

---

---

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

**Partie 4:**

Ensembles de turbines à gaz, à l'exception des  
turbines dérivées de celles utilisées en  
aéronautique

ISO 10816-4:1998

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ee9f33f1-c01e-445d-a246-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ee9f33f1-c01e-445d-a246-e40278f16c18/iso-10816-4-1998)

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

*Part 4: Gas turbine driven sets excluding aircraft derivatives*



## Sommaire

	Page
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives.....	2
3 Procédures de mesurage .....	2
4 Évaluation .....	3
4.1 Critère I: Amplitude des vibrations.....	3
4.2 Critère II: Variation d'amplitude des vibrations .....	5
4.3 Limites de fonctionnement.....	5
4.4 Procédures/critères supplémentaires.....	6
4.5 Évaluation basée sur les informations relatives au vecteur de vibration .....	6
<b>Annexe A</b> (normative) Limites des zones d'évaluation .....	7
<b>Annexe B</b> (informative) Exemple de positionnement des niveaux d'ALARME et de DÉCLENCHEMENT .....	8
<b>Annexe C</b> (informative) Bibliographie.....	9

© ISO 1998

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  
Internet central@iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

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 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.

iTeh STANDARD PREVIEW

La Norme internationale ISO 10816-4 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*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ce9f33f1-c01e-445d-a246-64027ad01cc0/iso-10816-4-1998>

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 vitesses nominales 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 fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 10816. Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

## Introduction

L'ISO 10816-1 est le document de référence qui décrit 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 directives spéciales concernant l'évaluation de la sévérité vibratoire mesurée sur les logements ou supports de paliers d'ensembles de turbines à gaz. Les mesurages effectués à ces endroits reflètent l'état vibratoire de manière raisonnablement acceptable.

Deux critères sont proposés pour évaluer les vibrations de machines. Le premier tient compte de l'amplitude des vibrations observées alors que le second tient compte des vibrations d'amplitude. Il faut toutefois admettre que ces critères 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. Les exigences et critères applicables au mesurage des vibrations des arbres des ensembles de turbines à gaz font l'objet de documents distincts, ISO 7919-1 et ISO 7919-4.

[ISO 10816-4:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec9f33f1-c01e-445d-a246-e4027fd61ce0/iso-10816-4-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec9f33f1-c01e-445d-a246-e4027fd61ce0/iso-10816-4-1998>

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

## Partie 4:

Ensembles de turbines à gaz, à l'exception des turbines dérivées de celles utilisées en aéronautique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10816 donne des directives spéciales concernant l'évaluation de la sévérité vibratoire mesurée sur les logements ou supports de paliers d'ensembles de turbines à gaz.

Les critères vibratoires proposés dans la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent aux ensembles de turbines à gaz en service intensif. Les turbines à gaz dérivées de celles utilisées en aéronautique (y compris les turbines à gaz dont les propriétés dynamiques sont similaires à celles des turbines utilisées en aéronautique) ne sont pas concernées par la présente partie de l'ISO 10816. Il existe de grandes différences entre ces deux types de turbines en ce qui concerne, par exemple, la flexibilité du carter, la conception des paliers, le rapport de poids entre rotor et stator et la structure de montage. Il est par conséquent nécessaire d'établir des critères séparés pour ces deux types de turbines.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ce9f33f1-c01e-445d-a246-4b51611e012a/iso-10816-4:1998>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ce9f33f1-c01e-445d-a246-4b51611e012a/iso-10816-4:1998>

La présente partie de l'ISO 10816 ne s'applique qu'aux turbines à gaz en service intensif utilisées pour des applications à commande électrique et mécanique couvrant la gamme de puissance supérieure à 3 MW et une gamme de vitesses en charge, située entre 3 000 r/min et 20 000 r/min. Ceci comprend les turbines à gaz directement couplées à d'autres moteurs, tels que les turbines à vapeur, mais l'évaluation des vibrations des turbines à vapeur n'est pas couverte par la présente partie de l'ISO 10816 (voir la liste des exclusions suivantes). Sont également compris les autres équipements entraînés non indiqués dans la liste des exclusions ci-dessous.

Les éléments suivants sont exclus de la présente partie de l'ISO 10816:

- turbines à gaz avec des puissances absorbées inférieures ou égales à 3 MW (voir ISO 10816-3);
- pompes commandées par des turbines à gaz (voir ISO 10816-3);
- turboalternateurs avec des puissances inférieures ou égales à 50 MW (voir ISO 10816-3);
- turboalternateurs avec des puissances supérieures à 50 MW (voir ISO 10816-2);
- compresseurs couplés (voir ISO 10816-3);
- vibrations des carters d'engrenage (voir alinéa suivant).

Les critères de la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent aux vibrations mesurées aux corps de palier ou aux supports de palier des turbines à gaz et des équipements entraînés, au moyen de paliers à film d'huile. Ces critères supposent que les mesures sont des valeurs, in situ, en bande large prises dans des conditions normales de fonctionnement en régime permanent. La présente partie de l'ISO 10816 englobe les machines qui peuvent avoir des engrenages ou des paliers à roulements, mais ne concerne pas l'évaluation de l'état de ces engrenages ou paliers.

NOTE Les vibrations des engrenages pourront faire partie d'une édition future de la présente partie de l'ISO 10816. Les vibrations des engrenages sont actuellement traitées dans l'ISO 8579-2.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent 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, les éditions indiquées étaient 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 les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7919-4:1996, *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation — Partie 4: Turbines à gaz.*

ISO 10816-1:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 1: Directives générales.*

## 3 Procédures de mesurage

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

Pour les turbines à gaz, le système de mesurage utilisé doit être capable de mesurer des vibrations en large bande sur une gamme de fréquences allant de 10 Hz jusqu'à six fois au moins la fréquence la plus élevée de rotation de l'arbre. Toutefois, si les instruments servent également au diagnostic, une gamme de fréquences plus étendue et/ou une analyse spectrale peuvent être nécessaires. Si les valeurs résultant des mesurages effectués sur plusieurs machines doivent être comparées, il est nécessaire de s'assurer que la même gamme de fréquences a été utilisée.

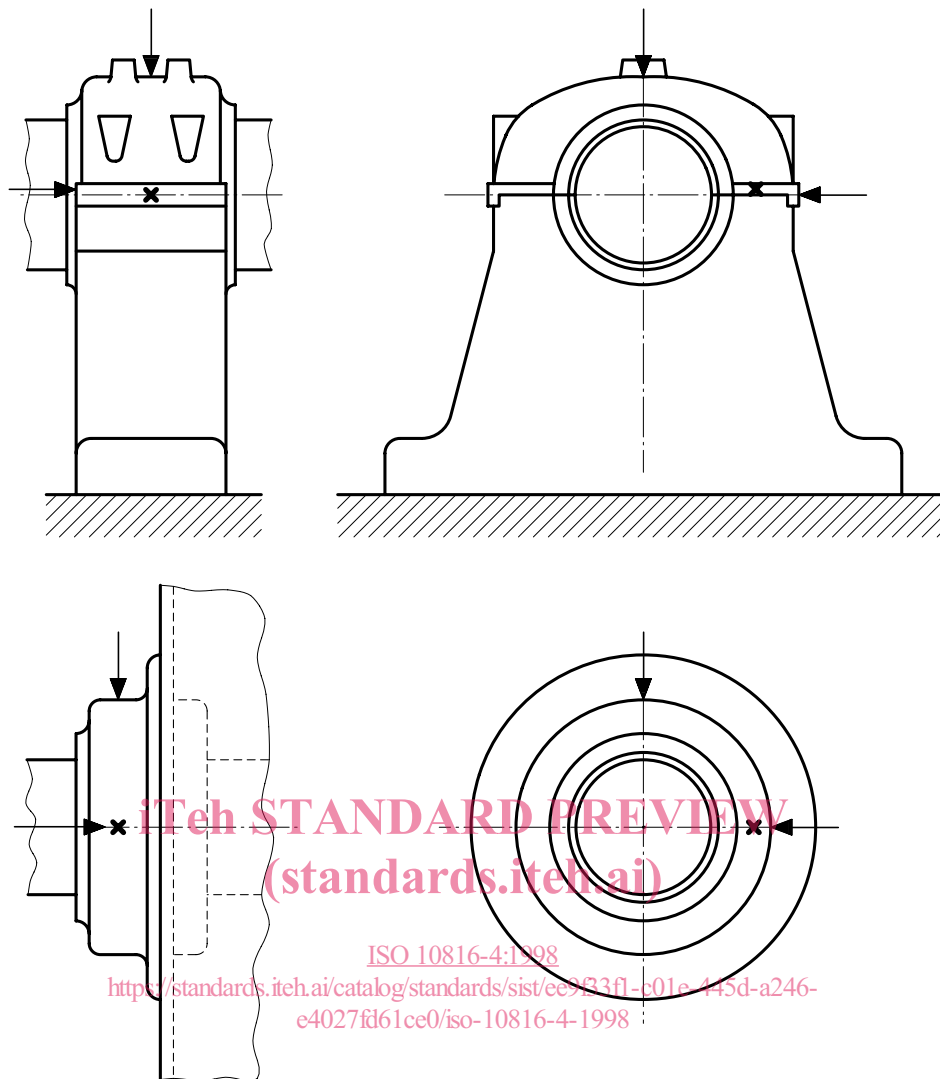
Le mesurage des vibrations doit être effectué aux endroits offrant une sensibilité suffisante aux forces dynamiques de la machine, mais ne doit pas être indûment influencé par des sources externes telles que la vibration de la combustion, la vibration des engrenages, etc. D'une manière générale, il faudra effectuer le mesurage dans deux sens radiaux orthogonaux sur chaque chapeau ou support de palier, comme illustré à la figure 1. Bien qu'il soit possible de placer les capteurs dans n'importe quelle position angulaire sur les logements ou supports de paliers, il est généralement préférable de les placer en positions horizontale et verticale.

On pourra utiliser un seul capteur sur un chapeau ou support de palier à la place de la paire de capteurs orthogonaux généralement utilisée, dans la mesure où on saura que ce capteur fournit des informations suffisantes sur l'amplitude des vibrations de la machine. Il est généralement nécessaire de prendre des précautions lorsqu'on évalue les vibrations avec un seul capteur au niveau d'un plan de mesurage dans la mesure où le capteur risque de ne pas être orienté de manière à donner une approximation suffisante de la valeur maximale au niveau de ce plan.

Les caractéristiques du système de mesurage doivent être connues en ce qui concerne les effets de l'environnement; elles comprennent:

- les écarts de température;
- les champs magnétiques;
- les champs sonores;
- les variations de la source d'énergie;
- la longueur de câble du capteur;
- l'orientation du capteur.

Il convient d'accorder une attention particulière au fait que les capteurs de vibrations doivent être correctement montés et n'altèrent pas la précision du mesurage.



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.

Figure 1 — Points de mesure sur les paliers principaux

## 4 Évaluation

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

### 4.1 Critère I: Amplitude des vibrations

**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 correctives qui s'imposent.

**Zone D:** Les valeurs de vibrations constatées dans cette zone sont normalement 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», 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 certains cas, des caractéristiques particulières peuvent être associées à une machine donnée et peuvent, de ce fait, nécessiter l'utilisation de valeurs différentes (supérieures ou inférieures) pour les limites de zones. Dans de telles circonstances, le fabricant doit normalement en expliquer les raisons et doit notamment confirmer que le fonctionnement de la machine à des valeurs de vibrations plus élevées ne présente aucun risque pour la machine.

#### 4.1.2 Limites des zones d'évaluation

Les valeurs des limites de zones sont données dans le tableau A.1. Les valeurs des limites des zones de vibrations ont été déterminées à partir de données représentatives fournies par les constructeurs et les utilisateurs. Étant donné la dispersion considérable des données, les valeurs des limites de zones ne constituent que des recommandations. Les valeurs indiquées dans le tableau A.1 s'appliquent aux mesurages des vibrations dans des conditions de fonctionnement en régime permanent, à la vitesse nominale. Toutefois, il convient de noter que les vibrations d'une turbine à gaz peuvent être influencées par son système de montage et son installation de couplage à des machines entraînées.

ISO 10816-4:1998

La présente partie de l'ISO 10816 ne fournit aucune valeur de zone d'évaluation différente pour les ensembles de turbines à gaz montés sur fondations rigides et fondations souples. Ceci est en accord avec l'ISO 7919-4, applicable aux vibrations des arbres pour la même catégorie de machines. Toutefois, l'ISO 7919-4 tout comme la présente partie de l'ISO 10816 pourront être révisées de manière à donner des critères différents pour les ensembles de turbines à gaz 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 est justifiée pour de telles machines.

Le paramètre de mesurage commun pour l'évaluation de la sévérité vibratoire des machines est la vitesse de vibration. Le tableau A.1 donne les limites des zones d'évaluation en fonction de la vitesse efficace mesurée. Dans bien des cas, toutefois, il peut être courant de mesurer les vibrations avec des instruments qui sont gradués pour donner des vitesses de crête plutôt que des vitesses efficaces de vibrations. Si la vibration est formée principalement d'un seul composant de fréquence, 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 zéro à crête en multipliant par  $\sqrt{2}$ .

Pour les ensembles de turbines à gaz, il est habituel que les vibrations se produisent principalement à la fréquence de fonctionnement de la machine. Dans ce cas, et lorsque les valeurs de crête, plutôt que les valeurs efficaces, des vibrations sont mesurées, un tableau équivalent au tableau A.1 peut être élaboré. Les limites des zones du tableau A.1 sont multipliées par un facteur de  $\sqrt{2}$  pour produire un tableau équivalent pour l'évaluation de la sévérité vibratoire de crête. Autrement, les valeurs des vibrations de crête mesurées peuvent être divisées par  $\sqrt{2}$  et déterminées par rapport aux critères des vitesses efficaces du tableau A.1.

#### 4.1.3 Mesurages axiaux

Il n'est pas habituel de mesurer la vibration axiale sur les paliers portant la charge radiale des turbines à gaz lors d'une surveillance continue de fonctionnement. Ces mesurages axiaux sont principalement utilisés pour les études périodiques de vibrations ou à des fins de diagnostic. Lorsque l'on mesure les vibrations axiales sur un palier de butée axiale, la sévérité peut être déterminée selon les mêmes critères que pour les vibrations radiales.



## 4.2 Critère II: Variation d'amplitude des vibrations

Ce critère donne une estimation de la variation d'amplitude des vibrations par rapport à une valeur de référence préalablement établie. Il peut se produire une variation considérable de l'amplitude des vibrations à large bande et cette variation peut nécessiter l'application de certaines mesures même lorsque la zone C du critère I n'a pas été atteinte. Ces variations peuvent être instantanées ou progressives et peuvent être révélatrices d'un début d'endommagement ou d'une anomalie quelconque. Le critère II est spécifié en fonction de la variation d'amplitude des vibrations à large bande dans des conditions de fonctionnement en régime permanent. Ces conditions permettent de faibles variations de puissance de l'alternateur à la vitesse de fonctionnement normale.

Lorsque le critère II est appliqué, il est indispensable que les mesurages de vibrations à comparer soient effectués au même endroit, selon une même orientation du capteur et approximativement dans les mêmes conditions de vitesse, de charge et de température de fonctionnement de la machine. Les variations considérables par rapport aux amplitudes de vibrations normales doivent être analysées de manière à éviter toute situation dangereuse. Lorsque la variation d'amplitude des vibrations (en plus ou en moins) est supérieure à 25 % de la valeur maximale de la zone B, cette variation doit être considérée comme significative. Il importe alors d'effectuer des investigations en vue du diagnostic visant à déterminer la raison de cette variation et les éventuelles mesures à prendre.

NOTE La limite de 25 % est fournie à titre indicatif pour déterminer une variation considérable de l'amplitude des vibrations mais d'autres valeurs peuvent être utilisées en fonction de l'expérience accumulée avec une machine donnée.

## 4.3 Limites de fonctionnement

Pour un service 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.

**ALARMES:** Pour avertir qu'un niveau défini de vibration a été atteint 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 le niveau DÉCLENCHEMENT est dépassé, il convient d'intervenir immédiatement pour réduire les vibrations ou d'arrêter la machine.

Afin d'effectuer une analyse sur l'unité tournant en régime permanent, mais s'approchant graduellement du niveau de DÉCLENCHEMENT des vibrations, des mesures telles que la réduction de charge et de vitesse peuvent être prises afin de stabiliser les vibrations à une valeur constante ou inférieure.

### 4.3.1 Positionnement des ALARMES

Pour différentes machines, les niveaux d'ALARME peuvent varier considérablement vers le haut ou vers le bas. Normalement, les valeurs choisies doivent être déterminées par rapport à un niveau de référence fixé par expérience, pour le point ou l'orientation du mesurage sur la machine concernée.

Il est conseillé de fixer le niveau d'ALARME au-dessus du niveau de référence; cette augmentation par rapport au niveau de référence correspond à 25 % de la limite supérieure de la zone B. Si le niveau de référence est faible, le niveau d'ALARME peut être inférieur à la zone C.

Dans le cas où aucun niveau de référence n'a été défini, par exemple pour une machine neuve, le positionnement initial de l'ALARME doit être fonction de l'expérience accumulée avec d'autres machines similaires ou de valeurs de réception convenues. Au bout d'un certain temps, le niveau de référence en régime permanent doit être fixé et le positionnement de l'ALARME modifié en conséquence.

Lorsque le signal correspondant au niveau de référence est irrégulier et non répétable, il convient d'adopter une méthode de calcul de la moyenne temporelle du signal. Pour cela, on pourra avoir recours à un ordinateur.

Il est conseillé de ne pas donner à la limite d'ALARME un niveau supérieur à 1,25 fois la limite supérieure de la zone B.