

NORME
INTERNATIONALE

ISO
7096

Deuxième édition
1994-10-01

**Engins de terrassement — Évaluation en
laboratoire des vibrations du siège de
l'opérateur**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Earth-moving machinery — Laboratory evaluation of operator seat
vibration*
(standards.iteh.ai)

ISO 7096:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b165ba1a-fd4b-43c7-a468-80d78fe55163/iso-7096-1994>



Numéro de référence
ISO 7096:1994(F)

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 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.

La Norme internationale ISO 7096 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 127, *Engins de terrassement*, sous-comité SC 2, *Impératifs de sécurité et facteurs humains*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 7096:1982), dont elle constitue une révision technique.

© ISO 1994

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Engins de terrassement — Évaluation en laboratoire des vibrations du siège de l'opérateur

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode en laboratoire pour des essais de sièges de l'opérateur d'engins de terrassement à des fréquences comprises entre 1 Hz et 20 Hz.

Elle est basée sur l'ISO 10326-1, qui est une méthode générale applicable aux sièges de divers types de véhicules, et elle établit les prescriptions concernant particulièrement les engins de terrassement.

La présente Norme internationale est applicable aux sièges de l'opérateur des

- chargeuses sur roues et sur chenilles;
 - niveleuses;
 - tracteurs sur roues et à chenilles,
- tels que définis dans l'ISO 6165.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6165:1987, *Engins de terrassement — Principaux types — Vocabulaire.*

ISO 8041:1990, *Réponse des individus aux vibrations — Appareillage de mesure.*

ISO 10326-1:1992, *Vibrations mécaniques — Méthode en laboratoire pour l'évaluation des vibrations du siège de véhicule — Partie 1: Exigences de base.*

3 Symboles et indices

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les symboles et indices suivants s'appliquent.

3.1 Symboles

a	Accélération instantanée, en mètres par seconde carrée
a_w	Valeur de l'accélération pondérée en fréquence, en mètres par seconde carrée
f	Fréquence, en hertz
f_c	Fréquence de coupure du filtre
f_r	Fréquence de résonance
$G_p^*(f)/G_o$	Densité de puissance spectrale
G_o	Puissance spectrale normalisée, en mètres carrés par seconde au cube $[(m/s^2)^2/Hz]$
j	Unité imaginaire ($j^2 = -1$)
$T(f)$	Facteur de transmission à la résonance

3.2 Indices

P	Plate-forme
S	Siège

4 Critères utilisés pour l'évaluation des sièges

Deux critères sont utilisés pour l'évaluation des sièges:

- l'amplitude des vibrations mesurée entre l'assise du siège et le sujet (voir l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 9.1);
- le facteur de transmission à la résonance (voir l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 9.2).

Il est rappelé aux utilisateurs de la présente Norme internationale que les quantités auxquelles il est fait référence doivent être calculées à partir des valeurs de l'accélération mesurées simultanément sur la table de vibrations et entre l'assise du siège et le sujet ou la masse inerte.

Les spécifications pour les appareillages de mesure doivent être telles que données dans l'ISO 8041. Les mesurages pendant l'essai doivent être effectués avec des instruments de classe 1, conformément à l'ISO 8041. Le filtre de fréquences doit avoir une pente de 12 dB/octave aux fréquences de coupure concernées.

5 Essai de vibrations des sièges de l'opérateur

5.1 Montage du siège

Une plate-forme, dont les dimensions correspondent approximativement à celles du poste de l'opérateur d'un engin de terrassement, doit être montée sur un vibreur capable de générer des vibrations le long de l'axe z (axe vertical). Voir la figure 1.

Le vibreur doit, lorsqu'il est chargé, être capable de simuler des vibrations sinusoïdales ayant une amplitude de déplacement équivalente à au moins 7,5 cm pour une fréquence de 2 Hz.

5.2 Réglage du siège

Le siège doit être réglé suivant la masse du sujet, conformément aux instructions du constructeur.

Avec les sièges dont la course disponible n'est pas affectée par le réglage de la hauteur du siège ou la masse du sujet, l'essai doit être mené avec le siège réglé au centre de la course.

Avec des sièges dont la course disponible est affectée par le réglage de la hauteur du siège ou la masse

du sujet, l'essai doit être mené dans la position qui donne la course disponible minimale.

Le constructeur doit spécifier quelle influence auront les différentes combinaisons de masse et de réglage en hauteur du siège, sur la course disponible pendant l'essai.

Lorsque l'inclinaison du dossier est réglable, l'angle doit être approximativement de $10^\circ \pm 5^\circ$ en arrière de la verticale.

5.3 Sujet effectuant les essais et sa posture

L'essai avec excitation simulée doit être mené avec deux sujets pesant respectivement $55 \text{ kg} \pm 3 \text{ kg}$ et $98 \text{ kg} \pm 5 \text{ kg}$. Ces masses peuvent être atteintes avec des lestes, par exemple une ceinture d'une masse de 5 kg pour le sujet le plus léger ou de 8 kg pour le sujet le plus lourd.

Chaque sujet doit adopter une position naturelle sur le siège et la maintenir tout au long de l'essai (voir figure 1). Des différences de posture du sujet peuvent entraîner des différences de 10 % entre résultats d'essais. Pour cette raison, des dispositions doivent être prises pour le réglage des angles au niveau des genoux et des chevilles, comme spécifié à la figure 1.

5.4 Mode opératoire

Les sièges à suspension requièrent une période de rodage suffisamment longue pour que les performances du siège se stabilisent avant l'essai. Effectuer le rodage prescrit dans l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 7.1.2.

5.4.1 Essai avec excitation simulée

Trois essais doivent être menés pour chaque sujet, conformément à l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 9.1. La durée effective de chaque essai doit être d'au moins 300 s.

Les résultats des mesurages effectués sur le siège a_{WS} et sur la plate-forme a_{WP} peuvent être corrigés, comme indiqué dans l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 9.1, dernier alinéa, de façon à les rapporter aux conditions de référence pour l'excitation simulée.

La présente Norme internationale définit les vibrations d'entrée pour quatre classes de spectre (I, II, III et IV). Chaque classe est définie par une densité spectrale de puissance normalisée, $G_p^*(f)/G_o$, et la valeur efficace de l'accélération mesurée sur la plate-forme (voir les tableaux 1 et 2 et la figure 2).

Les sièges de tous les engins, à l'exception des chargeuses sur roues, sont essayés suivant une seule classe spectrale. Les chargeuses sur roues accomplissent généralement deux tâches spécifiques (charge et transport correspondant à la conduite, et cycle court correspondant au chargement). Par conséquent, les essais suivant les classes spectrales II et III doivent être conduits. Voir les tableaux 2 et 3.

5.4.2 Essai d'amortissement

Le siège doit être chargé avec une masse inerte de 75 kg, puis excité par une vibration sinusoïdale comprise entre 0,5 Hz et 3 Hz. La masse inerte doit, si nécessaire, être fixée au siège de façon à éviter qu'elle ne bouge ou ne tombe du siège.

La plage de fréquences doit être balayée, soit en continu entre 0,5 Hz et 3 Hz et retour à 0,5 Hz, soit par échelons d'au plus 0,05 Hz. Le balayage des fréquences doit être effectué pendant au moins 80 s.

L'essai d'amortissement et le calcul du facteur de transmission à la résonance doivent être conduits conformément à l'ISO 10326-1:1992, paragraphe 9.2.

La valeur efficace de l'accélération pondérée en fréquence, $a_{WP}(f)$, pour une excitation à l'entrée verticale correspondant à une amplitude de déplacement constant, est définie comme suit:

pour les classes I, II et III:

$$a_{WP}(f) = 25 \frac{f^2}{\sqrt{2}}$$

pour la classe IV et pour l'excitation longitudinale:

$$a_{WP}(f) = 15 \frac{0,6 f^2}{\sqrt{2}}$$

5.5 Tolérances sur les vibrations d'entrée

Les excitations d'entrée appliquées sur le siège, telles que définies en 5.4, peuvent être produites sur un simulateur seulement avec un certain degré d'approximation. De façon à être acceptable, l'essai doit satisfaire aux conditions indiquées en 5.5.1 à 5.5.3.

5.5.1 Fonction de distribution

Il convient d'utiliser les procédures ayant une densité de probabilité de Gauss, tronquée à 3,5 fois l'écart-type.

5.5.2 Densité spectrale de puissance normalisée

La densité spectrale de puissance de l'accélération mesurée sur la plate-forme est considérée comme représentative de $G_p^*(f)$ si, et seulement si,

a) pour $f_1 \leq f \leq f_2$:

$$\frac{G_p^*(f)}{G_o} - 0,2 \left| \frac{G_p^*(f)}{G_o} \right|^{1/2} \leq \frac{G_p(f)}{G_o} \leq \frac{G_p^*(f)}{G_o} + 0,2 \left| \frac{G_p^*(f)}{G_o} \right|^{1/2}$$

b) pour $f < f_1$ et $f > f_2$:

$$0 \leq \frac{G_p(f)}{G_o} \leq 0,08 \text{ si } \frac{G_p^*(f)}{G_o} \leq 0,04$$

c)

$$(1 - 0,2) \int_{f_1}^{f_2} \frac{G_p^*(f)}{G_o} df \leq \int_{f_1}^{f_2} \frac{G_p(f)}{G_o} df \leq (1 + 0,2) \int_{f_1}^{f_2} \frac{G_p^*(f)}{G_o} df$$

Ces tolérances sont illustrées à la figure 3. Les valeurs numériques de f_1 et f_2 sont:

$f_1 = 1$ Hz pour les classes I, II et III

$f_1 = 3$ Hz pour la classe IV

$f_2 = 4$ Hz pour les classes I et II

$f_2 = 16$ Hz pour la classe III

$f_2 = 18$ Hz pour la classe IV

5.5.3 Valeur efficace de l'accélération

La valeur efficace de l'accélération obtenue au cours de tous les essais doit se situer dans une plage relative de ± 10 % par rapport à la valeur de référence:

$$\begin{cases} 0,9a_{WP}^* \leq a_{WP} \leq 1,1a_{WP}^* \\ 0,9a_p^* \leq a_p \leq 1,1a_p^* \\ 0,9a_p^*(f) \leq a_p(f) \leq 1,1a_p^*(f) \end{cases}$$

NOTE 1 Pour l'essai d'amortissement, les vibrations de la plate-forme peuvent être mesurées par déplacement d'un capteur. Dans ce cas, la tolérance de ± 10 % est applicable à l'amplitude de déplacement.

6 Conditions pour la réception du siège

Les conditions pour la réception du siège sont les suivantes:

— le facteur de transmission $T(f_i)$ à la résonance sur l'axe z ne doit pas dépasser

1,5 pour les classes I et II, et

2 pour les classes III et IV;

— l'amplitude des vibrations sur l'axe z transmise aux opérateurs lourd et léger ne doit pas dépasser (en termes d'accélération) 1,25 m/s².

7 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

a) nom et adresse du fabricant du siège;

b) modèle, numéro de produit et de série du siège;

c) date de l'essai;

d) durée du rodage, en heures;

e) type du matériel de mesure et disque interface de mesure utilisé (semi-rigide ou rigide);

f) caractéristiques de l'essai avec excitation simulée;

g) transmission des vibrations aux sujets lors de l'essai avec excitation simulée:

— masse des sujets, en kilogrammes,

— facteur de transmission des amplitudes efficaces du siège (facteur SEAT), et/ou

— accélération corrigée au niveau du siège;

h) facteur de transmission à la résonance lors de l'essai d'amortissement et fréquence de résonance ou, en variante, fonction de transfert pour une excitation sinusoïdale;

i) nom de la personne responsable de l'essai;

j) identification du laboratoire d'essai.

Tableau 1 — Définition des classes de spectre des vibrations d'entrée

Classe de spectre des vibrations d'entrée	$G_p^*(f)/G_0$	Fréquences de coupure du filtre, f_c				
		LP ₆	LP ₁₂	HP ₁₂	LP ₂₄	HP ₂₄
I	1,275 5 (HP ₂₄) ² (LP ₂₄) ²	—	—	—	2,5 Hz	1,5 Hz
II	1,128 5 (HP ₂₄) ² (LP ₂₄) ²	—	—	—	3 Hz	1,5 Hz
III	1,451 7 (HP ₂₄) ² (LP ₆) ²	3,5 Hz	—	—	—	1,5 Hz
IV	2,314 (HP ₁₂) ² (LP ₁₂) ²	—	9 Hz	6,5 Hz	—	—

$$LP_6 = \frac{1}{1 + s}$$

$$LP_{12} = \frac{1}{1 + 1,414s + s^2}$$

$$HP_{12} = \frac{s^2}{1 + 1,414s + s^2}$$

$$LP_{24} = \frac{1}{1 + 2,613s + 3,414s^2 + 2,613s^3 + s^4}$$

$$HP_{24} = \frac{s^4}{1 + 2,613s + 3,414s^2 + 2,613s^3 + s^4}$$

où

$$s = \frac{jf}{f_c}$$

NOTE — Les abréviations HP et LP désignent respectivement les filtres passe-haut et passe-bas de type Butterworth. Les indices indiquent la pente du filtre, en décibels par octave. Ce tableau définit complètement les filtres passe-bande en fonction des fréquences de coupure et des pentes.

Tableau 2 — Caractéristiques des vibrations d'entrée simulées sur l'axe z pour différents types d'engins

Type d'engin		Vibrations d'entrée		Valeur efficace de l'accélération sur la plate-forme a_p^* m/s ²	Valeur pondérée efficace de l'accélération sur la plate-forme a_{WP}^* m/s ²	Plage de fréquences pour calculer a_{WP}^*	
		Classe	G_o (m/s ²) ² /Hz			Plage de fréquences	Bande d'octave Hz
Niveleuse	sans suspension par ressort	I	4,155 3	2,352	1,715	de 0,708 Hz à 11,22 Hz	8
	avec suspension par ressort	II	2,410 2	2,05	1,595		
Tracteur sur roues, chargeuse à roues	charge et transport	II	2,410 2	2,05	1,595		
	cycle court	III	0,764 6	1,976	1,678		
Tracteurs sur roues		III	0,764 6	1,976	1,678	de 0,708 Hz à 22,39 Hz	16
Tracteur à chenilles, chargeuses à chenilles		IV	0,341 4	1,692	1,397		

Tableau 3 — Formulaire de rapport d'essai d'excitation simulée des sièges

Engin à l'essai:

Axe d'excitation:

Classe spectrale:

$a_p^* =$ m/s²

$a_{WP}^* =$ m/s²

Désignation		a_p m/s ²	a_{WP} m/s ²	a_{WS} m/s ²	Facteur SEAT	a_{WS}^* m/s ²
Opérateur léger: kg Masse ajoutée: kg	1 ^{er} essai					
	2 ^e essai					
	3 ^e essai					
	Moyenne arithmétique					
Opérateur lourd: kg Masse ajoutée: kg	1 ^{er} essai					
	2 ^e essai					
	3 ^e essai					
	Moyenne arithmétique					

Valeur prescrite pour réception du siège: $a_{WS}^* = 1,25 \text{ m/s}^2$ (sur l'axe z).

NOTE — Le siège de l'opérateur de chargeuses sur roues doit être soumis à deux essais: l'un pour simuler les opérations de chargement et de transport (coefficient 0,2), l'autre les opérations à cycle court (coefficient 0,8). La valeur moyenne de a_{WS}^* doit être comparée avec la valeur prescrite pour la réception du siège (1,25 m/s²) et être calculée comme suit:

$$a_{WS}^* = \sqrt{0,2a_{WS1}^{*2} + 0,8a_{WS2}^{*2}}$$

où

a_{WS1}^* est la valeur correspondant à l'essai simulant les opérations de chargement et de transport;

a_{WS2}^* est la valeur correspondant à l'essai simulant le cycle court.

Tableau 4 — Formulaire de rapport d'essai d'amortissement

Engin à l'essai:	.....
Axe de vibrations:	.....
$a_p^*(f) =$	.....	m/s ²
$a_s(f_i) =$	.....	m/s ²
$a_s^*(f_i) =$	.....	m/s ²
$f_i =$	.....	Hz
$T(f_i) =$	.....

NOTE — Le graphe de la fonction de transfert de fréquences peut également être fourni.

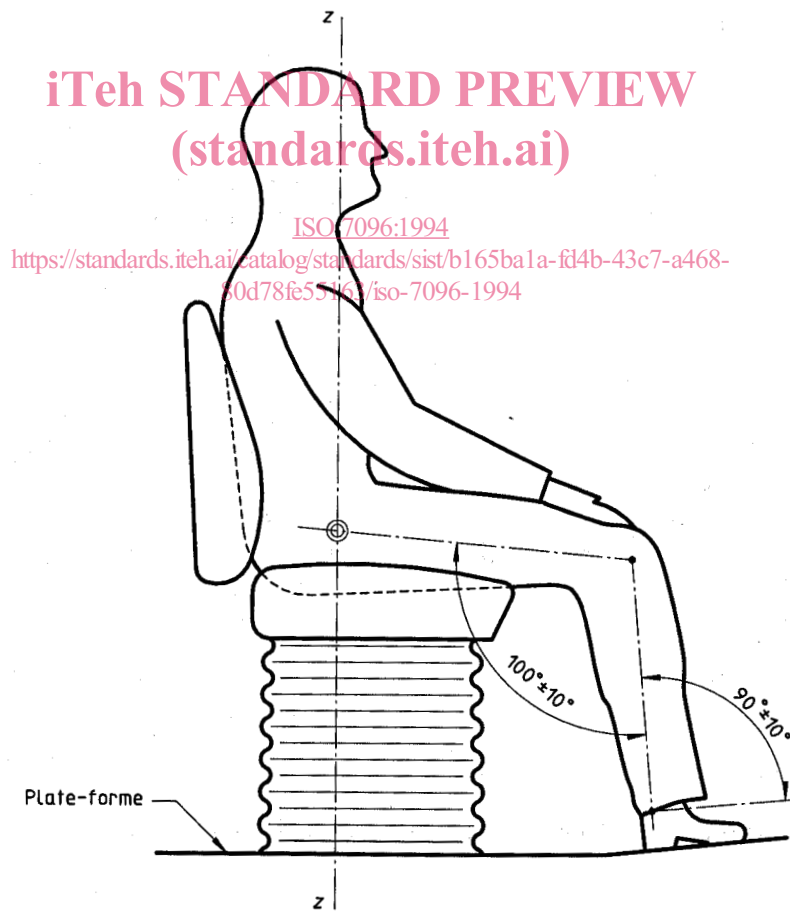


Figure 1 — Posture du sujet effectuant les essais