

---

---

**Roulements — Charges dynamiques de  
base et durée nominale**

*Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life*

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

ISO 281:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007>



**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 281:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007>

© ISO 2007

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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Symboles</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Roulements radiaux à billes</b> .....	<b>6</b>
<b>5.1</b> <b>Charge radiale dynamique de base</b> .....	<b>6</b>
<b>5.2</b> <b>Charge radiale dynamique équivalente</b> .....	<b>9</b>
<b>5.3</b> <b>Durée nominale de base</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b> <b>Butées à billes</b> .....	<b>10</b>
<b>6.1</b> <b>Charge axiale dynamique de base</b> .....	<b>10</b>
<b>6.2</b> <b>Charge axiale dynamique équivalente</b> .....	<b>12</b>
<b>6.3</b> <b>Durée nominale de base</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b> <b>Roulements radiaux à rouleaux</b> .....	<b>13</b>
<b>7.1</b> <b>Charge radiale dynamique de base</b> .....	<b>13</b>
<b>7.2</b> <b>Charge radiale dynamique équivalente</b> .....	<b>15</b>
<b>7.3</b> <b>Durée nominale de base</b> .....	<b>16</b>
<b>8</b> <b>Butées à rouleaux</b> .....	<b>16</b>
<b>8.1</b> <b>Charge axiale dynamique de base</b> .....	<b>16</b>
<b>8.2</b> <b>Charge axiale dynamique équivalente</b> .....	<b>19</b>
<b>8.3</b> <b>Durée nominale de base</b> .....	<b>19</b>
<b>9</b> <b>Durée nominale corrigée</b> .....	<b>20</b>
<b>9.1</b> <b>Généralités</b> .....	<b>20</b>
<b>9.2</b> <b>Facteur de correction de durée de fiabilité</b> .....	<b>20</b>
<b>9.3</b> <b>Facteur de correction de durée d'une approche systémique</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe A (informative) Méthode détaillée d'estimation du facteur de contamination</b> .....	<b>32</b>
<b>Annexe B (informative) Calcul de la limite de charge de fatigue</b> .....	<b>42</b>
<b>Annexe C (informative) Discontinuités dans le calcul des charges dynamiques de base</b> .....	<b>47</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>51</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 (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.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 281:1990) ainsi que l'ISO 281:1990/Amd. 1:2000, l'ISO 281:1990/Amd. 2:2000 et l'ISO/TS 16799:1999, dont elle constitue une révision technique.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 281:2007  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007>

## Introduction

Il est souvent peu pratique de vérifier, par un nombre d'essais suffisant, qu'un roulement choisi pour une application donnée lui convient effectivement. Cependant, la durée, telle que définie en 3.1, est un élément essentiel de cette adéquation. Un calcul de durée fiable est, par conséquent, considéré comme un substitut pratique et approprié aux essais. La présente Norme internationale a pour objet de fournir les bases nécessaires à ce calcul de durée.

Depuis la publication de l'ISO 281 en 1990, des connaissances supplémentaires ont été acquises concernant l'influence sur la durée des roulements de la contamination, de la lubrification, des contraintes internes dues au montage, des contraintes dues à la trempe, de la limite de la charge de fatigue du matériau, etc. Dans l'ISO 281:1990/Amd. 2:2000, une méthode générale permettant de prendre en compte de telles influences dans le calcul de la durée nominale corrigée d'un roulement a été présentée. Cet amendement est incorporé dans la présente Norme internationale qui donne, en outre, une méthode pratique permettant de prendre en compte l'influence sur la durée d'un roulement de l'état de la lubrification, de la contamination du lubrifiant et de la charge de fatigue du matériau du roulement.

L'ISO/TS 16281<sup>[1]</sup> introduit des méthodes de calcul avancées qui permettent de tenir compte de l'influence sur la durée d'un roulement du jeu de fonctionnement de ce roulement et de ses défauts d'alignement dans des conditions de charge générales. L'utilisateur peut également demander au fabricant du roulement des recommandations et l'évaluation d'une charge équivalente et d'une durée dans ces conditions de fonctionnement et sous l'effet d'autres influences telles que, par exemple, l'influence des forces centrifuges qui s'exercent sur les éléments roulants ou d'autres effets d'une vitesse élevée.

Des calculs conduits conformément à la présente Norme internationale ne donnent pas de résultats satisfaisants pour des roulements dans lesquels, en raison de leur construction interne ou des conditions de leur utilisation, la surface de contact entre les éléments roulants et les chemins de la bague est fortement tronquée. De tels calculs n'aboutissent pas sans correction à des résultats applicables, par exemple à des roulements à billes à encoches de remplissage qui débordent nettement sur cette surface de contact lorsque le roulement est soumis à une charge axiale dans une application. Il est recommandé de consulter le fabricant du roulement dans de tels cas.

Les facteurs de correction de durée de fiabilité,  $a_1$ , ont été légèrement modifiés et étendus à une fiabilité de 99,95 %.

De futures révisions du présent document seront nécessaires de temps en temps, en raison de nouvelles recherches ou de nouveaux résultats applicables à tel ou tel type de roulements ou de matériaux.

Des informations de référence concernant la dérivation des équations et des facteurs dans la présente Norme internationale sont données dans l'ISO/TR 8646<sup>[1]</sup> et l'ISO/TR 1281-2<sup>[2]</sup>.

---

1) En cours de révision. Sera publié sous la référence ISO/TR 1281-1.

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

ISO 281:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007>

# Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes de calcul de la charge dynamique de base de roulements appartenant aux plages de dimensions présentées dans les publications ISO correspondantes. Ces roulements sont réputés fabriqués par des méthodes éprouvées, à partir d'un acier trempé de haute qualité, moderne et d'usage habituel pour les roulements, et être de conception classique pour ce qui concerne la forme des surfaces de contact roulantes.

La présente Norme internationale spécifie également des méthodes de calcul de la durée nominale de base, c'est-à-dire de la durée associée à une fiabilité de 90 %, à une haute qualité de matériau communément utilisé, à une bonne qualité de fabrication et à des conditions de fonctionnement conventionnelles. En outre, elle spécifie des méthodes de calcul d'une durée nominale modifiée, qui prend en compte diverses fiabilités, les conditions de lubrification, l'utilisation de lubrifiant contaminé et la charge de fatigue du roulement.

La présente Norme internationale ne couvre pas l'influence de l'usure, de la corrosion et de l'érosion électrique sur la durée des roulements.

Elle n'est pas applicable à des conceptions dans lesquelles les éléments roulants portent directement sur la surface d'un arbre ou d'un logement, à moins que cette surface ne soit à tous égards équivalente à celle du chemin de la bague (ou de la rondelle) qu'elle remplace.

Les roulements radiaux à deux rangées et les butées à double effet, lorsqu'il en est question dans la présente Norme internationale, sont réputés symétriques.

D'autres limites particulières à certains types de roulements se trouvent aux articles correspondants.

## 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 76, *Roulements — Charges statiques de base*

ISO 5593, *Roulements — Vocabulaire*

ISO/TR 8646:1985, *Notes explicatives sur l'ISO 281/1-1977<sup>2)</sup>*

ISO 15241, *Roulements — Symboles relatifs aux grandeurs*

---

2) En cours de révision. Sera publié sous la référence ISO/TR 1281-1.

### 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.

#### 3.1 durée

(pour un roulement considéré isolément) nombre de tours que l'une de ses bagues (ou rondelles s'il s'agit d'une butée) effectue par rapport à l'autre avant l'apparition du premier signe de fatigue de la matière de l'une des bagues (ou rondelles) ou de l'un des éléments roulants

NOTE La durée peut également être exprimée en nombre d'heures de fonctionnement à une vitesse de rotation constante donnée.

#### 3.2 fiabilité

(dans le contexte de la durée d'un roulement) pour un groupe de roulements apparemment identiques et fonctionnant dans les mêmes conditions, pourcentage de ces roulements qu'on s'attend à voir atteindre ou dépasser une durée déterminée

NOTE La fiabilité d'un roulement considéré isolément est la probabilité de le voir atteindre ou dépasser une durée déterminée.

#### 3.3 durée nominale

valeur prédite de la durée, en fonction d'une charge radiale dynamique de base ou d'une charge axiale dynamique de base

#### 3.4 durée nominale de base

durée nominale associée à une fiabilité de 90 %, de haute qualité de matériau communément utilisé, à une bonne qualité de fabrication et à des conditions de fonctionnement conventionnelles

#### 3.5 durée nominale modifiée

durée nominale corrigée pour une fiabilité de 90 % ou autre, une charge de fatigue du roulement, et/ou des propriétés de roulement particulières, et/ou l'emploi de lubrifiant contaminé et/ou d'autres conditions de fonctionnement non conventionnelles

NOTE Le terme de «durée nominale modifiée» est nouveau dans la présente Norme internationale et remplace le terme «durée nominale corrigée».

#### 3.6 charge radiale dynamique de base

charge radiale constante en intensité et en direction qu'un roulement peut théoriquement supporter pour une durée nominale de base d'un million de tours

NOTE Dans le cas d'un roulement à une rangée à contact oblique, il s'agit de la composante radiale de la charge qui provoque un déplacement purement radial de l'une des bagues par rapport à l'autre.

#### 3.7 charge axiale dynamique de base

charge axiale constante et centrée qu'un roulement peut théoriquement supporter pour une durée nominale de base d'un million de tours

#### 3.8 charge radiale dynamique équivalente

charge radiale stationnaire constante en intensité et en direction sous l'influence de laquelle la durée atteinte par un roulement serait la même qu'avec les charges réellement appliquées

**3.9****charge axiale dynamique équivalente**

charge axiale constante et centrée sous l'influence de laquelle la durée atteinte par un roulement serait la même qu'avec les charges réellement appliquées

**3.10****limite de la charge de fatigue**

charge de roulement sous laquelle la limite de la contrainte de fatigue,  $\sigma_H$ , est tout juste atteinte dans le plus fortement chargé des contacts d'un chemin

**3.11****diamètre de rouleau**

⟨applicable au calcul des charges de base⟩ diamètre théorique dans un plan radial passant au milieu de la longueur du rouleau dans le cas d'un rouleau symétrique

NOTE 1 Sur un rouleau conique, c'est la moyenne arithmétique des diamètres théoriques sur angles vifs aux deux extrémités.

NOTE 2 Sur un rouleau convexe non symétrique, c'est, avec une approximation suffisante, le diamètre au niveau du point de contact avec le chemin de la bague démunie d'épaulements, sous charge nulle.

**3.12****longueur de rouleau**

⟨applicable au calcul des charges de base⟩ longueur maximale théorique du contact entre un rouleau et celui des chemins sur lequel le contact est le plus court

NOTE En pratique, ce sera soit la distance entre les arêtes vives théoriques d'extrémité du rouleau, diminuée des arrondis, soit la largeur du chemin, dégagements de rectification exclus, selon celle de ces deux valeurs qui est la plus faible.

**3.13****angle nominal de contact**

angle existant entre un plan perpendiculaire à l'axe d'un roulement (plan radial) ou d'une butée et la ligne théorique d'action de la résultante des efforts transmis par l'une des bagues ou rondelles à un élément roulant

NOTE Dans le cas de roulements à rouleaux asymétriques, l'angle nominal de contact est déterminé par le contact avec le chemin sans épaulements.

**3.14****diamètre primitif d'une rangée de billes**

diamètre du cercle contenant les centres des billes d'une même rangée

**3.15****diamètre primitif d'une rangée de rouleaux**

diamètre du cercle coupant l'axe des rouleaux d'une même rangée d'un roulement en leur milieu

**3.16****conditions de fonctionnement conventionnelles**

conditions que l'on peut supposer valoir pour un roulement bien monté et protégé contre la pénétration de matières étrangères, correctement lubrifié, normalement chargé, non exposé à des températures extrêmes et ne tournant pas à des vitesses exceptionnellement faibles ou élevées

**3.17****rapport de viscosité**

viscosité cinématique réelle de l'huile à la température de fonctionnement divisée par la viscosité cinématique de référence pour une lubrification adéquate

**3.18**

**paramètre de film**

rapport entre l'épaisseur du film lubrifiant et la rugosité superficielle quadratique composite, utilisé pour estimer l'influence de la lubrification sur la durée du roulement

**3.19**

**coefficient viscosité-pression**

paramètre caractérisant l'influence de la pression de l'huile sur la viscosité de l'huile dans le contact avec l'élément roulant

**3.20**

**indice de viscosité**

indice caractérisant le degré d'influence de la température sur la viscosité des huiles lubrifiantes

**4 Symboles**

Pour les besoins du présent document, les symboles décrits dans l'ISO 15241 et les suivants s'appliquent.

- $a_{ISO}$  facteur de correction de durée, fondé sur une approche systémique du calcul de la durée
- $a_1$  facteur de correction de durée de fiabilité
- $b_m$  facteur nominal pour un acier trempé moderne de haute qualité communément utilisé, conforme aux bonnes pratiques de fabrication. Sa valeur dépend du type et de la conception du roulement
- $C_a$  charge axiale dynamique de base, en newtons
- $C_r$  charge radiale dynamique de base, en newtons
- $C_u$  limite de la charge de fatigue, en newtons
- $C_{0a}$  charge axiale statique de base<sup>3)</sup>, en newtons
- $C_{0r}$  charge radiale statique de base<sup>3)</sup>, en newtons
- $D$  diamètre extérieur du roulement, en millimètres
- $D_{pw}$  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
- $d$  diamètre d'alésage du roulement, en millimètres
- $e$  limite du rapport de  $F_a/F_r$  de l'applicabilité des différentes valeurs des facteurs  $X$  et  $Y$
- $e_C$  facteur de contamination
- $F_a$  charge axiale (composante axiale de la charge appliquée), en newtons

---

3) Pour la définition, les méthodes de calcul et les valeurs de  $C_{0a}$ , de  $C_{0r}$  et de  $f_0$ , voir l'ISO 76.

$F_r$	charge radiale (composante axiale de la charge appliquée), en newtons
$f_c$	facteur dépendant de la géométrie des éléments, de leur exactitude et de leur matériau
$f_0$	facteur pour le calcul de charges statiques de base <sup>3)</sup>
$i$	nombre de rangées d'éléments roulants
$L_{nm}$	durée nominale modifiée, en millions de tours
$L_{we}$	longueur de rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres
$L_{10}$	durée nominale de base, en millions de tours
$n$	vitesse de rotation, en tours par minute
$n$	exposant de la probabilité de défaillance, en pourcentage
$P$	charge dynamique équivalente, en newtons
$P_a$	charge axiale dynamique équivalente, en newtons
$P_r$	charge radiale dynamique équivalente, en newtons
$S$	fiabilité (probabilité de survie), en pourcentage
$X$	facteur de charge radiale dynamique
$Y$	facteur de charge axiale dynamique
$Z$	nombre d'éléments roulants d'un roulement à une rangée; nombre d'éléments roulants par rangée d'un roulement à plusieurs rangées avec le même nombre d'éléments roulants par rangée
$\alpha$	angle nominal de contact, en degrés
$\kappa$	rapport de viscosité, $\nu/\nu_1$
$A$	paramètre du film
$\nu$	viscosité cinématique réelle à la température de fonctionnement, en millimètres carrés par seconde
$\nu_1$	viscosité cinématique de référence, nécessaire pour obtenir une condition de lubrification adéquate, en millimètres carrés par seconde
$\sigma$	contrainte (réelle), utilisée dans le critère de fatigue, en newtons par millimètre carré
$\sigma_u$	limite de la contrainte de fatigue du matériau du chemin de roulement, en newtons par millimètre carré

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 281:2007  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-a830d4be7277/iso-281-2007>

## 5 Roulements radiaux à billes

### 5.1 Charge radiale dynamique de base

#### 5.1.1 Charge radiale dynamique de base pour roulements à une rangée

Pour les roulements radiaux à billes, la charge radiale dynamique de base est donnée par les équations suivantes:

$$C_r = b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,8} \quad (1)$$

pour  $D_w \leq 25,4$  mm

$$C_r = 3,647 b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,4} \quad (2)$$

pour  $D_w > 25,4$  mm

où les valeurs de  $b_m$  et de  $f_c$  sont données, respectivement, dans les Tableaux 1 et 2. Elles s'appliquent à des roulements dont le rayon de la gorge du chemin en section transversale n'est pas supérieur à  $0,52D_w$  dans les bagues intérieures des roulements à billes à contact radial ou oblique et à  $0,53D_w$  dans les bagues extérieures des roulements à billes à contact radial ou oblique et dans les bagues intérieures des roulements à billes à rotule.

La capacité d'un roulement à supporter les charges n'est pas nécessairement améliorée par l'emploi de rayons plus petits, mais elle est diminuée par l'emploi d'un rayon plus grand que ceux indiqués dans le paragraphe précédent. Dans ce cas, on doit utiliser une valeur de  $f_c$  proportionnellement réduite. Cette valeur réduite de  $f_c$  peut être calculée au moyen de l'Équation (3–15) donnée dans l'ISO/TR 8646:1985.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-403440077422/iso-281-2007>  
**Tableau 1 — Valeurs de  $b_m$  pour roulements radiaux à billes**

Type de roulement	$b_m$
Roulements à billes à contact radial ou oblique (excepté roulements à encoches de remplissage), roulements «insert» et roulements à billes à rotule	1,3
Roulements à encoches de remplissage	1,1

#### 5.1.2 Charge radiale dynamique de base pour ensembles de roulements

##### 5.1.2.1 Deux roulements à billes à une rangée et contact radial fonctionnant comme un ensemble

Lors du calcul de la charge radiale dynamique de base de deux roulements à billes à une rangée et contact radial semblables et montés côte à côte sur le même arbre, de telle manière qu'ils constituent un ensemble (montage par paire), cette paire de roulements est considérée comme un seul roulement à billes à deux rangées et contact radial.

##### 5.1.2.2 Roulements à billes à une rangée et contact oblique disposés en O et en X

Lors du calcul de la charge radiale dynamique de base de deux roulements à billes à une rangée et contact oblique, semblables et montés côte à côte sur le même arbre, de telle manière qu'ils constituent un ensemble (montage par paire) dans les dispositions en O ou en X, cette paire de roulements est considérée comme un seul roulement à billes à deux rangées et contact oblique.

Tableau 2 — Valeurs du facteur  $f_c$  pour roulements radiaux à billes

$\frac{D_W \cos \alpha^a}{D_{pw}}$	Facteur $f_c$			
	Roulements à billes à une rangée et contact radial et roulements à billes à une ou à deux rangées et contact oblique	Roulements à billes à deux rangées et contact radial	Roulements à billes à rotule à une ou à deux rangées	Roulements à billes à une rangée et contact radial séparables (roulements «magnéto»)
0,01	29,1	27,5	9,9	9,4
0,02	35,8	33,9	12,4	11,7
0,03	40,3	38,2	14,3	13,4
0,04	43,8	41,5	15,9	14,9
0,05	46,7	44,2	17,3	16,2
0,06	49,1	46,5	18,6	17,4
0,07	51,1	48,4	19,9	18,5
0,08	52,8	50	21,1	19,5
0,09	54,3	51,4	22,3	20,6
0,1	55,5	52,6	23,4	21,5
0,11	56,6	53,6	24,5	22,5
0,12	57,5	54,5	25,6	23,4
0,13	58,2	55,2	26,6	24,4
0,14	58,8	55,7	27,7	25,3
0,15	59,3	56,1	28,7	26,2
0,16	59,6	56,5	29,7	27,1
0,17	59,8	56,7	30,7	27,9
0,18	59,9	56,8	31,7	28,8
0,19	60	56,8	32,6	29,7
0,2	59,9	56,8	33,5	30,5
0,21	59,8	56,6	34,4	31,3
0,22	59,6	56,5	35,2	32,1
0,23	59,3	56,2	36,1	32,9
0,24	59	55,9	36,8	33,7
0,25	58,6	55,5	37,5	34,5
0,26	58,2	55,1	38,2	35,2
0,27	57,7	54,6	38,8	35,9
0,28	57,1	54,1	39,4	36,6
0,29	56,6	53,6	39,9	37,2
0,3	56	53	40,3	37,8
0,31	55,3	52,4	40,6	38,4
0,32	54,6	51,8	40,9	38,9
0,33	53,9	51,1	41,1	39,4
0,34	53,2	50,4	41,2	39,8
0,35	52,4	49,7	41,3	40,1
0,36	51,7	48,9	41,3	40,4
0,37	50,9	48,2	41,2	40,7
0,38	50	47,4	41	40,8
0,39	49,2	46,6	40,7	40,9
0,4	48,4	45,8	40,4	40,9

<sup>a</sup> Les valeurs de  $f_c$  à retenir pour des rapports  $\frac{D_W \cos \alpha}{D_{pw}}$  intermédiaires s'obtiennent par interpolation linéaire.

Tableau 3 — Valeurs de X et de Y pour roulements radiaux à billes

Type de roulement	«Charge axiale relative» <sup>a, b</sup>		Roulements à une rangée				Roulements à deux rangées				e
			$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Roulements à billes à contact radial	$\frac{f_0 F_a}{C_{Or}}$ <sup>c</sup>	$\frac{F_a}{iZD_w^2}$									
	0,172	0,172				2,3			2,3	0,19	
	0,345	0,345				1,99			1,99	0,22	
	0,689	0,689				1,71			1,71	0,26	
	1,03	1,03				1,55			1,55	0,28	
	1,38	1,38	1	0	0,56	1,45	1	0	0,56	1,45	0,3
	2,07	2,07				1,31			1,31	0,34	
	3,45	3,45				1,15			1,15	0,38	
	5,17	5,17				1,04			1,04	0,42	
	6,89	6,89				1			1	0,44	
Roulements à billes et contact oblique	$\frac{f_0 i F_a}{C_{Or}}$ <sup>c</sup>	$\frac{F_a}{ZD_w^2}$									
	$\alpha = 5^\circ$	0,173	0,172						2,78	3,74	0,23
		0,346	0,345						2,4	3,23	0,26
		0,692	0,689						2,07	2,78	0,3
		1,04	1,03						1,87	2,52	0,34
		1,38	1,38	1	0				1,75	2,36	0,36
		2,08	2,07						1,58	2,13	0,4
		3,46	3,45						1,39	1,87	0,45
		5,19	5,17						1,26	1,69	0,5
		6,92	6,89						1,21	1,63	0,52
		0,175	0,172				1,88		2,18	3,06	0,29
		0,35	0,345				1,71		1,98	2,78	0,32
		0,7	0,689				1,52		1,76	2,47	0,36
		1,05	1,03				1,41		1,63	2,29	0,38
		1,4	1,38	1	0	0,46	1,34	1	1,55	2,18	0,4
		2,1	2,07				1,23		1,42	2	0,44
		3,5	3,45				1,1		1,27	1,79	0,49
		5,25	5,17				1,01		1,17	1,64	0,54
		7	6,89				1		1,16	1,63	0,54
		0,178	0,172				1,47		1,65	2,39	0,38
		0,357	0,345				1,4		1,57	2,28	0,4
		0,714	0,689				1,3		1,46	2,11	0,43
		1,07	1,03				1,23		1,38	2	0,46
		1,43	1,38	1	0	0,44	1,19	1	1,34	1,93	0,47
		2,14	2,07				1,12		1,26	1,82	0,5
		3,57	3,45				1,02		1,14	1,66	0,55
		5,35	5,17				1		1,12	1,63	0,56
		7,14	6,89				1		1,12	1,63	0,56
	$\alpha = 20^\circ$	—				0,43	1	1,09	0,7	1,63	0,57
	$\alpha = 25^\circ$	—				0,41	0,87	0,92	0,67	1,41	0,68
	$\alpha = 30^\circ$	—				0,39	0,76	0,78	0,63	1,24	0,8
	$\alpha = 35^\circ$	—	1	0		0,37	0,66	0,66	0,6	1,07	0,95
	$\alpha = 40^\circ$	—				0,35	0,57	0,55	0,57	0,93	1,14
	$\alpha = 45^\circ$	—				0,33	0,5	0,47	0,54	0,81	1,34
Roulements à billes à rotule			1	0	0,4	0,4 cot $\alpha$	1	0,42 cot $\alpha$	0,65	0,65 cot $\alpha$	1,5 tan $\alpha$
Roulements à billes à une rangée et contact radial séparables (magnéto)			1	0	0,5	2,5	—	—	—	—	0,2

<sup>a</sup> La valeur maximale autorisée dépend de la construction du roulement (jeu interne et profondeur des gorges). Choisir la première ou la deuxième colonne d'après l'information disponible.

<sup>b</sup> Les valeurs de X, de Y et de e à retenir pour des «charges axiales relatives» et/ou des angles contact intermédiaires s'obtiennent par interpolation linéaire.

<sup>c</sup> Pour les valeurs de f<sub>0</sub>, voir l'ISO 76.

### 5.1.2.3 Disposition en tandem

Pour deux ou plusieurs roulements à billes à une rangée et contact radial semblables ou de deux ou de plusieurs roulements à billes à contact oblique, semblables et montés côte à côte sur le même arbre de telle manière qu'ils constituent un ensemble (montage par paire ou par ensemble) dans la disposition en tandem, la charge radiale dynamique de base est égale au nombre de roulements à la puissance 0,7, multiplié par la charge de base d'un seul roulement à une rangée. Il est nécessaire que les roulements soient convenablement fabriqués et montés de manière à se répartir également la charge.

### 5.1.2.4 Roulements indépendamment remplaçables

Le paragraphe 5.1.2.3 ne s'applique pas si, pour une raison technique quelconque, l'ensemble est considéré comme un certain nombre de roulements à une rangée spécialement fabriqués qui peuvent être remplacés indépendamment les uns des autres.

## 5.2 Charge radiale dynamique équivalente

### 5.2.1 Charge radiale dynamique équivalente pour roulements à une rangée

Pour les roulements à billes à contact radial ou oblique sous charge radiale et axiale constantes, la charge radiale dynamique équivalente est donnée par

$$P_r = X F_r + Y F_a \quad (3)$$

où les valeurs des facteurs  $X$  et  $Y$  sont données dans le Tableau 3. Ces facteurs s'appliquent aux roulements dont les rayons de gorge en section transversale sont conforme à 5.1.1. Pour des gorges dont le rayon est différent, le calcul de  $X$  et de  $Y$  peut être effectué au moyen de l'ISO/TR 8646:1985.

### 5.2.2 Charge radiale dynamique équivalente pour ensembles de roulements

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eacdb4df-5b09-40c9-b09b-832d4b-72776a-281-2007>

#### 5.2.2.1 Roulement à billes à une rangée et contact oblique disposés en O ou en X

Lors du calcul de la charge radiale équivalente de deux roulements à billes à une rangée et contact oblique semblables et montés côte à côte sur le même arbre, de telle manière qu'ils constituent un ensemble (montage par paire) dans les dispositions en O ou en X, cette paire de roulements est considérée comme un seul roulement à billes à deux rangées et contact oblique.

NOTE Si deux roulements à billes à une rangée et contact radial semblables sont utilisés dans une disposition en O ou en X, il est recommandé à l'utilisateur de demander au fabricant comment calculer la charge radiale équivalente.

#### 5.2.2.2 Disposition en tandem

Lors du calcul de la charge radiale équivalente pour deux ou plusieurs roulements à billes à une rangée et contact radial semblables, ou pour deux ou plusieurs roulements à billes à une rangée et contact oblique semblables et montés côte à côte sur le même arbre, de telle manière qu'ils constituent un ensemble (montage par paire ou en pile) dans la disposition en tandem, on doit utiliser les valeurs de  $X$  et de  $Y$  d'un roulement à une rangée.

La «charge axiale relative» (voir Tableau 3) est établie en prenant  $i = 1$  et des valeurs de  $F_a$  et de  $C_{0r}$  qui se réfèrent toutes deux à un seul des roulements (bien que les valeurs  $F_r$  et  $F_a$  se référant aux charges totales soient utilisées pour le calcul de la charge équivalente pour l'ensemble complet).