

NORME INTERNATIONALE

ISO
8579-2

Première édition
1993-02-01

Code de réception des engrenages —

Partie 2:

Détermination des vibrations mécaniques d'une transmission par engrenages au cours des essais de réception

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8579-2:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/492152-61a8-4878-875d-5142555905f0/iso-8579-2-1993>

Part 2: Determination of mechanical vibrations of gear units during acceptance testing



Numéro de référence
ISO 8579-2:1993(F)

Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Référence normative	1
3 Définitions	1
4 Généralités	2
5 Instruments de mesurage	3
6 Mesurage des vibrations	4
7 Critères d'essai	4
8 Niveaux d'acceptation	5
9 Rapport d'essai	5

Annexes

A Relation entre la forme des ondulations des déplacements, vitesses et accélérations	8
B Effets du système	10
C Considérations sur les instruments de mesurage des vibrations et sur leurs caractéristiques	11
D Évaluation subjective des vibrations	13
E Bibliographie	15

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 8579-2 a été élaborée conjointement par les comités techniques ISO/TC 60, *Engrenages* et ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

L'ISO 8579 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Code de réception des engrenages*:

- *Partie 1: Détermination du niveau de puissance acoustique émis dans l'air par les transmissions par engrenages*
- *Partie 2: Détermination des vibrations mécaniques d'une transmission par engrenages au cours des essais de réception*

Les annexes A, B, C, D et E de la présente partie de l'ISO 8579 sont données uniquement à titre d'information.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8579-2:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4522132-61a8-4878-875d-5b4e55c599a5/iso-8579-2-1993>

Code de réception des engrenages —

Partie 2:

Détermination des vibrations mécaniques d'une transmission par engrenages au cours des essais de réception

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 8579 prescrit les méthodes pour la détermination des vibrations mécaniques des transmissions par engrenages réducteurs ou multiplicateurs de vitesse, logés individuellement dans leur carter. Elle prescrit également des méthodes pour le mesurage des vibrations des arbres et des logements de paliers, et les types d'instrumentation, les méthodes de mesurage et les procédures d'essais pour la détermination des niveaux de vibration. Elle inclut également les niveaux de vibration acceptables.

Le mesurage des vibrations de torsion d'un système d'engrenages ne fait pas l'objet de la présente partie de l'ISO 8579.

La présente partie de l'ISO 8579 est applicable uniquement à une transmission par engrenages soumise à essais et fonctionnant à la vitesse, sous la charge, au niveau de température et avec le lubrifiant prévus lors de sa conception; les essais de réception étant réalisés dans les locaux du fabricant. Sous réserve d'accord préalable, la transmission par engrenages peut être essayée dans un autre local mais aux conditions recommandées par le fabricant. Le mesurage des vibrations d'une transmission par engrenages réalisé en service peut nécessiter l'utilisation d'autres Normes internationales sur l'évaluation des vibrations.

La présente partie de l'ISO 8579 n'est pas applicable aux trains d'engrenages spéciaux ou auxiliaires d'entraînement, tels que compresseurs, pompes et turbines à engrenages intégrés, etc., et aux engrenages de prise de puissance.

NOTE 1 Il convient que les limites d'acceptation pour les essais qui seraient effectués sur ces types d'équi-

pement soient spécifiées séparément. Toutefois, sous réserve d'accord, la présente partie de l'ISO 8579 ou d'autres normes peuvent s'appliquer pour de tels équipements.

1.2 Lorsque des dispositions spéciales sont requises pour le mesurage des vibrations, il convient que la méthode de mesurage et le degré d'acceptation fassent l'objet d'un accord préalable entre les parties.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 8579. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8579 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 2041:1990, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8579, les définitions données dans l'ISO 2041 et la définition suivante s'appliquent. Pour faciliter l'utilisation de la présente partie de l'ISO 8579, quelques définitions ont été tirées de l'ISO 2041:1990.

3.1 **transducteur sans contact:** Transducteur qui convertit une distance ou un déplacement en un si-

gnal électrique qui est proportionnel à cette distance ou à ce déplacement.

3.2 accélération: Vecteur qui représente la dérivée d'une vitesse par rapport au temps.

[ISO 2041, 1.3]

NOTE 2 Voir annexe A.

3.3 déplacement; déplacement relatif: Grandeur vectorielle qui définit le changement de position d'un corps ou d'un point matériel par rapport à un système de référence.

[ISO 2041, 1.1]

NOTE 3 Voir annexe A.

3.4 réponse en fréquence: Signal de sortie exprimé en fonction de la fréquence du signal d'entrée. La réponse en fréquence est généralement donnée graphiquement par des courbes indiquant la variation du signal de sortie, et, s'il y a lieu, du déphasage ou de l'angle de phase en fonction de la fréquence.

[ISO 2041, B.13]

3.5 valeur de crête à crête (d'une vibration): Différence algébrique entre les valeurs extrêmes de la vibration.

[ISO 2041, 2.35]

3.6 valeur moyenne quadratique; valeur efficace: Pour une fonction univoque $f(t)$ dans un intervalle de temps entre t_1 et t_2 , racine carrée de la moyenne des carrés de cette fonction dans cet intervalle.

NOTES

4 La valeur efficace d'une fonction univoque $f(t)$ dans un intervalle entre t_1 et t_2 est égale à

$$\text{valeur efficace} = \left[\int_{t_1}^{t_2} f(t)^2 dt / (t_2 - t_1) \right]^{1/2}$$

5 Dans le domaine des vibrations, la valeur moyenne des vibrations est nulle. Dans ce cas, la valeur efficace est égale à l'écart-type (σ), et la moyenne des carrés est égale à la variance (σ^2).

[ISO 2041, A.37]

3.7 transducteur: Dispositif conçu pour recevoir de l'énergie de la part d'un système et en fournir, soit sous la même forme, soit sous une forme différente,

à un autre système de telle façon que les caractéristiques recherchées de l'énergie reçue apparaissent à la sortie.

[ISO 2041, 4.1]

3.8 vitesse; vitesse relative: Valeur qui représente la dérivée du déplacement par rapport au temps.

[ISO 2041, 1.2]

NOTE 6 Voir annexe A.

3.9 vibration: Variation dans le temps de l'intensité d'une grandeur caractéristique du mouvement ou de la position d'un système mécanique, lorsque l'intensité est alternativement plus grande et plus petite qu'une certaine valeur moyenne ou de référence.

[ISO 2041, 2.1]

4 Généralités

4.1 Système concerné

Il convient que la transmission par engrenages soit essayée en minimisant autant que possible les effets du système (voir annexe B).

4.2 Effets du système

Les niveaux de vibration d'une transmission par engrenages travaillant à ses valeurs de service, peuvent être défavorablement influencés par des facteurs incontrôlables par le fabricant d'engrenages; ces facteurs sont énumérés à l'annexe B. Il est préférable d'estimer la vibration du système complet et de contrôler les effets de celui-ci au stade initial de la conception du système de transmission. Il convient que la responsabilité du contrôle soit parfaitement définie à ce stade et que les parties concernées soient avisées de ces décisions.

4.3 Mesurage sur l'arbre ou sur le logement de palier

Les vibrations de la transmission par engrenages peuvent être mesurées de deux manières, c'est-à-dire soit sur les logements de paliers, soit sur les arbres. Les mesurages des vibrations du logement sont à préférer lorsque la transmission par engrenages est supportée par des paliers à billes ou à rouleaux présentant de petits jeux et donnant lieu à de faibles mouvements relatifs entre l'arbre et ses paliers.

Les mesurages des vibrations exécutés à la fois sur l'arbre et les logements de paliers peuvent être utilisés pour des transmissions par engrenages supportées par des paliers lisses. Les mesurages de vibration de l'arbre peuvent fournir des informations

détaillées qui peuvent ne pas être évidentes lors des mesurages des vibrations des logements. Ceci ne se produit que pour des niveaux de fréquences limités (notamment de 0 Hz à 500 Hz). Les mesurages des vibrations des logements ont l'avantage de pouvoir être exécutés dans une très large fourchette de fréquences et une plage dynamique étendue, ce qui est essentiel lorsqu'on considère les fréquences d'engrènement. Voir les dispositions de 1.2.

Les instruments de mesure, chacun ayant ses caractéristiques propres (voir annexe C), doivent faire l'objet d'un choix judicieux, fonction de la transmission par engrenages et des conditions de travail considérées. Il est souvent utile de combiner les mesurages des vibrations sur arbres et logements de paliers en vue d'obtenir le déplacement absolu des arbres de la transmission par engrenages.

Lorsque les conditions de fonctionnement au cours de l'essai s'écartent considérablement des conditions de service, la détermination des données de vibration doit tenir compte de la différence de ces conditions.

acceptables pour des vitesses de rotation d'arbre inférieures à 3 000 tr/min ou pour des signaux de fréquence inférieurs à 200 Hz et des vitesses tangentielles inférieures à 30 m/s.

5.1.2 Instrument de mesure sur logement de palier

Le type recommandé de transducteur pour le mesurage des vibrations du logement de palier est du type sismique. L'équipement à utiliser doit comprendre un instrument électrique à détection de la valeur efficace vraie permettant la détermination, en millimètres par seconde, de la valeur quadratique moyenne de la vitesse des vibrations. Le mode de montage des appareils pouvant influencer la réponse en fréquence du transducteur, il est recommandé de monter celui-ci à l'aide d'une vis, d'un goujon ou de colle. Un montage magnétique d'accéléromètres légers est acceptable pour des fréquences inférieures ou égales à 3 000 Hz, pour autant que la plus haute fréquence fondamentale d'engrènement des dentures soit inférieure à 1 000 Hz. Les mesurages par contact manuel ne sont pas admis.

iTeh STANDARD PREVIEW

5 Instruments de mesure (standards.iteh.ai) 5.2 Gamme de fréquences de mesure

5.1 Type

Les vibrations doivent être mesurées par un transducteur ou, pour la mesure des vitesses des déplacements, par n'importe quel instrument ayant une précision connue dans une gamme de fréquences donnée. L'instrument doit également avoir un signal électrique de sortie d'une précision connue, fonction de la vitesse ou du déplacement, ou de ces deux éléments. Le transducteur doit être utilisé dans son étendue de mesure spécifiée qui est fonction du mode de montage et des conditions particulières d'environnement, telles que température, champ magnétique, état de surface, etc., qui lui sont propres; en outre, il doit être monté suivant la méthode prescrite. Le type et l'utilisation de l'ensemble des instruments de mesure des vibrations doivent se conformer aux Normes internationales appropriées. Il convient que les instruments de mesure comportent la possibilité d'analyser des bandes étroites de fréquences, d'une largeur n'excédant pas un tiers d'octave.

5.1.1 Instrument de mesure sur l'arbre

Le type recommandé de transducteur pour le mesurage des vibrations de l'arbre est un transducteur sans contact. L'appareil doit permettre une lecture des valeurs crête à crête des déplacements de vibration. Toutefois, des transducteurs à contact sont

La gamme de fréquences des instruments de mesure doit être telle qu'elle permette de mesurer la vitesse de rotation la plus faible de l'arbre et la fréquence d'engrènement des dentures la plus élevée. Il convient que la gamme de fréquences de mesure des déplacements de l'arbre soit de 0 Hz à 500 Hz. Il est recommandé que la gamme de fréquences de mesure des vitesses du logement de palier, obtenue par intégration des mesurages de l'accélération, soit de préférence comprise entre 10 Hz et 10 000 Hz ou plus.

5.3 Erreur tolérée

L'ensemble des instruments de mesure, y compris transducteur et autres instruments à lecture, doit être capable d'indiquer le niveau des vibrations avec une erreur tolérée de lecture de 10 %, ceci sur l'ensemble de la gamme des températures de travail.

5.4 Étalonnage

Les instruments à lecture directe utilisés pour le mesurage des vibrations doivent être contrôlés par rapport à un signal de référence, et les ajustements nécessaires doivent être effectués immédiatement avant chaque série de mesurages; ils doivent être contrôlés à nouveau immédiatement après chaque série de mesurages des vibrations.

Il convient que des étalonnages de l'équipement complet de mesure soient effectués au moins une fois tous les deux ans.

6 Mesurage des vibrations

6.1 Mesurage des vibrations de l'arbre

Il convient de mesurer l'amplitude des vibrations des arbres par rapport aux logements de paliers. Il est recommandé d'utiliser des transducteurs sans contact, de les situer aussi près que possible des paliers et de les relier à une partie rigide du carter. Les vibrations de l'arbre doivent être mesurées suivant trois directions orthogonales (perpendiculaires entre elles), une d'entre elles étant parallèle à l'axe de l'arbre. Un seul transducteur axial, par arbre, est donc nécessaire. Le nombre et la situation des transducteurs doivent faire l'objet d'un accord mutuel entre les parties.

Il est recommandé que les battements mécanique et électrique n'excèdent pas $6 \mu\text{m}$ ou 25 % du déplacement de vibration accepté à la fréquence de rotation de l'arbre; il convient d'adopter la plus grande de ces deux valeurs. Les battements mécanique et électrique de l'arbre au droit du transducteur peuvent être soustraits de la lecture des vibrations afin d'aboutir aux niveaux réels des vibrations, ceci sous réserve de maintenir sans changement en grandeur et en phase la relation entre le battement et le mesurage de la vibration de l'arbre. L'erreur admissible de mesurage des vibrations réelles, après une telle soustraction, ne peut excéder celle prescrite en 5.3.

6.2 Mesurage des vibrations du logement de palier

Les vibrations du logement de palier doivent être mesurées sur une partie rigide de celui-ci, telle que le support de palier. On doit éviter de faire le mesurage sur un logement qui ne serait pas un support de palier; en effet, toute autre partie n'est pas significative du comportement de la transmission par engrenages. Les mesurages doivent être exécutés suivant trois directions orthogonales, deux d'entre elles (de préférence horizontale et verticale) étant situées dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation des engrenages. Il est recommandé d'exécuter les mesurages à chaque extrémité accessible des supports du palier de la transmission par engrenages. Si l'un de ces supports est inaccessible, on peut situer le mesurage en un point de montage le plus proche du support. Le nombre et la situation des transducteurs dépendent de la rigidité du logement de palier et du nombre d'arbres; ils doivent faire l'objet d'un accord entre les parties.

6.3 Unités de mesurage

Les unités de mesurage admises sont données dans le tableau 1.

Tableau 1

Grandeur	Unités
Vitesse (valeur moyenne quadratique)	mm/s dB (référence: $v_0 = 5 \times 10^{-6}$ mm/s)
Déplacement (crête à crête)	μm
Fréquence	Hz

7 Critères d'essai

Le mesurage des vibrations d'une transmission par engrenages doit être réalisé au cours des essais effectués dans les locaux du fabricant. Le système d'essai d'une transmission doit, sauf convention contraire avec le client, être fixé par le fabricant.

7.1 Disposition du système d'essai

Le système d'essai de la transmission, la machine motrice, la transmission par engrenages et la charge, doivent être accouplés par des accouplements prévus à cet effet ou par tout autre accouplement ayant un moment massique effectif similaire.

7.2 Conditions d'essai

Les conditions d'essai données de 7.2.1 à 7.2.5 doivent, sauf convention contraire entre les parties, être respectées.

7.2.1 La transmission par engrenages doit être essayée à sa vitesse de service ou, si elle est à vitesse variable, à la moyenne arithmétique de sa gamme de vitesses.

7.2.2 La transmission par engrenages doit être essayée dans le sens de rotation de son fonctionnement normal, ou, si cette dernière est réversible, dans les deux sens de rotation.

7.2.3 Les transmissions par engrenages doivent être essayées à vide ou sous charge très légère destinée à stabiliser le fonctionnement.

7.2.4 Les transmissions par engrenages doivent être essayées en utilisant leur propre système de lubrification et un lubrifiant de viscosité correspondant à celle du lubrifiant prévu pour son fonctionnement.

7.2.5 Le mesurage des vibrations doit être exécuté lorsque le système de transmission par engrenages atteint une température comprise dans la gamme de températures prévues lors de sa conception.

8 Niveaux d'acceptation

Un système d'évaluation des mesurages des déplacements d'arbre et des vitesses du logement de palier est représenté aux figures 1 et 2 afin de constituer une base comparative commune. Il convient que le niveau d'acceptation, pour une application donnée, soit choisi à partir de ces figures et basé sur l'équipement d'essai accepté d'un commun accord antérieurement. L'acceptation peut être établie sur la base d'un seul critère pour l'ensemble de la transmission par engrenages ou sur la base de critères pris séparément pour chaque arbre ou point de mesure. L'annexe D donne des niveaux subjectifs de vibrations pour des ensembles typiques d'engrenages.

8.1 Amplitude des vibrations

Dans les figures 1 et 2, les caractéristiques des vibrations sont données en fonction de la fréquence. Pour l'utilisation de ces figures, il est important de noter que les mesurages ont été réalisés avec filtres. Différentes composantes des vibrations peuvent, à des fréquences différentes, exister simultanément de façon acceptable, chacune des composantes étant à sa limite admissible explicitée par les courbes pour la fréquence envisagée. Un équipement capable d'analyser les fréquences est exigé pour réaliser les essais de vibrations. On doit prendre soin de vérifier que l'équipement choisi permet de décomposer les vibrations en leurs composantes individuelles de fréquences, de telle sorte qu'une comparaison valable puisse être réalisée à l'aide des figures.

8.1.1 Largeur de bande de fréquence

Il convient de tenir compte du fait que la différence de largeur de bande des différents instruments utilisés, tels qu'analyseur un tiers d'octave ou analyseur par transformée de Fourier, peut faire apparaître d'un instrument à l'autre une valeur plus ou moins grande du signal dépendant de la fréquence de la bande considérée et de la quantité de vibrations aléatoires.

8.1.2 Niveau global

Lorsque les données du spectre de fréquences ne sont pas connues ou ne peuvent être obtenues,

l'une ou l'autre des méthodes ci-après peut être utilisée pour fixer le niveau d'acceptation des résultats d'essais:

- le résultat d'essais est acceptable si la valeur nominale non filtrée de la vitesse du logement de palier n'excède pas le maximum d'amplitude de la classe de vitesse (voir figure 2);
- la valeur nominale non filtrée du déplacement d'arbre est tirée de la figure 1 en utilisant la vitesse de rotation de l'arbre comme fréquence discrète de la classe.

NOTE 7 Les dispositions de 1.2, à savoir que «la méthode de mesurage et le degré d'acceptation fassent l'objet d'un accord préalable entre les parties» s'appliquent à l'acceptation du niveau global ou de la largeur de bande de fréquence.¹⁾

8.2 Évaluation de la mesure des déplacements d'arbres

Les valeurs crête à crête des mesurages des déplacements d'arbres peuvent être évaluées par comparaison avec la figure 1. Un arbre d'engrenage doit être évalué sur la base de la ligne la plus basse qui comprend tous les mesurages filtrés des déplacements d'arbres. Une transmission par engrenages particulière doit être évaluée sur la base de l'évaluation la plus haute correspondant à l'ensemble des arbres contrôlés.

8.3 Évaluation de la mesure des vibrations des logements de paliers

Les valeurs moyennes quadratiques des vitesses de vibration du logement de palier peuvent être évaluées par comparaison avec la figure 2. Une position de mesure donnée conduit à une évaluation basée sur la ligne la plus basse qui reprend totalement son spectre complet de vibrations. Une transmission par engrenages particulière doit être évaluée sur la base de l'évaluation la plus haute correspondant à l'ensemble des positions contrôlées.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations données de 9.1 à 9.5.

9.1 Fabricant

Type et définition de la transmission par engrenages soumise à essais.

1) L'utilisation d'une valeur de la figure 1 ou 2 pour un niveau global d'acceptation (non filtré), en lieu et place de mesures filtrées, réduit les vibrations admises (augmente le niveau des vibrations d'une transmission par engrenages), sauf s'il est établi que les vibrations sont principalement dues à un ou deux composants majeurs de la fréquence.

9.2 Données de fonctionnement

Données de mise en œuvre de l'essai, conditions de mise en charge et de fonctionnement au cours de l'essai, y compris montage et caractéristiques des accouplements utilisés.

Une attention particulière doit être accordée à toute condition s'écartant des spécifications prescrites en 7.1 et 7.2.

9.3 Description du dispositif

Description (incluant un croquis dimensionnel de l'ensemble essayé), position, axe et données relatives aux points de mesure individuels, conformément à 6.1 et 6.2.

9.4 Équipements de mesure

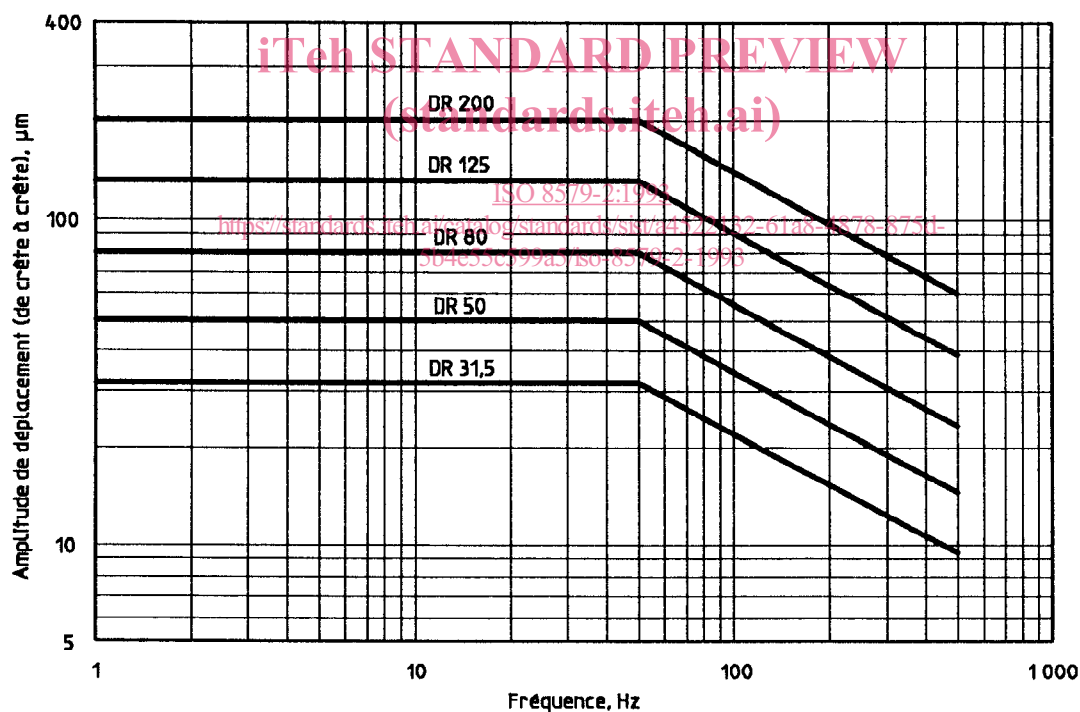
Liste des équipements de mesure utilisés, avec marque et type.

9.5 Mesures et résultats d'essais

Pour chaque position de mesure, un ou plusieurs des points ci-après:

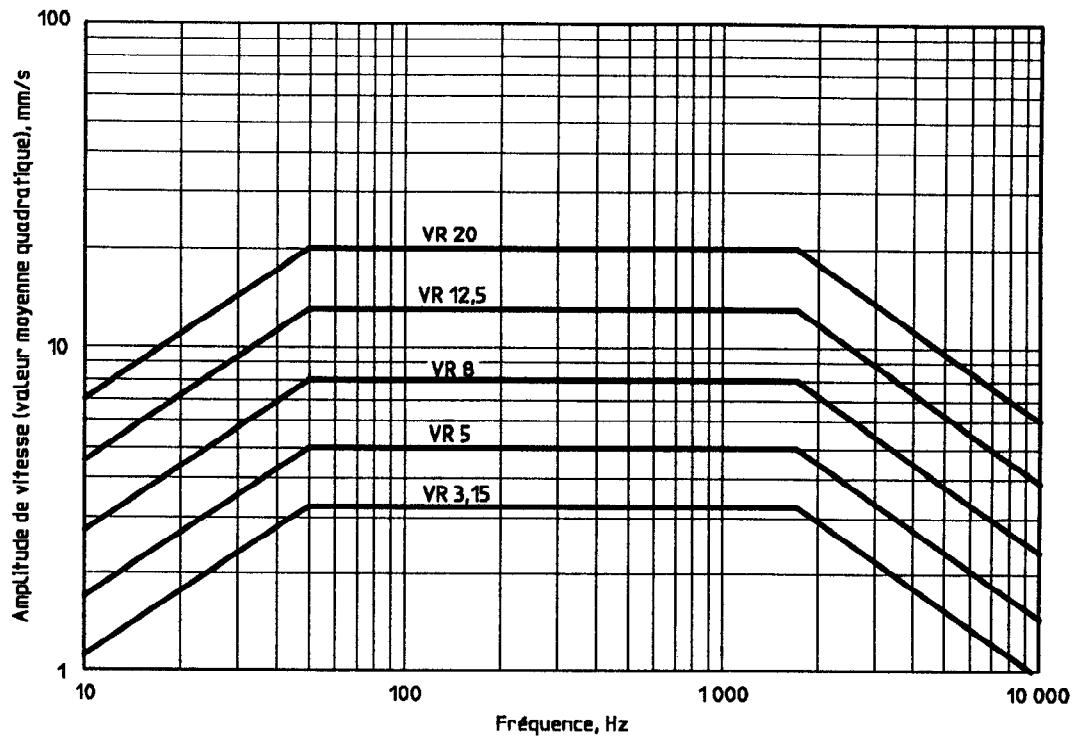
- niveau global des vibrations relevées;
- composantes des fréquences de vibration principales et amplitude;
- spectres de fréquences en bande étroite.

Une indication fluctuante doit être enregistrée au niveau d'une moyenne subjective.



NOTE — Le taux d'évaluation est équivalent au déplacement de la courbe d'évaluation entre 0 Hz et 50 Hz. Au-dessous de 50 Hz, les courbes décroissent de 10 dB par décade.

Figure 1 — Courbes d'évaluation des vibrations d'arbres



NOTE — Le taux d'évaluation est équivalent à la vitesse de la courbe d'évaluation entre 45 Hz et 1 590 Hz. En deçà et au-delà de ces valeurs, les courbes décroissent de 14 dB par décade.

Figure 2 — Courbes d'évaluation des vibrations des logements de paliers

ISO 8579-2:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4522132-61a8-4878-875d-5b4e55c599a5/iso-8579-2-1993>