliqués. Bien que ce point ne soit pas spécifié dans le règlement, l'administration NHTSA du Canada et Transports Canada prévoient aussi l'application d'un facteur de correction aux résultats d'essai selon la méthode décrite dans la norme SAE J299 (Méthode d'essai de la distance d'arrêt). Les méthodes de correction précitées, ainsi que celles définies dans la norme ISO 8710:1995, Motocycles – Freins et dispositifs de freinage – méthodes d'essai et de mesure, ont été évaluées.

La norme SAE J299 offre la méthode la plus élémentaire de correction de la distance et, en conséquence, la marge de tolérance sur la vitesse lors de l'essai est de $\pm 3,2$ km/h (± 2 mph). Les normes ISO 8710 et JSS 12-61 sont fondées sur les mêmes principes, mais elles tiennent compte en outre du temps de réponse du système de freinage. En conséquence, ces méthodes autorisent une plus large marge de tolérance sur la vitesse, à savoir ± 5 km/h. Toutefois, il semble que l'équation de la norme ISO 8710 introduise une erreur minimale dans la prise en compte du temps de réponse du système, ce qui donne des valeurs corrigées supérieures aux résultats prévus.

Sur la base de cette analyse, le groupe informel a jugé que la méthode de correction de la distance d'arrêt spécifiée dans la norme JSS 12-61 était celle qui convenait le mieux pour le RTM. La vitesse d'essai spécifiée, comme dans la norme japonaise, inclura donc une tolérance générale de ± 5 km/h, et la méthode de correction de cette norme pourra être appliquée aux résultats d'essai mesurés.

5.1.4 Revêtement d'essai – coefficient de freinage maximal

Le coefficient de freinage maximal (CFM) est une mesure décrivant les caractéristiques de frottement du revêtement d'essai et est un paramètre important pour l'évaluation de l'efficacité des freins d'un véhicule. Actuellement, dans la FMVSS 122, il est prescrit que les essais routiers doivent être effectués sur une piste horizontale de 8 ft de large ayant un revêtement dont l'indice d'adhérence (*skid number*) est de 81. Les conditions prescrites en ce qui concerne le revêtement d'essai ne s'appliquent pas aux opérations de rodage des garnitures. Pour les essais du frein de stationnement, le revêtement d'essai doit être constitué par une couche de béton de ciment de Portland lisse, sèche et propre. À l'exception des prescriptions qu'ils énoncent en ce qui concerne les caractéristiques de frottement de revêtement pour les essais de l'ABS, les règlements CEE R78 et JSS 12-61 ne spécifient pas le coefficient de frottement du revêtement d'essai mais prescrivent que celui-ci doit être horizontal, sec et d'une bonne adhérence. La largeur de la piste d'essai est également spécifiée: 2,5 m (8 ft).

Pour les essais autres que ceux concernant l'ABS, les règlements CEE R78 et JSS 12-61 se fondent sur une description subjective du coefficient de frottement du revêtement d'essai. Dans le cadre du système d'auto-homologation actuellement appliqué par les Parties contractantes telles que les États-Unis d'Amérique et le Canada, le revêtement d'essai doit être tel, objectivement, qu'il réduise la variabilité des résultats lors de l'essai des systèmes de freinage des motocycles pour le contrôle de leur conformité aux prescriptions des règlements précités. Étant donné que le coefficient de frottement du revêtement d'essai a une influence sur l'efficacité de freinage pouvant être obtenue avec un véhicule, le fait de prescrire dans le RTM une valeur pour ce coefficient évitera une variabilité excessive des résultats et permettra donc une mesure plus précise et mieux reproductible de l'aptitude réelle au freinage des motocycles.

Les Parties contractantes ont décidé de définir les caractéristiques du revêtement d'essai en spécifiant une valeur de CFM et non pas un indice d'adhérence (*skid number*) tel qu'il est prescrit dans la norme FMVSS 122. Le CFM est une mesure du frottement entre le pneu et la route, basée sur la décélération maximale obtenue avec une roue en rotation, alors que l'indice d'adhérence est une mesure du frottement pneu/route obtenu avec une roue bloquée. Par conséquent, le CFM est une mesure plus représentative du frottement pour les essais avec roue non bloquée, comme c'est le cas dans le RTM. Les Parties contractantes ont convenu qu'un CFM nominal de 0,9 était une valeur adaptée et réaliste dans le cas d'un revêtement d'essai sec utilisé pour les systèmes de freinage des motocycles.

Les normes fédérales des États-Unis qui actuellement se basent sur le CFM spécifient que le revêtement de la route doit avoir un CFM de 0,9 lors de mesures effectuées avec le pneu d'essai de référence de la norme ASTM E1136, conformément à la méthode ASTM E1337-90, à une vitesse de 40 mph sans aspersion d'eau. Étant donné toutefois que la méthode d'essai ASTM n'est pas couramment utilisée en dehors de l'Amérique du Nord et qu'il n'existe pas de méthode d'essai commune appliquée en Europe ou au Japon, les Parties contractantes

ont convenu de spécifier que le revêtement d'essai devait avoir une certaine valeur de CFM, mais de laisser aux règlements régionaux ou nationaux la détermination d'une méthode d'essai à appliquer pour la mesure de CFM.

5.1.5 Ordre des essais

Aucun ordre d'essai n'est prescrit dans le règlement CEE R78. La norme JSS 12-61, elle aussi, autorise un ordre quelconque pour les essais, sauf que l'essai de perte d'efficacité à chaud doit être exécuté en dernier. La norme FMVSS 122, par contre, prévoit que tous les essais doivent être effectués dans un ordre prescrit, le dernier étant l'essai avec freins mouillés. Cela répond à l'intention de réduire autant que possible la variabilité des résultats par une plus grande conformité, aussi bien pour ce qui est de l'état des freins au cours de la série d'essais qu'en ce qui concerne la manière dont les freins sont essayés.

Des discussions ont eu lieu sur la nécessité de spécifier un ordre des essais et sur l'incidence que l'ordre des essais pouvait éventuellement avoir sur l'efficacité du freinage. Afin d'exclure ce risque, le groupe informel a convenu d'adopter un ordre défini pour l'exécution des essais. L'ordre proposé a été choisi de manière à soumettre le motorcycle et les composants des freins à des épreuves de rigueur croissante de manière à préserver le plus longtemps possible le bon état des freins.

De manière générale, les Parties contractantes ont estimé que l'essai de perte d'efficacité à chaud est celui qui avait l'effet le plus rigoureux sur l'état des freins, ce qui pourrait influencer sur l'efficacité des freins au cours des essais ultérieurs. C'est pour cette raison que la FMVSS 122 prescrivait d'effectuer une opération de rodage des garnitures après un essai d'efficacité à chaud, afin de remettre en état les organes de freinage. Pour éviter d'avoir à effectuer cette opération, le groupe informel a décidé que l'essai de perte d'efficacité à chaud devrait être le dernier de la série des essais, conformément à la pratique déjà suivie dans la norme JSS 12-61.

Par ordre de rigueur, l'essai du système ABS venait juste en dessous. En effet, cet essai, qui implique un freinage à la limite de frottement ou très près de celle-ci, entraîne un risque de blocage des roues et d'usure à plat des pneus. Dans le cas des motorcycles ainsi équipés, l'essai de l'ABS devrait donc précéder l'essai de perte d'efficacité à chaud. Les autres essais étant moins rigoureux pour le système de freinage, on les a rangés comme suit: essais de freinage sur le sec à des vitesses d'essai croissantes, puis essai de freinage avec freins mouillés.

L'ordre d'essai proposé est donc le suivant:

- a) Essai de freinage sur le sec – avec une seule commande de frein actionnée;
- b) Essai de freinage sur le sec – avec toutes les commandes de frein de service actionnées;
- c) Essai de freinage à grande vitesse;
- d) Essai de freinage avec freins mouillés;

- e) Si ces dispositifs sont présents:
 - i) Essai du frein de stationnement,
 - ii) Essai de l'ABS,
 - iii) Essai de défaillance partielle pour les freins de service à plusieurs circuits indépendants,
 - iv) Essai de défaillance du servo;
- f) Essai de perte d'efficacité à chaud.

Différentes variantes de l'ordre des essais ont été évaluées, qui incluaient le choix d'une séquence d'essai tenant compte de l'état de charge du motorcycle, en vue de réduire le temps nécessaire pour l'exécution de l'essai, et de replacer l'essai de freinage avec freins mouillés en avant-dernière position, juste avant l'essai final de perte d'efficacité à chaud. L'une ou l'autre solution aurait eu pour inconvénient de placer les essais les plus rigoureux pour les freins à des stades plus précoces de la séquence, ce qui pourrait avoir une incidence sur l'efficacité des freins lors des essais ultérieurs. Il a donc été décidé de garder la séquence d'essai telle qu'elle était définie plus haut.

5.1.6 Commandes de freins – point d'application de la force

Les commandes utilisées pour l'actionnement des freins peuvent être des manettes ou des pédales.

Dans les normes et règlements pris en compte, il est spécifié des limites légèrement différentes quant à la force appliquée à la commande de frein et, dans le cas des manettes de commande à main, il existe aussi des divergences quant au point d'application de la force d'actionnement. Un élément traité de manière uniforme, par contre, est celui du point et de la direction d'application de la force sur la pédale. Les forces d'actionnement respectives sont récapitulées dans le tableau ci-après:

Forces d'actionnement des freins

Règlement	Pédale, F_P (N)	Manette, F_L (N)
FMVSS 122	$25 < F_P < 400$	$10 < F_L < 245$
CEE R78/JSS 12-61	$F_P < 350$	$F_L < 200$

Dans le RTM, la force d'application spécifiée demeure inchangée par rapport au règlement dont est tiré l'essai en question. Pour limiter les risques d'erreur, les chiffres respectifs sont spécifiés pour chaque essai dans le RTM.

En ce qui concerne le point d'application de la force sur la manette, les règlements CEE R78 et JSS 12-61 placent ce point à 50 mm de l'extrémité de la manette, alors que la norme FMVSS 122 le situe à 30 mm de l'extrémité de la poignée du guidon. Sur la plupart des modèles (à quelques exceptions près cependant), la manette, en général, dépasse légèrement l'extrémité de la poignée du guidon, si bien que les forces sont appliquées pratiquement au même point quelle que soit la méthode suivie. Selon le règlement considéré, il n'est pas indiqué clairement

par contre si cette mesure doit être effectuée le long de la manette de commande ou parallèlement à la poignée du guidon, ni comment procéder dans le cas d'une manette courbe ou présentant un décrochement. Une certaine interprétation des dispositions demeure donc nécessaire.

Le groupe informel a convenu qu'aucun des trois règlements pris en référence n'était suffisamment clair en ce qui concerne le point d'application de la force sur la manette. Afin d'établir des conditions uniformes, il a été inséré dans le RTM des dispositions révisées pour le point d'application de la force sur la commande et pour la direction d'application, basées sur la norme ISO 8710.

5.1.7 Mesure de la température des freins

Toutes les procédures d'essai prescrivent la mesure de la température initiale des freins. La norme FMVSS 122 énonce des spécifications pour des thermocouples enfichables, avec des schémas détaillés traitant de leur installation dans le cas des freins à disque ou à tambour. Par contre, les règlements CEE R78 et JSS 12-61, bien qu'ils prescrivent une mesure de la température des freins, ne font référence ni l'un ni l'autre à des appareils de mesure ou méthodes d'installation définis avec précision. Lors de réunions informelles, l'Association internationale des constructeurs de motocycles (IMMA) et la JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association) ont demandé que les thermocouples de contact soient également pris en compte.

Les thermocouples enfichables prescrits par les règlements de la NHTSA et de Transports Canada sont noyés dans le matériau de friction du frein, à 0,04 in (1 mm) en dessous de la surface de contact, et situés entre le matériau de friction et le disque ou tambour de frein. Les questions soulevées par cette méthode ont trait notamment aux effets de différentes compositions du matériau de friction (taux différents de transmission de la chaleur) sur les valeurs de température mesurées et sur le fait que l'installation du thermocouple nécessite une modification de l'organe de frein soumis à l'essai.

Les thermocouples de contact sont en contact direct avec la surface du disque ou du tambour et ne nécessitent donc pas de démontage ni de modification des organes de freins. Le thermocouple est appliqué par un ressort sur la surface dont la température est à mesurer pour garantir un contact optimal. Bien que ce type de thermocouple offre une réponse plus rapide à une variation de température, il a aussi certains inconvénients. Du fait qu'il est appliqué par la force d'un ressort, il tend à s'auto-échauffer par simple frottement contre la surface mesurée, cet échauffement pouvant atteindre 15 °C à 50 km/h selon les dispositions de la norme ISO, ISO/PAS 12158:2002 Road vehicles – Braking systems – Temperature measuring methods. Un autre inconvénient est que ces thermocouples ne peuvent pas être utilisés ou ne peuvent pas être installés de manière correcte sur certains disques rainurés ou percés.

Après des discussions diverses, notamment avec les experts de l'homologation de type du service technique TÜV Groupe SUD, le groupe informel a décidé de citer en référence les deux méthodes pour la mesure de la température des freins. Toutefois, à cause de leurs particularités propres, le groupe a décidé que ces méthodes seraient mentionnées avec un commentaire indiquant que les Parties contractantes pourraient indiquer quelle méthode de température de mesure serait acceptée.

En ce qui concerne les valeurs effectives de température des freins prescrites pour l'essai, chacun des règlements dont sont tirées les prescriptions d'efficacité du RTM spécifie une valeur de la température initiale des freins (TIF) avant l'essai. Pour la plupart des essais, les règlements CEE R78 et JSS 12-61 spécifient que la TIF doit être au maximum de 100 °C (212 °F) tandis que la FMVSS 122 prescrit une TIF comprise entre 55 et 65 °C (130 et 150 °F).

Les Parties contractantes ont reconnu que l'application d'une plage plus étroite pour la TIF pourrait améliorer la reproductibilité des essais. Les résultats des essais indiquaient cependant que la plage étroite prescrite par la norme FMVSS 122 pourrait être impossible à respecter dans le cas des motocycles équipés d'un système de freinage combiné. En fin de compte, les Parties contractantes ont convenu de prescrire une TIF comprise entre 55 et 100 °C, de manière à pouvoir inclure tous les systèmes de freinage.

5.1.8 Rodage

L'opération de rodage est une opération de conditionnement des organes principaux des freins pour permettre au système de freinage d'atteindre son efficacité maximale. Le rodage a pour effet d'adapter les organes de friction les uns aux autres et d'obtenir ainsi des résultats plus stables et reproductibles au cours des essais. La FMVSS 122 spécifie une méthode de rodage, au contraire des règlements CEE R78 et JSS 12-61. Dans ces deux derniers règlements, il est simplement dit que le motocycle doit être présenté aux essais d'homologation de type avec des freins rodés selon une procédure déterminée par le constructeur du motocycle.

Toutes les normes des États-Unis pour les systèmes de freinage (FMVSS 105, 121, 122 et 135) prescrivent actuellement une opération de rodage. La méthode de rodage de la FMVSS 122 prévoit 200 arrêts avec les deux freins actionnés simultanément, à partir d'une vitesse de 30 mph, avec une décélération de 12 fps², à une température initiale des freins (TIF) comprise entre 55 et 65 °C (130 et 150 °F).

Les Parties contractantes ont décidé de spécifier dans le RTM une procédure de rodage qui pourrait être exécutée par le constructeur. Cette procédure est basée sur la norme FMVSS 122, mais elle inclut certains aspects des méthodes actuellement appliquées par les constructeurs dans le cadre des préparatifs aux essais d'homologation de type CEE R78/JSS 12-61. Ainsi, par exemple, la vitesse initiale proposée pour cette procédure a été arrondie à 50 km/h, ce qui représente une légère augmentation par rapport aux 30 mph (48 km/h) prescrits par la norme FMVSS 122. Une vitesse initiale de 0,8 V_{\max} a été adoptée pour les véhicules des catégories 3-1 et 3-2, qui ont une V_{\max} de 50 km/h. Au lieu d'effectuer des arrêts complets, la proposition prévoit en outre d'effectuer des freinages à la valeur de décélération prescrite jusqu'à une vitesse comprise entre 5 et 10 km/h, après quoi le motocycle peut être réaccélééré jusqu'à la vitesse initiale pour l'exécution de l'arrêt suivant de la séquence de rodage. La principale raison de ne pas effectuer un arrêt complet est de raccourcir la durée des opérations de rodage. Le léger surcroît d'énergie cinétique du motocycle du fait de l'accroissement de 2 km/h de la vitesse initiale devrait très probablement compenser toute réduction d'énergie cinétique résultant d'un arrêt incomplet.

Les Parties contractantes ont décidé de proposer un rodage séparé des freins avant et arrière, ce qui devrait permettre un rodage plus efficace des uns et des autres par rapport à la méthode actuelle de la norme FMVSS qui prévoit de roder les deux freins simultanément. En conséquence le RTM proposé prescrit de roder chaque frein sur 100 décélérations.

Enfin, les Parties contractantes ont convenu de proposer des modifications de la TIF telle quelle est actuellement spécifiée dans la FMVSS 122, à savoir 55-65 °C, pour prescrire une valeur de 100 °C au maximum. Les principales raisons de cette modification sont de tenir compte des températures de service plus élevées sur les motocycles équipés de freins à disque et de réduire le temps de refroidissement entre arrêts. Les Parties contractantes ont reconnu qu'une plage étroite en matière de TIF était importante pour garantir une bonne reproductibilité des résultats, mais estimé que cette caractéristique était moins critique pour l'opération de rodage.

5.2 Essais proprement dits

5.2.1 Essai de freinage sur le sec – avec une seule commande de frein actionnée

L'objet de l'essai de freinage sur le sec est de garantir un niveau minimal d'efficacité du freinage des motocycles sur route sèche. Chacun des principaux règlements pris en compte (CEE R78, FMVSS 122 et JSS 12-61) inclut un tel essai.

Les méthodes d'essai et les résultats prescrits par les règlements CEE R78 et JSS 12-61 sont semblables. Ces deux règlements prescrivent que l'efficacité du freinage doit être évaluée séparément pour chaque commande de frein, le motocycle étant en charge, à des vitesses d'essai de 40 km/h ou 60 km/h selon la catégorie de véhicules. La seule exception est celle de la catégorie de véhicules 3-4, pour laquelle il est spécifié que les freins de toutes les roues doivent être actionnés au moyen d'une commande unique au pied.

Sur ce point, les prescriptions principales de la FMVSS divergent très sensiblement. En effet, les véhicules doivent être essayés à l'état légèrement chargé, toutes les commandes de frein étant actionnées simultanément. Cette norme prescrit également des essais à partir de 30 mph (48,3 km/h), 60 mph (96,6 km/h) et 80 mph (128,8 km/h). Comme il est logique pour un essai avec un véhicule légèrement chargé et avec les deux freins actionnés simultanément, les prescriptions de décélération de la FMVSS 122 sont supérieures à celles des règlements CEE R78 et JSS 12-61. Dans les trois règlements, les essais doivent être exécutés moteur débrayé, ce qui signifie que l'on mesure seulement l'efficacité des freins de roues et que le frein moteur n'intervient pas. Bien que la FMVSS 122 prescrive également que les circuits de frein de service indépendants soient évalués séparément, les essais sont effectués avec les freins à l'état prérôdé, ce qui exige un niveau d'efficacité plus bas.

Sur la base d'études indépendantes sur la rigueur relative des essais appliqués aux motocycles de la catégorie 3-3, l'IMMA a conclu que l'essai CEE R78/JSS 12-61 était légèrement plus rigoureux; par contre les analyses de la NHTSA/TC semblaient indiquer que l'essai FMVSS 122, au contraire, était légèrement plus rigoureux. Malgré cette divergence mineure, ni l'une ni l'autre étude ne faisait apparaître d'écart important entre ces règlements du point de vue du degré de rigueur.

L'avantage principal offert par les règlements CEE R78 et JSS 12-61 est de prescrire l'essai séparé de chaque commande de frein, et de garantir ainsi que chaque circuit de frein indépendant répond aux critères d'efficacité prescrits. Par contre, dans le principal essai de freinage sur le sec selon la norme FMVSS 122, exécuté avec les deux commandes de frein actionnées simultanément, le pilote d'essai doit déterminer lui-même comment répartir la force appliquée aux freins avant et aux freins arrière, ce qui peut aboutir à des résultats d'essai non reproductibles, ou encore permettre au pilote d'essai de freiner plus fort sur un frein pour

compenser la faiblesse de l'autre. C'est pourquoi le groupe informel a décidé d'adopter pour le RTM une procédure d'essai de freinage sur le sec avec une seule commande de frein actionnée sur la base des prescriptions des règlements CEE R78/JSS 12-61. Selon ces règlements tels qu'ils existent actuellement, la conformité aux prescriptions d'efficacité peut être vérifiée par mesure soit de la distance d'arrêt soit de la DMER.

Au cas où il ne serait pas possible de satisfaire aux prescriptions d'efficacité par suite d'une adhérence insuffisante, le règlement CEE R78 prescrit une variante d'essai véhicule en charge avec les deux commandes de frein actionnées simultanément pour les catégories de véhicules 3-2 et 3-3. Comme indiqué précédemment, dans les essais de freinage sur le sec selon les règlements CEE R78/JSS 12-61, il n'est pas spécifié de valeur pour le coefficient de frottement du revêtement: il est seulement dit que le revêtement doit offrir une bonne adhérence. Compte tenu du fait que le RTM contient maintenant une prescription selon laquelle le revêtement d'essai doit avoir un coefficient de frottement nominal de 0,9, le groupe informel a convenu que cette variante d'essai n'avait pas à y figurer.

5.2.2 Essai de freinage sur le sec – avec toutes les commandes de frein de service actionnées

L'objet de l'essai de freinage sur le sec avec toutes les commandes de frein de service actionnées est d'évaluer l'efficacité totale du freinage du motorcycle à partir d'une vitesse de 100 km/h avec le frein avant et le frein arrière actionnés simultanément.

Les dispositions actuelles de la norme FMVSS 122 prescrivent un essai de mesure de la distance d'arrêt à partir de 60 mph (96 km/h) avec toutes les commandes de frein actionnées simultanément, le motorcycle étant à l'état légèrement chargé. La distance d'arrêt prescrite à partir de cette vitesse est de 185 ft (56,4 m) au maximum, ce qui correspond à une décélération moyenne de $6,4 \text{ m/s}^2$ pour l'ensemble de la manœuvre. Quant aux règlements CEE R78 et JSS 12-61, ils ne prévoient pas d'essai de freinage à partir de cette vitesse.

Les Parties contractantes ont convenu d'inclure dans le projet de RTM une prescription fondée sur les dispositions de la FMVSS 122 mentionnées plus haut. Ces conditions d'essai sont représentatives, car elles correspondent aux conditions d'utilisation courantes d'un motorcycle portant une seule personne et circulant sur route. En outre, un essai à l'état légèrement chargé au freinage maximal permet d'évaluer la stabilité du véhicule au cours du freinage. Dans le RTM proposé, cet essai s'appliquerait aux catégories de véhicules 3-3, 3-4 et 3-5, mais non aux catégories 3-1 et 3-2. Ces dernières en effet concernent des véhicules dont la vitesse maximale est inférieure à 50 km/h. Compte tenu de cette vitesse limitée, pour ces catégories il serait appliqué une vitesse d'essai égale à 90 % de la vitesse maximale, ce qui équivaldrait pratiquement à la vitesse de 40 km/h appliquée pour l'essai sur le sec avec une seule commande de frein actionnée. Étant donné qu'il apparaissait que le degré de rigueur était le même pour deux essais de freinage sur le sec, les Parties contractantes ont convenu que le fait de prescrire dans le projet de RTM un essai de freinage sur le sec avec toutes les commandes de frein de service actionnées pour ces véhicules ferait double emploi avec les dispositions existant déjà.

La force d'application des freins spécifiée dans le RTM est de 245 N au maximum pour les manettes et 400 N au maximum pour les pédales. Étant donné que cette prescription est reprise de la FMVSS 122 avec un ajustement mineur de la vitesse de 96 à 100 km/h, les Parties contractantes ont décidé de garder les paramètres correspondants de force sur la manette ou la pédale de manière à maintenir le degré de rigueur de l'essai d'origine. Si ces prescriptions

de freinage sur le sec étaient adoptées, tout en maintenant les paramètres de force spécifiés dans les règlements CEE R78 et JSS 12-61 (à savoir 200 N/350 N pour les manettes/pédales respectivement), il en résulterait un accroissement du degré de rigueur car il serait alors exigé que l'efficacité satisfasse aux prescriptions actuelles de la norme FMVSS avec des forces plus basses appliquées à la commande.

La distance d'arrêt prescrite à partir de 100 km/h est de 198,5 ft (60,5 m) au maximum. Conformément aux prescriptions d'origine sur lesquelles se fonde cet essai, les Parties contractantes ont décidé de garder pour cet essai de freinage sur le sec des prescriptions d'efficacité fondées seulement sur la distance d'arrêt, sans mention de la DMER.

5.2.3 Essai de freinage à grande vitesse

L'objet de l'essai de freinage à grande vitesse est d'évaluer l'efficacité maximale de freinage du motocycle à partir d'une vitesse élevée et avec les freins avant et arrière actionnés simultanément. Chacun des principaux règlements de référence, CEE R78, FMVSS 122 et JSS 12-61, inclut un essai à grande vitesse.

Les essais CEE R78 et JSS 12-61 sont semblables et sont effectués à partir d'une vitesse de 160 km/h ou 0,8 fois la vitesse maximale du véhicule (V_{\max}), la valeur la plus basse étant retenue. L'essai CEE R78 prescrit que l'efficacité du freinage du véhicule et le comportement de celui-ci doivent être enregistrés; par contre, il n'énonce pas d'exigences précises d'efficacité. La norme JSS 12-61 d'autre part prescrit que le véhicule doit être capable d'une décélération moyenne en régime DMER d'au moins $5,8 \text{ m/s}^2$, à moins qu'il ne s'arrête sur une distance inférieure à la distance de freinage correspondante. Quant à l'essai à grande vitesse de la norme FMVSS 122, il est effectué à partir d'une vitesse basée sur la vitesse maximale dont est capable le motocycle, mais ne dépassant pas 193,2 km/h (120 mph). Lors d'un essai à la vitesse maximale de 120 mph, la distance d'arrêt prescrite est de 861 ft (262,5 m) au maximum, ce qui correspond à une décélération moyenne de $5,5 \text{ m/s}^2$. Sur la base de ces chiffres, il apparaît que la norme FMVSS 122 est plus rigoureuse compte tenu de la vitesse d'essai plus élevée et que la norme JSS 12-61 est plus rigoureuse compte tenu de la décélération prescrite.

Les conditions d'essais pour l'essai à grande vitesse FMVSS 122 et CEE R78/JSS 12-61 sont très semblables, y compris en ce qui concerne la masse d'essai du motocycle et l'actionnement simultané des deux freins. La principale différence, en dehors de celle affectant la vitesse d'essai, est que l'essai FMVSS 122 est effectué moteur débrayé alors que l'essai CEE R78/JSS 12-61 est exécuté moteur embrayé. Bien entendu, l'effet de freinage du moteur embrayé peut renforcer la décélération du motocycle. Pour réduire cet effet au minimum, le rapport le plus élevé de la transmission doit être choisi lors de la manœuvre de freinage. Le fait de laisser le moteur embrayé a pour effet de stabiliser le motocycle lors d'un freinage à partir d'une vitesse élevée.

Sur la base des informations données dans le rapport d'essai de Transports Canada intitulé «Review of Motorcycle Brake Standards», les Parties contractantes ont jugé qu'une vitesse de 100 mph (160 km/h) ou $0,8 V_{\max}$ était suffisante pour un essai de freinage à grande vitesse, les avantages d'essais effectués à des vitesses plus élevées n'étant pas suffisants pour compenser l'accroissement du risque pour le pilote. Les Parties contractantes estiment donc que la vitesse d'essai devrait être limitée à 160 km/h pour réduire les exigences en matière d'installations d'essai et les risques pour la sécurité.

Les prescriptions d'efficacité de la FMVSS 122 et de la JSS 12-61 sont très semblables pour une décélération effectuée à partir d'une vitesse maximale de 160 km/h. La décélération moyenne équivalente selon la FMVSS 122 est de $5,5 \text{ m/s}^2$ à partir de 100 mph, contre une DMER de $5,8 \text{ m/s}^2$ à partir de 160 km/h pour la JSS 12-61. Lors d'essais réels, les différences d'efficacité pour les essais à grande vitesse étaient trop faibles pour que l'on puisse désigner une procédure d'essai comme étant manifestement plus rigoureuse que l'autre.

Enfin, les Parties contractantes ont également convenu de spécifier que l'essai à grande vitesse doit être effectué avec le moteur embrayé et la transmission sur le rapport le plus élevé, comme prescrit dans la JSS 12-61, ces conditions ayant pour effet d'améliorer la stabilité du véhicule lors d'un freinage à partir de 160 km/h.

5.2.4 Essai de freinage avec freins mouillés

L'objet de l'essai de freinage avec freins mouillés est de garantir un niveau minimal d'efficacité de freinage lorsque le motorcycle est utilisé par forte pluie. Les principaux règlements concernant le freinage du motorcycle, à savoir CEE R78, FMVSS 122, et JSS 12-61, comprennent chacun un essai freins mouillés, mais se fondent sur des approches différentes.

Les méthodes d'essai et prescriptions d'efficacité des règlements CEE R78 et JSS 12-61 sont semblables, mais diffèrent des dispositions d'essai FMVSS 122. Le règlement CEE R78 a été élaboré il y a 20 ans au Royaume-Uni; il visait à résoudre les problèmes rencontrés en utilisation pratique dans le cas des motorcycles à disques de freins nus, dont l'efficacité était très sensiblement réduite en cas de circulation sous forte pluie. Le problème coïncidait avec l'apparition à grande échelle des freins à disque sur les motorcycles. C'est pourquoi le règlement CEE R78, qui vise à simuler ces conditions de circulation, prescrit un essai d'efficacité du freinage lorsque les freins sont mouillés. L'effet est obtenu par l'aspersion directe d'eau sur les freins au cours de l'essai.

La procédure d'évaluation de l'efficacité du freinage freins mouillés du règlement CEE R78 commence par un essai de référence où chaque frein est essayé séparément et doit permettre de décélérer un motorcycle chargé à un taux prescrit, dans les conditions de l'essai de freinage à sec – avec une seule commande de frein actionnée. Aux fins de comparaison, le même essai est alors répété, mais avec une aspersion constante d'eau sur les freins pour les mouiller. La différence d'efficacité est déterminée juste après l'actionnement du frein soumis à l'essai, pour garantir un accroissement minimum de la décélération obtenue freins mouillés. En outre, un frein qui a été mouillé peut parfois, lors du séchage, avoir un coefficient de frottement excessivement élevé des garnitures qui peut causer une instabilité du véhicule, voire même un blocage des roues. Il est prévu de contrôler également ce risque de «surfreinage».

Comme dans le cas des règlements CEE R78/JSS 12-61, la norme FMVSS 122 prescrit une évaluation de l'efficacité des freins mouillés par comparaison entre un essai de freinage à sec de référence et les résultats obtenus après mouillage. La démarche sur laquelle se fonde l'essai, cependant, est tout à fait différente, car l'essai vise à déterminer le rétablissement de l'efficacité des freins après que le motorcycle a traversé une flaque d'eau. C'est pourquoi la procédure de mouillage consiste à immerger dans l'eau les freins arrière et avant, séparément, pendant deux minutes chacun. L'efficacité est évaluée avec tous les freins actionnés simultanément, et les caractéristiques de récupération des freins après mouillage sont mesurées au cinquième arrêt

après l'immersion. Le motorcycle est aussi essayé à l'état légèrement chargé. L'application des prescriptions concernant l'immersion des freins peut poser des problèmes pratiques dus à la présence de systèmes d'échappement et d'autres organes mécaniques à la partie basse, l'immersion pouvant affecter le moteur ou la transmission du motorcycle.

Les différents règlements pris en compte énoncent des prescriptions minimales d'efficacité pour les freins mouillés, mais dans des conditions différentes. Du point de vue des prescriptions d'efficacité globales, les comparaisons du degré de rigueur effectuées par l'IMMA et la NHTSA/TC ont l'une et l'autre abouti à la conclusion que les dispositions CEE R78/JSS 12-61 sont plus rigoureuses. Les Parties contractantes jugeaient que la procédure CEE R78/JSS 12-61 reproduisant un freinage lors de la circulation sous la pluie correspond à des conditions d'utilisation plus courante que la traversée d'une zone recouverte d'eau.

En conséquence, les Parties contractantes ont décidé de proposer un essai de freinage freins mouillés basé sur le contenu de l'essai CEE R78/JSS 12-61, et de le rendre applicable à toutes les catégories de véhicules. Actuellement, la procédure CEE R78/JSS 12-61 n'inclut pas les freins qui sont intégralement carénés, parce que l'eau ne peut pas atteindre la surface de freinage. Aux fins du nouveau RTM, cependant, on a convenu de manière générale que le champ des dispositions devrait être étendu pour inclure un essai dans le cas des freins à disque carénés ou freins à tambour comportant des orifices de ventilation ou de contrôle, ceux-ci représentant des points d'entrée possibles de l'eau.

5.2.5 Essai de perte d'efficacité à chaud

L'essai de perte d'efficacité à chaud vise à assurer le maintien d'un niveau minimal d'efficacité après de nombreuses manœuvres de freinage consécutives. En conditions réelles, cela pourrait correspondre à un parcours comportant de nombreux freinages en zone urbaine très fréquentée ou en descente. Chacun des règlements pris en référence comprend un essai pour évaluer la perte d'efficacité à chaud et les variations de l'efficacité du freinage.

Comme pour l'essai de freinage freins mouillés, les règlements CEE R78 et JSS 12-61 ont la même procédure d'essai et les mêmes prescriptions d'efficacité. Chacun prévoit que les freins devraient être essayés séparément, le motorcycle étant chargé à sa charge maximale. Les paramètres de l'essai FMVSS 122 diffèrent du fait que tous les freins sont actionnés simultanément et que la masse d'essai du motorcycle est fixée à 200 lb (90,7 kg) au-dessus de la masse à vide de celui-ci (la masse additionnelle de 200 lb représente la masse du pilote et des appareils d'essai).

Chaque essai commence par un essai de référence avec une TIF comprise entre 55 et 100 °C, qui fournit un niveau d'étalonnage pour la comparaison de l'efficacité et l'évaluation des freins à chaud. Cet essai est suivi par 10 essais consécutifs d'échauffement ayant pour objet de causer une accumulation de chaleur dans les freins. C'est à ce stade que les différents règlements commencent à diverger. Dans les règlements CEE R78/JSS 12-61, l'essai final d'efficacité consiste en un essai d'arrêt exécuté immédiatement après les 10 arrêts d'échauffement. La FMVSS 122 prescrit cinq arrêts supplémentaires de récupération, et l'efficacité lors du cinquième arrêt est comparée au résultat de l'essai de référence. En ce qui concerne les paramètres d'essai des règlements, on observe d'autres variations telles que

la vitesse initiale d'essai, la force d'actionnement sur la manette ou la pédale, les taux de décélération et le rapport de transmission engagé (moteur embrayé/débrayé).

Enfin, pour l'évaluation de la résistance à l'échauffement, la procédure FMVSS 122 compare la force d'actionnement de la pédale et de la manette nécessaire pour maintenir la même décélération que lors de l'essai de référence, alors que les procédures CEE R78/JSS 12-61 comparent les valeurs de décélération (ou de distance d'arrêt) pour les mêmes forces d'actionnement de la pédale et de la manette que lors de l'essai de référence.

Tout en présentant des divergences indéniables, les règlements ont pour objet commun d'évaluer l'effet de l'échauffement sur l'efficacité des freins. Le degré de rigueur relatif des différents essais a été évalué séparément par l'IMMA et par une étude commune de Transports Canada et de la NHTSA. Les deux études aboutissaient à la conclusion que l'essai d'échauffement CEE R78/JSS 12-61 était plus rigoureux, ce qui impliquait qu'il devait servir de base pour les prescriptions du RTM.

Les prescriptions d'essai reprises ont subi des modifications mineures. Outre que la plage de valeurs pour la température initiale des freins a été rétrécie, le texte a été révisé pour prescrire l'application de la force moyenne d'actionnement du frein obtenue lors de l'essai de référence, calculée à partir des valeurs mesurées entre 80 et 10 % de la vitesse d'essai prescrite.

La procédure d'échauffement des freins a aussi été rendue plus objective. Le règlement CEE R78 dispose actuellement que la décélération du motorcycle doit être égale à la moindre des deux valeurs suivantes: 3 m/s^2 ou la décélération maximale qu'il est possible d'obtenir avec cette commande de freins. On a rendu cette dernière prescription plus objective en exigeant que la valeur de la décélération du motorcycle soit obtenue lors de l'essai de freinage sur le sec avec une seule commande de frein actionnée, comme indiqué dans le tableau du paragraphe 4.3.3. Une autre prescription d'efficacité est nécessaire, étant donné que la décélération prescrite pour l'essai de freinage sur le sec avec une seule commande de frein actionnée est inférieure à 3 m/s^2 alors qu'elle est de $2,9 \text{ m/s}^2$ seulement pour le freinage avec le frein arrière, ou de $2,5 \text{ m/s}^2$ seulement pour le freinage avec le frein secondaire d'un système de freinage intégral.

L'essai de perte d'efficacité à chaud du projet de RTM s'applique aux catégories de véhicules 3-3, 3-4 et 3-5, comme c'est le cas dans les règlements CEE R78/JSS 12-61 et FMVSS 122. Seul le Règlement national canadien prescrit un essai de perte d'efficacité à chaud pour les véhicules d'une cylindrée inférieure à 50 cm^3 et d'une vitesse maximale inférieure à 50 km/h (catégories de véhicules 3-1 et 3-2). Aucun des membres du groupe informel cependant n'a confirmé la nécessité de prescrire un essai de résistance à l'échauffement pour ces catégories. Étant donné qu'aucun problème n'était signalé du fait de l'absence d'essai d'efficacité à chaud pour ces petits motorcycles, il a été décidé qu'un essai de ce genre n'était pas nécessaire dans leur cas.

5.2.6 Essai du système de frein de stationnement

L'objet des prescriptions concernant le système de frein de stationnement énoncées dans le RTM est de garantir que les tricycles demeurent immobilisés même lorsqu'ils stationnent sur une pente.

La norme FMVSS 122 prescrit que le système de frein de stationnement doit être capable de maintenir le motorcycle immobilisé pendant 5 mn lors d'un essai effectué à l'état légèrement chargé sur une pente de 30 %, vers l'avant et vers l'arrière. En outre, elle spécifie que ce frein doit être d'un type à friction dont le blocage se fait par des moyens exclusivement mécaniques. Les prescriptions CEE R78 et JSS 12-61 concernant le frein de stationnement sont équivalentes et elles prévoient que le frein doit pouvoir maintenir le motorcycle immobilisé sur une pente de 18 % à l'état chargé (c'est-à-dire au poids maximal spécifié par le constructeur) vers l'avant et vers l'arrière. Dans le cas de ces deux règlements, il n'est pas fixé de limite de durée.

Les Parties contractantes ont convenu de prendre l'essai du frein de stationnement CEE R78/JSS 12-61 comme base pour le projet de RTM, bien que le degré de rigueur de ces dispositions n'ait pas été supérieur à celui des prescriptions de la FMVSS 122, compte tenu du fait que l'essai devait se faire sur une pente de 18 % à l'état chargé pour les premiers, et sur une pente de 30 % à l'état légèrement chargé pour le dernier. Les Parties contractantes ont estimé que l'état à pleine charge correspondait à des conditions d'essai plus défavorables, et que les centres d'essai répartis dans le monde avaient plus de chances de disposer d'une pente de 18 % que d'une pente de 30 % pour les essais.

Le projet de RTM reprend la prescription de la FMVSS 122 selon laquelle le motorcycle doit demeurer immobilisé pendant 5 mn. Il a également été décidé de garder les dispositions imposant un frein de stationnement conçu pour un blocage assuré par des moyens exclusivement mécaniques, mais non pas celles prescrivant un frein de stationnement d'un type à friction. Cette modification permet d'éliminer une entrave à la conception et d'autoriser l'utilisation de tout modèle de système de frein de stationnement dont le blocage se fait uniquement par des moyens mécaniques.

5.2.7 Efficacité du système antiblocage des freins (ABS)

L'objet des prescriptions concernant le système antiblocage des freins (ABS) est d'évaluer la stabilité et l'efficacité du freinage d'un motorcycle avec l'ABS en action. Le projet de RTM ne prescrit pas qu'un motorcycle doive être équipé de l'ABS, mais fixe des exigences minimales d'efficacité pour un motorcycle qui en est équipé.

Les règlements CEE R78 et JSS 12-61 énoncent des exigences d'efficacité particulières pour l'ABS, mais n'imposent pas eux non plus sa présence sur les motorcycles. Tous deux définissent des essais de blocage des roues sur revêtement à forte adhérence et à faible adhérence et un essai d'efficacité en cas de défaillance de l'ABS. En outre, les prescriptions CEE R78 comprennent des essais d'utilisation de l'adhérence par l'ABS sur revêtements à forte adhérence et à faible adhérence, un essai de freinage avec transition d'un revêtement à forte adhérence à un revêtement à faible adhérence et avec transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence. Quant à la norme FMVSS 122, elle n'énonce pas de prescriptions particulières pour les systèmes ABS.

Les Parties contractantes ont examiné chacun des essais prescrits pour l'ABS et les prescriptions correspondantes pour évaluer dans quelle mesure ils convenaient pour le projet de RTM. À l'exception de l'essai d'utilisation de l'adhérence par l'ABS et de l'essai de freinage avec transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence, les Parties contractantes ont convenu d'adopter, avec quelques modifications et mises au point, le reste

des procédures d'essai et prescriptions fonctionnelles pour l'ABS. Des solutions possibles pour les essais sur lesquels un accord de principe n'a pas pu être atteint sont discutées plus en détail ci-après.

Parmi les essais qui ont été retenus, à propos de l'essai de blocage des roues sur un revêtement à faible adhérence, le règlement CEE R78 actuel prévoit que pour un revêtement ayant un $CFM \leq 0,35$, la vitesse initiale d'essai prescrite de 80 km/h peut être réduite pour des raisons de sécurité, mais sans indiquer de combien. Afin de maintenir le principe de l'uniformité en ce qui concerne l'évaluation des véhicules et d'assurer autant que possible la sécurité du pilote, le projet de RTM prévoit que la vitesse, pour l'essai sur revêtement à faible adhérence, doit être égale à $0,8 V_{max}$ ou 60 km/h, selon celle de ces deux valeurs qui est la plus basse.

En ce qui concerne l'essai de freinage avec transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence, il a été décidé d'ajouter certaines précisions pour garantir une transition soudaine d'un revêtement à l'autre. Pour obtenir un CFM suffisamment bas, on pourrait procéder en commençant le freinage sur un revêtement mouillé avec passage ensuite sur un revêtement sec à forte adhérence. Dans ce cas, il n'y a pas transition soudaine parce que le pneu du motorcycle est encore mouillé et qu'il y a même éventuellement un film d'eau recouvrant les deux portions de revêtement au point de transition. Afin de mieux assurer une transition soudaine entre les deux portions, le projet de RTM précise en outre que la portion à faible adhérence doit être suivie par une portion à forte adhérence mouillée ayant un CFM supérieur à 0,8.

Enfin, pour l'évaluation de l'efficacité de l'ABS, il est prescrit que l'ABS doit être en phase de régulation au cours de l'essai. ***Le pilote d'essai doit donc appliquer une force donnée à la commande de frein, qui peut être accrue pour atteindre une valeur maximale afin de déclencher la phase de régulation de l'ABS. Cette valeur maximale sera déterminée lors d'essais de validation qui seront menés par le groupe informel pendant l'hiver 2006.*** Selon le type d'ABS, le cycle de régulation des freins peut causer des réactions dans la commande et il n'est pas alors possible de maintenir la force spécifiée à la commande. Sur la base des données d'essai, il a été décidé que le pilote d'essai devrait pouvoir maintenir la force spécifiée dans une marge de 20 % pour tout le freinage.

5.2.7.1 ABS – prescriptions concernant l'efficacité du freinage

L'essai d'utilisation de l'adhérence est prescrit seulement par le règlement CEE; il consiste à comparer l'efficacité des freins avant et arrière avec l'ABS, mesurée séparément, à l'efficacité de freinage maximale des freins avant et arrière ABS désactivé, mesurée séparément. Les essais s'effectuent sur deux portions de revêtements, une à forte adhérence et une à faible adhérence.

À plusieurs reprises il a été discuté des questions de la répétabilité des essais et de la variabilité des résultats. Avec l'essai CEE R78, il existe un risque élevé de résultats non reproductibles, parce que l'essai dépend de l'efficacité de freinage maximale du motorcycle telle qu'elle est obtenue par le pilote. De nombreux facteurs interviennent lors de la recherche de l'efficacité maximale de freinage, notamment les capacités du pilote, l'état des appareils et des équipements d'essai (pneus, freins et revêtements), ainsi que les conditions météorologiques. Il est par exemple possible que l'efficacité de l'ABS soit évaluée favorablement lors d'un essai

effectué par un pilote peu qualifié et qu'elle soit par contre sensiblement moins bonne lors d'un essai effectué par un pilote expérimenté.

Lors de ces essais, en effet, certains résultats d'efficacité de l'ABS obtenus étaient supérieurs à 100 % (c'est-à-dire que la décélération avec ABS était supérieure à ce qu'elle était sans ABS). Or, cela est seulement possible lorsque le pilote n'a pas été en mesure d'obtenir le taux de décélération maximal possible sans ABS. Outre la variabilité introduite par le pilote, la méthode CEE R78 présente un léger inconvénient dans la mesure où elle prescrit une force constante à la commande pour tout le freinage. Les travaux de recherche ont démontré que le coefficient de frottement utilisable (c'est-à-dire le CFM) augmente au fur et à mesure du ralentissement du véhicule, ce qui donne un avantage au système ABS du fait du taux de décélération plus élevé à basse vitesse. Pour pouvoir obtenir la décélération maximale possible sans ABS, il faudrait que le conducteur puisse augmenter la force exercée sur la commande au fur et à mesure que le motorcycle ralentit.

L'attention a aussi été attirée sur certains problèmes de sécurité et de logistique posés par l'essai d'utilisation de l'adhérence CEE R78:

- a) Sécurité du pilote. L'essai prescrit que le pilote doit réaliser un freinage à la limite du blocage avec l'ABS désactivé, afin de recueillir les données sur la décélération maximale à partir desquelles seront évalués les résultats obtenus avec l'ABS lors d'essais ultérieurs. Ce freinage à la limite du blocage marque aussi la limite de perte de contrôle du véhicule, ce qui pourrait causer une chute. Même lorsque le motorcycle est équipé de béquilles de sécurité, il s'agit d'un essai dangereux pour le pilote;
- b) Logistique. L'essai nécessite une modification du système de freinage pour désactiver l'ABS. Il peut s'agir d'une tâche difficile, voire même impossible compte tenu de la complexité du système de freinage du motorcycle. En outre, le règlement prescrit qu'une décélération maximale doit pouvoir être enregistrée avec un système de freinage modifié (c'est-à-dire avec l'ABS désactivé), ce qui se situe éventuellement en dehors des paramètres de conception du constructeur.

Compte tenu des points soulevés, il a été élaboré une nouvelle variante d'essais ABS à la quatrième réunion du groupe informel en juin 2005, basée sur le règlement CEE R78. Les essais élaborés consistaient à exécuter des freinages sur des revêtements à forte adhérence et à faible adhérence avec l'ABS en mode régulation, mais l'accent était mis sur le maintien de la stabilité du véhicule plutôt que sur les performances absolues de freinage. Cependant, une efficacité de freinage était aussi spécifiée, mais seulement pour l'essai par forte adhérence, sur la base des prescriptions d'efficacité minimales pour l'essai général de freinage sur le sec CEE R78. Par contre aucune distance d'arrêt n'était spécifiée pour l'essai sur revêtement à faible adhérence, en l'absence d'essai de référence dans le CEE R78 pouvant servir de base de comparaison. Les essais proposés dans le RTM ne nécessitaient pas de modification du système de freinage, et n'imposaient pas au pilote d'atteindre le taux de décélération maximal possible, ce qui résolvait les problèmes de sécurité et de logistique.

La variante d'essai proposée a été présentée à la cinquante-huitième session du GRRF en septembre 2005. La procédure d'essai elle-même n'a pas soulevé d'objection, par contre le degré de rigueur relatif des prescriptions d'efficacité du freinage a été jugé trop bas

par certains par rapport aux prescriptions CEE R78 existantes pour l'ABS, ce qui risquait d'aboutir à des distances d'arrêt inutilement longues lorsque l'ABS était en mode régulation.

Les différentes options ont été examinées à la cinquième réunion informelle en octobre 2005 et étudiées plus avant par le WP.29 en novembre 2005. À l'issue de nouvelles consultations, les Pays-Bas ont présenté une proposition, qui a été écartée afin de traiter de l'efficacité du freinage et de la stabilité du véhicule. Il en est résulté un essai de l'ABS mené avec toutes les commandes de frein de service actionnées simultanément, la stabilité et l'efficacité du freinage étant mesurées sur des revêtements à faible adhérence et des revêtements à forte adhérence afin de vérifier leur conformité aux prescriptions. Le fait de soumettre simultanément toutes les commandes de frein de service à un même essai présente notamment l'avantage de pouvoir comparer la décélération d'un motorcycle obtenue grâce à l'ABS avec le coefficient de freinage maximal (CFM) utilisable, sans modifier le système de freinage et sans que le comportement du pilote influe sur les résultats.

Quant à la stabilité du véhicule pendant l'essai de freinage, elle ne doit pas être perturbée au point que le pilote doive relâcher la commande de frein ou que cela fasse sortir une roue du véhicule des limites de la piste d'essai.

L'efficacité du freinage est fondée sur la prescription du règlement de la CEE-ONU n° 78, selon laquelle l'efficacité du freinage avec ABS en phase de régulation ne doit pas être inférieure à 70 % de l'efficacité de freinage maximale sans ABS. S'agissant de l'efficacité du freinage sur un revêtement à forte adhérence, l'ABS doit permettre d'atteindre au moins 70 % du CFM nominal de 0,9 prescrit pour le revêtement d'essai. La prescription concernant un revêtement à faible adhérence est différente parce que la valeur du CFM peut varier entre 0,3 et 0,45 et que la prescription d'efficacité est fondée sur 70 % d'un CFM de 0,3. Contrairement au revêtement à forte adhérence, pour lequel la mesure du CFM donne des résultats homogènes, les valeurs du CFM mesurées sur le même revêtement mouillé à faible adhérence peuvent enregistrer des variations. Étant donné cette caractéristique, une fourchette précise de valeurs du CFM est nécessaire pour les essais d'ABS sur revêtement à faible adhérence, les prescriptions d'efficacité étant fondées sur la valeur la plus faible de cette fourchette afin de garantir que l'efficacité du freinage du motorcycle ne sera pas jugée insuffisante à cause d'une variation de l'état du revêtement.

La limite des valeurs de frottement n'empêche pas de procéder à des essais avec des valeurs moindres, car il s'agirait alors de conditions plus rigoureuses. Toutefois, on considère qu'un CFM de 0,3 correspond au revêtement le plus glissant sur lequel un pilote est susceptible d'utiliser un motorcycle, d'où la nécessité de procéder à des essais sur des revêtements ayant un tel coefficient. Pour les motorcycles, la stabilité sur ces revêtements à faible adhérence est plus importante que l'efficacité du freinage, ce qui n'est pas le cas pour les véhicules dotés de plus de trois roues.

La question de l'efficacité du freinage pour chacune des roues a aussi été examinée. L'efficacité de freinage maximale sur chaque roue dépend dans une large mesure de la conception du motorcycle. Par exemple, l'efficacité du freinage appliqué à la roue arrière n'est pas la même pour un motorcycle de sport et pour un motorcycle normal. Il n'est donc pas possible d'établir des prescriptions de décélération maximale constantes pour chacune des roues, qui seraient applicables à tous les types de motorcycles. Étant donné ce qui précède

et le fait que l'efficacité du freinage de chacune des roues est déjà vérifiée lors de l'essai de freinage sur le sec avec une seule commande de frein actionnée, on a estimé qu'il n'était pas nécessaire d'effectuer un essai supplémentaire sur chacune des roues pour mesurer l'efficacité de l'ABS. Dans le cas d'un motorcycle dont une seule roue est équipée d'un ABS, le pilote d'essai peut toujours actionner tous les systèmes de frein de service simultanément, comme prescrit pour satisfaire aux prescriptions de freinage et de stabilité.

Sur un revêtement à forte adhérence, le RTM recommande un CFM nominal de 0,9, qui tient compte des variations concrètes observées sur la piste d'essai. Cela laisse une certaine liberté en ce qui concerne le frottement du revêtement, qui ne doit pas être exactement de 0,9 pour évaluer l'efficacité du freinage. Pour les essais visant à vérifier la conformité aux prescriptions, le fabricant utilisera un revêtement ayant un CFM moins élevé afin de se placer dans les conditions les plus défavorables. Lorsqu'elles vérifient la conformité, les administrations utilisent un revêtement ayant un CFM légèrement supérieur à 0,9. Si le véhicule ne satisfait pas aux prescriptions sur ce revêtement à forte adhérence, c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables pour le fabricant, il est évident qu'il sera alors très difficile au système de freinage de satisfaire aux prescriptions d'efficacité.

D'autres scénarios prévoyant les valeurs suivantes pour le CFM ont été examinés et rejetés:

- a) «au moins 0,9»: dans ce cas, les essais pourraient être effectués avec des CFM très supérieurs à cette valeur, ce qui pourrait susciter des différends concernant la conformité, ne serait pas représentatif d'un revêtement réel, et pourrait entraîner l'adoption de systèmes à temps de réaction long;*
- b) «0,9 au maximum»: le véhicule devrait alors être soumis à des essais sur toute surface ayant un CFM < 0,9; cela conduirait à des différends quant à la conformité et ne serait pas réaliste;*
- c) «= 0,9»: cela ne serait pas réalisable car il est impossible d'avoir un revêtement ayant un CFM de 0,9 exactement;*
- d) «entre 0,8 et 0,9»: cela permettrait aux autorités et aux fabricants de procéder à des essais avec un CFM de 0,8 pour les premières et un CFM de 0,9 pour les seconds, ce qui entraînerait des conflits. Une telle fourchette n'est donc pas réaliste.*

Les essais de validation doivent être effectués par le groupe informel pendant l'hiver 2006. Ces essais apporteront la preuve du bien-fondé des prescriptions d'efficacité proposées.

5.2.7.2 Efficacité de l'ABS – freinage avec transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence

Cet essai est l'essai CEE R78, complété par une prescription fonctionnelle stipulant que le motorcycle ne doit pas s'écarter de sa trajectoire et que sa décélération doit atteindre une valeur «appropriée». Pour donner à ces dispositions une base plus objective afin qu'elles puissent être acceptées par toutes les Parties contractantes, il devrait être spécifié une valeur réelle d'efficacité correspondant à la valeur appropriée.

À la cinquième réunion informelle tenue en octobre 2005, le Japon a présenté des résultats d'essais préliminaires qui faisaient ressortir une grande variabilité du comportement de l'ABS lors d'un changement soudain de coefficient d'adhérence. Il n'était donc pas possible à ce stade de fixer une valeur précise qui serait exigée pour donner un caractère plus objectif aux prescriptions d'efficacité CEE.

Étant donné que les essais de l'ABS doivent avoir lieu pendant les mois d'hiver, le groupe informel a décidé d'inclure dans le plan de réalisation des essais une évaluation des temps de réponse du système ABS lorsque le véhicule passe d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence. Il s'agit de déterminer la valeur réelle que doit atteindre la décélération du véhicule pour satisfaire aux prescriptions d'efficacité.

5.2.8 Essai de défaillance – système de frein de service à circuits partiels

Le système de frein de service à circuits partiels s'inspire de celui adopté sur les voitures particulières et il est seulement utilisé pour les motocycles au Canada et aux États-Unis. L'objet de l'essai est de faire en sorte qu'en cas de défaillance par fuite d'un élément sous pression d'un des circuits partiels hydrauliques, il subsiste un niveau minimal d'efficacité de freinage avec le circuit partiel hydraulique restant qui permette au pilote d'arrêter le motocycle.

Seule la norme FMVSS 122 comprend un essai de défaillance pour les motocycles équipés d'un système de frein de service à circuits partiels. Les prescriptions d'essai ne sont pas applicables aux catégories de véhicules 3-1 et 3-2. Les Parties contractantes ont convenu que les prescriptions fonctionnelles de la FMVSS 122 étaient suffisantes pour le projet de RTM.

5.2.9 Essai de défaillance d'un système de freinage à assistance

À la cinquante-septième session du GRRF il avait été présenté un document résumant toutes les procédures d'essai proposées pour le RTM, afin de susciter des observations préalables. L'une des observations formulées avait trait à l'absence d'un essai de défaillance pour un système de frein à assistance et préconisait que cette lacune soit comblée. Aucun des règlements pris en référence n'inclut de telles prescriptions, très vraisemblablement parce que l'utilisation des systèmes de freinage à assistance sur les motocycles est relativement récente.

Même si seuls quelques motocycles sont actuellement équipés de systèmes de freinage à assistance, il est très plausible que ces systèmes se répandent à l'avenir. Les normes existantes concernent exclusivement les véhicules automobiles, sur lesquels cette technologie est utilisée depuis de nombreuses années, comme les voitures particulières. Pourtant, actuellement, il n'existe pas de prescriptions fonctionnelles connues s'appliquant en cas de défaillance du système de freinage à assistance sur un motocycle.

En conséquence, le groupe informel propose d'introduire un essai de façon à garantir qu'en cas de défaillance d'un système de freinage à assistance, il subsiste un niveau minimal d'efficacité permettant au pilote d'arrêter le motocycle. Cet essai n'est pas requis si le motocycle est équipé d'un autre système séparé de frein de service qui fonctionne sans assistance.

En bref, l'essai proposé est basé sur l'essai d'arrêt sur le sec avec une seule commande de frein actionnée (par. 4.3 du RTM); les prescriptions fonctionnelles minimales étaient initialement

fixées à la valeur prescrite pour le système de frein secondaire pour les véhicules équipés d'un système de freinage intégral. Il a été jugé que cette prescription était trop basse. Dans la proposition révisée, dans le cas de systèmes de frein de service séparés, chaque commande de frein doit être essayée séparément et elle doit permettre de satisfaire au niveau minimal d'efficacité des freins pour le système de freinage arrière à lui seul. Dans le cas des véhicules équipés d'un système de freinage intégral ou d'un système de frein de service à circuits partiels, chaque commande de frein doit être essayée séparément et les prescriptions minimales d'efficacité sont celles s'appliquant au système de frein secondaire.

6. IMPACT RÉGLEMENTAIRE ET EFFICACITÉ ÉCONOMIQUE

Les règlements relatifs aux systèmes de freinage des motocycles qui sont en vigueur actuellement dans de nombreux cas n'ont pas suivi les avancées des technologies modernes. Avec l'amélioration des systèmes de frein à disque et l'apparition récente de nouvelles technologies telles que l'ABS (système antiblocage des freins) et le système de freinage intégral, les motocycles modernes peuvent être équipés de systèmes de freinage très perfectionnés et très efficaces.

D'après les statistiques rassemblées à ce jour, l'amélioration des systèmes de freinage des motocycles devrait permettre de réduire le nombre d'accidents. L'Amérique du Nord connaît depuis 1997 une progression particulièrement préoccupante des accidents de motocycles mortels, notamment chez les personnes âgées de 40 ans et plus (+8,2 % au Canada entre 1994 et 2000 et +24,7 % aux États-Unis entre 1994 et 1999). En outre, les statistiques des États-Unis d'Amérique couvrant la période 1991-1999 indiquent que 13 % environ sur un nombre moyen annuel de 1 055 accidents mortels de motocycles seuls étaient liés à une manœuvre de freinage. Aux fins de la réalisation d'une étude coût-efficacité appliquée au RTM, un appel en faveur de la communication de données supplémentaires relatives aux accidents de motocycles a été lancé à tous les gouvernements à la cinquante-deuxième session du GRRF. Il n'a été reçu aucune réponse à cette demande.

Le groupe informel a passé en revue les avantages apportés par l'élaboration d'un RTM. Il a conclu que celui-ci aurait de nombreuses incidences positives pour les consommateurs, pour les Parties contractantes et pour les constructeurs. On examinera ci-après quelques-uns des avantages importants soulignés au cours de la discussion:

- a) Le RTM inclut des prescriptions techniques s'appliquant à des technologies ayant récemment fait leur apparition telles que les systèmes de freinage intégral et les systèmes antiblocage des freins (ABS). Dans la plupart des cas, les prescriptions réglementaires des Parties contractantes ne comprennent pas encore de prescriptions à ce sujet.
- b) Un règlement technique mondial permet aux constructeurs de motocycles de soumettre leurs modèles à un seul règlement/à une seule série d'essais pour pouvoir vendre à l'échelle mondiale. Actuellement, les essais doivent être exécutés conformément à de nombreux règlements différents: FMVSS n° 122 aux États-Unis, règlement CEE n° 78 en Europe, JSS 12-61 au Japon, ADR en Australie, CMVSS n° 122 au Canada.

- c) Le fait d'avoir à effectuer une seule série d'essais est particulièrement intéressant pour les nouveaux fabricants et constructeurs provenant de pays émergents. En dehors des avantages esquissés ci-dessus, cette solution offre l'avantage que les départements d'essais des constructeurs ont seulement besoin de bien connaître les essais du RTM.
- d) Il y a des années que les règlements actuellement en vigueur n'ont pas été réexaminés pour évaluer si leurs dispositions sont encore pertinentes. Dans le cadre d'un exercice de comparaison des règlements actuels, les membres du groupe informel (NHTSA, Transports Canada, et IMMA) ont effectué de nombreux essais de véhicules et analyses, pour contrôler dans quelle mesure les règlements actuels étaient adaptés aux conditions et prévoir des modifications lorsque cela était nécessaire.
- e) Le groupe informel a donné à de nombreux individus et organismes la possibilité de se concerter en tant que parties prenantes pour déterminer l'évolution et le contenu du RTM. Cette possibilité a été en fait exploitée et un large échantillon de constructeurs de motocycles, autorités des pays et groupes d'intérêts de motocyclistes ont tous participé aux travaux.
- f) Le RTM représente la synthèse des procédures les mieux adaptées et les plus rigoureuses existant dans les règlements actuels des États-Unis, de la CEE et du Japon. Le RTM tel qu'il en ressortira sera bénéfique pour tous les utilisateurs, que ce soit en termes d'efficacité des freins, de résistance à l'usure des freins et de sécurité potentielle.
- g) Les pays qui appliquent actuellement la norme FMVSS/CMVSS 122 tireront du RTM les avantages suivants:
 - i) Un essai de freinage freins mouillés qui simule les conditions d'utilisation réelles par aspersion d'eau sur le disque;
 - ii) Un essai de freinage sur le sec plus rigoureux;
 - iii) Un essai de perte d'efficacité à chaud plus rigoureux;
 - iv) Un essai à grande vitesse plus rigoureux;
 - v) Un essai additionnel pour évaluer l'efficacité de l'ABS.
- h) Les pays qui appliquent le règlement CEE R78 tireront du RTM les avantages suivants:
 - i) Une procédure normalisée de rodage des freins pour les essais de conformité officiels;
 - ii) Un essai additionnel à partir de 100 km/h avec les deux freins actionnés;
 - iii) Un essai à grande vitesse plus rigoureux;
 - iv) Des prescriptions générales additionnelles en ce qui concerne les caractéristiques de la lampe témoin, l'inspection du système de freinage par exemple;
 - v) Une séquence d'essais spécifiée.

- i) Les pays qui appliquent la norme JSS 12-61 tireront du RTM les avantages suivants:
 - i) Une procédure spécifiée de rodage des freins pour les essais de conformité officiels;
 - ii) Un essai additionnel à partir de 100 km/h avec les deux freins actionnés;
 - iii) Des prescriptions générales additionnelles en ce qui concerne les caractéristiques de la lampe témoin, l'inspection du système de freinage par exemple;
 - iv) Une séquence d'essais spécifiée.

En outre, le texte du RTM fournira des instructions claires et simples sur les procédures d'essai et sur les prescriptions, qui devraient pouvoir être suivies facilement par le personnel chargé des essais. Il ne devrait donc pas être nécessaire de recourir à une documentation additionnelle sur les questions d'interprétation, comme c'est le cas actuellement. Cette facilité d'utilisation devrait être bénéfique pour les Parties contractantes, les constructeurs et les centres d'essais.

Comme d'autres véhicules, les motos sont actuellement produits pour le marché mondial. Pour les constructeurs, le fait d'avoir à élaborer des modèles sensiblement différents pour satisfaire à différentes réglementations en matière de freinage entraîne un surcroît de frais d'essais et de frais de fabrication. Il serait donc plus efficace du point de vue économique que les constructeurs puissent appliquer une méthode d'essai uniforme et aient à satisfaire aux mêmes prescriptions d'efficacité à l'échelle mondiale. Ce résultat devrait être obtenu grâce au présent RTM, qui permettra ainsi de réduire les ressources consacrées aux procédures d'essai des motos. Les économies ainsi réalisées devraient en premier lieu profiter aux constructeurs, mais également, à terme, aux consommateurs.

Le RTM a été établi sur la base des prescriptions les plus rigoureuses actuellement en vigueur et il entraînera donc un gain de sécurité dans tous les pays, aucun pays n'ayant désormais le monopole de conditions plus rigoureuses, grâce à l'adoption de procédures d'essais communes. En outre, le RTM établit des prescriptions d'essai applicables aux nouvelles technologies telles que l'ABS et les systèmes de freinage intégral qui devraient être bénéfiques pour la sécurité des usagers de la route.

B. RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL CONCERNANT LES SYSTÈMES DE FREINAGE DE MOTOCYCLES

1. DOMAINE D'APPLICATION *ET OBJET*

Le présent Règlement technique mondial (RTM) énonce des prescriptions concernant le frein de service et, s'il y a lieu, les systèmes associés de frein de stationnement. Il a pour objet de garantir un freinage sûr dans les conditions de conduite normales et les situations d'urgence. Le RTM s'applique aux véhicules à moteur à deux ou à trois roues *des catégories 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 et 3-5, telles qu'elles sont définies dans la R.S.1**.

Ces catégories n'incluent pas:

- a) Les véhicules ayant une $V_{\max} < 25$ km/h;
- b) Les véhicules aménagés pour les conducteurs handicapés.

2. DÉFINITIONS

Aux fins du présent RTM*, les définitions ci-après s'appliquent:

- 2.1 Par «système antiblocage des freins (ABS)», on entend un système qui détecte le glissement des roues et qui module automatiquement la pression commandant la force de freinage à la roue pour limiter le taux de glissement.
- 2.2 Par «essai de référence», on entend un arrêt ou une série d'arrêts exécutés pour confirmer l'efficacité des freins avant de les soumettre à un nouvel essai tel que l'essai de perte d'efficacité à chaud ou l'essai de freinage freins mouillés.
- 2.3 Par «freins», on entend les parties du système de freinage où sont produites les forces s'opposant au déplacement du véhicule.
- 2.4 Par «système de freinage», on entend la combinaison d'éléments, composée de la commande, de la transmission et des freins, à l'exclusion du moteur, dont la fonction est de réduire progressivement la vitesse d'un véhicule en marche, de l'arrêter et de le maintenir à l'arrêt.
- 2.5 Par «système de freinage intégral», on entend:

Pour les véhicules des catégories 3-1 et 3-3: un système de frein de service dans lequel au moins deux freins agissant sur des **roues** différentes sont actionnés par manœuvre d'une seule commande;

Pour les véhicules des catégories 3-2 et 3-4: un système de frein de service dans lequel les freins agissant sur toutes les **roues** sont actionnés par la manœuvre d'une seule commande;

* Les définitions ont été tirées, lorsqu'il y avait lieu, de la RÉSOLUTION SPÉCIALE N° 1 SUR LES DÉFINITIONS COMMUNES DES CATÉGORIES, DES MASSES ET DES DIMENSIONS DES VÉHICULES (R.S.1), document TRANS/WP.29/1045.

Pour les véhicules de la catégorie 3-5: un système de frein de service dans lequel les freins sur au moins les **roues** avant et arrière sont actionnés par la manœuvre d'une seule commande. (Si la roue arrière et la roue du side-car sont freinées par un même circuit de freinage, celui-ci est considéré comme circuit de freins arrière.)

- 2.6 Par «commande», on entend l'élément directement actionné par le pilote pour appliquer à la transmission l'énergie nécessaire pour freiner le véhicule ou contrôler cette énergie.
- 2.7 Par «masse du conducteur ^{*}», on entend la masse nominale d'un conducteur, considérée comme égale à 75 kg (à savoir 68 kg de masse de l'occupant du siège et 7 kg de masse des bagages).
- 2.8 Par «moteur débrayé», on entend le cas où la transmission entre moteur et roues motrices est débrayée.
- 2.9 Par «température initiale des freins», on entend la température du frein le plus chaud avant toute application des freins.
- 2.10 Par «véhicule en charge ^{*}», on entend le véhicule à sa «masse totale en charge», c'est-à-dire la masse maximale du véhicule seul chargé, selon ses caractéristiques de construction et de conception, comme spécifié par le constructeur. Elle doit être inférieure ou égale à la somme des capacités maximales des essieux (groupe d'essieux).
- 2.11 Par «véhicule légèrement chargé», on entend le véhicule à sa masse en ordre de marche, plus 15 kg pour l'équipement d'essai, ou à sa masse en charge, la valeur inférieure étant retenue. Dans le cas d'essais de l'ABS sur un revêtement de faible adhérence (par. 4.9.4 à 4.9.7), la masse de l'équipement d'essai est portée à 30 kg, ***pour tenir compte des béquilles de sécurité.***
- 2.12 Par «masse en ordre de marche ^{*}», on entend la somme de la masse du véhicule à vide ^{*} et de la masse du conducteur.
- 2.13 Par «coefficient maximal de freinage (CFM)», on entend la valeur du frottement entre le pneu et la route, sur la base de la décélération maximale d'un pneu en rotation, déterminée conformément à la méthode spécifiée dans la législation nationale.
- 2.14 Par «système de freinage à assistance», on entend un système de freinage dans lequel l'énergie nécessaire pour produire la force de freinage provient de l'effort physique du pilote, avec l'assistance d'un ou plusieurs dispositifs d'assistance, par exemple à dépression (servofrein à dépression).
- 2.15 Par «système de frein secondaire», on entend le second système de frein de service sur un véhicule équipé d'un système de freinage intégral.
- 2.16 Par «système de frein de service», on entend un système de freinage qui est utilisé pour décélérer le véhicule en mouvement.
- 2.17 Par «système de freinage individuel», on entend un système de freinage agissant seulement sur un essieu.

- 2.18 Par «système de frein de service à circuits partiels», on entend un système de freinage **qui actionne les freins sur toutes les roues** et qui est composé de deux ou plus de deux circuits partiels actionnés par une commande unique, conçu pour qu'une défaillance unique d'un circuit partiel quelconque (telle que la défaillance par fuite d'un circuit partiel hydraulique) n'empêche pas le fonctionnement de tout autre circuit partiel.
- 2.19 Par «distance d'arrêt», on entend la distance parcourue par le véhicule à partir du point où la force est appliquée à la commande jusqu'à l'arrêt complet.
- 2.20 Par «vitesse d'essai», on entend la vitesse du véhicule mesurée au moment de l'application de la force sur la commande de frein.
- 2.21 Par «transmission», on entend la combinaison des organes qui assurent la liaison fonctionnelle entre la commande et le frein.
- 2.22 Par «V_{max}», on entend la vitesse pouvant être atteinte par accélération maximale à partir de l'arrêt sur une distance de 1,6 km sur route horizontale, le véhicule étant légèrement chargé.
- 2.23 Par «blocage des roues», on entend l'état correspondant à un taux de glissement de 1,00.

3. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

3.1 Prescriptions concernant le système de freinage

3.1.1 Chaque véhicule doit satisfaire aux conditions prescrites pour tous les essais spécifiés pour cette catégorie de véhicules et pour les freins dont est équipé le véhicule.

3.1.2 Actionnement de la commande du système de frein de service:

La configuration du véhicule doit être telle que le pilote puisse actionner la commande du système de frein tout en étant assis en position de conduite normale et avec les deux mains sur la commande de direction.

3.1.3 Actionnement de la commande du système de frein secondaire:

La configuration du véhicule doit être telle que le pilote puisse actionner la commande du système de frein tout en étant assis en position de conduite normale et avec les deux mains sur la commande de direction.

3.1.4 Système de frein de stationnement:

Si un système de frein de stationnement est présent, il doit maintenir le véhicule immobilisé sur la pente prescrite.

Le frein de stationnement:

- a) Doit avoir une commande distincte des commandes du système de frein de service; et
- b) Doit être maintenu en position bloquée par des moyens exclusivement mécaniques.

La configuration du véhicule doit être telle que le conducteur puisse actionner le système de frein de stationnement tout en étant assis en position de conduite normale.

- 3.1.5 Les véhicules à deux roues des catégories 3-1 et 3-3 doivent être équipés soit de deux systèmes de frein de service séparés soit d'un système de frein de service à circuits partiels, ayant au moins un frein agissant sur la roue avant et au moins un frein agissant sur la roue arrière.
- 3.1.6 Les véhicules **à trois roues** de la catégorie 3-5 doivent satisfaire aux prescriptions concernant le système de freinage énoncées au paragraphe **3.1.5** ci-dessus. La présence d'un frein sur la roue du side-car n'est pas exigée si le véhicule satisfait aux prescriptions d'efficacité énoncées à la section 4.
- 3.1.7 Les véhicules à trois roues de la catégorie 3-2 doivent être équipés d'un système de frein de stationnement, plus un des systèmes de frein de service suivants:
- Deux systèmes de frein de service séparés, sauf dans le cas d'un système de freinage intégral, qui, lorsqu'ils sont appliqués ensemble, actionnent les freins sur toutes les roues, ou
 - Un système de frein de service à circuits partiels, ou
 - Un système de freinage intégral qui actionne les freins sur toutes les roues et un système de freinage secondaire qui peut être le système de frein de stationnement.
- 3.1.8 Les véhicules de la catégorie 3-4 doivent être équipés:
- 3.1.8.1 d'un système de frein de stationnement, et
- 3.1.8.2 d'un système de frein de service actionné au pied agissant sur toutes les roues, à savoir:
- soit un système de frein de service à circuits partiels;
 - soit un système de freinage intégral et un système de freinage secondaire, qui peut être le système de frein de stationnement.
- 3.1.9 Dans les cas où deux systèmes de frein de service séparés sont installés, ces systèmes peuvent partager un frein, à condition qu'une défaillance d'un système n'affecte pas l'efficacité de l'autre.
- 3.1.10 Pour les véhicules qui utilisent un liquide hydraulique pour la transmission de la force d'actionnement, le maître cylindre:
- Doit comporter un réservoir séparé ***fermé de manière étanche par un couvercle*** pour chaque système de freinage;
 - Doit avoir une contenance minimale du réservoir égale à 1,5 fois la quantité totale de liquide déplacée entre les deux cas d'usure minimale et maximale des garnitures, dans les conditions de réglage des freins les plus défavorables; et
 - Doit avoir un réservoir où le niveau de liquide est visible pour permettre son contrôle sans ouverture du couvercle.

- 3.1.11 Les véhicules qui sont équipés d'un système de frein de service à circuits partiels doivent être munis d'une lampe témoin rouge placée de manière visible pour le pilote, qui doit s'allumer:
- a) En cas de défaillance hydraulique, lors de l'application d'une force ≤ 90 N à la commande;
 - b) Et sans actionnement de la commande de frein, lorsque le niveau du liquide dans le réservoir du maître cylindre tombe en dessous:
 - i) du niveau spécifié par le constructeur;
 - ii) du niveau correspondant à moins de la moitié de la capacité du réservoir; la valeur supérieure étant retenue.

Pour permettre de contrôler son bon fonctionnement, la lampe témoin doit s'allumer lors de l'actionnement de la clef de contact et s'éteindre après le contrôle. Elle doit demeurer allumée tant qu'il existe une défaillance lorsque la clef de contact est sur la position «marche».

- 3.1.12 Les véhicules qui sont équipés d'un système ABS doivent être munis d'une lampe témoin jaune placée de manière visible pour le pilote. Elle doit s'allumer toutes les fois qu'il existe un défaut de fonctionnement qui affecte la génération ou la transmission de signaux dans les circuits ABS.

Pour permettre de contrôler son bon fonctionnement, la lampe témoin doit s'allumer lors de l'actionnement de la clef de contact et s'éteindre après le contrôle.

Elle doit demeurer allumée tant qu'il existe une défaillance lorsque la clef de contact est sur la position «marche».

3.2 Résistance à l'usure

- 3.2.1 L'usure des freins doit être compensée au moyen d'un système de réglage automatique ou manuel.
- 3.2.2 Le degré d'usure des garnitures doit pouvoir être contrôlé soit par examen visuel de l'épaisseur du matériau de friction sans démontage soit, lorsque cet examen visuel n'est pas possible, au moyen d'un dispositif conçu à cette fin.
- 3.2.3 Au cours de tous les essais prescrits dans le présent RTM et après leur achèvement, il ne doit pas être observé de détachement du matériau de friction ni de fuite du liquide de frein.

3.3 Mesure des performances dynamiques de freinage

La méthode à appliquer pour la mesure des performances de freinage doit être celle spécifiée dans l'essai en cause au paragraphe 4. L'efficacité du système de frein de service peut être mesurée de trois manières:

3.3.1 DMER (décélération moyenne en régime):

Calcul de la DMER:

$$d_m = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25.92 \cdot (S_e - S_b)} \quad \text{m/s}^2$$

où:

d_m = décélération moyenne en régime

V_1 = vitesse du véhicule au moment où le pilote actionne la commande

V_b = vitesse du véhicule à 0,8 V_1 en km/h

V_e = vitesse du véhicule à 0,1 V_1 en km/h

S_b = distance parcourue entre V_1 et V_b en m

S_e = distance parcourue entre V_1 et V_e en m.

3.3.2 Distance d'arrêt:

D'après les équations de base du mouvement:

$$S = 0,1 \cdot V + (X) \cdot V^2$$

où:

S = distance d'arrêt en m

V = vitesse du véhicule en km/h

X = variable qui est fonction de la valeur prescrite pour chaque essai.

Pour calculer la distance d'arrêt corrigée à partir de la vitesse d'essai réelle du véhicule, on applique la formule suivante:

$$S_s = 0,1 \cdot V_s + (S_a - 0,1 \cdot V_a) \cdot V_s^2 / V_a^2$$

où:

S_s = distance d'arrêt corrigée en m

V_s = vitesse d'essai spécifiée en km/h

S_a = distance d'arrêt réelle en m

V_a = vitesse d'essai réelle en km/h.

Note: Cette équation est seulement valide quand la vitesse d'essai réelle (V_a) se situe à ± 5 km/h de la vitesse d'essai spécifiée (V_s).

3.3.3 Enregistrement continu de la décélération:

Pour les essais tels que l'essai de freinage freins mouillés et la procédure d'échauffement pour la perte d'efficacité à chaud, il est prévu un enregistrement continu de la décélération du véhicule à partir du point où la force est appliquée à la commande de frein jusqu'à l'arrêt complet.

4. CONDITIONS ET PROCÉDURE D'ESSAI ET PRESCRIPTIONS FONCTIONNELLES

4.1. Prescriptions générales

4.1.1 Revêtement d'essai:

4.1.1.1 Essais dynamiques de freinage (sauf essais ABS sur revêtement à faible adhérence):

La piste d'essai doit avoir une surface propre, sèche et horizontale, avec une pente ≤ 1 %, et ayant un coefficient de freinage maximal (CFM) de 0,9, sauf autre mention.

4.1.1.2 Essais ABS sur revêtement à faible adhérence:

Les véhicules équipés de l'ABS sont aussi essayés sur une surface propre et horizontale, avec une pente ≤ 1 %, et ayant un coefficient de freinage maximal de $\geq 0,3$ et $\leq 0,45$.

4.1.1.3 Essais du système de frein de stationnement:

La pente d'essai prescrite doit avoir une surface propre et sèche qui ne se déforme pas sous le poids du véhicule.

4.1.1.4 Largeur de la piste d'essai:

Pour les véhicules à deux roues (catégories 3-1 et 3-3), la largeur de la piste d'essai doit être de 2,5 m.

Pour les véhicules à trois roues (catégories 3-2, 3-4 et 3-5), la largeur de la piste d'essai doit être de 2,5 m + la largeur du véhicule.

4.1.2 Température ambiante:

La température ambiante doit être comprise entre 4 et 45 °C.

4.1.3 Vitesse du vent:

La vitesse du vent ne doit pas être supérieure à 5 m/s.

4.1.4 Tolérance sur la vitesse d'essai:

La tolérance sur la vitesse d'essai est de ± 5 km/h.

Au cas où la vitesse d'essai réelle différerait de la vitesse d'essai prescrite, la distance d'arrêt effective doit être corrigée au moyen de la formule du paragraphe 3.3.2.

4.1.5 Transmission automatique:

Les véhicules à transmission automatique doivent être soumis à tous les essais prévus, qu'il s'agisse d'essais «moteur embrayé» ou d'essais «moteur débrayé».

Si une transmission automatique a un point mort (position N), celui-ci doit être choisi pour les essais à exécuter «moteur débrayé».

4.1.6 Position du véhicule et blocage des roues:

- a) Le véhicule doit être positionné au centre de la piste d'essai au début de chaque manœuvre de freinage;
- b) Les essais doivent être exécutés sans que les roues du véhicule sortent des limites de la piste d'essai à utiliser et sans qu'il y ait blocage des roues.

4.1.7 Ordre des essais:

Ordre des essais		Paragraphe
1.	Essai de freinage à sec – avec une seule commande de frein actionnée	4.3
2.	Essai de freinage à sec – avec toutes les commandes de frein de service actionnées	4.4
3.	Essai de freinage à grande vitesse	4.5
4.	Essai de freinage freins mouillés	4.6
5.	Essai de perte d'efficacité à chaud ¹	4.7
6.	S'ils sont présents:	
6.1	Système de frein de stationnement	4.8
6.2	Système antiblocage ABS	4.9
6.3	Défaillance partielle pour les systèmes de frein de service à circuits partiels	4.10
6.4	Défaillance du système de freinage avec assistance	4.11

¹ L'essai de perte d'efficacité à chaud doit toujours être exécuté en dernier.

4.2 Préparation

4.2.1 Vitesse de ralenti du moteur:

La vitesse de ralenti du moteur doit être réglée conformément aux spécifications du constructeur.

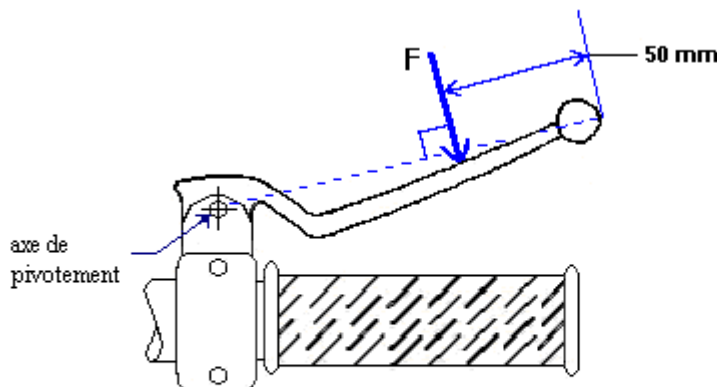
4.2.2 Pression des pneus:

Les pneus doivent être gonflés conformément aux prescriptions du constructeur pour l'état de charge du véhicule pour l'essai.

4.2.3 Point et direction d'application de la force sur les commandes:

Pour une manette, la force de commande (F) doit être appliquée sur la face avant de la commande perpendiculairement à l'axe joignant le pivot du levier à son point extrême sur le plan dans lequel la manette pivote (voir figure ci-dessous).

La force de commande doit être appliquée en un point situé à 50 mm du point extrême de la manette, cette distance étant mesurée sur l'axe joignant l'axe de pivotement de la manette et son point extrême.



Pour une pédale, la force de commande est appliquée au centre de, et perpendiculairement à, la pédale de commande.

4.2.4 Mesure de la température des freins:

Selon ce que chaque Partie contractante ou organisation d'intégration économique régionale aura décidé, la température des freins doit être mesurée approximativement au milieu de la piste de frottement du disque ou du tambour:

- Au moyen d'un thermocouple de frottement qui est en contact avec la surface du disque ou du tambour; ou
- Au moyen d'un thermocouple qui est noyé dans le matériau de friction.

4.2.5 Procédure de rodage des freins:

On doit roder les freins du véhicule avant d'évaluer leur efficacité. Ce rodage peut être effectué par le constructeur.

- Véhicule à l'état légèrement chargé.
- Moteur débrayé.
- Vitesse d'essai:
 - Vitesse initiale: ≥ 50 km/h pour les catégories 3-3, 3-4 et 3-5
 $\geq 0,8 V_{\max}$ pour les catégories 3-1 et 3-2;
 - Vitesse finale = 5 à 10 km/h.

- d) Actionnement des freins:
 - i) Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément.
- e) Décélération du véhicule:
 - i) Système de freinage avant séparé, seulement:
 - 3,0-3,5 m/s² pour les catégories 3-3, 3-4 et 3-5;
 - 1,5-2,0 m/s² pour les catégories 3-1 et 3-2;
 - ii) Système de freinage arrière séparé, seulement: 1,5-2,0 m/s²;
 - iii) Système de freinage intégral ou système de frein de service à circuits partiels: 3,5-4,0 m/s².
- f) Nombre de freinages: 100 par système de freinage.
- g) Température initiale du frein avant chaque actionnement: ≤ 100 °C.
- h) Pour le premier freinage, le véhicule doit être accéléré jusqu'à la vitesse initiale, et la commande de frein doit alors être actionnée dans les conditions prescrites jusqu'à ce que la vitesse finale soit atteinte. Le véhicule doit ensuite être réaccéléré jusqu'à la vitesse initiale, et cette vitesse doit être maintenue jusqu'à ce que la température du frein retombe à la température initiale spécifiée. Lorsque ces conditions sont remplies, la commande de frein doit être actionnée une nouvelle fois comme prescrit. Cette procédure doit être répétée le nombre de fois prescrit.

4.3 Essai de freinage à sec avec une seule commande de frein actionnée

4.3.1 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable à toutes les catégories de véhicules.
- b) État chargé:

Pour les véhicules équipés d'un système de freinage intégral ou d'un système de frein de service à circuits partiels: le véhicule doit être essayé à l'état légèrement chargé en plus de l'essai en charge.
- c) Moteur débrayé.

4.3.2 Conditions et procédure d'essai:

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai:
 - i) Catégories 3-1 et 3-2: 40 km/h ou 0,9 V_{max}, la valeur la plus basse étant retenue;
 - ii) Catégories 3-3, 3-4 et 3-5: 60 km/h ou 0,9 V_{max}, la valeur la plus basse étant retenue.
- c) Actionnement des freins:

Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément.

- d) Force d'actionnement:
- i) Manette: ≤ 200 N;
 - ii) Pédale: ≤ 350 N pour les catégories 3-1, 3-2, 3-3 et 3-5
 ≤ 500 N pour la catégorie 3-4.
- e) Nombre de freinages:
Jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 6 freinages.
- f) Pour chaque freinage, le véhicule est accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.

4.3.3 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai exécuté conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.3.2, la distance d'arrêt doit être conforme à la valeur prescrite à la colonne 2, ou la DMER à la valeur prescrite à la colonne 3 du tableau ci-dessous:

Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3
Catégories de véhicules	DISTANCE (S) D'ARRÊT (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S la distance d'arrêt prescrite en m)	DMER
Système de freinage individuel, freinage de la (des) roue(s) avant seulement:		
3-1	$S \leq 0,1 V + 0,0111 V^2$	$\geq 3,4 \text{ m/s}^2$
3-2	$S \leq 0,1 V + 0,0143 V^2$	$\geq 2,7 \text{ m/s}^2$
3-3	$S \leq 0,1 V + 0,0087 V^2$	$\geq 4,4 \text{ m/s}^2$
3-4	Non applicable	Non applicable
3-5	$S \leq 0,1 V + 0,0105 V^2$	$\geq 3,6 \text{ m/s}^2$
Système de freinage individuel, freinage de la (des) roue(s) arrière seulement:		
3-1	$S \leq 0,1 V + 0,0143 V^2$	$\geq 2,7 \text{ m/s}^2$
3-2	$S \leq 0,1 V + 0,0143 V^2$	$\geq 2,7 \text{ m/s}^2$
3-3	$S \leq 0,1 V + 0,0133 V^2$	$\geq 2,9 \text{ m/s}^2$
3-4	Non applicable	Non applicable
3-5	$S \leq 0,1 V + 0,0105 V^2$	$\geq 3,6 \text{ m/s}^2$
Système de freinage intégral ou système de frein de service à circuits partiels, à l'état chargé et à l'état légèrement chargé:		
3-1 et 3-2	$S \leq 0,1 V + 0,0087 V^2$	$\geq 4,4 \text{ m/s}^2$
3-3	$S \leq 0,1 V + 0,0076 V^2$	$\geq 5,1 \text{ m/s}^2$
3-4	$S \leq 0,1 V + 0,0077 V^2$	$\geq 5,0 \text{ m/s}^2$
3-5	$S \leq 0,1 V + 0,0071 V^2$	$\geq 5,4 \text{ m/s}^2$
Véhicules avec système de freinage intégral – systèmes de frein de service secondaire:		
TOUS	$S \leq 0,1 V + 0,0154 V^2$	$\geq 2,5 \text{ m/s}^2$

4.4 Essai de freinage à sec avec toutes les commandes de frein de service actionnées

4.4.1 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable aux catégories 3-3, 3-4 et 3-5.
- b) État légèrement chargé.
- c) Moteur débrayé.

4.4.2 Conditions et procédure d'essai:

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai: 100 km/h ou $0,9 V_{\max}$, le chiffre le plus bas étant retenu.
- c) Actionnement des freins:
Actionnement simultané des deux commandes de *système de frein de service* si le véhicule est ainsi équipé, ou de la commande de frein unique dans le cas d'un système de frein de service agissant sur toutes les roues.
- d) Force d'actionnement:
Manette: ≤ 250 N
Pédale: ≤ 400 N pour les catégories 3-3 et 3-5
 ≤ 500 N pour la catégorie 3-4.
- e) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 6 freinages.
- f) Pour chaque freinage, le véhicule doit être accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.

4.4.3 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai exécuté conformément à la procédure d'essai décrite au paragraphe 4.4.2, la distance d'arrêt (S) doit être de:

- a) Pour les vitesses d'essai $< 80,5$ km/h, $S \leq 0,0055 V^2$
- b) Pour les vitesses d'essai $\geq 80,5$ km/h, $S \leq 0,0060 V^2$
(où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S est la distance d'arrêt prescrite en m).

4.5 Essai de freinage à grande vitesse

4.5.1 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable aux catégories 3-3, 3-4 et 3-5.
- b) Essai non requis pour les véhicules dont $V_{\max} \leq 125$ km/h.
- c) État légèrement chargé.
- d) Moteur embrayé, transmission sur le rapport le plus élevé.

4.5.2 Conditions et procédure d'essai:

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai: $0,8 V_{\max}$ pour les véhicules dont $V_{\max} > 125$ km/h et < 200 km/h;
 160 km/h pour les véhicules dont $V_{\max} \geq 200$ km/h.
- c) Actionnement des freins:
Actionnement simultané des deux commandes de *système de frein de service* si le véhicule est ainsi équipé, ou de la commande de *système de frein de service* unique dans le cas d'un système de frein de service agissant sur toutes les roues.
- d) Force d'actionnement:
Manette: ≤ 200 N
Pédale: ≤ 350 N pour les catégories 3-3 et 3-5
 ≤ 500 N pour la catégorie 3-4.
- e) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 6 freinages.
- f) Pour chaque freinage, le véhicule doit être accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la ou les commandes de frein sont alors actionnées dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.

4.5.3 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai effectué conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.5.2:

- a) La distance d'arrêt (S) doit être: $\leq 0,1 V + 0,0067 V^2$ (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S est la distance d'arrêt prescrite en m)
ou la DMER doit être: $\geq 5,8$ m/s².

4.6 Essai de freinage freins mouillés

4.6.1 Dispositions générales:

- a) L'essai comprend deux parties qui sont exécutées consécutivement pour chaque système de freinage:
 - i) Un essai de référence appliquant la méthode de l'essai de freinage à sec avec une seule commande de frein actionnée (par. 4.4.3);
 - ii) Un essai unique de freinage freins mouillés avec les mêmes paramètres d'essai qu'en i) ci-dessus, mais le ou les freins étant continuellement aspergés d'eau pendant l'exécution de l'essai, en vue de mesurer l'efficacité des freins par conditions humides.
- b) ***L'essai n'est pas applicable aux systèmes de frein de stationnement, sauf lorsque le frein de stationnement est le frein secondaire.***

- c) Les freins à tambour ou les freins à disque entièrement carénés sont exemptés de cet essai, à moins qu'ils ne comportent des ouvertures de ventilation ou des ouvertures de contrôle ouvertes.
- d) Pour l'essai, le véhicule doit être équipé d'un appareillage qui permet un enregistrement continu de la force à la commande de frein et de la décélération du véhicule. La mesure de la DMER et celle de la distance d'arrêt ne sont pas des critères appropriés dans ce cas.

4.6.2 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable à toutes les catégories.

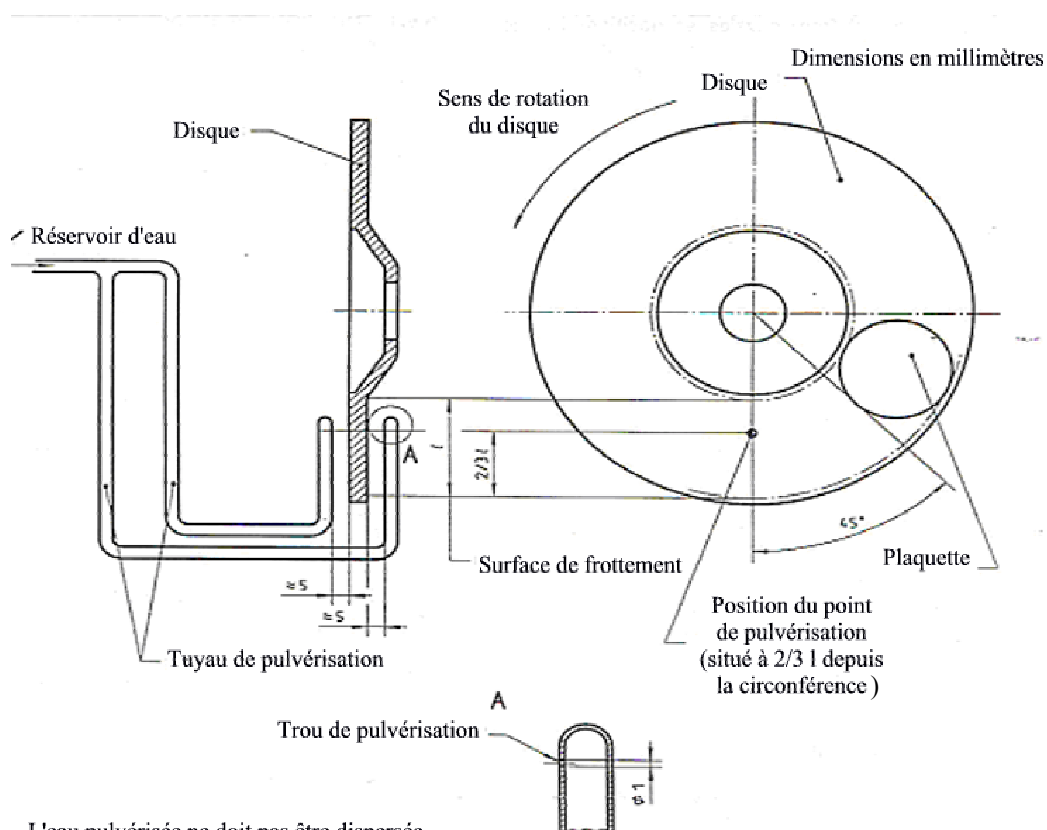
- b) État chargé:

Véhicules équipés d'un système de freinage intégral et d'un système de frein de service à circuits partiels: le véhicule est soumis à l'essai à l'état légèrement chargé en plus de l'essai à l'état chargé.

- c) Moteur débrayé.

- d) Chaque frein doit être muni d'un équipement de pulvérisation d'eau

- i) Freins à disque, schéma de l'équipement de pulvérisation d'eau:



L'équipement de pulvérisation d'eau sur le frein à disque doit être installé comme suit:

- a. L'eau doit être projetée sur chaque disque de frein avec un débit de 15 l/h. L'eau doit être également répartie de part et d'autre du rotor.
 - b. S'il existe une tôle de protection qui recouvre la surface du rotor, le point de pulvérisation doit être situé à 45° en avant du bord de la tôle.
 - c. S'il n'est pas possible de placer la buse de pulvérisation dans la position indiquée sur le schéma ou si le point de pulvérisation coïncide avec une ouverture de ventilation ou autre, elle peut être avancée d'un angle supplémentaire de 90° par rapport au bord de la plaquette, en restant à la même distance du centre du disque.
- ii) Freins à tambour avec ouverture de ventilation ou de contrôle ouverte:

L'équipement de pulvérisation d'eau doit être installé comme suit:

- a. L'eau doit être pulvérisée également des deux côtés du frein à tambour (côté flasque et côté fond du tambour) avec un débit de 15 l/h.
- b. Les buses de pulvérisation sont placées aux deux tiers de la distance entre la circonférence du tambour et le centre du moyeu.
- c. La buse doit être placée à > 15° du bord de toute ouverture existant dans le flasque.

4.6.3 Essai de référence:

4.6.3.1 Conditions et procédure d'essai

- a) L'essai du paragraphe 4.3 (Essai de freinage à sec avec une seule commande de frein actionnée) est exécuté pour chaque système de freinage, mais avec une force d'actionnement sur la commande produisant une décélération du véhicule de 2,5-3,0 m/s², et les paramètres suivants sont mesurés:
 - i) La force moyenne à la commande lors d'une décélération du véhicule de 80 à 10 % de la vitesse d'essai prescrite;
 - ii) La décélération moyenne du véhicule au cours de la période comprise entre 0,5 et 1,0 s à partir de l'actionnement de la commande;
 - iii) La décélération maximale du véhicule au cours de tout le freinage, à l'exclusion de la dernière demi-seconde.
- b) On doit effectuer trois essais de référence et calculer la moyenne des valeurs obtenues sous i), ii) et iii) ci-dessus.

4.6.4 Essai de freinage freins mouillés:

4.6.4.1 Conditions et procédure d'essai

- a) Le véhicule est lancé à la vitesse d'essai utilisée pour l'essai de référence décrit au paragraphe 4.6.3, avec l'équipement de pulvérisation d'eau en fonction sur le ou les freins à essayer, sans que la commande de frein soit actionnée.
- b) Après une distance parcourue de ≥ 500 m, on doit appliquer la force d'actionnement moyenne sur la commande déterminée lors de l'essai de référence pour le système de freinage à l'essai.
- c) On doit mesurer la décélération moyenne du véhicule au cours de la période comprise entre 0,5 et 1,0 s à partir de l'actionnement de la commande.
- d) On doit mesurer la décélération maximale du véhicule au cours de tout le freinage, à l'exclusion de la dernière demi-seconde.

4.6.5 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai exécuté conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.6.4.1, l'efficacité de décélération du frein mouillé doit satisfaire aux conditions suivantes:

La valeur mesurée conformément au paragraphe 4.6.4.1 c) doit être ≥ 60 % de la décélération moyenne enregistrée lors de l'essai de référence conformément au paragraphe 4.6.3.1 ii), c'est-à-dire au cours de la période comprise entre 0,5 et 1,0 s à partir de l'actionnement de la commande.

La valeur mesurée conformément au paragraphe 4.6.4.1 d) doit être ≤ 120 % de la décélération moyenne enregistrée lors de l'essai de référence conformément au paragraphe 4.6.3.1 iii) (au cours de tout le freinage, à l'exclusion de la dernière demi-seconde).

4.7 Essai de perte d'efficacité à chaud

4.7.1 Dispositions générales:

- a) L'essai comprend trois parties qui sont exécutées consécutivement pour chaque système de freinage:
 - i) Un essai de référence appliquant la méthode de l'essai de freinage à sec avec une seule commande de frein actionnée (par. 4.3);
 - ii) Une procédure d'échauffement qui consiste en une série de freinages répétés en vue d'échauffer le ou les freins;
 - iii) Un essai de freinage à chaud selon la méthode de l'essai de freinage à sec avec une seule commande de frein actionnée (par. 4.3) en vue de mesurer l'efficacité de freinage après la procédure d'échauffement.
- b) L'essai est applicable aux catégories 3-3, 3-4 et 3-5.

- c) L'essai n'est pas applicable aux systèmes de frein de stationnement ni aux systèmes de frein secondaire.
- d) Tous les essais sont exécutés à l'état chargé.
- e) La procédure d'échauffement nécessite que le véhicule soit équipé d'un appareillage qui permette un enregistrement continu de la force à la commande de frein et de la décélération du véhicule. La DMER et la distance d'arrêt ne sont pas des critères appropriés pour la procédure d'échauffement. Par contre, l'essai de référence et l'essai de freinage à chaud nécessitent la mesure soit de la DMER soit de la distance d'arrêt.

4.7.2 Essai de référence:

4.7.2.1 Conditions concernant le véhicule

- a) Moteur débrayé.

4.7.2.2 Conditions et procédure d'essai

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai: 60 km/h ou $0,9 V_{\max}$, la valeur inférieure étant retenue.
- c) Actionnement des freins:
Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément.
- d) Force d'actionnement:
Manette: ≤ 200 N
Pédale: ≤ 350 N pour les catégories 3-3 et 3-5
 ≤ 500 N pour la catégorie 3-4.
- e) Le véhicule doit être accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, la commande de frein doit être actionnée dans les conditions prescrites, et la force à la commande nécessaire pour obtenir l'efficacité de freinage prescrite dans le tableau du paragraphe 4.3.3 doit être enregistrée.

4.7.3 Procédure d'échauffement:

4.7.3.1 Conditions concernant le véhicule

- a) Moteur et transmission:
 - i) À partir de la vitesse d'essai prescrite jusqu'à 50 % de celle-ci: moteur embrayé, la transmission étant sur le rapport le plus élevé permettant de maintenir le régime moteur au-dessus du régime de ralenti spécifié par le constructeur;
 - ii) À partir de 50 % de la vitesse d'essai prescrite jusqu'à l'arrêt: moteur débrayé.

4.7.3.2 Conditions et procédure d'essai

- a) Température initiale des freins avant le premier freinage: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai:
Système de freinage unique, freinage de la roue avant seulement:
100 km/h ou $0,7 V_{\max}$, la valeur la plus basse étant retenue;
Système de freinage unique, freinage de la roue arrière seulement:
80 km/h ou $0,7 V_{\max}$, la valeur inférieure étant retenue;
Système de freinage intégral ou système de frein de service à circuits partiels:
100 km/h ou $0,7 V_{\max}$, la valeur inférieure étant retenue.
- c) Actionnement des freins:
Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément.
- d) Force d'actionnement:
 - i) Pour le premier freinage:
Force constante à la commande produisant une décélération du véhicule de $3,0-3,5 \text{ m/s}^2$ dans l'intervalle compris entre 80 % et 10 % de la vitesse prescrite.
Si le véhicule ne peut pas atteindre la valeur de décélération prescrite, les freinages sont exécutés de façon à satisfaire aux prescriptions de décélération énoncées dans le tableau du paragraphe 4.3.3.
 - ii) Pour les freinages restants:
 - a. Même force constante à la commande que celle utilisée pour le premier freinage.
 - b. Nombre de freinages: 10.
 - c. Intervalle entre freinages: 1 000 m.
- e) Après un freinage exécuté dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe, le véhicule doit être immédiatement réaccélééré à pleins gaz pour atteindre la vitesse prescrite, et doit être maintenu à cette vitesse jusqu'à ce que le freinage suivant soit exécuté.

4.7.4 Essai de freinage à chaud:

4.7.4.1 Conditions et procédure d'essai

Il doit être exécuté un freinage dans les conditions appliquées lors de l'essai de référence (par. 4.7.2) sur le système de freinage, après qu'il a subi la procédure d'échauffement conformément au paragraphe 4.7.3. Le freinage est effectué dans un délai d'une minute au plus après la fin de cette procédure, avec une force d'actionnement au plus égale à la force utilisée lors de l'essai de référence (par. 4.7.2).

4.7.5 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai effectué conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.7.4.1:

- a) La distance d'arrêt doit être:

$$S_2 \leq 1,67 S_1 - 0,67 \times 0,1 V$$

où:

S_1 = distance d'arrêt corrigée en m obtenue lors de l'essai de référence
(par. 4.7.2)

S_2 = distance d'arrêt corrigée en m obtenue lors de l'essai de freinage à chaud
(par. 4.7.4.1)

V = vitesse d'essai prescrite en km/h;

ou

- b) La DMER doit être: ≥ 60 % de la valeur enregistrée lors de l'essai de référence
(par. 4.7.2).

4.8 Essai du système de frein de stationnement pour les véhicules ainsi équipés

4.8.1 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable aux catégories 3-2, 3-4 et 3-5.
b) Véhicule à l'état chargé.
c) Moteur débrayé.

4.8.2 Conditions et procédure d'essai:

- a) Température initiale des freins: ≤ 100 °C.
b) Pente de la piste d'essai: 18 %.
c) Force d'actionnement:
Manette: ≤ 400 N
Pédale: ≤ 500 N.
d) Pour la première partie de l'essai, le véhicule doit être arrêté sur la pente d'essai, face à la montée, par application du frein de stationnement, dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe. Si le véhicule demeure arrêté, la période de mesure commence immédiatement.
e) Après l'essai véhicule face à la montée, l'essai est répété véhicule face à la descente.

4.8.3 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'essais effectués conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.8.2, le frein de stationnement doit maintenir le véhicule arrêté pendant une durée de 5 mn véhicule face à la montée et face à la descente.

4.9 Essais de l'ABS

4.9.1 Dispositions générales:

- a) Ces essais s'appliquent seulement aux systèmes ABS montés sur les catégories de véhicules 3-1 et 3-3.
- b) Ils ont pour objet de confirmer l'efficacité des systèmes de freinage équipés de l'ABS en conditions normales et en cas de défaillance électrique de l'ABS.
- c) En pratique, on considère qu'il y a blocage de la roue lorsqu'un véhicule se déplace à plus de 15 km/h alors que la vitesse de la roue tombe à moins de 5 km/h.
- d) «Mode régulation» désigne le cas où le système antiblocage effectue des cycles complets de modulation de la force de freinage pour empêcher les roues directement commandées de bloquer. Lorsqu'il se produit seulement un cycle de régulation pendant un freinage, on considère que cette condition n'est pas remplie.
- e) ***Le blocage des roues est permis à condition que la stabilité du véhicule n'en soit pas affectée au point que l'opérateur doive relâcher la commande ou que cela fasse sortir une roue du véhicule des limites de la piste d'essai.***

La série d'essais comprend les essais suivants, qui peuvent être exécutés dans un ordre quelconque:

Essais de l'ABS	Paragraphe
a. Freinage sur revêtement à forte adhérence, comme spécifié au paragraphe 4.1.1.1	4.9.3
b. Freinage sur revêtement à faible adhérence, comme spécifié au paragraphe 4.1.1.2	4.9.4
c. Contrôle du blocage des roues sur revêtement à forte adhérence et à faible adhérence	4.9.5
d. Contrôle du blocage des roues lors d'une transition d'un revêtement à forte adhérence à un revêtement à faible adhérence	4.9.6
e. Contrôle du blocage des roues lors d'une transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence	4.9.7
f. Freinage avec défaillance électrique de l'ABS	4.9.8

4.9.2 Conditions concernant le véhicule:

- a) État légèrement chargé.
- b) Moteur débrayé.

4.9.3 Freinage sur revêtement à forte adhérence:

4.9.3.1 Conditions et procédure d'essai

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- b) Vitesse d'essai: 60 km/h ou $0,9 V_{\max}$, la valeur la plus basse étant retenue.
- c) Fonctionnement des freins:

Actionnement simultané des deux commandes de système de frein de service si le véhicule est ainsi équipé, ou de la commande de frein de service unique dans le cas d'un système de frein de service agissant sur toutes les roues.

- d) Force d'actionnement:

[Manette: $200 \text{ N} \pm 20 \%$
Pédale: $350 \text{ N} \pm 20 \%$.

Des forces plus élevées peuvent être nécessaires pour garantir que l'ABS fonctionne en mode régulation pendant le freinage.

Note: Des forces plus élevées sont nécessaires pour garantir que l'efficacité de l'ABS lors de l'essai d'homologation sera effectivement mesurée. Pour déterminer les chiffres appropriés pour la valeur de la force maximale, il faudra lors des prochains essais accroître progressivement la force appliquée jusqu'à ce que l'ABS fonctionne en mode régulation. Des chiffres ainsi obtenus concernant différents motocycles, on pourra déduire et adopter une valeur finale.]

Pour les systèmes où la force d'actionnement des freins fluctue lors du fonctionnement de l'ABS, la force d'actionnement nominale est la valeur moyenne appliquée pendant la durée du freinage.

- e) ***Si une roue n'est pas équipée d'un ABS, la commande de frein de service correspondant à cette roue doit être actionnée avec une force inférieure à la force qui entraîne le blocage de la roue.***
- f) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 6 freinages.
- g) Pour chaque freinage, le véhicule doit être accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein doit alors être actionnée dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.

4.9.3.2 Prescriptions d'efficacité

Lors d'un essai effectué conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.9.3.1,

- a) ***La distance d'arrêt (S) doit être $\leq 0,0063V^2$ (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S la distance d'arrêt prescrite en mètres) ou la DMER doit être de $6,17 \text{ m/s}^2$.]***
- b) Il ne doit pas y avoir de blocage de roue et les roues ne doivent pas sortir des limites de la piste d'essai.

4.9.4 Freinage sur revêtement à faible adhérence:

4.9.4.1 Conditions et procédure d'essai:

Comme indiqué au paragraphe 4.9.3.1, mais sur un revêtement à faible adhérence.

4.9.4.2 Prescriptions d'efficacité

Lors d'un essai effectué conformément aux procédures décrites au paragraphe 4.9.4.1,

[a) **La distance d'arrêt (S) doit être $\leq 0,0188V^2$ (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S la distance d'arrêt prescrite en m) ou la DMER doit être de $2,05 \text{ m/s}^2$.]**

b) Il ne doit pas y avoir de blocage de roue et les roues ne doivent pas sortir des limites de la piste d'essai.

4.9.5 Contrôles du blocage de roue sur revêtements à forte et à faible adhérence:

4.9.5.1 Conditions et procédure d'essai:

a) Revêtements d'essai:

i) À forte adhérence;

ii) À faible adhérence.

b) Température initiale des freins: > 55 et < 100 °C.

c) Vitesse d'essai:

i) Sur revêtement à forte adhérence: 80 km/h ou $0,8 V_{\max}$, la valeur la plus faible étant retenue;

ii) Sur revêtement à faible adhérence: 60 km/h ou $0,8 V_{\max}$, la valeur la plus faible étant retenue.

d) Actionnement des freins:

i) Chaque commande de **système de frein de service** doit être actionnée séparément;

ii) Lorsque l'ABS est monté sur les deux systèmes de freinage, outre l'essai i), il doit être effectué un essai avec actionnement des deux commandes de frein simultanément.

e) Force d'actionnement:

Manette: $200 \text{ N} \pm 20 \%$

Pédale: $350 \text{ N} \pm 20 \%$.

Des forces plus élevées peuvent être nécessaires pour garantir que le système ABS fonctionne en mode régulation au cours du freinage.

Pour les systèmes où la force d'actionnement fluctue lors du fonctionnement de l'ABS, la force d'actionnement nominale est la valeur moyenne appliquée pendant la durée du freinage.

- f) Vitesse d'application de la force d'actionnement:
La force d'actionnement des freins doit être appliquée en 0,2-0,5 s.
- g) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 3 freinages.
- h) Pour chaque freinage, le véhicule est accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.

4.9.5.2 Prescriptions d'efficacité

Lors d'un essai effectué conformément aux procédures décrites au paragraphe 4.9.5.1, il ne doit pas y avoir de blocage de roue et les roues doivent demeurer dans les limites de la piste d'essai.

4.9.6 Contrôle du blocage des roues lors de la transition d'un revêtement à forte adhérence à un revêtement à faible adhérence

4.9.6.1 Conditions et procédure d'essai

- a) Revêtements d'essai:
Revêtement à forte adhérence, immédiatement suivi par un revêtement à faible adhérence.
- b) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- c) Vitesse d'essai:
Elle doit être telle que la vitesse du véhicule soit de 50 km/h ou $0,5 V_{\max}$, la valeur la plus faible étant retenue, au point de transition du revêtement à forte adhérence au revêtement à faible adhérence.
- d) Actionnement des freins:
 - i) Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément;
 - ii) Lorsque l'ABS est monté sur les deux systèmes de freinage, outre l'essai i), il doit être effectué un essai avec les deux commandes de frein actionnées simultanément.
- e) Force d'actionnement:
Manette: $200 \text{ N} \pm 20 \%$
Pédale: $350 \text{ N} \pm 20 \%$.
Des forces plus élevées peuvent être nécessaires pour garantir que l'ABS fonctionne en mode régulation au cours du freinage.

Pour les systèmes où la force d'actionnement fluctue lors du fonctionnement de l'ABS, la force d'actionnement nominale est la valeur moyenne appliquée pendant la durée du freinage.

- f) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 3 freinages.
- g) Pour chaque freinage, le véhicule est accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée avant que le véhicule atteigne le point de transition d'un revêtement à un autre.

4.9.6.2 Prescriptions d'efficacité

Lors d'un essai effectué conformément aux procédures décrites au paragraphe 4.9.6.1, il ne doit pas y avoir blocage de roue et les roues doivent demeurer dans les limites de la piste d'essai.

4.9.7 Contrôle du blocage des roues lors de la transition d'un revêtement à faible adhérence à un revêtement à forte adhérence:

4.9.7.1 Conditions et procédure d'essai

- a) Revêtements d'essai:
Revêtement à faible adhérence mouillé immédiatement suivi par un revêtement à forte adhérence mouillé ($> 0,8$ CFM).
- b) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C.
- c) Vitesse d'essai:
Elle doit être telle que la vitesse du véhicule soit de 50 km/h ou $0,5 V_{\max}$, la valeur la plus faible étant retenue, au point de transition du revêtement à faible adhérence au revêtement à forte adhérence.
- d) Actionnement des freins:
 - i) Chaque commande de *système de frein de service* doit être actionnée séparément;
 - ii) Lorsque l'ABS est monté sur les deux systèmes de freinage, outre l'essai i), il doit être effectué un essai avec les deux commandes de frein actionnées simultanément.
- e) Force d'actionnement:
Manette: $200 \text{ N} \pm 20 \%$
Pédale: $350 \text{ N} \pm 20 \%$.

Des forces plus élevées peuvent être nécessaires pour garantir que l'ABS fonctionne en mode régulation au cours du freinage.

Pour les systèmes où la force d'actionnement fluctue lors du fonctionnement de l'ABS, la force d'actionnement nominale est la valeur moyenne appliquée pendant la durée du freinage.

- f) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 3 freinages.
- g) Pour chaque freinage, le véhicule est accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée avant que le véhicule atteigne le point de transition d'un revêtement à un autre.
- h) La décélération du véhicule doit être enregistrée de manière continue.

4.9.7.2 Prescriptions d'efficacité

- a) Lors d'un essai effectué conformément aux procédures décrites au paragraphe 4.9.7.1, il ne doit pas y avoir de blocage de roue et les roues doivent demeurer dans les limites de la piste d'essai.

***[À partir du point de transition, la décélération du véhicule doit augmenter.]
Le Groupe de travail mettra en oeuvre un programme d'essais de validation pour répondre à la question de savoir s'il est possible de déterminer, d'une part, la valeur de cette augmentation de la décélération et, d'autre part, le temps nécessaire pour obtenir cette augmentation.***

4.9.8 Freinage avec défaillance électrique de l'ABS:

4.9.8.1 Conditions et procédure d'essai

- a) Le système électrique de l'ABS étant mis hors fonction, l'essai décrit au paragraphe 4.3 (Essai de freinage sur le sec avec une seule commande de frein actionnée) doit être effectué en appliquant les conditions correspondant au système de freinage et au véhicule soumis à l'essai.

4.9.8.2 Prescriptions d'efficacité

Lors d'un essai exécuté conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.9.8.1:

- a) Le système doit satisfaire aux prescriptions concernant la signalisation de la défaillance énoncées au paragraphe 3.1.12;
- b) Les prescriptions minimales pour la distance d'arrêt ou la DMER doivent être conformes aux valeurs prescrites à la colonne 2 ou 3, respectivement, sous la rubrique «Système de freinage individuel, freinage de la roue arrière seulement» dans le tableau du paragraphe 4.3.3.

4.10 Essai de défaillance partielle pour les systèmes de frein de service à circuits partiels

4.10.1 Dispositions générales:

- a) L'essai est seulement applicable aux véhicules équipés d'un système de frein de service à circuits partiels.
- b) L'essai a pour objet de confirmer l'efficacité du circuit partiel restant en cas de défaillance par fuite du système hydraulique.

4.10.2 Conditions concernant le véhicule:

- a) Essai applicable aux catégories 3-3, 3-4 et 3-5.
- b) État légèrement chargé.
- c) Moteur débrayé.

4.10.3 Conditions et procédure d'essai:

- a) Température initiale des freins: ≥ 55 et ≤ 100 °C
- b) Vitesses d'essai: 50 km/h, et 100 km/h ou $0,8 V_{\max}$, la valeur la plus basse étant retenue.
- c) Force d'actionnement:
Manette: ≥ 250 N
Pédale: ≥ 400 N.
- d) Nombre de freinages: jusqu'à ce que le véhicule satisfasse aux prescriptions d'efficacité, mais au maximum 6 freinages pour chaque vitesse d'essai.
- e) Le système de frein de service doit être modifié de manière à causer une perte complète de freinage sur l'un des deux circuits partiels. Pour chaque freinage, le véhicule est accéléré jusqu'à la vitesse d'essai, et la commande de frein est alors actionnée dans les conditions prescrites dans le présent paragraphe.
- f) L'essai est répété pour chaque circuit partiel.

4.10.4 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai effectué conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.10.3:

- a) Le système doit satisfaire aux prescriptions concernant la signalisation de la défaillance énoncées au paragraphe 3.1.11; et
- b) La distance d'arrêt (S) doit être: $\leq 0,1 V + 0,0117 V^2$ (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S la distance d'arrêt prescrite en m) ou la DMER doit être: $\geq 3,3$ m/s².

4.11 Essai de défaillance d'un système de freinage avec assistance

4.11.1 Dispositions générales:

- a) L'essai n'est pas effectué si le véhicule est équipé d'un autre système de frein de service séparé.
- b) Il a pour objet de confirmer l'efficacité du système de freinage en cas de défaillance de l'assistance.

4.11.2 Conditions et procédure d'essai:

- a) On exécute l'essai décrit au paragraphe 4.3 (essai de freinage à sec, avec une seule commande de frein actionnée) pour chaque système de frein de service avec l'assistance mise hors fonction.

4.11.3 Prescriptions d'efficacité:

Lors d'un essai effectué conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.11.2, la distance d'arrêt doit être comme spécifié à la colonne 2, ou la DMER doit être comme spécifié à la colonne 3 du tableau suivant:

Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3
Catégories de véhicules	DISTANCE D'ARRÊT(S) (où V est la vitesse d'essai prescrite en km/h, et S la distance d'arrêt prescrite en m)	DMER
Système de freinage unique		
3-1	$S \leq 0,1 V + 0,0143 V^2$	$\geq 2,7 \text{ m/s}^2$
3-2	$S \leq 0,1 V + 0,0143 V^2$	$\geq 2,7 \text{ m/s}^2$
3-3	$S \leq 0,1 V + 0,0133 V^2$	$\geq 2,9 \text{ m/s}^2$
3-5	$S \leq 0,1 V + 0,0105 V^2$	$\geq 3,6 \text{ m/s}^2$
Système de freinage intégral ou système de frein de service à circuits partiels		
TOUS	$S \leq 0,1 V + 0,0154 V^2$	$\geq 2,5 \text{ m/s}^2$

Note: S'il est possible d'actionner l'assistance au moyen de plus d'une commande, l'efficacité ci-dessus doit être obtenue lorsque chaque commande est appliquée séparément.
