
**Engrenages cylindriques — Code
pratique de réception —**

Partie 5:

**Recommandations relatives à l'évaluation
des instruments de mesure des
engrenages**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Cylindrical gears — Code of inspection practice —

*Part 5: Recommendations relative to evaluation of gear measuring
instruments*

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-
ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10064-5:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005>

© ISO 2005

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2006

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Environnement de l'instrument	2
4.1 Environnement	2
4.1.1 Paramètres importants	2
4.1.2 Recommandations pratiques	3
4.1.3 Environnement de l'atelier	3
4.2 Effet de la température sur les engrenages et les artéfacts	4
4.2.1 Calcul de l'effet de la température sur le profil	4
4.2.2 Calcul de l'effet de la température sur l'hélice	5
4.2.3 Calcul de l'effet de la température sur l'épaisseur des dents	5
5 État du système de mesure	6
5.1 Mode d'évaluation des instruments génératifs	6
5.1.1 Vérification des pointes de montage	6
5.1.2 Vérification du coulisseau de mesurage axial	10
5.2 Modes opératoires d'évaluation pour les instruments de mesure de type MMT	14
5.2.1 Essai de performances selon l'ISO 10360	14
5.2.2 Essai par plateau à boules	15
5.2.3 Plateaux tournant	16
5.3 Système de palpage	17
5.3.1 Stylet	17
5.3.2 Système d'enregistrement des données	18
5.4 Filtrage	21
5.4.1 Filtrage mécanique	22
5.4.2 Filtrage électrique	22
5.4.3 Filtrage mathématique	22
5.5 Estimation de l'incertitude	22
6 Artéfacts	22
6.1 Caractéristiques de référence du montage	23
6.2 Artéfacts étalons suggérés	23
6.2.1 Étalon de développante à cercle de base intégral	23
6.2.2 Artéfact d'hélice	24
6.2.3 Artéfact de variation de pas, de variation totale cumulative de pas et de faux-rond	25
6.2.4 Artéfacts d'épaisseur des dents	26
6.2.5 Artéfacts de type pièce de fabrication	26
6.3 Essais des artéfacts de développante à cercle de base modifié	29
6.4 Artéfacts de broche (cylindrique), de plan (flanc) et de bille (sphérique) de forme autre que de développante	29
6.4.1 Types d'artéfacts de forme autre que de développante	29
6.4.2 Fonction des artéfacts de forme autre que de développante	31
6.4.3 Étalonnage d'un artéfact de plan	32
6.4.4 Étalonnage d'un artéfact de broche ou de bille	32
6.4.5 Effets de l'extrémité du palpeur lors du calcul de la courbe de référence	32
6.4.6 Emplacement de mesure	33
6.4.7 Interprétation des étalons de forme autre que de développante	33
6.5 Essais des artéfacts d'hélice	33
6.5.1 Essais des artéfacts d'hélice à pas hélicoïdal modifié	33

6.5.2	Étalons d'hélice de forme autre que de développante	34
6.6	Essais des artéfacts de pas à excentricité modifiée	34
7	Directives relatives à l'estimation de l'incertitude	34
7.1	Méthodes d'estimation de l'incertitude	34
7.1.1	Méthodes générales	35
7.1.2	Méthodes par comparaison	35
7.2	Calcul de l'incertitude de mesure U_{95}	36
7.3	Paramètres de mesure	36
7.3.1	Paramètres d'ajustement de courbe	37
7.3.2	Paramètres d'ajustement de bande	37
7.3.3	Paramètres de pas	37
8	Modes opératoires de mesure	38
8.1	Traçabilité	38
8.2	Conditions de fonctionnement	38
8.2.1	Conditions relatives à la détermination du biais	38
8.2.2	Conditions relatives à l'estimation de l'incertitude type	38
8.2.3	Conditions relatives aux déterminations combinées	38
8.3	Mesurages	38
8.4	Mode opératoire d'étalonnage	39
8.4.1	Configuration initiale et ajustements	39
8.4.2	Mode opératoire d'étalonnage initial	39
8.4.3	Mode opératoire d'étalonnage en continu	39
8.4.4	Outillage et jauges	40
9	Lignes directrices relatives à l'estimation de l'incertitude de mesure par comparaison	40
9.1	Exemple de comparaison directe A	40
9.2	Approche par comparaison, étendue à l'influence des caractéristiques de la pièce de fabrication	42
9.2.1	Exemple de comparaison B	42
9.2.2	Exemple de comparaison C	43
9.3	Approche par comparaison étendue à l'influence des caractéristiques de la pièce de fabrication et de la similarité de la géométrie	45
10	Contrôle statistique du procédé	46
10.1	Définitions	46
10.2	Construction des cartes X et MR	46
10.3	Critères indiquant un manque de contrôle	47
10.4	Non-respect d'un ou de plusieurs critères de 10.3	49
11	Aptitude à l'emploi d'un instrument	49
11.1	Limitation de l'incertitude de mesure	49
11.1.1	Méthode GPS de réduction de la tolérance	49
11.1.2	Méthode du rapport de tolérance	51
11.1.3	Lignes directrices relatives à l'incertitude de l'instrument	51
11.2	Sources d'incertitude de mesure	52
11.3	Réduction de l'incertitude de mesure	53
11.3.1	Suivre un mode d'étalonnage différent	53
11.3.2	Réduire l'incertitude de la certification de l'étalon de référence	53
11.3.3	Améliorer le mode de mesure	53
12	Corrélation entre les modes de mesure (instrument)	54
12.1	Base de comparaison	54
12.2	Corrélation entre mesurages	54
Annexe A (informative) Effet de la température sur les engrenages et les artéfacts		55
Annexe B (informative) Essais d'artéfacts de développante, d'hélice et de pas modifiés		61
Annexe C (informative) Interprétation des artéfacts de broche, de bille ou de plan (flanc) en forme autre que de développante		72
Bibliographie		92

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

Exceptionnellement, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique par exemple), il peut décider, à la majorité simple de ses membres, de publier un Rapport technique. Les Rapports techniques sont de nature purement informative et ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

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.

L'ISO/TR 10064-5 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*.

L'ISO/TR 10064 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Engrenages cylindriques — Code pratique de réception*:

- *Partie 1: Contrôle relatif aux flancs homologues de la denture*
- *Partie 2: Contrôle relatif aux écarts composés radiaux, au faux-rond, à l'épaisseur de dent et au jeu entre dents*
- *Partie 3: Recommandations relatives au corps de roues, à l'entraxe et au parallélisme des axes*
- *Partie 4: Recommandations relatives à la rugosité de surface et au contrôle de la marque de portée*
- *Partie 5: Recommandations relatives à l'évaluation des instruments de mesure des engrenages*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10064-5:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005>

Engrenages cylindriques — Code pratique de réception —

Partie 5:

Recommandations relatives à l'évaluation des instruments de mesure des engrenages

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TR 10064 propose des informations et des exemples supplémentaires destinés à faciliter la mise en œuvre de l'ISO 18653. Il fournit des modes opératoires d'évaluation et d'étalonnage des procédés de mesurage de la développante, de l'hélice, du pas, du faux-rond et de l'épaisseur des dents.

Des méthodes d'évaluation de l'état et de l'alignement d'éléments d'instrument tels que des axes, des glissières, des systèmes de palpeurs, etc., ainsi que des recommandations concernant la mise en place d'un environnement approprié et des modes opératoires statistiques d'évaluation des données sont proposés.

Il couvre également l'application d'artéfacts d'engrenage à l'estimation de l'incertitude du mesurage, U_{95} . Des conseils sont fournis sur l'application des procédés de mesurage à la réception d'engrenages de production, y compris l'aptitude à l'emploi et les limites recommandées de l'incertitude U_{95} en fonction des tolérances d'exactitude des engrenages de production à inspecter.

De nombreuses recommandations peuvent s'appliquer également au mesurage de vis, de roues à vis, de roues coniques et des outils de taillage d'engrenages.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 1122-1:1998, *Vocabulaire des engrenages — Partie 1: Définitions géométriques*

ISO 1328-1:1995, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 1: Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs homologues de la denture*

ISO 1328-2:1997, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 2: Définitions et valeurs admissibles des écarts composés radiaux et information sur le faux-rond*

ISO/TR 10064-1:1992, *Engrenages cylindriques — Code pratique de réception — Partie 1: Contrôle relatif aux flancs homologues de la denture*

ISO/TR 10064-2:1996, *Engrenages cylindriques — Code pratique de réception — Partie 2: Contrôle relatif aux écarts composés radiaux, au faux-rond, à l'épaisseur de dent et au jeu entre dents*

ISO/TR 10064-3:1996, *Engrenages cylindriques — Code pratique de réception — Partie 3: Recommandations relatives au corps de roues, à l'entraxe et au parallélisme des axes*

ISO 10360-1:2000, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 1: Vocabulaire*

ISO/TS 14253-1:1998, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 1: Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification*

ISO/TS 14253-2:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 2: Guide pour l'estimation de l'incertitude dans les mesures GPS, dans l'étalonnage des équipements de mesure et dans la vérification des produits*

ISO 18653:2003, *Engrenages — Évaluation des instruments de mesure des engrenages individuels*

Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), BIPM, CEI, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1995

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1122-1, l'ISO 1328-1, l'ISO 1328-2 et l'ISO 18653 s'appliquent.

4 Environnement de l'instrument

4.1 Environnement

La stabilité de l'environnement influe sur l'exactitude de l'étalonnage et sur le mesurage des pièces de fabrication. Il convient que la température de mesure soit maintenue constante. Il est recommandé que la température soit de 20 °C. Les normes ou les recommandations du fabricant de l'instrument exigent souvent que l'environnement soit suffisamment régulé pour que des mesurages en continu atteignent l'exactitude requise compte tenu de la température, de l'humidité, des vibrations, de la propreté et d'autres facteurs contrôlables ayant un effet sur un mesurage de précision.

4.1.1 Paramètres importants

Les paramètres suivants sont d'une importance primordiale ¹⁾:

- milieu de refroidissement (de chauffage), habituellement de l'air;
- débit, distribution et vitesse du milieu de refroidissement (de chauffage);
- fréquence et amplitude des variations de température du milieu de refroidissement (de chauffage);
- gradients de température au sein du milieu de refroidissement (de chauffage);
- vibrations;
- qualité de l'alimentation électrique.

1) On trouvera une discussion plus complète sur les effets de ces paramètres dans des normes telles que l'ASME B89.6.2, *Temperature and Humidity Environment for Dimensional Measurement R(2002)*.

4.1.2 Recommandations pratiques

On trouvera ci-dessous des recommandations pratiques concernant le mesurage des engrenages. Le respect de ces recommandations ne garantit cependant pas qu'une exactitude spécifique des mesurages soit obtenue.

- **Température des artéfacts.** Il convient d'accorder à l'outillage, aux artéfacts et aux autres éprouvettes un temps suffisant pour que leur température se stabilise à la température ambiante. Dans l'idéal, il convient que la température d'un artéfact soit celle à laquelle il a été étalonné.
- **Variation de température moyenne.** Il convient de consulter les directives du fabricant de l'instrument concernant les variations de température pour l'exactitude recherchée. Si cette information n'est pas disponible, il est recommandé que la température moyenne ne varie pas plus de 1 °C par heure avec un changement maximal de 3,5 degrés par jour.
- **Cycles de température.** La température peut effectuer un cycle de ± 2 °C autour de la température moyenne, toutes les 5 min ou plus rapidement. L'inertie thermique de la plupart des systèmes mécaniques permet des ondulations cycliques rapides de la température dans le cadre des présentes directives pour l'exactitude indiquée. Si le cycle de température de l'instrument approche de 1 °C en 15 min, de graves effets sur l'exactitude du système de mesurage peuvent apparaître. De nombreuses personnes utilisent un climatiseur pour tenter d'obtenir un contrôle thermique. Les capteurs de température de ce genre d'appareils peuvent être très lents à répondre aux changements de température. Si la réponse prend plus de 5 min, on peut noter de graves effets sur l'exactitude de mesure.
- **Gradient de température.** Il convient que le gradient de température soit inférieur à 0,5 °C sur toute la surface de l'instrument. La meilleure manière de l'obtenir est d'utiliser un grand écoulement d'air. L'écoulement d'air doit être uniforme dans tout le local pour éviter les angles morts et les gradients. Pour l'obtenir, diffuser l'air arrivant dans le local et, dans la mesure du possible, prévoir des retours d'air multiples afin de diffuser l'air plus uniformément dans le local. Le but est d'obtenir que tout l'air se déplace de manière uniforme dans le local et qu'il soit à la même température. L'air en mouvement doit évacuer la chaleur des commandes électroniques, des ordinateurs, des moteurs, des systèmes hydrauliques, des personnes, des lampes, etc., afin d'éviter les gradients.
- **Vibrations.** Il convient de ne pas laisser les vibrations causées par les mouvements de l'instrument gêner les mesurages. Il convient également d'observer ou de mesurer les vibrations provenant de l'environnement. Si elles affectent l'exactitude de l'instrument, il peut être nécessaire d'isoler ce dernier des vibrations ou de lui donner un socle approprié.
- **Alimentation électrique.** Des fluctuations de l'alimentation peuvent perturber le fonctionnement de certains instruments électroniques et des ordinateurs des systèmes de positionnement à commande numérique.

4.1.3 Environnement de l'atelier

Il est recommandé d'installer les instruments de mesure dans un local à température contrôlée. De nombreux instruments de mesure se trouvent cependant dans un environnement de type atelier où il est difficile de maintenir une incertitude de 5 microns dans les mesurages de procédé. L'accumulation de poussière ou d'autres contaminants sur les glissières de l'instrument peut provoquer des imprécisions de même qu'une usure prématurée.

Si un instrument doit être utilisé dans un environnement de ce genre, il faut prendre soin d'éviter certaines situations, telles que

- sources locales de chaleur radiante capables de déformer l'instrument, telles que des chaufferettes ou la lumière solaire traversant des fenêtres proches;
- événements de toiture faisant tomber de l'air froid sur l'instrument;
- systèmes de refroidissement ou fenêtres ouvertes provoquant un courant d'air frappant un côté de l'instrument.

Les formules de 4.2.1 et de 4.2.2 peuvent être utilisées aussi pour estimer l'effet d'une différence stable mais constante de la température de l'instrument par rapport à la température normale (20 °C). Si les formules sont utilisées, il convient que le coefficient de dilatation thermique (CET) soit celui du matériau de l'instrument ou la valeur de l'échelle du codeur et il convient que le signe de la compensation résultante soit changé. Il convient que l'utilisateur sache que les résultats sont susceptibles de varier en fonction de l'emplacement où est lue la température.

4.2 Effet de la température sur les engrenages et les artéfacts

La température peut avoir un effet marqué sur la géométrie des engrenages et des artéfacts. Les effets de la température sur les mesurages de l'inclinaison du profil en développante, $f_{H\alpha}$, de l'inclinaison d'hélice, $f_{H\beta}$, et de l'épaisseur des dents des roues à denture extérieure et des artéfacts peuvent être prévus à l'aide des formules ci-dessous. De tels calculs supposent une température uniforme de l'éprouvette donnée; il n'est pas facile en pratique de modéliser des variations localisées de la température. Ces calculs ne tiennent pas compte de la température de l'instrument de mesure.

Il n'est pas tenu compte de la température de l'instrument de mesure dans ces calculs mais une différence entre la température normale (20 °C) et la température de l'instrument provoque elle aussi des erreurs dans le résultat de mesure.

Il peut être souhaitable de corriger les valeurs du mesurage de l'inclinaison du profil et de l'hélice en fonction de l'effet de la température. De telles corrections sont requises par les méthodes d'estimation de U_{95} décrites dans l'Article 7 du présent document.

On considère que des variations uniformes de la température d'un engrenage ou d'un artéfact n'ont pas d'effet sur les paramètres de pas ou de faux-rond (position des dents).

4.2.1 Calcul de l'effet de la température sur le profil

Pour le mesurage du profil en développante, l'effet de la température peut être modélisé en considérant le changement associé du diamètre du cercle de base. L'effet sur l'inclinaison du profil $f_{H\alpha}$ peut être calculé comme suit:

a) Données fournies (typiques):

z est le nombre de dents;

m_n est le module normal;

β est l'angle d'hélice;

α_n est l'angle de pression normal;

$L_{\alpha S}$ est la longueur de roulement au début de l'analyse de profil;

$L_{\alpha E}$ est la longueur de roulement à la fin de l'analyse de profil;

CET est le coefficient de dilatation thermique (approximativement $11,5 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ pour l'acier).

NOTE Quand les points de départ et de fin de l'analyse de profil sont spécifiés en degrés d'angle de roulement (ξ_y), la conversion en longueur de roulement peut être effectuée à l'aide de la formule suivante.

$$L_y = \left(\frac{\xi_y}{360} \right) (d_b \pi) \quad (1)$$

b) Calculer le changement d'inclinaison dû à la différence de température:

$$\Delta f_{H\alpha} = (L_{\alpha E} - L_{\alpha S})(t_a - t_s) \text{CTE} \quad (2)$$

où

t_a est la température réelle (mesurée);

t_s est la température normale (20 °C).

Voir l'Annexe A pour un exemple et des informations supplémentaires.

4.2.2 Calcul de l'effet de la température sur l'hélice

Pour le mesurage de l'hélice, l'effet de la température peut être modélisé en considérant le changement associé du pas hélicoïdal. L'effet sur l'inclinaison de l'hélice, $f_{H\beta}$, peut être estimé comme suit:

a) Données (typiques) fournies en 4.2.1 a), plus:

L_β est la plage d'évaluation de l'hélice;

b) Calculer l'angle d'hélice de base, β_b :

$$\beta_b = \arcsin(\sin\beta \cos\alpha_n) \quad (3)$$

c) Calculer le changement d'inclinaison dû à la différence de température:

$$\Delta f_{H\beta} = -L_\beta \tan\beta_b (t_a - t_s) \text{CTE} \quad (4)$$

Voir l'Annexe A pour un exemple et des informations supplémentaires.

4.2.3 Calcul de l'effet de la température sur l'épaisseur des dents

Outre le profil en développante et l'hélice, l'épaisseur des dents peut être affectée de manière notable par la température. Il est possible de modéliser ces effets en envisageant le changement associé de la section de la dent qui coupe le diamètre primitif de fonctionnement, endroit où l'épaisseur des dents est habituellement mesurée. L'effet de la température sur l'épaisseur normale des dents d'une roue à denture extérieure peut être estimé comme suit:

a) Données (typiques) fournies en 4.2.1 a), plus:

s_n est l'épaisseur normale des dents au niveau du diamètre primitif de fonctionnement de référence, d ;

b) Calculer le diamètre primitif de fonctionnement de référence, d :

$$d = z \frac{m_n}{\cos\beta} \quad (5)$$

c) Calculer le changement de l'épaisseur circulaire normale des dents au niveau du diamètre primitif de fonctionnement de référence d'une roue à denture extérieure dû à la différence de température.

$$\Delta s_n = d \tan\alpha_n (t_a - t_s) \text{CTE} \quad (6)$$

Voir un exemple et des informations supplémentaires en Annexe A.

5 État du système de mesure

De nombreux facteurs affectent l'exactitude des instruments de mesure des engrenages. Ils incluent l'équerrage et le parallélisme des glissières de l'instrument l'une par rapport à l'autre et par rapport au plateau tournant, la rectitude des glissières, les erreurs de positionnement linéaire et les erreurs de mouvement angulaire (pas, roulis et lacet) des composants mobiles de l'instrument. Les erreurs causées par les composants électroniques, les balances, les commandes et le logiciel peuvent avoir elles aussi des effets négatifs sur l'exactitude d'un instrument de mesure. Il existe diverses méthodes permettant de mesurer ces erreurs. Bien qu'une discussion complète sur la cinématique et les commandes électroniques des machines sorte du cadre du présent document, il est recommandé aux utilisateurs de ces instruments d'être conscients de l'existence des nombreuses sources possibles d'imprécision.

Certains fabricants d'instruments de mesure fournissent des modes opératoires détaillés pour la vérification périodique de la conformité du produit aux caractéristiques d'usine d'origine. Les essais généralisés et les tolérances recommandées que l'on trouve dans la présente section sont à utiliser en l'absence ou en sus de modes opératoires recommandés par le fabricant de l'instrument. Ces essais ne doivent pas se substituer aux modes opératoires du fabricant.

Il convient d'identifier la classe d'exactitude et les paramètres à vérifier sur les engrenages avant de commencer les vérifications. Il convient que l'enveloppe de travail réelle soit elle aussi connue. Il convient d'enregistrer le résultat de tous les essais afin de documenter ce travail de vérification et de recueillir des données pour une analyse statistique.

5.1 Mode d'évaluation des instruments génératifs

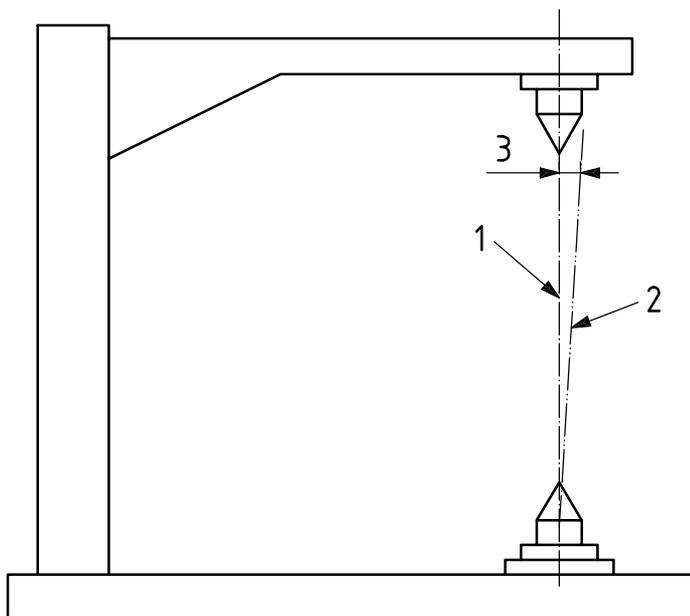
Le bon fonctionnement des éléments importants des instruments de mesure des engrenages peut être vérifié par les modes opératoires précisés dans le présent paragraphe. Il convient que cette vérification commence par une inspection visuelle de l'instrument pour s'assurer de l'absence de toute condition préjudiciable évidente capable de gêner le bon fonctionnement de ce dernier. Il convient de vérifier les pointes, les entraînements et les stylets des palpeurs de mesurage qui peuvent s'user et être endommagés. Confirmer également que les conditions environnementales répondent aux exigences de 4.1.50-97e2-

ad0a14276346/iso-tr-10064-5-2005
Il convient que les systèmes de palpeurs et les indicateurs qui mesurent les erreurs des instruments soient étalonnés et qu'ils aient une résolution appropriée (il est recommandé que cette résolution soit inférieure ou égale à 1 µm). Il convient que l'utilisateur note que les filtres et les taux de saisie des données influent sur le résultat des mesures. Voir 5.4 pour des informations supplémentaires.

5.1.1 Vérification des pointes de montage

Pour inspecter la géométrie des engrenages par des procédés génératifs, il est nécessaire de monter l'engrenage de manière que son axe de rotation de référence coïncide avec l'axe du fuseau principal de l'instrument. Voir l'ISO/TR 10064-3. Toute excentricité ou absence de parallélisme de ce montage provoque une erreur des résultats de mesure. Voir Figure 1.

Une pratique courante consiste à monter entre des pointes les engrenages à soumettre à essai. La plupart des instruments de vérification d'engrenages sont équipés de pointes, l'une sur le fuseau principal et l'autre sur un montage de contrepointe. Le mauvais alignement et le faux-rond de ces pointes sont fréquents. Il convient donc que la vérification des instruments utilisés pour les essais commence par l'observation de ces pointes de montage.



Légende

- 1 axe entre les pointes
- 2 axe du fuseau de travail
- 3 erreur

Figure 1 — Erreur d'alignement entre l'axe du fuseau et l'axe entre les pointes

5.1.1.1 Faux-rond des pointes [ISO/TR 10064-5:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-10064-5-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111843ae-690c-4150-97e2-10064-5-2005>

À l'aide d'un indicateur ayant une résolution appropriée mesurer le faux-rond (TIR) de la pointe du fuseau principal dans une direction normale par rapport à la surface. Il convient que ce mesurage de faux-rond soit conforme aux spécifications du fabricant ou aux directives données dans le Tableau 1. Il est conseillé de mesurer le faux-rond de chaque pointe au niveau du petit bout et du grand bout afin de détecter les pointes courbées ou faussées.

Tableau 1 — Recommandations relatives aux écarts lors de la vérification de l'alignement d'un instrument^a

Degré d'exactitude à vérifier ISO 1328-1 ISO 1328-2	Faux-rond de centres (TIR) μm	Parallélisme de l'axe Z avec l'axe du fuseau dans toute région de 200 mm mesurée		Alignement de la pointe supérieure avec l'axe du fuseau (TIR) par 200 mm ^d
		A ^b μm	B ^c μm	
2	1	1	2	2
3	1	2	2	2
4	1	2	3	3
5	2	3	4	4
6	2	4	6	6
7	3	5	6	6
8	4	5	6	6
9	5	7	6	6
10	7	10	8	8

Tableau 1 (suite)

Degré d'exactitude à vérifier ISO 1328-1 ISO 1328-2	Faux-rond de centres (TIR) μm	Parallélisme de l'axe Z avec l'axe du fuseau dans toute région de 200 mm mesurée		Alignement de la pointe supérieure avec l'axe du fuseau (TIR) par 200 mm ^d
		A ^b μm	B ^c μm	
11	10	10	12	12
12	10	10	12	12

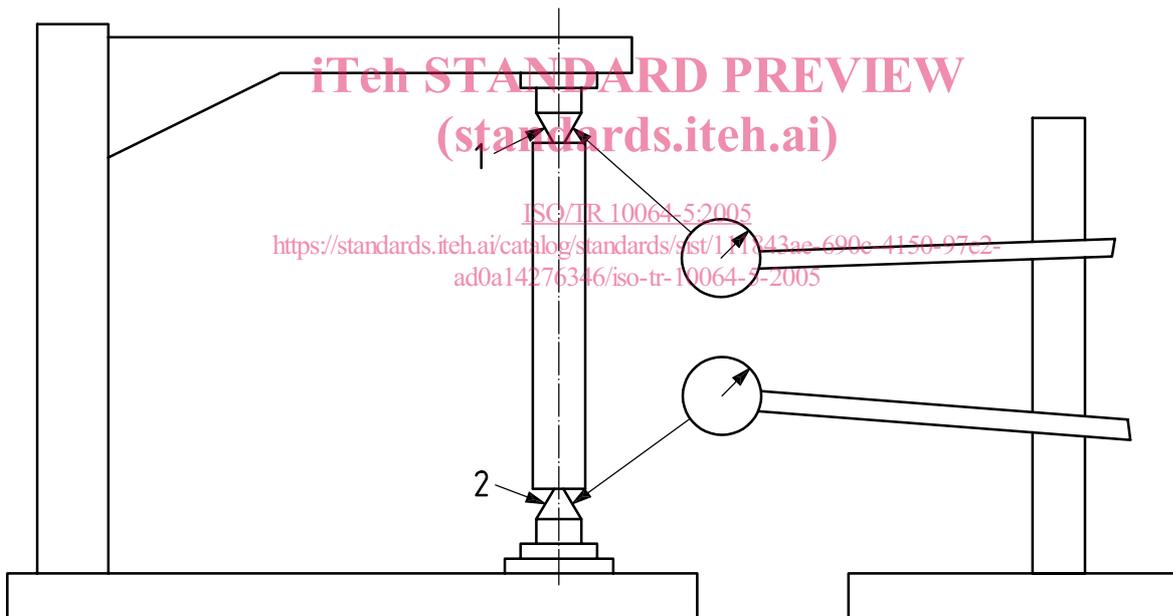
^a Les lignes directrices concernent des instruments polyvalents. Un ou plusieurs des paramètres peuvent suffire dans le cas d'instruments spécialisés.

^b Dans le plan de mesure (tangente à la base). Voir Figure 5.

^c Perpendiculaire au plan de mesure. Voir Figure 6.

^d La tolérance d'alignement est la plus grande des deux valeurs suivantes: 2 μm ou la tolérance du tableau par 200 mm de la longueur, R , dans les Figures 3 et 4.

Charger les fuseaux en montant un arbre entre les pointes. La longueur, l'exactitude et la configuration de cet arbre ne sont pas importantes. Voir Figure 2.



Légende

- 1 pointe vive de la contrepointe
- 2 pointe du fuseau de travail

Figure 2 — Essai du faux-rond des pointes

5.1.1.2 Positionnement de la contrepointe

Lors des essais, une pratique souvent appelée balayage peut être utilisée pour évaluer efficacement la position de la contrepointe par rapport à l'axe du fuseau principal. Un balayage de la contrepointe en un seul emplacement sur le coulisseau de la contrepointe ne vérifie son positionnement pour les essais d'engrenages qu'en cet emplacement. Un balayage de ce centre réalisé en plaçant le coulisseau de la contrepointe en deux endroits nettement séparés permet de vérifier à la fois le positionnement latéral et l'alignement angulaire du coulisseau de la contrepointe par rapport à l'axe du fuseau principal. S'il se confirme par d'autres procédés

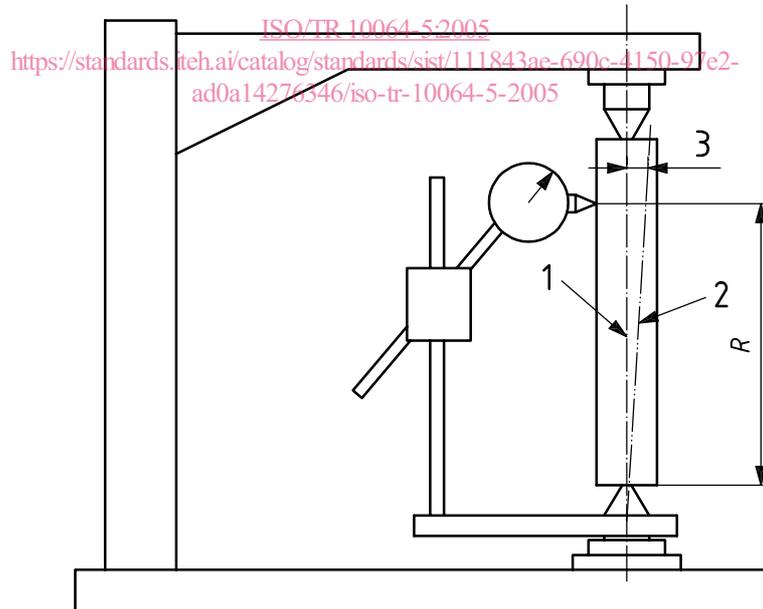
que la rectitude du déplacement du coulisseau de la contrepointe respecte les spécifications du fabricant, un essai en deux emplacements vérifie le positionnement de la contrepointe à tous les emplacements. Sinon, un balayage de la contrepointe au moins en trois emplacements nettement séparés dans sa plage de fonctionnement est nécessaire. Dans le cas d'engrenages de haute qualité, il est recommandé d'effectuer un balayage de la contrepointe dans chaque configuration unique avant réception.

Deux montages d'essai de balayage vont être décrits.

- a) Le premier n'est recommandé que pour des instruments ayant un axe de fuseau principal vertical. La Figure 3 donne un exemple de ce montage. Les fuseaux sont chargés en montant un arbre entre les pointes. L'exactitude et la configuration de cet arbre ne sont pas importants car l'indicateur et l'arbre tournent ensemble. Il est normalement requis d'effectuer au moins deux essais de balayage de ce type, en utilisant pour chacun des arbres de longueur différente. Dans le cas d'un essai sur un instrument qui comporte un disque de base, il convient que l'essai soit réalisé avec un disque de base au contact du coulisseau tangent à la base pour s'assurer que les effets du jeu du fuseau sont inclus. Il convient de choisir la longueur des deux arbres vers les extrémités opposées de la plage de fonctionnement de la contrepointe.

Un indicateur ayant une résolution appropriée est monté de manière à être porté par le fuseau principal en rotation et à mesurer simultanément dans une direction radiale l'alignement (TIR) de l'arbre à proximité de la contrepointe. Il convient que le mesurage de l'alignement de la contrepointe sur l'axe de la broche soit conforme aux valeurs données au Tableau 1.

La valeur est indiquée en tant que rapport entre l'alignement admissible du centre (TIR) et la distance axiale de ce mesurage par rapport à la pointe du fuseau principal. La valeur recommandée varie donc avec l'emplacement du mesurage et il convient de l'ajuster en conséquence. La valeur de la tolérance est la plus grande des deux valeurs suivantes: $2 \mu\text{m}$ ou la tolérance du tableau par 200 mm de la longueur, R , à la Figure 3.



Légende

- 1 axe entre les pointes
- 2 axe du fuseau de travail
- 3 erreur

Figure 3 — Méthode de mesure de l'alignement de la contrepointe (instruments à axe vertical seulement)