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

Partie 2:

Turbines à vapeur et alternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW avec des vitesses normales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-a9b3c1e0a98c/iso-10816-2-2001>

Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts —

Part 2: Land-based steam turbines and generators in excess of 50 MW with normal operating speeds of 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min and 3 600 r/min



PDF — Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10816-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-a9b3c1e0a98c/iso-10816-2-2001>

© ISO 2001

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'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 10816 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.

La Norme internationale ISO 10816-2 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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10816-2:1996), dont elle constitue une révision technique. Les critères relatifs aux conditions de fonctionnement en régime transitoire, telles que la montée en vitesse et le ralentissement, font partie intégrante des modifications rédactionnelles.

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: Turbines à vapeur et alternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW avec des vitesses normales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min*
- *Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 r/min et 15 000 r/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*
- *Partie 5: Groupes générateurs de puissance et installations de pompage hydrauliques*
- *Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente partie de l'ISO 10816. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

L'ISO 10816-1 est le document de référence qui décrit les exigences générales pour le mesurage et l'évaluation des vibrations de divers types de machines lorsque les mesurages des vibrations sont effectués sur des parties non tournantes. La présente partie de l'ISO 10816 est applicable aux turbines à vapeur et aux alternateurs.

Les critères d'évaluation présentés, fondés sur l'expérience passée, peuvent être utilisés comme directives d'évaluation du régime vibratoire des machines de ce type. Il faut admettre que ces critères ne constituent pas l'unique référence d'évaluation de la sévérité vibratoire. Pour les turbines à vapeur et les alternateurs, il est également courant d'évaluer les vibrations en fonction des mesurages effectués sur les arbres tournants. Les exigences et critères d'évaluation applicables aux mesurages effectués sur les arbres tournants font l'objet de normes distinctes, à savoir l'ISO 7919-1 et l'ISO 7919-2.

Les procédures d'évaluation figurant dans la présente partie de l'ISO 10816 sont fondées sur des mesurages à large bande. Il est toutefois important de noter que du fait des progrès technologiques, l'utilisation des mesurages à fine bande ou de l'analyse spectrale est de plus en plus courante, particulièrement pour l'évaluation des vibrations, pour la surveillance des machines et aux fins de diagnostics. Les spécifications de critères relatifs à ces mesurages ne relèvent pas du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 10816. Elles sont traitées dans l'ISO 13373-1 relative à la surveillance vibratoire des machines; d'autres parties de l'ISO 13373 sont en cours d'élaboration.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10816-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-a9b3c1e0a98c/iso-10816-2-2001>

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

Partie 2:

Turbines à vapeur et alternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW avec des vitesses normales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10816 donne des lignes directrices spéciales concernant l'évaluation de la sévérité vibratoire mesurée sur les paliers des turbines à vapeur et des alternateurs. Ces lignes directrices sont présentées pour des mesurages in situ des vibrations à large bande, ces mesurages étant effectués dans le sens radial sur les paliers, en termes de:

- vibrations dans des conditions normales de fonctionnement en régime permanent;
- vibrations au cours d'un fonctionnement en régime transitoire, y compris le passage par des vitesses de rotation critiques pendant la montée en vitesse ou le ralentissement;
- changements de vibrations susceptibles de se produire pendant un fonctionnement normal en régime permanent.

[ISO 10816-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-ISO 10816-2:2001)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-ISO 10816-2:2001)

Les directives s'appliquent également aux vibrations axiales mesurées sur des paliers de butée.

La présente partie de l'ISO 10816 est applicable aux turbines à vapeur et aux alternateurs installés sur fondation radier dont la vitesse normale de fonctionnement est égale à 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min ou 3 600 r/min et dont les puissances utiles sont supérieures à 50 MW. Elle inclut également les turbines à vapeur et/ou les alternateurs qui sont couplés directement à une turbine à gaz (telle que pour des cycles d'applications combinés). Dans ce genre de cas, les critères de la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent uniquement à la turbine à vapeur et à l'alternateur. Il convient que l'évaluation des vibrations de la turbine à gaz soit faite conformément à l'ISO 7919-4 et à l'ISO 10816-4.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10816. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10816 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 7919-2, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les arbres tournants — Partie 2: Turbines à vapeur et alternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW avec des vitesses normales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min*

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

3 Procédures de mesurage

Les procédures de mesurage à suivre et l'instrumentation à utiliser sont celles décrites dans l'ISO 10816-1.

Le système de mesurage doit être capable de mesurer des vibrations à large bande sur une gamme de fréquences de 10 Hz à au moins 500 Hz. Toutefois, si l'instrumentation doit également servir aux fins de diagnostic ou de surveillance pendant la montée en vitesse, le ralentissement ou la survitesse de la machine, il peut être nécessaire d'utiliser une gamme de fréquences plus large. En outre, dans des cas particuliers où d'importantes vibrations à basses fréquences risquent d'être transmises à la machine (par exemple dans les régions exposées aux séismes), il peut être nécessaire d'atténuer la réponse de l'instrumentation aux basses fréquences.

Les capteurs destinés à mesurer les vibrations doivent être montés sur une partie rigide de la structure, de sorte qu'ils offrent une sensibilité suffisante aux forces dynamiques de la machine. D'une manière générale, il faut effectuer les mesurages dans deux directions radiales orthogonales sur chaque palier, comme illustré à la Figure 1. Bien qu'il soit possible de placer les capteurs dans n'importe quelle position angulaire sur les paliers, il est généralement préférable de les placer en positions verticale et horizontale.

On peut utiliser un seul capteur radial sur un palier à la place de la paire de capteurs orthogonaux généralement utilisée, dans la mesure où l'on sait que ce capteur fournit des informations suffisantes sur l'amplitude des vibrations de la machine. Il est toutefois généralement nécessaire de prendre des précautions lorsqu'on évalue les vibrations avec un seul capteur dans un plan de mesurage, dans la mesure où le capteur risque de ne pas être orienté de manière à donner une estimation suffisante de la valeur maximale mesurée dans ce plan.

Il n'est pas habituel de mesurer les vibrations axiales au niveau des paliers supportant la charge principale radiale des turbines à vapeur et des alternateurs pour assurer une surveillance continue pendant le fonctionnement. Ce type de mesurage axial est essentiellement utilisé pour effectuer des contrôles périodiques des vibrations ou aux fins de diagnostic. La présente partie de l'ISO 10816 ne fournit aucun critère concernant les vibrations axiales. Toutefois, lorsque les vibrations axiales sont mesurées au niveau des paliers de butée, la sévérité vibratoire peut être évaluée en utilisant les mêmes critères qui sont applicables aux vibrations radiales.

4 Critères d'évaluation

[ISO 10816-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-a9b3c1e0a98c/iso-10816-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-a9b3c1e0a98c/iso-10816-2-2001>

4.1 Généralités

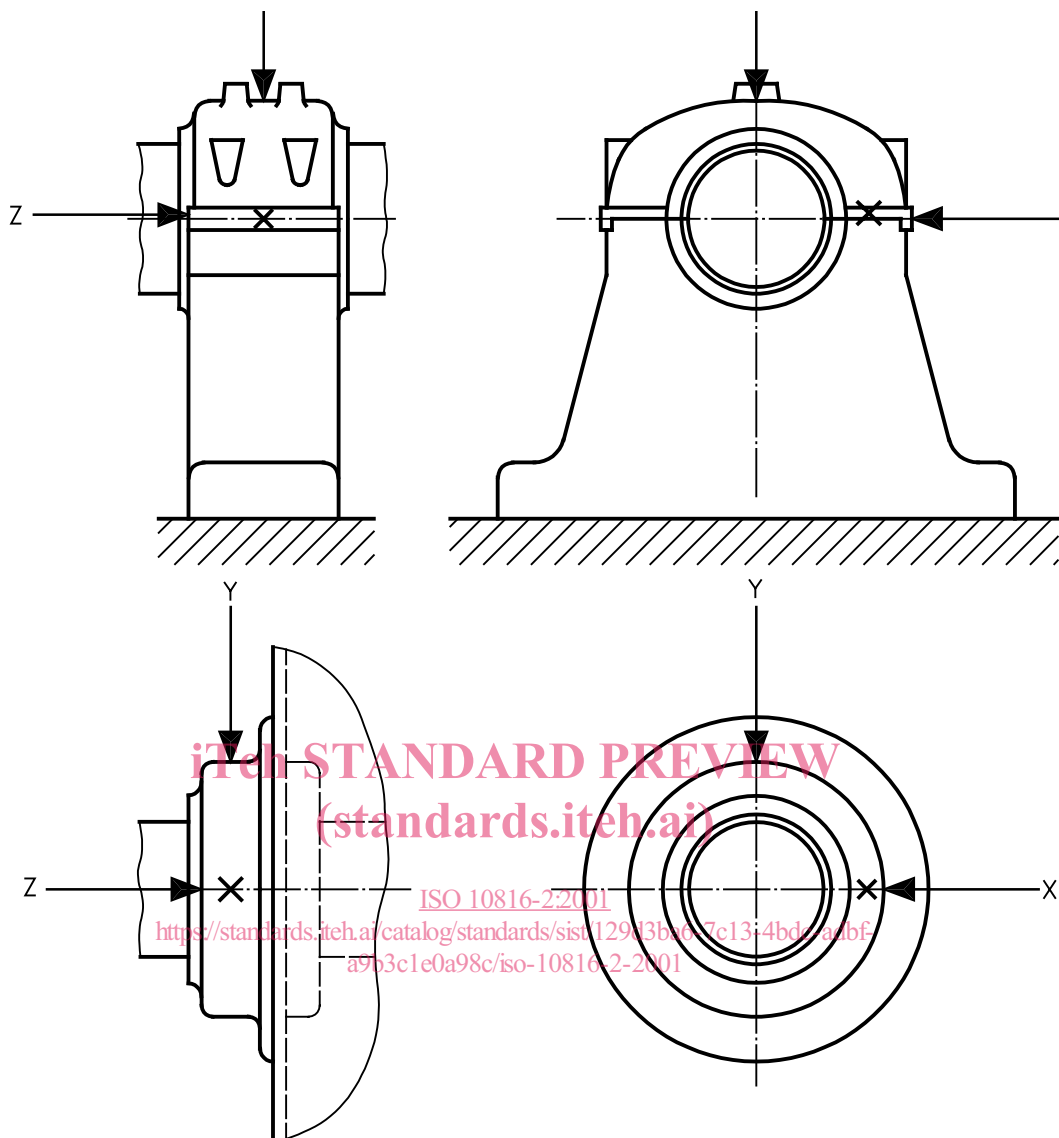
L'ISO 10816-1 donne une description générale des deux critères d'évaluation utilisés pour évaluer la sévérité vibratoire sur diverses catégories de machines. Un critère tient compte de l'amplitude des vibrations à large bande observées alors que l'autre tient compte des variations d'amplitude, qu'il s'agisse d'augmentations ou de réductions d'amplitude.

Les critères sont présentés pour des conditions de fonctionnement en régime permanent aux gammes de vitesses et de charges nominales spécifiées, y compris les variations normales lentes de la charge électrique de l'alternateur. Les valeurs alternatives de l'amplitude des vibrations sont également fournies pour un régime transitoire.

4.2 Critère I: Amplitude des vibrations

4.2.1 Généralités

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.



NOTE Les critères d'évaluation donnés dans la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent aux mesurages des vibrations radiales sur l'ensemble des paliers ainsi qu'aux mesurages des vibrations axiales sur les paliers de butée.

Figure 1 — Emplacements recommandés pour mesurer les vibrations sur les logements de paliers

4.2.2 Amplitude des vibrations à la vitesse nominale dans des conditions normales de fonctionnement en régime permanent

4.2.2.1 Généralités

L'amplitude maximale des vibrations observées au niveau de chaque palier ou support de palier est évaluée en fonction de quatre zones d'évaluation déterminées à partir de l'expérience internationale. L'amplitude maximale des vibrations mesurées constitue ce qu'on appelle la sévérité vibratoire.

4.2.2.2 Zones d'évaluation

Les zones d'évaluation suivantes ont été définies pour permettre d'effectuer une évaluation qualitative des vibrations d'une machine donnée et pour donner des directives quant aux éventuelles mesures à prendre.

Zone A: Les vibrations des machines récemment mises en service doivent normalement se situer 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 la moindre restriction.

Zone C: Les machines dont les vibrations se situent dans cette zone sont normalement considérées comme non satisfaisantes 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 constatées dans cette zone sont normalement considérées comme suffisamment importantes pour provoquer des détériorations de la machine.

NOTE Les zones d'évaluation définies ci-dessus correspondent à un fonctionnement en régime permanent normal à la vitesse nominale. Le paragraphe 4.2.4 donne des lignes directrices pour un régime transitoire.

4.2.2.3 Limites des zones d'évaluation

Les valeurs recommandées des limites de zones sont données dans l'annexe A. Elles s'appliquent au mesurage de vibrations radiales sur tous les paliers et au mesurage de vibrations axiales sur les paliers de butée, dans des conditions de fonctionnement en régime permanent, à la vitesse nominale. Les valeurs des limites de zones ont été déterminées à partir de données représentatives fournies par les constructeurs et les utilisateurs. Étant donné la dispersion considérable des données, il convient de considérer les valeurs des limites de zones uniquement comme des recommandations. Elles ne sont pas destinées à servir de spécifications de «réception», ces dernières devant faire l'objet d'un accord entre le fabricant de la machine et le client. Toutefois, ces valeurs constituent des indications générales permettant d'éviter de graves anomalies ou l'application d'exigences excessives.

Dans la plupart des cas, les valeurs données dans le Tableau A.1 sont en accord avec le fait de s'assurer que les charges dynamiques transmises au radier et à la fondation des paliers sont acceptables. Toutefois, dans certains cas, des caractéristiques particulières ou l'expérience acquise associée(s) à un type de machine spécifique peuvent nécessiter l'utilisation de différentes limites de zones (inférieures ou supérieures). Ci-après quelques situations à titre d'exemple.

- a) Pour des paliers faiblement chargés (par exemple les coussinets des excitatrices) ou pour d'autres paliers plus souples, d'autres critères fondés sur la conception détaillée de la machine peuvent être nécessaires.
- b) Pour certaines conceptions de machines où le rotor et les paliers reposent sur une structure socle/radier souple, les amplitudes des vibrations (absolues) des paliers peuvent être supérieures aux amplitudes propres aux turbines à vapeur et aux alternateurs qui ont des structures d'appui de paliers plus rigides. Il peut alors être acceptable, sur la base d'un diagramme de fonctionnement satisfaisant éprouvé, d'augmenter les valeurs des limites de zones données dans l'annexe A.

Voir également 4.2.3.2 et l'annexe B en ce qui concerne la détermination des limites de fonctionnement pour des machines ayant des supports de palier à différents degrés de rigidité.

En règle générale, lorsque l'on utilise des valeurs de limites de zones supérieures, il peut se révéler nécessaire de faire appel à une justification technique permettant de confirmer que la fiabilité de la machine ne peut être compromise du fait d'un fonctionnement avec des amplitudes de vibrations plus élevées. Ceci peut reposer, par exemple, sur une expérience de fonctionnement satisfaisante avec des machines de conception et de support structuraux similaires. Des valeurs supérieures peuvent également être tolérées avec les régimes transitoires, tels que la montée en vitesse et le ralentissement (voir 4.2.4).

La présente partie de l'ISO 10816 ne fournit aucune valeur de zone d'évaluation différente pour les turbines à vapeur et les alternateurs montés sur fondations rigides et fondations souples. Ceci est en accord avec l'ISO 7919-2, qui est applicable aux vibrations des arbres pour la même catégorie de machines. Toutefois, la présente partie de

L'ISO 10816 et l'ISO 7919-2 pourront être révisées ultérieurement de manière à donner des critères différents pour les turbines à vapeur et les alternateurs montés sur des radiers de béton et pour ceux montés sur des fondations plus légères en acier si une analyse plus poussée des données d'évaluation pour de telles machines est justifiée.

Le paramètre de mesurage commun pour l'évaluation de la sévérité vibratoire des machines est la vitesse vibratoire. Le Tableau A.1 donne les limites des zones d'évaluation en fonction des mesurages à large bande de la vitesse efficace. Dans bien des cas, toutefois, il peut être courant de mesurer les vibrations avec des instruments gradués pour donner des valeurs de vitesses de crête plutôt que des valeurs de vitesses vibratoires efficaces. Si la forme d'onde des vibrations est essentiellement sinusoïdale, il existe une relation simple entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces et les limites de zones du Tableau A.1 peuvent alors simplement être exprimées en valeurs de crête.

Pour les turbines à vapeur et les alternateurs, il est courant que la fréquence des vibrations corresponde essentiellement à la fréquence de rotation de la machine. Dans ce cas, et lorsque l'on mesure les valeurs de crête plutôt que les valeurs efficaces des vibrations, il est possible d'élaborer un tableau équivalent au Tableau A.1. Les limites de zones du Tableau A.1 sont multipliées par un facteur égal à $\sqrt{2}$ pour obtenir ce tableau équivalent permettant d'évaluer la sévérité vibratoire en valeur de crête. À défaut, les valeurs de crête des vibrations mesurées peuvent être divisées par $\sqrt{2}$ et comparées aux critères en valeurs efficaces du Tableau A.1.

Un facteur différent peut se révéler nécessaire dans le cas où l'on utilise des instruments mesurant la valeur vraie de pic.

4.2.3 Limites de fonctionnement en régime permanent

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.2.3.1 Généralités

Pour un service permanent de longue durée, il est d'usage de déterminer des limites de vibration en service. Ces limites prennent la forme d'ALARMES et de DÉCLENCHEMENTS.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/129d3ba6-7c13-4bdc-adbf-ISO-10816-2:2001>

ALARMES: Pour avertir qu'une valeur définie de vibration a été atteinte ou qu'un changement significatif est intervenu et qu'il peut être nécessaire de prendre des mesures correctives. En cas de situation d'ALARME, la machine peut généralement continuer de fonctionner pendant qu'on effectue une analyse pour identifier la raison de la variation constatée au niveau des vibrations et pour définir les mesures correctives à prendre.

DÉCLENCHEMENTS: Pour spécifier l'amplitude des vibrations au-delà de laquelle la poursuite du fonctionnement de la machine peut provoquer une avarie. Lorsque la valeur DÉCLENCHEMENT est dépassée, il convient d'intervenir immédiatement pour réduire les vibrations ou d'arrêter la machine.

Différentes limites de fonctionnement reflétant les différences de charge dynamique et la rigidité des supports peuvent être spécifiées pour différents points et différentes orientations de mesurage.

4.2.3.2 Positionnement des ALARMES

Les valeurs d'ALARME peuvent varier d'une machine à l'autre. Normalement, les valeurs choisies doivent être déterminées par rapport à une valeur de référence fixée par expérience, pour le point ou l'orientation du mesurage sur la machine concernée.

Il est conseillé de fixer la valeur d'ALARME au-dessus de la valeur de référence, cette augmentation par rapport au niveau de référence correspond à 25 % de la limite de zone B/C. Si la valeur de référence est faible, la valeur d'ALARME peut être inférieure à la zone C (voir l'exemple donné dans l'annexe B).

Dans le cas où aucune valeur de référence n'a été définie (par exemple pour une machine neuve), il convient que le positionnement initial de l'ALARME soit fonction de l'expérience acquise avec d'autres machines similaires ou de valeurs de réception convenues. Au bout d'un certain temps, la valeur de référence en régime permanent est fixée et il y a lieu de modifier le positionnement de l'ALARME en conséquence.