
**Paliers-feuilles — Essais de
performance des paliers radiaux à
feuilles non lubrifiés — Essais de
la capacité de charge statique, du
coefficient de frottement et de la
durée de vie**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Foil bearings — Performance testing of foil journal bearings —
Testing of static load capacity, friction coefficient and lifetime*

ISO 13939:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba3f1ec9-c629-47fe-9d3f-461924c4984f/iso-13939-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13939:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba3f1ec9-c629-47fe-9d3f-461924c4984f/iso-13939-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	2
4.1 Caractères de base – Alphabet romain.....	2
4.2 Caractères de base – Alphabet grec.....	3
4.3 Signes supplémentaires – Indices.....	3
4.4 Signes supplémentaires – Exposant (représenté sur X).....	3
5 Objet de l'essai	3
6 Conditions d'essai	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Conception de l'installation d'essai.....	4
6.3 Installation des capteurs.....	4
6.4 Calcul du couple du palier et des charges.....	6
6.5 Éprouvettes.....	7
7 Méthodes d'essai	7
7.1 Principe.....	7
7.2 Cycle d'essai de démarrage-arrêt et évaluation de la vitesse de démarrage.....	7
7.3 Évaluation de la capacité de charge statique.....	9
7.4 Calcul de la capacité de charge statique sans dimension.....	9
7.5 Coefficient de capacité de charge statique.....	10
8 Jeu et rapport d'excentricité	10
9 Coefficient de frottement	11
10 Essai de durabilité et durée de vie	12
10.1 Mode opératoire d'essai.....	12
10.2 Détermination de la durée de vie.....	12
11 Rapport d'essai	12
Annexe A (informative) Configuration d'un palier-feuille radial type	14
Annexe B (informative) Rapport d'essai	16
Bibliographie	18

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 123, *Paliers lisses*, sous-comité SC 7, *Paliers lisses de types particuliers*.

Cette troisième édition annule et remplace la première édition (ISO 13939:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- Le contenu du domaine d'application a été modifié pour en clarifier la rédaction.
- Toutes les Figures et Formules des [Tableaux 1](#) et [2](#) ont été révisées.
- La rédaction des définitions a été révisée afin d'être rendue conforme aux règles 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/fr/members.html.

Paliers-feuilles — Essais de performance des paliers radiaux à feuilles non lubrifiés — Essais de la capacité de charge statique, du coefficient de frottement et de la durée de vie

1 Domaine d'application

Le présent document décrit une méthode permettant de comparer les résultats d'essai de performance des paliers-feuilles radiaux qui sont lubrifiés par air (gaz) et supportés par une force gazodynamique générée via les rotations de l'arbre tournant. Le mode opératoire d'essai proposé dans le présent document vise à prédire et à évaluer la capacité de charge statique, le coefficient de frottement et la durée de vie des paliers-feuilles radiaux, et à comparer les résultats de ces paramètres dans des conditions d'essai différentes, c'est-à-dire, avec des dimensions du palier-feuilles, une vitesse de rotation de l'arbre, une pression et une humidité ambiante variables. L'amplitude de la capacité de charge statique peut varier en fonction de la configuration d'essai, car les conditions d'essai peuvent être différentes.

Les conditions d'application de la méthode d'essai décrite dans le présent document sont les suivantes:

- a) le critère d'évaluation de la capacité de charge statique est le régime permanent, c'est-à-dire que la méthode est applicable dans des conditions de fonctionnement limitées avec une amplitude, une direction de charge et une vitesse de rotation uniformes;
- b) le mode opératoire d'évaluation ne peut être appliqué que si le palier-feuille radial fonctionne avec une inertie de rotation uniforme à une vitesse de rotation arbitraire;
- c) la charge dynamique, pour laquelle l'amplitude et la direction varient dans le temps, n'est pas considérée; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba3f1ec9-c629-47fe-9d3f-461924c4984f/iso-13939-2019>

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 démarrage

étape visant à fixer la distance entre l'arbre tournant et la feuille supérieure par le développement d'une pression aérodynamique entre l'arbre tournant et la feuille supérieure

3.2 jeu

distance la plus courte entre l'arbre tournant et la feuille supérieure, lorsque l'axe de l'arbre tournant et l'axe du logement coïncident

3.3 couple du palier

couple développé par le frottement par rotation entre l'arbre tournant et la feuille supérieure

Note 1 à l'article: Le calcul du couple du palier est décrit au [6.4](#).

3.4 capacité de charge

pooids pouvant être délivré par un palier en conditions de régime permanent

3.5 charge initiale

charge ([3.4](#)) exercée sur le système de rotation au démarrage

Note 1 à l'article: Il convient que la charge initiale soit inférieure à la capacité de charge statique et à la charge à laquelle la durée de vie du palier est déterminée, comme expliqué au [7.3](#) et au [10.2](#).

3.6 capacité de charge statique

charge maximale ([3.4](#)) pouvant être délivrée par un palier à l'état statique

Note 1 à l'article: Le calcul de la capacité de charge statique est expliqué au [7.4](#).

3.7 coefficient de frottement

résistance à l'écoulement générée par le frottement par rotation entre l'arbre tournant et la feuille supérieure

Note 1 à l'article: Le calcul du coefficient de frottement est décrit à l'[Article 9](#).

3.8 durée de vie du palier

nombre total de cycles d'essai de démarrage-arrêt du palier jusqu'à l'apparition de la première défaillance

Note 1 à l'article: Le calcul de la durée de vie du palier est réalisé selon l'[Article 10](#).

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

4.1 Caractères de base – Alphabet romain

Tableau 1 — Symboles – Caractères de base – Alphabet romain

Symbole	Description	Unité
<i>C</i>	Jeu	Micromètre
<i>d</i>	Diamètre	Millimètre
<i>e</i>	Excentricité	Micromètre
<i>F</i>	Force	Newton
<i>F_w</i>	Masse, charge	Newton
<i>H</i>	Hauteur	Millimètre
<i>h</i>	Humidité	Pourcentage
<i>K</i>	Coefficient	Newtons par millimètre cube
<i>L</i>	Longueur	Millimètre
<i>M</i>	Couple	Newtons par millimètre

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité
N	Durée de vie	Nombre de cycles de démarrage-arrêt
p	Pression	Newtons par millimètre carré
R	Rugosité de surface	Micromètre
r	Distance	Millimètre
T	Température	Degrés Celsius

4.2 Caractères de base - Alphabet grec

Tableau 2 — Symboles - Caractères de base - Alphabet grec

Symbole	Description	Unité
δ	Épaisseur	Millimètre
ε	Rapport d'excentricité	Sans dimension
μ	Coefficient de frottement	Sans dimension
ω	Vitesse de rotation	Tour par minute

4.3 Signes supplémentaires - Indices

Tableau 3 — Symboles - Signes supplémentaires - Indices
 (standards.itech.ai)

Indice	Description
a	Air (ambiant), moyen, appliqué
ah	Air dans le corps de palier
b	Feuille ondulée, palier
f	Feuille supérieure, frottement
fs	Surface de la feuille supérieure
h	Corps
max	Maximum
n	Net
r	Radial, rayon
R	Relatif
to	Démarrage
s	Régime permanent, statique, arbre

4.4 Signes supplémentaires - Exposant (représenté sur X)

Tableau 4 — Symboles - Signes supplémentaires - Exposant

Exposant	Description (représenté sur X)
\bar{X}	Quantité sans dimension

5 Objet de l'essai

Le principal objectif de l'essai est de mesurer et d'évaluer la capacité de charge statique, le coefficient de frottement et la durée de vie des paliers-feuilles radiaux. Ces principales métriques de performance

d'un palier-feuille radial en tant qu'élément mécanique d'une dimension spécifique sont étroitement liées aux performances des systèmes mécaniques dans lesquels les paliers sont utilisés.

La configuration d'un palier-feuille radial est donnée à l'[Annexe A](#).

6 Conditions d'essai

6.1 Généralités

Pour comparer la capacité de charge statique, il convient de réaliser l'essai une fois que la pression, la température et l'humidité ambiantes de l'environnement dans lequel le palier fonctionne ont atteint un état d'équilibre. La performance du palier est obtenue en mesurant le couple du palier et la vitesse de rotation de l'arbre. Dans ce cas, la vitesse de démarrage, à laquelle l'arbre flotte sur la feuille supérieure sans contact, peut être observée. Pour mesurer et comparer la performance du palier, la vitesse de rotation doit être supérieure à la vitesse de démarrage.

6.2 Conception de l'installation d'essai

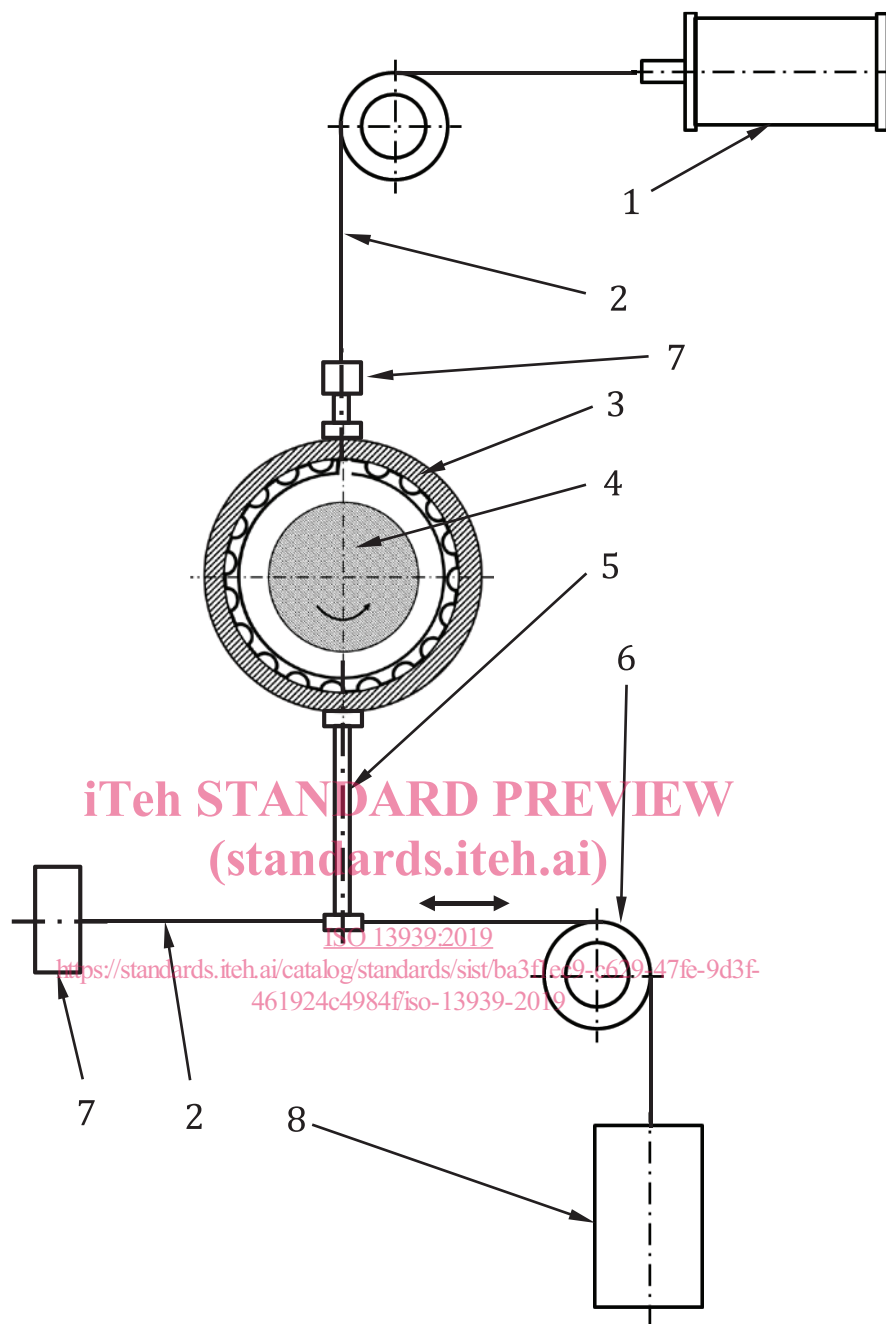
Il convient que l'installation d'essai du palier soit conçue de manière à contrôler la position relative du palier par rapport à l'arbre. Le corps de palier peut être raccordé à un support séparé, par exemple un ou plusieurs ressorts. Sinon, une installation anti-vibrations peut être utilisée pour éviter toute perturbation susceptible d'avoir un effet significatif sur les résultats d'essai. De plus, un frottement excessif peut causer un mauvais alignement du palier et avoir ainsi un effet significatif sur les résultats d'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW

6.3 Installation des capteurs [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba51ce9-6d29-471c-9d91-461924c49841/iso-13939-2019)

La [Figure 1](#) illustre l'installation de l'équipement destiné à mesurer le couple et la capacité de charge statique des paliers-feuilles radiaux. Au moyen du système de mesure présenté à la [Figure 1](#), le couple du palier et la charge appliquée peuvent être mesurés et calculés comme expliqué au [6.4](#).

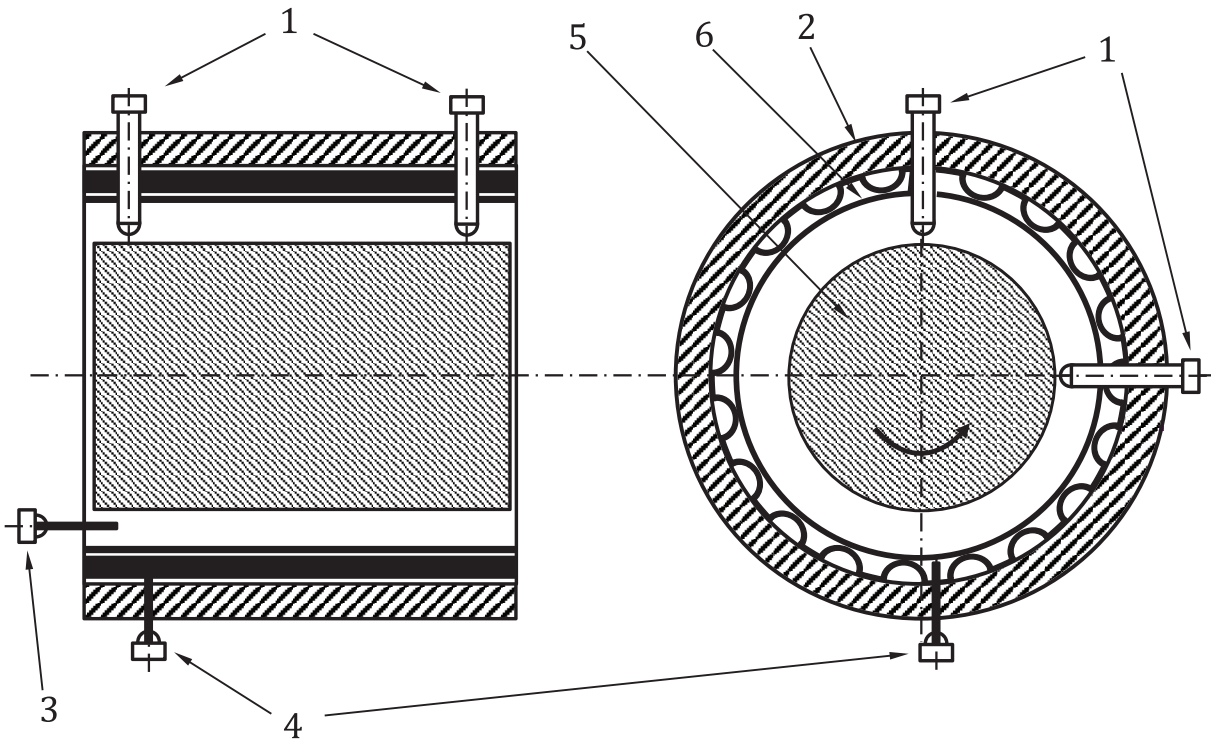
Comme illustré à la [Figure 2](#), les capteurs de déplacement sont installés à angle droit l'un par rapport à l'autre, aux deux extrémités du corps du palier. Le déplacement de l'axe de l'arbre est observé en mesurant et en comparant les valeurs obtenues. Pour mesurer la vitesse de rotation de l'arbre un algorithme de transformée de Fourier rapide (FFT) est appliqué aux données de déplacement mesurées ou un indicateur de vitesse de rotation est utilisé. Un thermocouple est installé dans le corps du palier pour mesurer la température de l'air ambiant (gaz). Pour mesurer la température de surface d'une feuille supérieure, il convient de souder le thermocouple à la surface de cette dernière.



Légende

- 1 appareil de charge
- 2 câble
- 3 support à poids propre
- 4 arbre
- 5 tige de transmission du couple
- 6 poulie
- 7 capteur d'effort
- 8 contrepoids de précharge

Figure 1 — Système de mesure du couple du palier et de la charge appliquée



Légende

- 1 capteur de déplacement
- 2 support à poids propre
- 3 thermocouple pour mesurer la température de l'air
- 4 thermocouple pour mesurer la température de surface de la feuille supérieure
- 5 arbre
- 6 feuille supérieure

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba3f1ec9-c629-47fe-9d3f-461924c4984f/iso-13939-2019>

Figure 2 — Installation des capteurs

6.4 Calcul du couple du palier et des charges

La force de frottement, F , peut être mesurée au moyen d'un capteur d'effort relié à la tige de transmission du couple installée à l'extérieur du corps. Ensuite, le couple du palier, M , produit par la rotation de l'arbre est obtenu en multipliant la force de frottement, F , par la distance, r , entre les deux axes du corps du palier et celui du capteur d'effort, comme représenté par la [Formule \(1\)](#):

$$M = F \times r \tag{1}$$

où

- M est le couple du palier, exprimé en newtons par millimètre;
- F est la force de frottement, exprimée en newtons (N);
- r est la distance entre l'axe du corps du palier et l'emplacement de la tige de transmission du couple reliée au capteur, exprimée en millimètres (mm).

La charge nette, $F_{w,n}$, exercée verticalement vers le bas sur le palier-feuille radial, comme illustré à la [Figure 1](#), est obtenue en soustrayant de la charge appliquée, $F_{w,a}$, le poids du logement, $F_{w,h}$, où $F_{w,a}$ est mesurée à partir du capteur d'effort installé entre le corps et l'appareil de charge.

6.5 Éprouvettes

Le palier-feuille radial constitué du corps, de la feuille ondulée, de la feuille supérieure et de l'arbre peut être conçu et fabriqué en fonction de l'utilisation prévue.

7 Méthodes d'essai

7.1 Principe

Pour faire fonctionner et soumettre à l'essai le palier-feuille radial, la vitesse de démarrage est mesurée et la capacité portante est évaluée après un préchauffage suffisant. Le rapport d'essai présente les variables nécessaires pour l'essai et l'estimation (voir l'[Annexe B](#)).

7.2 Cycle d'essai de démarrage-arrêt et évaluation de la vitesse de démarrage

Le palier-feuille radial se met en route lorsque l'arbre est mis en rotation par moteur. Il convient de mesurer le couple du palier une fois que l'arbre commence à tourner, tandis que la vitesse de rotation augmente progressivement.

La [Figure 3](#) montre un exemple type de variation du couple du palier qui est mesuré avec la vitesse de rotation de l'arbre lors d'un essai de démarrage-arrêt. Au fur et à mesure que la vitesse de rotation augmente, le couple du palier augmente brusquement à une certaine vitesse de rotation, puis il diminue pour maintenir les conditions de régime permanent avec une valeur de couple relativement constante. Lorsque le couple du palier diminue pour atteindre sa valeur constante, la vitesse de rotation est déterminée comme étant la vitesse de démarrage du palier-feuille radial et il convient de l'enregistrer dans le rapport d'essai (voir l'[Annexe B](#)). Lorsque la vitesse de rotation passe à zéro, le couple du palier augmente à nouveau brusquement avant de diminuer.