

---

---

**Roulements — Détérioration  
et défaillance — Termes,  
caractéristiques et causes**

*Rolling bearings — Damage and failures — Terms, characteristics  
and causes*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 15243:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-a64ac28c7266/iso-15243-2017)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-  
a64ac28c7266/iso-15243-2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-a64ac28c7266/iso-15243-2017)



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15243:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-a64ac28c7266/iso-15243-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Classification des modes de défaillance survenant dans les roulements</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Modes de défaillance</b> .....	<b>3</b>
5.1 Fatigue de contact de roulement.....	3
5.1.1 Description générale de la fatigue de contact de roulement.....	3
5.1.2 Fatigue initiée en sous-couche.....	4
5.1.3 Fatigue initiée en surface.....	4
5.2 Usure.....	6
5.2.1 Description générale de l'usure.....	6
5.2.2 Usure par abrasion.....	6
5.2.3 Usure par adhésion.....	7
5.3 Corrosion.....	9
5.3.1 Description générale de la corrosion.....	9
5.3.2 Corrosion due à l'humidité.....	9
5.3.3 Corrosion par frottement.....	10
5.4 Electroérosion.....	12
5.4.1 Description générale de l'électroérosion.....	12
5.4.2 Érosion due à une surtension.....	12
5.4.3 Érosion due à une fuite de courant.....	13
5.5 Déformation plastique.....	14
5.5.1 Description générale de la déformation plastique.....	14
5.5.2 Déformation due à une surcharge.....	15
5.5.3 Indentations par des particules.....	16
5.6 Fissuration et rupture.....	18
5.6.1 Description générale de la fissuration et de la rupture.....	18
5.6.2 Rupture forcée.....	18
5.6.3 Rupture par fatigue.....	18
5.6.4 Fissuration thermique.....	19
<b>Annexe A (informative) Analyse des défaillances — Illustration des détériorations — Autres examens — Explication des termes utilisés</b> .....	<b>21</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>55</b>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

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. 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](http://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.

(standards.iteh.ai)

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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15243:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique.

## Introduction

Dans la pratique, la détérioration et/ou la défaillance d'un roulement peuvent souvent être le résultat de plusieurs mécanismes se produisant simultanément. La défaillance peut être la conséquence d'un transport, d'une manipulation ou d'un montage incorrects, d'une maintenance inadéquate ou d'un défaut de fabrication du roulement ou de ses éléments adjacents. Dans certains cas, la défaillance est due à un compromis fait au niveau de la conception pour des raisons d'intérêts économiques, voire à des conditions de fonctionnement et environnementales imprévues. La combinaison complexe de plusieurs facteurs de conception, de fabrication, de montage, de fonctionnement et de maintenance est souvent à l'origine de difficultés au niveau de la détermination de la cause racine de la défaillance.

NOTE Il faut être conscient que des roulements de contrefaçon sont mis sur le marché. Ils peuvent ressembler à des roulements originaux mais leur utilisation entraîne souvent des défaillances et fractures prématurées.

En cas de détérioration importante ou de défaillance soudaine et totale du roulement, l'absence d'indication évidente est probable, ce qui rend impossible l'identification de la cause racine de la défaillance. De ce fait, il est important de mettre à l'arrêt l'équipement à temps pour permettre une analyse appropriée des détériorations du roulement (voir [Figure 1](#)). Dans tous les cas, la connaissance des conditions réelles de fonctionnement de l'ensemble et l'historique des travaux de maintenance se révèlent de la plus haute importance.



NOTE L'écaillage a commencé juste derrière l'indentation dans le chemin de roulement [a)]. Il s'est ensuite aggravé au fil du temps [b) et c)]. S'il n'est pas arrêté à temps, la preuve de la cause racine disparaît [d)].

**Figure 1 — Évolution de la détérioration du roulement**

La classification des défaillances des roulements établie dans le présent document est principalement fondée sur les caractéristiques visibles sur les surfaces de contact de roulement et sur d'autres surfaces fonctionnelles. Chaque caractéristique est à prendre en compte pour déterminer de manière fiable la cause racine de la défaillance du roulement. Dans la mesure où plusieurs mécanismes de défaillance peuvent avoir des effets similaires sur lesdites surfaces, la description de l'aspect ne suffit généralement pas, à elle seule, pour déterminer la cause de la défaillance. Dans certains/ces cas, il est nécessaire de prendre les conditions de fonctionnement en considération. Dans certains cas, la détérioration analysée est trop avancée et peut provenir de différentes causes primaires. Il est alors intéressant de rechercher la présence simultanée d'indications pour déterminer la cause primaire de la défaillance.

Le présent document porte sur les roulements dotés de bagues en acier et d'éléments roulants. La détérioration des bagues des roulements avec éléments roulants en céramique suit des modes de défaillance similaires.

Dans le présent document, la durée de vie des roulements est comme décrit dans l'ISO 281<sup>[1]</sup>, qui prévoit des formules pour calculer la durée de vie des roulements en prenant en compte un certain nombre de facteurs, tels que la capacité de charge du roulement, le type de roulement, le matériau de fabrication, la limite de fatigue du roulement, les conditions de lubrification et le degré de contamination.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15243:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-a64ac28c7266/iso-15243-2017>

# Roulements — Détérioration et défaillance — Termes, caractéristiques et causes

## 1 Domaine d'application

Le présent document classe les différents modes de défaillance survenant en cours de fonctionnement pour les roulements en aciers standards. Elle définit et décrit, pour chaque mode de défaillance, les caractéristiques, l'aspect et les possibles causes racines de la défaillance. Elle contribuera à l'identification des modes de défaillance en s'appuyant sur l'aspect.

Les termes suivants sont expliqués pour les besoins du présent document:

- défaillance d'un roulement: résultat d'une détérioration qui empêche le roulement de satisfaire à ses performances initialement prévues ou marque la fin de sa durée de vie;
- en service: état du roulement tel qu'il sort de l'usine du fabricant;
- caractéristiques visibles: caractéristiques qu'il est possible d'observer directement ou avec une loupe ou un microscope optique, ainsi que celles observées sur des images, mais en utilisant uniquement des méthodes non destructives.

L'analyse se limite aux formes caractéristiques du changement d'aspect et aux défaillances ayant un aspect bien défini et pouvant être imputables à des causes particulières avec un degré de certitude élevé. Les caractéristiques d'intérêt particulier relatives à l'explication des changements et des défaillances sont décrites. Les formes diverses sont illustrées par des photographies et les causes les plus fréquentes sont indiquées.

Si la cause racine ne peut pas être évaluée de manière fiable par l'examen et la description des caractéristiques visuelles confrontés aux informations fournies dans le présent document, des examens complémentaires sont à envisager. Ces méthodes sont résumées au [A.3](#) et peuvent impliquer, par exemple, l'utilisation de méthodes invasives pouvant inclure le prélèvement de coupes transversales, des analyses métallurgiques structurelles au moyen de microscopes visuels ou électroniques et des analyses chimiques et spectrographiques. Ces méthodes spécialisées ne sont pas incluses dans le domaine d'application du présent document.

Les termes des modes de défaillance exprimés dans les titres des paragraphes sont recommandés pour un usage général. Le cas échéant, les expressions alternatives ou synonymes utilisés pour décrire les sous-modes sont indiqués et expliqués en [A.4](#).

Des exemples de défaillances des roulements, accompagnés d'une description des causes de la défaillance et des mesures correctives proposées, sont donnés en [A.2](#).

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 5593, *Roulements — Vocabulaire*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5593 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Des explications de termes de détérioration et défaillance sont données en [A.4](#).

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1 caractéristiques

aspect visuel résultant de la performance d'usage

Note 1 à l'article: Les défauts de surface et les types de changements géométriques sont définis dans l'ISO 8785[3] et, en partie, dans l'ISO 6601[2] (portant sur l'usure par abrasion).

#### 3.2 détérioration

toute détérioration visible des surfaces ou structures de fonctionnement du roulement

#### 3.3 séquences d'événements

séquence d'événements aboutissant à la *défaillance* (3.4) du roulement, en commençant par la *détérioration* (3.2) initiale du roulement

Note 1 à l'article: À un stade précoce, cette détérioration peut causer une perte fonctionnelle ou une défaillance. Cependant, dans de nombreux cas, la détérioration initiale n'aboutit pas à une défaillance et le roulement continue de fonctionner. La poursuite du fonctionnement provoque généralement une détérioration secondaire qui aboutit finalement à une défaillance. La détérioration secondaire peut introduire des modes de défaillance concurrents, ce qui peut compliquer l'analyse de la cause racine.

#### 3.4 défaillance

toute situation dans laquelle le roulement n'est plus en mesure d'assurer son fonctionnement prévu

Note 1 à l'article: Cela comprendra la dégradation de propriétés rotationnelles essentielles et l'avertissement d'une défaillance plus étendue ou totale imminente, sans pour autant que le stade soit suffisamment avancé pour empêcher la rotation ou le support des éléments de machine concernés.

Note 2 à l'article: L'étendue de la *détérioration* (3.2) requise pour enregistrer une déclaration de défaillance opérationnelle dépendra de l'application. Les applications nécessitant une rotation précise et sans à-coups ne toléreront qu'une perte très minime de propriétés. Les applications non sensibles à des amplifications de vibrations ou de bruits ou à une précision rotationnelle réduite peuvent être capables de continuer à assurer leurs performances pendant une période restreinte.

#### 3.5 mode de défaillance

manière selon laquelle la défaillance d'un roulement se déclare

### 4 Classification des modes de défaillance survenant dans les roulements

Il conviendrait de préférence que les détériorations et défaillances des roulements soient classées selon la cause racine. Cependant, il n'est pas souvent facile de distinguer les causes des caractéristiques (symptômes); en d'autres termes, de faire la distinction entre mécanismes et modes de défaillance. Cela est confirmé par le grand nombre d'articles et d'ouvrages traitant de ce sujet (voir Bibliographie). Par conséquent, dans le présent document, les modes de défaillance sont classés en six groupes principaux



et en différents sous-groupes (voir [Figure 2](#)), en fonction de leur aspect caractéristique distinctif en service.

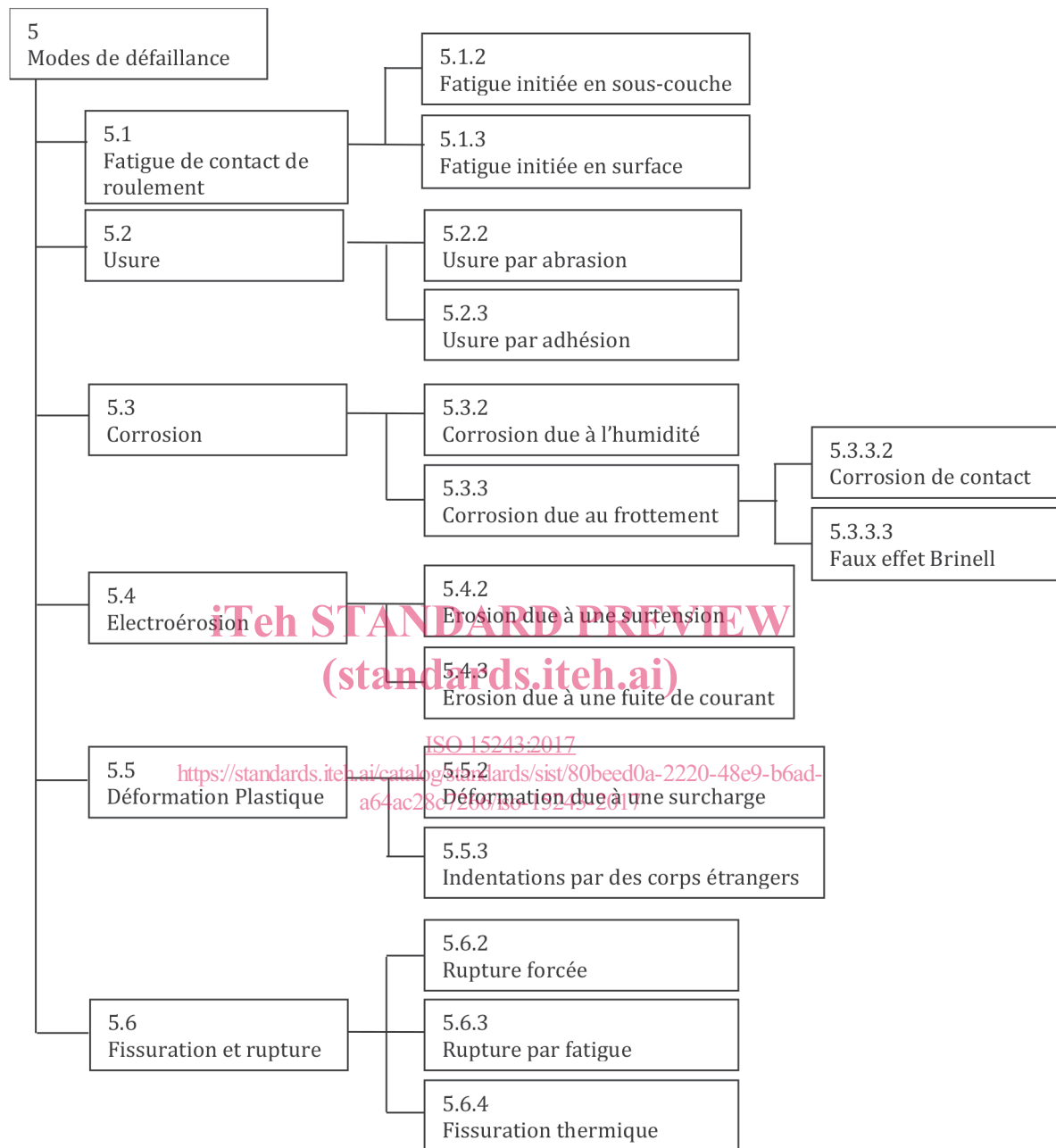


Figure 2 — Classification des modes de défaillance

## 5 Modes de défaillance

### 5.1 Fatigue de contact de roulement

#### 5.1.1 Description générale de la fatigue de contact de roulement

La fatigue de contact de roulement est provoquée par les contraintes répétées développées au niveau du contact entre les éléments roulants et les chemins de roulement. La fatigue se manifeste visiblement sous la forme d'une modification de la structure (microstructure) et d'un écaillage à la surface du

matériau (macrostructure) qui, dans la plupart des cas, pourraient entraîner une modification de la microstructure.

NOTE Ecaillage et écaillage avancé sont synonymes (voir A.4).

### 5.1.2 Fatigue initiée en sous-couche

Sous l'influence d'une charge cyclique exercée sur les contacts de roulement, décrite par la théorie de Hertz, des contraintes et des changements structuraux du matériau se produisent et des microfissures se forment à des emplacements et à des profondeurs dépendant de la charge appliquée, de la température de fonctionnement, du matériau et de sa propreté, ainsi que de la microstructure. La formation de microfissures est souvent provoquée par des inclusions dans l'acier du roulement.

Les changements peuvent apparaître à l'examen métallurgique (voir A.3). Ces fissures se propagent et provoquent un écaillage une fois arrivées en surface (voir Figures 3 et 4).



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

Figure 3 — Écaillage initial en sous-couche dans un roulement à billes à gorges profondes — Bague intérieure tournante

ISO 15243:2017  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80beed0a-2220-48e9-b6ad-a64ac28c7266/iso-15243-2017>



Figure 4 — Écaillage avancé en sous-couche dans un roulement à rouleaux coniques — Bague intérieure fixe

### 5.1.3 Fatigue initiée en surface

La fatigue initiée en surface est généralement provoquée par une dégradation de surface appelé aussi surface distress (aplatissement des micro-rugosités).

La surface distress est la détérioration initiée aux surfaces de contact du roulement due aux déformations plastiques des aspérités de surface (lissage, polissage, glaçage). Le contact entre les aspérités des éléments roulants et du chemin de roulement est le plus souvent le résultat de conditions de lubrification inappropriées (épaisseur du film de lubrifiant insuffisante). Ce contact peut être provoqué par une circulation/un apport de lubrification insuffisant(e), un lubrifiant impropre à l'application, des

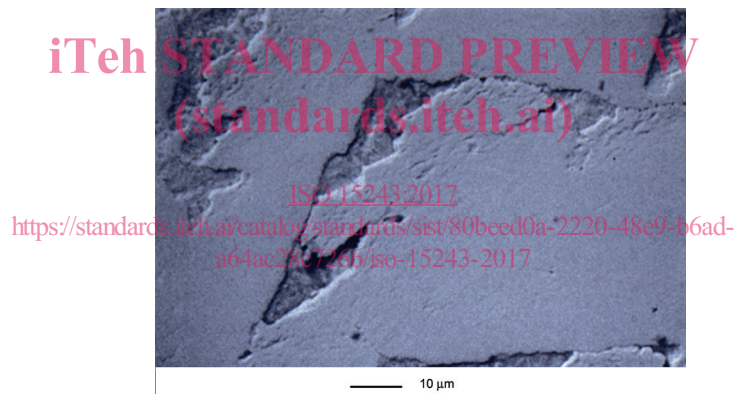
températures de fonctionnement au-dessus des niveaux attendus ou un état de surface rugueux. Le contact et la déformation plastique des aspérités de surface peuvent entraîner:

- des microfissures (voir [Figure 5](#)),
- des micro-écaillages (voir [Figure 6](#)), et
- des zones micro-écaillées (taches grises) (voir [Figure 7](#)).

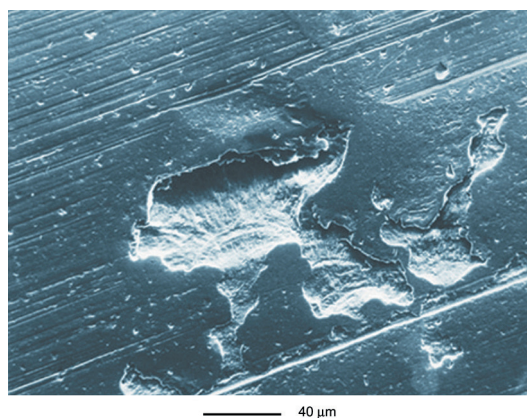
En cas de film lubrifiant de faible épaisseur, le glissement peut accélérer considérablement la détérioration de la surface.

Dans les cas pour lesquels l'épaisseur du film est suffisante pour des conditions de fonctionnement normal, une fatigue initiée en surface peut toujours apparaître. Cela peut se produire quand des particules sont introduites dans la zone de contact (voir [5.5.3](#)), des charges extrêmes déforment plastiquement la surface ou des empreintes de manipulation (coup d'angle) sont présentes. Ces trois conditions entraînent des indentations dans les chemins de roulements. Des bourrelets autour des indentations dépassent la hauteur du film d'huile, entraînant des déformations des aspérités de surfaces. La fatigue initiée en surface, causée par l'indentation due à la déformation plastique, est illustrée en [A.2.6.2](#).

NOTE L'ISO 281<sup>[4]</sup> comprend des paramètres de calcul relatifs à la surface et connus pour avoir une influence sur la durée de vie du roulement, tels que le matériau, la lubrification, l'environnement, les particules de pollution et la charge au niveau du roulement.



**Figure 5 — Microfissures et micro-écaillages sur un chemin de roulement**



**Figure 6 — Micro-écaillages initiés en surface sur un chemin de roulement**



Figure 7 — Zones micro-écaillées sur un chemin de roulement

## 5.2 Usure

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 5.2.1 Description générale de l'usure

L'usure est l'enlèvement progressif de matière en surface résultant de l'interaction entre deux surfaces en contact de glissement ou de roulement/glissement en cours de fonctionnement.

### 5.2.2 Usure par abrasion

L'usure par abrasion (usure sous l'action de particules, usure entre trois corps) est l'enlèvement de matière dû au glissement en présence de particules solides. Elle est le résultat d'une surface ou particule solide qui enlève de la matière d'une autre surface par une action de coupe ou de labourage en glissant sur celle-ci. Les surfaces deviennent mates à un degré qui varie en fonction de la taille et de la nature des particules abrasives (voir [Figure 8](#)). Le nombre de particules augmente progressivement avec l'usure du matériau des surfaces en contact et potentiellement de la cage (voir [Figure 9](#)). Finalement, le processus d'usure s'accélère jusqu'à détérioration du roulement.

Bien que les surfaces deviennent normalement mates dans une certaine mesure, un effet de polissage peut se produire lorsque les particules abrasives sont très fines, résultant en des surfaces très brillantes (voir [Figure 10](#)).

NOTE Le «rodage» d'un roulement est un processus naturel court à l'issue duquel le comportement en rotation, par exemple le bruit ou la température de fonctionnement, se stabilise, voire s'améliore. La trace de fonctionnement devient ainsi visible; cependant, cela n'indique pas que le roulement est détérioré.



Figure 8 — Usure par abrasion sur la bague intérieure d'un roulement à rotule sur rouleaux



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
 (standards.iteh.ai)  
 Figure 9 — Usure par abrasion avancée des alvéoles d'une cage métallique solide



Figure 10 — Usure par abrasion sur le chemin de roulement du collet de la bague intérieure et sur la grande face des rouleaux d'un roulement à rouleaux coniques

### 5.2.3 Usure par adhésion

L'usure par adhésion est caractérisée par un transfert de matière d'une surface à une autre avec échauffement par frottement et, parfois, recuit ou retrempe de la surface. Cela génère des concentrations de contraintes localisées avec possibilité de fissuration ou d'écaillage des zones de contact.

Le smearing (éraillure) (patinage, usure par frottement, strie, dépolissage) apparaît en cas de conditions inappropriées de lubrification, lorsqu'un glissement se produit et que les augmentations locales de température dues aux frottements provoquent une adhésion des surfaces en contact, résultant en un transfert de matière. Cela se produit généralement entre les éléments roulants et les chemins de roulement si les éléments roulants sont trop légèrement chargés et subissent une forte accélération lorsqu'ils entrent de nouveau dans la zone de charge (voir [Figures 11](#) et [12](#)). Dans des cas sévères de smearing (éraillure), un grippage avancé peut en résulter. L'apparition de smearing (éraillure) est généralement soudaine, contrairement à un processus d'usure accumulée.

Le smearing (éraillures) peut également survenir sur les collets et sur les extrémités des rouleaux suite à une lubrification inappropriée (voir [Figure 13](#)). Sur les roulements à éléments roulants jointifs (sans cage), le smearing (éraillures) peut aussi survenir au niveau des points de contact entre les éléments roulants en fonction des conditions de lubrification et de rotation.

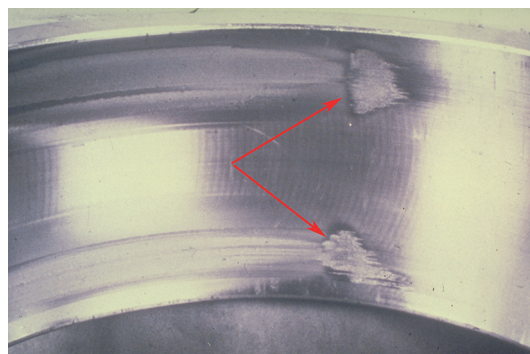
Si une bague de roulement bouge (roule) sur sa portée, en raison d'un maintien inapproprié de l'arbre dans le logement, le smearing (éraillure) (également appelé éraflure) peut alors se produire dans l'alésage du roulement, sur le diamètre extérieur, sur l'arbre ou dans la portée du logement. Une différence minimale de diamètre entre deux composants entraîne un écart infime des circonférences respectives, et donc un léger décalage des vitesses de rotation lorsqu'ils entrent en contact à des points successifs sous l'effet de la charge radiale en rotation par rapport à la bague. Ce mouvement de rotation de la bague par rapport à sa portée, avec une infime différence des vitesses de rotation, est désigné par «reptation».

En cas de reptation, les aspérités situées au niveau de la zone de contact bague/portée sont laminées par les passages répétés des éléments roulants, ce qui peut donner à la bague un aspect brillant en surface. Ce «laminage» au cours du roulage s'accompagne souvent, mais pas systématiquement, d'un glissement au point de contact bague/portée et fait ensuite apparaître d'autres détériorations, par exemple stries, corrosion par frottement et usure. Sous certaines conditions de charge et lorsque l'ajustement bague/portée n'est pas suffisamment serré, cela donne libre cours à la corrosion de contact (voir [A.2.4.2.1](#) et [A.2.4.2.2](#)).

Avec un ajustement radial libre, la reptation peut également survenir entre la face d'une bague et son appui axial. Dans les cas sévères, cela peut créer des fissures thermiques transversales et provoquer finalement la fissuration de la bague (voir [5.6.4](#)).



**Figure 11 — Smearing (éraillures) sur le chemin de roulement de la bague extérieure d'un roulement à rouleaux cylindriques**



**Figure 12 — Smearing (éraillures) sur les chemins de roulement de la bague extérieure d'un roulement à rotule sur rouleaux**



Figure 13 — Smearing (éraillures) sur la face latérale des rouleaux d'un roulement à rouleaux cylindriques

## 5.3 Corrosion

### 5.3.1 Description générale de la corrosion

La corrosion est le résultat d'une réaction chimique se produisant au niveau des surfaces métalliques.

### 5.3.2 Corrosion due à l'humidité

Lorsque les composants de roulement entrent en contact avec des milieux humides ou agressifs (de l'eau ou de l'acide par exemple), cela entraîne l'oxydation ou la corrosion (rouille) des surfaces (voir [Figure 14](#)). Par la suite, cela donne lieu à la formation de piqûres de corrosion et finalement à l'écaillage superficiel (voir [Figure 15](#)).

Une forme spécifique de corrosion due à l'humidité peut être observée sur les surfaces de contact entre les éléments roulants et les bagues de roulements, où la teneur en eau dans le lubrifiant ou le lubrifiant dégradé provoque une réaction au niveau des surfaces des éléments adjacents du roulement. Pendant les périodes statiques, le stade avancé se traduira par une coloration foncée des zones de contact à des intervalles correspondant au pas bille/rouleau (voir [Figure 16](#)), produisant pour finir des piqûres de corrosion.



Figure 14 — Corrosion due à l'humidité sur la cage et les rouleaux d'une butée à aiguilles