

NORME
INTERNATIONALE

ISO
10326-2

Deuxième édition
2022-03

**Vibrations mécaniques — Méthode
en laboratoire pour l'évaluation des
vibrations du siège de véhicules —**

**Partie 2:
Application aux véhicules ferroviaires**

*Mechanical vibration — Laboratory method for evaluating vehicle
seat vibration —*

Part 2: Application to railway vehicles

ISO 10326-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/960f41dc-e8c6-46e3-8677-49b1c34a4429/iso-10326-2-2022>



Numéro de référence
ISO 10326-2:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10326-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/960f41dc-e8c6-46e3-8677-49b1c34a4429/iso-10326-2-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles et termes abrégés	2
4 Direction des vibrations	3
5 Caractérisation des vibrations et de leurs transmissions	4
5.1 Caractérisation des vibrations	4
5.1.1 Généralités	4
5.1.2 Accélération efficace, a_{eff}	4
5.1.3 Densité auto-spectrale de puissance d'accélération, $G_{\text{aa}}(f)$	5
5.1.4 Densité spectrale croisée d'accélération, $G_{\text{ab}}(f)$	5
5.2 Caractérisation des transmissions de vibrations	5
5.2.1 Généralités	5
5.2.2 Réponse en fréquence, $H(f)$	5
5.2.3 Fonction de cohérence, $\gamma_{\text{ab}}^2(f)$	5
5.2.4 Transmissibilité, T_{R}	6
5.2.5 Transmissibilité pondérée, T_{Rw} et facteur SEAT	6
6 Observations générales	7
7 Positions de mesurage	7
8 Appareillage	7
9 Exigences de sécurité	8
10 Sièges d'essai et sujets	8
10.1 Sièges d'essai	8
10.2 Sujets	8
11 Vibrations d'excitation	9
11.1 Généralités	9
11.2 Excitation pseudo-aléatoire	9
11.2.1 Génération du signal d'excitation	9
11.2.2 Densité auto-spectrale de puissance	10
11.2.3 Accélération efficace	10
11.2.4 Tolérances	10
11.2.5 Excitation multiaxiale	10
11.3 Excitation sinusoïdale	11
11.4 Excitation réaliste représentant l'environnement dynamique du siège d'essai	11
12 Paramètres adoptés pour la caractérisation de la transmission des vibrations	11
12.1 Excitations pseudo-aléatoires et réalistes	11
12.2 Excitation sinusoïdale	12
13 Mode opératoire	12
13.1 Mode opératoire initial	12
13.2 Essais effectués avec des excitations pseudo-aléatoires et réalistes	12
13.3 Essais effectués avec des excitations sinusoïdales	12
14 Rapport d'essai	13
14.1 Siège	13
14.2 Sujets	13

14.3	Chaîne de mesure.....	13
14.4	Résultats	13
Annexe A (informative) Exemple de processus de génération d'excitations.....		16
Annexe B (informative) Excitation vibratoire réaliste pour les essais de siège.....		19
Bibliographie.....		27

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10326-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/960f41dc-e8c6-46e3-8677-49b1c34a4429/iso-10326-2-2022>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 4, *Exposition des individus aux vibrations et chocs mécaniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10326-2:2001), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications apportées sont les suivantes:

- propositions de nouveaux signaux d'excitation pour mesurer la transmissibilité au siège: un niveau inférieur de vibrations à bande étroite, et des stimuli de train réels reproduits ou mesurés pour mieux tenir compte de la non-linéarité du système sujet-siège;
- propositions pour calculer la valeur SEAT «prédite» à partir de la transmissibilité au siège mesurée et des stimuli de train réels.

L'[Annexe B](#) donne un exemple de la façon de construire un signal d'excitation pour des essais de siège par rapport aux caractéristiques de vibration d'un train.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10326 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Bien que les vibrations des véhicules ferroviaires ressenties par les passagers soient toujours de faible ampleur, il n'en reste pas moins que les accélérations aux interfaces assise et dossier du siège peuvent parfois être supérieures aux excitations transmises par le châssis du véhicule. Par conséquent, le but des essais en laboratoire réalisés avec des sièges de véhicules ferroviaires est fondamentalement de parfaire les connaissances existantes sur leur comportement dynamique global, ainsi que sur celui de leurs différents composants: châssis du siège, système de suspension, garnitures, revêtements, etc. À long terme, il convient que les connaissances fournissent des directives utiles quant au choix des composants optimaux, et pour l'amélioration ultérieure du confort du passager.

Les essais en laboratoire peuvent être effectués dans des conditions d'excitation clairement définies et reproductibles, pour compléter les études réalisées sur le terrain. Ils représentent par conséquent une méthode d'étude essentielle complémentaire aux recherches menées dans le domaine.

Les vibrations ressenties à la base des sièges de véhicules ferroviaires sont de type aléatoire, à large bande. Leurs spectres, de forme complexe et non stationnaire, dépendent du véhicule lui-même, de sa charge, des conditions de profil des roues, de la géométrie et de la qualité des voies, etc. Par conséquent, dans le présent document, il est stipulé de soumettre le siège, occupé par un sujet, à divers types d'excitations (telles que des excitations pseudo-aléatoires, sinusoïdales et réalistes, décrites à l'[Article 11](#)):

- des vibrations pseudo-aléatoires à large bande dans les trois directions X , Y et Z successivement. Leurs spectres présentent une forme suffisamment simple et une amplitude suffisante pour couvrir la majorité des spectres réels observés en ligne, tout en demeurant néanmoins assez différents de ces derniers;
- des vibrations pseudo-aléatoires à large bande similaires dans les trois directions X , Y et Z simultanément. Cela permet de prendre en compte les réponses transverses (réponse dans une direction causée par une excitation dans une autre direction), ce qui représente une condition d'essai plus réaliste. Cela permet également de réduire la durée de l'essai;
- des investigations menées sous l'effet de vibrations sinusoïdales peuvent permettre de déceler les non-linéarités potentielles;
- si l'exposition d'un siège aux vibrations est connue, des spectres et phase spécifiques (simulés ou mesurés) peuvent être utilisés en laboratoire. Cette excitation spécifique peut être successivement utilisée dans les trois directions X , Y et Z sur la plate-forme, ou être utilisée simultanément si le simulateur le permet. L'avantage de tels stimuli est qu'ils permettent de représenter la réelle réponse du siège dans son environnement. Le siège et le sujet constituant des systèmes non linéaires, le fait d'appliquer la véritable excitation en entrée permet d'obtenir des vibrations de sortie mesurées fiables des interfaces du siège.

Les calculs, fondés sur des excitations pseudo-aléatoires à large bande, ne sont, cependant, valables que sur la base de l'hypothèse selon laquelle le système homme-siège étudié est suffisamment linéaire. Afin de vérifier cette hypothèse dans des conditions de laboratoire, le présent document stipule une phase supplémentaire d'essais au cours de laquelle le siège est soumis à une excitation en mode purement sinusoïdal de forte amplitude aux différentes fréquences rencontrées lors des essais effectués avec des excitations aléatoires, et correspondant aux crêtes de la réponse en fréquence. Si le système présente une non-linéarité, il est conseillé d'utiliser des spectres et phase en entrée représentatifs des vibrations excitant le siège.

Par conséquent, les valeurs mesurées aux différents points de réponse du système sujet-siège au cours d'essais de laboratoire, menés avec des excitations pseudo-aléatoires à large bande, ne pourraient en aucun cas être utilisées pour comparaison à des limites ou autres valeurs acceptables. En revanche, il est stipulé, en utilisant les mesures obtenues, de déterminer la réponse en fréquence du système sujet-siège au niveau de l'assise et du dossier du siège dans les trois directions X , Y et Z . Ces réponses en fréquence suffisent à caractériser le comportement vibratoire du siège et de son occupant. Les directions d'excitation, les fréquences favorables ou défavorables, et les gains correspondants

sont ainsi clairement mis en évidence. Ces excitations sont adaptées à la comparaison des sièges avec différentes dispositions structurelles.

La gamme de fréquences correspondant aux conditions d'exploitation ferroviaire est limitée à la bande 0,5 Hz à 50 Hz. D'une part, les sièges de véhicules ferroviaires transmettent les vibrations à des fréquences inférieures à 0,5 Hz sans les amplifier. D'autre part, les vibrations dont les fréquences sont supérieures à 50 Hz, telles que supportées normalement par les sièges, sont généralement trop faibles pour être ressenties par les passagers assis. Pour les sièges à système de suspension, l'ISO 10326-1 est recommandée.

L'inconfort des passagers des véhicules ferroviaires peut être évalué en utilisant l'ISO 2631-4 ou l'EN 12299.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10326-2:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/960f41dc-e8c6-46e3-8677-49b1c34a4429/iso-10326-2-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/960f41dc-e8c6-46e3-8677-49b1c34a4429/iso-10326-2-2022>

Vibrations mécaniques — Méthode en laboratoire pour l'évaluation des vibrations du siège de véhicules —

Partie 2: Application aux véhicules ferroviaires

1 Domaine d'application

Le présent document définit les spécifications traitant des essais de laboratoire effectués avec des sièges conçus pour les passagers et le personnel des véhicules ferroviaires de traction et de remorquage.

Il concerne les vibrations rectilignes triaxiales relevant de la gamme de fréquences comprise entre 0,5 Hz et 50 Hz. Il spécifie les vibrations d'entrée à utiliser pour l'essai du siège.

Le présent document permet de caractériser, sous la forme de réponses en fréquence, la façon dont les vibrations sont transmises à l'occupant du siège. Il spécifie également un estimateur représentant le comportement du siège en matière de confort dynamique ressenti par la personne assise.

Différents types d'excitations peuvent être utilisés et sont décrits en tenant compte des connaissances de l'environnement vibratoire du siège et des fonctionnalités offertes par le simulateur de vibrations.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

ISO 5347 (toutes les parties), *Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs*

ISO 5348, *Vibrations et chocs mécaniques — Fixation mécanique des accéléromètres*

ISO 8041-1, *Réponse des individus aux vibrations — Appareillage de mesure — Partie 1: Instrument de mesure à usage général*

ISO 10326-1:2016, *Vibrations mécaniques — Méthode en laboratoire pour l'évaluation des vibrations du siège de véhicule — Partie 1: Exigences de base*

ISO 13090-1, *Vibrations et chocs mécaniques — Lignes directrices concernant les aspects de sécurité des essais et des expérimentations réalisés sur des sujets humains — Partie 1: Exposition de l'ensemble du corps aux vibrations mécaniques et aux chocs répétés*

ISO 16063 (toutes les parties), *Méthodes pour l'étalonnage des transducteurs de vibrations et de chocs*

3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>.

3.2 Symboles et termes abrégés

Dans le présent document, les symboles et termes abrégés suivants sont utilisés:

a_{eff}	valeur efficace (eff) d'accélération, m/s^2
a_{W}	valeur efficace pondérée d'accélération (obtenue en appliquant la pondération en fréquence décrite dans l'ISO 2631-1), m/s^2
$W(f)$	pondération en fréquence appropriée pour l'inconfort dû aux vibrations (comme décrit dans l'ISO 2631-1)
$a(t)$	valeur instantanée d'une variation temporelle d'accélération, m/s^2
$a(t, B_e, f)$	valeur instantanée d'une variation temporelle d'accélération $a(t)$, filtrée dans la gamme de fréquences comprise entre $(f - B_e/2)$ et $(f + B_e/2)$, m/s^2
$b(t)$	valeur instantanée d'une variation temporelle d'accélération, m/s^2
$b(t, B_e, f)$	valeur instantanée d'une variation temporelle d'accélération $b(t)$, filtrée dans la gamme de fréquences comprise entre $(f - B_e/2)$ et $(f + B_e/2)$, m/s^2
$b'(t, B_e, f)$	valeur instantanée d'une variation temporelle d'accélération $b(t)$, filtrée dans la gamme de fréquences comprise entre $(f - B_e/2)$ et $(f + B_e/2)$, avec un décalage de phase de $\pi/2$, m/s^2
B	point de mesurage de l'accélération sur le dossier d'un siège occupé par un sujet
B_e	largeur de bande de résolution d'une analyse en fréquence, Hz
$C_{\text{ab}}(f)$	partie réelle de $G_{\text{ab}}(f)$, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
d	amplitude de déplacement à une seule fréquence, m
f	fréquence, Hz
f_r	fréquence correspondant à un pic de la réponse en fréquence, Hz
$G_{\text{aa}}(f)$	densité auto-spectrale de puissance d'accélération de la variation temporelle $a(t)$, étant la valeur efficace de l'accélération par unité de largeur de bande de fréquence, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
$G_{\text{ab}}(f)$	densité spectrale de puissance croisée de deux variations temporelles d'accélération, $a(t)$ et $Zb(t)$, étant une fonction complexe, également appelée densité spectrale croisée d'accélération, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
$ G_{\text{ab}}(f) $	module de $G_{\text{ab}}(f)$, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
$G_{\text{bb}}(f)$	densité auto-spectrale de puissance d'accélération de la variation temporelle $b(t)$, étant la valeur efficace de l'accélération par unité de largeur de bande de fréquence, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
$H(f)$	réponse en fréquence, complexe, sans dimension, fonction de la fréquence
P	point de mesurage de l'accélération sur la plate-forme d'essai
DSP	densité spectrale de puissance

$Q_{ab}(f)$	partie imaginaire de $G_{ab}(f)$, $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
S	point de mesurage de l'accélération situé sur l'assise du siège occupé par un sujet
t	temps, s
T	durée de mesurage et d'analyse d'un signal, s
T_R	transmissibilité (valeur sans dimension)
x, y et z	lettres utilisées pour la caractérisation de la direction de vibration au niveau de l'assise et du dossier du siège, points S et B
X, Y et Z	lettres utilisées pour la caractérisation de la direction de vibration de la plate-forme au point P
$\gamma_{ab}^2(f)$	fonction de cohérence, sans dimension, entre les deux accélérations $a(t)$ et $b(t)$ dans la gamme comprise entre 0 et 1
$\theta_{ab}(f)$	phase de $G_{ab}(f)$, étant une fonction réelle, rad

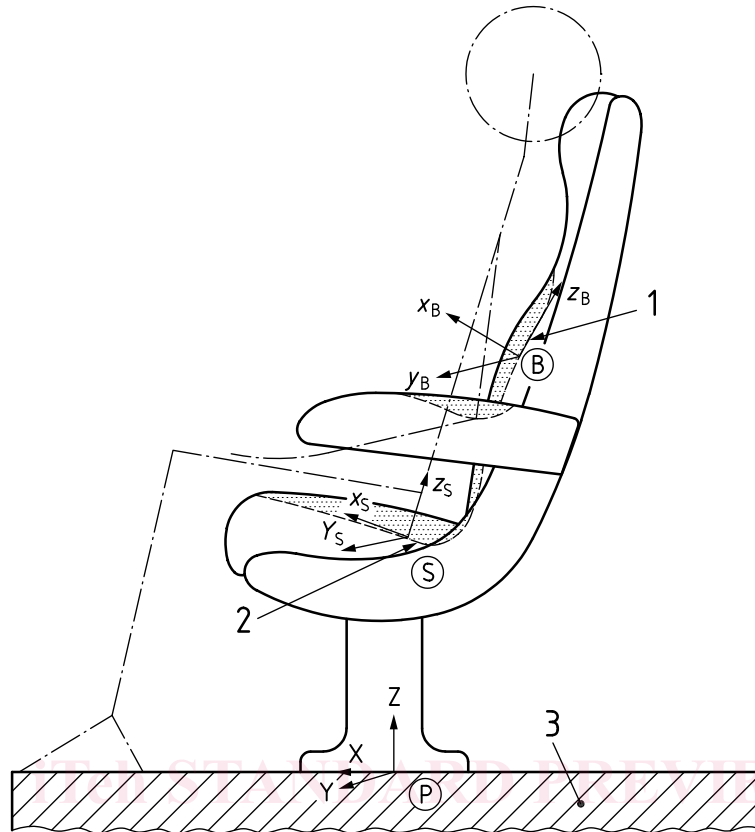
Les indices suivants sont utilisés dans le présent document:

i	indice caractérisant la direction de vibration de la plate-forme, prenant la valeur X, Y ou Z
k	indice caractérisant la direction de vibration aux points S ou B, prenant la valeur x, y ou z
eff	indice de valeur efficace d'accélération
s	indice indiquant que les résultats de trois essais consécutifs ont été moyennés
w	indice caractérisant un paramètre calculé sur la base de signaux pondérés en fréquence
α	indice caractérisant l'emplacement d'un point de mesurage de l'accélération: S (assise de siège) et B (dossier)

4 Direction des vibrations

Les axes de coordonnées X, Y et Z utilisés pour l'évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps conformément au présent document sont définis dans l'ISO 2631-1 par le système de coordonnées biodynamique orthogonal représenté à la [Figure 1](#). Pour les besoins du présent document, deux systèmes de coordonnées basicentriques de ce type sont utilisés, leurs points d'origine étant situés à l'interface du séant de la personne et du coussin du siège, ainsi qu'à l'interface du dos de la personne assise et du dossier du siège. Leurs axes sont approximativement parallèles aux axes représentés à la [Figure 1](#).

Les axes de coordonnées utilisés pour la description des vibrations rectilignes du véhicule sont définis par un système de coordonnées orthogonal parallèle aux axes principaux du véhicule. L'axe des X est parallèle à l'axe longitudinal, l'axe des Y est parallèle à l'axe transversal et l'axe des Z vers le haut est perpendiculaire au plan défini par les axes des X et des Y . Le système de coordonnées utilisé pour la description des vibrations du véhicule n'est habituellement pas parallèle aux systèmes de coordonnées appliqués à l'occupant du siège, en raison de questions pratiques telles que les angles du coussin du siège ou la position réelle du siège par rapport à l'axe longitudinal du véhicule.



Légende

- | | |
|--------------------|---|
| 1 dossier du siège | B accélérations de réponse sur le dossier |
| 2 assise du siège | S accélérations de réponse sur l'assise du siège |
| 3 plate-forme | P accélérations d'entrée émises par la plate-forme vibrante |

NOTE Les flèches indiquent les sens positifs.

Figure 1 — Sens des mesures de vibration

5 Caractérisation des vibrations et de leurs transmissions

5.1 Caractérisation des vibrations

5.1.1 Généralités

Trois grandeurs doivent être utilisées pour décrire les vibrations: l'accélération efficace, la densité spectrale de puissance d'accélération et la densité spectrale croisée d'accélération.

5.1.2 Accélération efficace, a_{eff}

La valeur efficace du signal d'accélération, a_{eff} doit être calculée par une méthode équivalente à celle donnée par la [Formule \(1\)](#) suivante:

$$a_{eff} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt \right]^{1/2} \tag{1}$$