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

Partie 2:

Turbines à vapeur et alternateurs pour applications terrestres, 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/856b4f7-fa8c-47d4-b647-bd1fcb887/iso-10816-2-2009>
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4f7-fa8c-47d4-b647-bd1fcb887/iso-10816-2-2009>

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 10816-2:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

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 du 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.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2010

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Modes opératoires de mesurage	2
4 Critères d'évaluation	4
4.1 Généralités	4
4.2 Critère I: Amplitude des vibrations	4
4.3 Critère II: Variation de l'amplitude des vibrations dans des conditions de régime permanent à une vitesse de fonctionnement normale	10
4.4 Modes opératoires/critères supplémentaires	11
4.5 Évaluation fondée sur les informations relatives aux vecteurs de vibrations	11
Annexe A (normative) Limites des zones d'évaluation	12
Annexe B (informative) Exemple de positionnement des valeurs d'ALARME et de DÉCLENCHEMENT	13
Annexe C (normative) Notes de mise en garde relatives à l'utilisation des critères de vitesse de vibrations aux vitesses de rotation basses	14
Bibliographie	16

[ISO 10816-2:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009>

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 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. 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 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 10816-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 10816-2:2001), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 10816-2:2001/Cor.1:2004. Les principales modifications sont:

- l'insistance sur le fait que les spécifications d'acceptation fassent toujours l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur de la turbine à vapeur et de l'alternateur avant installation;
- la recommandation de positionner la limite d'ALARME pour un fonctionnement en régime permanent de nouvelles machines à la limite de zone B/C, lorsque aucune donnée de référence établie n'est disponible;
- l'introduction d'une nouvelle annexe fournissant des notes relatives aux précautions d'utilisation des critères de vitesse constante des vibrations aux basses fréquences;
- un meilleur alignement entre la présente partie de l'ISO 10816 et l'ISO 7919-2, l'ISO 7919-4 et l'ISO 10816-4.

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: Lignes directrices générales*
- *Partie 2: Turbines à vapeur et alternateurs pour applications terrestres, 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 de fonctionnement entre 120 r/min et 15 000 r/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ*
- *Partie 4: Turbines à gaz à paliers à film fluide*

- *Partie 5: Groupes générateurs de puissance et installations de pompage hydrauliques*
- *Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*
- *Partie 7: Pompes rotodynamiques pour applications industrielles, y compris mesurages sur les arbres tournants*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10816-2:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009>

Introduction

L'ISO 10816-1 est la partie de référence de l'ISO 10816 qui fournit les exigences générales pour 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 donne des dispositions spécifiques concernant l'évaluation de la sévérité vibratoire mesurée sur les corps ou supports de paliers de turbines à vapeur et d'alternateurs de grande taille. Les mesurages effectués à ces endroits reflètent l'état vibratoire de manière raisonnablement acceptable. Les critères d'évaluation présentés, fondés sur l'expérience passée, peuvent être utilisés pour l'évaluation du régime vibratoire des machines de ce type.

Deux critères sont fournis pour évaluer les vibrations des machines lorsqu'elles fonctionnent dans des conditions de régime permanent. Le premier tient compte de l'amplitude des vibrations observées, alors que le second tient compte des variations d'amplitude. De plus, différents critères sont fournis pour des conditions de fonctionnement transitoire. Cependant, les vibrations sur les parties non tournantes ne constituent pas l'unique référence d'évaluation de la sévérité vibratoire. Pour les turbines à vapeur et les alternateurs de grande taille, il est également courant d'évaluer les vibrations en fonction des mesurages effectués sur les arbres tournants. Pour des exigences sur ces mesurages des vibrations, voir l'ISO 7919-1 et l'ISO 7919-2.

Les modes opératoires d'évaluation présentés dans la présente partie de l'ISO 10816 sont basés sur des mesurages en bande large. Cependant, grâce aux progrès de la technologie, l'utilisation de mesurages en bande étroite ou de l'analyse spectrale est de plus en plus répandue, en particulier pour l'évaluation des vibrations, pour la surveillance 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. Ceux-ci sont traités plus en détail dans l'ISO 13373 (toutes les parties), qui fournit des dispositions pour la surveillance de l'état vibratoire des machines.

[ISO 10816-2:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/856b4fa7-fa8c-47d4-b647-bd1bcb8f8870/iso-10816-2-2009>

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

Partie 2:

Turbines à vapeur et alternateurs pour applications terrestres, 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 établit des dispositions pour évaluer la sévérité in situ des vibrations en bande large mesurées radialement (c'est-à-dire transversalement) par rapport à l'axe de l'arbre sur tous les corps ou supports de paliers principaux et dans la direction axiale sur les paliers de butée. Il s'agit:

- des vibrations dans des conditions normales de fonctionnement en régime permanent;
- des vibrations dans d'autres conditions (en régime non permanent), lorsque des fluctuations transitoires interviennent, notamment pendant la montée en vitesse ou le ralentissement, le chargement initial et les variations de charge;
- des changements de vibrations susceptibles de se produire durant un fonctionnement normal en régime permanent.

La présente partie de l'ISO 10816 est applicable aux turbines à vapeur et aux alternateurs pour applications terrestres avec des puissances utiles excédant 50 MW et avec des vitesses normales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min ou 3 600 r/min. Elle est également applicable aux turbines à vapeur et/ou aux alternateurs directement couplés à une turbine à gaz (par exemple pour des applications à cycle combiné). Dans ces cas, les critères de la présente partie de l'ISO 10816 ne s'appliquent qu'à la turbine à vapeur et à l'alternateur (y compris les embrayages de synchronisation). L'ISO 7919-4 et l'ISO 10816-4 sont applicables pour l'évaluation des vibrations des turbines à gaz.

Les critères d'évaluation dans la présente partie de l'ISO 10816 ne s'appliquent pas aux vibrations par excitation électromagnétique avec une fréquence de ligne double au droit du moyeu et du carter du stator de l'alternateur.

Les valeurs numériques spécifiées ne constituent pas l'unique référence d'évaluation de la sévérité vibratoire. Pour les turbines à vapeur et les alternateurs de grande taille, il est également courant d'évaluer les vibrations en fonction des mesurages effectués sur les arbres tournants. Pour des exigences sur ces mesurages des vibrations, voir l'ISO 7919-1 et l'ISO 7919-2.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 7919-2, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les arbres tournants — Partie 2: Turbines à vapeur et alternateurs pour applications terrestres, 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 10816-1:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 1: Lignes directrices générales*

3 Modes opératoires de mesurage

Les modes opératoires et les instruments de mesurage ci-après doivent être conformes aux exigences générales de l'ISO 10816-1 et sont comme suit.

Pour la surveillance, le système de mesurage doit pouvoir mesurer les vibrations en bande large sur une plage de fréquences allant de 10 Hz jusqu'à au moins 500 Hz. Toutefois, si les instruments servent également au diagnostic, une gamme de fréquences plus étendue et/ou une analyse spectrale peuvent être nécessaires. Par exemple, dans le cas où la fréquence correspondant à la première vitesse critique de l'alternateur et/ou des rotors à basse pression est inférieure à 10 Hz, la limite inférieure de la plage linéaire du système de mesurage doit être abaissée en conséquence. Dans certains cas particuliers où des vibrations significatives à basse fréquence peuvent être transmises à la machine, par exemple dans les zones sismiques, il peut être nécessaire de filtrer la réponse basse fréquence des instruments et/ou d'introduire un retard approprié. Si les valeurs résultant des mesurages effectués sur des machines différentes sont comparées, il convient de s'assurer que la même gamme de fréquences a été utilisée.

Il convient d'effectuer le mesurage des vibrations aux endroits offrant une sensibilité suffisante aux forces dynamiques de la machine. Il convient de s'assurer que le matériel de mesurage ne subit pas l'influence néfaste de sources externes, telles que des bruits aériens et les bruits solidiens. Cela nécessite généralement un mesurage dans deux directions radiales sur chaque chapeau ou support de palier principal avec une paire de transducteurs orthogonaux, comme illustré à la Figure 1. Les transducteurs peuvent être placés dans n'importe quelle position angulaire sur les corps ou supports de paliers, mais il est d'usage de les placer en positions horizontale et verticale.

On peut utiliser un transducteur radial unique sur un chapeau ou support de palier au lieu de la paire plus typique de transducteurs orthogonaux, si l'on sait qu'il donne des renseignements suffisants sur l'amplitude des vibrations de la machine. Toutefois, en général, il convient de prendre des précautions lorsqu'on évalue les vibrations avec un seul transducteur au niveau d'un plan de mesurage, puisque le transducteur risque de ne pas être orienté de manière à donner une approximation suffisante de la valeur maximale au niveau de ce plan.

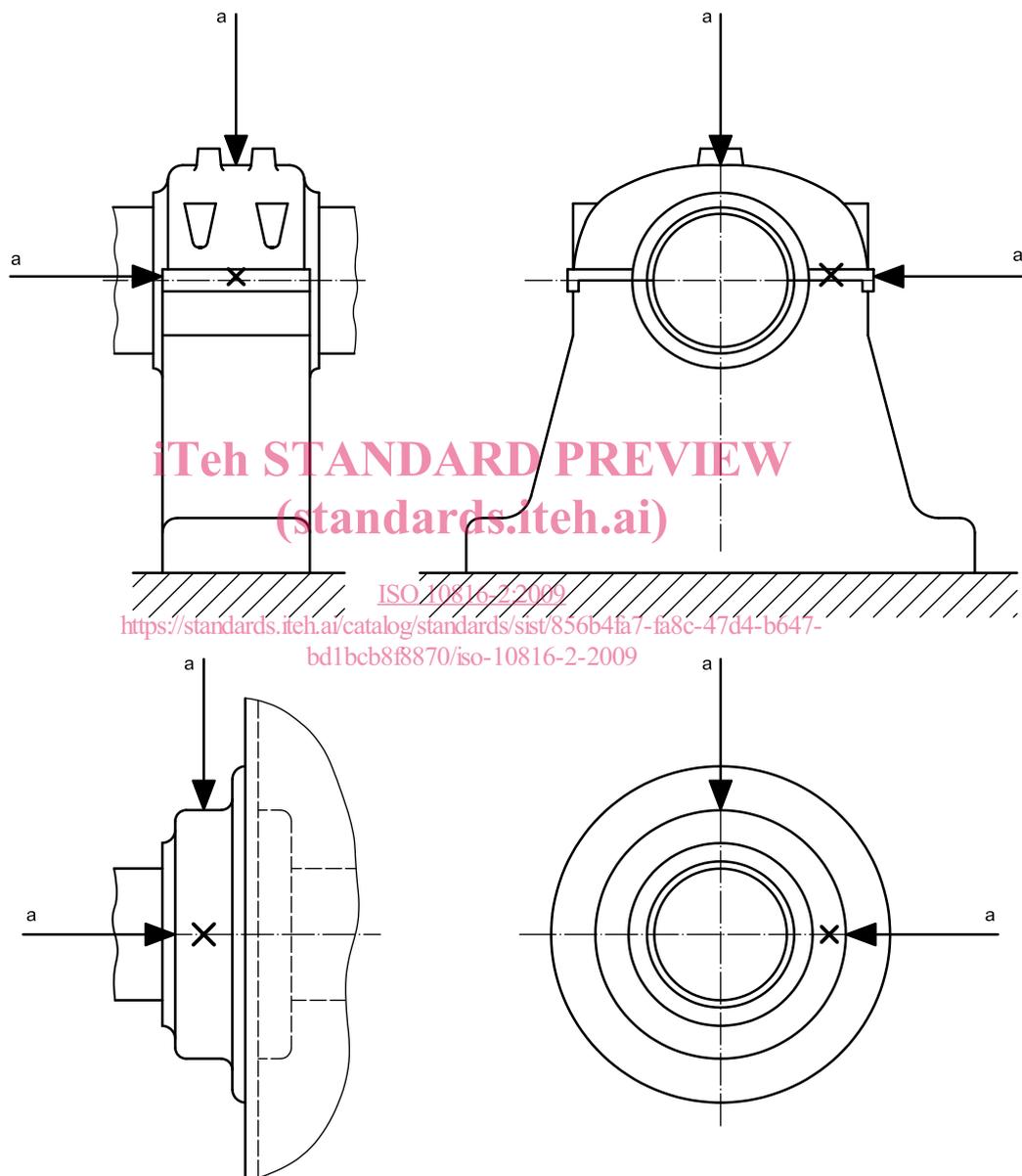
Il n'est pas d'usage de mesurer les vibrations axiales sur les paliers principaux portant la charge radiale des turbines à gaz et des alternateurs lors d'une surveillance continue du fonctionnement. Ces mesurages sont principalement utilisés pour les contrôles périodiques de vibrations ou à des fins de diagnostic. De ce fait, dans la présente partie de l'ISO 10816, les critères de vibrations axiales ne sont indiqués que pour les paliers de butée pour lesquels la sévérité vibratoire peut être déterminée selon les mêmes critères que pour les vibrations radiales (voir le Tableau A.1). Pour les autres paliers pour lesquels il n'y a pas de contrainte axiale, une exigence moins stricte peut être autorisée pour évaluer les vibrations axiales.

Il convient de connaître les caractéristiques du système de mesurage en ce qui concerne les effets de l'environnement; elles comprennent:

- a) les écarts de température;
- b) les champs magnétiques;
- c) les bruits aériens et les bruits solidiens;
- d) les variations de la source d'énergie;
- e) l'impédance des câbles;

- f) la longueur de câble du transducteur;
- g) l'orientation du transducteur;
- h) la rigidité de la fixation du transducteur.

Il convient d'accorder une attention particulière au fait que les transducteurs de détection de vibrations soient correctement montés et que l'agencement de montage n'altère pas la précision du mesurage (voir par exemple l'ISO 2954 et l'ISO 5348).



NOTE Les critères d'évaluation de la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent aux vibrations radiales de tous les paliers et aux vibrations axiales des paliers de butée.

^a Direction de mesurage.

Figure 1 — Points et directions de mesurage types sur chapeau ou support de palier

4 Critères d'évaluation

4.1 Généralités

L'ISO 10816-1 donne une description générale des deux critères d'évaluation utilisés pour évaluer les vibrations des arbres sur diverses catégories de machines. Le premier critère tient compte de l'amplitude des vibrations en bande large observées, le second tient compte des modifications d'amplitude, qu'il s'agisse d'augmentations ou de diminutions.

L'amplitude maximale des vibrations mesurées constitue ce qu'on appelle la sévérité vibratoire. Les valeurs ici définies résultent de l'expérience avec des machines de ce type et, lorsque celles-ci sont convenablement entretenues, elles permettent un fonctionnement acceptable.

NOTE Ces valeurs sont basées sur des Normes internationales antérieures, sur les résultats d'une étude qui a été effectuée lorsque l'ISO 7919 (toutes les parties) et l'ISO 10816 (toutes les parties) ont été initialement élaborées, et sur le retour des experts de l'ISO/TC 108.

Des critères sont présentés pour les conditions de fonctionnement en régime permanent à la vitesse normale de fonctionnement et aux plages de charges spécifiées, incluant les variations lentes normales de la charge électrique de l'alternateur. D'autres critères sont également présentés pour d'autres conditions en régime non permanent lorsque des fluctuations transitoires se produisent. Les critères de vibrations représentent des valeurs cibles fournissant des dispositions pour éviter des insuffisances graves ou des exigences irréalistes. Ils servent de base pour définir les spécifications d'acceptation (voir 4.2.2.3).

Les critères concernent les vibrations produites par la turbine à vapeur et/ou l'alternateur, et non les vibrations transmises depuis l'extérieur à l'ensemble de machines. Si l'on soupçonne une influence significative due aux vibrations transmises (soit en régime permanent, soit intermittent), il convient d'effectuer des mesurages lorsque la machine est à l'arrêt. Si l'amplitude des vibrations transmises est inacceptable, il convient de prendre des mesures pour remédier à cette situation.

Il convient de noter qu'une évaluation globale de l'état vibratoire d'une machine repose souvent sur des mesurages effectués sur les parties non tournantes et sur les arbres tournants.

4.2 Critère I: Amplitude des vibrations

4.2.1 Généralités

Ce critère porte sur la définition des valeurs de l'amplitude absolue des vibrations cohérentes avec des forces dynamiques acceptables des paliers et avec une transmission acceptable des vibrations au support et aux fondations.

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

4.2.2.1 Généralités

L'amplitude maximale des vibrations des arbres, observée au droit de chaque palier ou support, est évaluée par rapport à quatre zones d'évaluation établies par expérience au niveau international.

4.2.2.2 Zones d'évaluation

Les zones d'évaluation suivantes sont définies pour permettre d'effectuer une évaluation des vibrations des arbres d'une machine donnée dans des conditions de régime permanent à une vitesse normale de fonctionnement et pour donner des lignes directrices quant aux éventuelles mesures à prendre.

Zone A: Les vibrations des machines nouvellement mises en service appartiennent normalement à cette zone.

Zone B: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement considérées comme acceptables pour un fonctionnement de longue durée sans la moindre restriction.

Zone C: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement considérées non satisfaisantes pour un fonctionnement continu de longue durée. D'une manière générale, la machine peut être exploitée pendant une période limitée dans ces conditions dans l'attente d'une occasion permettant de prendre des mesures correctives.

Zone D: Les valeurs de vibrations appartenant à cette zone sont normalement considérées comme suffisamment importantes pour endommager la machine.

NOTE Pour le fonctionnement en régime transitoire, voir 4.2.4.

4.2.2.3 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation doivent toujours faire l'objet d'un accord entre le fournisseur de la machine et l'acheteur, avant l'installation. Les zones d'évaluation servent de référence pour définir les critères d'acceptation pour des machines nouvelles ou réparées.

NOTE Historiquement, pour les machines nouvelles, les critères d'acceptation ont été spécifiés dans la zone A ou la zone B, mais ne devraient normalement pas dépasser 1,25 fois la limite de la zone A/B.

4.2.2.4 Limites des zones d'évaluation

Les valeurs des limites de zones sont données dans le Tableau A.1. Ces valeurs s'appliquent aux mesurages des vibrations radiales sur tous les paliers et aux mesurages des vibrations axiales sur les paliers de butée, lorsque les mesurages sont effectués dans des conditions de régime permanent à la vitesse normale de fonctionnement. Les valeurs numériques assignées aux limites de zone ont été établies à partir des données représentatives fournies par les fabricants et les utilisateurs. Il se produit inévitablement une dispersion significative des données. Néanmoins, les valeurs données dans le Tableau A.1 fournissent des dispositions pour éviter des insuffisances graves ou des exigences irréalistes.

Des vibrations plus importantes sont autorisées aux autres positions de mesurage et au cours de conditions transitoires (voir 4.2.4).

Dans la plupart des cas, les valeurs données dans le Tableau A.1 permettent de garantir que les charges dynamiques transmises à la structure de support de paliers et à la fondation sont acceptables. Toutefois, dans certains cas, des caractéristiques particulières ou l'expérience acquise associées à un type de machine spécifique peuvent nécessiter l'utilisation d'autres valeurs plus ou moins élevées pour les limites de zones. Ce qui suit constitue des exemples.

- a) Les vibrations de la machine peuvent être influencées par son système de montage et son installation de couplage entre les rotors. Des vibrations du palier plus élevées peuvent donc être autorisées pour des supports de paliers souples lorsque les vibrations relatives de l'arbre dans la direction de mesurage sont faibles, indiquant que les forces dynamiques transmises à la structure de support sont également faibles. Il peut alors être acceptable, sur la base d'un diagramme de fonctionnement satisfaisant et éprouvé, d'augmenter les valeurs des limites de zone données dans le Tableau A.1.
- b) Pour des paliers relativement peu chargés (par exemple des paliers fixes de rotor d'excitatrice, des paliers de synchronisation d'embrayage) ou d'autres paliers plus souples, d'autres critères fondés sur la structure détaillée de la machine peuvent être utilisés.
- c) Pour des turbines à vapeur de grandes dimensions fonctionnant à 1 500/1 800 r/min, des valeurs de limites de zone inférieures peuvent s'appliquer.

NOTE 1 Différentes valeurs peuvent s'appliquer aux mesurages effectués sur différents paliers de la même ligne rotorique.