
**Vibrations mécaniques des machines
tournantes ou alternatives —
Exigences relatives aux appareils de
mesure de l'intensité vibratoire**

*Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery —
Requirements for instruments for measuring vibration severity*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2954:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d6d8140b-c35b-4040-9289-5e1fdccc9d20/iso-2954-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2954:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d6d8140b-c35b-4040-9289-5e1fdccc9d20/iso-2954-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

	Page
Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Grandeurs mesurées	1
5 Exigences générales	2
6 Exigences applicables au capteur de vibrations et au câble de jonction	8
7 Exigences applicables au dispositif indicateur	9
8 Exigences d'alimentation	10
9 Mode d'emploi	10
Annexe A (informative) Méthode d'essai des indicateurs de tension efficace	11
Bibliographie	14

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 2954:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d6d8140b-c35b-4040-9289-5e1fdccc9d20/iso-2954-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d6d8140b-c35b-4040-9289-5e1fdccc9d20/iso-2954-2012>

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/IEC, 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. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote.

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 2954 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 3, *Utilisation et étalonnage des instruments de mesure des vibrations et des chocs*.

iTeh STANDARD PREVIEW

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2954:1975), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes: [ISO 2954:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d6d8140b-c35b-4040-9299-5016cc992636/iso-2954-2012)

- Les filtres sont définis en tant que filtres Butterworth de troisième ordre normalisés.
- La norme couvre désormais d'autres gammes de fréquences que celle de 10 Hz à 1 000 Hz.

Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Exigences relatives aux appareils de mesure de l'intensité vibratoire

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les conditions auxquelles doit satisfaire un appareil de mesurage de l'intensité vibratoire des machines lorsque les inexactitudes du mesurage effectué sur le carter de machines, notamment en cas de mesurages répétés pour le suivi de tendance d'une machine en particulier, ne doivent pas excéder une valeur spécifiée.

Les appareils concernés par la présente Norme internationale indiquent ou enregistrent directement la vitesse efficace de vibration, définie comme unité de mesure.

NOTE 1 Une méthode de contrôle de l'indication de la valeur efficace vraie est décrite dans l'[Annexe A](#). Cette méthode s'applique principalement aux appareils qui ne reposent pas sur la conversion moderne analogique-numérique et sur le calcul numérique de la valeur efficace, mais également aux appareils qui reposent sur ceux-ci.

NOTE 2 En limitant leur gamme de fréquences de mesurage, ces appareils peuvent être utilisés pour d'autres applications exigeant la même précision, pour le mesurage de la vitesse de vibration des bâtiments, des tunnels, des ponts, etc. Des mesurages de la phase peuvent être facultativement inclus.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

ISO 10816-1:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 1: Lignes directrices générales*

ISO 10816-6:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*

3 Termes et définitions

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

4 Grandeurs mesurées

Les grandeurs mesurées données dans le [Tableau 1](#) sont utilisées pour décrire les vibrations mécaniques des parties non tournantes.

L'intégration et la dérivation des grandeurs mesurées sont autorisées pour la composante à large bande ou fréquence discrète des signaux (voir l'ISO 10816-1:1995, Annexe A).

La grandeur vibratoire maximale mesurée est appelée intensité vibratoire. Elle peut être associée à un degré de sévérité vibratoire (voir, par exemple, l'ISO 10816-6:1995, Tableau 1).

NOTE Autrefois, l'intensité vibratoire désignait uniquement la vitesse efficace de vibration maximale en bande large de 10 Hz à 1 000 Hz. La présente Norme internationale spécifie les exigences applicables à ce type d'appareil particulier mais permet également l'utilisation d'autres gammes de fréquences.

Il convient que l'appareil soit de préférence être capable de mesurer les grandeurs données dans le [Tableau 1](#) mais il doit au moins mesurer la vitesse de vibration efficace sur la gamme de fréquences définie en [5.3](#).

Si les valeurs à des fréquences discrètes sont extraites des mesures à large bande, le filtre passe-bande doit avoir une bande passante appropriée. La phase peut également être mesurée relativement à une référence sur l'arbre ou à une source similaire pour donner le vecteur de vibration avec sa grandeur sous forme d'amplitude ou de valeur efficace.

La grandeur mesurée réelle doit être affichée et/ou sortie sous forme de signal de tension analogique ou de donnée numérique. Le fabricant de l'appareil doit donner des informations sur la ou les interface(s) qui doivent être conformes aux normes courantes.

Tableau 1 — Grandeurs mesurées sur les parties non tournantes

Grandeur mesurée	Unité ^a	Valeur large bande ^b	À des fréquences discrètes ^c	
Déplacement ^d	µm	valeur efficace	—	amplitude crête à crête
Vitesse de vibration ^e	mm/s	valeur efficace	amplitude crête	—
Accélération ^f	m/s ²	valeur efficace ^g	amplitude crête	—

^a D'autres unités telles que les pouces, les pouces par seconde et les grammes sont couramment utilisées dans certaines parties du monde et peuvent être acceptées. Toutefois, il convient d'utiliser de préférence les unités du système international.

^b Sur une gamme de fréquences définie (voir en [5.3](#)).

^c Directement mesurées ou extraites de mesures à large bande avec un filtre passe-bande. La phase peut également être mesurée pour donner le vecteur de vibration si une deuxième voie et un signal de référence sont disponibles.

^d Notamment pour les machines de faibles vitesses.

^e Utilisée comme grandeur mesurée générale.

^f Notamment pour les machines de vitesses élevées et pour les paliers à roulements. Voir l'ISO 10816-1:1995, Figure 6 ou l'ISO 10816-6:1995, Annexe C.

^g Pour les mesurages sur paliers à roulements, la grandeur crête est également habituelle.

5 Exigences générales

5.1 Un appareil de mesure des vibrations comprend généralement: un capteur de vibrations, un dispositif indicateur et un système d'alimentation en courant.

5.2 Les exigences spécifiées dans le présent paragraphe s'appliquent aux caractéristiques générales de l'ensemble du capteur et du dispositif indicateur. Les [Articles 6](#) et [7](#) contiennent les exigences détaillées pour chacun de ces dispositifs principaux.

5.3 La gamme de fréquences des appareils de mesure de l'intensité vibratoire doit aller de 10 Hz à 1 000 Hz mais peut inclure d'autres gammes (Dans certaines parties de l'ISO 10816,^[4] une fréquence de coupure basse de 2 Hz voire moins est utilisée. Les exigences applicables à la réponse en fréquence peuvent être obtenues d'après les formules données en [5.4](#)).

5.4 A l'intérieur de la gamme de fréquences de mesure, la sensibilité ne doit pas s'écarter de la sensibilité de référence à la fréquence de référence de plus des grandeurs données dans le [Tableau 2](#) et illustrées dans les [Figures 1](#) et [2](#) pour une fréquence de référence de 79,4 Hz.

NOTE La fréquence de référence peut également être égale à 1 000 rad/s, soit environ 160 Hz.

Le gabarit limite est une combinaison de filtres passe-haut et passe-bas de type Butterworth de troisième ordre. Ces composantes sont définies comme suit:

a) passe-haut

$$H_h(s) = 1 / \left[1 + \frac{\omega_1}{Q_1 s} + \left(\frac{\omega_1}{Q_2 s} \right)^2 + \left(\frac{\omega_1}{s} \right)^3 \right] \quad (1)$$

b) passe-bas

$$H_l(s) = 1 / \left[1 + \frac{s}{Q_3 \omega_2} + \left(\frac{s}{Q_4 \omega_2} \right)^2 + \left(\frac{s}{\omega_2} \right)^3 \right] \quad (2)$$

Le produit $H_h(s) H_l(s)$ représente la fonction de transfert du gabarit limite.

Tableau 2 — Sensibilité relative par rapport à la sensibilité de référence et valeurs limites de l'écart admissible dans l'intervalle de fréquence de 1 Hz à 10 000 Hz pour un appareil de bande passante entre 10 Hz et 1 000 Hz

Fréquence Hz	Sensibilité relative nominale dB	Sensibilité relative maximale admise dB	Sensibilité relative minimale admise dB	Tolérance dB	Valeurs nominales	Valeurs maximales admises	Valeurs minimales admises
1	-60,0	-40,0	-80,0	±20	0,001	0,010 0	0,000 1
1,26	-54,0	-38,0	-70,0	±16	0,002 0	0,012 6	0,000 3
1,58	-48,0	-36,0	-60,0	±12	0,004 0	0,015 8	0,001 0
2,00	-42,0	-34,0	-50,0	±8	0,007 9	0,020 0	0,003 2
2,51	-36,0	-32,0	-40,0	±4	0,015 8	0,025 1	0,010 0
3,16	-30,0	-26,0	-34,0	±4	0,031 6	0,050 1	0,019 9
3,98	-24,0	-20,0	-28,0	±4	0,063	0,100	0,040
5,01	-18,1	-16,1	-20,1	±2	0,125	0,157	0,099
6,31	-12,3	-10,3	-14,3	±2	0,244	0,307	0,194
7,94	-7,0	-5,0	-9,0	±2	0,448	0,564	0,356
10	-3,01	-1,01	-5,01	±2	0,707	0,890	0,562
12,6	-0,97	-0,14	-1,89	+0,83 -0,92	0,894	0,984	0,804
15,8	-0,27	0,56	-1,19	+0,83 -0,92	0,970	1,067	0,872
20,0	-0,07	0,76	-0,99	+0,83 -0,92	0,992	1,092	0,892
25,1	-0,02	0,81	-0,94	+0,83 -0,92	0,998	1,098	0,898
31,6	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900

NOTE 1 Les fréquences utilisées sont les fréquences de tiers d'octave de base théorique 10 définies dans l'IEC 61260. Les fréquences nominales données dans l'ISO 266 peuvent également être utilisées car les écarts sont minimes.

NOTE 2 Les limites de bande passante sont conformes aux limites de 10 % de l'ISO 2954:1975, exprimées ici en décibels. Les tolérances aux fréquences de coupure ont été produites pour suivre la courbe théorique du filtre plutôt que pour essayer de maintenir les tolérances précises de l'ISO 2954:1975.

Tableau 2 (suite)

Fréquence Hz	Sensibilité relative nominale dB	Sensibi- lité relative maximale admise dB	Sensibi- lité relative minimale admise dB	Tolérance dB	Valeurs nominales	Valeurs maximales admises	Valeurs minimales admises
39,8	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
50,1	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
63,1	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
79,4	0,00	0,00	0,00	+0,83 -0,92	1,000	1,000	1,000
100	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
126	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
158	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
200	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
251	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
316	0,00	0,83	-0,92	+0,83 -0,92	1,000	1,100	0,900
398	-0,02	0,81	-0,94	+0,83 -0,92	0,998	1,098	0,898
501	-0,07	0,76	-0,99	+0,83 -0,92	0,992	1,092	0,892
631	-0,27	0,56	-1,19	+0,83 -0,92	0,970	1,067	0,872
794	-0,97	-0,14	-1,89	+0,83 -0,92	0,894	0,984	0,804
1 000	-3,01	-1,01	-5,01	±2	0,707	0,890	0,562
1 259	-7,0	-5,0	-9,0	±2	0,448	0,564	0,356
1 585	-12,3	-10,3	-14,3	±2	0,244	0,307	0,194
1 995	-18,1	-16,1	-20,1	±2	0,125	0,157	0,099
2 512	-24,0	-20,0	-28,0	±4	0,063	0,100	0,040
3 162	-30,0	-26,0	-34,0	±4	0,031 6	0,050 1	0,019 9
3 981	-36,0	-32,0	-40,0	±4	0,015 8	0,025 1	0,010 0
5 012	-42,0	-34,0	-50,0	± 8	0,007 9	0,020 0	0,003 2
6 310	-48,0	-36,0	-60,0	± 12	0,004 0	0,015 8	0,001 0

NOTE 1 Les fréquences utilisées sont les fréquences de tiers d'octave de base théorique 10 définies dans l'IEC 61260. [8] Les fréquences nominales données dans l'ISO 266 [1] peuvent également être utilisées car les écarts sont minimes.

NOTE 2 Les limites de bande passante sont conformes aux limites de 10 % de l'ISO 2954:1975, exprimées ici en décibels. Les tolérances aux fréquences de coupure ont été produites pour suivre la courbe théorique du filtre plutôt que pour essayer de maintenir les tolérances précises de l'ISO 2954:1975.

Tableau 2 (suite)

Fréquence	Sensibilité relative nominale	Sensibilité relative maximale admise	Sensibilité relative minimale admise	Tolérance	Valeurs nominales	Valeurs maximales admises	Valeurs minimales admises
Hz	dB	dB	dB	dB			
7 943	-54,0	-38,0	-70,0	± 16	0,002 0	0,012 6	0,000 3
10 000	-60,0	-40,0	-80,0	± 20	0,001	0,010 0	0,000 1

NOTE 1 Les fréquences utilisées sont les fréquences de tiers d'octave de base théorique 10 définies dans l'IEC 61260.[8] Les fréquences nominales données dans l'ISO 266[4] peuvent également être utilisées car les écarts sont minimes.

NOTE 2 Les limites de bande passante sont conformes aux limites de 10 % de l'ISO 2954:1975, exprimées ici en décibels. Les tolérances aux fréquences de coupure ont été produites pour suivre la courbe théorique du filtre plutôt que pour essayer de maintenir les tolérances précises de l'ISO 2954:1975.

L'interprétation la plus courante de ces équations s'effectue dans le domaine fréquentiel où lesdites équations décrivent le module (amplitude) et la phase du gabarit limite en fonction de la pulsation imaginaire:

$$s = j2\pi f = j\omega \quad (3)$$

où

ω est la pulsation, en radians par seconde;

f est la fréquence, en hertz.

NOTE 1 Le symbole p est parfois utilisé au lieu du symbole s .

NOTE 2 Il est possible d'interpréter le symbole s en tant que variable de la transformée de Laplace.

Les grandeurs des réponses du filtre sont alors données comme suit:

— passe-haut

$$|H_h(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega_1/\omega)^6}} \quad (4)$$

— passe-bas

$$|H_l(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega/\omega_2)^6}} \quad (5)$$

— passe-bande

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega_1/\omega)^6}} \frac{1}{\sqrt{1+(\omega/\omega_2)^6}} \quad (6)$$

Se reporter à l'avant-dernier paragraphe et à 5.3, où f_1 peut être une quelconque fréquence de coupure basse appropriée et f_2 peut être une quelconque fréquence de coupure haute appropriée.

Les paramètres applicables à la gamme de fréquences de mesure allant de 10 Hz à 1 000 Hz sont:

$$f_1 = 10 \text{ Hz} \quad Q_1 = Q_3 = 1/2$$

$$f_2 = 1 000 \text{ Hz} \quad Q_2 = Q_4 = 1/\sqrt{2}$$

Pour réduire le plus possible les erreurs de mesure causées par l'influence des vibrations avec des composantes fréquentielles en dehors de la gamme de fréquences de mesure, la sensibilité doit diminuer rapidement et de manière clairement définie aux limites de la gamme de fréquences de

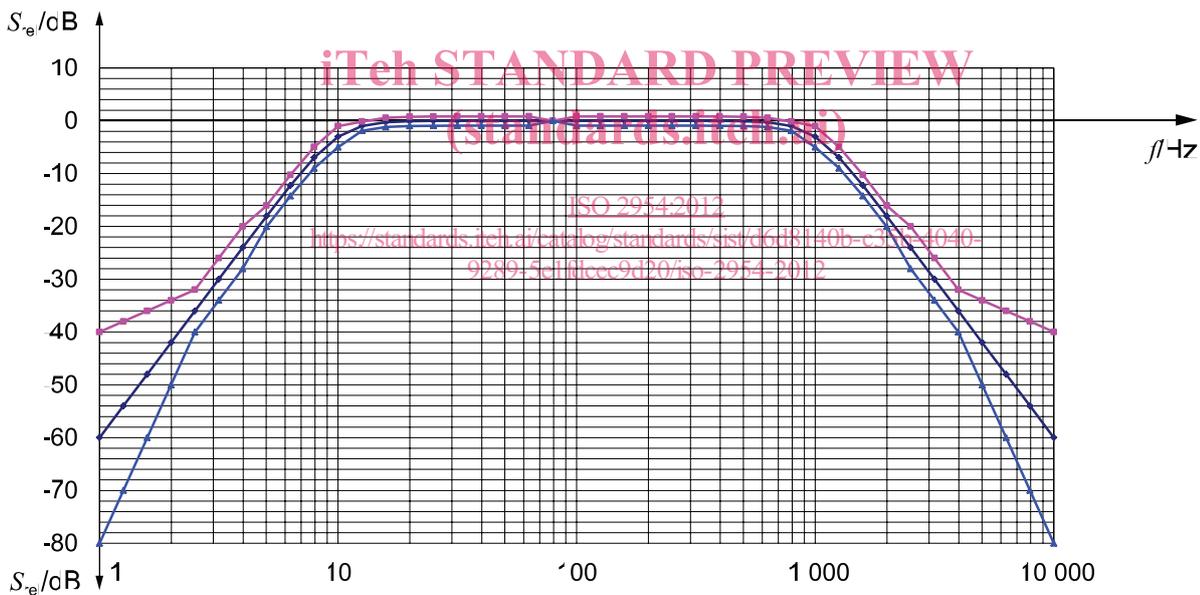
mesurage. Les valeurs nominales requises pour la sensibilité et les valeurs minimale et maximale admises sont données dans le [Tableau 2](#).

Afin d'éviter tout malentendu sur l'allure de la courbe de sensibilité entre les fréquences de coupure données dans le [Tableau 2](#), les [Figures 1](#) et [2](#) représentent la courbe de la valeur nominale de la sensibilité relative ainsi que les limites de la tolérance admise à l'intérieur de la gamme complète de fréquences, de 1 Hz à 10 000 Hz.

Si le total est obtenu, par exemple en utilisant un filtrage à bande étroite, toutes les contributions à l'intérieur de la gamme de fréquences de 1 Hz à 10 000 Hz doivent être additionnées.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de réduire ou augmenter à nouveau les limites haute ou basse de la gamme de fréquences de mesurage afin d'éviter l'influence des vibrations qui n'ont rien à voir avec l'estimation des caractéristiques de vibration d'une machine ou afin d'inclure des fréquences élevées. À cet effet, l'appareil peut être muni de filtres passe-haut ou passe-bas additionnels ou modifiés. Il est recommandé de choisir les fréquences de coupure, f_1 et f_2 , de ces filtres conformément aux spécifications de tiers d'octave de l'IEC 61260[8] dans la gamme de 1 Hz à 10 000 Hz et la pente de ces filtres conformément aux spécifications de la présente Norme internationale.

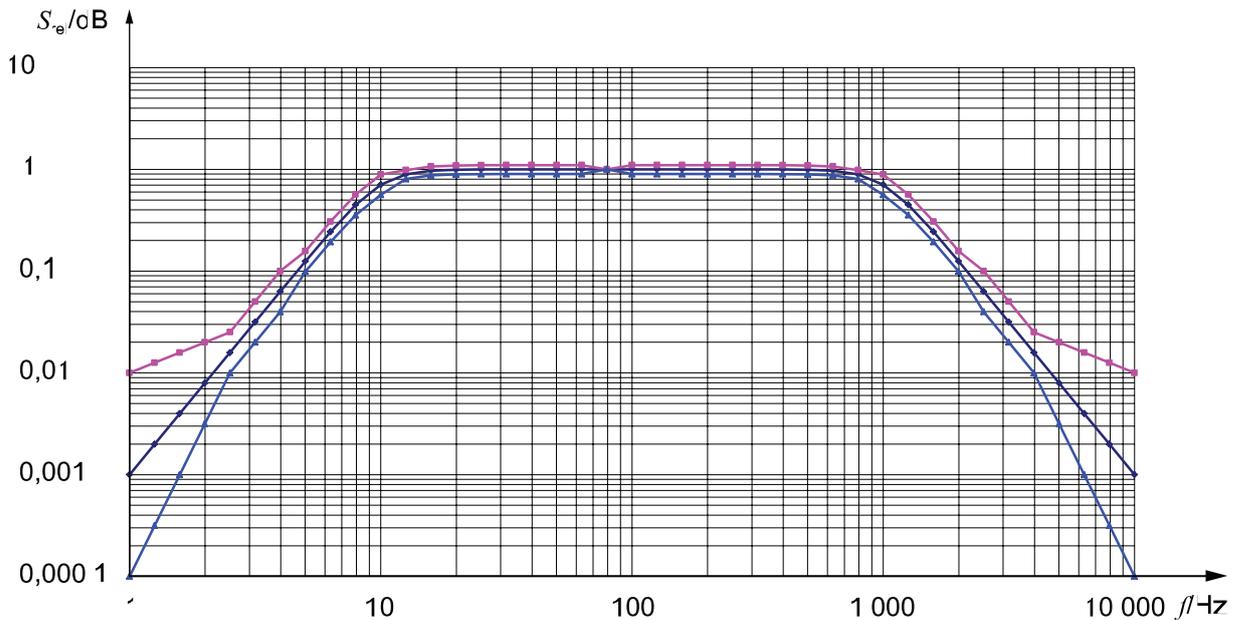
L'intensité vibratoire peut être mesurée conformément aux différentes parties de l'ISO 10816[4] en modifiant les paramètres des filtres. Pour éviter toute erreur, il est nécessaire d'indiquer les fréquences de coupure à 3 dB pour la gamme de fréquences de mesurage ainsi que la valeur mesurée, par exemple v_{rms} (2 Hz à 1 000 Hz) = 7,5 mm/s.



Légende

- S_{rel} sensibilité relative
- f fréquence

Figure 1 — Valeurs nominales en décibels de la sensibilité relative et limites des tolérances admises



Légende

S_{rel} sensibilité relative

f fréquence

Figure 2 — Valeurs absolues nominales de la sensibilité relative et limites des tolérances admises (standards.iteh.ai)

5.5 La gamme de mesure choisie (si elle est disponible) doit être telle que l'indication du niveau minimal d'intensité vibratoire à mesurer soit égale à 10 % au moins de la valeur totale de l'échelle. Les niveaux minimal et maximal de l'intensité vibratoire doivent être indiqués, par exemple «Appareil de mesure de l'intensité vibratoire dans la gamme de mesure de 0,28 mm/s à 28 mm/s».

5.6 L'incertitude de l'appareil de mesure de l'intensité vibratoire se compose des tolérances admises sur la réponse en fréquence, conformément à 5.4, et de l'incertitude en valeur absolue de la sensibilité pour la fréquence de référence (c'est-à-dire l'incertitude d'étalonnage). L'incertitude de mesure peut atteindre au maximum $\pm 10\%$ de la valeur indiquée, incertitude d'étalonnage incluse, de 10 % à 100 % de la valeur totale de l'échelle.

Ces limites d'incertitude valent pour toute la gamme de températures de fonctionnement admise pour le capteur de vibrations et le dispositif indicateur (voir en 6.4), pour tous les types de raccordement du capteur de vibrations (voir l'Article 6), pour toutes les longueurs de câble de jonction entre le capteur de vibrations et le dispositif indicateur fourni par le fabricant et pour une variation de $\pm 10\%$ de la tension d'alimentation. Les limites doivent inclure l'incertitude d'étalonnage.

Un seul des paramètres d'influence ci-dessus doit être vérifié à la fois.

5.7 Lors de l'étalonnage, le capteur doit être excité par une vibration sinusoïdale dont la direction ne s'écarte pas de plus de $\pm 5^\circ$ par rapport à l'axe de sensibilité principal du capteur. La distorsion harmonique totale de la vibration d'excitation ne doit pas dépasser 5 %. La vitesse de la vibration d'excitation doit être connue avec une incertitude élargie (valeur 2σ) supérieure à 3 % dans toute la gamme de fréquences de mesure.

Il est recommandé de régler la valeur de référence de la sensibilité à la fréquence de référence et aux niveaux de vibration appropriés aux gammes disponibles et à une température ambiante à $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$. Il est également recommandé de vérifier les autres valeurs de référence.