

NORME INTERNATIONALE

ISO 13373-4

Première édition
2021-11

Surveillance et diagnostic d'état des machines — Surveillance des vibrations —

Partie 4: Techniques de diagnostic pour turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide

*Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration
condition monitoring —*

*Part 4: Diagnostic techniques for gas and steam turbines with fluid-
film bearings*



Numéro de référence
ISO 13373-4:2021(F)

© ISO 2021

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13373-4:2021
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Mesurages	2
4.1 Mesurages des vibrations	2
4.2 Mesurage des paramètres de fonctionnement des machines	2
5 Analyse initiale	2
6 Analyse spécifique des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide	3
7 Considérations lorsqu'on recommande des actions	3
Annexe A (normative) Approche systématique pour l'analyse des vibrations des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide	4
Annexe B (informative) Méthodologie pour diagnostiquer les problèmes vibratoires des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide	17
Annexe C (informative) Exemples de problèmes de vibrations des turbines à vapeur à paliers à film fluide	23
Bibliographie	27

[ISO 13373-4:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021>

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 attirée 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.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 2, *Mesurage et évaluation des vibrations et chocs mécaniques appliqués aux machines, aux véhicules et aux structures*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 13373 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Introduction

Le présent document fournit des lignes directrices pour les procédures qu'il convient de prendre en compte pour les diagnostics de vibration des turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide. Il est destiné à être utilisé par les professionnels, les ingénieurs et les techniciens du domaine des vibrations et il leur fournit des outils de diagnostic utiles. Ces outils de diagnostic utilisés comprennent les organigrammes, les tableaux de processus, les tableaux de défauts et les tableaux de symptômes. Le contenu du présent document présente les étapes les plus élémentaires, logiques et intelligentes qu'il convient de prendre lors du diagnostic de problèmes associés à ces types de machines particulières.

La série de normes ISO 20816 contient les amplitudes et les zones de vibrations acceptables pour divers types et tailles de machines, allant des nouvelles machines et des machines fonctionnant correctement aux machines présentant des risques de défaillance.

L'ISO 13373-1 présente les procédures générales relatives à l'analyse des signaux des vibrations en bande étroite. Elle inclut: les types de transducteurs utilisés, leurs gammes et leur emplacement recommandé sur les différents types de machines, les systèmes de surveillance des vibrations périodiques et en ligne, et les éventuels problèmes des machines.

L'ISO 13373-2 inclut la description du matériel de conditionnement des signaux requis, les techniques relatives au domaine temporel et au domaine fréquentiel, et les formes d'onde et les signatures qui représentent les phénomènes de fonctionnement des machines ou les défauts des machines rencontrés lors de l'analyse des signatures vibratoires.

L'ISO 13373-3 fournit un certain nombre de procédures visant à établir les causes des problèmes de vibrations communs à tous les types de machines tournantes. Elle inclut: des approches systématiques pour caractériser les effets des vibrations, les outils de diagnostic disponibles, les outils requis pour les applications particulières, et les recommandations relatifs à l'application des outils en fonction des types de machines et des composants. Cela n'exclut toutefois pas le recours à d'autres techniques de diagnostic.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021>

Il convient de noter que l'ISO 17359 précise que les diagnostics peuvent être

- démarrés comme activité après détection d'une anomalie durant une surveillance, où
- mis en œuvre dès le début de façon synchrone avec le processus de surveillance.

Le présent document ne traite que le premier de ces cas, autrement dit, celui de diagnostics effectués après détection d'une anomalie. Par ailleurs, le présent document traite essentiellement de l'utilisation d'organigrammes et de tableaux de processus comme outils de diagnostic ainsi que des tableaux de défauts et de symptômes car ce sont les outils jugés comme étant les plus appropriés pour une utilisation par les professionnels, les ingénieurs et les techniciens sur le terrain.

La méthodologie relative aux organigrammes et des tableaux de processus de diagnostic présente une procédure structurée permettant à une personne sur le terrain de diagnostiquer un défaut et d'en trouver la cause. Il convient que cette procédure étape par étape puisse guider le professionnel dans son diagnostic de vibrations relatifs à l'anomalie de la machine, pour trouver la cause originelle probable de cette anomalie.

Les tableaux de défauts présentent une liste des défauts les plus communs des machines ainsi que leurs manifestations au niveau de la machine et des données vibratoires. Les tableaux de symptômes contiennent les principales caractéristiques vibratoires distinctives des principaux défauts. Lorsqu'ils ont utilisé avec les organigrammes, les tableaux permettent d'identifier les défauts des machines.

Lorsqu'on traite un problème de machine qui se manifeste par un signal de vibration importante ou erratique, il convient d'effectuer un diagnostic du problème de manière systématique et bien réfléchi. Le présent document ainsi que l'ISO 13373-3 est conforme à cet objectif car il fournit à l'analyste des recommandations relatives à la sélection des outils de mesure appropriés, les outils d'analyse et leur utilisation, et les procédures étape par étape recommandées pour le diagnostic des problèmes associés aux différents types de turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide.

Le VDI 3839-4, fournit des profils typiques de vibrations des turbines à gaz et turbines à vapeur et peut constituer une référence utile.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13373-4:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021>

Surveillance et diagnostic d'état des machines — Surveillance des vibrations —

Partie 4:

Techniques de diagnostic pour turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide

1 Domaine d'application

Le présent document établit des lignes directrices pour les procédures spécifiques qu'il convient de prendre en compte pour les diagnostics de vibration des différents types de turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide.

Le présent document est destiné à être utilisé par les professionnels, les ingénieurs et les techniciens de la surveillance des machines et fournit une approche pratique, étape par étape, basée sur les vibrations pour le diagnostic des défauts. Il donne également des exemples pour toute une gamme de machines et de types de composants ainsi que les symptômes de défauts qui leur sont associés.

L'approche fournie dans le présent document repose sur une bonne pratique, établie, mise en commun par des utilisateurs expérimentés, même s'il est admis que d'autres approches peuvent exister. Les actions recommandées pour un diagnostic particulier dépendent des circonstances individuelles, du degré de confiance dans le diagnostic de défauts (par exemple le même diagnostic a-t-il été correctement établi auparavant pour cette machine?), de l'expérience du professionnel, du type de défaut et de sa gravité ainsi que des considérations de sécurité et commerciales. Il n'est pas possible de recommander des actions pour tous les cas et ce n'est pas le but visé par le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

ISO 13372, *Surveillance et diagnostic de l'état des machines — Vocabulaire*

ISO 13373-1, *Surveillance et diagnostic d'état des machines — Surveillance des vibrations — Partie 1: Procédures générales*

ISO 13373-2, *Surveillance et diagnostic d'état des machines — Surveillance des vibrations — Partie 2: Traitement, analyse et présentation des données vibratoires*

ISO 13373-3:2015, *Surveillance et diagnostic d'état des machines — Surveillance des vibrations — Partie 3: Lignes directrices pour le diagnostic des vibrations*

ISO 21940-2, *Vibrations mécaniques — Équilibrage des rotors — Partie 2: Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041, ISO 13372 et ISO 21940-2 s'appliquent.

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

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

4 Mesurages

4.1 Mesurages des vibrations

On peut obtenir des mesurages des vibrations en utilisant deux catégories principales de transducteurs:

- a) sans contact, par exemple, capteurs inductifs, capacitifs et à courant de Foucault utilisés sur les arbres tournants;
- b) transducteurs sismiques, par exemple, accéléromètres ou transducteurs de vitesse utilisés sur des parties non tournantes, comme les logements de palier.

Des normes internationales ont été rédigées pour aider à évaluer la gravité des vibrations pour ces deux types de mesures, par exemple les séries ISO 7919, ISO 10816 et ISO 20816.

Des recommandations relatives au choix de la Norme internationale appropriée à utiliser sont données dans l'ISO/TR 19201.

Il est important de comprendre qu'il convient d'utiliser le transducteur, le conditionnement des signaux, le système de mesure et d'analyse appropriés pour le diagnostic des défauts en tenant compte des situations spécifiques aux turbines à gaz et turbines à vapeur à paliers à film fluide. Avant de prendre des mesures, il est bon de se demander si la mise à la terre et les champs électriques de la machine auront un effet sur celles-ci.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-4220-3090/iso-13373-4-2021>

Les descriptions des transducteurs, des systèmes de mesure et des techniques d'analyse sont données dans l'ISO 13373-1 et l'ISO 13373-2, qui doivent être prises en compte pour une sélection appropriée.

4.2 Mesurage des paramètres de fonctionnement des machines

L'acquisition des paramètres de fonctionnement [par exemple la vitesse de rotation, la charge, la configuration du montage (dispositif de support rigide ou flexible) et la température], qui peuvent exercer une influence sur les caractéristiques de vibrations d'une machine, est importante pour parvenir un diagnostic approprié des défauts. Pour une machine donnée, ces paramètres peuvent être associés à une série de conditions de régime établi et transitoire.

5 Analyse initiale

Une analyse initiale des défauts doit être effectuée en utilisant les lignes directrices données dans l'ISO 13373-3:2015, Annexe A et doit permettre d'identifier tout problèmes de sécurité tels que

- a) la présence et la gravité de toute vibration élevée,
- b) l'historique de la machine,
- c) les effets des paramètres de fonctionnement de la machine,
- d) les conséquences de l'absence de mesures correctives pour réduire les vibrations de la machine, et
- e) l'arrêt de la turbine pour éviter les dommages.

En outre, d'autres facteurs tels que

- f) la configuration de montage du transducteur de mesure,

- g) l'effet de toute machine tournante à proximité, et
- h) l'effet de l'environnement du bâtiment et de la fondation de la machine [par exemple la fondation de la plate-forme (à terre et en mer)]. Il convient de prendre ces éléments en compte lors de l'analyse initiale des performances de la machine sur la machine considérée.

Voir également l'ISO 13373-3:2015, Annexes B à D, pour une description de certains défauts communs des machines (par exemple, les défauts d'installation et les défauts de paliers).

6 Analyse spécifique des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide

La procédure systématique utilisée dans la série ISO 13373 comprend l'utilisation de tableaux de défauts, de tableaux de symptômes et une méthodologie étape par étape de diagnostic vibratoire des défauts. Pour le présent document, le tableau de défauts pour le diagnostic des turbines à gaz et à vapeur à paliers à film fluide à utiliser est donné par le [Tableau A.1](#), le tableau de symptômes est donné dans le [Tableau A.2](#), tandis que la méthodologie de diagnostic vibratoire est présentée dans l'[Annexe B](#). Des exemples d'utilisation du tableau des défauts, du tableau des symptômes et de la méthodologie de diagnostic vibratoire des turbines à gaz et à vapeur à paliers à film fluide sont indiqués dans l'[Annexe C](#). Notez que ces annexes ne couvrent pas les vibrations de la turbine dues à des problèmes de paliers hydrodynamiques, qui sont traités dans l'ISO 13373-3:2015, Annexe C.

On considère que cette approche constitue une bonne pratique établie par des utilisateurs expérimentés, bien qu'il soit reconnu que d'autres approches puissent exister.

Il convient de noter que dans certains cas, le diagnostic vibratoire peut indiquer plusieurs causes originelles et qu'il est recommandé de consulter un expert afin d'établir le défaut le plus probable.

7 Considérations lorsqu'on recommande des actions

Un certain nombre de facteurs influencent les remèdes ou les actions correctives à prendre, tels que

- a) leur sécurité,
- b) les considérations commerciales,
- c) conception incorrecte de la machine, et
- d) les problèmes d'assemblage de la machine.

La ou les actions appropriée(s) pour un diagnostic particulier dépendent clairement des circonstances individuelles, et la formulation de recommandations spécifiques ne relève pas du domaine d'application du présent document. Néanmoins, il est important d'envisager les actions possibles résultant du diagnostic et les implications de ces actions.

Les actions recommandées dépendent du degré de confiance dans le diagnostic de défaut (par exemple le même diagnostic a-t-il été établi correctement auparavant pour cette machine?), du type de défaut et de sa gravité ainsi que des considérations de sécurité et commerciales. Il n'est pas possible de recommander des actions pour tous les cas et ce n'est pas le but visé par le présent document.

Annexe A **(normative)**

Approche systématique pour l'analyse des vibrations des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide

Une approche systématique de l'analyse des vibrations des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide est donnée par le tableau des défauts dans le [Tableau A.1](#) et par le tableau des symptômes dans le [Tableau A.2](#). Les informations incluses dans le [Tableau A.1](#) n'ont pas pour objectif d'être exhaustives, mais elles incluent les défauts les plus courants associés aux turbines à gaz et aux turbines à vapeur à paliers à film fluide.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13373-4:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/584ae8a5-edb8-463e-b4d5-76a2b873050b/iso-13373-4-2021>

Tableau A.1 — Tableau des défauts pour l'analyse des vibrations des turbines à gaz et des turbines à vapeur à paliers à film fluide

Défaut	Conditions entraînant la modification des vibrations	Vitesse initiale de modification de l'amplitude des vibrations	Composante de fréquence principale de l'amplitude de vibration modifiée	Comportement ultérieur de la vibration avec le temps	Effet sur la vitesse de résonance	Comportement sur le vireur	Répétabilité	Commentaires
Déséquilibre de l'arbre	Régime permanent	Immédiatement évident	1x	Stable	Aucun	Non affecté	Répétable	Aucun
Déséquilibre de l'arbre résultant de la perte matérielle d'un composant tournant	État généralement stable mais peut être transitoire	Changement d'étape ou série de changements	1x	Stable après changement d'étape	Niveau de vibration significativement modifié	Un frottement est parfois attendu dans les cas extrêmes	Aucun	Pour les turbines composées de plusieurs rotors en tandem, les changements les plus importants se produisent généralement au niveau des paliers du rotor concerné. Le déséquilibre du rotor peut être dû à une érosion des aubes.

NOTES:

a) Un léger frottement a tendance à se produire entre l'arbre et les joints stationnaires, qui sont des endroits où les jeux sont réduits par conception et où des mesures sont prises par le fabricant dans la conception des joints pour minimiser les effets du frottement, par exemple en utilisant des bagues d'étanchéité segmentées à ressort et/ou des ailettes d'étanchéité en laiton/bronze.

b) Le frottement dur a tendance à se produire à d'autres endroits où le frottement n'est généralement pas prévu par la conception et où un contact plus important peut donc se produire.

c) L'effet Morton désigne une condition de vibration dans laquelle un réchauffement visqueux de la surface de l'arbre se produit en raison du cisaillement de l'huile dans un film d'huile étroit d'un palier à film fluide, ce qui entraîne une courbure thermique temporaire de l'arbre.

Tableau A.1 (suite)

Défaut	Conditions entraînant la modification des vibrations	Vitesse initiale de modification de l'amplitude des vibrations	Composante de fréquence principale de l'amplitude de vibration modifiée	Comportement ultérieur de la vibration avec le temps	Effet sur la vitesse de résonance	Comportement sur le vireur	Répétabilité	Commentaires
Modification de l'élévation des paliers	Après une période transitoire opérationnelle	Lente, sauf si le tourbillon d'huile est prédominant	Principalement 1x. Moins d'1x peut apparaître (voir tourbillonnement d'huile)	Dans des conditions établies, atteint une nouvelle stabilité	Peut augmenter ou diminuer selon que l'élévation du palier est vers le haut ou vers le bas. Les rotors adjacents peuvent subir l'effet inverse	Aucun	Les tendances, mais pas nécessairement les amplitudes, auront tendance à se répéter après des transitions similaires	L'inversion de la période transitoire n'inversera pas immédiatement le changement de vibration. Corrélation avec les pressions des films des paliers et les températures du métal. Ce défaut est typiquement limité aux turbines avec deux paliers par rotor. Les turbines avec un seul palier par rotor ont tendance à être moins sensibles à ce défaut.

NOTES:

- a) Un léger frottement a tendance à se produire entre l'arbre et les joints stationnaires, qui sont des endroits où les jeux sont réduits par conception et où des mesures sont prises par le fabricant dans la conception des joints pour minimiser les effets du frottement, par exemple en utilisant des bagues d'étanchéité segmentées à ressort et/ou des ailettes d'étanchéité en laiton/bronze.
- b) Le frottement dur a tendance à se produire à d'autres endroits où le frottement n'est généralement pas prévu par la conception et où un contact plus important peut donc se produire.
- c) L'effet Morton désigne une condition de vibration dans laquelle un réchauffement visqueux de la surface de l'arbre se produit en raison du cisaillement de l'huile dans un film d'huile étroit d'un palier à film fluide, ce qui entraîne une courbure thermique temporaire de l'arbre.