

NORME
INTERNATIONALE

ISO
281

Première édition
1990-12-01

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

Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 281:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/363cf186-9530-40e7-a815-634f2a2c0e6d/iso-281-1990>



Numéro de référence
ISO 281 : 1990 (F)

Sommaire

	Page
Avant-propos	iii
Introduction	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	1
4 Symboles	2
5 Roulements (radiaux) à billes	2
6 Butées à billes	6
7 Roulements (radiaux) à rouleaux	7
8 Butées à rouleaux	8
9 Durée nominale corrigée	10
Annexe A : Bibliographie	12

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 281:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/363cfl86-9530-40e7-a815-634f2a2c0e6d/iso-281-1990>

634f2a2c0e6d/iso-281-1990

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. 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

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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 281 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*.

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'ISO 281-1 : 1977 dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Il est le plus souvent impensable 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 une première appréciation de cette adéquation. Un calcul de durée fiable est par conséquent considéré comme un substitut convenable aux essais. Le but de la présente Norme internationale est de fournir les bases nécessaires à ce calcul de durée.

L'état actuel des connaissances ne permet pas d'introduire dans la présente Norme internationale des valeurs numériques pour les facteurs de correction attachés aux caractéristiques du roulement ou aux conditions de fonctionnement. En conséquence, ces valeurs sont à déterminer par l'expérience, de préférence en accord avec le fabricant du roulement.

Des calculs conduits conformément à la présente Norme internationale ne donneront pas de résultats satisfaisants pour des roulements soumis à des conditions de fonctionnement telles, ou construits de manière que la surface de contact entre éléments roulants et chemins soit fortement tronquée. De tels calculs ne sont donc, par exemple, pas applicables à des roulements à billes à encoches de remplissage, qui déborderaient sur cette surface de contact lorsque le roulement est chargé.

Il en sera de même si les conditions de fonctionnement perturbent la répartition normale des charges, par exemple déversement, flexion d'arbre ou de logement, efforts centrifuges sur les éléments roulants ou autres effets de vitesses élevées, précharge ou jeu excessif. En pareil cas, l'utilisateur devrait consulter le fabricant pour obtenir ses conseils en matière de charge équivalente et d'évaluation de la durée.

Des révisions de la présente Norme internationale seront nécessaires de temps en temps, qui tiendront compte de nouvelles recherches ou nouveaux résultats applicables à tel ou tel type de roulement ou de matériau.

Des informations sur la manière dont ont été définis les formules et facteurs repris dans la présente Norme internationale sont données dans l'ISO/TR 8646.

Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale

1 Domaine d'application

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

Elle prescrit également des méthodes de calcul de la durée nominale, qui est la durée associée à une fiabilité de 90 % à une qualité conventionnelle du matériau et de la fabrication, et à des conditions de fonctionnement également conventionnelles. En outre, la présente Norme internationale prescrit des méthodes de calcul d'une durée nominale « corrigée » prenant en compte, par l'application de facteurs de correction, la fiabilité, les conditions de fonctionnement réelles, et les caractéristiques propres au roulement.

La présente Norme internationale n'est pas applicable à des constructions dans lesquelles les éléments roulants portent directement sur un arbre ou dans un logement, à moins que leur surface ne soit à tous égards équivalente à celle du chemin de la bague ou de la rondelle qu'ils remplacent.

Les roulements à deux rangées et les butées à double effet sont ici réputés symétriques.

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

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 76 : 1987, *Roulements — Charges statiques de base*.

ISO 5593 : 1984, *Roulements — Vocabulaire*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 5593 et les définitions suivantes 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.

3.2 fiabilité (dans le présent contexte de durée) : 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.

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

3.3 durée nominale : Pour un roulement considéré isolément, ou un groupe de roulements apparemment identiques fonctionnant dans les mêmes conditions, durée associée à une fiabilité de 90 %, à une qualité conventionnelle du matériau et de la fabrication, et à des conditions de fonctionnement également conventionnelles.

3.4 durée nominale corrigée : Durée obtenue par correction de la durée nominale pour une certaine fiabilité requise et/ou pour des propriétés du roulement particulières et/ou pour des conditions de fonctionnement non conventionnelles.

3.5 charge radiale dynamique de base : Charge radiale constante en intensité et en direction, qu'un roulement peut théoriquement supporter pour une durée nominale d'un million de tours.

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.

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

3.7 charge radiale dynamique équivalente: Charge radiale 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.

3.8 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.

3.9 diamètre de rouleau à utiliser dans les calculs de charge de base: Diamètre au milieu du rouleau.

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

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.

3.10 longueur de rouleau à utiliser dans les calculs de charge de base: Longueur maximale théorique du contact entre le 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.

3.11 angle nominal de contact: Angle existant entre un plan perpendiculaire à l'axe d'un roulement ou d'une butée et la ligne théorique d'action de la résultante des efforts transmis par une des bagues ou rondelles à un élément roulant.

3.12 diamètre primitif d'une rangée de billes: Diamètre du cercle contenant les centres des billes d'une même rangée.

3.13 diamètre primitif d'une rangée de rouleaux: Diamètre du cercle coupant l'axe des rouleaux d'une même rangée en leur milieu.

3.14 conditions de fonctionnement conventionnelles: Conditions que l'on peut supposer valoir pour un roulement bien monté, 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.

4 Symboles

- C_r = charge radiale dynamique de base, en newtons
- C_a = charge axiale dynamique de base, en newtons
- C_{or} = charge radiale statique de base¹⁾, en newtons
- C_{oa} = charge axiale statique de base¹⁾, en newtons
- D_w = diamètre de bille, en millimètres
- D_{we} = diamètre de rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres
- D_{pw} = diamètre primitif (roulement à billes ou à rouleaux), en millimètres

1) Pour la définition, la méthode de calcul et les valeurs, voir ISO 76.

- F_r = charge radiale, composante radiale de la charge appliquée, en newtons
- F_a = charge axiale, composante axiale de la charge appliquée, en newtons
- L_{10} = durée nominale, en millions de tours
- L_{na} = durée nominale corrigée, en millions de tours
- L_{we} = longueur de rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres
- P_r = charge radiale dynamique équivalente, en newtons
- P_a = charge axiale dynamique équivalente, en newtons
- X = facteur de charge radiale dynamique
- Y = facteur de charge axiale dynamique
- Z = nombre de billes ou de rouleaux dans un roulement à une rangée; nombre de billes ou de rouleaux par rangée dans le cas de plusieurs rangées en comportant chacune le même nombre
- a_1 = facteur de correction de durée pour fiabilité (voir 9.3)
- a_2 = facteur de correction de durée pour les caractéristiques propres au roulement (voir 9.4)
- a_3 = facteur de correction de durée pour les conditions de fonctionnement (voir 9.5)
- b_m = facteur de calcul pour un matériau et une fabrication modernes et habituels. Sa valeur dépend du type et de la construction du roulement
- e = limite du rapport F_a/F_r pour le choix des facteurs X et Y
- f_c = facteur dépendant de la géométrie des éléments, de leur précision et de leur matériau
- f_c = facteur dépendant de la géométrie des éléments et du niveau de contrainte applicable¹⁾
- i = nombre de rangées de billes ou de rouleaux
- α = angle nominal de contact, en degrés

5 Roulements (radiaux) à billes

5.1 Charge radiale dynamique de base

Pour les roulements à contact droit ou à contact oblique,

$$C_r = b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,8}, \text{ pour } D_w \leq 25,4 \text{ mm; et}$$

$$C_r = 3,647 b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,4}, \text{ pour } D_w > 25,4 \text{ mm.}$$

Les valeurs de b_m et de f_c sont données dans les tableaux 1 et 2 respectivement. Elles s'appliquent à condition que le rayon de courbure du chemin des bagues intérieures des roulements à contact droit ou contact oblique ne soit pas supérieur à $0,52 D_w$ et que le rayon de courbure du chemin des bagues extérieures des roulements de ces mêmes types et des bagues intérieures des roulements à rotule sur billes ne soit pas supérieur à $0,53 D_w$.

L'aptitude d'un roulement à supporter les charges n'est pas nécessairement améliorée par l'emploi de rayons plus petits, mais décroît par l'emploi de rayons plus grands que ceux indiqués ci-dessus.

Tableau 1 — Valeur de b_m pour roulements à billes

Type de roulement	b_m
Roulements à gorges, à contact droit ou à contact oblique (sauf roulements à encoches de remplissage et roulements «insert») et roulements à rotule	1,3
Roulements à encoches de remplissage	1,1
Roulements «insert»	1

5.1.1 Ensembles de roulements

5.1.1.1 Lors du calcul de la charge radiale de base de deux roulements à une rangée et contact droit, 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 deux rangées et contact droit.

5.1.1.2 Lors du calcul de la charge radiale de base de deux roulements 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 O (dos à dos) ou X (face à face), cette paire de roulements est considérée comme un seul roulement à deux rangées et contact oblique.

5.1.1.3 La charge radiale de base de deux ou plusieurs roulements 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 par ensemble) dans la disposition T (tandem) — et s'ils sont convenablement fabriqués et montés de manière à se répartir également la charge — est égale au nombre de roulements à la puissance 0,7, multiplié par la charge de base d'un seul.

5.1.1.4 Si, pour une raison technique quelconque, le tout est considéré comme un certain nombre de roulements à une rangée qui peuvent être remplacés indépendamment les uns des autres, alors 5.1.1.3 ne s'applique pas.

5.2 Charge radiale dynamique équivalente

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

$$P_r = XF_r + YF_a$$

Les valeurs de X et Y sont données dans le tableau 3.

5.2.1 Ensembles de roulements

5.2.1.1 Lors du calcul de la charge radiale équivalente de deux roulements 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 O (dos à dos) ou X (face à face), cette paire de roulements est considérée comme un seul roulement à deux rangées et contact oblique.

5.2.1.2 Lors du calcul de la charge radiale équivalente de deux ou plusieurs roulements à une rangée, semblables et montés côte à côte sur le même arbre de manière à constituer un ensemble (montage par paire ou par ensemble) dans la disposition T (tandem), on utilise les valeurs X et Y applicables au roulement à une rangée, élément de l'ensemble. La «charge axiale relative» (voir tableau 3) est déterminée avec $i = 1$ ainsi que les valeurs F_a et C_{or} applicables à un seul roulement (et ce bien que l'on utilise les valeurs F_r et F_a exprimant les charges totales lors du calcul de la charge équivalente sur l'ensemble).

5.3 Durée nominale

5.3.1 Pour un roulement à billes, la durée nominale, L_{10} , est donnée par la formule

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^3$$

ou C_r et P_r sont calculées conformément à 5.1 et 5.2.

Cette formule de durée s'applique aussi au cas de deux ou plusieurs roulements à une rangée constituant un ensemble tel que défini en 5.1.1. La charge de base C_r est alors calculée pour l'ensemble et la charge équivalente P_r déterminée à partir des charges totales agissant sur cet ensemble, avec les valeurs X et Y indiquées en 5.2.1.2.

5.3.2 Cette formule de durée donne des résultats satisfaisants sur une gamme de charges étendue. Toutefois, des charges extrêmement élevées peuvent provoquer des déformations plastiques néfastes au contact bille-chemin. Il convient donc que l'utilisateur consulte le fabricant du roulement pour un calcul de durée pour charge P_r supérieure à C_{or} ou $0,5 C_r$, selon celle de ces deux valeurs qui est la plus faible.

Tableau 2 — Valeurs de f_c pour roulements (radiaux) à billes

$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ ¹⁾	f_c			
	Roulements à billes à contact droit, une rangée, et roulements à billes à contact oblique, une et deux rangées	Roulements à billes à contact droit, deux rangées	Roulements à rotule sur billes, une et deux rangées	Roulements à billes à contact droit, une rangée, 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

1) 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 Y pour roulements (radiaux) à billes

Type de roulement	Charge axiale «relative» 1), 2)		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			
À contact droit	$\frac{f_0 F_a^{3})}{C_{or}}$	$\frac{F_a}{iZD_w^2}$											
	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			1,45	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			
À contact oblique	$\frac{f_0 i F_a^{3})}{C_{or}}$	$\frac{F_a}{ZD_w^2}$											
	$\alpha = 5^\circ$	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	0,78	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
		$\alpha = 10^\circ$	0,175	0,172				1,88			2,18		3,06
	0,35		0,345				1,71			1,98		2,78	0,32
	0,7		0,689				1,52			1,63		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			1,55	0,75	2,18	0,4
	2,1		2,07				1,23			1,42		2	0,44
	3,50		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
	$\alpha = 15^\circ$		0,178	0,172				1,47			1,65		2,39
		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			1,34	0,72	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
$\alpha = 20^\circ$ $\alpha = 25^\circ$ $\alpha = 30^\circ$ $\alpha = 35^\circ$ $\alpha = 40^\circ$ $\alpha = 45^\circ$		—	—				0,43	1		1,09	0,7	1,63	0,57
	—	—				0,41	0,87		0,92	0,67	1,41	0,68	
	—	—	1	0		0,39	0,76	1	0,78	0,63	1,24	0,8	
	—	—				0,37	0,66		0,66	0,6	1,07	0,95	
	—	—				0,35	0,57		0,55	0,57	0,93	1,14	
	—	—				0,33	0,5		0,47	0,54	0,81	1,34	
À rotule			1	0	0,4	$0,4 \cot \alpha$	1	$0,42 \cot \alpha$	0,65	$0,65 \cot \alpha$	$1,5 \tan \alpha$		
À contact droit, une rangée, séparable (magnéto)			1	0	0,5	2,5	—	—	—	—	0,2		

1) Le maximum autorisé dépend de la construction du roulement (jeu interne et profondeur des gorges). Choisir la première ou la deuxième colonne d'après l'information disponible.

2) Les valeurs de X , Y et e à retenir pour des charges axiales relatives et/ou des angles de contact intermédiaires s'obtiennent par interpolation linéaire.

3) Pour les valeurs de f_0 , voir ISO 76.