
**Roulements — Notes explicatives sur
l'ISO 281 —**

**Partie 1:
Charges dynamiques de base et durée
nominale de base**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Rolling bearings — Explanatory notes on ISO 281 —
Part 1: Basic dynamic load rating and basic rating life*
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 1281-1:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 1281-1:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	1
5 Généralités	4
6 Charge dynamique de base	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Charge radiale dynamique de base, C_r , des roulements radiaux à billes.....	5
6.3 Charge axiale dynamique de base, C_a , des butées à billes à une rangée.....	9
6.3.1 Butées à billes à angle de contact $\alpha \neq 90^\circ$	9
6.3.2 Butées à billes à angle de contact $\alpha = 90^\circ$	9
6.4 Charge axiale dynamique de base, C_a , des butées à billes à deux ou plusieurs rangées.....	10
6.5 Charge radiale dynamique de base, C_r , des roulements radiaux à rouleaux.....	11
6.6 Charge axiale dynamique de base, C_a , des butées à rouleaux à une rangée.....	13
6.6.1 Butées à rouleaux à angle de contact $\alpha \neq 90^\circ$	13
6.6.2 Butées à rouleaux à angle de contact $\alpha = 90^\circ$	13
6.7 Charge axiale dynamique de base, C_a , des butées à deux ou plusieurs rangées de rouleaux.....	14
7 Charge dynamique équivalente	16
7.1 Expressions de la charge dynamique équivalente.....	16
7.1.1 Charge radiale dynamique équivalente théorique, P_r , des roulements radiaux à une rangée.....	16
7.1.2 Charge radiale dynamique équivalente théorique, P_r , des roulements radiaux à deux rangées.....	20
7.1.3 Charge radiale dynamique équivalente théorique, P_r , des roulements à billes, à gorges, à contact radial.....	22
7.1.4 Expressions pratiques de la charge radiale dynamique équivalente, P_r , des roulements radiaux à angle de contact constant.....	23
7.1.5 Expressions pratiques de la charge radiale dynamique équivalente, P_r , des roulements radiaux à billes.....	25
7.1.6 Expressions pratiques de la charge axiale dynamique équivalente, P_a , des butées.....	26
7.2 Facteurs X , Y et e	28
7.2.1 Roulements radiaux à billes.....	28
7.2.2 Valeurs de X , Y et e pour chaque type de roulement (radial) à billes.....	29
7.2.3 Tableau récapitulatif des facteurs X , Y et e pour les roulements radiaux à billes.....	34
7.2.4 Valeurs calculées de Y et e et leur écart par rapport à celles de la norme.....	36
7.2.5 Butées à billes.....	36
7.2.6 Roulements radiaux à rouleaux.....	37
7.2.7 Butées à rouleaux.....	38
8 Durée nominale	38
Bibliographie	41

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 le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*, sous-comité SC 8, *Charges de base et durée*.

Cette deuxième édition annule et remplace le rectificatif technique 1 (ISO/TR 1281-1:2008/Cor 1:2009) et la première édition (ISO/TR 1281-1:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- suppression de l'ancien [Article 7](#) «Facteur de réduction de la durée en fonction de la fiabilité» de l'ISO/TR 1281-1:2008, ce sujet étant couvert dans l'ISO/TR 1281-2 (voir ISO/TR 1281-1:2008/Cor 1:2009).
- correction de la manière dont ont été définies les anciennes [Formules \(29\)](#) et [\(46\)](#) [[Formules \(28\)](#) et [\(45\)](#)] dans cette édition].
- correction des erreurs de saisie dans les [Formules \(30\)](#) et [\(31\)](#) et de la manière dont a été défini le facteur Y_3 .

Une liste de toutes les parties de l'ISO/TR 1281-1 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

ISO/R281:1962

Une première discussion de niveau international portant sur la normalisation des méthodes de calcul des charges de base des roulements eut lieu en 1934 lors de la conférence de la Fédération Internationale des Associations Nationales de Normalisation (ISA). Lorsque l'ISA tint sa dernière réunion en 1939, aucun progrès n'était encore intervenu. Pourtant, dans son rapport de 1945 sur l'état de la normalisation dans le domaine des roulements, le Secrétariat de l'ISA 4 incluait des propositions de définitions de concepts fondamentaux pour les normes de calcul de charges de base et de durée. Les définitions qu'il contenait étant en substance celles que reprend l'ISO 281:2007 sous les termes de «durée» et de «charge dynamique de base» (cette dernière étant maintenant séparée en «charge dynamique radiale de base» et «charge dynamique axiale de base»).

Les discussions sur les normes de calcul de durée et de charges de base reprirent en 1946 entre les spécialistes américains et suédois à l'initiative de l'AFBMA — Anti-Friction Bearing Manufacturers Association (New York). Une norme AFBMA, publiée en 1949, intitulée «*Method of evaluating load ratings of annular ball bearings*»^[3] fut élaborée sur la base principalement des résultats figurant dans la Référence [5]. Partant de la même source, le Comité membre suédois soumit en février 1950 une première proposition à l'ISO intitulée «Charges de base des roulements à billes».

Compte tenu des recherches nouvelles, de la révision de la norme AFBMA en 1950 et également de l'intérêt pour les normes de calcul des roulements à rouleaux, le Comité membre Suédois présenta, en 1951, une proposition modifiée de calcul des roulements à billes, puis une proposition de calcul des roulements à rouleaux.

Ces méthodes de calcul furent étudiées. La Référence [6] eut alors un retentissement considérable sur l'élaboration des chapitres relatifs au calcul des roulements à rouleaux.

ISO 281-1:1977

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-1b3120e1191e/iso-281-1-1977>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-1b3120e1191e/iso-281-1-1977>

En 1964, au vu de l'amélioration des aciers pour roulements, il était temps de réviser l'ISO/R281 et de soumettre une proposition.

En 1969, cependant, le TC 4 suivit la suggestion du Comité membre Japonais de reconstituer le GT 3 et de lui donner pour tâche de réviser l'ISO/R281. Le groupe AFBMA de calcul des charges de base avait également à l'époque repris les travaux pour réviser la norme.

La majeure partie de l'ISO 281-1:1977 constitue une réédition de l'ISO/R281 dont le fond n'est que très peu modifié. Un nouvel article a cependant été ajouté, résultat de recherches américaines des années 1960 et qui traite de la correction à apporter à la durée si la fiabilité est supérieure à 90 % ou pour tenir compte des matériaux et des conditions de fonctionnement.

Des informations complémentaires relatives à la manière dont sont déterminés les expressions et facteurs de l'ISO 281-1:1977 ont été publiées sous la référence ISO/TR 8646:1985.

ISO 281:1990

La «première édition» de l'ISO 281:1990 a été publiée et intitulée «Charges dynamiques de base et durée nominale». Il y est fait référence en tant que «révision technique» de l'ISO 281-1:1977. Le nouveau facteur de notation b_m pour «facteur de calcul pour un matériau et une fabrication modernes et habituels. Sa valeur dépend du type et de la conception du roulement» a été l'introduction d'une valeur des charges dynamiques de base.

ISO 281:2007 (deuxième édition)

Depuis la publication de l'ISO 281:1990, des connaissances supplémentaires concernant l'influence de la contamination, de la lubrification, des contraintes internes dues au montage et contraintes dues au durcissement, et de la limite de charge de fatigue du matériau sur la vie des roulements, ont été acquises. Dans l'ISO 281:1990/Amd 2:2000, une méthode générale a été présentée pour tenir compte de

ces influences dans le calcul de la durée de vie nominale modifiée d'un roulement. Le dit amendement a été incorporé à la deuxième édition, qui fournit également une méthode pratique pour prendre en compte l'influence des conditions de lubrification, du lubrifiant contaminé et de la charge de fatigue du matériau du roulement sur la vie du roulement. Les facteurs de modification de la durée de vie pour la fiabilité, a_1 , ont été légèrement ajustés et étendus à une fiabilité de 99,95 %.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 1281-1:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021>

Roulements — Notes explicatives sur l'ISO 281 —

Partie 1:

Charges dynamiques de base et durée nominale de base

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des informations de base supplémentaires sur la manière dont ont été définies les expressions mathématiques et les facteurs donnés dans l'ISO 281:2007.

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 281:2007, *Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale*

iTeh STANDARD PREVIEW

3 Termes et définitions (standards.iteh.ai)

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 281:2007 ainsi que les suivants s'appliquent.

ISO/TR 1281-1:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/94283e8-1d32-455d-b943-30b3e3a9e00e/iso-tr-1281-1-2021>

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 Symboles

A	constante de proportionnalité
A_1	constante de proportionnalité déterminée expérimentalement
B_1	constante de proportionnalité déterminée expérimentalement
C_1	charge radiale dynamique de base d'une bague tournante
C_2	charge radiale dynamique de base d'une bague fixe
C_a	charge axiale dynamique de base d'une butée à bille ou à rouleaux
C_{a1}	charge axiale dynamique de base de la rondelle tournante d'une butée à billes ou à rouleaux
C_{a2}	charge axiale dynamique de base de la rondelle fixe d'une butée à billes ou à rouleaux
C_{ak}	charge axiale dynamique de base de la rangée k d'une butée à billes ou à rouleaux

C_{a1k}	charge axiale dynamique de base de la rangée k de la rondelle tournante d'une butée à billes ou à rouleaux
C_{a2k}	charge axiale dynamique de base de la rangée k de la rondelle fixe d'une butée à billes ou à rouleaux
C_e	charge dynamique de base d'une bague extérieure
C_i	charge dynamique de base d'une bague intérieure
C_r	charge radiale dynamique de base d'un roulement radial à billes ou à rouleaux
D_{pw}	diamètre primitif
D_w	diamètre de bille
D_{we}	diamètre moyen de rouleau
E_o	module d'élasticité modifié
F_a	charge axiale
F_r	charge radiale
J_1	facteur rapportant à Q_{max} la charge moyenne équivalente sur une bague tournante (par rapport à la charge appliquée)
J_2	facteur rapportant à Q_{max} la charge moyenne équivalente sur une bague fixe (par rapport à la charge appliquée)
J_a	intégrale de charge axiale
J_r	intégrale de charge radiale
L	durée du roulement
L_{10}	durée nominale
L_{we}	longueur effective de contact du rouleau
L_{wek}	L_{we} pour la rangée k
N	nombre d'application pour la contrainte en un point du chemin de roulement
P_a	charge axiale dynamique équivalente d'une butée
P_r	charge radiale dynamique équivalente d'un roulement radial
P_{r1}	charge radiale dynamique équivalente de la bague tournante
P_{r2}	charge radiale dynamique équivalente de la bague fixe
Q	force normale entre un élément roulant et les chemins de roulement
Q_C	charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base du roulement
Q_{C1}	charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base d'une bague tournante par rapport à la charge appliquée
Q_{C2}	charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base d'une bague fixe par rapport à la charge appliquée

Q_{\max}	charge maximale sur l'élément roulant
S	probabilité de survie, fiabilité
V	volume représentatif de la concentration des contraintes
V_f	facteur de rotation
X	facteur de charge radiale pour roulement radial
X_a	facteur de charge radiale pour butée
Y	facteur de charge axiale pour roulement radial
Y_a	facteur de charge axiale pour butée
Z	nombre de billes ou de rouleaux par rangée
Z_k	nombre de billes ou de rouleaux par rangée k
a	demi grand axe de l'ellipse de contact projetée
a_1	facteur de réduction de la durée en fonction de la fiabilité
b	demi petit axe de l'ellipse de contact projetée
c	exposant déterminé expérimentalement
c_c	constante de compression
e	mesure de dispersion de durée, c'est-à-dire pente de la courbe de Weibull, déterminée expérimentalement
e	valeur limite de F_a / F_r pour l'applicabilité de différentes valeurs des facteurs X et Y dans la nouvelle édition
f_c	facteur qui dépend de la géométrie des éléments du roulement, de leur précision d'exécution et des matériaux
h	exposant déterminé expérimentalement
i	nombre de rangées de billes ou de rouleaux
l	circonférence du chemin du roulement
r	rayon de courbure transversal d'un chemin de roulement
r_e	rayon de courbure transversal d'un chemin de roulement de bague extérieure ou de rondelle-logement
r_i	rayon de courbure transversal d'un chemin de roulement de bague intérieure ou de rondelle-arbre
t	paramètre auxiliaire
z_0	profondeur de la contrainte maximale de cisaillement orthogonale sous la surface
α	angle nominal de contact
α'	angle réel de contact

γ	$D_w \cos \alpha / D_{pw}$	pour roulements à billes avec $\alpha \neq 90^\circ$
	D_w / D_{pw}	pour roulements à billes avec $\alpha = 90^\circ$
	$D_{we} \cos \alpha / D_{pw}$	pour roulements à billes avec $\alpha \neq 90^\circ$
	D_{we} / D_{pw}	pour roulements à billes avec $\alpha = 90^\circ$
ε		paramètre caractéristique de la grandeur de la zone chargée dans le roulement
η		facteur de réduction
λ		facteur de réduction
μ		facteur introduit par Hertz
ν		facteur introduit par Hertz, ou facteur de réduction de la variation de l'exposant
σ_{\max}		contrainte maximale de contact
$\Sigma\rho$		somme des courbures
τ_0		contrainte maximale de cisaillement orthogonale sous la surface
φ_0		moitié de l'arc chargé

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Généralités

La manière dont sont définies les charges dynamiques de base est décrite dans les [Formules \(1\) à \(46\)](#). La charge dynamique équivalente et les facteurs de charge radiale et axiale sont traités dans les [Formules \(47\) à \(82\)](#), tandis que la durée de vie nominale de base est décrite dans les [Formules \(83\) à \(89\)](#).

6 Charge dynamique de base

6.1 Généralités

Les calculs de charges dynamiques de base de l'ISO 281 sur les roulements sont fondés sur les Références [5] et [6].

Les formules de calcul des charges dynamiques de base des roulements dérivent de la relation suivante:

$$\ln \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_0^c N^e V}{z_0^h} \quad (1)$$

où

- S est la probabilité de survie;
- τ_0 est la composante orthogonale de la contrainte maximale de cisaillement sous la surface;
- N est le nombre d'applications de la contrainte en un point donné du chemin de roulement;
- V est le volume représentatif de la concentration des contraintes;

- z_0 est la profondeur de la composante orthogonale de la contrainte maximale de cisaillement sous la surface;
- c, h sont des exposants déterminés expérimentalement;
- e est la mesure de la dispersion de la durée, c'est-à-dire la pente de la courbe de Weibull, déterminée expérimentalement.

Dans les conditions de contact «ponctuel» (roulements à billes), on prend comme hypothèse que le volume, V , représentatif de la concentration des contraintes dans la [Formule \(1\)](#) est proportionnel au grand axe de l'ellipse de contact projetée, $2a$, à la circonférence du chemin de roulement, l , et à la profondeur, z_0 , de la composante orthogonale de la contrainte maximale de cisaillement sous la surface, τ_0 .

$$V \propto 2a z_0 l \quad (2)$$

D'où, si l'on introduit [Formule \(2\)](#) dans la [Formule \(1\)](#):

$$\ln \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_0^c N^e a l}{z_0^{h-1}} \quad (3)$$

Dans les Références [5] et [6], il a été considéré qu'on pouvait admettre un contact «linéaire» lorsque le grand axe de l'ellipse de contact calculée (ellipse de Hertz) était de 1,5 fois la longueur effective de contact du rouleau:

$$2a = 1,5L_{we} \quad (4)$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Il convient, en outre, que b/a soit suffisamment petit pour permettre d'introduire la valeur-limite de ab^2 pour b/a tendant vers 0:

$$ab^2 = \frac{2}{\pi} \frac{3Q}{E_0 \sum \rho} \quad (5)$$

[ISO/TR 1281-1:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9428f3e8-1d32-455d-b943-9b319d06a119/iso-tr-1281-1-2021)

(pour les notations, se reporter à [6.2](#)).

6.2 Charge radiale dynamique de base, C_r , des roulements radiaux à billes

D'après la théorie de Hertz, la composante orthogonale de la contrainte maximale de cisaillement sous la surface, τ_0 , et sa profondeur, z_0 , peuvent se rattacher à une charge radiale, F_r , c'est-à-dire une charge maximale sur l'élément roulant, Q_{\max} , ou une contrainte maximale de contact, σ_{\max} , et aux dimensions de la zone de contact entre un élément roulant et les chemins de roulement. Les relations correspondantes s'expriment comme suit:

$$\tau_0 = T \sigma_{\max}$$

$$z_0 = \zeta b$$

$$T = \frac{(2t - 1)^{1/2}}{2t(t + 1)}$$

$$\zeta = \frac{1}{(t + 1)(2t - 1)^{1/2}}$$

$$a = \mu \left(\frac{3Q}{E_0 \sum \rho} \right)^{1/3}$$

$$b = v \left(\frac{3Q}{E_0 \Sigma \rho} \right)^{1/3}$$

où

- σ_{\max} est la contrainte maximale de contact;
- t est le paramètre auxiliaire;
- a est le demi grand axe de l'ellipse de contact projetée;
- b est le demi petit axe de l'ellipse de contact projetée;
- Q est la force normale entre l'élément roulant et les chemins de roulement;
- E_0 est le module d'élasticité;
- $\Sigma \rho$ est la somme des courbures;
- μ, v sont des facteurs introduits par Hertz.

En conséquence, pour un roulement donné, τ_0, a, l et z_0 peuvent s'exprimer en fonction de la géométrie du roulement, de la charge et du nombre de tours. La [Formule \(3\)](#) devient une formule si l'on y introduit une constante de proportionnalité. En supposant un nombre déterminé de tours (par exemple 10^6) et une fiabilité également déterminée (par exemple 0,9), la formule peut être résolue pour une charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base sur le roulement. Pour un contact ponctuel et en désignant par A_1 la constante de proportionnalité, cette charge s'exprime par:

$$Q_C = \frac{1,3}{4^{(2c+h-2)/(c-h+2)}} \frac{0,53e^{3e/(c-h+2)}}{A_1 \left(\frac{2r}{2r - D_w} \right)^{0,41} (1+\gamma)^{(1,59c+1,41h-5,82)/(c-h+2)}} \times \left(\frac{\gamma}{\cos \alpha} \right)^{3/(c-h+2)} D_w^{(2c+h-5)/(c-h+2)} Z^{-3e/(c-h+2)} \quad (6)$$

où

- Q_C est la charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base du roulement;
- D_w est le diamètre de bille;
- γ est $D_w \cos \alpha / D_{pw}$
- où
- D_{pw} est le diamètre primitif,
- α est l'angle nominal de contact;
- Z est le nombre de billes par rangée.

La charge radiale dynamique de base, C_1 , d'une bague tournante s'obtient comme suit:

$$C_1 = Q_{C1} Z \cos \alpha \frac{J_r}{J_1} = 0,407 Q_{C1} Z \cos \alpha \quad (7)$$

La charge radiale dynamique de base, C_2 , d'une bague fixe s'obtient comme suit:

$$C_2 = Q_{C2} Z \cos \alpha \frac{J_r}{J_2} = 0,389 Q_{C2} Z \cos \alpha \quad (8)$$

où

Q_{C1} est la charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base d'une bague tournante par rapport à la charge appliquée;

Q_{C2} est la charge sur l'élément roulant correspondant à la charge dynamique de base d'une bague fixe par rapport à la charge appliquée;

$J_r = J_r(0,5)$ est l'intégrale de la charge radiale (voir [Tableau 3](#));

$J_1 = J_1(0,5)$ est le facteur rapportant à Q_{\max} la charge moyenne équivalente sur une bague tournante par rapport à la charge appliquée (voir [Tableau 3](#));

$J_2 = J_2(0,5)$ est le facteur rapportant à Q_{\max} la charge moyenne équivalente sur une bague fixe par rapport à la charge appliquée (voir [Tableau 3](#)).

La relation entre C_r , pour un roulement radial à billes complet, et C_1 et C_2 s'exprime selon la loi du produit des probabilités:

$$C_r = C_1 \left[1 + \left(\frac{C_1}{C_2} \right)^{(c-h+2)/3} \right]^{-3/(c-h+2)} \quad (9)$$

Si l'on remplace les termes de la [Formule \(9\)](#) par leurs valeurs données dans les [Formules \(6\)](#), [\(7\)](#) et [\(8\)](#), la charge radiale dynamique de base, C_r , d'un roulement à billes complet s'exprime de la façon suivante:

$$C_r = 0,41 \frac{1,3}{4^{(2c+h-2)/(c-h+2)} 0,5^{3e/(c-h+2)}} A_1 \left(\frac{2r_i}{2r_i - D_w} \right)^{0,41} \frac{(1-\gamma)^{(1,59c + 1,41h - 5,82)/(c-h+2)}}{(1+\gamma)^{3e/(c-h+2)}} \gamma^{3/(c-h+2)} \times$$

$$\left[1 + \left\{ 1,04 \left[\frac{r_i}{r_e} \left(\frac{2r_e - D_w}{2r_i - D_w} \right) \right]^{0,41} \left(\frac{1-\gamma}{1+\gamma} \right)^{(1,59c + 1,41h + 3e - 5,82)/(c-h+2)} \right\}^{(c-h+2)/3} \right]^{-3/(c-h+2)} \times$$

$$(i \cos \alpha)^{(c-h-1)/(c-h+2)} Z^{(c-h-3e+2)/(c-h+2)} D_w^{(2c+h-5)/(c-h+2)} \quad (10)$$

où

A_1 est la constante de proportionnalité déterminée expérimentalement;

r_i est le rayon de courbure du chemin de roulement de la bague inférieure (en section transversale);

r_e est le rayon de courbure du chemin de roulement de la bague extérieure (en section transversale);

i est le nombre de rangées de billes.

Dans le cas considéré, l'angle de contact, α , le nombre d'éléments roulants (billes), Z , et le diamètre de la bille, D_w , dépendent de la conception du roulement. Par ailleurs, le rapport des rayons de courbure, r_i