
**Broches pour machines-outils —
Évaluation des vibrations d'une
broche pour machine-outil par
mesurages sur le corps de broche —**

Partie 3:

**Broches à roulements à entraînement
par engrenages opérant à des vitesses
entre 600 tr/min et 12 000 tr/min**

*Machine tool spindles — Evaluation of machine tool spindle
vibrations by measurements on spindle housing —*

*Part 3: Gear-driven spindles with rolling bearings operating at speeds
between 600 r/min and 12 000 r/min*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 17243-3:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

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
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Opérations préliminaires	3
4.1 Généralités.....	3
4.2 Sollicitations d'usinage.....	3
4.3 Vitesse de la broche.....	3
4.4 Conditions thermiques.....	4
4.5 Position et orientation de la broche.....	4
4.6 Sélection du rapport de transmission.....	4
4.7 Équilibrage d'outil ou de pièce.....	4
4.7.1 Généralités.....	4
4.7.2 Mesurage des vibrations de la broche avec un outil/une pièce monté(e) dans la broche.....	4
4.7.3 Mesurage des vibrations de la broche sans outil/pièce.....	5
4.8 Mandrin de serrage de la broche.....	5
4.9 Refroidissement de la broche.....	5
4.10 Serreur outil.....	5
4.11 Vibrations dans l'environnement.....	5
4.12 Fonctionnement à vide.....	5
5 Procédures de mesure et modes opératoires	5
5.1 Instruments de mesure.....	5
5.2 Positions/orientations de mesure.....	6
5.2.1 Généralités.....	6
5.2.2 Convention de désignation des positions de mesure.....	7
5.3 Procédures de montage de capteur.....	7
6 Paramètres d'évaluation	9
6.1 Paramètre de vibration en vitesse.....	9
6.1.1 Généralités.....	9
6.1.2 Critères d'exclusion pour la résonance.....	9
6.2 Paramètre de vibration en accélération.....	10
7 Classification des broches	11
7.1 Généralités.....	11
7.2 Classification en fonction de la vitesse maximale de la broche.....	11
7.3 Classification en fonction du type de roulement.....	11
8 Évaluation	12
8.1 Généralités.....	12
8.1.1 Vue d'ensemble.....	12
8.1.2 Incertitude de mesure.....	12
8.2 Critère I: amplitude vibratoire.....	12
8.2.1 Généralités.....	12
8.2.2 Zones d'évaluation.....	13
8.2.3 Exemples de limites de zone d'évaluation.....	13
8.3 Critère II: évolution de l'amplitude vibratoire.....	13
8.4 Limites générales de zone.....	13
8.5 Exemples de valeurs de limites de zone d'évaluation.....	14
8.6 Limites de fonctionnement.....	15
8.6.1 Généralités.....	15
8.6.2 Réglage des alertes.....	15
8.6.3 Réglage des alarmes.....	15
8.6.4 Réglage du seuil d'interruption.....	16

Annexe A (informative) Introduction aux autres techniques d'évaluation de l'état des roulements	17
Bibliographie	20

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 17243-3:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020>

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le Comité technique ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

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/fr/members.html.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 17243 se trouve sur le site web de l'ISO.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 17243-3:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eaf48e72-14d2-4ce8-b476-2d9229a58128/iso-tr-17243-3-2020>

Broches pour machines-outils — Évaluation des vibrations d'une broche pour machine-outil par mesurages sur le corps de broche —

Partie 3:

Broches à roulements à entraînement par engrenages opérant à des vitesses entre 600 tr/min et 12 000 tr/min

IMPORTANT — Le fichier électronique de ce document contient des couleurs qui ont été jugées utiles pour une correcte compréhension du document. Les utilisateurs devraient donc considérer l'impression de ce document à l'aide d'une imprimante couleur.

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des informations sur la façon d'évaluer l'intensité vibratoire d'une broche d'une machine-outil, mesurée sur le corps de broche. Il fournit des recommandations spécifiques pour l'évaluation de l'intensité vibratoire mesurée sur le corps de broche, sur le site du client ou sur les installations d'essais du fabricant de la machine-outil.

Ses critères en matière de vibrations s'appliquent aux broches à entraînement par engrenage destinées aux machines-outils fixes dont les vitesses nominales de fonctionnement se situent entre 600 r/min et 12 000 r/min.

Il est applicable uniquement aux broches munies de paliers de type roulements et aux broches montées sur des machines-outils travaillant par enlèvement de métal, dans le cadre de l'essai, de la vérification périodique et de la surveillance continue.

Il ne traite pas:

- de l'exactitude géométrique des axes de rotation (voir ISO 230-7);
- de la performance de coupe inacceptable en ce qui concerne le fini de surface et l'exactitude;
- des questions liées à l'intensité vibratoire des broches pour machines-outils opérant à des vitesses inférieures à 600 r/min ou supérieures à 12 000 r/min (étant donné le manque de données justificatives concernant les vibrations);
- des analyses dans le domaine fréquentiel telles que les analyses de transformée de Fourier rapide (TFR), les analyses d'enveloppe ou toute autre technique similaire.

L'[Annexe A](#) présente une introduction aux autres techniques d'évaluation de l'état des roulements.

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 1925, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Vocabulaire*

ISO 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

ISO 2954, *Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Exigences relatives aux appareils de mesure de l'intensité vibratoire*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1925, l'ISO 2041, l'ISO 2954 et l'ISO 13372 ainsi que les suivants 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1 alarme

<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel l'amplitude vibratoire en vitesse [LTSC (3.6.1)] indique une charge dynamique accrue sur les roulements de la broche et/ou pour lequel l'amplitude vibratoire en accélération [STSC (3.6.2)] indique une détérioration modérée du corps de broche

3.2 alerte

<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel une évolution significative de l'amplitude vibratoire de la broche [STSC (3.6.2) ou LTSC (3.6.1)] par rapport aux valeurs normales a été détectée

3.3 broche à entraînement par engrenage

broche pour machine-outil comportant un ou plusieurs étages d'engrenages transmettant la puissance dans le groupe motopropulseur

Note 1 à l'article: Les broches à entraînement par engrenage peuvent également comprendre un couplage et/ou des courroies dans le groupe motopropulseur.

3.4 long terme

<surveillance de l'état de la broche> horizon supérieure à six mois

Note 1 à l'article: La durée peut différer pour certains types de broches et/ou certaines conditions de fonctionnement spécifiques.

3.5 court terme

<surveillance de l'état de la broche> horizon de six mois ou moins

Note 1 à l'article: La durée peut différer pour certains types de broches et/ou certaines conditions de fonctionnement spécifiques.

3.6 état de la broche

valeurs efficaces (r.m.s) de vibration, en vitesse et en accélération, des broches pour machines-outils telles que définies par les spécifications

3.6.1 état de la broche à long terme

LTSC

paramètre indiquant l'état à *long terme* (3.4) d'une broche pour machine-outil

3.6.2**état de la broche à court terme****STSC**

paramètre indiquant l'état à *court terme* (3.6) d'une broche pour machine-outil

3.7**température de fonctionnement stabilisée**

<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel la broche d'une machine-outil a fonctionné pendant une durée suffisante pour atteindre une température de fonctionnement stable

3.8**seuil d'interruption**

<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel l'amplitude vibratoire en vitesse [LTSC (3.6.1)] indique une importante charge dynamique sur les roulements de la broche et/ou pour lequel l'amplitude vibratoire en accélération [STSC (3.6.2)] indique une grave détérioration du corps de broche

4 Opérations préliminaires**4.1 Généralités**

Lors du mesurage des vibrations de la broche, les conditions de fonctionnement de la machine-outil sont d'une grande importance. Le présent document est applicable à l'ensemble des conditions normales de fonctionnement de la machine-outil lors de l'usinage.

Pour tout mesurage des vibrations de la broche destiné à caractériser l'état de la broche conformément au présent document, il convient d'enregistrer les principales conditions de fonctionnement. Ces conditions de fonctionnement comprennent, sans toutefois s'y limiter, les caractéristiques énumérées de 4.2 à 4.12.

Lors de l'utilisation des résultats de mesure des vibrations pour évaluer l'état de la broche, il convient de prendre en considération les autres facteurs contribuant aux signaux mesurés ou interférant avec ceux-ci. De tels facteurs comprennent les signaux de commande électriques du moteur de la broche avec les fréquences associées, les influences liées aux fondations de la machine et à la position des autres composants mobiles ayant une incidence sur la réponse dynamique du système global, ainsi que le possible haut niveau de dispersion dû à la faible quantité d'énergie dans la plage de fréquences considérée. Si de tels signaux ou de telles conditions interférant sont suspecté(e)s, des techniques d'analyse fréquentielle peuvent être utilisées pour différencier les signaux des roulements des autres facteurs contributifs.

4.2 Sollicitations d'usage

Il convient de réaliser l'ensemble des mesurages de vibrations dans des conditions de fonctionnement à vide (pas de coupe, de fraisage, ni de meulage).

4.3 Vitesse de la broche

Le présent document est applicable pour toute vitesse comprise dans la plage de vitesses nominales de la machine-outil/broche. Le fabricant peut spécifier des plages de vitesses discontinues comme 600 r/min à 9 000 r/min et 10 000 r/min à 12 000 r/min afin d'éviter toute limite déraisonnable aux vitesses de résonance. Deux intervalles de vitesses de résonance tels que ceux-ci sont autorisés, occupant à eux deux un maximum de 10 % de la plage de vitesses nominales de fonctionnement de la broche. La possibilité d'exclure certaines plages de vitesses ne s'applique qu'au paramètre de vibration en vitesse tel que défini en 6.1, c'est-à-dire aux indicateurs pour l'état de la broche à long terme (LTSC). Le paramètre de vibration en accélération tel que défini en 6.2, c'est-à-dire les indicateurs pour l'état de la broche à court terme (STSC), s'applique à toute vitesse comprise dans la plage de vitesses nominales de la broche.

Lors du mesurage de l'amplitude vibratoire en fonction de la vitesse de la broche, il est important d'exécuter les variations de vitesse de la broche de manière à atteindre un état de vibration stationnaire de la broche avant d'enregistrer les mesures. Les méthodes suivantes sont des méthodes types.

- **Pas:** augmenter ou réduire la vitesse de la broche par pas n'excédant pas 3 % de la vitesse maximale de la broche, avec 10 s de vitesse constante pour chaque vitesse ainsi sélectionnée.
- **Accélération:** augmenter ou réduire la vitesse de la broche d'une valeur n'excédant pas 20 % de la vitesse maximale par minute de la broche.

Les deux méthodes ci-dessus nécessitent un temps de mesure d'environ 5 min.

4.4 Conditions thermiques

Les conditions thermiques nécessitent de faire l'objet d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur. Si aucune condition n'est spécifiée, il convient de réaliser les essais dans des conditions aussi proches que possible de celles du fonctionnement normal en ce qui concerne la lubrification et le cycle de chauffe. Par conséquent, il convient que la machine présente des performances de fonctionnement à vide conformes aux conditions d'utilisation et aux instructions du fabricant jusqu'à ce que la machine/broche atteigne la température de fonctionnement stabilisée. Voir l'ISO 230-1 pour l'installation de la machine avant essai et la chauffe de la broche et des autres composants mobiles.

4.5 Position et orientation de la broche

Position de la broche: Le présent document est applicable pour toutes les positions possibles de l'axe linéaire.

Orientation de la broche: Le présent document est applicable pour toutes les orientations possibles de la broche.

Sens de rotation de la broche: Pour les broches pouvant fonctionner dans n'importe quel sens, le présent document s'applique à la fois aux rotations de la broche dans le sens des horaire et dans le sens anti horaire.

La position, l'orientation et le sens de rotation de la broche pour les mesurages de vibrations nécessitent de faire l'objet d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur.

4.6 Sélection du rapport de transmission

Le présent document est applicable à tous les rapports de transmission sélectionnables de la machine-outil.

4.7 Équilibrage d'outil ou de pièce

4.7.1 Généralités

Un outil ou une pièce monté(e) dans la broche peut influencer les mesures de vibrations en raison de leur déséquilibre intrinsèque. Il convient de consigner si un outil/une pièce est utilisé(e) ou non pendant les mesurages. Si un outil/une pièce est utilisé(e), il convient de consigner la masse et la qualité de l'équilibrage conformément à l'ISO 21940-11 et l'orientation angulaire (le cas échéant) de l'outil/la pièce utilisé(e) pendant les mesurages de vibrations.

4.7.2 Mesurage des vibrations de la broche avec un outil/une pièce monté(e) dans la broche

Il convient de veiller à éviter les erreurs dues au déséquilibre de l'outil/la pièce. Pour la plupart des machines-outils/broches, une qualité d'équilibrage de G2.5 ou meilleure, conformément à l'ISO 21940-11:2016, est requise. Si possible, il convient d'utiliser le même outil/la même pièce pour chaque mesurage d'une même machine-outil/broche. Le cas échéant, se référer aux recommandations du fabricant de la broche.

4.7.3 Mesurage des vibrations de la broche sans outil/pièce

Les broches qui peuvent fonctionner sur toute leur plage de vitesses de fonctionnement sans qu'aucun(e) outil/pièce soit monté(e) et qui ne nécessitent aucun(e) outil/pièce pour l'équilibrage peuvent se soumettre aux mesurages sans outil/pièce monté(e) dans la broche.

4.8 Mandrin de serrage de la broche

Il convient d'enregistrer les réglages mécaniques du mandrin de serrage de la broche, tels que la position à l'extrémité avant du mandrin par rapport au plan de jauge de la broche pour les positions bridée et débridée, ainsi que les positions des mors.

4.9 Refroidissement de la broche

Il convient d'ajuster de manière appropriée les réglages du système de refroidissement de la broche et d'en confirmer les performances. Il convient d'enregistrer l'ensemble des réglages.

4.10 Serreur outil

Il convient de consigner l'état du serreur outil; à savoir outil bridé, outil débridé ou outil mal bridé. Il est recommandé de réaliser l'ensemble des mesurages de vibrations de broche avec un outil bridé ou sans outil (voir 4.7).

4.11 Vibrations dans l'environnement

Si l'amplitude vibratoire mesurée dépasse un critère d'acceptation établi par accord mutuel entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur et que des vibrations dans l'environnement sont suspectées, il convient de réaliser des mesurages avec la machine éteinte pour quantifier l'influence externe. Si l'amplitude vibratoire avec la machine éteinte excède 10 % de la valeur mesurée lorsque la machine fonctionne, une action corrective peut être nécessaire pour réduire l'effet des vibrations dans l'environnement.

NOTE Dans certains cas, l'effet des vibrations dans l'environnement peut être annulé par une analyse spectrale ou par élimination de la source externe indésirable.

4.12 Fonctionnement à vide

Il peut être bénéfique de réaliser des mesurages de vibrations avec la broche à vide, mais avec les autres systèmes de la machine-outil, tels que les pompes, ventilateurs et systèmes hydrauliques, actifs. Les données vibratoires acquises de cette manière peuvent être utiles pour comparer les variations des vibrations de la broche dans le temps.

Il convient de réaliser les mesurages de vibrations de la broche à vide aux mêmes positions/orientations que les mesurages de vibrations de la broche en fonctionnement (voir 5.2).

5 Procédures de mesure et modes opératoires

5.1 Instruments de mesure

Il convient que les instruments de mesure soient conformes aux exigences de l'ISO 2954 pour une plage de fréquences spécifiée de 10 Hz à 10 kHz.

Il existe différentes méthodes pour calculer la valeur efficace d'une bande de fréquences spécifiée. Se référer à l'ISO 2954:2012, Annexe A pour de plus amples informations sur la façon de soumettre à essai l'indicateur de tension efficace de tout instrument de mesure.