
Paliers lisses — Essai des paliers lisses dans les conditions de lubrification hydrodynamique et mixte dans des machines d'essai pour paliers — Principes directeurs

iTeh STANDARD PREVIEW

(Plain bearings — Testing under conditions of hydrodynamic and mixed lubrication in test rigs — Guidelines)

ISO/TR 6281:1990

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/ef4cc74f-aa09-49da-8734-599d868ffe5e/iso-tr-6281-1990>



Sommaire

| | Page |
|---|------|
| Avant-propos | iii |
| Introduction | iv |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Objectifs d'essai | 1 |
| 4 Exigences d'essai | 2 |
| 5 Modes opératoires d'essai | 2 |
| 6 Critères d'essai | 3 |
| Annexes | |
| A Récapitulatif des critères d'essai | 6 |
| B Machines d'essai | 7 |
| C Conditions pour obtenir des résultats d'essai comparables | 10 |
| D Bibliographie | 11 |

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 6281:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e14cc74f-aa09-49da-8734-87fe5e/iso-tr-6281-1990)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e14cc74f-aa09-49da-8734-87fe5e/iso-tr-6281-1990>

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

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.

La tâche principale des comités techniques de l'ISO est d'élaborer les Normes internationales. Exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants :

- type 1: lorsque, en dépit de maints efforts au sein d'un comité technique, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2: lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique et requiert une plus grande expérience;
- type 3: 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).

La publication des rapports techniques dépend directement de l'acceptation du Conseil de l'ISO. Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 6281, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TR 123, *Paliers lisses*.

Les raisons justifiant la décision de publier le présent document sous forme de Rapport technique de type 2 sont exposées dans l'introduction.

Les annexes A, B, C et D du présent Rapport technique sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

Dans le monde, différents systèmes de machines d'essai pour paliers lisses sont utilisés. C'est la vaste gamme d'applications pratiques à objectifs différents qui a conduit à la conception d'un grand nombre de machines d'essai pour paliers lisses. Les conditions de lubrification de ces machines d'essai n'étant malheureusement pas bien définies la plupart du temps, il n'est pas possible de comparer directement les uns aux autres les résultats d'essai obtenus sur des machines différentes ni de les exploiter dans la pratique, des machines d'essai différentes pouvant même donner des estimations différentes.

L'objectif du présent Rapport technique est de voir comment améliorer les possibilités de comparaison et d'exploitation de ces résultats par une meilleure définition des conditions opératoires et plus particulièrement des conditions de lubrification. La meilleure définition des conditions de lubrification met en jeu les paramètres suivants :

- a) épaisseur minimale du film d'huile, et répartition de celui-ci en fonction du temps et du lieu dans le palier soumis à des conditions de charge dynamique;
- b) pression maximale du film d'huile; [ISO/TR 6281:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e14cc74f-aa09-49da-8734-)
- c) répartition des pressions dans les sens périphérique et latéral en fonction du temps, dans les conditions de charge dynamique, et contraintes (alternées) résultantes dans le matériau antifricction; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e14cc74f-aa09-49da-8734->
- d) températures maximales et moyennes du film d'huile, coefficient de frottement et variation de ces paramètres en fonction du temps.

Enfin, en raison des réactions tribochimiques qui peuvent avoir lieu entre le lubrifiant et le matériau, il est nécessaire de caractériser le lubrifiant de façon aussi détaillée que possible.

Aussi a-t-il été décidé de prescrire dans un premier temps des règles uniformes d'essai des paliers lisses.

Lors de la réunion qui s'est tenue à Vienne le 12 octobre 1984, l'ISO/TR 123/SC 2 a décidé de publier la présente méthode sous la forme d'un Rapport technique. Dès la publication de ce document les données expérimentales seront collectées en vue de sa transformation en Norme internationale.

Paliers lisses — Essai des paliers lisses dans les conditions de lubrification hydrodynamique et mixte dans des machines d'essai pour paliers — Principes directeurs

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique établit les principes directeurs pour les essais des paliers lisses sans collerette, lubrifiés à l'huile, essayés dans des machines d'essai pour paliers dans des conditions de lubrification hydrodynamique et mixte, et dans des conditions de charge résultant à un degré plus ou moins large d'un contact mécanique.

Le présent Rapport technique traite des conditions de charges statique et dynamique des paliers lisses massifs et multicouches.

L'annexe B donne des exemples pour quatre types de machines d'essai.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication de ce Rapport technique, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur ce Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3448 : 1975, *Lubrifiants liquides industriels — Classification ISO selon la viscosité*.

ISO 3675 : 1976, *Pétroles bruts et produits pétroliers liquides — Détermination en laboratoire de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode à l'aréomètre*.

ISO 7146 : — 1), *Paliers lisses — Termes caractéristiques et causes de changement d'aspect et de détérioration*.

ISO 7902-1 : — 1), *Paliers lisses hydrodynamiques radiaux en position immobile — Paliers circulaires cylindriques — Partie 1: Mode de calcul*.

3 Objectifs d'essai

Les essais effectués sur des machines d'essai des paliers lisses, travaillant dans des conditions de lubrification mixte ou purement hydrodynamique, visent essentiellement à collecter des informations sur les propriétés suivantes :

A : caractéristiques de rodage

B : résistance à l'usure

C : compatibilité entre les matériaux du palier et de l'arbre (résistance à l'usure par frottement)

D : pouvoir d'inclusion

E : résistance de l'arbre aux éraflures (provoquées par une contamination par particules solides)

F : capacité de charge statique

G : aptitude à la déformation

H : conformabilité

I : capacité de charge dynamique (résistance à la fatigue)

J : résistance à l'érosion (érosion par cavitation, érosion par fluides, érosion par particules)

K : résistance à la corrosion

La détermination de ces propriétés demande l'établissement de conditions opératoires qui peuvent impliquer immédiatement une lubrification purement hydrodynamique ou une lubrification mixte. Les conditions opératoires requises dans certains cas peuvent également impliquer une alternance dans le temps de conditions de lubrification purement hydrodynamique et de lubrification mixte.

Dans tous les cas, il est nécessaire d'avoir une description claire des conditions opératoires et de pouvoir les rapporter de façon non ambiguë aux conditions de lubrification (voir article 6).

NOTE — Des méthodes d'essai spécifiques n'existent que pour certaines des propriétés (objectifs d'essai) mentionnées ci-dessus.

1) À publier.

4 Exigences d'essai

Les conditions opératoires ne peuvent être définies de façon satisfaisante que si les conditions suivantes sont remplies tant pour la machine d'essai que pour le mode opératoire d'essai :

- a) construction mécanique simple;
- b) démontage simple; il est recommandé, de préférence, de pouvoir inspecter le palier *in situ*;
- c) utilisation de techniques de mesurage spéciales : si possible, il convient d'effectuer les mesurages d'usure continue aux radionucléides ou par analyse de la fluorescence du lubrifiant aux rayons X; il est recommandé de pouvoir mesurer l'épaisseur du film d'huile, la température du film d'huile et du palier et la répartition des pressions dans le film d'huile et couple;
- d) palier d'essai de dimensions bien définies : il doit avoir une très bonne stabilité dimensionnelle et une flèche d'arbre minimale; dans certains cas particuliers, il doit être possible de faire varier intentionnellement la stabilité dimensionnelle ou la flèche de l'arbre;
- e) alimentation suffisante en lubrifiant n'affectant pas la montée en pression de l'huile;
- f) bonne définition et possibilité de vérification expérimentale des conditions hydrodynamiques;
- g) distinction claire entre conditions de lubrification mixte et de lubrification purement hydrodynamique;
- h) couverture par les essais de la totalité des températures et contraintes pouvant être rencontrées dans la pratique;
- i) en cas de mise en charge dynamique, mise sous contrainte aussi uniforme que possible de la périphérie du palier.

5 Modes opératoires d'essai

Les modes opératoires d'essai réels dépendent des propriétés à déterminer. Pour assurer la compatibilité de résultats d'essai obtenus sur des machines d'essai différentes, et permettre l'exploitation pratique de ces résultats, il est nécessaire de définir les paramètres qui décrivent le degré de lubrification hydrodynamique pendant l'essai. Il est à cet effet nécessaire de décrire dans le détail la machine d'essai, le programme d'essai, les conditions d'essai, le palier essayé et, le cas échéant, tous les autres facteurs pouvant avoir une influence sur la lubrification. Les paramètres caractéristiques qu'il convient de connaître pour chacun des objectifs d'essai exposés dans l'article 3 sont donnés de 5.1 à 5.3.

Les caractéristiques qu'il convient de déterminer pour chacun des objectifs sont données de 5.4 à 5.7.

5.1 Paramètres caractéristiques des essais des catégories A, B, C, D et E

5.1.1 Épaisseur minimale du film d'huile déterminée par le calcul ou le mesurage.

5.1.2 Variation de l'épaisseur du film d'huile avec le temps, et diminutions localisées de cette épaisseur dans le palier en fonction des paramètres donnés de 5.1.2.1 à 5.1.2.6.

5.1.2.1 Paramètres décrivant la topographie des surfaces conjuguées, par exemple :

$$\lambda = \frac{h_{\min}}{\sum R_a} \quad (\text{pour les objectifs d'essai A et B})$$

où

h_{\min} est l'épaisseur minimale du film d'huile;

$\sum R_a$ est la somme des rugosités superficielles des surfaces conjuguées.

5.1.2.2 Dimension granulométrique et dureté des particules contaminantes (pour les objectifs d'essai D, E et éventuellement J).

5.1.2.3 Paramètres décrivant la topographie de la surface ainsi que la dureté des deux surfaces conjuguées avant toute réduction intentionnelle de l'épaisseur minimale du film d'huile (pour l'objectif d'essai C).

5.1.2.4 Écarts possibles dans la géométrie des surfaces conjuguées (flèche de l'arbre, marques locales de pression dans le palier lisse) (pour les objectifs d'essai G et I).

5.1.2.5 Vitesse de glissement et taux de cisaillement au jeu minimal.

5.1.2.6 Température du film d'huile et du palier et, si nécessaire, la répartition des températures.

5.2 Paramètres caractéristiques des essais des catégories F, G, H et I

5.2.1 Pression maximale du film d'huile.

5.2.2 Variation de la pression dans le film d'huile dans les sens périphérique et latéral.

5.2.3 Variation de la répartition des pressions dans le film d'huile dans les sens périphérique et latéral en fonction du temps.

5.2.4 Déformation statique maximale du matériau antifric-tion.

5.2.5 Déformation dynamique maximale du matériau antifric-tion en termes de contrainte moyenne et de contrainte alternée suivant le point d'application, et en fonction des paramètres donnés de 5.2.5.1 à 5.2.5.3.

5.2.5.1 Construction du palier et valeurs de la résistance statique des diverses couches du matériau antifric-tion (pour les objectifs d'essai F, G et H).

5.2.5.2 Construction du palier et valeurs de la résistance dynamique des diverses couches du matériau antifric-tion dans les plages de températures appropriées (pour l'objectif d'essai J; voir aussi l'annexe C).

5.2.5.3 Température du film d'huile et du palier et, si nécessaire, répartition des températures.

5.3 Paramètres caractéristiques de l'essai de la catégorie J

5.3.1 Variation de l'épaisseur du film d'huile en fonction du temps et du lieu dans le palier.

5.3.2 Répartition des vitesses dans le jeu, caractérisée par exemple, par la vitesse maximale de cisaillement dans le jeu minimal et sa variation en fonction du temps et du lieu du palier, par rapport à la construction et aux écarts de géométrie du palier suivant le lieu et le degré d'usure.

5.4 Caractéristiques des essais des catégories A, B, C, D et E

5.4.1 Durée des périodes où se produit l'usure (pour l'objectif d'essai A).

5.4.2 Variation de la géométrie de contact en fonction du temps (paramètres décrivant la forme microgéométrique et macrogéométrique des surfaces) (pour les objectifs d'essai B et C).

5.4.3 Usure en fonction du temps.

5.4.4 Diminution de l'épaisseur de paroi ou perte de poids.

5.4.5 Endurance de la couche supérieure du matériau antifriction dans le cas de paliers multicouches (pour l'objectif d'essai B).

5.4.6 Endurance globale du palier, nombre de tours après lequel l'avarie du palier a atteint une valeur maximale définie à l'avance.

5.5 Caractéristiques des essais des catégories F, G, H et I

5.5.1 Nombre de tours après lequel la déformation plastique a atteint une valeur maximale définie à l'avance (pour les objectifs d'essai F, G et H).

5.5.2 Nombre de tours après lequel survient la première fissure (pour l'objectif d'essai I).

5.6 Caractéristiques de l'essai de la catégorie J

5.6.1 Nombre de tours après lequel l'attaque par érosion a atteint une valeur maximale définie à l'avance.

5.6.2 Attaque par érosion en fonction du temps.

5.7 Caractéristiques de l'essai de la catégorie K

5.7.1 Nombre de tours après lequel l'attaque par corrosion a atteint une valeur maximale définie à l'avance.

5.7.2 Attaque par corrosion en fonction du temps.

5.7.3 Essais comparatifs sans corrosion dans les mêmes conditions opératoires (épaisseur du film d'huile, taux de cisaillement, etc.) avec un lubrifiant non corrosif.

6 Critères d'essai

Il faut distinguer entre les aspects caractéristiques de la machine d'essai (6.1), du programme d'essai (6.2), des conditions d'essai (6.3), du palier essayé, y compris le tourillon (6.4), des paramètres hydrodynamiques (6.5) et des résultats d'essai (6.6). Les aspects caractéristiques de la machine d'essai, du programme d'essai, des conditions d'essai et du palier essayé sont importants du point de vue de l'essai lui-même. Les aspects caractéristiques des paramètres hydrodynamiques et des résultats d'essai sont importants du point de vue de la comparaison et de l'exploitation ultérieure des résultats.

Pendant l'essai, il est possible que les matériaux du palier et du tourillon subissent des modifications (sous l'influence, par exemple, de phénomènes de diffusion). Ces modifications doivent être analysées par étude métallographique de sections des surfaces usées.

6.1 Machine d'essai

Les détails suivants doivent être donnés :

- a) désignation;
- b) principe (éléments principaux);
- c) construction;
- d) limites de la conception;
- e) matériels auxiliaires, par exemple les filtres;
- f) emplacement et nombre des paliers essayés;
- g) méthode d'application de la charge;
- h) méthode de mesurage du frottement;
- i) méthode de mesurage de l'usure;
- j) emplacement des points de mesurage de la température;
- k) matériels supplémentaires, par exemple les filtres.

6.2 Programme d'essai

Les caractéristiques suivantes doivent être prescrites :

- a) charge moyenne;
- b) niveau de charge;
- c) fréquence du niveau de charge;
- d) fonction dans le temps et l'espace du facteur de charge cyclique;
- e) vitesse (nombre de tours);

- f) fonction dans le temps du mouvement de rotation périodiquement irrégulier du tourillon et du palier lisse;
- g) vitesse de glissement;
- h) durée de la contrainte;
- i) périodes de repos.

6.3 Conditions d'essai

Les conditions suivantes concernant le lubrifiant, l'alimentation en lubrifiant et les températures doivent être données :

6.3.1 Lubrifiant

- a) type;
- b) composition chimique;
- c) rapport viscosité/température (voir ISO 3448);
- d) masse volumique (voir ISO 3675);
- e) contamination (particules de saleté, matières abrasives).

6.3.2 Alimentation en lubrifiant

- a) type (lubrification par pulvérisation, par bague de graissage, par circulation forcée, etc.);
- b) pression d'alimentation;
- c) manière dont l'huile est introduite dans le jeu du palier (trou de graissage, poche d'huile, rainure de graissage; taille et emplacement de ceux-ci);
- d) débit du lubrifiant;
- e) quantité totale de lubrifiant, temps de retenue dans le réservoir;
- f) méthode de filtration.

6.3.3 Températures

- a) température de l'arrivée d'huile;
- b) température de la sortie d'huile;
- c) température du palier;
- d) le cas échéant, variation de la température dans le temps;
- e) emplacement des points de mesurage de la température;
- f) température ambiante;
- g) température dans le réservoir d'huile.

6.4 Palier et tourillon d'essai

Les détails suivants concernant le palier et tourillon d'essai doivent être donnés :

6.4.1 Palier d'essai

6.4.1.1 Propriétés du matériau

- a) désignation normalisée;
- b) composition chimique;
- c) méthode d'élaboration;
- d) traitement thermique;
- e) état structural;
- f) dureté;
- g) limite d'élasticité à 0,2 %;
- h) résistance à la compression;
- i) module de Young;
- j) coefficient de dilatation thermique.

6.4.1.2 Dimensions, méthode de finition et rugosité

- a) diamètre intérieur;
- b) diamètre extérieur;
- c) épaisseur de paroi;
- d) largeur fonctionnelle;
- e) diamètre intérieur fonctionnel;
- f) jeu du palier à température ambiante, avant l'essai et en cours de fonctionnement;
- g) méthode de finition de l'intérieur du palier;
- h) rugosité superficielle, R_a ;
- i) alésage du logement;
- j) épaisseur du support en acier.

6.4.2 Tourillon

6.4.2.1 Propriétés du matériau

- a) désignation normalisée;
- b) composition chimique;
- c) méthode d'élaboration;
- d) traitement thermique;
- e) état structural;
- f) dureté;
- g) module de Young.

6.4.2.2 Dimensions, méthode de finition et rugosité

- a) diamètre;
- b) longueur;
- c) flèche durant l'essai;
- d) écart d'alignement;
- e) méthode de finition superficielle;
- f) rugosité superficielle, R_a .

6.5 Paramètres hydrodynamiques

- a) épaisseur minimale du film d'huile, h_{\min} ;
- b) variation de l'épaisseur du film d'huile en fonction du temps et du lieu dans le palier;
- c) pression maximale du film d'huile;
- d) répartition de la pression du film d'huile dans les sens périphérique et latéral;
- e) variation dans le temps de la répartition de la pression dans le film d'huile;
- f) déformation statique maximale du matériau;
- g) déformation dynamique maximale du matériau (contrainte moyenne et contrainte alternée);
- h) taux maximal de cisaillement;
- i) variation du taux de cisaillement en fonction du temps et du lieu dans le palier;
- j) coefficient de frottement;
- k) coefficient de frottement en fonction du temps.

Les paramètres hydrodynamiques sont mesurables à l'exception du taux maximal de cisaillement et de sa variation en fonction du temps et du lieu du palier. Néanmoins, il est possible de calculer ces paramètres en utilisant, par exemple, l'ISO 7902-1.

Il est à noter que plus le palier est de géométrie simple et plus le mode de chargement est simple également plus le calcul ou le mesurage des paramètres hydrodynamiques sera fiable.

6.6 Résultats d'essai

- a) description de l'avarie (voir aussi l'ISO 7146);
- b) degré d'avarie;
- c) volume de matière disparue par usure;
- d) taux d'usure ou répartition de l'usure par unité de temps;
- e) endurance (amplitude des charges alternées — à convertir en contraintes tangentielles);
- f) durée de l'essai (nombre de cycles de charge);
- g) paramètres caractéristiques décrivant la forme microgéométrique et macrogéométrique après l'essai;
- h) la charge dynamique correspondant à 4×10^7 variations de charge sans fissuration superficielle ni rupture du palier doit être spécifiée;
- i) conditions d'essai, vitesse, température d'arrivée d'huile et température mesurée du palier.

Dans l'exploitation pratique des résultats de mesurage, il est nécessaire de tenir compte des différences de conception et de conditions opératoires.