

---

---

**Engrenages cylindriques — Code pratique  
de réception —**

**Partie 4:**

Recommandations relatives à la rugosité de  
surface et au contrôle de la marque de portée

*Cylindrical gears — Code of inspection practice —*

*Part 4: Recommendations relative to surface texture and tooth contact  
pattern checking*

## Sommaire

	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Références.....	1
3 Symboles et définitions .....	2
4 Rugosité de surface.....	7
5 Considérations fonctionnelles .....	7
6 Données fournies dans les schémas.....	8
7 Instruments de mesure .....	8
8 Mesure de la rugosité de surface des flancs de dents .....	11
9 Contrôle de la marque de portée.....	18
Annexe A Contrôle de l'alignement des dents par l'utilisation des marques de portée .....	21
Bibliographie.....	25

ITC STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10064-4:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998>

© ISO 1998

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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  
Internet iso@iso.ch

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.

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

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, 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 ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- 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).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a546b17d7c/iso-tr-10064-4-1998>

Les rapports techniques de type 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 de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 10064-4, rapport technique du type 3, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*.

L'ISO 10064 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Engrenages cylindriques — Code pratique de réception*:

- *Partie 1: Contrôle relatif aux flancs homologues de la denture*
- *Partie 2: Contrôle relatif aux écarts composés radiaux, au faux-rond, à l'épaisseur de dent et au jeu entre dents*
- *Partie 3: Recommandations relatives aux roues brutes, à l'entraxe et au parallélisme des axes*
- *Partie 4: Recommandations relatives à la rugosité de surface et au contrôle de la marque de portée*

## Introduction

Au cours de la révision de l'ISO 1328:1975, il a été accepté que les descriptions et les valeurs numériques relatives à la rugosité de surface et au contrôle de la marque de portée soient publiées dans un document séparé comme rapport technique de type 3. Pour le remplacement général de l'ISO 1328:1975, un système de documents, comprenant le présent rapport technique, comme énuméré à l'article 2 (Références), a été établi.

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

[ISO/TR 10064-4:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998>

# Engrenages cylindriques — Code pratique de réception —

## Partie 4:

### Recommandations relatives à la rugosité de surface et au contrôle de la marque de portée

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TR 10064 fournit des recommandations concernant les mesures de la rugosité de surface et le contrôle de la marque de portée des flancs des dents d'engrenages.

Les valeurs numériques données dans ce document ne doivent pas être considérées comme des critères de qualité ISO au sens strict, mais peuvent également servir de guide pour des accords mutuels, pour des pièces en acier ou en fonte.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

#### 2 Références

- ISO 53:1998, *Engrenages cylindriques de mécanique générale et de grosse mécanique — Tracé de référence.*
- ISO 1302:1992, *Dessins techniques — Indication des états de surface.*
- ISO 1328-1:1995, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 1: Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs homologues de la denture.*
- ISO 1328-2:1997, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 2: Définitions et valeurs admissibles des écarts composés radiaux et information sur le faux-rond.*
- ISO 3274:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur).*
- ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface.*
- ISO 4288:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface.*
- ISO 11562:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Caractéristiques métrologiques des filtres à phase correcte.*
- ISO 13565-1:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil; surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux — Partie 1: Filtrage et conditions générales de mesurage.*
- ISO 13565-2:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil; surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux — Partie 2: Caractérisation des hauteurs par la courbe de taux de longueur portante.*

### 3 Symboles et définitions

#### 3.1 Symboles

Les symboles utilisés pour les écarts individuels de mesures sont composés de lettres minuscules, comme «*f*», avec des indices, alors que les symboles utilisés pour les écarts «totaux», qui peuvent représenter une combinaison de plusieurs écarts individuels sont composés de lettres majuscules, comme «*F*», avec également des indices. Seuls les symboles des grandeurs utilisées dans la présente partie de l'ISO/TR 10064 sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles utilisés dans l'ISO/TR 10064-4

Symbole	Terme	Unités
$f_{w\beta}$	amplitude d'ondulation	$\mu\text{m}$
$b_{c1}$	longueur la plus grande de la marque de portée	%
$b_{c2}$	longueur la plus petite de la marque de portée	%
$h_{c1}$	hauteur la plus grande de la marque de portée	%
$h_{c2}$	hauteur la plus petite de la marque de portée	%
$l_r$	longueur d'échantillonnage pour l'évaluation des paramètres de rugosité	mm
$l_n$	longueur d'évaluation (par défaut c'est normalement $l_n = 5 \times l_r$ — voir ISO 4287:1997, Tableau C.2 et ISO 4288:1996, 4.4)	mm
$M_r$	longueur de matière	mm
$M_{r1}$ & $M_{r2}$	pourcentage de matière	%
$R_a$	écart arithmétique moyen du profil de rugosité	$\mu\text{m}$
$R_k$	hauteur de rugosité centrale	$\mu\text{m}$
$R_{pk}$	hauteur de crête réduite	—
$R_{vk}$	profondeur de creux réduite	—
$R_z$	hauteur maximale du profil de rugosité (voir ISO 4287)	$\mu\text{m}$
$Z(x)$	ordonnée	$\mu\text{m}$
$\lambda$	longueur d'onde	mm
$\lambda_c$	coupure de la longueur d'onde (et coupure de l'onde courte par rapport à l'ondulation)	mm
$\lambda_s$	coupure de la longueur d'onde courte par rapport à la rugosité	mm

## 3.2 Termes et définitions

### 3.2.1 Termes généraux

#### 3.2.1.1

##### orientation de surface

Direction du dessin de surface prédominant (voir Figure 1a).

NOTE La disposition de surface est habituellement déterminée par la méthode de fabrication utilisée.

#### 3.2.1.2

##### rugosité

Irrégularités du profil de rugosité (voir 3.2.2.1). C'est la composante de l'état de surface propre au procédé de fabrication mais qui ne comprend pas l'ondulation et les écarts de forme.

#### 3.2.1.3

##### ondulation

Irrégularités du profil d'ondulation (voir 3.2.2.2). Composant de l'état de surface sur lequel se superpose la rugosité (voir Figures 1a, 1b et 1c). Généralement, l'espacement d'ondulation des surfaces de dents taillées est bien plus important que l'espacement de rugosité.



Figure 1a — Caractéristiques et termes applicables à la surface

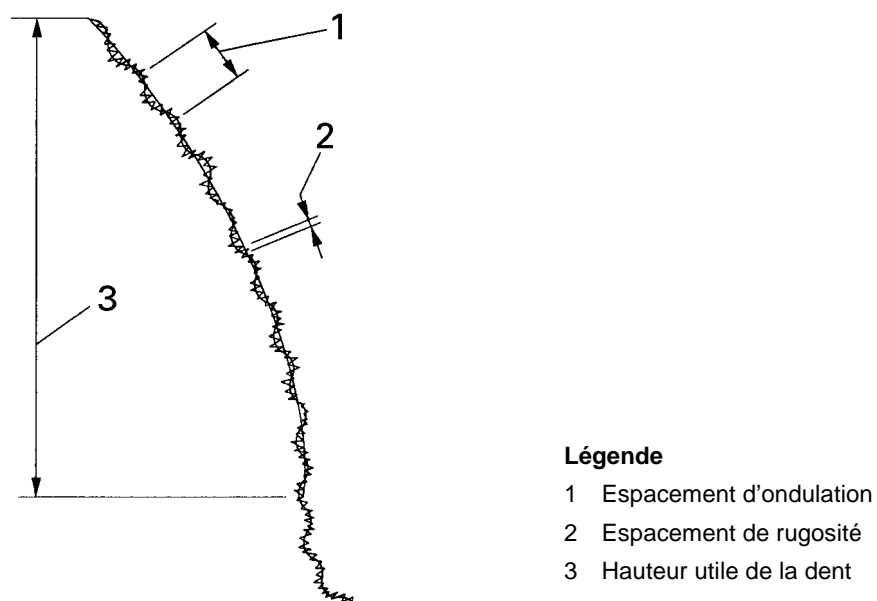
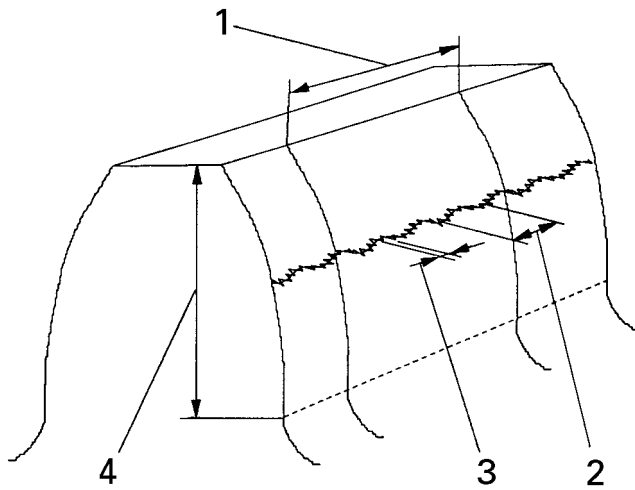


Figure 1b — Exemple à grande échelle du profil de la rugosité de surface d'une dent à développante



**Légende**

- 1 Distance égale à la hauteur de la dent
- 2 Ondulation
- 3 Rugosité
- 4 Hauteur utile de la dent

c et  $\lambda_s$  (voir article 3 de l'ISO 11562:1996), voir Figure 1.

NOTE 1 Le profil de rugosité est la base d'évaluation des paramètres du profil de rugosité.

NOTE 2 La relation par défaut entre  $\lambda_c$  et  $\lambda_s$  est donnée dans l'ISO 11562:1996, 3.2.

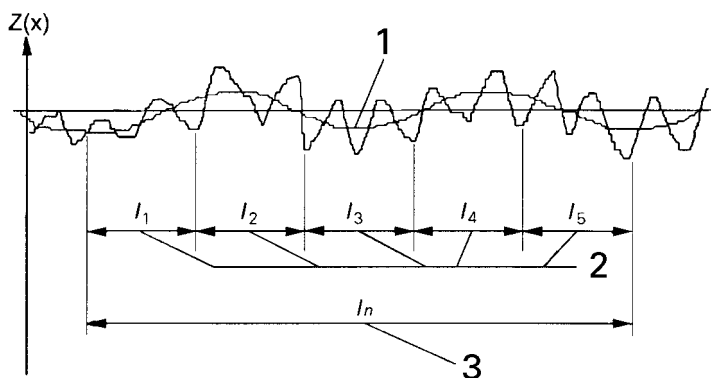
**3.2.2.2 profil d'ondulation**

Le profil d'ondulation est la partie périodique de la composante à grande longueur d'onde après l'utilisation du filtre de profil  $\lambda_c$ .

**3.2.2.3 ligne moyenne du profil de rugosité**

La ligne moyenne est la composante grande longueur d'onde du profil supprimée par le filtre de profil  $\lambda_c$  (voir 3.2.1 de l'ISO 11562:1996).

NOTE La ligne moyenne du profil de rugosité est la ligne de référence à partir de laquelle est mesurée l'ordonnée du profil  $Z(x)$ , voir Figure 2.



**Légende**

- 1 Ligne moyenne
- 2 Longueurs d'échantillonnage
- 3 Longueur d'évaluation

Figure 2 — Longueurs de mesure

Figure 1c — Exemple à grande échelle du profil de la rugosité de surface le long d'une dent

**3.2.2 Termes associés à l'évaluation du profil de surface**

**3.2.2.1 profil de rugosité**



### 3.2.2.4

#### valeur de l'ordonnée

Hauteur du profil évalué en tout point  $x$ .

### 3.2.2.5

#### longueur d'échantillonnage, $l_r$ , pour la rugosité

Longueur dans la direction de l'axe des  $x$  utilisée pour identifier les irrégularités caractéristiques du profil soumis à évaluation. La valeur de la longueur d'échantillonnage pour la rugosité  $l_r$  est égale à la longueur d'onde caractéristique du filtre de profil  $\lambda_c$  (voir l'ISO 4287).

### 3.2.2.6

#### longueur d'évaluation, $l_n$

Longueur dans la direction de l'axe des  $x$  utilisée pour déterminer le profil soumis à évaluation. La longueur d'évaluation peut contenir une ou plusieurs longueurs d'échantillonnage (voir l'ISO 4287).

### 3.2.2.7

#### longueur d'onde de coupure $\lambda_c$ des filtres de profil (à phase corrigée, gaussien)

Longueur d'onde d'un profil sinusoïdal dont 50 % de l'amplitude est transmise par le filtre de profil (voir l'ISO 11562).

### 3.2.2.8

#### rapport de coupure

Rapport de la coupure caractéristique de la grande longueur d'onde et de la coupure caractéristique de la longueur d'onde courte d'une bande passante donnée (voir l'ISO 11562).

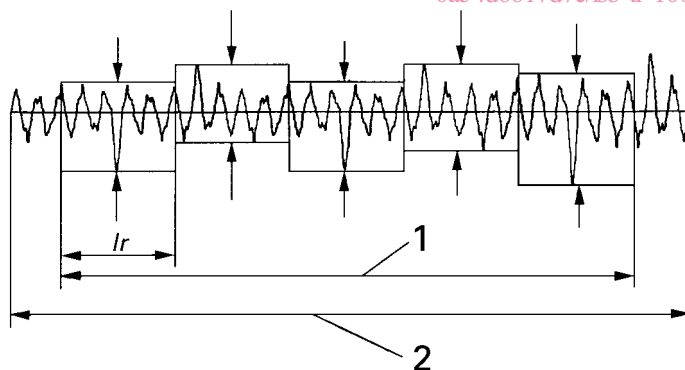
## 3.2.3 Termes relatifs aux paramètres de rugosité de surface

### 3.2.3.1

#### hauteurs maximales du profil de rugosité, $R_z$

Somme de la hauteur de la plus grande crête de profil,  $Z_p$ , et de la plus grande hauteur de creux de profil,  $Z_v$ , pour une longueur d'échantillonnage (voir 4.1.3 de l'ISO 4287:1997, et Figure 9).

NOTE Ce paramètre est habituellement mesuré comme la valeur moyenne de cinq longueurs d'échantillonnage contiguës. La longueur d'évaluation se compose alors de cinq longueurs d'échantillonnage (voir Figure 3).



#### Légende

- 1 Longueur d'évaluation,  $l_n$
- 2 Longueur transversale

Figure 3 — Hauteur maximale du profil de rugosité

### 3.2.3.2

#### écarts arithmétiques moyens du profil de rugosité

Moyenne arithmétique des valeurs absolues de l'ordonnée  $Z(x)$  sur une longueur d'échantillonnage (voir 4.2.1 de l'ISO 4287:1997).

$$Ra = \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} |z(x)| dx \quad (1)$$

où:

$l_r$  est la longueur d'échantillonnage de  $Ra$ ;

$Z(x)$ ,  $Z_1$  sont les valeurs d'ordonnée.

NOTE L'écart arithmétique moyen,  $R_a$ , est déterminé par la longueur d'évaluation de cinq longueurs d'échantillonnage contiguës (voir Figure 4 et ISO 4288).

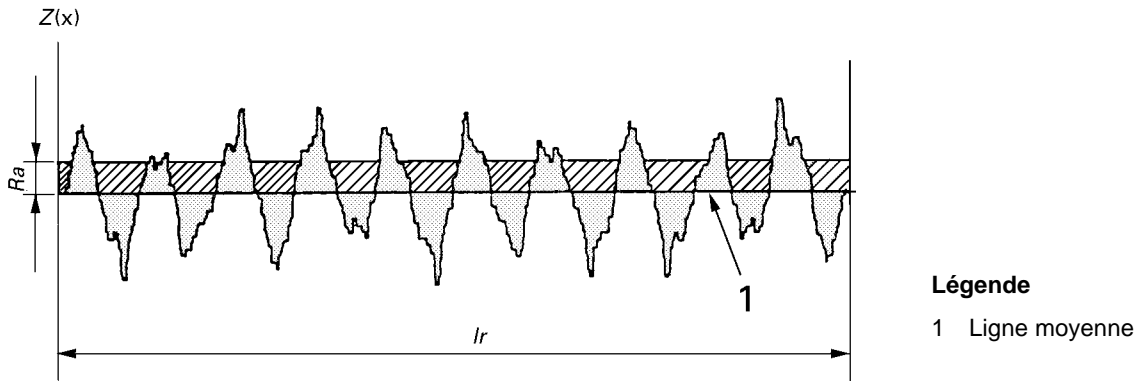


Figure 4 — Écart arithmétique moyen du profil de rugosité,  $R_a$

### 3.2.4 ondulations des dents

Mouvements ondulatoires périodiques de surface d'une dent. Une forme particulière d'ondulation satisfait les critères suivants:

- la disposition est approximativement parallèle aux lignes de contact (avec la roue conjuguée);
- le nombre d'ondes projetées sur un cercle primitif de fonctionnement (dans un plan de rotation) est un nombre entier (voir Figure 5);
- les ondulations sont une source potentielle de bruit.

ISO/TR 10064-4:1998  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998>

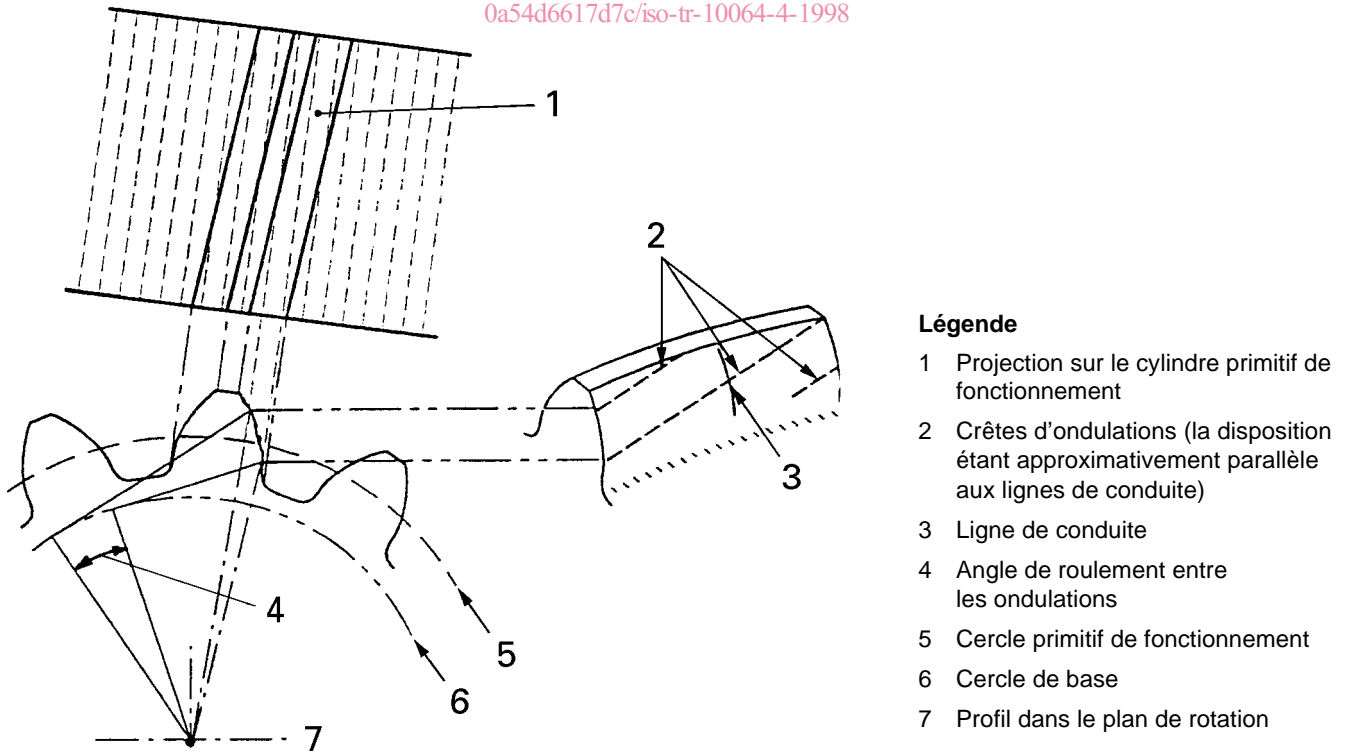


Figure 5 — Ondulations d'une roue hélicoïdale

## 4 Rugosité de surface

Les recherches expérimentales et les expériences pratiques indiquent qu'une relation existe entre les classes de la rugosité de surface et les aspects de la capacité de charge des engrenages. Les parties 2 et 3 de l'ISO 6336 traitent respectivement de l'influence de la rugosité de surface sur la résistance au piquage et sur la résistance à la flexion des dents. L'ISO/TR 13989 traite de l'influence de la rugosité de surface sur le grippage.

Outre la rugosité, l'ondulation et d'autres caractéristiques de la rugosité de surface peuvent influencer la résistance à la fatigue superficielle des matières. De ce fait, il est recommandé d'effectuer un enregistrement de profil non filtré de la rugosité de surface des dents d'engrenages, lorsque des niveaux élevés de performance et de fiabilité sont requis.

Le présent rapport technique ne formule aucune recommandation quant aux classes de la rugosité de surface, à l'ondulation et à la forme ou au type de disposition appropriée à des applications spécifiques, de même qu'il n'identifie pas les causes de ces irrégularités.

**AVERTISSEMENT** Il est fortement recommandé que les concepteurs d'engrenages et les spécialistes des engrenages se familiarisent avec les normes ISO et les autres documents propres au sujet, avant de prescrire des limites pour les caractéristiques de la rugosité de surface des dents d'engrenages. Voir références à l'article 2.

## 5 Considérations fonctionnelles

Les caractéristiques fonctionnelles des dents d'engrenages qui sont concernées par la rugosité de surface peuvent être réparties en catégories:

- précision de transmission (bruit et vibrations);
- capacité de charge de surface (telle que piquage, grippage et usure);
- résistance à la flexion (état du flanc de raccordement du pied).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998>

### 5.1 Précision de transmission

La rugosité de surface peut être décrite comme ayant deux formes principales, à savoir la rugosité et l'ondulation.

Les erreurs de transmission peuvent être dues à l'ondulation de surface ou aux mouvements ondulatoires de surface des dents. L'effet dépend du sens de la disposition des ondes par rapport à la ligne de contact instantanée et à son trajet. Lorsque les ondes sont parallèles à la ligne de contact ou à la zone de contact instantanée (perpendiculairement à la ligne de conduite), un grincement aigu peut se produire dans l'engrènement (fréquences harmoniques fantômes supérieures à la fréquence d'engrènement).

Dans quelques cas, la rugosité de surface peut distinguer la caractéristique du bruit de l'engrenage (qualité lisse par rapport à une qualité brute). Habituellement, elle ne contribue pas à l'émission d'un bruit à la fréquence d'engrènement d'un engrenage et à ses fréquences harmoniques.

### 5.2 Capacité de charge

La rugosité de surface de charge peut affecter la tenue en endurance des dents d'engrenage dans deux domaines généraux: la détérioration de surface et la rupture de dents.

#### 5.2.1 Détérioration de surface

Elle se décrit en termes d'usure, de grippage, de piquage, etc. La rugosité de surface et l'ondulation du profil des dents doivent être prises en considération. La rugosité de surface, la température et le lubrifiant déterminent l'épaisseur du film élastohydrodynamique (EHD) qui influe sur la tenue en endurance de surface des dents.

5.2.2 Résistance à la flexion

La rupture de dents peut être due à la fatigue (nombre de cycles de mise en charge élevé). L'effet de la rugosité de surface sur la contrainte de la région du profil de raccordement doit être considéré ici comme un facteur d'influence.

5.3 Effet sur la méthode de mesure

L'équipement, l'emplacement, la direction et l'analyse (filtre, etc.) de la méthode de mesure doivent être choisis de manière à représenter la zone fonctionnelle de la dent et de la ligne de conduite.

6 Données fournies dans les schémas

Lorsque le client le spécifie, ou lorsque la conception et les prescriptions de fonctionnement l'exigent, une valeur appropriée de la rugosité de surface pour un état fini doit être indiquée dans le dessin de définition, comme représenté sur les Figures 6a et 6b.

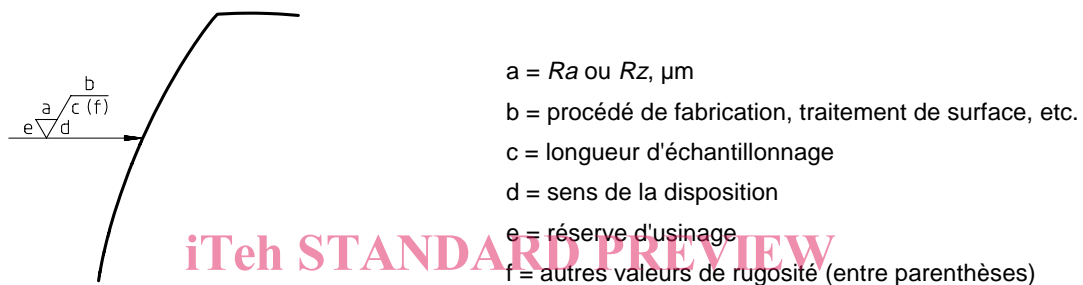
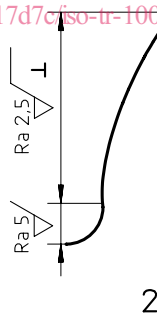
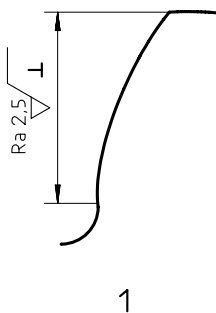


Figure 6a — Symboles applicables à la rugosité de surface

ISO/TR 10064-4:1998  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/41b248f9-15e3-4c0c-8620-0a54d6617d7c/iso-tr-10064-4-1998>



Légende

- 1 Flanc sans le flanc de raccordement
- 2 Flanc avec le flanc de raccordement

7 Instruments de mesure

On utilise couramment des instruments de mesure à palpeur pour mesurer la rugosité. La mesure peut être réalisée avec l'équipement suivant, qui inclut les caractéristiques qui influencent l'incertitude de la mesure (voir Figure 7):

- a) un patin ou une paire de patins glissant le long de la surface à mesurer (instrument ayant un plan de référence rectiligne);
- b) un patin glissant le long d'un plan de référence ayant la forme de surface nominale;
- c) un générateur de la ligne de référence réglable ou programmable associé à un patin, par exemple réalisé à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle;