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

**Partie 4:
Turbines à gaz à paliers à film fluide**

*Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by
measurements on non-rotating parts —
Part 4. Gas turbine sets with fluid-film bearings*

ISO 10816-4:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>



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 10816-4:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>



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	2
3 Modes opératoires de mesurage	2
4 Critères d'évaluation	5
4.1 Généralités	5
4.2 Critère I: Amplitude des vibrations	6
4.3 Critère II: Variation de l'amplitude des vibrations dans des conditions de régime permanent à une vitesse normale de fonctionnement	11
4.4 Modes opératoires/critères supplémentaires	12
4.5 Évaluation basée sur les informations relatives aux vecteurs de vibrations	12
Annexe A (normative) Limites des zones d'évaluation	14
Annexe B (informative) Exemple de positionnement des valeurs d'ALARME et de DÉCLENCHEMENTS	15
Annexe C (informative) Notes de mise en garde relatives à l'utilisation des critères de vitesse de vibrations aux vitesses de rotation basses	16
Bibliographie	18

[ISO 10816-4:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>

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 10816-4 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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10816-4:1998), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications sont:

- la clarification du fait que le document ne s'applique qu'aux ensembles de turbines à gaz avec paliers à film fluide;
- l'insistance sur le fait que les spécifications d'acceptation fassent toujours l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur de l'ensemble de turbines à gaz avant installation;
- l'ajout de dispositions pour évaluer les vibrations des ensembles de turbines à gaz couplées durant un fonctionnement transitoire;
- 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 10816-2.

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 10816-4:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>

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 d'ensembles de turbines à gaz. 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 ensembles de turbines à gaz, 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 7919-4.

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 10816-4:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>

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

Partie 4: Turbines à gaz à paliers à film fluide

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 ensembles de turbines à gaz en service intensif utilisées dans des applications à commande électrique et mécanique, avec paliers à film fluide, des puissances développées supérieures à 3 MW et une gamme de vitesses de fonctionnement en charge comprises entre 3 000 r/min et 30 000 r/min. Cela comprend les turbines à gaz couplées à d'autres machines tournantes, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un train d'engrenages. Dans certains cas, la présente partie de l'ISO 10816 n'est pas applicable à l'évaluation des vibrations du matériel couplé (voir ci-dessous la liste des exclusions).

EXEMPLE Pour des unités de puissance à cycle combiné à un arbre dans lesquelles une turbine à gaz est couplée à une turbine à vapeur et/ou à une génératrice, l'évaluation des vibrations de la turbine à gaz s'effectue conformément à la présente partie de l'ISO 10816, mais celle de la turbine à vapeur et de la génératrice s'effectue conformément à l'ISO 10816-2 ou l'ISO 10816-3.

La présente partie de l'ISO 10816 n'est pas applicable aux éléments suivants:

- a) turbines à gaz aérodérivatives (y compris les turbines à gaz avec des propriétés dynamiques similaires à celles des turbines à gaz aérodérivatives);

NOTE L'ISO 3977-3 définit les aérodérivatives comme étant des générateurs de gaz de propulsion d'aéronefs adaptés à commander un matériel de propulsion mécanique, électrique ou pour la marine. Il existe de grandes différences entre les turbines à gaz en service intensif et aérodérivatives en ce qui concerne, par exemple, la souplesse du carter, la conception des paliers, le rapport de masse entre rotor et stator et la structure de montage. En conséquence, des critères différents s'appliquent pour ces deux types de turbines.

- b) turbines à gaz avec des puissances développées inférieures ou égales à 3 MW (voir l'ISO 10816-3);
- c) pompes entraînées par des turbines à gaz (voir l'ISO 10816-3);
- d) turboalternateurs et/ou alternateurs avec des puissances développées inférieures ou égales à 50 MW (voir l'ISO 10816-3);

- e) turboalternateurs et/ou alternateurs avec des puissances développées supérieures à 50 MW (voir l'ISO 10816-2);
- f) embrayages de synchronisation couplant la turbine à gaz à une turbine à vapeur ou à une génératrice (voir l'ISO 10816-2);
- g) compresseurs couplés (voir l'ISO 10816-3);
- h) vibrations des trains d'engrenages (voir cet article);
- i) vibrations des paliers à roulements.

La présente partie de l'ISO 10816 est applicable aux autres matériels entraînés non inclus dans la liste des exclusions.

La présente partie de l'ISO 10816 est applicable aux machines pouvant être couplées à un train d'engrenages, mais ne traite pas de l'évaluation des conditions vibratoires de ces engrenages. Des techniques spécialisées sont nécessaires pour évaluer les conditions vibratoires des engrenages qui sont en dehors du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 10816.

Les valeurs numériques spécifiées ne constituent pas l'unique référence d'évaluation de la sévérité vibratoire. Pour les ensembles des turbines à gaz, il est également courant d'évaluer les vibrations en fonction des mesurages effectués sur les parties non tournantes. Pour des exigences sur ces mesurages des vibrations, voir l'ISO 7919-1 et l'ISO 7919-4.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

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 7919-4, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les arbres tournants — Partie 4: Turbines à gaz à paliers à film fluide*

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 ou six fois la vitesse normale de fonctionnement maximale, en prenant la valeur la plus élevée. 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 la turbine à gaz 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 la vibration de la combustion, la vibration des engrenages, les 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 aux Figures 1 et 2. 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.

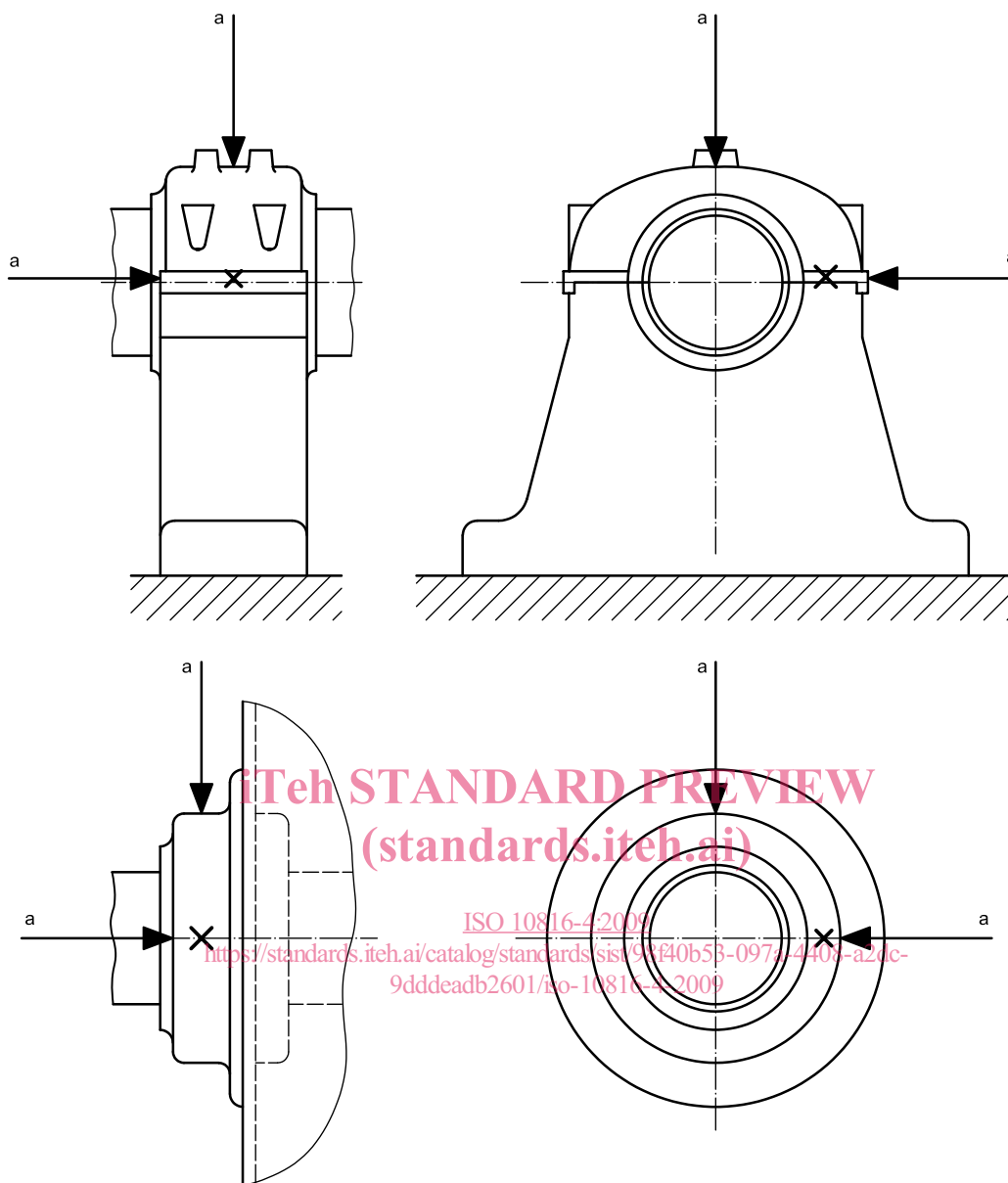
On peut utiliser un transducteur radial unique sur un chapeau ou support de palier au lieu de la paire plus typique de transducteurs orthogonaux, si l'on sait qu'il donne des renseignements suffisants sur l'amplitude des vibrations de la machine. Toutefois, en général, il convient de prendre des précautions 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.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10816-4:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)

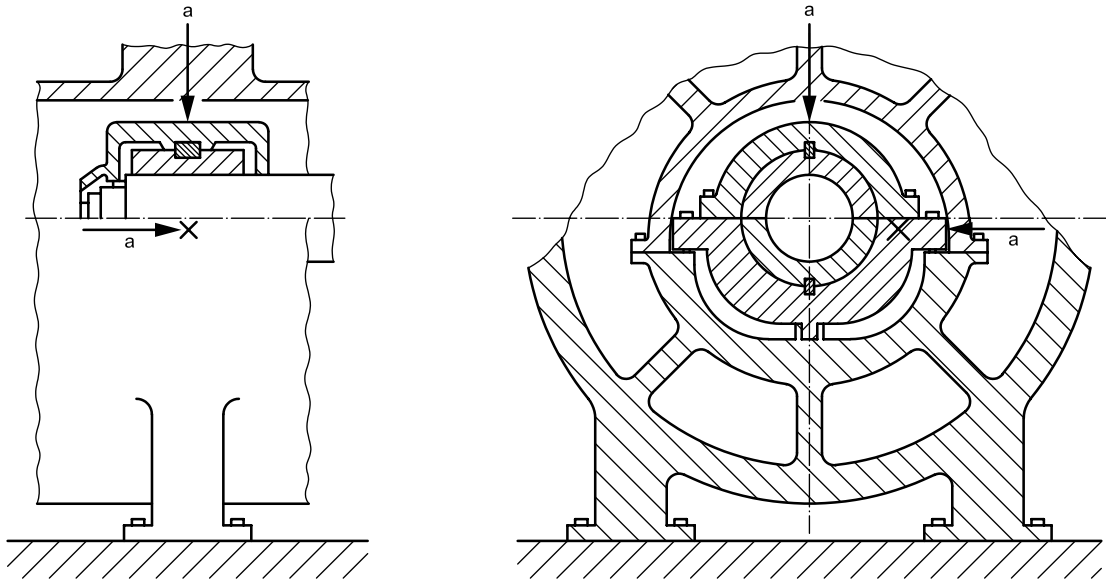
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009>



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 mesure.

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



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 2 — Points et directions de mesurage types sur palier de turbine à gaz

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

- [ISO 10816-4:2009](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/98f40b53-097a-4408-a2dc-9dddeadb2601/iso-10816-4-2009)
- les écarts de température;
 - les champs magnétiques;
 - les bruits aériens et les bruits solidiens;
 - les variations de la source d'énergie;
 - l'impédance des câbles;
 - la longueur de câble du transducteur;
 - l'orientation du transducteur;
 - 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).

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