
Norme internationale



7975

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Véhicules routiers — Freinage en courbe — Méthode d'essai en boucle ouverte

Road vehicles — Braking in a turn — Open loop test procedure

Première édition — 1985-06-15

CDU 629.11 : 620.16 : 62-59

Réf. n° : ISO 7975-1985 (F)

Descripteurs : véhicule routier, voiture particulière, essai, essai de freinage, sécurité routière.

Prix basé sur 12 pages

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7975 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*.

Véhicules routiers — Freinage en courbe — Méthode d'essai en boucle ouverte

0 Introduction

0.1 Remarques générales

La tenue de route d'un véhicule constitue l'un des aspects les plus importants de la sécurité active. Tout véhicule forme, avec son conducteur et l'environnement prédominant, un système unique fonctionnant en boucle fermée. L'évaluation de la tenue de route est donc une tâche très difficile, compte tenu des interactions notables entre les éléments conducteur-véhicule-route déjà complexes en eux-mêmes. Une description complète et exacte du comportement d'un véhicule routier doit nécessairement comprendre les informations découlant de différents types d'essais.

Ces essais ne quantifient cependant qu'une partie du comportement routier du véhicule et, de ce fait, leurs résultats ne peuvent être considérés comme significatifs que pour la petite partie correspondante du comportement global de celui-ci.

De plus, on ne connaît rien du rapport entre les résultats d'essai et le pourcentage d'accidents évités, et des études nombreuses seraient nécessaires pour réunir suffisamment de données fiables sur la corrélation entre la tenue de route en général, d'une part, et la prévention des accidents, d'autre part.

Il n'est donc pas possible, à l'heure actuelle, d'utiliser la présente méthode d'essai et ses résultats à des fins de réglementation.

On ne peut au mieux qu'espérer que cet essai puisse être utilisé comme un essai en régime transitoire parmi beaucoup d'autres qui, à eux tous, permettent d'étudier la dynamique du véhicule.

0.2 Objectif de l'essai

L'objectif premier de l'essai est de déterminer l'effet du freinage sur le comportement de la direction d'un véhicule dont le mouvement circulaire uniforme n'est perturbé que par le freinage.

La présente méthode prescrit que le mesurage du comportement du véhicule lors d'un freinage en courbe soit effectué dans des conditions conventionnelles et non en situation réelle de circulation. Ces conditions conventionnelles sont celles d'un mouvement circulaire uniforme. Les essais sont réalisés, volant

fixe dans la position requise pour le braquage durant l'état statico-dynamique initial, en appliquant une force de freinage constante.

Il est donc nécessaire de mesurer

	Symbole
— l'angle de braquage du volant	δ_H
— la pression dans le circuit de freinage actionnant au moins l'un des freins des roues avant	p_B
ou l'effort exercé sur la pédale de frein	F_p
ou la course de la pédale de frein	s_p
— l'accélération latérale (voir la note en 3.2.5)	a_y
— la décélération longitudinale	a_x
— la vitesse vers l'avant	v_x
— la vitesse de lacet	$\dot{\psi}$

Il est souhaitable de mesurer

— la distance d'arrêt	s_B
— l'angle de roulis du véhicule	ϕ
— l'angle de tangage du véhicule	ϑ
— l'angle de dérive	β
— la vitesse latérale	v_y
— l'écart latéral du centre de gravité par rapport à la trajectoire de référence ¹⁾	$s_y - s_{y,réf}$

NOTE — La terminologie et les symboles utilisés dans la présente Norme internationale seront revus lors de la publication d'une Norme internationale traitant de ces sujets et actuellement en préparation.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai pour déterminer l'effet de freinage sur le comportement de la direction d'un véhicule dont le mouvement uniforme n'est perturbé que par le freinage.

La présente Norme internationale s'applique aux voitures particulières, suivant la définition de l'ISO 3833.

1) La condition de référence est la condition d'un véhicule freinant avec la même fonction historique de décélération longitudinale que le véhicule d'essai, sans écart du centre de gravité du véhicule par rapport à la trajectoire circulaire initiale.

2 Références

ISO 1176, *Véhicules routiers — Poids — Vocabulaire.*¹⁾

ISO 2416, *Voitures particulières — Répartition des charges.*

ISO 3833, *Véhicules routiers — Types — Dénominations et définitions.*

ISO 4138, *Véhicules routiers — Méthode d'essai en régime permanent sur trajectoire circulaire.*

3 Instrumentation

3.1 Description

Les variables énumérées en 0.2 qui sont choisies en vue de l'essai doivent être contrôlées en utilisant des capteurs appropriés, et les informations doivent être recueillies sur un enregistreur à multicanaux sur une base de temps. Cette règle ne s'applique pas obligatoirement à la distance d'arrêt, qui peut être mesurée directement une fois l'essai terminé. L'étendue de la gamme des conditions normales de fonctionnement et l'erreur maximale recommandée du système capteur/enregistreur sont données dans le tableau 1.

NOTE — Certains des capteurs indiqués ne sont pas largement commercialisés et ne sont donc pas d'usage général. Beaucoup d'appareils de ce genre sont en outre mis au point par des utilisateurs. Si l'erreur du système dépasse le maximum recommandé, le fait lui-même et l'erreur réelle maximale doivent être consignés dans les données générales.

Les valeurs du tableau 1 sont indicatives et provisoires jusqu'à plus ample informé. L'étendue minimale hors tout de la bande passante de l'ensemble du système de mesure, y compris les capteurs et l'enregistreur, doit être de 8 Hz. La codification en numérique doit se faire à la vitesse d'au moins 20 échantillons par seconde.

3.2 Installation

L'installation et l'orientation du capteur varieront selon le type d'instrument utilisé. Cependant, si un capteur ne mesure pas directement la variable recherchée, des corrections appropriées sur les déplacements linéaire et angulaire doivent être apportées à ses signaux afin d'obtenir le niveau requis de précision.

3.2.1 Angle de braquage du volant

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur pour obtenir l'angle au volant par rapport à la masse suspendue.

3.2.2 Pression dans le circuit de freinage

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur pour mesurer la pression à la sortie du maître cylindre.

Tableau 1

Variable	Étendue	Erreur maximale recommandée du système capteur/enregistreur
Angle de braquage du volant	$\pm 180^\circ$	$\pm 2^\circ$
Pression dans le circuit de freinage	150 bar ¹⁾	$\pm 1,5$ bar ¹⁾
Effort sur la pédale de frein	700 N	± 7 N
Course de la pédale de frein	0,15 m	$\pm 0,002$ m
Accélérations latérale et longitudinale	± 15 m/s ²	$\pm 0,15$ m/s ²
Vitesse vers l'avant	0 à 35 m/s	$\pm 0,5$ m/s
Vitesse de lacet	$\pm 50^\circ$ /s	$\pm 0,5^\circ$ /s
Distance d'arrêt	150 m	$\pm 0,5$ m
Angle de roulis	$\pm 15^\circ$	$\pm 0,15^\circ$
Angle de tangage	$\pm 15^\circ$	$\pm 0,15^\circ$
Angle de dérive	$\pm 20^\circ$	$\pm 0,5^\circ$
Vitesse latérale	± 5 m/s	$\pm 0,1$ m/s
Écart latéral du centre de gravité par rapport à la trajectoire de référence ²⁾	—	$\pm 0,1$ m

1) Pour les circuits de freinage hydraulique.

2) La condition de référence est la condition d'un véhicule freinant avec la même fonction historique de décélération longitudinale que le véhicule d'essai, sans écart du centre de gravité du véhicule par rapport à la trajectoire circulaire initiale.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 1176-1974.)

3.2.3 Effort sur la pédale de frein

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur.

3.2.4 Course de la pédale de frein

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur.

3.2.5 Accélération latérale

Un accéléromètre doit être installé selon les directives du constructeur et monté sur la masse suspendue, en n'importe quelle position à moins de 50 cm du centre de gravité du véhicule entier, parallèlement à l'axe y de ce dernier. Dans ce cas, il mesurera l'« accélération latérale » et son résultat devra être corrigé (voir la note) de la composante de pesanteur sur l'axe de l'accéléromètre, due à la fois à l'angle de roulis du véhicule et à la pente de la surface d'essai.

NOTE — Si l'accélération latérale est mesurée par un accéléromètre monté parallèlement à l'axe y du véhicule¹⁾, son résultat peut être affecté à la fois par l'angle de roulis et par l'angle de dérive du véhicule.

En régime permanent, c'est-à-dire avant que ne débute le freinage, l'effet de l'angle de roulis est significatif et nécessite une correction mais l'effet de l'angle de dérive est négligeable. Une fois le freinage commencé, l'effet de l'angle de roulis demeure le même, mais l'effet de l'angle de dérive augmente du fait que l'accéléromètre mesure une composante de la décélération longitudinale. Dans le cas d'une voiture ayant tendance à se mettre en vrille, l'effet sera très grand.

S'il faut corriger ces effets, l'analyse des données devient très compliquée sans qu'il soit certain que les valeurs corrigées soient plus significatives que les brutes.

Il est donc recommandé, à l'heure actuelle, de procéder comme suit pour avoir une utilité maximale des résultats sans traitement complexe :

a) Dans la période précédant le freinage, établir le régime permanent initial (voir tableau 2) en conduisant à la vitesse vers l'avant requise pour le rayon choisi. Cette procédure évite les problèmes de correction de l'accélération latérale. Sinon, mesurer l'accélération latérale à l'aide d'un accéléromètre monté parallèlement à l'axe y du véhicule, soit sur une plate-forme stable, soit sur la carrosserie. Dans ce dernier cas, la mesure sera celle de l'accélération de côté, qui devra être corrigée de l'angle de roulis. Dans les deux cas, il n'est toutefois pas nécessaire de corriger l'angle de dérive. L'angle de roulis devient ainsi un paramètre nécessaire et non plus souhaitable.

b) Dans la période qui suit le freinage et bien qu'on sache pertinemment qu'il y aura interaction significative entre pesanteur naturelle et accélérations longitudinale et centripète en raison des angles de dérive et de roulis, les données d'accélérations longitudinale et latérale, que l'appareil soit monté ou non sur une plate-forme stable, ne doivent pas être corrigées.

3.2.6 Décélération longitudinales

Un accéléromètre doit être installé selon les directives du constructeur, parallèlement à l'axe x du véhicule, et son résultat peut avoir à être corrigé de l'angle de tangage du véhicule pour rester dans les limites de l'erreur maximale recommandée (voir tableau 1).

3.2.7 Vitesse vers l'avant

Un capteur de vitesse doit être installé selon les directives du constructeur. S'il n'est pas positionné pour fonctionner dans le plan x-z, parallèlement à la surface d'essai, son résultat doit être corrigé de tout déplacement linéaire ou angulaire éventuel.

3.2.8 Vitesse de lacet

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur, son axe étant soit confondu avec, soit parallèle à l'axe z du véhicule.

3.2.9 Distance d'arrêt

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur et dans l'axe du véhicule pour une meilleure précision (voir 3.1).

3.2.10 Angle de roulis du véhicule

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur pour mesurer l'angle entre l'axe y du véhicule et la surface d'essai.

3.2.11 Angle de tangage du véhicule

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur pour mesurer l'angle entre l'axe x du véhicule et la surface d'essai.

3.2.12 Angle de dérive

Un capteur doit être installé selon les directives du constructeur pour mesurer l'angle de dérive. S'il ne peut mesurer cet angle dans le plan de la surface d'essai, une correction appropriée doit être faite.

L'angle de dérive peut être calculé à partir de mesurages simultanés d'autres variables, par exemple des vitesses latérale et tangentielle en un point quelconque du véhicule.

Le point du véhicule auquel se réfère la sortie du capteur doit être indiqué dans l'annexe A.²⁾

1) Par référence au **système d'axe du véhicule (x, y, z)** : Système d'axes orthogonaux orienté à droite, lié au véhicule de façon que son origine soit le centre de gravité. L'axe x est dans le sens longitudinal, l'axe y dans le sens latéral et l'axe z est vertical.

2) Il est recommandé que le centre de gravité ou le point d'intersection entre l'axe reliant les centres des roues arrière et le plan longitudinal médian du véhicule soit pris comme point de référence.

3.2.13 Vitesse latérale

Un capteur de vitesse doit être installé selon les directives du constructeur. S'il n'est pas positionné pour fonctionner dans le plan y-z, parallèlement à la surface d'essai, son résultat doit être corrigé de tout déplacement linéaire ou angulaire éventuel.

Le point du véhicule auquel se réfère la sortie du capteur doit être indiqué dans l'annexe A. 1)

4 Conditions d'essai

4.1 Piste d'essai

Tous les essais doivent être effectués sur une surface dure et uniforme, non souillée, dont la pente est inférieure à 2 % sur toute longueur de 5 à 25 m prise dans n'importe quelle direction. Pour avoir des conditions d'essai normalisées, il est recommandé de choisir une surface lisse et sèche, en asphalte ou béton, ou une surface à haut coefficient d'adhérence. La vitesse locale du vent ne doit pas dépasser 7 m/s.

4.2 Pneus

L'essai peut être effectué avec des pneumatiques dans un état d'usure quelconque pourvu que, à la fin de l'essai, la profondeur minimale des sculptures dans les parties les plus usées de la bande de roulement du pneu soit d'au moins 1,5 mm (voir la note). Cependant, pour des conditions normalisées, on doit utiliser des pneumatiques neufs, qui doivent être rodés sur une distance de 150 à 200 km dans la position appropriée sur le véhicule d'essai, sans contrainte excessive, par exemple freinage, accélération, virage, surcharge, coup de trottoir, etc.

Les pneus doivent être gonflés à la pression spécifiée par le constructeur pour la configuration du véhicule correspondante. La tolérance de réglage de la pression à froid est de $\pm 0,05$ bar pour des pressions $\leq 2,5$ bar et de ± 2 % pour des pressions $> 2,5$ bar.

NOTE — La profondeur des sculptures de la bande de roulement ayant, dans certains cas, une influence significative sur les résultats, il est recommandé d'en tenir compte lorsqu'on veut faire des comparaisons entre véhicules ou entre pneumatiques.

La bande de roulement du pneu est la partie du pneu en contact avec la surface de la route lorsque le véhicule est stationnaire et lorsque les roues directrices sont droites.

4.3 Pièces du véhicule

Toutes les pièces du véhicule susceptibles d'avoir un effet sur les résultats de l'essai (par exemple amortisseurs, ressorts et suspension) doivent être vérifiées pour s'assurer qu'elles sont conformes aux spécifications du constructeur et convenablement montées et réglées.

Les freins doivent être entièrement et correctement rodés, conformément aux directives du constructeur du véhicule ou à toute autre spécification disponible. La procédure doit être consignée dans les données générales.

4.4 Conditions de charge du véhicule

4.4.1 Conditions générales

En aucun cas, la masse du véhicule ne doit dépasser la masse totale maximale constructeur et la charge maximale constructeur sous les roues d'un essieu du véhicule, masses et charge telles que définies dans l'ISO 1176.

La masse du véhicule carrossé, en ordre de marche, telle que définie dans l'ISO 1176, doit être considérée comme la masse minimale.

4.4.2 Conditions de charge minimale

La masse totale du véhicule à la charge minimale doit se composer de la masse du véhicule carrossé, en ordre de marche, (voir 4.4.1), à laquelle s'ajoutent la masse du conducteur et celle des instruments.

4.4.3 Conditions de charge maximale

La masse totale d'un véhicule chargé à la charge maximale doit se composer de la masse du véhicule carrossé, en ordre de marche (voir 4.4.1), augmentée de $68 \text{ kg} \times$ nombre de sièges de l'habitacle et de la masse maximale des bagages uniformément répartis dans le compartiment à bagages, conformément à l'ISO 2416. Le chargement doit s'effectuer de manière à avoir sur les roues des charges égales à celles que l'on obtient en plaçant 68 kg sur chaque siège, comme l'indique l'ISO 2416. La masse des instruments doit être incluse dans la masse du véhicule. On doit veiller à ne créer qu'une différence minimale dans l'emplacement du centre de gravité et dans les valeurs des moments d'inertie par rapport aux conditions de charge du véhicule en usage normal.

5 Mode opératoire

5.1 Échauffement des pneus

Échauffer les pneus d'une manière équivalant à un roulage sur 500 m avec une accélération latérale de 3 m/s^2 sur le rayon employé pour les essais. Noter éventuellement la pression.

5.2 Conditions initiales

Amener le véhicule dans des conditions initiales d'état statico-dynamique, en le conduisant sur la trajectoire circulaire désirée (voir tableau 2) au rapport de vitesse le plus élevé compatible avec les conditions de l'essai en n'importe quel niveau d'accélération latérale spécifié dans le tableau 2. La position du volant et de la pédale d'accélération doit rester aussi constante que possible. Les conditions initiales avant application des freins sont spécifiées dans le tableau 2.

Tableau 2

Rayon m	Accélération latérale		Vitesse correspondante vers l'avant	
	m/s ²	tol., %	km/h	tol., %
30 à 50	5	± 10	44 à 57	± 5
100	4	± 10	72	± 5

1) Il est recommandé que le centre de gravité ou le point d'intersection entre l'axe reliant les centres des roues arrière et le plan longitudinal médian du véhicule soit pris comme point de référence.

Pour vérifier que, dans la période précédant immédiatement le freinage, les valeurs d'accélération latérale et de vitesse vers l'avant sont aussi constantes que possible, on peut utiliser l'une des méthodes suivantes :

a) Détermination de l'écart-type sur les valeurs codifiées en numérique (voir 3.1). Dans ce cas, l'écart-type de l'accélération latérale ne doit pas excéder 5 % de sa valeur moyenne pendant au moins la seconde précédant l'application des freins, et l'écart-type de la vitesse vers l'avant ne doit pas excéder 3 % de sa valeur moyenne pendant l'intervalle de 0,3 à 1,3 s précédant l'application des freins.

b) Détermination de la différence entre les valeurs moyennes durant 1,3 à 0,8 s et 0,8 à 0,3 s avant l'application des freins, tant pour l'accélération latérale que pour la vitesse vers l'avant. Cette différence ne doit pas excéder la dernière valeur moyenne de plus de 5 % pour l'accélération latérale et de plus de 3 % pour la vitesse vers l'avant.

NOTE — On sait que plus la vitesse d'essai est élevée et meilleure est la discrimination entre différents véhicules, mais l'on ne connaît pas encore l'étendue de cet effet et l'influence du rayon d'essai. Les conditions ci-dessus sont donc recommandées jusqu'à plus ample informé.

5.3 Procédure de freinage

Lâcher la pédale d'accélérateur et freiner aussi rapidement que possible. Débrayer immédiatement ou en fin d'essai; indiquer l'option choisie dans les données générales de l'annexe A.

Après le temps de montée nécessaire (moins de 0,4 s, voir figure 1), maintenir la pression du circuit de freinage (voir 6.1.1) ou l'effort sur la pédale de frein ou la course de cette pédale (voir 6.1.2) aussi constants que possible (si nécessaire en plaçant un limiteur de pression hydraulique ou une butée réglable sous la pédale) et tenir le volant fixe jusqu'à la fin de l'essai.

Les différents essais correspondant à chaque combinaison de rayons et d'accélération latérales spécifiés dans le tableau 2 doivent être réalisés à des niveaux croissants de pression, d'effort sur la pédale, de course de la pédale jusqu'à blocage (si possible) d'une roue. L'essai peut être poursuivi au-delà de ce point et jusqu'à blocage des autres roues jusqu'à la dernière, mais ce genre d'essai provoque une variation rapide et importante des caractéristiques des pneus, qui peut faire varier largement les résultats d'essai.

L'action minimale de freinage (voir 6.1) doit correspondre à une décélération longitudinale moyenne (voir 6.2.1) de 2 m/s², puis augmenter par échelon de 1 m/s² au maximum. Si les résultats varient rapidement en fonction de la décélération longitudinale, il peut s'avérer utile de choisir des échelons plus petits.

Les essais doivent être réalisés dans les deux sens de braquage du volant.

6 Analyse des résultats

6.1 Action de freinage

6.1.1 Définition du temps initial et du temps de montée

La figure 1 représente la courbe de la pression dans le circuit de freinage et de la décélération longitudinale en fonction du temps.

L'intervalle de temps entre l'instant t_d où la décélération excède pour la première fois 0,5 m/s² et l'instant t_i ne doit pas excéder 0,4 s (voir figure 1).

Le temps de montée ne doit pas non plus excéder 0,4 s. Il se définit comme l'intervalle de temps compris entre l'instant t_i où la pression atteint 5 % et l'instant t_o où la pression atteint 90 % de sa valeur moyenne.

La valeur moyenne de la pression s'évalue dans l'intervalle de temps compris entre le moment où la pression atteint pour la première fois 95 % de la pression au temps 1,8 s après t_d et le moment situé à 1,8 s après t_d .

La différence entre la valeur moyenne de la pression définie ci-devant et la valeur moyenne de la pression entre 1,8 et 2,8 s après t_d ne doit pas excéder 10 % de la première valeur moyenne.

6.1.2 Alternatives

Si l'on mesure l'effort sur la pédale de frein ou la course de cette pédale au lieu de la pression dans le circuit de freinage, le temps de montée se définit de la même manière qu'en 6.1.1 mais, dans ce cas, on remplace la pression de freinage par l'effort ou la course.

6.2 Décélération longitudinales

6.2.1 Décélération longitudinale moyenne

La décélération longitudinale moyenne est la valeur moyenne de la décélération longitudinale à chaque application des freins.

Cette valeur moyenne peut être obtenue

a) soit en mesurant la distance nécessaire à la voiture pour s'arrêter, t_i , la décélération longitudinale moyenne étant alors :

$$\bar{a}_x = \frac{v_{\text{eff}}^2}{2s_{\text{eff}}}$$

où

s_{eff} est la distance réelle d'arrêt,

v_{eff} est la vitesse initiale réelle d'essai;

1) En conditions d'état statico-dynamique, la valeur indiquée de l'accélération longitudinale peut s'écarter de zéro du fait que le mesurage de l'accélération se fait dans la direction de l'axe longitudinal du véhicule. Dans ce cas, t_d peut se définir comme le temps où l'accélération atteint une valeur de 0,5 m/s² inférieure à la valeur dans l'état initial.

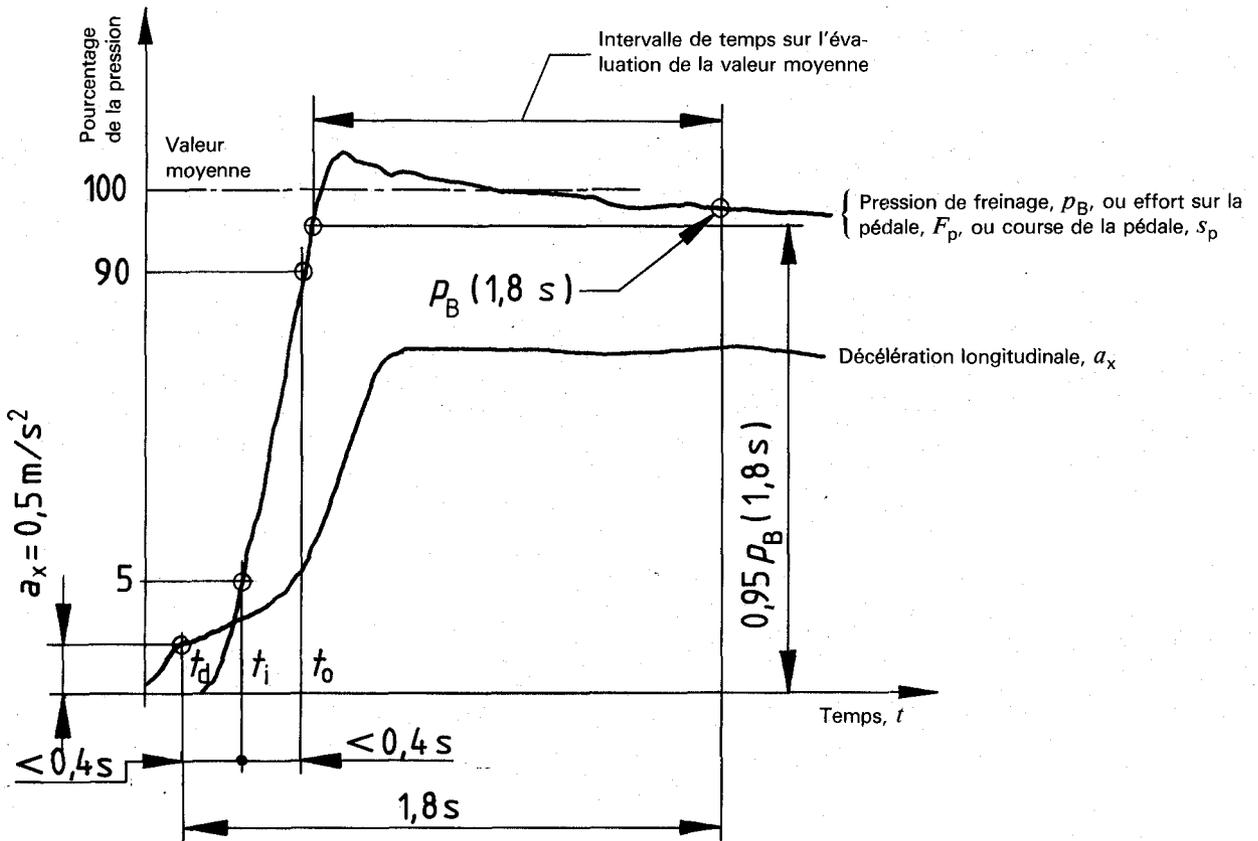


Figure 1

b) soit en prenant la valeur moyenne dans l'intervalle de temps t_i à t_f (voir figure 2) de l'indication du capteur d'accélération longitudinale, corrigée si besoin est.

6.2.2 Décélération longitudinale à l'instant t_n

La décélération longitudinale à n'importe quel instant t_n après l'application des freins (t_i) est considérée comme la valeur moyenne durant la période $t_n \pm 0,1$ s.

7 Présentation des données

7.1 Exigences générales

Les données générales doivent être présentées sous forme abrégée comme le montre l'annexe A, pour chaque condition de charge.

Les fonctions historiques de toutes les grandeurs indiquées en 0.2 doivent être données pour chaque application des freins.

Dans l'état actuel de la technique, on ne sait pas encore quelles variables décrivent le mieux les réponses des véhicules les plus sûres et les mieux acceptées par les utilisateurs en freinage en courbe.

Les variables mentionnées ci-après ne constituent donc pas une liste exhaustive. En conséquence, les graphiques de l'annexe B ne sont donnés qu'à titre d'exemple.

7.2 Variables fonction du temps

Pour chaque essai, faire le calcul et tracer la courbe en fonction du temps :

- a) de la différence entre la valeur réelle et la valeur de référence de la vitesse de lacet, conformément à l'équation

$$\Delta \dot{\Psi}(t) = \dot{\Psi}(t) - v_x(t)/R_0$$

- b) de la différence entre la valeur réelle et la valeur de référence de l'accélération latérale, conformément à l'équation

$$\Delta a_y(t) = a_y(t) - \frac{[v_x(t)]^2}{R_0}$$

- c) de la différence entre la valeur réelle et la valeur calculée de la vitesse de lacet, conformément à l'équation

$$\dot{\beta}'(t) = \dot{\Psi}(t) - \frac{a_y(t)}{v_x(t)}$$

où $\dot{\beta}'(t)$ est la vitesse correspondant à l'angle de dérive, non corrigée des efforts de l'angle de dérive lui-même et de la décélération. Elle donne une information sur la stabilité du véhicule en lacet;

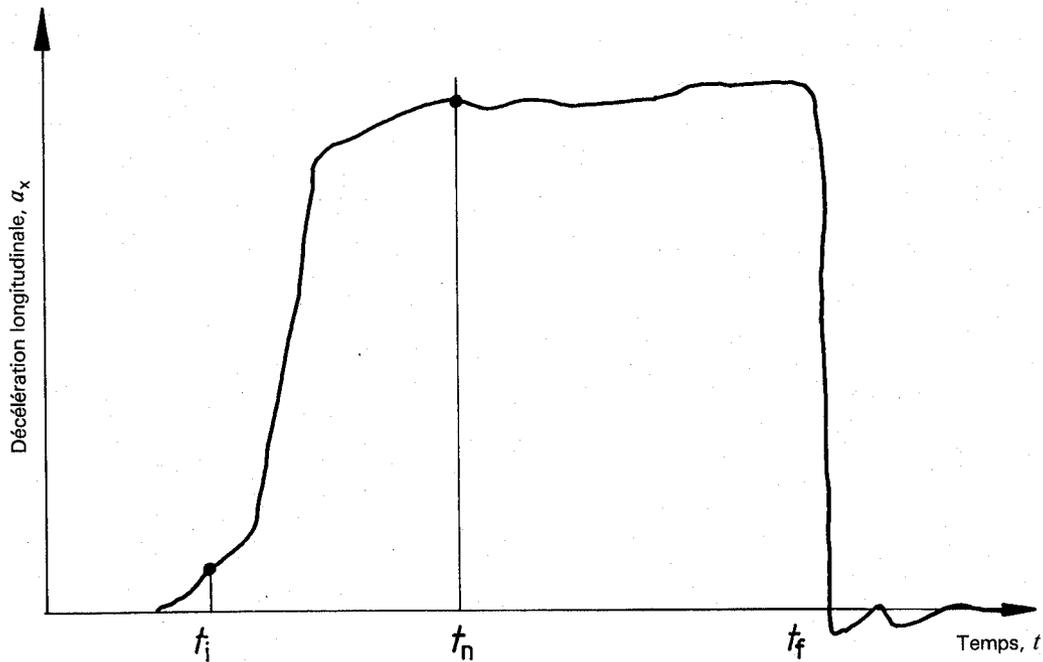


Figure 2

d) de la différence entre le rayon de braquage initial et le même rayon calculé mais non corrigé, conformément à l'équation

$$\Delta R(t) = R_0 - \frac{[v_x(t)]^2}{a_y(t)}$$

7.3 Variables fonction de la décélération longitudinale

Pour chaque ensemble de conditions initiales, faire le calcul et tracer la courbe en fonction de la décélération longitudinale moyenne :

a) du rapport entre la valeur maximale atteinte par la vitesse de lacet au freinage et la valeur de cette même vitesse durant l'état statico-dynamique initial, conformément à l'équation

$$\dot{\Psi}_{\max} / \dot{\Psi}_0 = f_1(\bar{a}_x)$$

b) du rapport entre la valeur maximale atteinte par l'accélération latérale au freinage et la valeur de cette même accélération durant l'état statico-dynamique initial, conformément à l'équation

$$a_{y, \max} / a_{y, 0} = f_2(\bar{a}_x)$$

c) du rapport entre la valeur maximale atteinte par l'angle de dérive (s'il est mesuré) au freinage et la valeur de ce même angle durant l'état statico-dynamique initial, conformément à l'équation

$$\beta_{\max} / \beta_0 = f_3(\bar{a}_x)$$

d) de la valeur maximale de la différence de vitesse de lacet [calculée conformément à 7.2 a)], conformément à l'équation

$$\Delta \dot{\Psi}_{\max} = f_4(\bar{a}_x)$$

e) du rapport entre les valeurs moyennes réelles et de référence de la vitesse de lacet, conformément à l'équation

$$\frac{\bar{\dot{\Psi}}}{\dot{\Psi}_{\text{réf}}} = \bar{\dot{\Psi}} / (\dot{\Psi}_0 / 2) = f_5(\bar{a}_x)$$

7.4 Variables fonction de la décélération longitudinale à l'instant t_n

Pour chaque ensemble de conditions initiales, faire le calcul et tracer la courbe en fonction de la décélération longitudinale à l'instant t_n (1 s après le freinage)¹⁾ :

a) du rapport entre la valeur de la vitesse de lacet à l'instant t_n et la valeur de cette même vitesse durant l'état statico-dynamique initial (vitesse de lacet normalisée à l'instant réel) (voir figure 5 de l'annexe B), conformément à l'équation

$$\dot{\Psi}_{t_n} / \dot{\Psi}_0 = f_6(a_{x, t_n})$$

b) du rapport entre la valeur de l'accélération latérale à l'instant t_n et la valeur de cette même accélération durant l'état statico-dynamique initial (accélération latérale normalisée à l'instant réel) (voir figure 6 de l'annexe B), conformément à l'équation

$$a_{y, t_n} / a_{y, 0} = f_7(a_{x, t_n})$$

1) t_n peut également prendre des valeurs additionnelles.

c) de la valeur de l'angle de dérive (s'il est mesuré) à l'instant t_n (voir figure 7 de l'annexe B), conformément à l'équation

$$\beta_{t_n} = f_8(a_{x, t_n})$$

d) de la différence entre l'angle de lacet à l'instant t_n et l'angle de dérive de référence, conformément à l'équation

$$\Delta\Psi_{t_n} = \Psi_{t_n} - \left\{ \left[v_{x,0} - \left(\frac{a_{x, t_n}}{2} \times t_n \right) \right] \frac{t_n}{R_0} \right\} = f_9(a_{x, t_n})$$

e) de l'écart radial latéral du centre de gravité à l'instant t_n , rapporté à la trajectoire circulaire initiale avant freinage (trajectoire de référence) (voir figure 3).

7.5 Critères du comportement du véhicule

Le comportement du véhicule dans cet essai peut se décrire en termes de :

— manœuvrabilité, et de

— comportement en lacet en fonction des caractéristiques de freinage.

Les critères utilisables pour décrire le comportement en lacet restent à définir.

Parmi les critères susceptibles de décrire la manœuvrabilité, on peut citer :

a) la valeur de la décélération longitudinale à laquelle l'accélération latérale à l'instant t_n atteint la valeur 0 (voir figure 4);

b) la valeur de la décélération longitudinale à laquelle l'accélération latérale à l'instant t_n atteint une valeur de référence définie de façon approximative par l'équation

$$a_{y, t_n, \text{réf}} = \frac{[v_{x,0} - (a_{x, t_n} \times t_n)]^2}{R_0}$$

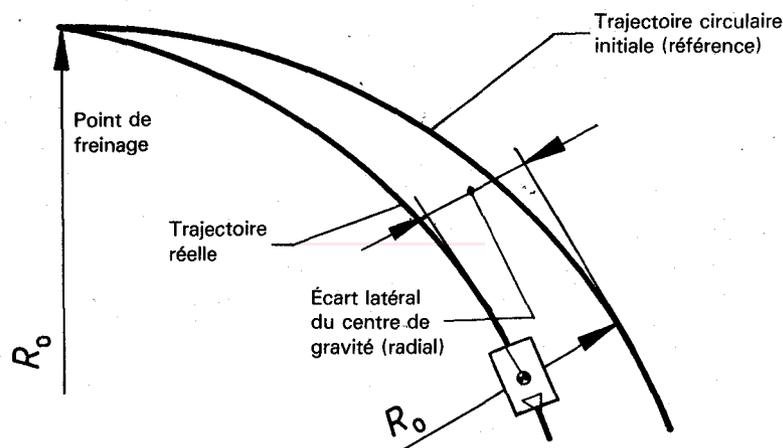


Figure 3

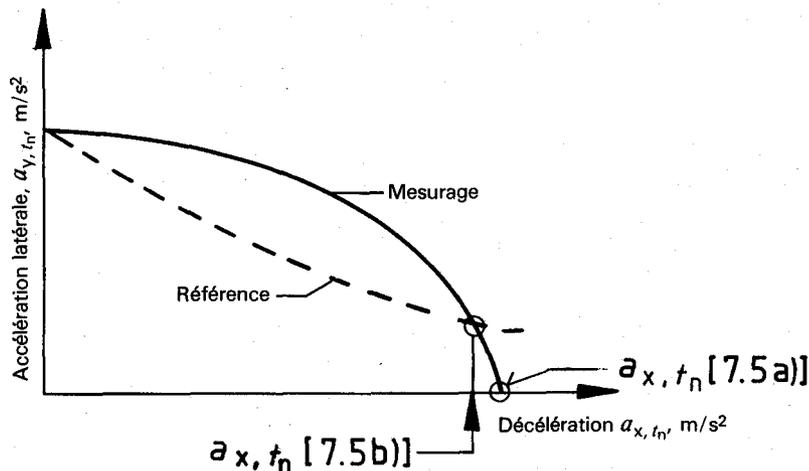


Figure 4