

---

---

**Roulements — Méthodes de calcul de la  
durée nominale de référence corrigée  
pour les roulements chargés  
universellement**

*Rolling bearings — Methods for calculating the modified reference  
rating life for universally loaded bearings*

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

[ISO/TS 16281:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO/TS 16281:2008](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2008

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application.....</b>	<b>1</b>
2 <b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
3 <b>Symboles .....</b>	<b>2</b>
4 <b>Roulements à billes .....</b>	<b>4</b>
4.1 <b>Généralités .....</b>	<b>4</b>
4.2 <b>Répartition de la charge interne du roulement.....</b>	<b>5</b>
4.3 <b>Durée nominale .....</b>	<b>8</b>
5 <b>Roulements à rouleaux .....</b>	<b>10</b>
5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>10</b>
5.2 <b>Répartition de la charge interne du roulement.....</b>	<b>10</b>
5.3 <b>Durée nominale .....</b>	<b>13</b>
6 <b>Géométries de référence.....</b>	<b>17</b>
6.1 <b>Généralités .....</b>	<b>17</b>
6.2 <b>Roulements à rouleaux cylindriques et roulements à aiguilles.....</b>	<b>17</b>
6.3 <b>Roulements à billes à gorges profondes, à contact oblique et séparables .....</b>	<b>17</b>
6.4 <b>Roulements à rouleaux à rotule .....</b>	<b>18</b>
6.5 <b>Roulements à rouleaux coniques .....</b>	<b>18</b>
6.6 <b>Roulements à billes à rotule .....</b>	<b>18</b>
6.7 <b>Butées à rouleaux cylindriques et butées à aiguilles .....</b>	<b>18</b>
6.8 <b>Butées à billes et butées à billes à contact oblique.....</b>	<b>18</b>
6.9 <b>Butées à rotule sur rouleaux .....</b>	<b>18</b>
6.10 <b>Butées à rouleaux coniques .....</b>	<b>19</b>
7 <b>Facteur de correction de la durée de vie, <math>a_{ISO}</math>, et facteur de contamination, <math>e_C</math>.....</b>	<b>19</b>
7.1 <b>Généralités .....</b>	<b>19</b>
7.2 <b>Facteur de correction de la durée de vie.....</b>	<b>19</b>
7.3 <b>Facteur de contamination .....</b>	<b>19</b>
8 <b>Limite de charge de fatigue et charge dynamique de base .....</b>	<b>19</b>
Bibliographie .....	20

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

Dans d'autres circonstances, en particulier lorsqu'il existe une demande urgente du marché, un comité technique peut décider de publier d'autres types de documents:

- une Spécification publiquement disponible ISO (ISO/PAS) représente un accord entre les experts dans un groupe de travail ISO et est acceptée pour publication si elle est approuvée par plus de 50 % des membres votants du comité dont relève le groupe de travail;
- une Spécification technique ISO (ISO/TS) représente un accord entre les membres d'un comité technique et est acceptée pour publication si elle est approuvée par 2/3 des membres votants du comité.

Une ISO/PAS ou ISO/TS fait l'objet d'un examen après trois ans afin de décider si elle est confirmée pour trois nouvelles années, révisée pour devenir une Norme internationale, ou annulée. Lorsqu'une ISO/PAS ou ISO/TS a été confirmée, elle fait l'objet d'un nouvel examen après trois ans qui décidera soit de sa transformation en Norme internationale soit de son annulation.

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.

L'ISO/TS 16281 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*, sous-comité SC 8, *Charges de base et durée*.

## Introduction

Depuis la publication de l'ISO 281 en 1990, des connaissances supplémentaires ont été acquises en ce qui concerne l'influence sur la durée de vie des roulements, de la contamination, de la lubrification, des contraintes internes dues au montage, des contraintes dues à la trempe, de la limite de charge de fatigue du matériau etc. Il est donc maintenant possible de prendre en compte de façon plus complète les facteurs qui ont une incidence sur la durée de vie d'un roulement dans le calcul de cette durée de vie.

L'ISO 281:2007 fournit une méthode permettant de mettre en pratique ces nouvelles connaissances de manière cohérente lors du calcul de la durée nominale corrigée d'un roulement. Toutefois, la méthode de calcul donnée dans l'ISO 281:2007 ne peut prendre en compte l'influence sur la durée de vie des roulements présentant un défaut de type désalignement angulaire ou radial ainsi que l'influence sur la durée de vie du jeu en fonctionnement. La présente Spécification technique décrit une méthode de calcul plus évoluée qui permet de tenir compte de ces influences et fournit ainsi une aide la plus pertinente possible pour l'estimation de l'influence de la contamination et d'autres facteurs.

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

[ISO/TS 16281:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008>

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

ISO/TS 16281:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a689b78f-a191-4138-92f4-69c37e41986d/iso-ts-16281-2008>

# Roulements — Méthodes de calcul de la durée nominale de référence corrigée pour les roulements chargés universellement

## 1 Domaine d'application

La présente Spécification technique comporte des recommandations pour le calcul de la durée nominale de référence corrigée, tenant compte de la lubrification, de la contamination et de la limite de charge de fatigue du matériau du roulement ainsi que du désalignement angulaire ou radial, du jeu de fonctionnement du roulement et de la répartition interne de la charge sur les éléments roulants. La méthode de calcul figurant dans la présente Spécification technique couvre des paramètres supplémentaires influants, par rapport à celle décrite dans l'ISO 281.

Les préconisations et limites données dans l'ISO 281 s'appliquent à la présente Spécification technique. Les méthodes de calcul portent sur la durée de vie des roulements liée à la fatigue. D'autres mécanismes de défaillance, tels que l'usure ou le micro-écaillage (apparition de tâches grises) ne font pas partie du domaine d'application de la présente Spécification technique.

La présente Spécification technique s'applique aux roulements radiaux à une rangée de billes et désalignés, soumis à une charge radiale et axiale avec prise en compte de leur jeu radial et de leur désalignement. Elle s'applique également aux roulements à une rangée de rouleaux et désalignés, soumis à une charge radiale pure avec prise en compte de leur jeu radial, des contraintes en extrémité de rouleaux et de leur désalignement. Des renvois aux méthodes de calcul de la répartition des charges internes, sous charge générale, sont donnés.

Le calcul de la répartition des charges internes et de la durée nominale de référence corrigée pour les roulements à plusieurs rangées ou pour les roulements ayant une géométrie plus complexe peut être déterminé à partir des équations données dans la présente Spécification technique. Pour ces roulements, la répartition des charges doit être étudiée pour chaque rangée.

La présente Spécification technique est principalement destinée à être utilisée pour les programmes informatiques et, associée à l'ISO 281, elle couvre les informations nécessaires pour les calculs de la durée de vie. En vue d'obtenir des calculs corrects de la durée de vie dans les conditions de fonctionnement spécifiées ci-dessus, il est recommandé d'utiliser soit la présente Spécification technique soit des calculs informatiques avancés fournis par les fabricants de roulements, afin de déterminer la charge dynamique équivalente de référence dans des conditions de charge différentes.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 281:2007, *Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale*

ISO 15241, *Roulements — Symboles relatifs aux grandeurs*

### 3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans l'ISO 15241 et les suivants s'appliquent. Voir également les termes et définitions dans l'ISO 281:2007, Article 3, et autres définitions dans l'ISO 281.

$A$	distance entre les centres de courbure de la gorge du chemin d'un roulement à billes, en l'absence de jeu et avec un angle de contact initial, en millimètres
$a_{ISO}$	facteur de correction de durée de vie basé sur une approche systémique du calcul de durée de vie
$a_1$	facteur de correction de durée de vie lié à la fiabilité
$C_a$	charge axiale dynamique de base, en newtons
$C_r$	charge radiale dynamique de base, en newtons
$C_u$	limite de charge de fatigue, en newtons
$c_L$	constante de raideur d'un élément roulant présentant un contact linéaire, en newtons par millimètre, à la puissance 10/9
$c_P$	constante de raideur d'un élément roulant présentant un contact ponctuel, en newtons par millimètre, à la puissance 3/2
$c_s$	constante de raideur d'une tranche de rouleau, en newtons par millimètre, à la puissance 8/9
$D_{pw}$	diamètre primitif (roulement à billes ou à rouleaux), en millimètres
$D_w$	diamètre nominal de bille, en millimètres
$D_{we}$	diamètre de rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres
$E$	module d'élasticité, en mégapascals <sup>1)</sup>
$E(\chi)$	intégrale elliptique complète du second ordre
$e$	exposant pour la bague extérieure ou rondelle de logement
$e_C$	facteur de contamination
$F(\rho)$	différence de courbure relative
$F_a$	charge axiale (composante axiale de la charge appliquée), en newtons
$F_r$	charge radiale (composante radiale de la charge appliquée), en newtons
$f[j,k]$	fonction de correction de la contrainte prenant en compte la charge en extrémité de rouleau
$i$	exposant pour bague intérieure ou rondelle d'arbre
$i$	nombre de rangées d'éléments roulants
$K(\chi)$	intégrale elliptique complète du premier ordre
$L_{nmr}$	durée nominale de référence corrigée, en millions de tours

1) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>



$L_{we}$	longueur effective du rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres
$L_{10r}$	durée nominale de référence de base, en millions de tours
$M_z$	moment agissant sur le roulement désaligné, en newtons millimètres
$n_s$	nombre de tranches
$P_{ref,a}$	charge axiale dynamique équivalente de référence, en newtons
$P_{ref,r}$	charge radiale dynamique équivalente de référence, en newtons
$P(x)$	fonction de profil, en millimètres
$p_{He}$	contrainte au niveau du contact de la bague extérieure avec l'élément roulant, en newtons par millimètre carré
$p_{Hi}$	contrainte au niveau du contact de la bague intérieure avec l'élément roulant, en newtons par millimètre carré
$P_{ks}$	charge dynamique équivalente d'une tranche $k$ de roulement, en newtons
$Q$	charge d'un élément roulant, en newtons
$Q_{ce}$	charge d'un élément roulant pour la charge dynamique de base de la bague extérieure ou de la rondelle de logement, en newtons
$Q_{ci}$	charge d'un élément roulant pour la charge dynamique de base de la bague intérieure ou de la rondelle d'arbre, en newtons
$Q_{ee}$	charge dynamique équivalente d'un élément roulant sur la bague extérieure ou la rondelle de logement, en newtons
$Q_{ei}$	charge dynamique équivalente d'un élément roulant sur la bague intérieure ou la rondelle d'arbre, en newtons
$Q_j$	charge de l'élément roulant $j$ , en newtons
$q_{ce}$	charge dynamique de base d'une tranche de roulement au niveau du contact avec la bague extérieure ou la rondelle de logement, en newtons
$q_{ci}$	charge dynamique de base d'une tranche de roulement au niveau du contact avec la bague intérieure ou la rondelle d'arbre, en newtons
$q_{ee}$	charge dynamique équivalente d'une tranche de roulement au niveau du contact avec la bague extérieure ou la rondelle de logement, en newtons
$q_{ei}$	charge dynamique équivalente d'une tranche de roulement au niveau du contact avec la bague intérieure ou la rondelle d'arbre, en newtons
$q_{j,k}$	charge sur la tranche $k$ de l'élément roulant $j$ , en newtons
$R_i$	distance entre le centre de courbure de la gorge du chemin de la bague intérieure et l'axe de rotation, en millimètres
$R_p$	rayon de courbure des rouleaux sphériques, en millimètres
$r_e$	rayon de la gorge du chemin de la bague extérieure ou de la rondelle de logement en section transversale, en millimètres

$r_i$	rayon de la gorge du chemin de la bague intérieure ou de la rondelle d'arbre en section transversale, en millimètres
$s$	jeu radial de fonctionnement d'un roulement, en millimètres
$x_k$	distance entre le centre de la tranche $k$ et le centre du rouleau, en millimètres
$Z$	nombre d'éléments roulants
$\alpha$	angle nominal de contact d'un roulement, en degrés
$\alpha_j$	angle de contact de fonctionnement de l'élément roulant $j$ , en degrés
$\alpha_0$	angle de contact initial, en degrés
$\gamma$	paramètre auxiliaire $\gamma = D_w \cos \alpha / D_{pw}$
$\delta$	déformation élastique totale des deux contacts d'un élément roulant, en millimètres
$\delta_j$	déformation élastique de l'élément roulant $j$ , en millimètres
$\delta_{j,k}$	déformation élastique de la tranche $k$ de l'élément roulant $j$ , en millimètres
$\delta_a$	déplacement axial relatif des deux bagues de l'élément roulant, en millimètres
$\delta_r$	déplacement radial relatif des deux bagues de l'élément roulant, en millimètres
$\lambda$	facteur de réduction prenant en compte les concentrations de contraintes
$\nu$	facteur d'ajustement compte tenu de la variation de l'exposant
$\nu_E$	coefficient de Poisson
$\rho$	courbure de la surface de contact, en millimètres à la puissance $-1$
$\Sigma\rho$	somme des courbures, en millimètres à la puissance $-1$
$\varphi_j$	position angulaire de l'élément roulant $j$ , en degrés
$\chi$	rapport entre le demi-grand axe et le demi-petit axe de l'ellipse de contact
$\psi$	défaut total d'alignement entre les chemins de roulement intérieur et extérieur, en degrés
$\psi_j$	défaut total d'alignement entre les chemins de roulement intérieur et extérieur dans le plan de l'élément roulant $j$ , en degrés

## 4 Roulements à billes

### 4.1 Généralités

Le présent article décrit le calcul de la répartition de la charge interne pour les roulements radiaux à billes et les butées à billes sous charge radiale et axiale, en prenant en compte le jeu radial et le désalignement. Les méthodes de calcul concernant les roulements ayant une géométrie différente ou soumis à des cas de charge plus complexes peuvent être établies à partir des équations données dans la présente Spécification technique.

La répartition de la charge interne du roulement est calculée pour un équilibre statique, les effets dynamiques comme les forces centrifuges et gyroscopiques étant jugés insignifiants. Cette hypothèse vaut généralement pour les vitesses faibles et modérées. À vitesse élevée, les forces centrifuges et gyroscopiques peuvent devenir prédominantes et modifier sensiblement la répartition de la charge interne du roulement.

## 4.2 Répartition de la charge interne du roulement

### 4.2.1 Déformation élastique d'un point de contact

La déformation élastique d'un point de contact peut être calculée selon la théorie de Hertz. La déformation élastique d'un seul point de contact est égale à

$$\delta = \sqrt[3]{4,5 \left( \frac{1 - \nu_E^2}{\pi E} \right)^2 K(\chi) \sqrt{\frac{\sum \rho}{\chi^2 E(\chi)}} Q^{2/3} \quad (1)$$

Le rapport,  $\chi$ , entre le demi-grand axe et le demi-petit axe des ellipses est la solution de l'équation

$$1 - \frac{2}{\chi^2 - 1} \left[ \frac{K(\chi)}{E(\chi)} - 1 \right] - F(\rho) = 0 \quad (2)$$

avec l'intégrale elliptique complète du premier ordre:

$$K(\chi) = \int_0^{\pi/2} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{\chi^2} \right) (\sin \varphi)^2 \right]^{-1/2} d\varphi \quad (3)$$

et l'intégrale elliptique complète du second ordre:

$$E(\chi) = \int_0^{\pi/2} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{\chi^2} \right) (\sin \varphi)^2 \right]^{1/2} d\varphi \quad (4)$$

la somme des courbures au niveau du contact avec la bague intérieure

$$\sum \rho_i = \frac{2}{D_w} \left( 2 + \frac{\gamma}{1 - \gamma} - \frac{D_w}{2r_i} \right) \quad (5)$$

et la somme des courbures au niveau du contact avec la bague extérieure

$$\sum \rho_e = \frac{2}{D_w} \left( 2 - \frac{\gamma}{1 + \gamma} - \frac{D_w}{2r_e} \right) \quad (6)$$

et la différence de courbure relative au niveau du contact avec la bague intérieure

$$F_i(\rho) = \left( \frac{\gamma}{1 - \gamma} + \frac{D_w}{2r_i} \right) / \left( 2 + \frac{\gamma}{1 - \gamma} - \frac{D_w}{2r_i} \right) \quad (7)$$

et la différence de courbure relative au niveau du contact avec la bague extérieure

$$F_e(\rho) = \left( \frac{-\gamma}{1 + \gamma} + \frac{D_w}{2r_e} \right) / \left( 2 - \frac{\gamma}{1 + \gamma} - \frac{D_w}{2r_e} \right) \quad (8)$$