

NORME
INTERNATIONALE

ISO
10825-1

Première édition
2022-05

**Engrenages — Usure et défauts des
dentures —**

**Partie 1:
Nomenclature et caractéristiques**

*Gears — Wear and damage to gear teeth —
Part 1: Nomenclature and characteristics*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10825-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022>



Numéro de référence
ISO 10825-1:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10825-1:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Classes et modes de défaillance	2
5 Endommagements tribologiques (non dus à la fatigue)	4
5.1 Informations générales sur l'usure	4
5.2 Usure type poli miroir	5
5.2.1 Généralité	5
5.2.2 Usure type poli miroir légère	5
5.2.3 Usure type poli miroir modérée	5
5.2.4 Usure type poli miroir sévère	5
5.3 Rayures	6
5.4 Usure abrasive	7
5.4.1 Généralités	7
5.4.2 Usure abrasive légère	9
5.4.3 Usure abrasive modérée	10
5.4.4 Usure abrasive sévère	10
5.5 Grippage	11
5.5.1 Généralités	11
5.5.2 Grippage à chaud	11
5.5.3 Grippage à froid	11
5.5.4 Grippage léger	12
5.5.5 Grippage modéré	12
5.5.6 Grippage sévère	16
5.6 Usure adhésive	19
5.6.1 Généralités	19
5.6.2 Usure adhésive légère	19
5.6.3 Usure adhésive modérée	19
5.7 Corrosion de contact	20
5.8 Usure par interférence	20
6 Endommagement par fatigue	21
6.1 Fissures de fatigue	21
6.2 Fatigue de contact	21
6.2.1 Généralités	21
6.2.2 Micro-écaillage	21
6.2.3 Écaillage (Macro-écaillage)	27
6.2.4 Dislocation de la couche durcie superficiellement (fatigue en sous-couche)	34
6.2.5 Écaillage de la couche blanche	36
6.2.6 Rupture en flanc de dent (TFF)	37
6.2.7 Rupture par fatigue interne dans la dent (TIFF)	43
6.3 Fatigue de flexion	44
6.3.1 Rupture par fatigue en flexion en pied de dent	44
6.3.2 Fissures dans la jante, le voile, et le moyeu	48
7 Rupture non due à la fatigue	50
7.1 Généralités	50
7.1.1 Aperçu	50
7.1.2 Rupture fragile	51
7.1.3 Rupture ductile	52
7.1.4 Rupture semi-fragile	53
7.2 Rupture en pied de dent	53

7.3	Rupture en extrémité de largeur de denture.....	56
7.4	Rupture par cisaillement de la dent.....	57
8	Déformation plastique.....	57
8.1	Généralités.....	57
8.2	Empreinte.....	57
8.3	Brinelling.....	58
8.4	Fluage à froid.....	58
8.5	Fluage à chaud.....	58
8.6	Déformation plastique du profil de raccordement en pied de dent.....	59
8.7	Rupture après déformation plastique.....	59
8.8	Déformation plastique par roulement.....	60
8.9	Déformation plastique par martèlement des dents.....	61
8.10	Traces de broutage.....	62
8.11	Sillons.....	63
8.12	Bavures.....	64
8.13	Déformation par interférence.....	66
9	Problèmes de fabrication.....	66
9.1	Fissures de forgeage.....	66
9.2	Tapures de trempe.....	67
9.3	Criques de rectification.....	68
9.4	Défaillances dues à l'hydrogène et à des contraintes résiduelles internes.....	69
9.5	Brûlure de rectification (revenu dû à une rectification).....	69
9.6	Entaille de rectification (n'est pas un mode de défaillance).....	71
9.7	Pelage.....	71
9.8	Séparation couche durcie/cœur.....	72
10	Autres endommagements de surface.....	73
10.1	Corrosion.....	73
10.2	Cavitation.....	74
10.3	Érosion.....	77
10.4	Etincelage.....	77
10.5	Surchauffe.....	82
	Bibliographie.....	83

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 60, *Engrenages*, sous-comité SC 1, *Nomenclature et engrenages à vis*.

Cette première édition de l'ISO 10825-1, avec l'ISO/TR 10825-2, annule et remplace l'ISO 10825:1995, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- le document a été scindé en deux parties: ISO 10825-1 et ISO/TR 10825-2 qui fournit des informations supplémentaires sur les modes de défaillance;
- certains modes de défaillance supplémentaires sont décrits;
- la plupart des figures ont été remplacées, et sont en couleur.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10825 se trouve sur le site web de l'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.

Introduction

Le présent document fournit un langage commun pour décrire l'usure et la défaillance des dentures, et sert de guide pour l'uniformité et la cohérence dans l'utilisation de ce langage. Il décrit l'aspect des modes de défaillance de denture. Il est destiné à améliorer la communication entre les utilisateurs d'équipements et les fabricants d'engrenages pour l'analyse de défaillance et d'usure. Sachant qu'il peut exister de nombreuses causes différentes pour chaque type d'usure ou de défaillance de denture, il n'est pas possible dans le présent document d'identifier une unique cause pour chaque type d'usure ou de défaillance, ni de prescrire des remèdes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10825-1:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022>

Engrenages — Usure et défauts des dentures —

Partie 1: Nomenclature et caractéristiques

IMPORTANT — Le fichier électronique de ce document contient des couleurs qui sont considérées comme utiles pour la bonne compréhension du document. Il conviendrait que les utilisateurs envisagent d'imprimer ce document à l'aide d'une imprimante couleur.

1 Domaine d'application

Le présent document fournit une nomenclature pour les modes généraux d'usure et de défaillance des dentures. Il classe, identifie, et décrit les types de défaillance les plus courants et fournit des informations qui, dans de nombreux cas, permettent à l'utilisateur d'identifier des modes de défaillance et d'évaluer le degré ou le changement par rapport à l'état d'origine.

Le présent document est basé sur l'expérience avec des roues dentées en acier; cependant, beaucoup de modes de défaillance étudiés s'appliquent à des roues dentées fabriquées dans d'autres matériaux. Tous les modes de défaillance qui peuvent se produire sur d'autres types d'engrenages, tels que les engrenages en plastique, en bronze ou en matériaux frittés, ne sont pas inclus.

La solution à de nombreux problèmes de roue dentées nécessite une étude et une analyse détaillées par des spécialistes et est en dehors du domaine d'application du présent document.

Le présent document spécifie seulement la terminologie destinée à faciliter l'identification et la déclaration de l'aspect et de l'état des roues dentées après une période de fonctionnement. Ni les causes ni les mesures préventives pour toute condition décrite ne sont discutées.

Dans le présent document, le terme «engrenage» désigne une roue dentée ou un pignon, à moins que la roue dentée ne soit précisément identifiée.

NOTE Dans le présent document français, le terme «gear» est traduit par «roue dentée» quand le contexte le nécessite et par «engrenage» quand il concerne le couple pignon-roue. Une roue dentée peut être soit le pignon, soit la roue.

Le présent document ne définit pas une «défaillance de denture».

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 1122-1, *Vocabulaire des engrenages — Partie 1: Définitions géométriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1122-1 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 <https://www.electropedia.org/>

4 Classes et modes de défaillance

Le présent document ne définit pas la défaillance d'un engrenage. Une «défaillance» pour un observateur peut constituer un «état de rodage» pour un autre observateur. Il n'existe pas une définition unique d'une défaillance d'un engrenage, puisque le fait qu'une roue dentée soit endommagée ou non dépend de l'application spécifique.

NOTE Le terme «défaillance de denture» est subjectif et est source de désaccords considérables. Par exemple, une personne observant les dents d'une roue dentée qui ont un aspect brillant, miroitant, peut estimer que les roues dentées ont été «rodées» correctement. Cependant, un autre observateur peut estimer que les dents ont été endommagées par une usure type poli miroir. La réponse à la question de savoir s'il convient que les dents soient considérées comme endommagées ou non dépend de l'ampleur du changement qui est tolérable par rapport à l'état d'origine.

Des modifications apportées pour réduire le risque d'un mode de défaillance peuvent parfois aggraver ou créer d'autres modes de défaillance ou avoir d'autres conséquences inattendues. Il est donc impératif que tout remède soit évalué avant d'être mis en œuvre et rigoureusement testé et évalué après mise en œuvre. Voir ISO/TR 10825-2¹⁾ pour une discussion supplémentaire sur les causes potentielles des différents modes de défaillance et des suggestions permettant de réduire au minimum le risque qu'ils se produisent.

Le [Tableau 1](#) regroupe les modes courants de défaillance de denture en six classes générales. Pour chaque classe, les termes préférés sont indiqués, et des noms plus anciens ou d'autres noms couramment utilisés sont mentionnés comme étant non préférés. Des termes supplémentaires qui peuvent faciliter la clarification du mode général figurent dans le [Tableau 2](#).

Tableau 1 — Nomenclature des modes de défaillance de denture

Mode général	Termes non préférés	Para- graphe
Endommagements tribologiques (non dus à la fatigue)		
Poli miroir (involontaire)	Brunissage	5.2
Rayures		5.3
Usure abrasive	Griffures, Stries de grippage ^a	5.4
Grippage	Stries de grippage ^a , Soudures, Microsoudures, Arrachement, Adhésion	5.5
Usure adhésive	Usure normale, Usure de rodage, Striage, Arrachement, Microsoudures	5.6
Corrosion de contact		5.7
Usure par interférence		5.8
Endommagement par fatigue		
Micro-écaillage	Micro-gerçures, Formation de taches grises, Gerçure	6.2.2
Ecaillage (Macro-écaillage)	Fatigue de contact, destructive, en forme triangulaire	6.2.3
Dislocation de la couche durcie superficiellement (fatigue en sous-couche)	Rupture en sous couche	6.2.4
Dislocation de la couche blanche		6.2.5
Rupture en flanc de dent (TFF)		6.2.6
Rupture de dent par fatigue en sous couche (TIFF)		6.2.7
^a L'utilisation du terme «stries de grippage» est fortement déconseillée car il peut s'appliquer à différents types d'usure. Bien qu'il soit souvent considéré comme une forme d'usure adhésive, il est parfois utilisé pour l'usure abrasive.		

1) En cours de préparation. Stade au moment de la publication: ISO/DTR 10825-2:2022.

Tableau 1 (suite)

Mode général	Termes non préférés	Para- graphe
Rupture par fatigue en flexion en pied de dent		6.3.1
Fissures dans la couronne, le voile, et la jante		6.3.2
Rupture non due à la fatigue		
Rupture en pied de dent	Rupture brutale	7.2
Rupture en extrémité de denture		7.3
Rupture par cisaillement de la dent		7.4
Déformation plastique		
Indentation	Empreinte, impact	8.2
Brinelling	Indentation	8.3
Fluage à froid		8.4
Fluage à chaud		8.5
Déformation plastique en flexion du profil de raccordement en pied de dent		8.6
Rupture après déformation plastique		8.7
Roulement		8.8
Martèlement de dent		8.9
Traces de broutage	Aspect en écaille de poisson, festonnage	8.10
Sillons		8.11
Bavures		8.12
Déformation par interférence		8.13
Problèmes de fabrication		
Fissures de forge		9.1
Tapures de trempe	Fissures de trempe	9.2
Criques de rectification		9.3
Fragilisation par hydrogène et contraintes résiduelles internes		9.4
Brûlure de rectification (revenu pendant la rectification)		9.5
Entaille de rectification (pas un mode de défaillance)		9.6
Pelage		9.7
Décohésion de la couche durcie par rapport au cœur de la dent		9.8
Autres endommagements de surface		
Corrosion		10.1
Cavitation		10.2
Érosion		10.3
Étincelage	Arc électrique	10.4
Surchauffe		10.5
<p>^a L'utilisation du terme «stries de grippage» est fortement déconseillée car il peut s'appliquer à différents types d'usure. Bien qu'il soit souvent considéré comme une forme d'usure adhésive, il est parfois utilisé pour l'usure abrasive.</p>		

Tableau 2 — Termes supplémentaires

Termes supplémentaires	Mentionnés dans la section sur:	Article
Initiation d'écaillage en surface (piqûres)	Macro-écaillage	6.2.3
Écaillage	Macro-écaillage	6.2.3
Fissures dans le profil de raccordement en pied de dent	Rupture par fatigue en pied de dent	6.3.1
Rupture par surcharge	Rupture en pied de dent	7.2
Faux effet Brinell	Corrosion de contact	5.7
Déformation plastique globale	Rupture après déformation plastique	7.1 , 8.7
Fatigue de flexion initiée en sous-couche	Rupture en flanc de dent	6.2.6

5 Endommagements tribologiques (non dus à la fatigue)

5.1 Informations générales sur l'usure

L'usure décrit des changements de la surface du flanc de la dent consistant en l'enlèvement de matière sans aucun signe de fissures de fatigue. Elle peut être accompagnée d'un transfert de matière. Voir l'ISO 1122-1 pour la définition du flanc.

L'usure comprend le poli miroir, les rayures et l'usure abrasive. Elle peut être classée comme légère, modérée ou sévère.

Les [Figures 1](#) et [2](#) montrent une usure modérée et sévère. Elles ne sont pas destinées à indiquer le mode d'usure.

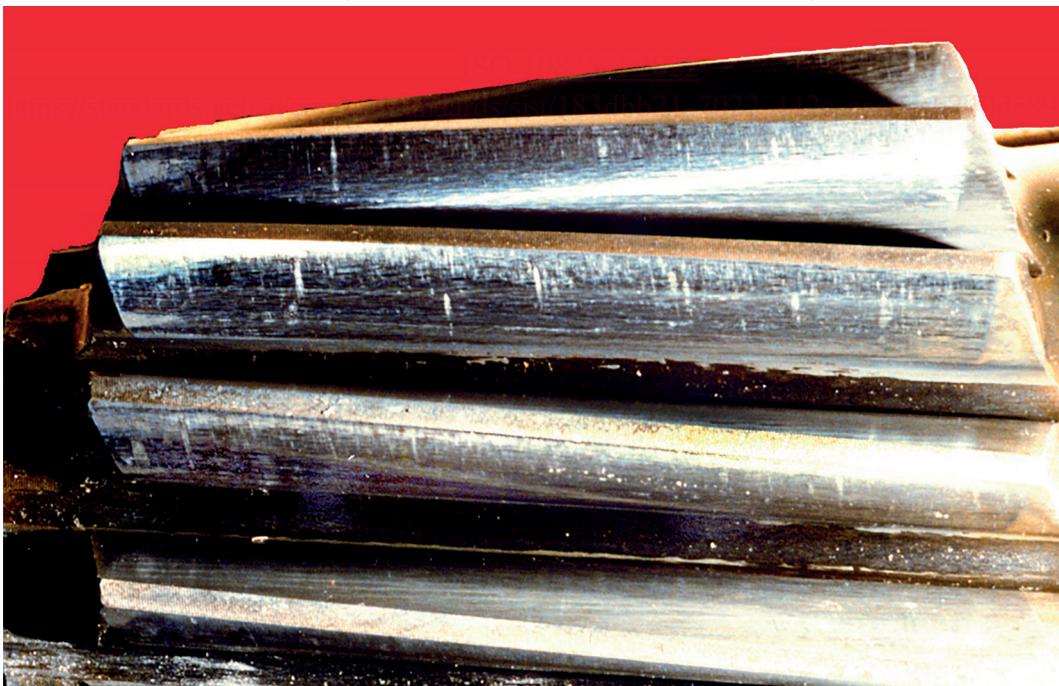


Figure 1 — Usure modérée



Figure 2 — Usure sévère

5.2 Usure type poli miroir

5.2.1 Généralité

L'usure type poli miroir est un processus très lent d'usure dans lequel les aspérités des surfaces en contact sont progressivement écrouies jusqu'à ce qu'il se développe des surfaces lisses et brillantes. Le flanc de la dent peut être lisse ou ondulé avec des bosses locales. Sous un grossissement suffisant, la surface semble être couverte de fines rayures qui sont orientées dans le sens du glissement.

NOTE Une usure type poli miroir intentionnelle peut se produire pendant le processus de fabrication ou pendant le rodage.

5.2.2 Usure type poli miroir légère

L'usure type poli miroir est classé comme légère si elle est limitée aux sommets des aspérités de surface. Une usure type poli miroir légère se produit généralement pendant le rodage et cesse avant que les stries d'usinage d'origine ne soient enlevées de la surface de la dent.

5.2.3 Usure type poli miroir modérée

Une usure type poli miroir est classée comme modérée si des vestiges de stries d'usinage d'origine sont visibles sur la surface de la dent.

5.2.4 Usure type poli miroir sévère

Une usure type poli miroir sévère enlève toutes les stries d'usinage d'origine du flanc actif de la dent. La surface polie peut être ondulée et il peut y avoir des ressauts d'usure aux extrémités du flanc actif et au niveau du creux des dents. Voir les [Figures 3](#) et [4](#).



Figure 3 — Usure type poli miroir sévère sur les deux flancs



Figure 4 — Usure type poli miroir sévère sur une roue dentée désalignée

5.3 Rayures

Les rayures sont des sillons étroits et peu profonds sur la surface. Elles sont normalement orientées dans le sens du glissement. Il s'agit d'un type spécifique d'usure abrasive. Voir la [Figure 5](#).

Des rayures peuvent également se produire pendant le processus de fabrication ou de montage, et peuvent être orientées dans n'importe quelle direction.

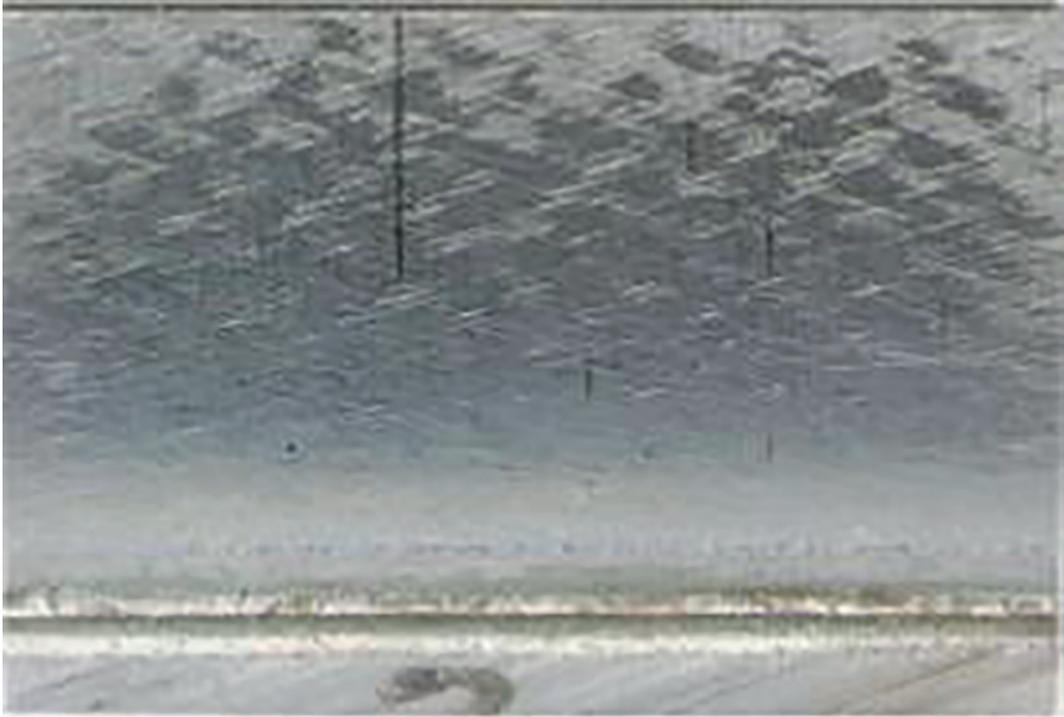


Figure 5 — Rayures dans le sens du glissement
(standards.iteh.ai)

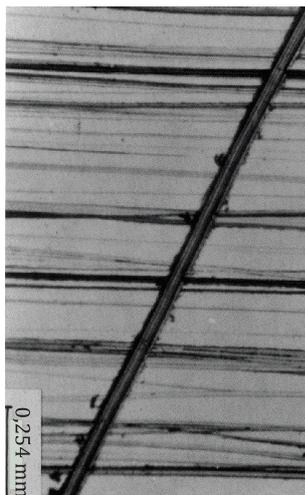
5.4 Usure abrasive

5.4.1 Généralités

[ISO 10825-1:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/183dbb21-7022-442c-aaad-ab240de89aaa/iso-10825-1-2022)

L'usure abrasive, également appelée abrasion, est l'enlèvement ou le transfert de matière provoqué par la présence de particules dures (par exemple, débris métalliques, scories, rouille, sable, ou poudre abrasive en suspension dans le lubrifiant ou incrustées dans les flancs des dents conjugués).

L'usure abrasive provoque des griffures ou des sillons sur la surface de la dent, qui sont orientées dans le sens du glissement. Sous grossissement, les griffures prennent l'aspect de sillons parallèles qui sont lisses et propres. Voir la [Figure 6](#).



NOTE La ligne diagonale est une griffure, un sillon d'usure abrasive tracé par une particule dure et présentant un aspect lisse, propre. Les lignes horizontales sont les stries de rectification d'origine.

Figure 6 — Une griffure due à l'usure abrasive, image au microscope électronique à balayage (MEB)

L'usure abrasive due à la présence d'impuretés en suspension est appelée abrasion à trois corps. Les trois corps sont les deux roues dentées et les impuretés en suspension. L'usure abrasive à trois corps se présente sous l'aspect de petites zones généralement carrées, réparties aléatoirement, qui sont éraflées ou marquées. Voir les [Figures 7](#) et [8](#). L'usure abrasive à deux corps se produit lorsque des particules incrustées ou des aspérités sur une dent abrasent la surface de la dent opposée, laissant de longues griffures qui forment souvent un motif récurrent.

En fonction de la sévérité, l'usure abrasive peut être classée comme légère, modérée, ou sévère.



Figure 7 — Usure abrasive à trois corps

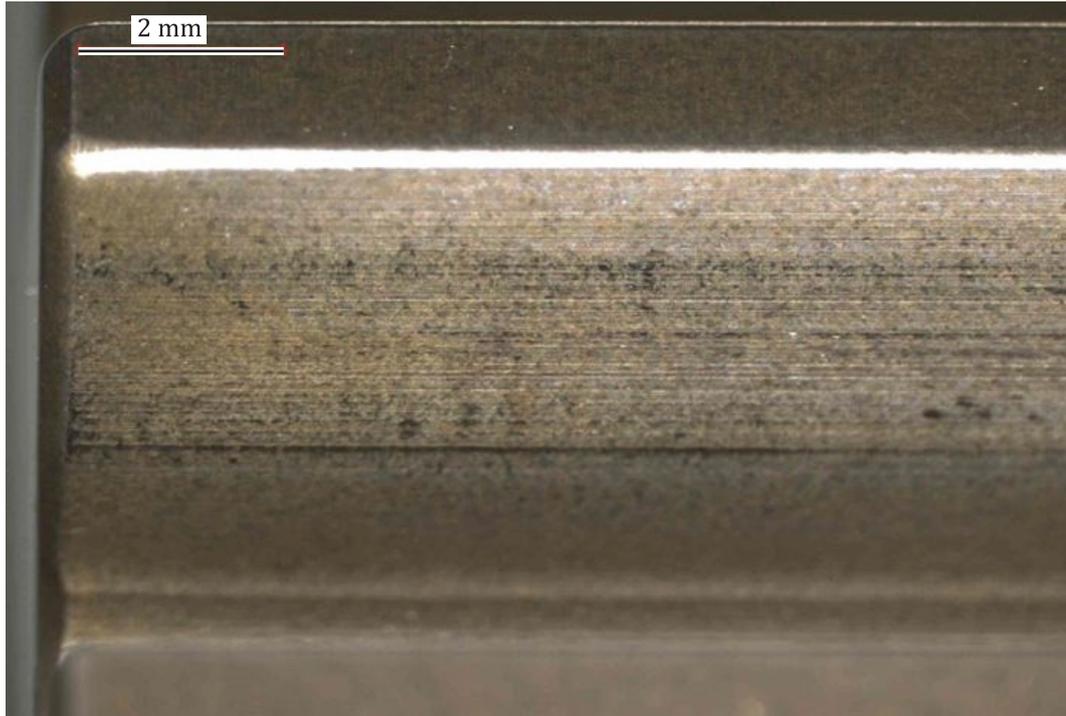


Figure 8 — Usure abrasive à trois corps

5.4.2 Usure abrasive légère

L'usure abrasive est classée comme légère si elle consiste en de fines griffures qui ne sont pas suffisamment nombreuses ou profondes pour enlever des quantités importantes de matière de la surface d'un flanc de la dent et que certaines stries d'usinage sont visibles sur la surface de la dent. Voir la [Figure 9](#).

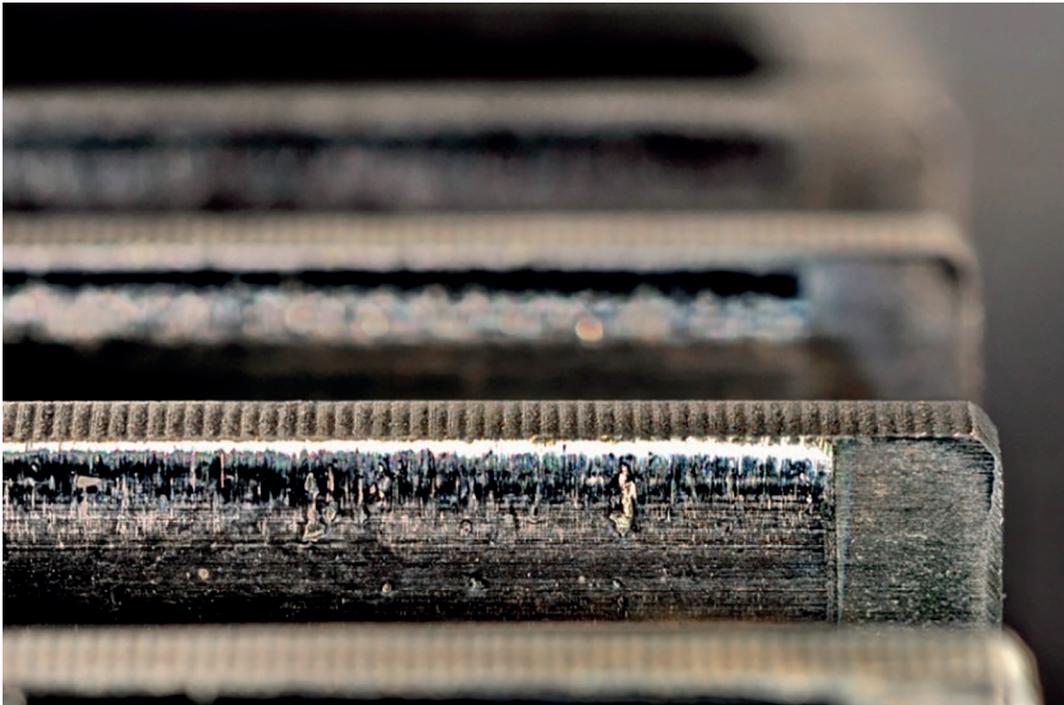


Figure 9 — Usure abrasive légère à proximité du sommet d'une roue dentée rectifiée