
NORME INTERNATIONALE



76

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Roulements — Charges statiques de base

Rolling bearings — Static load ratings

Première édition — 1978-06-15

CDU 621.822.6/.8

Réf. n° : ISO 76-1978 (F)

Descripteurs : roulement, roulement radial, roulement à billes, roulement à rouleaux, butée à billes, butée à rouleaux, charge statique, caractéristique nominale

Prix basé sur 4 pages

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 76 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*, et a été soumise aux comités membres en juin 1977.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Roumanie
Allemagne	France	Royaume-Uni
Australie	Hongrie	Suède
Autriche	Inde	Suisse
Belgique	Italie	Tchécoslovaquie
Brésil	Japon	Turquie
Canada	Mexique	U.R.S.S.
Corée, Rép. de	Pays-Bas	U.S.A.
Égypte, Rép. arabe d'	Pologne	Yougoslavie

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 76-1958, dont elle constitue une révision technique.

Roulements — Charges statiques de base

0 INTRODUCTION

Des déformations permanentes apparaissent sur les éléments roulants et les chemins des roulements soumis à des charges statiques modérées, et elles augmentent progressivement avec la charge.

Il est le plus souvent impossible de vérifier si ces déformations sont acceptables dans une application déterminée, en soumettant le roulement à des essais dans ladite application. Cette vérification requiert donc d'autres méthodes.

L'expérience montre qu'une déformation permanente totale au contact élément/chemin le plus chargé, égale à 0,000 1 du diamètre de l'élément roulant, peut être acceptée par la plupart des applications, sans pour autant compromettre un fonctionnement correct ultérieur du roulement. Dans les roulements à billes et les roulements à rouleaux à contact linéaire complet, une telle déformation se produit lorsque la charge statique équivalente est égale à la charge statique de base.

La charge statique équivalente admise peut être inférieure, égale ou supérieure à la charge statique de base, selon les exigences de douceur de rotation et de frottement, ainsi que les conditions réelles de contact. Les utilisateurs peu expérimentés ont à cet égard intérêt à consulter les fabricants de roulements.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale spécifie des méthodes de calcul de la charge statique de base et de la charge statique équivalente de roulements dans les gammes de dimensions présentées dans les normes ISO correspondantes. Ces roulements sont réputés fabriqués à partir d'un acier trempé de bonne qualité, par des méthodes éprouvées et de conception classique en ce qui concerne la forme des surfaces de contact roulantes.

Des calculs conduits selon 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. Il en sera de même si les conditions de fonctionnement perturbent la répartition normale des charges, par exemple déversement, précharge ou jeu excessif. En pareil cas, l'utilisateur devrait consulter le fabricant pour obtenir ses conseils sur l'évaluation de la charge statique équivalente.

La présente Norme internationale ne s'applique pas non plus à des constructions dans lesquelles les éléments roulants portent directement sur un arbre ou dans un logement, à moins que la surface de ces derniers ne soit à tous égards équivalente à celle du chemin qu'ils remplacent.

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

2 DÉFINITIONS

2.1 charge statique : Charge agissant sur un roulement dont les bagues ont une vitesse de rotation nulle l'une par rapport à l'autre.

2.2 charge radiale statique de base :

2.2.1 pour un roulement à billes : Valeur de la charge radiale statique qui provoque une déformation permanente totale (bille et chemin) au contact le plus chargé, égale à 0,000 1 du diamètre de la bille. 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 des bagues l'une par rapport à l'autre.

2.2.2 pour un roulement à rouleaux : Valeur de la charge radiale statique qui provoque une déformation permanente totale (rouleau et chemin) au contact le plus chargé, égale à 0,000 1 du diamètre du rouleau, sous condition que les rouleaux et le chemin aient, ou soient censés avoir, une génératrice commune (contact linéaire complet) sous charge nulle. 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 des bagues l'une par rapport à l'autre.

2.3 charge axiale statique de base :

2.3.1 pour une butée à billes : Valeur de la charge axiale statique centrée qui provoque une déformation permanente totale (bille et chemin) au contact le plus chargé, égale à 0,000 1 du diamètre de la bille.

2.3.2 pour une butée à rouleaux : Valeur de la charge axiale statique centrée qui provoque une déformation permanente totale (rouleau et chemin) au contact le plus chargé, égale à 0,000 1 du diamètre du rouleau, sous condition que les rouleaux et le chemin aient, ou soient censés avoir, une génératrice commune (contact linéaire complet) sous charge nulle.

2.4 charge radiale statique équivalente : Charge radiale statique qui provoquerait la même déformation permanente totale, au contact le plus chargé, que celle obtenue sous les charges réellement appliquées.

2.5 charge axiale statique équivalente : Charge axiale statique centrée qui provoquerait la même déformation permanente totale, au contact le plus chargé, que celle obtenue sous les charges réellement appliquées.

2.6 diamètre de rouleau (à utiliser dans les calculs de charges 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 une approximation suffisante du diamètre réel au niveau du point de contact avec le chemin de la bague démunie d'épaulements, sous charge nulle.

2.7 longueur de rouleau (à utiliser dans les calculs de charges 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, c'est 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.

2.8 angle de contact nominal : Angle existant entre un plan perpendiculaire à l'axe et la ligne théorique d'action de la résultante des efforts transmis par une des bagues ou rondelles à l'un des éléments roulants.

3 SYMBOLES

C_{or} = charge radiale statique de base, en newtons

C_{oa} = charge axiale statique de base, 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

L_{we} = longueur de rouleau à utiliser dans les calculs de charges de base, en millimètres

F_r = charge radiale, composante radiale de la charge appliquée, en newtons

F_a = charge axiale, composante axiale de la charge appliquée, en newtons

P_{or} = charge radiale statique, équivalente, en newtons

P_{oa} = charge axiale statique équivalente, en newtons

X_o = facteur de charge radiale

Y_o = facteur de charge axiale

Z = nombre d'éléments roulants dans un roulement à une rangée; nombre d'éléments roulants par rangée dans le cas de plusieurs rangées en comportant chacune le même nombre

i = nombre de rangées d'éléments roulants

α = angle nominal de contact, en degrés

4 ROULEMENTS À BILLES (RADIAUX)

4.1 Charge radiale statique de base

La charge radiale statique de base est donnée par les formules suivantes :

– pour les roulements à gorge, à contact droit ou contact oblique :

$$C_{or} = 12,3 i Z D_w^2 \cos \alpha$$

– pour les roulements à rotule :

$$C_{or} = 3,33 i Z D_w^2 \cos \alpha$$

Ces formules sont applicables à condition que le rayon de courbure du chemin des bagues intérieures des roulements à contact droit et à 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 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.

4.1.1 Ensembles de roulements

a) La charge radiale statique de base de deux roulements à une rangée, à contact droit ou 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), est égale à deux fois la charge de base de l'un de ces deux roulements.

b) La charge radiale statique de base de deux ou plusieurs roulements à une rangée, à contact droit ou 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 multiplié par la charge de base de l'un d'eux.

4.2 Charge radiale statique équivalente

La charge radiale statique équivalente des roulements à billes (radiaux) est égale à la plus élevée des deux valeurs données par les formules

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_{or} = F_r$$

Les facteurs X_o et Y_o sont donnés dans le tableau 1.

Les valeurs de Y_o à retenir pour des angles de contact intermédiaires s'obtiennent par interpolation linéaire.

TABLEAU 1 – Facteurs X_o et Y_o pour roulements à billes (radiaux)

Type de roulement	Roulements à une rangée		Roulements à deux rangées		
	X_o	Y_o	X_o	Y_o	
À contact droit ¹⁾	0,6	0,5	0,6	0,5	
À contact oblique	15°	0,5	0,46	1	0,92
	20°	0,5	0,42	1	0,84
	25°	0,5	0,38	1	0,76
	30°	0,5	0,33	1	0,66
	35°	0,5	0,29	1	0,58
	40°	0,5	0,26	1	0,52
	45°	0,5	0,22	1	0,44
À rotule, $\alpha \neq 0^\circ$	0,5	$0,22 \cot \alpha$	1	$0,44 \cot \alpha$	

1) La valeur maximale admise pour F_a/C_{Or} dépend de la construction interne du roulement (jeu et profondeur de gorges).

4.2.1 Ensembles de roulements

a) Lors du calcul de la charge radiale statique équivalente de deux roulements à une rangée, à contact droit ou 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), utiliser les valeurs X_o et Y_o applicables à un roulement à deux rangées, et les charges F_r et F_a totales appliquées sur l'ensemble.

b) Lors du calcul de la charge radiale statique équivalente de deux ou plusieurs roulements à une rangée, à contact droit ou 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 position T (tandem), utiliser les valeurs X_o et Y_o applicables à un roulement à une rangée, et les charges F_r et F_a totales appliquées sur l'ensemble.

5 BUTÉES À BILLES

5.1 Charge axiale statique de base

La charge axiale statique de base des butées à simple ou à double effet est donnée par la formule

$$C_{Oa} = 49 Z D_w^2 \sin \alpha$$

où Z est le nombre de billes supportant la charge dans une seule direction.

Cette formule est applicable à condition que le rayon de courbure du chemin n'exécède pas $0,54 D_w$.

L'aptitude de la butée 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 celui indiqué ci-dessus.

5.2 Charge axiale statique équivalente

La charge axiale statique équivalente des butées à billes avec $\alpha \neq 90^\circ$ est donnée par la formule

$$P_{Oa} = 2,3 F_r \tan \alpha + F_a$$

Cette formule est valable pour tous les rapports de proportion entre charge radiale et charge axiale, dans le cas des butées à double effet. Dans le cas des butées à simple effet, elle est limitée à $F_r/F_a \leq 0,44 \cot \alpha$, bien que les résultats restent relativement acceptables jusqu'à $F_r/F_a = 0,67 \cot \alpha$.

Les butées avec $\alpha = 90^\circ$ ne peuvent supporter que des charges axiales. La charge équivalente est donnée par la formule

$$P_{Oa} = F_a$$

6 ROULEMENTS À ROULEAUX (RADIAUX)

6.1 Charge radiale statique de base

La charge radiale statique de base des roulements à rouleaux (radiaux) est donnée par la formule

$$C_{Or} = 21,6 i Z L_{we} D_{we} \cos \alpha$$

NOTE – Pour les roulements dont la géométrie des surfaces en contact est telle que, sous une charge élevée, la répartition des contraintes le long du contact le plus chargé est sensiblement uniforme, la déformation permanente provoquée par une charge radiale égale à C_{Or} est généralement plus faible que celle définie en 2.2.2. Une charge statique équivalente proportionnellement plus élevée est alors admissible.

6.1.1 Ensembles de roulements

a) La charge radiale statique de base de deux roulements à une rangée, 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), est égale à deux fois la charge de base de l'un de ces deux roulements.

b) La charge radiale statique de base de deux ou plusieurs roulements à une rangée, 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 multiplié par la charge de base de l'un d'eux.

6.2 Charge radiale statique équivalente

La charge radiale statique équivalente des roulements à rouleaux avec $\alpha \neq 0^\circ$ est égale à la plus élevée des deux valeurs données par les formules

$$P_{Or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_{Or} = F_r$$

Les facteurs X_o et Y_o sont donnés dans le tableau 2.

La charge radiale statique équivalente des roulements

avec $\alpha = 0^\circ$, soumis à des charges radiales pures est donnée par la formule

$$P_{or} = F_r$$

NOTE — L'aptitude des roulements à rouleaux dont $\alpha = 0^\circ$ à supporter des charges axiales varie considérablement selon leur construction et leur exécution. L'utilisateur devrait donc consulter le fabricant pour le calcul de la charge équivalente de roulements dont $\alpha = 0^\circ$ est soumis à des charges axiales.

TABLEAU 2 — Facteurs X_o et Y_o pour roulements à rouleaux (radiaux)

Type de roulement	X_o	Y_o
À une rangée $\alpha \neq 0$	0,5	0,22 cot α
À deux rangées $\alpha \neq 0$	1	0,44 cot α

6.2.1 Ensembles de roulements

a) Lors du calcul de la charge radiale statique équivalente de deux roulements à une rangée, à 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), utiliser les valeurs X_o et Y_o applicables à un roulement à deux rangées et les charges F_r et F_a totales appliquées sur l'ensemble.

b) Lors du calcul de la charge radiale statique équivalente de deux ou plusieurs roulements à une rangée, 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 T (tandem) utiliser les valeurs X_o et Y_o applicables à un roulement à une rangée, et les charges F_r et F_a totales appliquées sur l'ensemble.

7 BUTÉES À ROULEAUX

7.1 Charge axiale statique de base

La charge axiale statique de base des butées à simple ou à double effet est donnée par la formule

$$C_{oa} = 98,1 Z L_{we} D_{we} \sin \alpha$$

où Z est le nombre de rouleaux supportant la charge dans une seule direction.

Si les rouleaux ont des longueurs différentes, on remplace $Z L_{we}$ par la somme des longueurs, définies en 2.7, de tous les rouleaux supportant la charge dans une seule direction.

NOTE — Avec des butées dont la géométrie des surfaces de contact est telle que, sous une charge élevée, la répartition des contraintes le long du contact le plus chargé est sensiblement uniforme, la déformation permanente provoquée par une charge radiale égale à C_{oa} est généralement plus faible que celle définie en 2.3.2. Une charge statique équivalente proportionnellement plus élevée est alors admissible.

7.1.1 Ensembles de butées

La charge axiale statique de base de deux ou plusieurs butées à simple effet, semblables et montées côte à côte sur le même arbre de telle manière qu'elles constituent un ensemble (montage par paire ou par ensemble) dans la position T (tandem), et si elles sont convenablement fabriquées et montées de manière à se répartir également la charge, est égale au nombre de butées multiplié par la charge de base de l'une d'elles.

7.2 Charge axiale statique équivalente

La charge axiale statique équivalente des butées à billes avec $\alpha \neq 90^\circ$ est donnée par la formule

$$P_{oa} = 2,3 F_r \operatorname{tg} \alpha + F_a$$

Cette formule est valable pour tous les rapports de proportion entre charge radiale et charge axiale, dans le cas de butées à double effet. Dans le cas de butées à simple effet, elle est limitée à $F_r/F_a \leq 0,44 \operatorname{cot} \alpha$, bien que les résultats restent relativement acceptables jusqu'à $F_r/F_a = 0,67 \operatorname{cot} \alpha$.

Les butées avec $\alpha = 90^\circ$ ne peuvent supporter que des charges axiales. La charge équivalente est donnée par la formule

$$P_{oa} = F_a$$

7.2.1 Ensembles de butées

Lors du calcul de la charge axiale statique équivalente de deux ou plusieurs butées montées côte à côte sur le même arbre de telle manière qu'elles constituent un ensemble (montage par paire ou par ensemble) dans la disposition T (tandem), utiliser les charges F_r et F_a totales appliquées sur l'ensemble.

