

NORME
INTERNATIONALE

ISO
7146

Première édition
1993-04-01

Paliers lisses — Termes, caractéristiques et causes de détérioration et de changement d'aspect

iTeh STANDARD PREVIEW

Plain bearings — Terms, characteristics and causes of damage and changes in appearance

[ISO 7146:1993](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/408b3321-7f07-465a-9e78-1095858d3b78/iso-7146-1993>



Numéro de référence
ISO 7146:1993(F)

Sommaire

	Page
Section 1 Généralités	1
1.1 Domaine d'application	1
1.2 Références normatives	1
1.3 Définitions	1
Section 2 Détérioration de la couche antifriction	2
2.1 Contamination	2
2.2 Usure par lubrification partielle	8
2.3 Surchauffe	19
2.4 Fatigue (voir figures 24 et 25)	24
2.5 Érosion par cavitation	32
2.6 Modifications dues à la corrosion et aux réactions tribochimiques	37
2.7 Dépôts	44
2.8 Divers	48
2.9 Cas spéciaux	57
Section 3 Détérioration du dos du palier	59
3.1 Usure par grippage du dos du palier	59
3.2 Surface du logement	64
3.3 Alésage du logement	70

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7146:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40811095858d3b78/iso-7146-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40811095858d3b78/iso-7146-1993>

© ISO 1993
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.

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.

La Norme internationale ISO 7146 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 123, *Paliers lisses*, sous-comité SC 2, *Matériaux et lubrifiants, leurs propriétés, caractéristiques, méthodes d'essais et conditions d'essais*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/408b3521-7107-465a-9e78-1095858d3b78/iso-7146-1993>

Introduction

Dans la pratique, la détérioration d'un palier peut être due à la conjugaison de plusieurs mécanismes. Ce peut être une erreur de montage ou d'entretien, une fabrication défectueuse du palier lui-même, de son logement ou de la pièce conjuguée. Dans d'autres cas, il peut s'agir d'un mauvais compromis de conception pour des raisons d'économie ou de conditions de fonctionnement imprévues. Elle résulte en tout cas d'une combinaison complexe d'éléments: conception, fabrication, montage, fonctionnement, maintenance et refaçonnage éventuel, qui rendent souvent difficile d'en établir les causes premières.

En cas de détérioration très grave ou de destruction du palier, il peut même s'avérer impossible d'en diagnostiquer les causes, les traces ayant disparu.

Il est toutefois d'importance primordiale de connaître les conditions réelles de fonctionnement de l'ensemble et de posséder un état des maintenances effectuées.

La classification des détériorations des paliers établie dans la présente Norme internationale se fonde principalement sur les aspects visibles des surfaces de frottement et autres, qui seuls permettent une détermination fiable des causes de ces détériorations.

Plusieurs phénomènes pouvant avoir des effets similaires sur la surface de frottement, il est néanmoins parfois insuffisant de se borner à une description de l'aspect pour diagnostiquer la cause. Il faut alors tenir compte des conditions de fonctionnement. C'est la raison pour laquelle les sections un et deux sont subdivisées en sous-catégories fonction du mécanisme de détérioration et du degré croissant de gravité qui dépend quelquefois des conditions de fonctionnement.

Dans les paliers hydrodynamiques à film d'huile continu, il n'existe pas de contact direct entre les parties en frottement. Les seuls changements d'aspect et détériorations possibles résultent donc de la chaleur (surchauffe, voir 2.3), des variations de pression d'huile (fatigue, voir 2.4), des variations de pression à l'échelle microscopique (érosion par cavitation, voir 2.5), des réactions chimiques avec le lubrifiant (corrosion et dépôt, voir 2.6 et 2.7), respectivement, ou de circonstances spéciales (voir 2.8).

La présence de particules étrangères dures de dimensions supérieures à l'épaisseur minimale du film d'huile provoque un contact local indirect entre le palier lisse et le tourillon (contamination, voir 2.1).

Dans des conditions de fonctionnement défavorables pour une lubrification hydrodynamique, on peut également avoir un contact direct entre le tourillon et le palier soit sur une large zone (arrêts et redémarrages, charges élevées, hautes températures), soit sur une zone plus localisée (défauts d'alignement, voir 2.9), qui provoque une usure par contact (voir 2.2).

Tant le contact direct que la contamination augmentent la sévérité des conditions de fonctionnement et accentuent les effets thermiques et chimiques (voir 2.3 et 2.6, respectivement).

Tout écart géométrique d'un palier assemblé par rapport à sa configuration idéale se produit le plus souvent dans la zone où l'intervalle entre le palier et le tourillon est le plus petit, du fait de la direction de l'application de la charge. L'apparition d'un type de détérioration inhabituelle peut être signe soit d'un écart géométrique de l'élément sous charge, considéré par rapport à sa configuration habituelle, soit d'une charge anormale (voir 2.9).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7146:1993](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/408b3321-7f07-465a-9e78-1095858d3b78/iso-7146-1993>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7146:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/408b3321-7f07-465a-9e78-1095858d3b78/iso-7146-1993>

Paliers lisses — Termes, caractéristiques et causes de détérioration et de changement d'aspect

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit, décrit et classe les caractéristiques et les causes de changement d'aspect et de détérioration que peuvent subir en service les tourillons et paliers hydrodynamiques. Elle doit aider à comprendre les diverses formes de changement d'aspect et de détérioration possibles.

Dans le cadre de la présente Norme internationale les termes «détérioration des paliers lisses» recouvrent tous les types de changement de détérioration et d'aspect subis par la surface du palier en service, que ce changement d'aspect ou cette détérioration affecte ou non le fonctionnement du palier.

L'étude est limitée aux formes caractéristiques et bien définies de changement d'aspect ou de détérioration qui peuvent être assignées avec un haut degré de certitude à une cause donnée. La présente Norme internationale décrit les aspects particuliers du phénomène, en illustre les diverses formes à l'aide de photographies et de schémas et en donne les causes les plus fréquentes.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite,

constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale 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 4378-1:1983, *Paliers lisses — Termes, définitions et classification — Partie 1: Conception, matériaux pour paliers et leurs propriétés.*

ISO 4378-2:1983, *Paliers lisses — Termes, définitions et classification — Partie 2: Frottement et usure.*

ISO 4378-3:1983, *Paliers lisses — Termes, définitions et classification — Partie 3: Lubrification.*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 4378-1 et l'ISO 4378-2 et l'ISO 4378-3 s'appliquent.

Section 2: Détérioration de la couche antifriction

2.1 Contamination

L'effet de particules contaminantes dures sur une surface dépend dans une large mesure du mouvement relatif de ces particules. Si la particule reste fixe par rapport au palier (voir 2.1.1), elle risque d'érafler le tourillon (effet extrême en 2.8.3) et vice versa (voir 2.1.2). Si elle bouge, son effet sur les deux surfaces est en général régulier (voir 2.1.3).

NOTE 1 Les éraflures sont possibles également dans le cas d'un contact direct tourillon-palier (voir 2.2).

2.1.1 Particules incrustées (voir figures 1 à 3)

2.1.1.1 Caractéristiques

Surface piquée avec quelques particules de saleté incrustées dans la surface de frottement et entou-

rées d'une surépaisseur de métal antifriction déplacé qui vient frotter sur la pièce conjuguée. Les zones de frottement apparaissent comme des halos très réfléchissants autour de la particule incrustée.

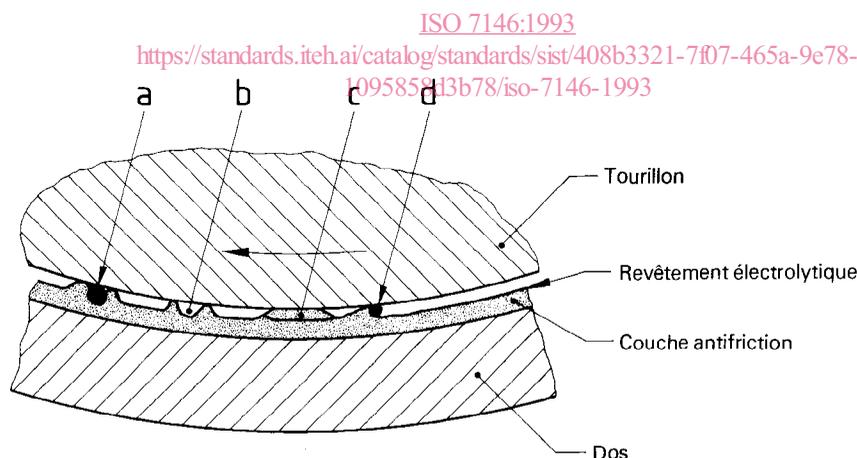
Les saletés incrustées peuvent provoquer la formation de battitures de fer (voir 2.8.3).

2.1.1.2 Causes

Contamination de l'huile par des résidus de fabrication ou de mise en service (copeaux métalliques, détournage, sable de moulage), mauvaise maintenance ou détérioration des filtres (carbone dans l'huile, particules résultant de l'usure d'autres éléments) ou détérioration du palier par érosion sous l'effet de la cavitation ou par fatigue.

Introduction de particules étrangères pendant l'installation.

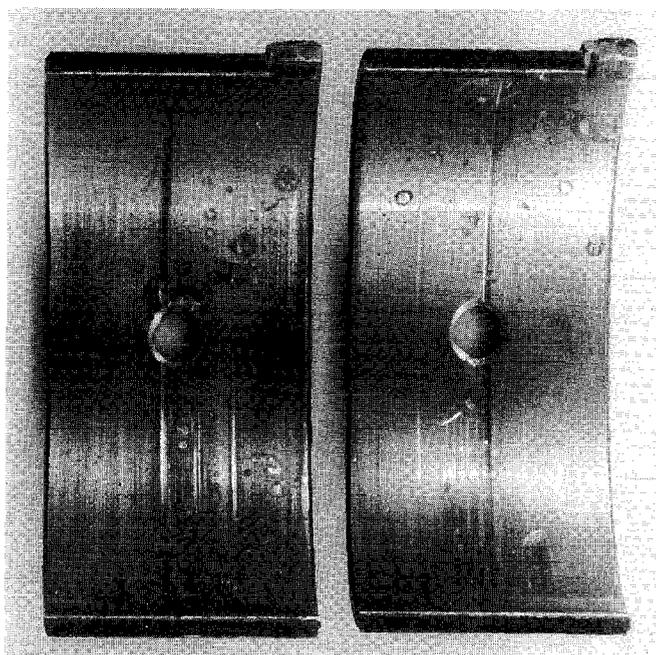
iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)



Légende

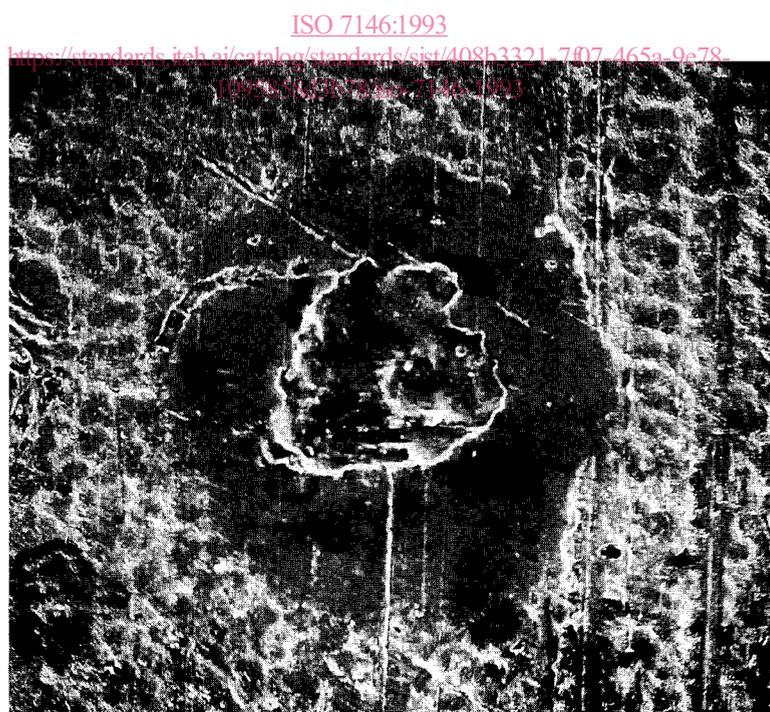
- a — particule étrangère incrustée, généralement entourée d'un cercle (halo) extrêmement réfléchissant de métal déplacé (voir également figure 2)
- b — cratère laissé par le déplacement d'une particule incrustée (voir également figure 3)
- c — particule de métal antifriction provenant d'un autre endroit détérioré du palier, écrasée sur la couche antifriction
- d — particule étrangère avec sa trajectoire d'entrée

Figure 1 — Schéma des différentes formes possibles d'incrustation



Matériaux: acier/AlSn
Grossissement: x 1 (taille réelle)

Figure 2 — Incrustation de particules étrangères (exemple type du phénomène a représenté à la figure 1)
(standards.iteh.ai)



Matériaux: acier/bronze au plomb/revêtement électrolytique
Grossissement: x 50

Figure 3 — Cratère laissé par le déplacement d'une particule incrustée, entourée du halo distinctif (cause typique du phénomène b représenté à la figure 1)

2.1.2 Éraflage (voir figures 4 et 5)

2.1.2.1 Caractéristiques

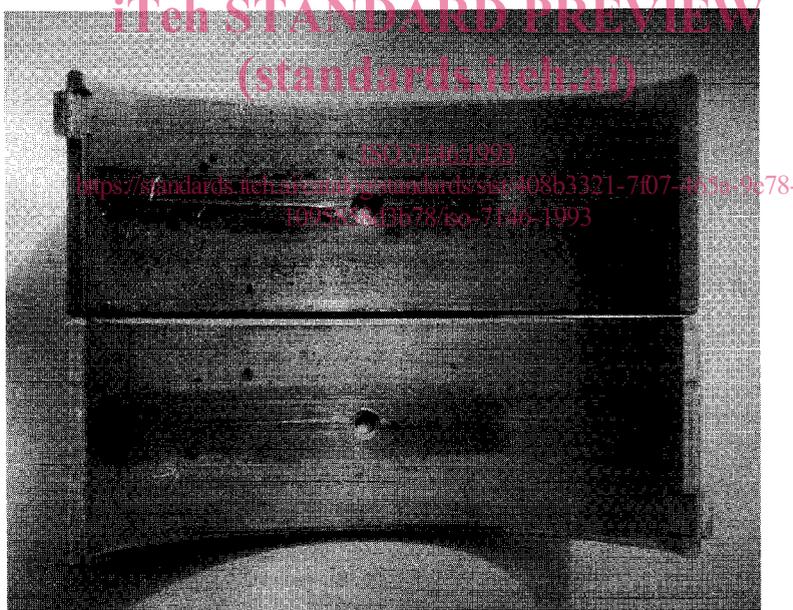
Rayures dans la direction du mouvement. Les éraflures ou rainures profondes peuvent être accompagnées sur les côtés de déplacements de métal. Les éraflures peuvent être brunies par l'usure (voir figure 4).

Il se forme une ligne très réfléchissante des deux côtés de la rainure, généralement dans la partie du palier la plus sollicitée, mais quelquefois aussi sur toute la circonférence.

2.1.2.2 Causes

Contamination de l'huile par de grosses particules dures introduites pendant la fabrication ou la mise en service (copeaux de tournage); particules résultant de la détérioration d'autres éléments, mauvaise maintenance, détérioration du filtre ou du palier lui-même ou du palier précédent dans le système d'alimentation en huile (fatigue, érosion par cavitation).

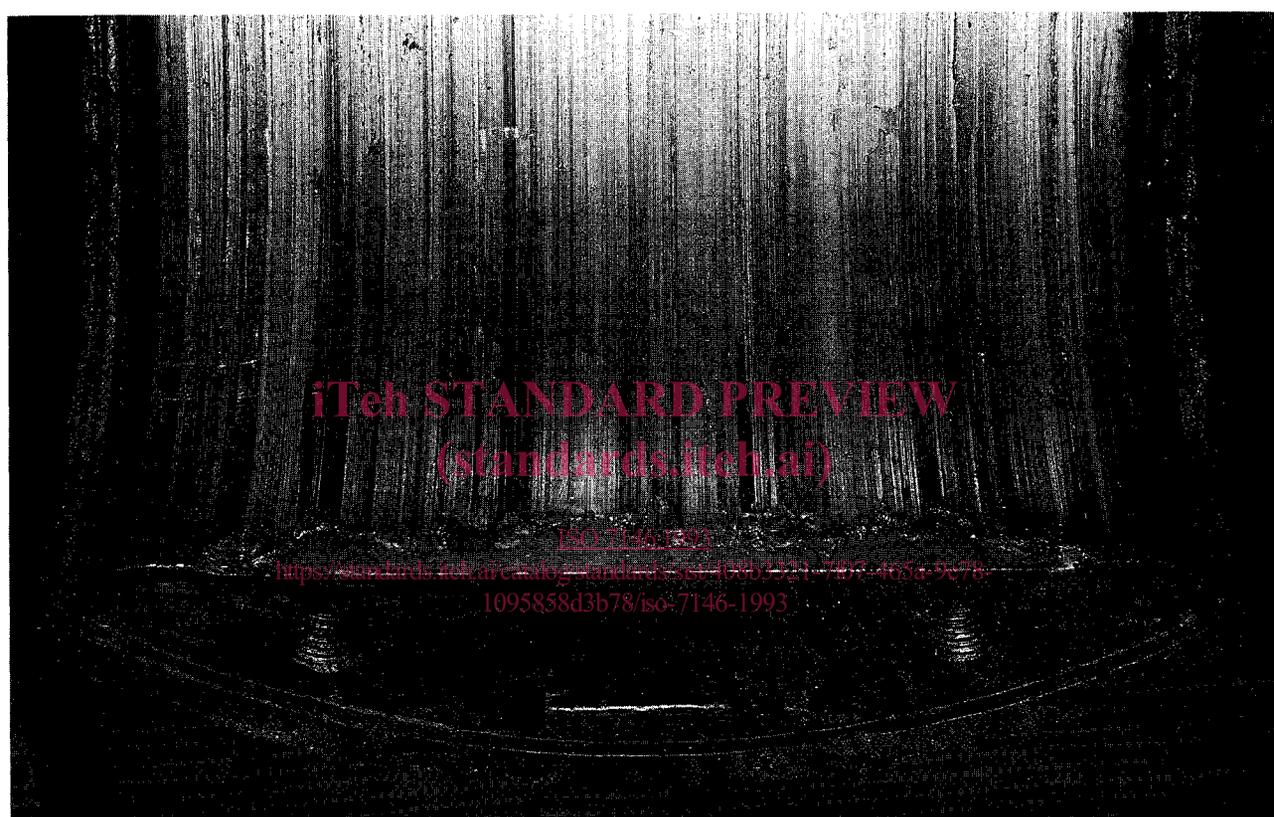
NOTE 2 Une lubrification mixte (voir 2.2) peut également entraîner de fines éraflures dispersées.



Matériaux: acier/bronze au plomb/revêtement électrolytique
Grossissement: $\times 1$ (taille réelle)

NOTE — L'éraflure de ce coussinet mince a été brunie par l'usure.

Figure 4 — Éraflure circumférentielle profonde avec déplacement de métal antifriction de chaque côté



Grossissement: x 1 (taille réelle)

Figure 5 — Éraflage par des particules entraînées dans l'huile sur un coussinet épais

2.1.3 Trajectoires de migration de la saleté
(voir figure 6)

2.1.3.1 Caractéristiques

Indentations multiples dues à une particule dure, en oblique généralement par rapport au bord extérieur du palier, provenant souvent de rainures, poches ou entrées d'huile.

2.1.3.2 Causes

Contamination de l'huile par des particules dures très grosses introduites pendant la fabrication ou la mise en service, particules résultant de la détérioration d'autres éléments, mauvaise maintenance ou détérioration du filtre.

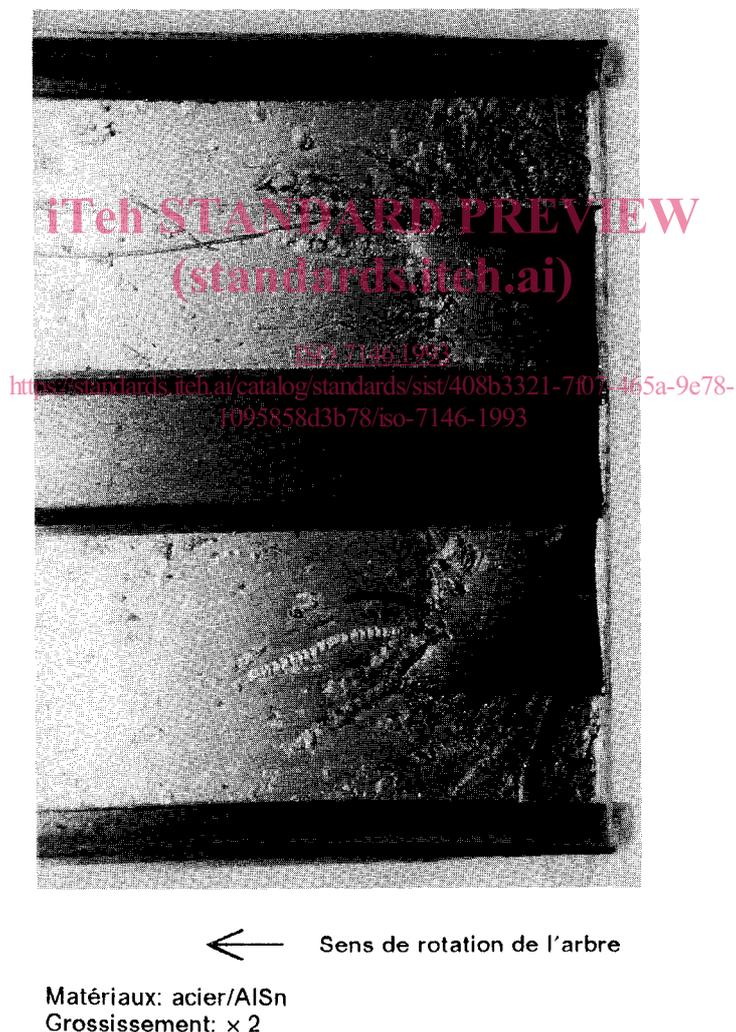


Figure 6 — Trajectoires de migration de la saleté provenant d'une poche dans un coussinet mince

2.1.4 Effets de la poussière (voir figure 7)

2.1.4.1 Caractéristiques

Surface mate, souvent légèrement rugueuse et finement éraflée.

2.1.4.2 Causes

Accumulation de poussière ou de boue atteignant le lubrifiant en dépit de la filtration de l'air et de l'étanchéité du palier.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)



Matériaux: acier/bronze au plomb/revêtement électrolytique
Grossissement: x 3

Figure 7 — Changement d'aspect de la couche antifricction dû à l'effet de la poussière sur un coussinet mince, avec surface mate et rugueuse et fines éraflures isolées

2.2 Usure par lubrification partielle

L'usure se limite à des modifications de microgéométrie et à une perte de matière par contact entre le tourillon et le palier.

NOTE 3 Des éraflures peuvent également résulter de la contamination du lubrifiant (voir 2.1.2).

2.2.1 Polissage par rodage (voir figure 8)

2.2.1.1 Caractéristiques

Marques réfléchissantes très légères apparaissant dans la zone la plus chargée du palier, sur toute sa

largeur ou dans des zones localisées sous pression élevée. La transition entre zones marquées et zones non marquées est très graduelle. Ce polissage n'entraîne pas une diminution notable de l'épaisseur. Les marques de rodage sont normales après une brève période de fonctionnement.

2.2.1.2 Causes

Polissage des aspérités de la surface de frottement dans la région la plus chargée et dans les zones de pression élevée.



Matériaux: acier/AISn
Grossissement: x 1 (taille réelle)

Figure 8 — Polissage par rodage et brunissage dans la zone de charge principale d'un coussinet mince

2.2.2 Grattage ou usure d'adaptation (voir figure 9)

2.2.2.1 Caractéristiques

Marques d'usure lisses réfléchissantes dans la région la plus chargée, apparaissant sur toute la largeur du palier ou dans les zones de pression élevée. La transition entre zones marquées et non

marquées est très graduelle. Une réduction d'épaisseur minime est visible. Ce genre de phénomène est normal après un certain temps de fonctionnement.

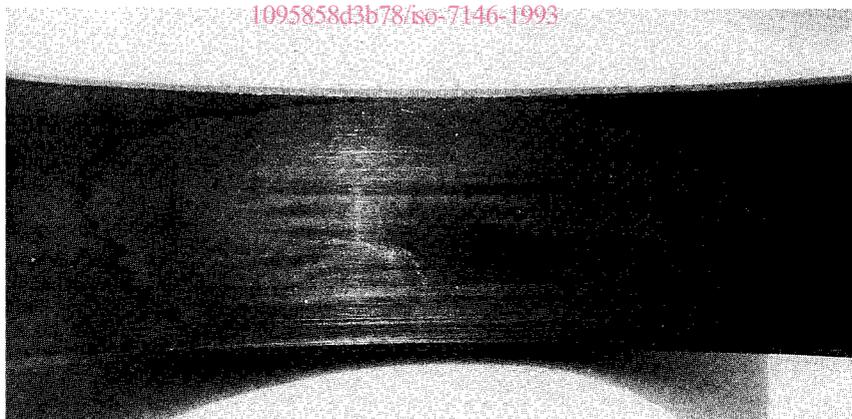
2.2.2.2 Causes

Adoucissement des aspérités de la surface de frottement dans la zone de charge la plus élevée ou dans les zones de pression élevée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 7146:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/408b3321-7f07-465a-9e78-1095858d3b78/iso-7146-1993>



Matériaux: acier/bronze au plomb/revêtement électrolytique
Grossissement: $\times 1$ (taille réelle)

Figure 9 — Usure par grattage du revêtement électrolytique dans la zone de charge principale d'un coussinet mince