

NORME
INTERNATIONALE

ISO
7919-4

Première édition
1996-07-15

**Vibrations mécaniques des machines non
alternatives — Mesurages sur les arbres
tournants et critères d'évaluation —**

Partie 4:
Turbines à gaz

ISO 7919-4:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-0181740af306/iso-7919-4-1996>

*Mechanical vibration of non-reciprocating machines — Measurements on
rotating shafts and evaluation criteria —*

Part 4: Gas turbine sets



Numéro de référence
ISO 7919-4:1996(F)

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.

La Norme internationale ISO 7919-4 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*.

L'ISO 7919 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation*:

- *Partie 1: Directives générales*
- *Partie 2: Turbo-alternateurs installés sur fondation radier*
- *Partie 3: Machines industrielles couplées*
- *Partie 4: Turbines à gaz*
- *Partie 5: Machines équipant les centrales hydroélectriques et les stations de pompage (DIS distribué en version anglaise seulement)*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 7919.

© ISO 1996

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

Imprimé en Suisse

Introduction

La présente partie de l'ISO 7919 concerne les caractéristiques spéciales nécessaires au mesurage des vibrations transversales des arbres des systèmes rotor couplés des turbines à gaz. Des critères d'évaluation basés sur l'expérience acquise sont présentés; ils peuvent être utilisés pour l'évaluation des comportements vibratoires de ces machines.

Les principes généraux pour le mesurage et l'évaluation des vibrations des arbres des machines non alternatives sont donnés dans l'ISO 7919-1.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 7919-4:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7919-4:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996>

Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation —

Partie 4: Turbines à gaz

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7919 donne des directives concernant l'application des critères d'évaluation des vibrations des arbres dans les conditions normales de fonctionnement. Les vibrations sont mesurées au droit des paliers des turbines à gaz ou au voisinage. Les critères concernent à la fois les vibrations stationnaires et leurs variations. Les valeurs numériques spécifiées ne sont pas destinées à être utilisées comme base unique pour l'évaluation des vibrations, étant donné qu'en général, les critères qui concernent les vibrations d'une machine sont évalués en prenant en compte les vibrations à la fois de l'arbre et des structures qui lui sont associées (voir introduction de l'ISO 7919-1).

La présente partie de l'ISO 7919 s'applique à toutes les turbines à gaz (y compris celles avec transmission) avec paliers à film fluide dont les sorties sont supérieures à 3 MW et les fréquences de rotation de l'arbre sont comprises entre 3 000 tr/min et 30 000 tr/min. Les groupes motopropulseurs par dérivation sont exclus, car ils diffèrent fondamentalement des turbines à gaz industrielles, en ce qui concerne à la fois le type de roulement (paliers à éléments roulants) et la raideur et les rapports de masse du rotor et de la structure du support. Suivant la construction et le mode de fonctionnement, on distingue trois groupes principaux de turbines à gaz:

— turbines à gaz à vitesse constante et à arbre unique;

— turbines à gaz à vitesse variable et à arbre unique;

— turbines à gaz avec arbres séparés pour la production de gaz chaud et libération de puissance.

NOTE 1 À l'origine, ces trois groupes étaient évalués de façon uniforme. Toutefois, il est possible que des cas particuliers soient évalués de façon différente.

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 7919. 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 7919 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 7919-1:1996, *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation — Partie 1: Directives générales.*

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 de mesurage et les instruments utilisés doivent être comme décrit dans l'ISO 7919-1.

Pour les turbines à gaz, les vibrations de l'arbre au droit des paliers sont normalement mesurées. C'est pourquoi, sauf indications contraires, les déplacements des vibrations auxquels se réfère la présente partie de l'ISO 7919 sont conformes à cette convention. En raison des fréquences de rotation relativement élevées des turbines à gaz, les méthodes de mesurage à l'aide de transducteurs sans contact sont les plus couramment utilisées et sont en général préférables pour les éléments de rotor dont les fréquences de fonctionnement s'élèvent à 3 000 tr/min et au-delà. À des fins de surveillance, le système de mesurage doit pouvoir mesurer l'ensemble des vibrations jusqu'à une fréquence équivalente à 2,5 fois la vitesse de service maximale. Toutefois, il convient de noter qu'à des fins de diagnostic, il peut s'avérer souhaitable de couvrir un domaine de fréquences plus large.

4 Critères d'évaluation

Les critères concernant l'amplitude des vibrations, les

variations des amplitudes des vibrations et les limites de fonctionnement sont présentés dans l'annexe A.

L'amplitude des vibrations est la plus grande des amplitudes de déplacement crête à crête mesurées dans deux directions perpendiculaires fixées. 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. Si l'on n'utilise qu'une seule direction de mesurage, il convient de veiller à ce que soient fournies des indications adéquates (voir ISO 7919-1).

Les critères sont applicables pour les conditions de fonctionnement stationnaires à la vitesse nominale et à la puissance nominale. Ils s'appliquent également lors des variations lentes de la puissance du générateur, à l'exclusion de conditions différentes ou lors des variations transitoires, par exemple lors du démarrage et de l'arrêt, et lors du passage par des domaines de résonances. Dans ces cas, il est nécessaire d'utiliser d'autres critères.

Il convient de noter qu'une évaluation globale de l'état vibratoire d'une machine repose souvent sur les vibrations des arbres, comme défini ci-dessus, et sur les mesurages effectués sur des parties non tournantes (paliers) (voir ISO 10816-1).

ISO 7919-4:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996>

Annexe A (normative)

Critères d'évaluation pour les vibrations relatives des arbres des turbines à gaz dans des conditions de fonctionnement spécifiées

A.1 Généralités

Deux critères permettent d'évaluer les vibrations relatives des arbres des machines industrielles couplées mesurées au droit ou à proximité des paliers. Le premier considère l'amplitude des vibrations relatives des arbres observées en bande large; le second considère les modifications d'amplitude, qu'il s'agisse d'augmentations ou de réductions.

A.2 Critère I: Amplitude des vibrations à la vitesse nominale dans des conditions de fonctionnement stables

Ce critère porte sur la définition des limites de l'amplitude des vibrations des arbres cohérentes avec des forces dynamiques acceptables du palier, des déplacements radiaux (jeux) convenables et une transmission acceptable des vibrations au support et aux fondations. L'amplitude maximale des vibrations des arbres, observée au droit de chaque palier, est évaluée par rapport à quatre zones d'évaluation établies par expérience au niveau international.

A.2.1 Zones d'évaluation

Les zones types d'évaluation ci-dessous sont définies pour permettre une évaluation qualitative des vibrations de l'arbre sur une machine donnée et pour fournir des directives en vue d'actions éventuelles.

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

Zone B: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement jugées acceptables pour un fonctionnement à long terme sans restriction.

Zone C: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement jugées inaptes à un fonctionnement continu à long terme. D'une manière générale, la machine peut être exploitée pendant une période limitée dans ces conditions dans l'attente d'une occasion permettant d'effectuer des opérations de maintenance.

Zone D: Les valeurs de vibration appartenant à cette zone sont normalement jugées susceptibles de provoquer des détériorations de la machine.

A.2.2 Limites des zones d'évaluation

Selon l'expérience actuelle acquise en matière de mesure des vibrations des arbres dans ce domaine, les valeurs recommandées pour les limites de zone sont inversement proportionnelles à la racine carrée de la fréquence de rotation de l'arbre n (en tours par minute). Les valeurs recommandées présentées à la figure A.1 sont dérivées des expressions suivantes:

Limite de zone A/B

$$S_{(p-p)} = 4\,800/\sqrt{n} \text{ } \mu\text{m}$$

Limite de zone B/C

$$S_{(p-p)} = 9\,000/\sqrt{n} \text{ } \mu\text{m}$$

Limite de zone C/D

$$S_{(p-p)} = 13\,200/\sqrt{n} \text{ } \mu\text{m}$$

NOTE 2 Pour la définition de $S_{(p-p)}$, voir ISO 7919-1.

Ces limites ne sont pas destinées à servir de spécifications d'acceptation qui doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant de la machine et le client. Toutefois, elles fournissent des directives pour éviter des insuffisances graves ou des prescriptions irréalistes.

Dans certains cas, des aspects spécifiques associés à une machine particulière nécessiteraient de prendre des valeurs différentes (supérieures ou inférieures) pour les limites de zone. Par exemple, avec un palier de butée à segments, il peut être nécessaire de spécifier d'autres valeurs de vibrations, alors que, dans le cas d'un palier elliptique, différents critères peuvent être adoptés correspondant aux jeux maximal et minimal. En particulier, il convient d'admettre que les vibrations admissibles peuvent être liées au diamètre des tourillons car, d'une manière générale, les jeux en fonctionnement seront plus importants pour des paliers de plus grand diamètre. En conséquence, différentes valeurs peuvent s'appliquer aux mesurages effectués sur différents paliers de la même ligne rotorique. En pareil cas, il serait normalement nécessaire d'en expliquer les raisons, et, en particulier, de confirmer que l'exploitation avec des valeurs plus élevées ne menacerait pas la machine.

Des valeurs plus élevées peuvent être permises en d'autres points de mesurage dans des états transitoires, tels que le démarrage et l'arrêt (y compris le passage des vitesses critiques).

A.3 Critère II: Variation d'amplitude des vibrations

Ce critère assure une évaluation de la variation de l'amplitude des vibrations par rapport à une valeur de référence ou de base établie antérieurement. Il peut se produire une augmentation ou une réduction significative de l'amplitude des vibrations de l'arbre appelant des opérations de maintenance même si la limite de la zone C du critère I n'a pas été atteinte. Ces variations peuvent être instantanées ou progressives dans le temps, et elles peuvent indiquer qu'une détérioration s'est produite et avertir d'une défaillance imminente ou de tout autre défaut. Le critère II est spécifié en considérant la variation de l'amplitude des vibrations de l'arbre apparaissant dans des conditions de fonctionnement stables.

La valeur de référence pour ce critère est la variation normale reproductible définie par des mesurages précédents dans des conditions de fonctionnement spécifiques. Si cette valeur de référence varie d'une façon significative et si elle dépasse 25 % de la valeur limite supérieure pour la zone B, en augmentation ou en réduction, il convient de prendre des mesures pour déterminer les causes de cette variation et, si nécessaire, d'engager des opérations appropriées. Il convient donc de prendre une décision concernant ces opérations (s'il en est besoin) en tenant compte de la valeur maximale de la vibration et de l'état stationnaire ou non de la machine après les vibrations.

Lors de l'application du critère II, il faut effectuer les mesurages des vibrations que l'on compare avec le transducteur placé au même endroit et dans la même position et approximativement dans les mêmes conditions de fonctionnement de la machine.

Un critère basé sur la variation des amplitudes des vibrations ne permet pas de détecter toutes les anomalies, étant donné que des variations significatives des amplitudes des composantes peuvent se produire et se produisent sans pour autant entraîner des variations de l'amplitude en large bande (voir l'ISO 7919-1). Par exemple, l'évolution d'une fissure dans un rotor peut entraîner des variations progressives des composantes, dont les fréquences sont multiples de la fréquence de rotation, mais cette amplitude peut être faible par rapport à l'amplitude de la composante fondamentale de la fréquence de rotation. Par conséquent, il peut s'avérer difficile de reconnaître les effets de propagation d'une fissure par le seul examen de la variation de l'amplitude globale. En conséquence, au-delà de la surveillance des variations de l'amplitude globale, il peut être nécessaire pour certaines applications d'utiliser des équipements d'analyse et de mesurage susceptibles de déterminer les variations vectorielles qui peuvent se produire dans les composantes des vibrations. Ces équipements peuvent être plus perfectionnés que ceux utilisés pour la surveillance normale, et leur utilisation et l'interprétation des informations qu'ils délivrent, exigent des connaissances spéciales. Les spécifications des critères détaillés pour des mesurages de ce type n'entrent donc pas dans le domaine d'application de la présente partie de l'ISO 7919.

A.4 Limites de fonctionnement

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

ALARMES: Pour avertir qu'une valeur définie de vibration a été atteinte ou qu'un changement significatif est intervenu où il peut être nécessaire d'intervenir pour y remédier. En général, si une situation d'ALARME se produit, la machine continue à fonctionner pendant une période d'investigation pour identifier la raison de la variation des vibrations et définir le remède à apporter.

DÉCLENCHEMENTS: Pour spécifier l'amplitude des vibrations au-delà de laquelle la poursuite du fonctionnement de la machine peut provoquer un dommage. Si la valeur de 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 chargement dynamique et de rigidité des supports, peuvent être spécifiées pour différents points et directions de mesurage.

A.4.1 Positionnement des ALARMES

Pour différentes machines, les valeurs d'ALARME peuvent varier considérablement, vers le haut ou vers le bas. Les valeurs choisies seront normalement établies, pour le point ou la direction de mesurage, sur la machine concernée, par rapport à une valeur de référence fixée en se fondant sur l'expérience.

Il est recommandé que l'ALARME soit fixée au-dessus du niveau de référence d'une valeur égale à 25 % de la limite supérieure de la zone B. Si la base est basse, l'ALARME peut être en dessous de la zone C.

Lorsqu'il n'y a pas de référence établie, pour une machine neuve par exemple, il convient que le positionnement initial de l'ALARME repose sur l'expérience acquise avec d'autres machines similaires ou par rapport aux valeurs d'acceptation convenues. Au bout d'un certain temps, il convient d'établir le niveau de référence en régime permanent et d'adapter le positionnement de l'ALARME en conséquence.

Si la base en régime permanent change (après réparation de la machine, par exemple), le positionnement de l'ALARME peut être revu en conséquence. Différents positionnements de l'ALARME en service peuvent alors exister pour différents paliers sur la machine, reflétant les différences de chargement dynamique et de rigidité des supports de paliers.

A.4.2 Positionnement des DÉCLENCHEMENTS

Les valeurs des DÉCLENCHEMENTS seront en général liées à l'intégrité mécanique de la machine et dépendront de caractéristiques spécifiques de conception, introduites pour permettre à la machine de résister à des efforts dynamiques anormaux. Les valeurs utilisées seront donc, en général, les mêmes pour toutes les machines de conception similaire et ne seraient normalement pas liées à la valeur de base en régime permanent utilisée pour le positionnement des ALARMES.

Il peut toutefois y avoir des différences pour des machines de conception différente et il n'est pas possible de donner des lignes directrices pour des valeurs de DÉCLENCHEMENT absolues. En général, la valeur de DÉCLENCHEMENT se situera dans la zone C ou D.

[ISO 7919-4:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7600a7d4-bdb6-483e-8b89-91a8177f0a3/iso-7919-4-1996>