



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.29/GRRF/2008/15  
7 juillet 2008

FRANÇAIS  
Original: ANGLAIS  
ANGLAIS et FRANÇAIS SEULEMENT

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules

Groupe de travail en matière de roulement et de freinage

Soixante-quatrième session  
Genève, 16-19 septembre 2008  
Point 3 g) de l'ordre du jour provisoire

**RÈGLEMENTS N<sup>OS</sup> 13 ET 13-H  
(Freinage)**

Système d'aide au freinage

Proposition de projet d'amendements au Règlement n<sup>o</sup> 13-H

Communication des experts du groupe de travail informel  
des systèmes d'aide au freinage\*

Le texte reproduit ci-après, établi par les experts du groupe informel des systèmes d'aide au freinage, vise à insérer de nouvelles dispositions sur les systèmes d'aide au freinage dans le Règlement n<sup>o</sup> 13-H. Il a été établi sur la base du document ECE/TRANS/WP.29/GRRF/2008/2, tel que modifié par le document informel GRRF-63-46, distribué pendant la soixante-troisième session du Groupe de travail en matière de roulement et de freinage (GRRF), et compte tenu des observations formulées par le groupe informel.

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2006-2010 (ECE/TRANS/166/Add.1, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer le comportement des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

## A. PROPOSITION

Ajouter les nouveaux paragraphes 2.34 à 2.34.3, ainsi conçus:

- «2.34 Par “système d’aide au freinage (BAS)”, une fonction du système de freinage qui déduit d’une caractéristique de l’actionnement du système de freinage par le conducteur qu’il y a situation de freinage d’urgence et qui, dans ces conditions:
- a) aide le conducteur à obtenir le taux de freinage le plus élevé possible, ou
  - b) fait en sorte que le système de freinage antiblocage effectue des cycles complets.
- 2.34.1 Par “système d’aide au freinage de catégorie A”, un système qui détecte une situation de freinage d’urgence à partir de la force exercée par le conducteur sur la pédale de frein;
- 2.34.2 Par “système d’aide au freinage de catégorie B”, un système qui détecte une situation de freinage d’urgence à partir de la vitesse communiquée par le conducteur à la pédale de frein;
- 2.34.3 Par “système d’aide au freinage de catégorie C”, qui détecte une situation de freinage d’urgence à partir de plusieurs critères, dont l’un doit être la vitesse communiquée à la pédale de frein.».

Ajouter un nouveau paragraphe 4.4.5, ainsi conçu:

- «4.4.5 Dans le cas d’un véhicule satisfaisant aux prescriptions de l’annexe 10 relatives au système d’aide au freinage ( BAS), les lettres “BAS” doivent être ajoutées et placées immédiatement à la droite des lettres mentionnées au paragraphe 4.4.2, 4.4.3 ou 4.4.4.».

Ajouter les nouveaux paragraphes 12.4 et 12.5, ainsi conçus (le GRRF et le WP.29 devront choisir entre la variante A et la variante B):

Variante A:

- [«12.4 Passé un délai de [24] mois à compter de la date d’entrée en vigueur du complément X à la version originale du présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent refuser d’accorder de nouvelles homologations si le type de véhicule à homologuer ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel que modifié par le complément X à la série 01 d’amendements.
- 12.5 Passé un délai de [48] mois à compter de la date d’entrée en vigueur du complément X à la version originale du présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent refuser une première immatriculation nationale si le véhicule ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel que modifié par le complément X à la série 01 d’amendements.»].

Variante B:

- [«12.4 Passé un délai de [24] mois à compter de la date d'entrée en vigueur du complément X à la version originale du présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent refuser d'accorder de nouvelles homologations si le type de véhicule à homologuer n'est pas équipé d'un système d'aide au freinage conforme aux prescriptions de l'annexe 10 du présent Règlement.
- 12.5 Passé un délai de [48] mois à compter de la date d'entrée en vigueur du complément X à la version originale du présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent refuser une première immatriculation nationale aux véhicules de ce type sauf s'ils sont équipés d'un système de freinage conforme aux prescriptions de l'annexe 10 du présent Règlement.»].

Annexe 1,

Insérer les nouveaux paragraphes 22 à 22.1.3, ainsi conçus:

- «22. Le véhicule est/n'est pas 2/ équipé d'un système d'aide au freinage conforme aux prescriptions de l'annexe 10.
- 22.1 Catégorie de systèmes d'aide au freinage A/B/C 2/
- 22.1.1 Pour les systèmes de catégorie "A", définir le seuil de force à partir duquel le rapport entre la force exercée sur la pédale et la pression des freins augmente 2/;
- 22.1.2 Pour les systèmes de catégorie "B", définir la vitesse qui doit être communiquée à la pédale de frein pour que soit activé le système d'aide au freinage (par exemple la vitesse d'enfoncement de la pédale (mm/s) pendant un intervalle de temps donné) 2/;
- 22.1.3 Pour les systèmes de catégorie "C", définir les variables d'entrée ayant une incidence sur la décision d'activer le système d'aide au freinage, la relation qui les lie et l'application de freinage nécessaire pour activer le système d'aide au freinage dans le cadre des essais décrits dans l'annexe 10 2/».

Les paragraphes 22 à 31 deviennent les paragraphes 23 à 32.

Insérer la nouvelle annexe 10 suivante (avec son appendice 1 [et son appendice 2]):

«Annexe 10

PRESCRIPTIONS SPÉCIALES À APPLIQUER AUX SYSTÈMES D'AIDE  
AU FREINAGE, LORSQU'ILS SONT MONTÉS

1. GÉNÉRALITÉS

La présente annexe définit les prescriptions d'essai applicables aux véhicules équipés de systèmes d'aide au freinage (BAS) définis au paragraphe 2.23 du présent Règlement et déclarés au paragraphe 22 de la communication de l'annexe 1 du présent Règlement.

Les systèmes d'aide au freinage doivent satisfaire non seulement aux prescriptions de la présente annexe mais aussi à toutes les dispositions pertinentes énoncées par ailleurs dans le présent Règlement.

Les véhicules équipés d'un système d'aide au freinage doivent non seulement satisfaire aux prescriptions de la présente annexe mais aussi être équipés d'un système antiblocage ABS conforme à l'annexe 6.

1.1 Caractéristiques générales de performance pour les systèmes BAS de catégorie "A"

Lorsqu'il a été déduit de l'application d'une force relativement élevée sur la pédale qu'il y a situation d'urgence, la force supplémentaire qu'il faut exercer sur la pédale pour que le système ABS effectue des cycles complets doit être moindre que celle qu'il faudrait appliquer si le système BAS n'était pas activé.

La conformité avec cette prescription est démontrée si les dispositions des paragraphes 3.1 à 3.3 de la présente annexe sont respectées.

1.2 Caractéristiques générales de performance pour les systèmes BAS de catégorie "B" et "C"

Lorsqu'il a été déduit au moins de l'enfoncement très rapide de la pédale qu'il y a situation d'urgence, le système BAS doit élever la pression de telle sorte que le système ABS effectue des cycles complets.

La conformité avec cette prescription est démontrée si les dispositions des paragraphes 4.1 à 4.3 de la présente annexe sont respectées.

2. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS

2.1 VARIABLES

Lors des essais décrits dans la présente annexe, les variables suivantes doivent être mesurées:

2.1.1 Force exercée sur la pédale,  $F_p$ ;

2.1.2 Vitesse du véhicule,  $v_x$ ;

- 2.1.3 Décélération du véhicule,  $a_x$ ;
- 2.1.4 Température des freins,  $T_d$ ;
- 2.1.5 Pression des freins, P, s'il y a lieu;
- 2.1.6 Course de la pédale de frein,  $S_p$ , mesurée au centre du patin de la pédale ou à un endroit du mécanisme de la pédale où le déplacement, proportionnel à celui au centre du patin de la pédale, permet un étalonnage simple de la mesure.

## 2.2 ÉQUIPEMENT DE MESURE

- 2.2.1 Les variables énumérées au paragraphe 2.1 de la présente annexe doivent être mesurées à l'aide de capteurs appropriés. La précision des mesures, les plages de fonctionnement, les techniques de filtrage, le traitement des données et d'autres prescriptions sont décrits dans la norme ISO 15037-1:2006.
- 2.2.2 La force exercée sur la pédale et la température du disque doivent être mesurées avec la précision suivante:

Système à plage variable	Plage de fonctionnement type des capteurs	Erreurs d'enregistrement maximales préconisées
Force exercée sur la pédale	0 à 2 000 N	$\pm 10$ N
Température des freins	0-1 000 °C	$\pm 5$ °C
Pression des freins*/	0-20 MPa */	$\pm 100$ kPa */

\*/ Applicable comme indiqué au paragraphe 3.2.5.

Paragraphe 2.2.3 et 2.2.4 et appendice 2, supprimer (variante A) ou conserver (variante B) (le GRRF et le WP.29 devront choisir entre ces deux variantes).

- [2.2.3 La fréquence d'échantillonnage pour l'acquisition des données doit être supérieure ou égale à 500 Hz.
- 2.2.4 Le traitement analogique et le traitement numérique des données intervenant dans les procédures d'essai applicables aux systèmes BAS sont détaillés dans l'appendice 2 de la présente annexe.]
- 2.3 CONDITIONS D'ESSAI
- 2.3.1 Conditions d'essai relatives au chargement du véhicule: le véhicule doit être à vide. Outre le conducteur, il peut y avoir, sur le siège avant, une deuxième personne chargée de noter les résultats des essais.

## 2.4 MÉTHODE D'ESSAI

- 2.4.1 Les essais décrits aux paragraphes 3 et 4 ci-dessous doivent être réalisés à partir d'une vitesse d'essai de  $100 \pm 2$  km/h. Le véhicule doit être conduit à la vitesse d'essai en ligne droite.
- 2.4.2 La température moyenne des freins doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 1.4.1.1 de l'annexe 3.
- 2.4.3 Pour les essais, l'instant de référence  $t_0$  est défini comme l'instant où la force exercée sur la pédale de frein atteint 20 N.

Note: Pour les véhicules équipés d'un système de freinage assisté par une source d'énergie, la force qu'il faut exercer sur la pédale dépend du niveau d'énergie qui existe dans le dispositif de stockage de l'énergie. C'est pourquoi on doit vérifier que ce niveau est suffisamment élevé au début de l'essai.

## 3. ÉVALUATION DE LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME BAS DE CATÉGORIE "A"

Un système BAS de catégorie "A" doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées dans les paragraphes 3.1 et 3.2.

### 3.1 Essai 1: Essai de référence visant à déterminer $F_{ABS}$ et $a_{ABS}$ .

- 3.1.1 Les valeurs de référence  $F_{ABS}$  et  $a_{ABS}$  doivent être déterminées conformément à la procédure décrite dans l'appendice 1 de la présente annexe.

### 3.2 Essai 2: Activation du système BAS

- 3.2.1 Lorsqu'une situation de freinage d'urgence a été détectée, les systèmes sensibles à la force exercée sur la pédale doivent accroître fortement le rapport entre:
- la pression dans le circuit de freinage et la force exercée sur la pédale de frein, lorsque cela est autorisé par le paragraphe 3.2.5, ou
  - la décélération du véhicule et la force exercée sur la pédale de frein.
- 3.2.2 Les prescriptions de performance applicables à un système BAS de catégorie "A" sont respectées si l'on peut définir une caractéristique de freinage spécifique permettant de diminuer de 40 % à 80 % la force à exercer sur la pédale de frein pour  $(F_{ABS} - F_T)$  par rapport à  $(F_{ABS \text{ extrapolated}} - F_T)$ .
- 3.2.3  $F_T$  et  $a_T$  désignent la force de seuil et la décélération de seuil indiquées sur la figure 1. Leurs valeurs sont fournies au service technique au moment de la présentation de la demande d'homologation de type. La valeur de  $a_T$  doit être comprise entre  $3,5 \text{ m/s}^2$  et  $5,0 \text{ m/s}^2$ .

- 3.2.4 On trace une droite reliant l'origine au point de coordonnées  $F_T$ ,  $a_T$  (voir la figure 1). On définit  $F_{ABS, extrapolated}$  comme la valeur "F" (force exercée sur la pédale) au point d'intersection entre cette droite et la droite horizontale définie par  $a = a_{ABS}$ :

$$F_{ABS, extrapolated} = \frac{F_T \cdot a_{ABS}}{a_T}$$

- 3.2.5 À titre de variante, le fabricant peut également opter [dans le cas de véhicules de la catégorie  $N_1 > 2,5$  tonnes,] pour la solution suivante: les valeurs  $F_T$ ,  $F_{ABS, min}$ ,  $F_{ABS, max}$  et  $F_{AB, extrapolated}$  de la force exercée sur la pédale peuvent être calculées à partir de la caractéristique de la réponse de la pression dans le circuit de freinage et non pas à partir de la caractéristique de la décélération du véhicule. Les mesures doivent être effectuées lorsque la pression exercée sur la pédale de frein est en augmentation.

- 3.2.5.1 La pression à laquelle le cycle de l'ABS commence doit être déterminée en effectuant cinq essais à partir de  $100 \text{ km/h} \pm 2 \text{ km/h}$ , au cours desquels la pression exercée sur la pédale est augmentée jusqu'à ce que l'ABS soit activé. Les cinq valeurs ainsi obtenues, mesurées au niveau des roues avant, doivent être enregistrées; la moyenne de ces cinq valeurs est  $P_{ABS}$ .

- 3.2.5.2 La pression de seuil  $P_T$  doit être spécifiée par le constructeur et correspondre à une décélération comprise entre  $2,5$  et  $4,5 \text{ m/s}^2$ .

- 3.2.5.3 La figure 1b doit être établie conformément au paragraphe 3.2.4 mais en utilisant les mesures de la pression dans le circuit de freinage pour définir les paramètres énoncés au paragraphe 3.2.5 ci-dessus où:

$$F_{ABS, extrapolated} = \frac{F_T \cdot P_{ABS}}{P_T}$$

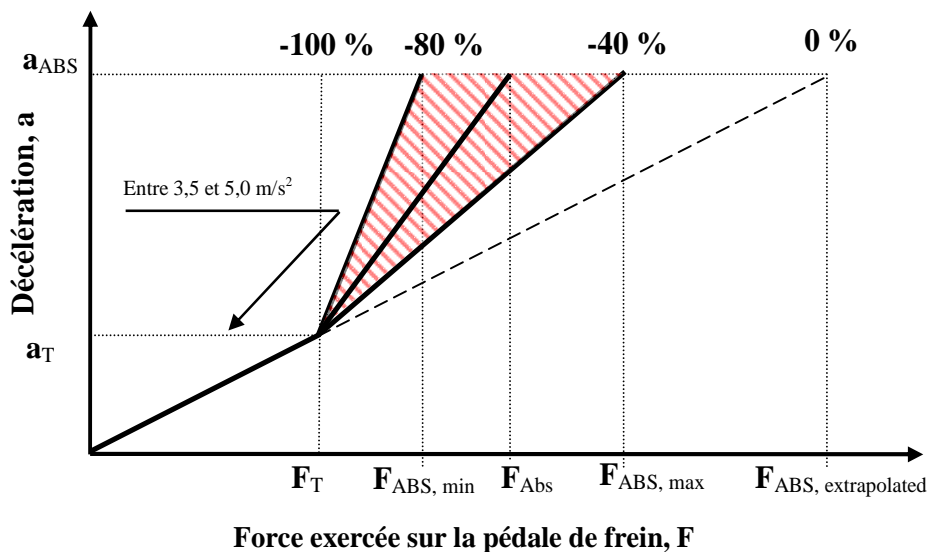


Figure 1a. Caractéristique de la force à exercer sur la pédale pour obtenir la décélération maximale avec un système BAS de catégorie “A”

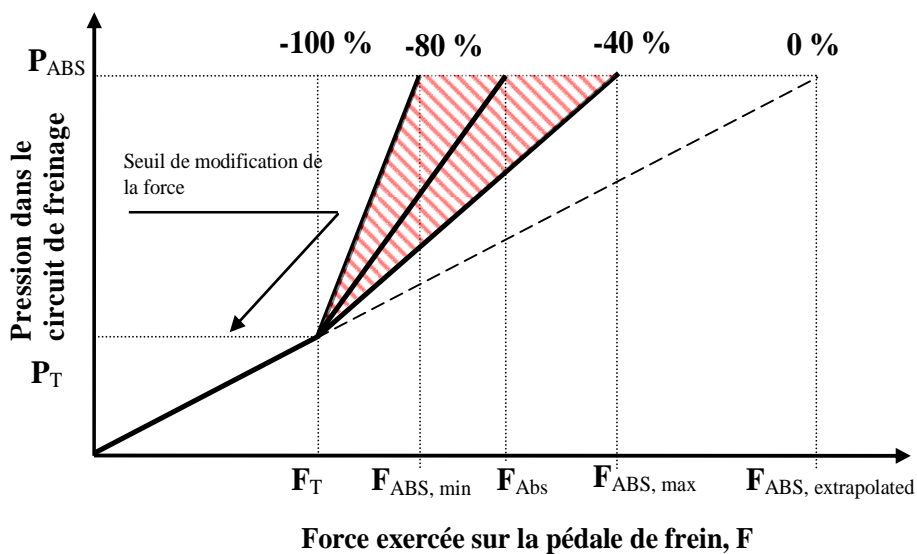


Figure 1b. Caractéristique de la force à exercer sur la pédale pour obtenir la décélération maximale avec un système BAS de catégorie “A”

### 3.3 Évaluation des données

La présence d’un système BAS de catégorie “A” est démontrée si

$$F_{ABS,min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,max}$$



où:

$$F_{ABS,max} - F_T \leq (F_{ABS,extrapolated} - F_T) \times 0,6$$

et

$$F_{ABS,min} - F_T \geq (F_{ABS,extrapolated} - F_T) \times 0,2$$

#### 4. ÉVALUATION D

##### E LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME BAS DE CATÉGORIE "B"

Un système BAS de catégorie "B" doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées dans les paragraphes 4.1 et 4.2 de la présente annexe.

#### 4.1 Essai 1: Essai de référence visant à déterminer $F_{ABS}$ et $a_{ABS}$

4.1.1 Les valeurs de référence  $F_{ABS}$  et  $a_{ABS}$  doivent être déterminées conformément à la procédure décrite dans l'appendice 1 de la présente annexe.

#### 4.2 Essai 2: Activation du système BAS

Le véhicule doit être conduit en ligne droite à la vitesse d'essai spécifiée au paragraphe 2.4 ci-dessus. Le conducteur doit actionner la pédale de frein rapidement conformément à la figure 2, en simulant le freinage d'urgence de telle sorte que le système BAS soit activé et que le système antiblocage ABS exécute des cycles complets.

Pour activer le système BAS, la pédale de frein doit être actionnée conformément aux spécifications du constructeur automobile. Celui-ci doit notifier au service technique, au moment de la présentation de la demande d'homologation de type, la valeur d'entrée requise pour la pédale de frein. Il doit être démontré à la satisfaction du service technique que le système BAS est activé dans les conditions spécifiées par le fabricant conformément au paragraphe 22.1.2 ou 22.1.3.

Après  $t = t_0 + 0,8$  s et jusqu'à ce que le véhicule ait ralenti pour atteindre la vitesse de 15 km/h, la force exercée sur la pédale de frein doit être maintenue dans une plage comprise entre  $F_{ABS, upper} (= 0,7 F_{ABS})$  et  $F_{ABS, lower} (= 0,5 F_{ABS})$ .

On considère également que les prescriptions sont respectées si, après  $t = t_0 + 0,8$  s, la force exercée sur la pédale devient inférieure à  $F_{ABS, lower}$ , pourvu que les prescriptions du paragraphe 4.3 soient respectées.

#### 4.3 Évaluation des données

La présence d'un système BAS de catégorie "B" est démontrée si une décélération moyenne d'au moins  $0,85 \times a_{ABS}$  est maintenue pendant la période s'écoulant entre  $t = t_0 + 0,8$  s et l'instant où la vitesse du véhicule est réduite à 15 km/h.

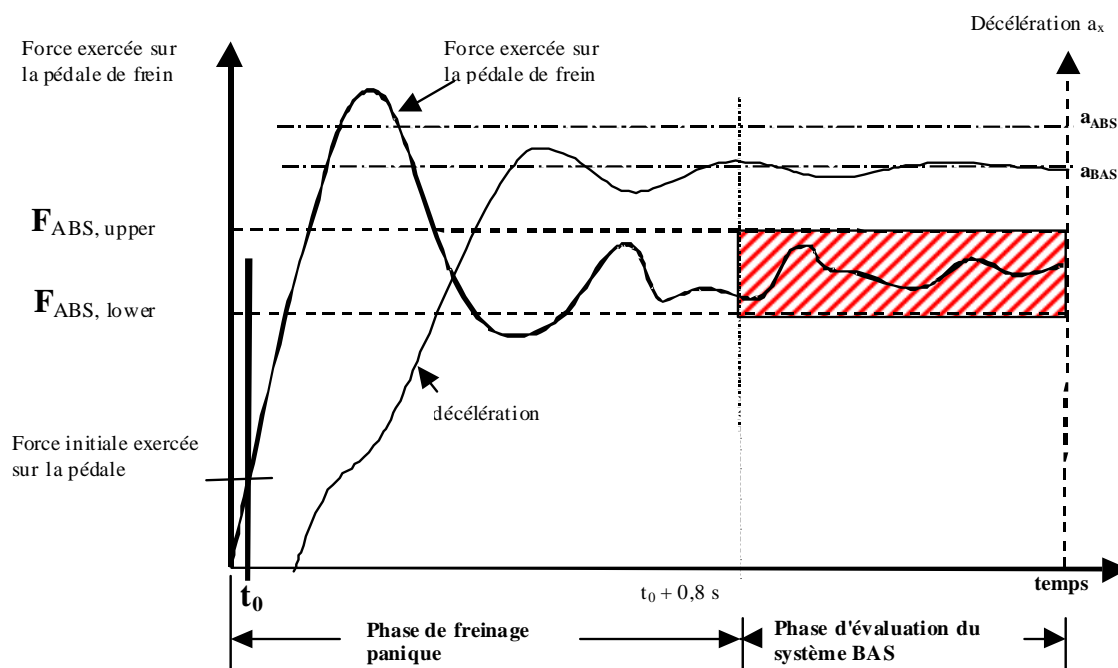


Figure 2. Essai 2 d'un système BAS de catégorie "B"

5. ÉVALUATION DE LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME BAS DE CATÉGORIE "C"
- 5.1 Un système BAS de catégorie "C" doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées dans les paragraphes 4.1 et 4.2 de la présente annexe.
- 5.2 Évaluation des données

Un système BAS de catégorie "C" doit satisfaire aux prescriptions énoncées dans le paragraphe 4.3 de la présente annexe.

Annexe 10, appendice 1

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE  $F_{ABS}$  et  $a_{ABS}$

- 1.1 La force exercée sur la pédale de frein  $F_{ABS}$  est, pour un véhicule donné, la force minimale à exercer sur la pédale de frein pour obtenir la décélération maximale indiquant que le système ABS exécute des cycles complets.  $a_{ABS}$  est, pour un véhicule donné, la valeur de décélération pendant la décélération ABS, telle que définie au paragraphe 1.7.
- 1.2 La pédale de frein doit être actionnée lentement (sans activation du système d'aide au freinage s'il s'agit d'un système de la catégorie "B" ou "C") pour obtenir une augmentation constante de la décélération jusqu'à ce que le système ABS exécute des cycles complets (fig. 3).
- 1.3 La décélération totale doit être obtenue dans un délai de  $2,0 \pm 0,5$  s. La courbe de décélération, enregistrée par rapport au temps, doit s'inscrire dans une plage de  $\pm 0,5$  s autour de la droite centrale qui, dans l'exemple de la figure 3, a pour origine l'instant  $t_0$  et croise la droite d'ordonnée  $a_{ABS}$  à l'instant 2 s. Une fois atteinte la décélération totale, la course de la pédale [ $S_p$ ] ne doit pas être diminuée pendant au moins 1 s. L'instant d'activation totale du système ABS est défini comme l'instant où la force exercée sur la pédale atteint la valeur  $F_{ABS}$ . La mesure doit se faire dans la plage prévue pour la variation de l'augmentation de décélération (voir la figure 3).

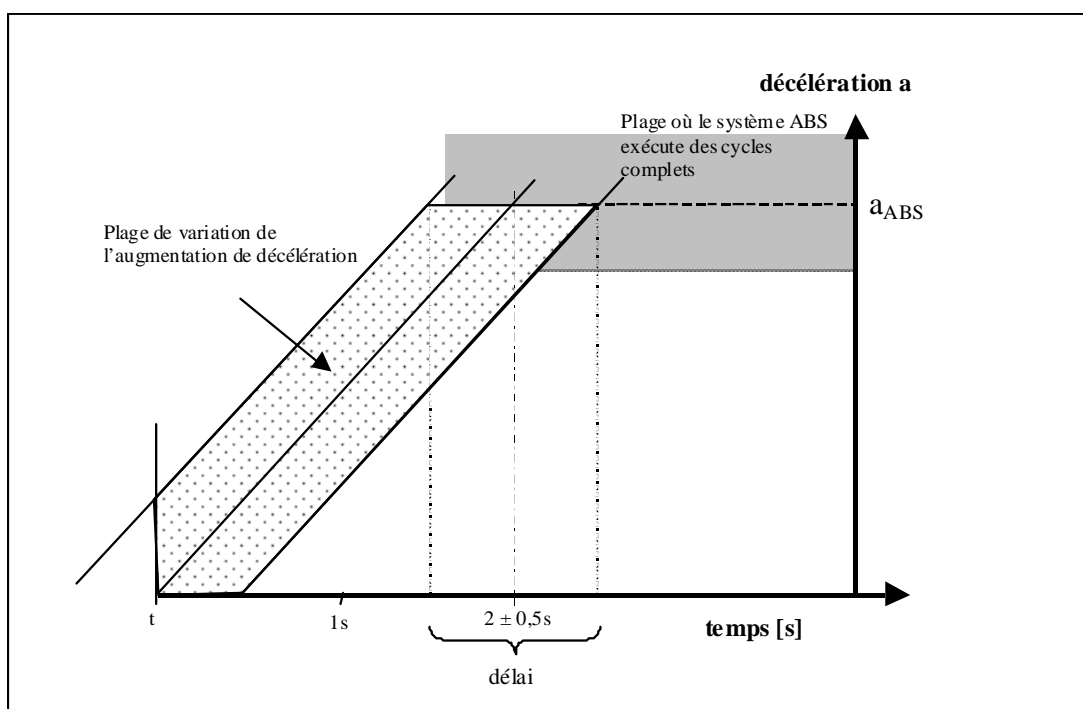


Figure 3. Plage de décélération pour la détermination de  $F_{ABS}$  et  $a_{ABS}$

- 1.4 Cinq essais satisfaisant aux prescriptions du paragraphe 1.3 doivent être réalisés. Pour chacun de ces essais valables, la décélération du véhicule doit être représentée en fonction de la valeur enregistrée pour la force exercée sur la pédale de frein. Seules les données enregistrées pour des vitesses supérieures à 15 km/h doivent être prises en compte pour les calculs décrits dans les paragraphes suivants.
- 1.5 Les cinq courbes de “décélération en fonction de la force exercée sur la pédale de frein” sont utilisées pour calculer la valeur moyenne de décélération suivant un pas de 1 N. La courbe obtenue est celle de la décélération moyenne en fonction de la force exercée sur la pédale de frein, appelée “courbe maF” dans le présent appendice.
- 1.6 La valeur maximale de la décélération du véhicule est déterminée à partir de la “courbe maF” et est appelée “ $a_{\max}$ ”.
- 1.7 On effectue la moyenne de toutes les valeurs de la “courbe maF” qui sont supérieures à 90 % de cette valeur de décélération de “ $a_{\max}$ ”. La valeur “a” obtenue est la décélération “ $a_{\text{ABS}}$ ” visée dans la présente annexe.
- 1.8 La force minimale qu’il suffit d’exercer sur la pédale ( $F_{\text{ABS}}$ ) pour obtenir la décélération  $a_{\text{ABS}}$  est définie comme la valeur de F correspondant à  $a = a_{\text{ABS}}$  sur la courbe maF.

[Annexe 10, appendice 2]

TRAITEMENT DES DONNÉES POUR LE SYSTÈME BAS

1. TRAITEMENT ANALOGIQUE DES DONNÉES

La largeur de bande de la totalité du système capteurs/enregistrement ne doit pas être inférieure à 30 Hz.

On utilisera, pour le filtrage à appliquer aux signaux, des filtres passe-bas d'ordre égal ou supérieur à 4. La largeur de la bande passante (fréquences comprises entre 0 Hz et la fréquence  $f_0$  à -3 dB) ne doit pas être inférieure à 30 Hz. Les erreurs d'amplitude doivent être inférieures à  $\pm 0,5$  % dans l'intervalle de fréquences entre 0 Hz et 30 Hz. Le traitement de tous les signaux analogiques doit faire intervenir des filtres présentant des caractéristiques de phase suffisamment similaires pour que les différences de retard dues au filtrage restent dans les limites de précision requises pour les mesures temporelles.

NOTE: Le filtrage analogique d'un signal contenant différentes fréquences peut générer des décalages de phase. Il est donc préférable d'utiliser la méthode de traitement des données décrite ci-après au paragraphe 2.

2. TRAITEMENT NUMÉRIQUE DES DONNÉES

2.1 Considérations générales

Lorsque l'on traite des signaux analogiques, il faut veiller à l'atténuation d'amplitude introduite par le filtre et à la fréquence d'échantillonnage pour éviter les erreurs de repliement, les déphasages et les retards dus au filtrage. L'échantillonnage et la numérisation des signaux supposent la définition des paramètres suivants: amplification de prééchantillonnage des signaux pour minimiser les erreurs de numérisation; nombre de bits par échantillon; nombre d'échantillons par cycle; amplificateurs d'échantillonnage-blocage; et espacement temporel approprié des échantillons. Pour avoir en outre un filtrage numérique sans déphasage, il faut choisir des bandes passantes et des bandes de rejet avec l'atténuation et les ondulations autorisées dans chacune d'elles et corriger les déphasages dus au filtrage. Tous ces facteurs doivent être pris en compte pour obtenir une précision relative d'ensemble de  $\pm 0,5$  % pour l'acquisition des données.

2.2 Erreurs de repliement

Pour éviter les erreurs de repliement, qui sont impossibles à corriger, il faut faire subir aux signaux analogiques un filtrage approprié avant l'échantillonnage et la numérisation. L'ordre des filtres utilisés et leur bande passante doivent être choisis en fonction de la planéité requise dans l'intervalle de fréquences considéré et de la fréquence d'échantillonnage utilisée.

Les caractéristiques minimales de filtrage et la fréquence d'échantillonnage doivent respecter les prescriptions suivantes:

- a) Dans l'intervalle de fréquences considéré (c'est-à-dire entre 0 Hz et  $f_{\max} = 30$  Hz) l'atténuation est inférieure à la résolution du système d'acquisition des données;
- b) À la fréquence égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage (c'est-à-dire la fréquence de Nyquist ou "de repliement"), les amplitudes des différentes composantes fréquentielles du signal et du bruit sont réduites à une valeur inférieure à la résolution du système.

Pour une résolution de 0,05 %, l'atténuation du filtre doit être inférieure à 0,05 % dans la gamme de fréquences 0-30 Hz et doit être supérieure à 99,95 % à toutes les fréquences supérieures à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

NOTE: L'atténuation d'un filtre de Butterworth est donnée par:

$$A^2 = \frac{1}{1 + \left( \frac{f_{\max}}{f_0} \right)^{2n}} \quad \text{et} \quad A^2 = \frac{1}{1 + \left( \frac{f_N}{f_0} \right)^{2n}}$$

où:

n est l'ordre du filtre;

$f_{\max}$  est l'intervalle de fréquences considéré (30 Hz);

$f_0$  est la fréquence de coupure du filtre;

$f_N$  est la fréquence de Nyquist ou "de repliement";

Pour un filtre d'ordre 4

pour  $A = 0,9995$ :  $f_0 = 2,37 \times f_{\max}$

pour  $A = 0,0005$ :  $f_S = 2 \times (6,69 \times f_0)$ , où  $f_S$  est la fréquence d'échantillonnage ( $2 \times f_N$ ).

### 2.3 Décalages de phase et retards pour un filtrage sans repliement

Un filtrage excessif des signaux analogiques doit être évité et tous les filtres doivent présenter des caractéristiques de phases suffisamment similaires pour que les différences de retard restent dans les limites de précision requises pour les mesures temporelles. Les décalages de phase sont particulièrement grands lorsque l'on multiplie les variables mesurées pour obtenir de nouvelles variables car, si les amplitudes sont multipliées, les décalages de phase et les retards associés s'additionnent. On diminue les décalages de phase et les retards en augmentant  $f_0$ . Si l'on connaît des équations décrivant les filtres de prééchantillonnage, il est commode de supprimer leurs décalages de phase et leurs retards en utilisant des algorithmes simples dans le domaine fréquentiel.

NOTE: Le décalage de phase  $\Phi$  d'un filtre de Butterworth peut être donné par l'approximation suivante dans l'intervalle de fréquences où l'amplitude reste plate:

$$\Phi = 81 \times (f/f_0) \text{ degrés pour un filtre de second ordre}$$

$$\Phi = 150 \times (f/f_0) \text{ degrés pour un filtre de quatrième ordre}$$

$$\Phi = 294 \times (f/f_0) \text{ degrés pour un filtre de huitième ordre.}$$

Le retard pour tous les ordres de filtre est le suivant:  $t = (\Phi/360) \times (1/f_0)$ .

#### 2.4 Échantillonnage et numérisation des données

À 30 Hz, la variation d'amplitude du signal peut atteindre 18 % par milliseconde. Pour que les erreurs dynamiques dues à une modification de 0,1 % des signaux analogiques d'entrée soient limitées, le temps d'échantillonnage ou de numérisation doit être inférieur à 32  $\mu$ s. Toutes les paires ou tous les ensembles d'échantillons de données à comparer doivent être considérés simultanément ou sur une période de temps suffisamment courte.

#### 2.5 Prescriptions applicables au système

Le système de données doit avoir une résolution d'au moins 12 bits ( $\pm 0,05$  %) et une précision de 2 LSB ( $\pm 0,1$  %). L'ordre des filtres antirepliement doit être égal ou supérieur à 4 et l'intervalle de fréquences  $f_{\max}$  considéré doit être compris entre 0 Hz et 30 Hz.

Pour un filtre d'ordre 4, la fréquence passe-bande  $f_0$  (fréquences comprises entre 0 Hz et  $f_0$ ) doit être supérieure à  $2,37 \times f_{\max}$  si les erreurs de phase sont corrigées ultérieurement dans le traitement numérique des données et supérieure à  $5 \times f_{\max}$  dans le cas contraire. La fréquence d'échantillonnage des données  $f_s$  pour un filtre d'ordre 4 doit être supérieure à  $13,4 \times f_0$ .]».

## B. JUSTIFICATION

Il est admis que de nombreux conducteurs n'utilisent pas la totalité de la capacité de freinage du véhicule, en particulier en cas d'urgence. Le système d'aide freinage a pour objet, dans des conditions réelles, de faire fonctionner le système de freinage pratiquement au maximum de ses capacités. Cela permettra de réduire, dans la grande majorité des cas, les distances nécessaires pour s'arrêter en cas d'urgence et, par conséquent, de réduire le nombre et la gravité des blessures.

Le présent document contient des dispositions applicables aux systèmes d'aide au freinage (BAS) pour permettre aux constructeurs de déclarer et aux Parties contractantes de confirmer la présence d'un tel système sur un véhicule visé par le présent Règlement. Le présent Règlement n'est pas censé rendre obligatoire l'installation d'un système d'aide au freinage. Il est toutefois envisagé que les Parties contractantes souhaitant encourager ou rendre obligatoire l'utilisation de tels systèmes sur leur territoire (par exemple dans le cadre de mesures visant à améliorer

la protection des piétons) puissent préciser que, s'ils sont montés sur des véhicules, ces systèmes respectent les spécifications techniques proposées dans le présent document.

Les spécifications figurant dans le présent document concernent les systèmes actuellement disponibles sur le marché. Les essais et les spécifications ne permettent toutefois pas de différencier un système de catégorie «B» d'un système de catégorie «C». Les essais reposent également sur une déclaration du fabricant indiquant la façon dont la pédale devrait être enfoncée pour activer le système BAS proposé. Il a donc été demandé de fournir au service technique des informations sur l'application de freinage nécessaire pour activer le système BAS (quelle que soit sa catégorie), sur toutes les variables d'entrée des systèmes de catégorie «C», sur leurs rapports réciproques et sur les valeurs de seuil, afin de vérifier l'installation du système BAS et de contribuer à déterminer si d'autres prescriptions sont nécessaires pour ces types de systèmes. Il est envisagé d'ajouter de nouvelles prescriptions dans l'avenir afin d'améliorer l'efficacité des systèmes et de permettre l'utilisation de nouvelles méthodes pour repérer les situations d'urgence (utilisation de techniques radar, par exemple).

-----