
**Véhicules routiers — Méthodes d'essai
de réponse transitoire latérale —
Méthodes d'essai en boucle ouverte**

*Road vehicles — Lateral transient response test methods — Open-loop
test methods*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7401:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-
6e447abff8c7/iso-7401-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7401:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Principe	1
4 Système de référence	3
5 Paramètres	3
6 Équipement de mesure	3
6.1 Description	3
6.2 Installation des capteurs	3
6.3 Traitement des données	4
7 Conditions d'essai	7
7.1 Généralités	7
7.2 Piste d'essai	7
7.3 Conditions ambiantes	8
7.4 Véhicule d'essai	8
7.5 Mise en température	9
7.6 Vitesse d'essai	9
8 Entrée en échelon	10
8.1 Mode opératoire d'essai	10
8.2 Analyse des données	10
8.3 Présentation des données	11
9 Entrée sinusoïdale — Une période (voir l'ISO/TR 8725)	12
9.1 Mode opératoire d'essai	12
9.2 Analyse des données	12
9.3 Présentation des données	13
10 Entrée aléatoire (voir l'ISO/TR 8726)	14
10.1 Mode opératoire d'essai	14
10.2 Analyse des données	14
10.3 Présentation des données	15
11 Entrée impulsionnelle	16
11.1 Mode opératoire d'essai	16
11.2 Analyse des données	16
11.3 Présentation des données	16
12 Entrée sinusoïdale continue	17
12.1 Mode opératoire d'essai	17
12.2 Analyse des données	17
12.3 Présentation des données	18
Annexe A (normative) Rapport d'essai — Données générales	19
Annexe B (normative) Rapport d'essai — Présentation des résultats	21
Bibliographie	26

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 7401 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*, sous-comité SC 9, *Dynamique des véhicules et tenue de route*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 7401:1988), qui a fait l'objet d'une révision technique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

Introduction

Le comportement dynamique d'un véhicule routier représente une partie extrêmement importante de la sécurité active d'un véhicule. Tout véhicule avec son conducteur et son environnement du moment constitue un système en boucle fermée unique. La tâche consistant à évaluer le comportement dynamique est donc très difficile car il existe une interaction significative entre ces éléments conducteur/véhicule/environnement; chacun de ces éléments, pris séparément, est déjà complexe en soi. Une description complète et précise du comportement du véhicule routier doit nécessairement faire intervenir des informations tirées d'un certain nombre d'essais de types différents. Comme ils ne quantifient qu'une petite partie de l'ensemble du domaine du comportement routier, les résultats de ces essais ne peuvent être considérés comme significatifs que pour une partie tout aussi limitée du comportement dynamique général.

De plus, on ne dispose pas de connaissances suffisantes sur la relation entre la prévention des accidents et les caractéristiques dynamiques évaluées lors de ces essais. Un effort substantiel est nécessaire pour acquérir des données suffisantes et fiables sur la corrélation entre la prévention des accidents et les propriétés dynamiques des véhicules, en général, et les résultats de ces essais, en particulier. Il n'est donc pas possible actuellement d'utiliser ces méthodes et les résultats des essais à des fins réglementaires. Au mieux, on peut espérer que les essais de réponse transitoire soient utilisés comme des essais parmi d'autres essais, qui couvrent, ensemble, le domaine du comportement dynamique du véhicule.

Enfin, le rôle des pneumatiques est important et les résultats des essais peuvent être influencés de manière significative suivant le type et l'état de ces pneumatiques.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7401:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7401:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

Véhicules routiers — Méthodes d'essai de réponse transitoire latérale — Méthodes d'essai en boucle ouverte

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes d'essai en boucle ouverte permettant de déterminer le comportement de réponse transitoire des véhicules routiers. Elle est applicable aux voitures particulières telles qu'elles sont définies dans l'ISO 3833 et aux véhicules utilitaires légers.

NOTE Les manœuvres en boucle ouverte définies dans la présente Norme internationale ne sont pas représentatives des conditions réelles de conduite mais sont utiles pour obtenir des mesures du comportement transitoire du véhicule en réponse à un type spécifique de commande au volant dans un environnement d'essai très contrôlé. Pour le mesurage des propriétés en régime permanent, voir l'ISO 4138.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1176:1990, *Véhicules routiers — Masses — Vocabulaire et codes*
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cb857f95-7ca6-4436-a067-6e417abff87/iso-1176-1990>

ISO 2416:1992, *Voitures particulières — Répartition des masses*

ISO 3833:1977, *Véhicules routiers — Types — Dénominations et définitions*

ISO/TR 8725:1988, *Véhicules routiers — Méthode d'essai en régime transitoire et boucle ouverte avec impulsion d'entrée sinusoïdale d'une période*

ISO/TR 8726:1988, *Véhicules routiers — Méthode d'essai en régime transitoire et sur boucle ouverte avec signal d'entrée pseudo-aléatoire*

ISO 8855:1991, *Véhicules routiers — Dynamique des véhicules et tenue de route — Vocabulaire*

CEE/ONU Règlement No. 30, *Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des pneumatiques pour automobiles et leurs remorques*

3 Principe

IMPORTANT — La méthode d'analyse de données dans le domaine fréquentiel est fondée sur l'hypothèse que le véhicule a une réponse linéaire. Il est peu probable que ce soit le cas sur toute la plage d'accélération transversales, la procédure normalisée face à ce type de situation consistant à limiter la plage des signaux d'entrée de manière que l'on puisse présumer un comportement linéaire et, si nécessaire, à effectuer plusieurs essais en variant la plage des signaux d'entrée, qui, pris ensemble, couvrent toute la plage jugée intéressante.

L'objet essentiel de ces essais consiste à déterminer le comportement de réponse transitoire d'un véhicule. Les valeurs et fonctions caractéristiques dans le domaine temporel et dans le domaine fréquentiel sont considérées nécessaires pour caractériser la réponse transitoire du véhicule.

Les caractéristiques importantes dans le domaine temporel sont

- les retards entre l'angle au volant, l'accélération transversale et la vitesse de lacet,
- les temps de réponse de l'accélération transversale et de la vitesse de lacet (voir 8.2.1),
- le gain en accélération transversale (accélération transversale divisée par l'angle au volant),
- le gain en vitesse de lacet (vitesse de lacet divisée par l'angle au volant), et
- les valeurs de dépassement (voir 8.2.3).

Les caractéristiques énumérées ci-dessus présentent une corrélation avec l'évaluation subjective pendant la conduite sur route.

Les caractéristiques importantes dans le domaine fréquentiel sont les réponses en fréquence, c'est-à-dire les amplitudes et les phases

- de l'accélération transversale en fonction de l'angle au volant, et
- de la vitesse de lacet en fonction de l'angle au volant.

Plusieurs méthodes d'essai permettent d'obtenir ces caractéristiques dans les domaines temporel et fréquentiel, comme suit, leur applicabilité dépendant en partie des dimensions de la piste disponible pour les essais.

ISO 7401:2003

a) Domaine temporel: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

- 1) entrée en échelon;
- 2) entrée sinusoïdale (une période).

b) Domaine fréquentiel:

- 1) entrée aléatoire;
- 2) entrée impulsionnelle;
- 3) entrée sinusoïdale continue.

L'application de ces méthodes d'essai est facultative. Il est recommandé d'en appliquer au minimum une de chaque type de domaine. Les méthodes choisies doivent être indiquées dans les données générales (voir Annexe A) et dans la présentation des résultats d'essais (voir Annexe B).

NOTE Les valeurs caractéristiques du gain en accélération transversale et du gain en vitesse de lacet, obtenues au moyen des différentes méthodes d'essai, peuvent ou non être comparables entre elles selon qu'une ou plusieurs des circonstances suivantes interviennent:

- comportement linéaire ou non linéaire du véhicule;
- état de régime permanent périodique ou non périodique;
- comportement en régime permanent ou comportement dynamique du véhicule.

4 Système de référence

Les paramètres de mouvement utilisés pour décrire le comportement du véhicule dans une situation de conduite spécifique à un essai se rapportent au référentiel intermédiaire (X, Y, Z) (voir l'ISO 8855).

L'emplacement de l'origine du référentiel véhicule (X_V, Y_V, Z_V) est le point de référence et il convient donc qu'il soit indépendant de l'état de charge. Il est fixe, dans le plan de symétrie longitudinal, à la moitié de l'empattement et à une hauteur par rapport au sol égale à la hauteur du centre de gravité correspondant à la masse du véhicule complet en ordre de marche (voir l'ISO 1176).

5 Paramètres

Les paramètres suivants doivent être déterminés:

- l'angle au volant, δ_H ;
- l'accélération transversale, a_Y ;
- la vitesse de lacet, $\dot{\psi}$;
- la vitesse longitudinale, v_X .

Suivant les besoins, les paramètres suivants peuvent être déterminés:

- l'angle de roulis, ϕ ;
- l'angle de dérive, β ;
- la vitesse transversale, v_Y ;
- le couple au volant, M_H .

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7401:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb857f95-7ca6-4436-a067-6e447abff8c7/iso-7401-2003>

Ces paramètres, définis dans l'ISO 8855, ne sont pas censés constituer une liste exhaustive.

6 Équipement de mesure

6.1 Description

Les paramètres à déterminer conformément à l'Article 5 doivent être mesurés à l'aide de capteurs appropriés. Leur variation en fonction du temps doit être enregistrée au moyen d'un système d'enregistrement multicanal avec base de temps.

Les plages types de fonctionnement et les erreurs maximales recommandées des capteurs et du système d'enregistrement sont indiquées dans le Tableau 1.

6.2 Installation des capteurs

Les capteurs doivent être installés conformément aux instructions du fabricant, si elles existent, de manière que les paramètres correspondant aux termes et définitions de l'ISO 8855 puissent être déterminés.

Si le capteur ne mesure pas directement le paramètre, des modifications appropriées doivent être apportées au système de référence.

6.3 Traitement des données

6.3.1 Généralités

La plage de fréquences applicable pour ces essais est comprise entre 0 Hz et la fréquence maximale utilisée, f_{max} , égale à 5 Hz. En fonction de la méthode choisie pour le traitement des données (traitement analogique ou numérique), les dispositions données en 6.3.2 ou en 6.3.3 doivent être respectées.

6.3.2 Traitement analogique des données

La largeur de bande de l'ensemble de la chaîne de mesure ne doit pas être inférieure à 8 Hz.

Pour effectuer le filtrage nécessaire des signaux, des filtres passe-bas d'ordre quatre ou plus doivent être utilisés. La largeur de la bande passante (de 0 Hz à la fréquence f_0 à - 3 dB) ne doit pas être inférieure à 9 Hz. Les erreurs d'amplitude doivent être inférieures à $\pm 0,5 \%$ dans la plage de fréquences applicable, comprise entre 0 Hz et 5 Hz. Tous les signaux analogiques doivent être traités à l'aide de filtres possédant des caractéristiques de phase suffisamment similaires pour garantir que les déphasages dus au filtrage soient compris dans les limites de l'exactitude requise pour le mesurage du temps.

NOTE Pendant le filtrage analogique de signaux ayant des composantes fréquentielles différentes, des déphasages peuvent se produire. C'est pourquoi, une méthode numérique de traitement des données, comme celle décrite en 6.3.3, est préférable.

Tableau 1 — Paramètres, plages types de fonctionnement et erreurs maximales recommandées

Paramètre	Plage type de fonctionnement	Erreur maximale recommandée de la chaîne de mesure
Angle au volant	- 180° à + 180° ^a	$\pm 1^\circ$
Accélération transversale	- 15 m/s ² à + 15 m/s ²	$\pm 0,15 \text{ m/s}^2$
Vitesse de lacet	- 50°/s à + 50°/s	$\pm 0,5^\circ/\text{s}$
Angle de dérive	- 15° à + 15°	$\pm 0,3^\circ$
Vitesse longitudinale	0 m/s à 50 m/s	$\pm 0,5 \text{ m/s}$
Vitesse transversale	- 10 m/s à + 10 m/s	$\pm 0,1 \text{ m/s}$
Angle de roulis	- 15° à + 15°	$\pm 0,15^\circ$
Couple au volant	- 30 N·m à + 30 N·m	$\pm 0,3 \text{ N}\cdot\text{m}$

Pour certains des paramètres indiqués ci-dessus, les capteurs ne sont pas largement répandus et leur utilisation n'est pas généralisée. Les utilisateurs développent de nombreux instruments de ce genre. Si une erreur du système dépasse la valeur maximale recommandée, cette valeur et l'erreur maximale réelle doivent être consignées sous les données générales, dans le rapport d'essai (voir Annexe A).

^a Dans l'hypothèse d'un système de direction conventionnel.

6.3.3 Traitement numérique des données

6.3.3.1 Généralités

La préparation des signaux analogiques prend en compte l'atténuation de l'amplitude du filtre et la fréquence d'échantillonnage pour éviter des erreurs de repliement de spectre, des retards de phase du filtre et des temporisations. L'échantillonnage et la numérisation doivent prendre en compte l'amplification de pré-échantillonnage des signaux pour réduire autant que possible les erreurs de numérisation, le nombre de bits par échantillon, le nombre d'échantillons par cycle, l'amplification échantillonnage-blocage et l'espacement temporel des échantillons. Les facteurs à prendre en compte pour un filtrage numérique supplémentaire sans phase comprennent la sélection de bandes passantes et de bandes coupées, l'atténuation et l'ondulation

admissible de chacune d'elles et la correction des retards de phase du filtre antirepliement. Chacun de ces facteurs doit être pris en compte pour obtenir une exactitude globale de l'acquisition des données de $\pm 0,5 \%$.

6.3.3.2 Erreurs de repliement de spectre

Pour éviter des repliements de spectre impossibles à corriger, les signaux analogiques doivent être filtrés de façon appropriée 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 la plage de fréquences applicable et de la fréquence d'échantillonnage. Les caractéristiques minimales du filtre et de la fréquence d'échantillonnage doivent être telles que

- dans la plage de fréquences applicable, comprise entre 0 Hz et $f_{\max} = 5$ Hz, l'atténuation soit inférieure à la résolution du système d'acquisition des données, et
- à la moitié de la fréquence d'échantillonnage (c'est-à-dire à la fréquence de *Nyquist* ou de «repliement du spectre»), les grandeurs de toutes les composantes fréquentielles du signal ou du bruit soient réduites à un niveau inférieur à la résolution du système.

Pour les systèmes d'acquisition de données à 12 bits possédant une résolution de 0,05 %, l'atténuation du filtre doit être inférieure à 0,05 % jusqu'à 5 Hz, et supérieure à 99,95 % à toutes les fréquences supérieures à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

NOTE Pour un filtre de Butterworth, l'atténuation est donnée par

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

et

$$A^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_N}{f_0}\right)^{2n}}$$

où

n est l'ordre du filtre;

f_{\max} est la fréquence la plus élevée (5 Hz) de la plage de fréquences applicable;

f_0 est la fréquence de coupure du filtre;

f_N est la fréquence de *Nyquist* ou de «repliement du spectre»;

f_s est la fréquence d'échantillonnage = $2 \times f_N$.

Par exemple, pour un filtre d'ordre quatre:

— pour $A = 0,999 5$, $f_0 = 2,37 \times f_{\max} = 11,86$ Hz;

— pour $A = 0,000 5$, $f_s = 2 \times (6,69 \times f_0) = 158$ Hz.

6.3.3.3 Déphasages du filtre et temporisations pour un filtrage antirepliement de spectre

Un filtrage analogique excessif doit être évité et tous les filtres doivent avoir des caractéristiques de phase suffisamment similaires pour garantir que les différences de temporisation se situent dans les limites d'exactitude requises pour le mesurage du temps.

NOTE Pour la plage de fréquences dans laquelle les caractéristiques d'amplitude du filtre demeurent plates, le déphasage, ϕ , d'un filtre de Butterworth peut être approché par

- $\phi = 81^\circ \times (f/f_0)$ pour un filtre d'ordre 2,
- $\phi = 150^\circ \times (f/f_0)$ pour un filtre d'ordre 4,
- $\phi = 294^\circ \times (f/f_0)$ pour un filtre d'ordre 8.

La temporisation de tous les ordres de filtres est $t = (\phi/360^\circ) \times (1/f_0)$

6.3.3.4 Échantillonnage et numérisation des données

À 5 Hz, l'amplitude change d'une valeur pouvant atteindre jusqu'à 3 %/ms. Pour limiter à 0,1 % les erreurs dynamiques causées par des entrées analogiques changeantes, la durée d'échantillonnage ou de numérisation doit être inférieure à 32 μ s. Toutes les paires ou tous les ensembles d'échantillons de données à comparer doivent être relevés simultanément ou pendant une période suffisamment courte.

6.3.3.5 Exigences relatives au système d'acquisition des données

Le système d'acquisition des données doit avoir une résolution minimale de 12 bits ($\pm 0,05$ %) et une exactitude de 2 LSB ($\pm 0,1$ %). Les filtres antirepliement de spectre doivent être d'ordre quatre ou plus et la plage de fréquences applicable doit être comprise entre 0 Hz et f_{\max} .

Pour les filtres d'ordre quatre, f_0 doit être supérieure à $2,37 \times f_{\max}$ si les erreurs de phase sont ensuite ajustées par traitement numérique des données, et elle doit être supérieure à $5 \times f_{\max}$ dans les autres cas. Pour les filtres d'ordre quatre, la fréquence d'échantillonnage des données, f_s , doit être supérieure à $13,4 \times f_0$.

Pour les filtres d'ordre différent de quatre, f_0 et f_s doivent être choisies pour assurer une planéité appropriée et la prévention des erreurs de repliement de spectre.

L'amplification du signal avant la numérisation doit être telle que l'erreur supplémentaire durant le processus de numérisation soit inférieure à 0,2 %. La durée de l'échantillonnage et de la numérisation pour chaque canal de données échantillonnées doit être inférieure à 32 μ s.

6.3.3.6 Filtrage numérique

Pour le filtrage des données échantillonnées pendant l'évaluation des données, des filtres numériques à déphasage nul doivent être utilisés conformément à ce qui suit (voir Figure 1):

- la bande passante doit être comprise entre 0 Hz et 5 Hz;
- la bande coupée doit commencer entre 10 Hz et 15 Hz;
- le gain du filtre dans la bande passante doit être égal à $1 \pm 0,005$ ($100 \pm 0,5$ %);
- le gain du filtre dans la bande coupée doit être $\leq 0,01$ (≤ 1 %).