

NORME
INTERNATIONALE

ISO
20816-2

Première édition
2017-07

**Vibrations mécaniques — Mesurage
et évaluation des vibrations de
machines —**

Partie 2:

**Turbines à gaz, turbines à vapeur et
alternateurs à paliers à film fluide
excédant 40 MW pour applications
terrestres, avec des vitesses nominales
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/iso/23240dd1-6ae2-425e-a1a3-a2c1bb98e397/iso-20816-2-2017>

*Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine
vibration —*

*Part 2: Land-based gas turbines, steam turbines and generators in
excess of 40 MW, with fluid-film bearings and rated speeds of
1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min and 3 600 r/min*



Numéro de référence
ISO 20816-2:2017(F)

© ISO 2017

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 20816-2:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/23240dd1-6ae2-425e-a1a3-a2cfbb98e397/iso-20816-2-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/23240dd1-6ae2-425e-a1a3-a2cfbb98e397/iso-20816-2-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Modes opératoires de mesurage	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Mesurage des vibrations des parties non tournantes.....	3
4.3 Mesurage des vibrations des arbres tournants.....	5
5 Critères d'évaluation	7
5.1 Généralités.....	7
5.2 Critère I: Amplitude des vibrations.....	8
5.2.1 Généralités.....	8
5.2.2 Amplitude des vibrations à vitesse nominale dans des conditions de fonctionnement en régime permanent.....	8
5.2.3 Limites de fonctionnement en régime permanent.....	11
5.2.4 Amplitude des vibrations dans des conditions de régime non permanent (fonctionnement en régime transitoire).....	12
5.3 Critère II: Variation de l'amplitude des vibrations dans des conditions de régime permanent à vitesse nominale.....	15
5.4 Modes opératoires/critères supplémentaires.....	16
5.5 Évaluation fondée sur les informations relatives aux vecteurs de vibrations.....	16
Annexe A (normative) Limites des zones d'évaluation des vibrations des parties non tournantes	17
Annexe B (normative) Limites des zones d'évaluation des vibrations des arbres tournants	18
Annexe C (informative) Exemple de positionnement des valeurs d'ALARME et de DÉCLENCHEMENT	20
Annexe D (informative) Notes de mise en garde relatives à l'utilisation des critères de vitesse de vibrations à des vitesses de rotation faibles	21
Annexe E (informative) Limites des zones d'évaluation et jeu des paliers	23
Bibliographie	24

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html

Le présent document a été préparé 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 intéressants 2017 les machines, les véhicules et les structures*.

Cette première édition de l'ISO 20816-2 annule et remplace l'ISO 7919-2:2009 et l'ISO 10816-2:2009, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

La principale modification technique qui a été apportée par rapport à l'édition précédente est la suivante: le domaine d'application a été étendu de sorte à ramener la limite de puissance inférieure des turbines à vapeur et alternateurs de grande taille de 50 MW à 40 MW et des exigences ont été ajoutées pour les turbines à gaz de grande taille avec des puissances excédant 40 MW, qui figuraient dans l'ISO 7919-4 et l'ISO 10816-4. L'inclusion des turbines à gaz de grande taille dans le présent document a pour conséquence l'amendement de l'ISO 7919-4 et de l'ISO 10816-4.

Une liste des parties qui composent la série ISO 20816 peut être consultée sur le site web de l'ISO.

Introduction

L'ISO 20816-1 fournit les exigences générales pour l'évaluation des vibrations de divers types de machines lorsque les mesurages des vibrations sont effectués tant sur des parties tournantes que sur des parties non tournantes. Le présent document fournit des dispositions spécifiques concernant l'évaluation des vibrations des corps ou supports de paliers et des arbres tournants des turbines à gaz, turbines à vapeur et alternateurs pour applications terrestres 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. Il convient de noter que dans les cas où le rapport entre la masse des supports de paliers et celle du rotor est élevé, l'utilisation de valeurs de vibrations inférieures peut être appropriée pour les corps ou supports de paliers.

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, des critères différents sont fournis pour les conditions de fonctionnement transitoire.

Les modes opératoires d'évaluation décrits dans le présent document 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 pour les diagnostics. La spécification des critères relatifs à ces mesurages ne relève pas du domaine d'application du présent document. Ces critères sont traités plus en détail dans les parties pertinentes de l'ISO 13373, qui fournissent des dispositions concernant la surveillance des vibrations des machines.

iteh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 20816-2:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/23240dd1-6ae2-425e-a1a3-a2cfbb98e397/iso-20816-2-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/23240dd1-6ae2-425e-a1a3-a2cfbb98e397/iso-20816-2-2017>

Vibrations mécaniques — Mesurage et évaluation des vibrations de machines —

Partie 2:

Turbines à gaz, turbines à vapeur et alternateurs à paliers à film fluide excédant 40 MW pour applications terrestres, avec des vitesses nominales de fonctionnement de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min

1 Domaine d'application

Le présent document est applicable aux turbines à gaz, turbines à vapeur et alternateurs (qu'ils soient couplés à des turbines à gaz et/ou à vapeur) à paliers à film fluide pour applications terrestres, avec des puissances utiles excédant 40 MW et des vitesses nominales de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min. Les critères fournis dans le présent document peuvent être appliqués aux vibrations des paliers principaux des turbines à gaz, turbines à vapeur et alternateurs (y compris les embrayages de synchronisation). Le présent document fournit des dispositions concernant l'évaluation de la sévérité *in situ* des vibrations en bande large suivantes:

- a) vibrations de la structure de tous les corps ou supports de paliers principaux, mesurées radialement (c'est-à-dire transversalement) par rapport à l'axe de l'arbre;
- b) vibrations de la structure des corps de paliers de butée, mesurées axialement;
- c) vibrations des arbres tournants, mesurées radialement (c'est-à-dire transversalement) par rapport à l'axe de l'arbre, au droit ou à proximité des paliers principaux.

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 se produisent, y compris 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.

Le présent document n'est pas applicable aux éléments suivants:

- i) vibrations par excitation électromagnétique avec une fréquence de ligne double au droit du moyeu et du carter du stator de l'alternateur;
- ii) turbines à gaz aérodérivatives (y compris les turbines à gaz avec des propriétés dynamiques similaires à celles des aérodérivatifs);

NOTE L'ISO 3977-3 définit les aérodérivatifs comme des générateurs de gaz de propulsion d'aéronef adaptés pour entraîner des équipements mécaniques, électriques ou de propulsion marine. Il existe de grandes différences entre les turbines à gaz en service intensif et les turbines à gaz aérodérivatives, par exemple en termes de souplesse du carter, de conception des paliers, de rapport de masse rotor-stator et de structure de montage. Par conséquent, des critères différents s'appliquent pour ces deux types de turbines.

- iii) turbines à vapeur et/ou alternateurs avec des puissances inférieures ou égales à 40 MW ou avec des vitesses nominales différentes de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min (bien que les générateurs n'entrent guère dans cette dernière catégorie) (voir l'ISO 7919-3 et l'ISO 10816-3);
- iv) turbines à gaz avec des puissances inférieures ou égales à 40 MW ou avec des vitesses nominales différentes de 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min et 3 600 r/min (voir l'ISO 7919-3 ou l'ISO 7919-4 et l'ISO 10816-3 ou l'ISO 10816-4);
- v) les modes opératoires d'évaluation des vibrations de la combustion mais n'empêche pas la surveillance des vibrations de la combustion.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 20816-1:2016, *Vibrations mécaniques — Mesurage et évaluation des vibrations de machines — Partie 1: Lignes directrices générales*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Modes opératoires de mesurage

4.1 Généralités

Les modes opératoires et les instruments de mesurage doivent être conformes aux exigences générales fournies dans l'ISO 20816-1.

L'ISO 20816-1 ainsi que le présent document couvrent les vibrations des parties non tournantes et des arbres tournants. Toutefois, cela ne signifie pas que les deux séries de mesurages doivent être effectuées sur une machine en particulier. Auparavant, il était d'usage pour certains utilisateurs et fabricants d'utiliser uniquement des mesurages sur les parties non tournantes ou uniquement des mesurages sur les arbres tournants, ou une combinaison des deux. Aujourd'hui, il est plus fréquent d'utiliser une combinaison de ces deux types de mesurages, mais cela n'est pas obligatoire. Le choix de mesurer les vibrations des parties non tournantes et/ou des arbres tournants dépend de l'application considérée et doit toujours être convenu entre le fournisseur de la machine et l'acheteur avant l'installation.

Il convient de connaître les caractéristiques du système de mesurage en ce qui concerne les effets de l'environnement. Il convient de s'assurer que le matériel de mesurage ne subit pas l'influence néfaste de sources externes, parmi lesquelles :

- a) les écarts de température;
- b) les champs électromagnétiques;
- c) les bruits aériens et les bruits solidiens, par exemple générés par les machines avoisinantes;
- d) les variations de la source d'énergie du transducteur;

- e) les vibrations de la combustion;
- f) l'impédance des câbles;
- g) la longueur du câble du transducteur;
- h) l'orientation du transducteur;
- i) les caractéristiques structurales de la fixation du transducteur.

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.

Si les valeurs résultant de mesurages effectués sur des machines différentes ou à des moments différents sont comparées, il convient de s'assurer que la même gamme de fréquences a été utilisée et de relever les données lorsque la machine fonctionne dans des conditions stables avec la même vitesse de rotation et la même charge.

4.2 Mesurage des vibrations des parties non tournantes

Pour la surveillance, le système de mesurage doit pouvoir mesurer les vibrations en bande large dans une gamme de fréquences allant de 10 Hz 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, si la fréquence correspondant à la première vitesse de résonance (vitesse critique) des rotors couplés est inférieure à 10 Hz, la limite inférieure de la plage linéaire du système de mesurage doit être abaissée en conséquence.

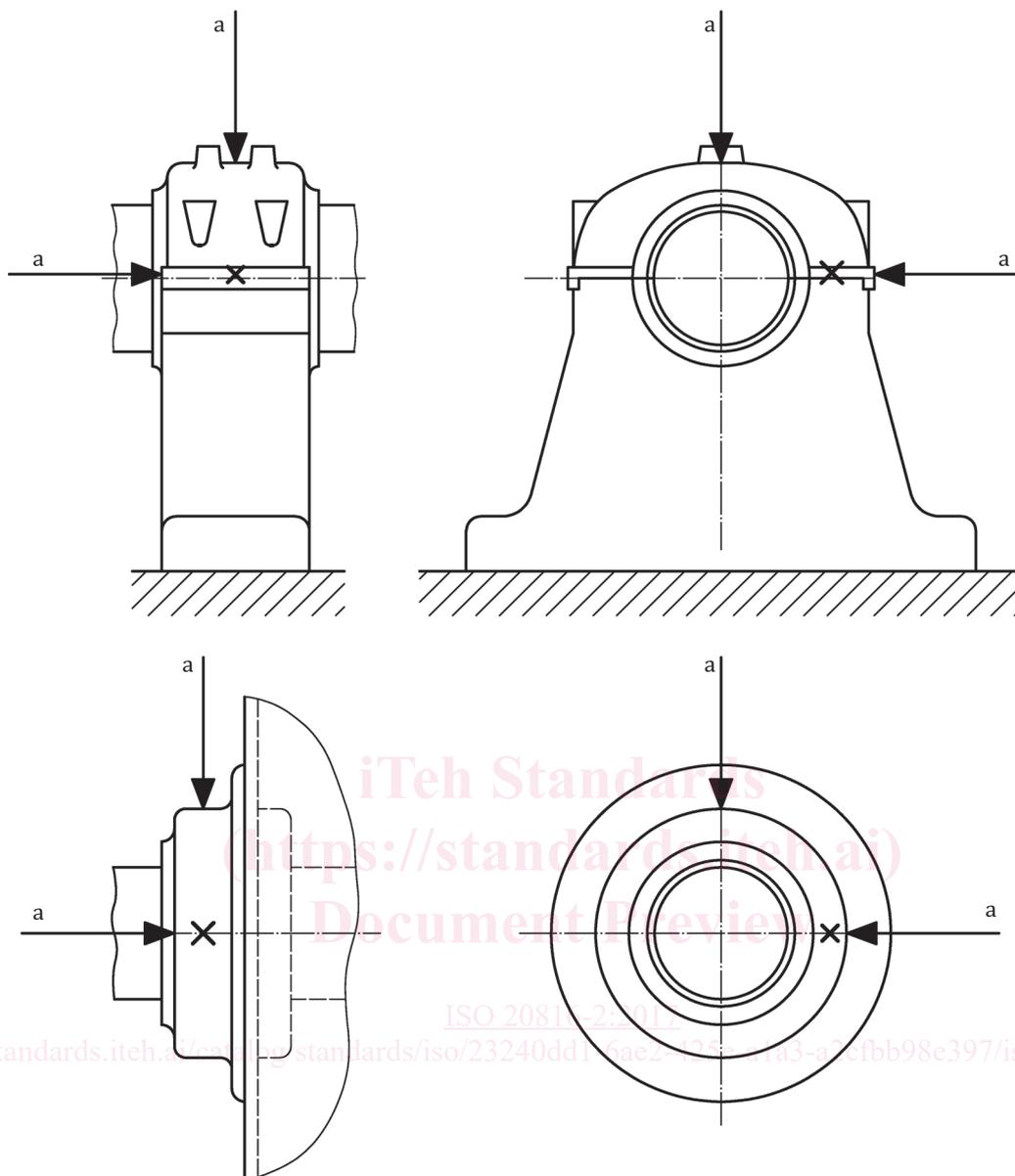
Si le mesurage est effectué à l'aide d'un transducteur de vitesse et que des mesurages en deçà de 10 Hz sont nécessaires, il est important de linéariser le signal de vitesse. Cela est particulièrement important lors de l'évaluation de la vitesse de vibrations à des vitesses de rotation inférieures (voir l'ISO 2954).

Il convient d'effectuer le mesurage des vibrations à des endroits offrant une sensibilité suffisante aux forces dynamiques de la machine. 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](#) et à la [Figure 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 suivre les directions horizontale et verticale (c'est-à-dire les principaux axes de rigidité).

Il est admis d'utiliser un transducteur radial unique sur un chapeau ou support de palier à la place de la paire de transducteurs orthogonaux, plus courante, s'il est établi que celui-ci donne des renseignements suffisants sur l'amplitude des vibrations de la machine. Toutefois, en général, il convient de prendre des précautions au moment d'évaluer 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 raisonnable 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 dans le cadre de la surveillance continue du fonctionnement. Ce type de mesurage est principalement utilisé pour les contrôles périodiques des vibrations ou à des fins de diagnostic. De ce fait, dans le présent document, les critères de vibrations axiales ne sont indiqués que pour les paliers de butée dont il est possible de déterminer la sévérité vibratoire en utilisant les mêmes critères que pour les vibrations radiales (voir [Tableau A.1](#)). Pour les autres paliers, pour lesquels il n'existe pas de contrainte axiale, il est admis d'utiliser une exigence moins stricte pour évaluer les vibrations axiales, à condition que les tuyauteries et équipements auxiliaires ne subissent pas de répercussions négatives.

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

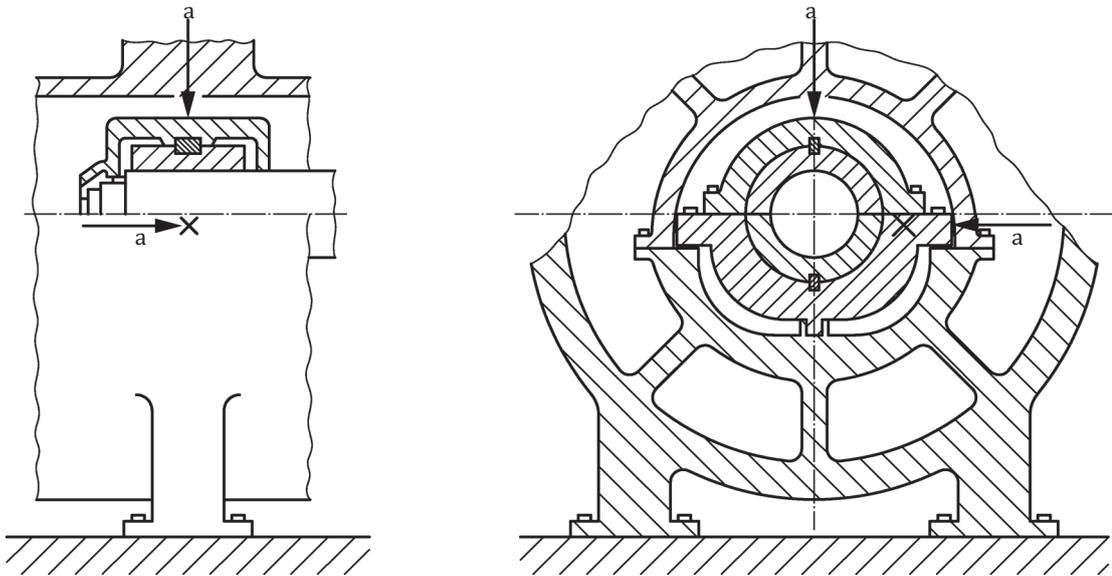


Légende

a Direction de mesurage.

NOTE Les critères d'évaluation du présent document sont applicables aux vibrations radiales de tous les paliers principaux et aux vibrations axiales des paliers de butée.

Figure 1 — Points et directions de mesurage types sur supports et chapeaux de palier



Légende

a Direction de mesurage.

NOTE Les critères d'évaluation du présent document sont applicables aux vibrations radiales de tous les paliers principaux et aux vibrations axiales des paliers de butée.

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

4.3 Mesurage des vibrations des arbres tournants

L'expérience antérieure en matière de mesurage des vibrations des arbres se limitait au mesurage des vibrations absolues des arbres à l'aide de transducteurs en contact direct avec ces derniers. Toutefois, ces transducteurs sont soumis à des limitations telles qu'il n'est plus recommandé de les utiliser. Leur utilisation se limite aux premières installations sur des centrales anciennes et aux diagnostics de dépannage, lorsque le recours à d'autres techniques de mesurage peut s'avérer impossible.

Depuis la mise au point récente de transducteurs sans contact, le mesurage des vibrations relatives des arbres est privilégié. Cependant, si nécessaire, il est possible d'obtenir les vibrations absolues d'un arbre en combinant les sorties d'un transducteur sans contact qui mesure les vibrations relatives de l'arbre et d'un transducteur sismique sur un montage commun qui mesure les vibrations de la structure. Ainsi, si l'on privilégie maintenant le mesurage des vibrations relatives des arbres, les vibrations absolues de ces derniers continuent d'être utilisées pour un grand nombre de turbines à vapeur et d'alternateurs en service. Par conséquent, les mesurages des vibrations relatives ou des vibrations absolues des arbres sont tout aussi acceptables aux fins du présent document (voir [Figures 3](#) et [4](#)).

Pour la surveillance, le système de mesurage doit pouvoir mesurer les vibrations en bande large dans une gamme de fréquences allant de 1 Hz à au moins trois fois la fréquence normale de fonctionnement maximale ou 125 Hz, la valeur la plus élevée étant retenue. Toutefois, si les instruments servent également au diagnostic, une gamme de fréquences plus étendue (par exemple, jusqu'à six fois la fréquence normale de fonctionnement maximale) et/ou une analyse spectrale peuvent être nécessaires.

Il convient d'effectuer le mesurage des vibrations à des endroits offrant la possibilité d'évaluer le mouvement transversal de l'arbre en certains points stratégiques. Cela nécessite généralement un mesurage dans deux directions radiales à l'aide d'une paire de transducteurs orthogonaux placés au droit de chaque palier principal ou adjacents à chacun. Les transducteurs peuvent être placés dans n'importe quelle position angulaire, mais il est d'usage de choisir des positions sur la même moitié de palier qui se trouvent soit à $\pm 45^\circ$ de la verticale (point mort haut à 12 heures), soit à proximité de la verticale et de l'horizontale.