

NORME
INTERNATIONALE

ISO
10816-1

Première édition
1995-12-15

**Vibrations mécaniques — Évaluation des
vibrations des machines par mesurages sur
les parties non tournantes —**

Partie 1:
(Directives générales)

ISO 10816-1:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9c484068-bd86-4032-8ad6-934b26651488/iso-10816-1-1995>
Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements
on non-rotating parts — 1995

Part 1: General guidelines



Numéro de référence
ISO 10816-1:1995(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 10816-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques*, intéressant les machines, les véhicules et les structures.

Cette première édition de l'ISO 10816-1 annule et remplace l'ISO 2372:1974 et l'ISO 3945:1985, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 10816 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes*:

- *Partie 1: Directives générales*
- *Partie 2: Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW*
- *Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 tr/min et 15000 tr/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ*
- *Partie 4: Ensembles de turbines à gaz, à l'exception des turbines dérivées de celles utilisées en aéronautique*

© ISO 1995

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

- *Partie 5: Groupes générateurs de puissance et installations de pompage hydrauliques*
- *Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*

Les annexes A, B, C, D, E et F de la présente partie de l'ISO 10816 sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10816-1:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93d84068-bd86-4032-8ad6-934ba6f51f88/iso-10816-1-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93d84068-bd86-4032-8ad6-934ba6f51f88/iso-10816-1-1995>

Introduction

La présente partie de l'ISO 10816 est un document de base qui établit des directives générales pour le mesurage et l'évaluation des vibrations mécaniques des machines, prises sur les parties non tournantes (et le cas échéant non alternatives) de machines complètes, telles que les paliers. Des recommandations pour les critères de mesurages et d'évaluation appartenant aux types de machines spécifiques sont données dans les parties complémentaires de la présente Norme.

Pour de nombreuses machines, les mesurages faits sur les parties non tournantes sont suffisants pour caractériser de façon adéquate leurs conditions de marche en ce qui concerne un fonctionnement sans incident et leur influence sur les machines adjacentes. Cependant pour certaines machines, comme celles qui contiennent des rotors flexibles, des mesurages sur les parties non tournantes peuvent ne pas être totalement adéquats. Dans ce cas, il peut être nécessaire de vérifier la machine à l'aide des mesurages sur à la fois les parties tournantes et les parties non tournantes, ou sur les parties tournantes seules. Pour ces machines, les directives présentées dans la présente partie de l'ISO 10816 sont complétées par celles données pour les vibrations des arbres dans l'ISO 7919-1. Si les procédures des deux normes sont appliquées, c'est la plus restrictive qui sera en général prise en compte.

Les mesurages des vibrations peuvent être utilisés à de nombreuses fins y compris le contrôle des opérations de routine, les essais de réception et les recherches analytiques et de diagnostic. La présente partie de l'ISO 10816 est destinée à donner des lignes directrices pour le diagnostic de fonctionnement et les essais de réception uniquement.

Trois paramètres de mesurage primaire (déplacement, vitesse et accélération) sont définis et leurs limites données en 5.3.2. Le fait de suivre ces directives devrait dans la plupart des cas, assurer un fonctionnement satisfaisant.

Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes —

Partie 1: Directives générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10816 fixe les conditions générales et les procédures pour mesurer et évaluer les vibrations à l'aide des mesurages faits sur les parties non tournantes et le cas échéant, les parties non alternatives des machines complètes. Les critères généraux d'évaluation qui sont présentés en termes à la fois d'amplitude de vibration et de changement de vibration, se rapportent à la fois au diagnostic de fonctionnement et aux essais de réception. Ils ont été fournis surtout afin d'assurer un fonctionnement sûr à long terme pour la machine, tout en minimisant les effets parasites sur l'équipement associé. Les directives générales sont également présentées pour fixer des limites de fonctionnement.

Les critères d'évaluation se rapportent uniquement aux vibrations produites par la machine elle-même et non pas aux vibrations qui lui sont transmises de l'extérieur.

Dans la présente partie de l'ISO 10816 est exclue toute considération de vibration torsionnelle.

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 10816. Au moment de la publication, l'édition indi-

quée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10816 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 7919-1:—¹⁾, *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation — Partie 1: Directives générales.*

3 Mesurages

Le présent article décrit les mesurages, procédures et conditions de fonctionnement recommandés pour évaluer les vibrations des machines. Les lignes directrices données permettront l'évaluation des vibrations conformément aux critères et principes généraux donnés à l'article 5.

3.1 Paramètres de mesurages

3.1.1 Gamme de fréquences

Le mesurage des vibrations doit être à large bande de sorte que le spectre de fréquence de la machine soit correctement couvert.

La gamme de fréquences dépendra du type de machine considérée (par exemple la gamme de fré-

1) À publier. (Révision de l'ISO 7919-1:1986)

quences nécessaires pour évaluer l'intégrité de paliers à roulement devrait comprendre des fréquences supérieures à celles nécessaires sur des machines à paliers à film d'huile uniquement).

Les lignes directrices pour les gammes de fréquences des instruments pour les classes de machines spécifiques seront données dans les parties appropriées de la présente partie de l'ISO 10816.

NOTE 1 Dans le passé, la sévérité vibratoire se rapportait souvent à la vitesse de vibration à large bande [mm/s (efficace)] dans la gamme de 10 Hz à 1 000 Hz. Cependant, des gammes de fréquences et des grandeurs de mesure différentes peuvent s'appliquer à des types de machines différents.

3.1.2 Grandeur de mesurage

Aux fins de la présente partie de l'ISO 10816, les grandeurs de mesurage suivantes peuvent être utilisées:

- a) déplacement vibratoire, mesuré en micromètres;
- b) vitesse de vibration, mesurée en millimètres par seconde;
- c) accélération de vibration, mesurée en mètres par seconde carrée.

L'utilisation, l'application et les limites de ces grandeurs sont discutées plus loin à l'article 5.

En général, il n'y a pas de relation simple entre l'accélération, la vitesse et le déplacement à large bande; il n'y en a pas non plus entre crête (0-p), crête-à-crête (p-p), moyenne quadratique (eff) et valeurs moyennes de vibration. Les raisons sont discutées brièvement dans l'annexe A qui définit aussi quelques relations précises entre les grandeurs ci-dessus lorsque le résidu harmonique de l'onde de vibration est connue.

Afin d'éviter toute confusion et d'assurer une interprétation correcte, il est important en tout temps d'identifier clairement la grandeur de mesurage et le paramètre [par exemple μm (p-p), mm/s (eff)].

3.1.3 Amplitude des vibrations

Le résultat des mesurages faits avec un instrument qui répond aux exigences de l'article 4 s'appelle l'amplitude des vibrations en un point et dans une direction de mesurages spécifiques.

Il est pratique courante, sur la base de l'expérience, lors de l'évaluation des vibrations à large bande de machines tournantes de considérer la valeur efficace

de la vitesse de vibration, puisque elle peut être liée à l'énergie vibratoire. Cependant, on peut préférer d'autres grandeurs comme le déplacement ou l'accélération et les valeurs de crête au lieu des valeurs efficaces. Dans ce cas, il faut d'autres critères qui ne sont pas nécessairement simplement liés aux critères basés sur les valeurs efficaces.

3.1.4 Sévérité vibratoire

Normalement les mesurages sont faits à des postes de mesure et en deux ou trois directions de mesurage, ce qui amène un ensemble de valeurs d'amplitude de vibration différentes. La valeur maximum d'amplitude à large bande mesurée dans des conditions convenues de support de machine et de fonctionnement se définit comme la sévérité vibratoire.

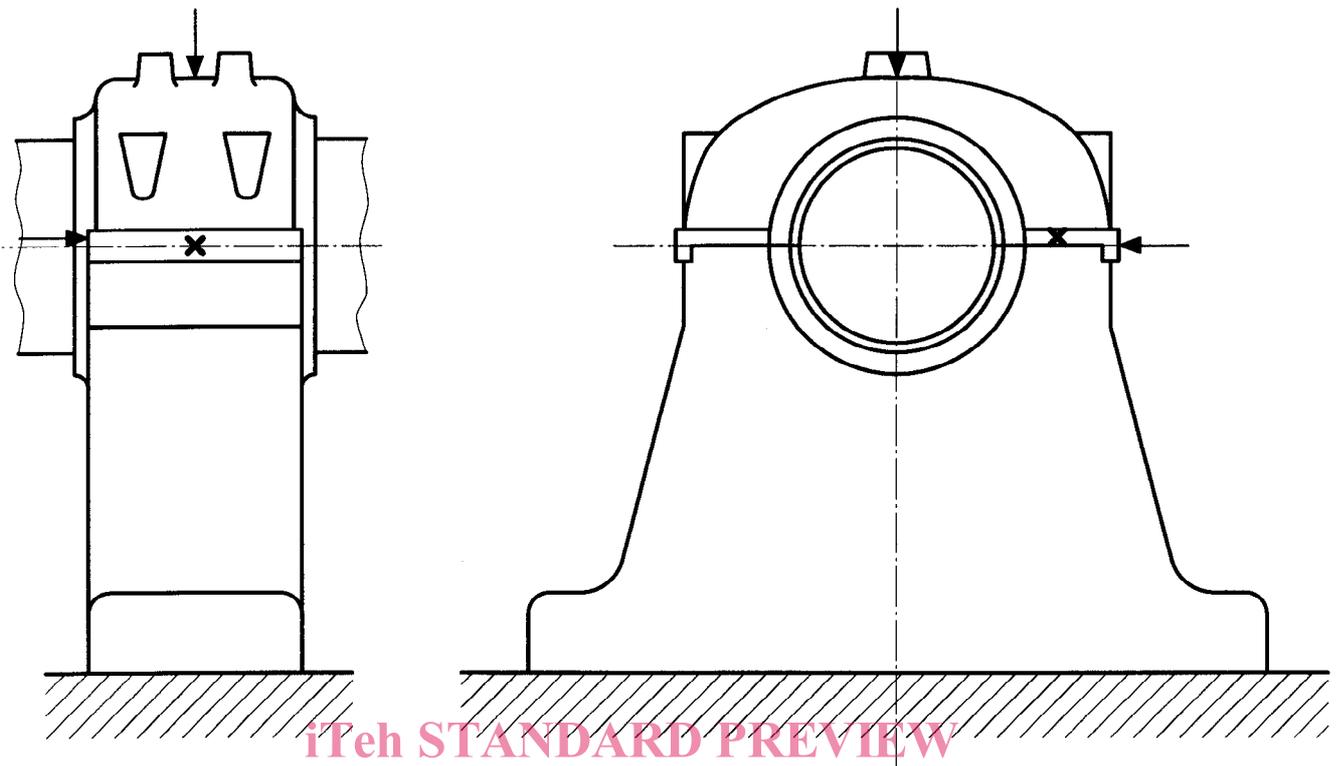
Pour la plupart des types de machine une seule valeur de sévérité vibratoire caractérisera l'état vibratoire de cette machine. Cependant, pour certaines machines, cette approche peut être inadéquate et la sévérité vibratoire sera alors évaluée de façon indépendante pour les points de mesure en un certain nombre d'endroits.

3.2 Points de mesure

Il convient que les mesurages soient effectués sur les paliers, les logements de paliers ou autres pièces structurales qui répondent de façon significative aux forces dynamiques et qui caractérisent la vibration d'ensemble de la machine. Les endroits de mesurage types sont montrés aux figures 1 à 5.

Définir le comportement vibratoire en chaque point de mesure demande des mesurages dans trois directions mutuellement perpendiculaires. Effectuer la totalité des mesurages représentés sur les figures 1 à 5 n'est généralement requis que pour les essais de réception. L'exigence pour le contrôle des opérations est satisfaite habituellement en effectuant un mesurage ou les deux en direction radiale (c'est-à-dire normalement dans les directions horizontale-transversale et/ou verticale). Elles peuvent être complétées par un mesurage de la vibration axiale. Cette dernière est normalement d'extrême importance aux endroits des paliers à butée où se transmettent les forces dynamiques axiales directes.

Des recommandations détaillées pour les types de machine spécifiques sont fournies dans les parties supplémentaires de l'ISO 10816.



iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Figure 1 — Points de mesure pour paliers sur bâti

ISO 10816-1:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93d84068-bd86-4032-8ad6-934ba6f51f88/iso-10816-1-1995>

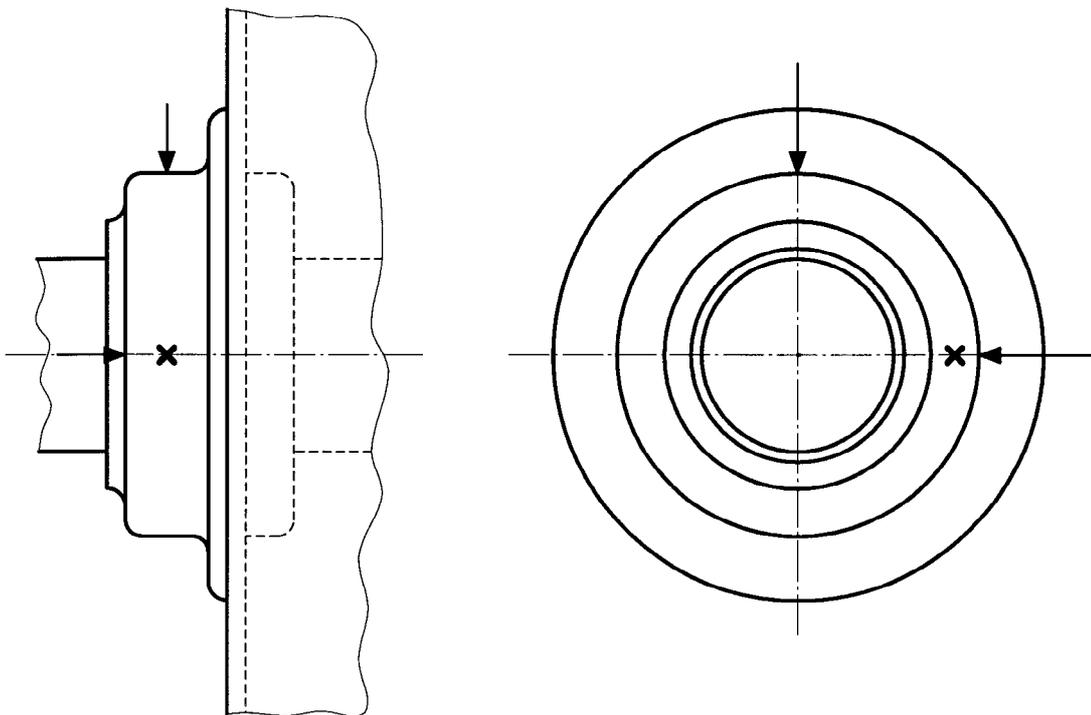


Figure 2 — Points de mesure pour paliers à boîtier

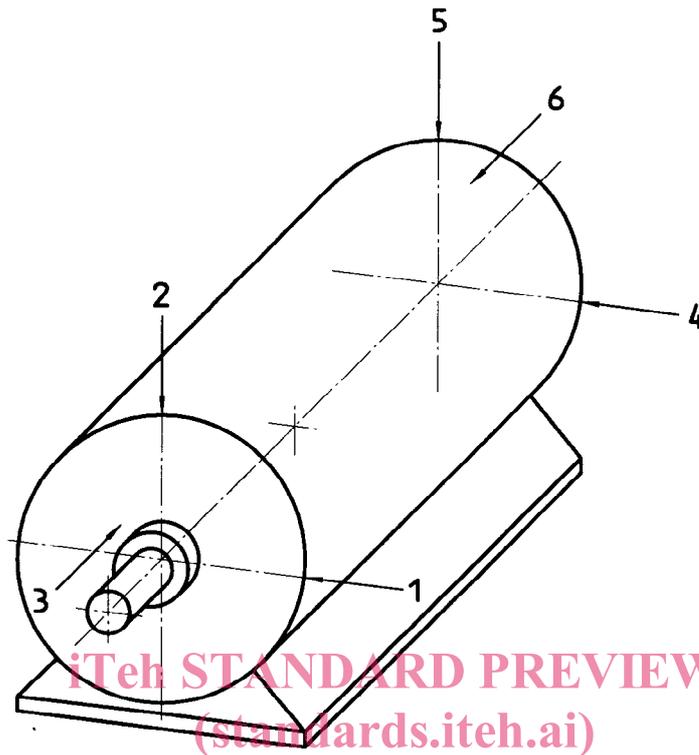


Figure 3 — Points de mesure pour petites machines électriques

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93d84068-bd86-4032-8ad6-934ba6f51f88/iso-10816-1-1995>

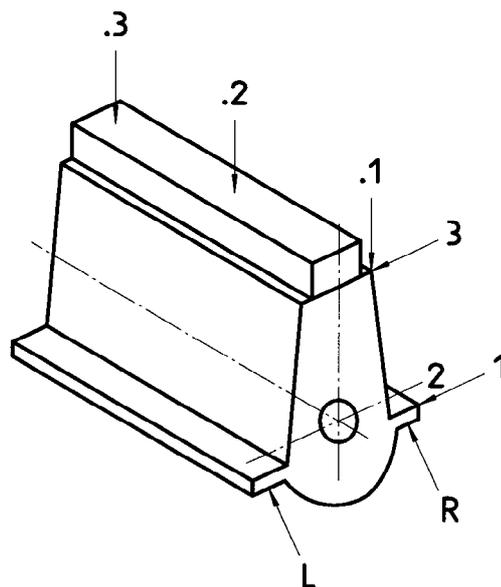


Figure 4 — Points de mesure pour moteurs alternatifs

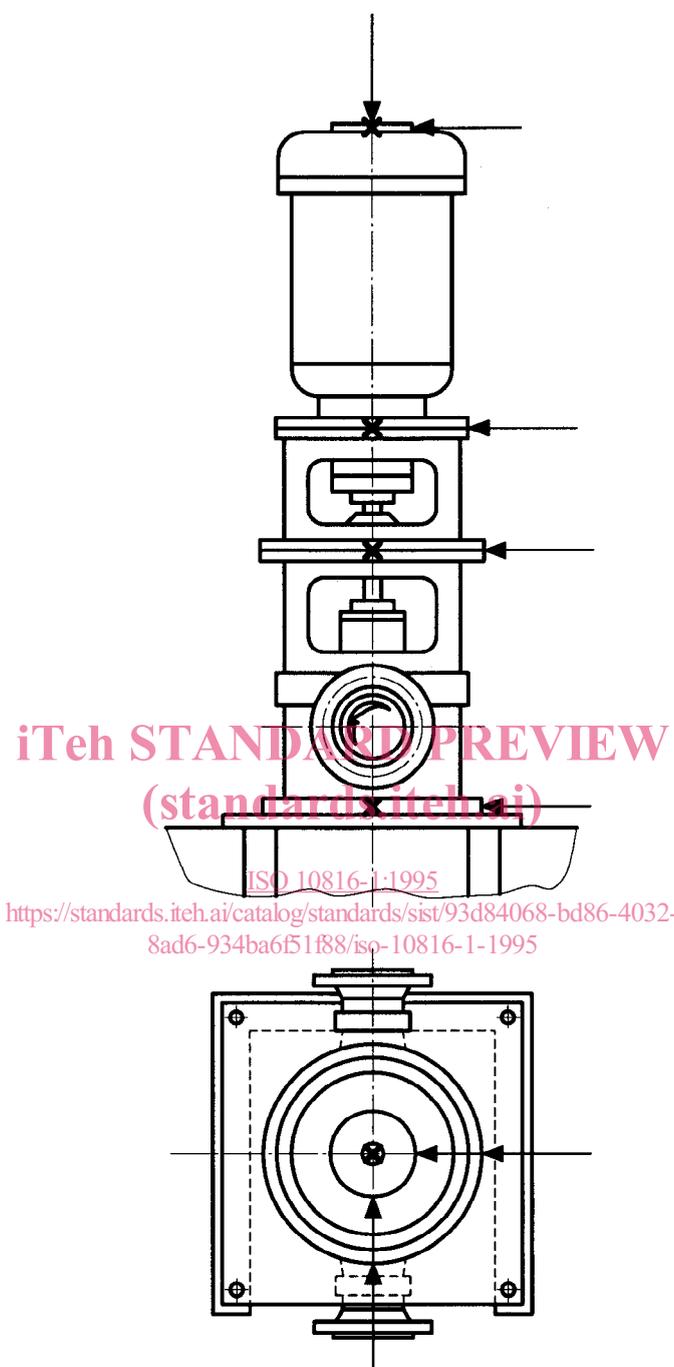


Figure 5 — Points de mesurage pour ensembles de machines verticales

3.3 Structure de support de la machine en essais de réception

3.3.1 In situ

Lorsque les essais de réception sont effectués in situ, la structure de support sera celle fournie pour la machine. Dans ce cas, il est important de s'assurer que tous les principaux composants de la machine et de la structure sont bien installés lorsque l'essai est effectué.

Il convient de noter que les comparaisons entre machines de même type mais montées sur des fondations différentes ne peuvent être valables que si les fondations en question ont des caractéristiques dynamiques similaires.

3.3.2 En installation d'essai

Il y a de nombreuses catégories de machines pour lesquelles, pour des raisons économiques ou autres, les essais de réception sont effectués sur un banc d'essai qui peut avoir des caractéristiques de structure de support différentes de celles in situ. La structure de support peut affecter de façon significative la vibration mesurée et tous les efforts doivent être faits pour faire en sorte que les fréquences propres de l'implantation d'essai complète ne coïncident pas avec les fréquences de rotation de la machine ou avec l'une des harmoniques significatives.

L'installation d'essai répondra normalement aux exigences si l'amplitude des vibrations mesurées dans les directions horizontale et verticale aux pieds de la machine ou au cadre de base à proximité du support de palier ou des pieds du stator, ne dépasse pas 50 % de l'amplitude de vibration mesurée dans la même direction à ce palier. En outre, l'installation d'essai ne devra pas provoquer de changement substantiel dans l'une quelconque des fréquences de résonance majeures.

Lors des essais de réception, s'il se produit une résonance significative du support qui ne peut pas être éliminée, les essais de réception peuvent devoir être effectués in situ sur la machine complètement installée.

Pour certaines classes de machines (par exemple les petites machines électriques), les essais de réception peuvent être effectués lorsque les machines sont portées par un système résilient. Dans ce cas toutes les fréquences de mode du corps rigide de la machine sur son support devront être inférieures à la moitié de la fréquence d'excitation significative la plus faible de la machine. On peut obtenir des conditions de support appropriées en montant la machine sur une

plaque d'assise résiliente ou par suspension libre sur un ressort souple.

3.4 Structure de support de machine pour surveillance en exploitation

La surveillance en exploitation est effectuée sur une machine complètement installée in situ (c'est-à-dire montée sur sa structure de support définitive).

3.5 Conditions de fonctionnement de la machine

Les essais de vibration doivent être faits après que les conditions de fonctionnement normales convenues ont été atteintes. Des mesurages complémentaires des vibrations qui peuvent être faits dans d'autres conditions ne sont pas applicables pour l'évaluation conformément à l'article 5.

3.6 Évaluation des vibrations de l'environnement

Si l'amplitude des vibrations mesurées dépasse la limite recommandée, il peut alors être nécessaire d'effectuer des mesurages des vibrations de l'environnement machine arrêtée, pour s'assurer qu'elle ne constitue pas une contribution significative aux vibrations observées. Lorsque c'est possible, des mesures devraient être prises pour réduire l'amplitude de la vibration environnementale si elle dépasse le tiers des limites recommandées.

4 Instrumentation

L'instrumentation utilisée doit être conçue pour fonctionner de façon satisfaisante dans l'environnement où elle sera utilisée, par exemple, en ce qui concerne la température, l'humidité, etc. Il faut faire tout particulièrement attention à ce que le capteur de vibration soit correctement monté et que sa présence n'affecte pas les caractéristiques de réponse des vibrations de la machine.

Deux systèmes d'instruments sont actuellement d'usage courant pour contrôler la vibration à large bande, notamment:

- a) les instruments qui utilisent des circuits détecteurs de valeur efficace et affichent les valeurs efficaces;
- b) les instruments qui utilisent des circuits détecteurs soit de valeur efficace, soit de moyenne mais qui sont gradués pour afficher les valeurs crête-à-crête ou de crête. La graduation est basée

sur une relation sinusoïdale supposée entre les valeurs efficace, moyenne, crête-à-crête et de crête.

Si l'évaluation de la vibration est basée sur plus d'une grandeur de mesurage (à savoir, déplacement, vitesse, accélération), les instruments utilisés devront permettre de caractériser toutes les grandeurs pertinentes.

Il est souhaitable que le système de mesurage prévoie la possibilité d'un étalonnage en ligne des instruments de lecture et, en outre, qu'il dispose de sorties isolées convenablement permettant toute analyse ultérieure éventuelle.

5 Critères d'évaluation

5.1 Généralités

Le présent article donne les critères et les principes généraux pour procéder à l'évaluation des vibrations de la machine. Les critères d'évaluation se rapportent à la fois à la surveillance en exploitation et aux essais de réception, et ils s'appliquent uniquement aux vibrations produites par la machine elle-même et non aux vibrations transmises de l'extérieur. Pour certaines catégories de machines, les lignes directrices présentées dans la présente partie de l'ISO 10816 sont complétées par celles données pour les vibrations d'arbre dans l'ISO 7919-1. Si les procédures de ces deux Normes internationales sont appliquées, c'est la plus restrictive qui doit en général être prise en compte.

Des critères spécifiques pour différentes catégories et types de machines seront donnés dans les parties pertinentes de l'ISO 10816 à mesure qu'ils sont mis au point.

5.2 Critères

Deux critères d'évaluation sont appliqués pour apprécier la sévérité vibratoire sur diverses classes de machines. Le premier critère considère l'amplitude de la vibration à large bande observée; le second considère les variations d'amplitude, sans tenir compte des augmentations ou diminutions éventuelles.

5.3 Critère I: Amplitude des vibrations

Ce critère sert à définir les limites de l'amplitude absolue des vibrations en fonction des charges dynamiques acceptables sur les paliers et du niveau acceptable de transmission des vibrations au radier

et à la fondation. L'amplitude maximale des vibrations sur chaque palier ou support de palier est évaluée par rapport à quatre zones d'évaluation établies en fonction de l'expérience internationale. L'amplitude maximale des vibrations mesurées est définie comme la sévérité vibratoire (voir 3.1.4).

5.3.1 Zones d'évaluation

Les zones d'évaluation type suivantes sont définies pour permettre une évaluation qualitative des vibrations sur une machine donnée et pour fournir des lignes directrices sur les actions possibles. Une classification différente et un nombre de zones différent peuvent s'appliquer aux types de machines spécifiques qui sont couverts par les parties supplémentaires de l'ISO 10816. Les valeurs intermédiaires pour les zones périmètres sont présentées dans l'annexe B.

Zone A: Les vibrations des machines nouvellement mises en service se placent normalement dans cette zone.

Zone B: Les machines dont les vibrations se situent dans cette zone sont normalement considérées comme acceptables pour un service de longue durée sans restrictions.

Zone C: Les machines dont les vibrations se situent dans cette zone sont normalement considérées comme ne convenant pas pour un service de longue durée en continu. En général, la machine peut fonctionner dans ces conditions pendant une durée limitée jusqu'à ce que l'occasion se présente pour prendre les mesures correctrices qui s'imposent.

Zone D: Les valeurs de vibrations qui entrent dans cette zone sont considérées comme suffisamment importantes pour endommager la machine.

Les valeurs numériques affectées aux limites des zones ne sont pas destinées à servir de spécifications de réception, qui doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant de la machine et le client. Toutefois, ces valeurs fournissent des lignes directrices pour s'assurer que des défauts graves ou des exigences irréalistes sont évités. Dans certains cas, il peut y avoir des caractéristiques spécifiques associées à une machine particulière et qui exigeraient des valeurs différentes (plus élevées ou plus basses) pour les limites de zone. Dans ce cas, il serait normalement nécessaire d'en expliquer les raisons et, en particulier, de confirmer que le fonctionnement de la machine avec des valeurs plus élevées ne présente aucun risque pour la machine.