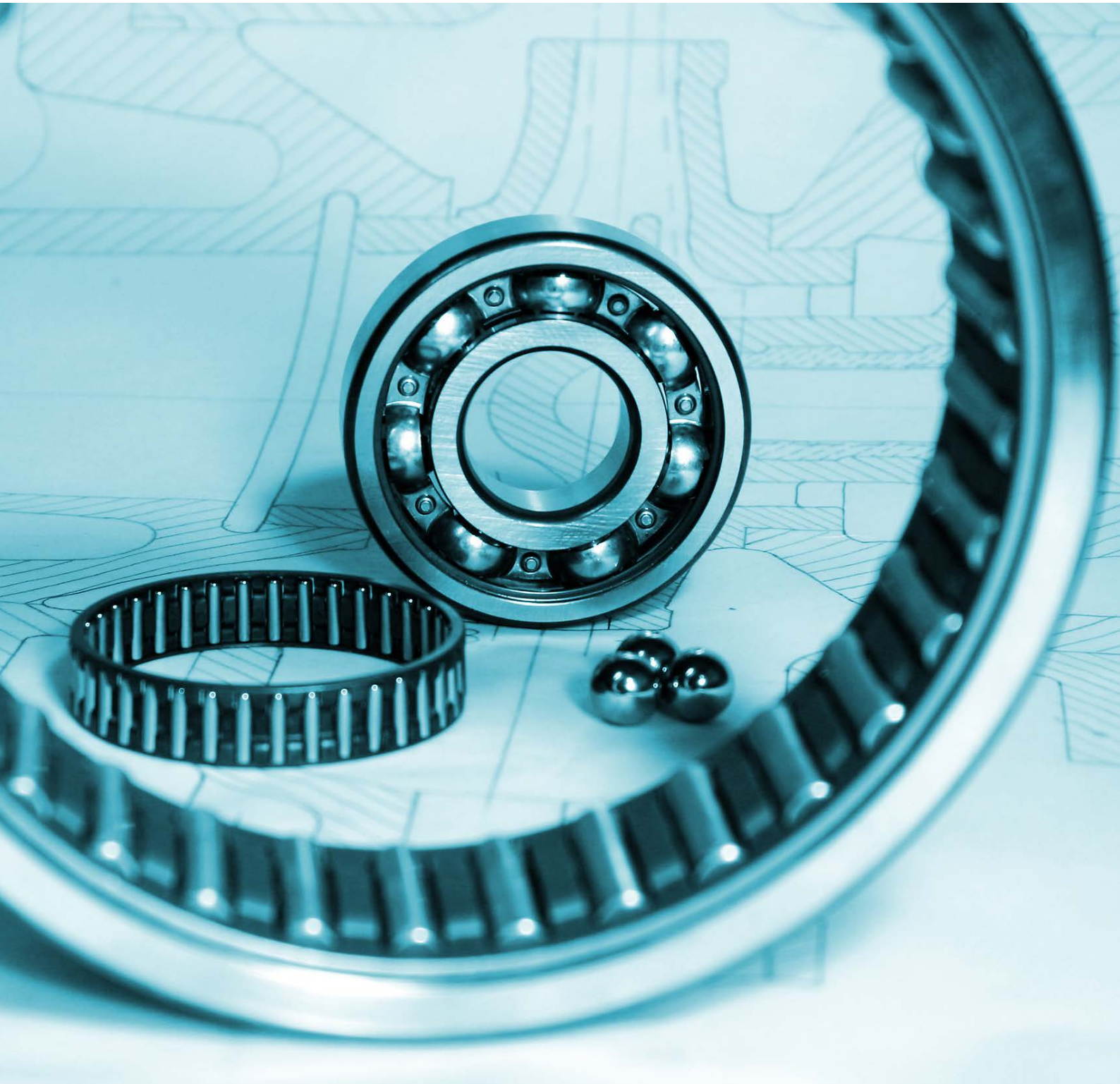


**NTN**

TOUT SUR LES  
ROULEMENTS



 [croulement-savant.fr](http://croulement-savant.fr)

01-	Bases et domaines d'application.....
02-	Conception et fonction.....
03-	Histoire des roulements.....
04-	Les points de contact.....
05-	Matériaux et fabrication.....
06-	Détail des différents types de roulements.....
07-	Le roulement à billes à gorge profonde.....
08-	Le roulement à billes à contact oblique.....
09-	Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques.....
10-	Le roulement à rouleaux cylindriques.....
11-	Le roulement à rouleaux coniques.....
12-	Le roulement à aiguilles.....
13-	Le palier auto-aligneur.....
14-	Le corps de palier.....
15-	Calcul de la durée de vie.....
16-	Lubrification.....
17-	Choix de l'ajustement.....
18-	Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge.....
19-	Palier fixe et palier libre.....
20-	Disposition en O, en X et en tandem.....
21-	Fixation des roulements et conception des pièces environnantes.....
22-	Étanchéité.....
23-	Dommmages dus à la fatigue.....
24-	Usure.....
25-	Déformation plastique.....
26-	Fissures et ruptures.....
27-	Corrosion.....
28-	Électro-érosion.....

## Résumé

- Les roulements sont des composants mécaniques de machines, utilisés dans de nombreuses applications
- Les roulements permettent de transférer des charges avec un frottement minimal
- Dans un roulement, les corps roulants ont un mouvement de rotation
- Les roulements sont divisés en deux catégories : les roulements à billes et les roulements à rouleaux
- Les roulements sont installés dans presque toutes les zones où une rotation est nécessaire

## Qu'est-ce qu'un roulement ?

Vous souhaitez en savoir plus sur les roulements ? Alors vous êtes au bon endroit !  
Commençons par une brève explication : un roulement est un composant mécanique utilisé dans diverses applications. Grâce au roulement, une connexion mobile est créée entre deux composants (arbre et logement) permettant de transmettre une charge avec un frottement minimal. Le terme « roulement » est le terme générique utilisé pour définir des pièces dans lesquelles des corps roulants roulent et transmettent une charge entre deux surfaces opposées. Les principaux composants d'un roulement sont [la bague extérieure](#), [la cage](#) et [les corps roulants](#). Les corps roulants peuvent se présenter sous différentes formes.



*Les roulements sont disponibles dans une grande variété de tailles.*

## Les types de roulements : roulements à billes et roulements à rouleaux

Les roulements peuvent être divisés en deux catégories. En plus des roulements à billes, qui sont probablement les roulements les plus connus, il existe aussi les roulements à rouleaux. Aujourd'hui, il est possible de fabriquer des roulements de différentes tailles et avec une grande variété de **matériaux**. En règle générale, les dimensions sont normalisées, mais il existe également des roulements sur-mesure adaptés à des applications spécifiques.

Les roulements à billes et à rouleaux peuvent être catégorisés en différents **types de roulements**. Sur roulement-savant.fr, vous trouverez plein d'informations intéressantes sur ces différents types et aussi tout ce qui mérite d'être connu sur les roulements !

## Domaines d'application des roulements

La fonction du roulement est très importante, car il est installé dans toutes les zones où un mouvement de rotation existe. La variété d'applications s'étend des plus grandes éoliennes aux plus petites brosses à dents électriques.

# Bases et domaines d'application

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

Les applications autour de la mobilité sont très diverses : les roulements sont indispensables, notamment dans l'aéronautique et l'industrie automobile. Par exemple, ils sont utilisés dans les moteurs d'avion de chez Airbus ou Boeing, dans les turbines et rotors d'hélicoptères ou encore dans les pompes à turbine et les satellites. Dans le secteur de l'automobile, ils peuvent également être trouvés dans le châssis comme roulements de roue ou dans les boîtes de vitesses. Enfin, les roulements sont utilisés dans les moteurs de voitures (hybrides et électriques) ou comme roulements d'embrayage. D'autres domaines d'application en font également l'usage tels que l'industrie du vélo, du ferroviaire ainsi que les machines agricoles et de construction.



*Les roulements d'avion se retrouvent dans les moteurs ainsi que dans le train d'atterrissage et les volets.*



*Qu'il s'agisse du moteur, de la boîte de vitesses, de la roue ou de l'embrayage : on n'y pense pas toujours mais les roulements sont également très présents dans les voitures.*

Comme mentionné précédemment, les roulements sont également indispensables dans le secteur éolien. Dans ce secteur innovant, on les retrouve comme roulements rotor, dans la boîte de vitesses et dans le générateur. Les roulements utilisés ici sont principalement des roulements à rouleaux tels que des [roulements à rotule sur rouleaux](#) ou [cylindriques](#).



*L'industrie éolienne est un domaine d'application à multiples facettes pour les roulements. Ils équipent le rotor principal, les boîtes de vitesses à vitesse variable, les pales et la nacelle.*

D'autres secteurs industriels utilisent les roulements, par exemple, la robotique et l'industrie alimentaire. Dans ce premier cas, ils prennent la forme de roulements à rouleaux croisés pour la précision, dans des réducteurs pour robots et dans des systèmes de capteurs. Dans l'industrie agroalimentaire, les roulements sont soumis à des exigences strictes. Avant tout, ils doivent répondre aux exigences sanitaires afin que la qualité des aliments puisse être garantie. Pour cette raison, on utilisera plutôt un [lubrifiant solide](#), et non de la graisse ou de l'huile, comme c'est généralement le cas. Les roulements sont également indispensables dans d'autres applications industrielles : les machines-outils, les machines textiles, la manutention, la production de ciment et l'industrie sidérurgique.

# Bases et domaines d'application

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 roulement-savant.fr



*Les roulements jouent un rôle important dans la robotique de pointe.*



*Les paliers auto-aligneurs et les roulements rigides à billes sont notamment utilisés dans l'industrie agroalimentaire et le convoyage.*

Comme vous pouvez le constater, les roulements remplissent une fonction centrale dans de nombreuses industries. Sans roulements, de nombreux systèmes ne pourraient pas être entraînés ou déplacés efficacement. C'est fou, les roulements nous accompagnent partout dans notre quotidien sans que nous les remarquions ; il est aussi probable que vous ayez à faire face à des roulements dans votre vie professionnelle.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Conception et fonction**

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

# Bases et domaines d'application

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Histoire des roulements

9. mars 2022

Les origines du roulement Saviez-vous que les précurseurs des roulements ont joué très tôt un rôle important ? Par exemple, dans l'Égypte ancienne, vers 2500

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Matériaux et fabrication

9. mars 2022

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur la conception et la fonction? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements.

[Poursuivre la lecture »](#)



## Résumé

- Les principaux composants des roulements : bague intérieure, bague extérieure, corps roulants, cage
- En option, un joint peut être installé dans une rainure sur la bague intérieure et extérieure
- La lubrification des roulements avec de la graisse ou de l'huile réduit le frottement et l'usure
- Roulements radiaux et axiaux

## Composants des roulements

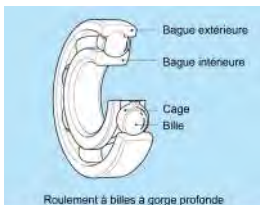
Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout sur les composants essentiels avant de vous expliquer comment ils sont disposés et comment ils fonctionnent dans le roulement. C'est parti !

Au total, il y a quatre composants principaux : les roulements se composent d'une **bague intérieure**, d'une **bague extérieure**, de corps roulants et d'une **cage**. Généralement, la bague intérieure est montée sur un essieu ou un arbre et la bague extérieure dans un logement.

Optionnellement, un **joint** peut être installé dans une **rainure** sertie dans la bague extérieure et en contact sur la bague intérieure. Sur la surface interne de la bague extérieure et la surface externe de la bague intérieure se trouvent les pistes de roulement. Les corps roulants se déplacent le long de la piste tout en sont fabriqués **sous forme de billes ou de rouleaux**, selon le type de roulement.

Les corps roulants permettent aux bagues intérieures et extérieures de tourner avec un

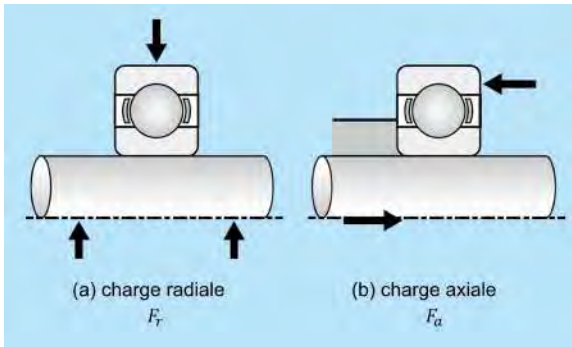
minimum de frottements. Pour minimiser ces frottements et limiter l'usure, les pistes de roulement doivent être suffisamment **lubrifiées** avec de la graisse ou de l'huile. Entre les bagues intérieures et extérieures, il y a aussi une cage, dont la fonction est de séparer les corps roulants. Elle sert également à guider les corps roulants sur la piste de roulement des bagues. Les cages peuvent être faites de différents **matériaux**. Une distinction est faite entre les cages en tôle, en métal massif ou en plastique. Pas mal, non ?



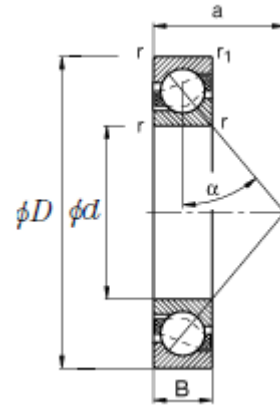
*Disposition des composants essentiels dans un roulement à billes.*

## Roulements radiaux et axiaux

En fonction de la direction de la charge à transmettre (l'angle de contact), une distinction est faite entre les roulements radiaux et axiaux (aussi appelés butées). Dans le cas d'une charge radiale, la force agit perpendiculairement à l'axe du roulement. Cependant, dans le cas d'une charge axiale, la force agissant sur le roulement est parallèle à l'axe. Heureusement, c'est relativement facile à retenir car le mot « axial » vient de « axis », alors que « radial » vient de « radius ». L'angle de contact pour les roulements à charge axiale est compris entre  $45^\circ$  et  $90^\circ$  alors que pour les roulements à charge radiale, il est compris entre  $0^\circ$  et  $45^\circ$ .



Représentation graphique des charges radiale et axiale.



Un roulement radial : l'angle de contact  $\alpha$  observé sur un roulement à billes à contact oblique.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Détail des différents types de roulements

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture >](#)

### **Étanchéité**

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture >](#)



## Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rotule sur rouleaux sphériques Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont de véritables roulements polyvalents. Ainsi, ces roulements sont capables

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Matériaux et fabrication

9. mars 2022

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur la conception et la fonction? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Palier fixe et palier libre

9. mars 2022

Est-ce que je choisis un [palier fixe](#), un palier réglable ou un palier flottant ? Cette question est importante lors de la conception d'un palier.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- L'histoire des roulements remonte à 2500 av. J.-C.
- De Vinci esquissait déjà des concepts de roulement dès la fin du 15ème siècle
- L'invention de la bicyclette a conduit à une demande accrue de roulements à billes fabriqués industriellement au 19ème siècle
- Le premier moulin à billes entièrement automatique est apparu dans la seconde moitié du 19ème siècle

## Les origines du roulement

Saviez-vous que les précurseurs des roulements ont joué très tôt un rôle important ? Par exemple, dans l'Égypte ancienne, vers 2500 av. J.-C., de lourdes charges étaient déjà transportées d'un point A à un point B grâce à des patins. Plus tard, des rouleaux ont été placés entre la surface de transport et les patins. Avec cette solution, le déplacement par **glissement** a donc été remplacé par un déplacement par roulement, encore utilisé aujourd'hui. Puis, l'événement charnière a été l'invention de la roue d'abord en pierre, puis en bois. Cependant, le problème des frottements à l'intérieur du moyeu de roue, qui entraînaient une usure sévère, persistait. Ainsi, Léonard de Vinci (1452-1519) réfléchissait-il déjà à la façon dont les roulements pourraient alors fonctionner avec un minimum de frottements. Puissant, n'est-ce pas ?

## De Vinci et le roulement

Les idées de Léonard de Vinci étaient généralement très avant-gardistes. Dès 1500, il réalise quelques croquis et dessins



sur le [thème des roulements à billes](#), dans le cadre du développement de son hélice aérienne (une sorte d'hélicoptère). De cette façon, Léonard de Vinci a pu expérimenter et acquérir ses premières connaissances sur un roulement à faibles frottements.

*Une idée ancienne mais en or : l'idée de ce roulement à billes par de Vinci présente des similitudes avec les roulements d'aujourd'hui.*

## L'importance des roulements pendant l'industrialisation

La bicyclette a eu un impact décisif sur le développement du roulement. Dans la seconde moitié du 19ème siècle, après l'invention de la draisienne en 1817, qui ressemblait déjà à la bicyclette, le roulement de la roue et la transmission arrière par chaîne ont été développés. Les cyclistes devant propulser le vélo eux-mêmes, le besoin de mouvement à faibles frottements s'est alors fait ressentir. Cela a créé une forte demande, d'où une fabrication de [roulements à billes](#) industrialisée. Enfin, Friedrich Fischer a conçu le premier moulin à billes entièrement automatique, dans lequel des billes d'acier ont été produites à la place de billes en pierre. À partir de 1886, Fischer fabrique même des roulements à billes complets. Peu de temps après, en 1918, NTN a commencé à produire des roulements à billes et en est devenu l'un des plus grands fabricants au monde.



Depuis l'invention de Fischer au 19ème siècle, les roulements à billes sont probablement le

type de roulement le plus connu, mais pas le seul. Vous pouvez en savoir plus en lisant notre article sur les [types de roulements](#).

## **Vous pourriez également être intéressé par** Bases et domaines d'application

4. avril 2022

Qu'est-ce qu'un roulement ? Vous souhaitez en savoir plus sur les roulements ? Alors vous êtes au bon endroit ! Commençons par une brève explication

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Conception et fonction**

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement à rouleaux cylindriques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux cylindriques Vous souvenez-vous de la caractéristique que tous les roulements à rouleaux ont en commun ? Nous parlons du contact

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement rigide à billes

1. mars 2022

Caractéristiques des roulements rigides à billes Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans – après quelques optimisations. Les

[Poursuivre la lecture »](#)

## Matériaux et fabrication

9. mars 2022

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur la conception et la fonction? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements.

[Poursuivre la lecture »](#)



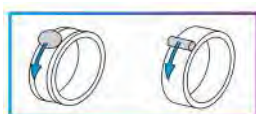
## Résumé

- Les contacts ponctuel et linéaire sont les types de contact existants entre les corps roulants et les chemins de roulement
- Le contact ponctuel dans les roulements à billes : contact des corps roulants avec le chemin en un point
- Le contact linéaire dans les roulements à rouleaux : contact des corps roulants avec le chemin sur une ligne

## Qu'entend-on par « contact ponctuel et linéaire » ?

Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en **deux catégories**. Cette distinction dépend de la forme des corps roulants, billes ou rouleaux/aiguilles, et par conséquent différencie les **roulements à billes** des roulements à rouleaux.

La principale différence entre ces deux conceptions réside dans le contact entre les corps roulants et la surface du chemin. Imaginez un **roulement à billes à gorge profonde** et un **roulement à rouleaux cylindrique** : dans un roulement à billes à gorge profonde, le contact entre les billes et le chemin est ponctuel d'un point de vue géométrique. Alors que les corps roulants d'un roulement à rouleaux cylindrique entrent en contact avec le chemin de manière linéaire.



## Les avantages et les inconvénients des contacts ponctuels et linéaires

Représentation  
graphique des contacts

Les deux types de contact ont des avantages et des inconvénients. Le contact ponctuel offre l'avantage que les roulements à billes peuvent

*ponctuels et linéaires.* être utilisés à grande vitesse. Ils sont parfois utilisés dans les machines-outils ou les moteurs électriques. Cependant, les roulements à billes ne peuvent pas supporter autant de charge que les roulements à rouleaux, leurs corps roulants offrant une plus grande surface de contact avec le chemin que les billes. En conséquence, les roulements avec contact linéaire peuvent généralement supporter des charges plus élevées que les roulements à billes et avoir une plus grande rigidité. D'autre part, le couple de frottement est plus élevé qu'avec les roulements à billes. En raison du contact linéaire, les roulements à rouleaux sont donc utilisés dans des applications à vitesses plus faibles – par exemple dans les boîtes de vitesses.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)



## **Le roulement à billes à contact oblique**

9. mars 2022

Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes. Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique Peut-être

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rotule sur rouleaux sphériques Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont de véritables roulements polyvalents. Ainsi, ces roulements sont capables

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement à rouleaux cylindriques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux cylindriques Vous souvenez-vous de la caractéristique que tous les roulements à rouleaux ont en commun ? Nous parlons du contact

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement rigide à billes

1. mars 2022

# Les points de contact

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

Caractéristiques des roulements rigides à billes Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans - après quelques optimisations. Les

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Les bagues de roulement et les corps roulants sont le plus souvent en acier ou plus rarement en céramique
- Les cages sont en tôle d'acier, laiton ou plastique
- Les étapes de fabrication des bagues de roulement : l'acier est usiné et traité thermiquement, puis rectifié
- Les étapes de fabrication des corps roulants : l'acier est découpé et embouti, puis est traité thermiquement. Il prend sa forme ronde par une opération de rectification
- Les étapes de fabrication des cages : le matériau de la cage peut être embouti, moulé ou usiné. Les corps roulants sont insérés dans la cage et l'ensemble est alors monté entre les bagues du roulement

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur [la conception et la fonction](#)? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements. Vous trouverez ici des réponses à ces questions ainsi que d'autres informations générales sur la fabrication des roulements.

## Matériaux : corps roulants et bagues de roulement

Dans la plupart des cas, les corps roulants et les bagues de roulement sont en acier à roulement. Celui-ci est normalisé sous le nom 100Cr6. L'acier utilisé est de la plus haute qualité et ne peut contenir que les plus petites inclusions métalliques. Une autre exigence importante : le matériau doit être capable de supporter des charges élevées. C'est la seule façon de garantir que les roulements conserveront précision et haute qualité de rotation. Les

matériaux à partir desquels les bagues et les corps roulants sont fabriqués doivent également être d'une dureté élevée après usinage. Ils doivent également avoir une bonne [résistance à la fatigue](#), à l'usure ainsi qu'une précision dimensionnelle parfaite. Chez NTN au Japon, on utilise l'acier à roulements japonais, désigné « SUJ2 » (équivalent à 100Cr6).

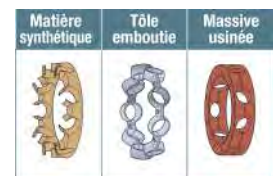


*Le roulement à rouleaux en est un excellent exemple : Ici, vous pouvez clairement voir que les corps roulants sont en acier à roulement.*

De nos jours, les corps roulants peuvent également être en céramique. Cela offre divers avantages. Par exemple, ceux-ci sont plus légers que ceux en acier, ce qui réduit les forces centrifuges et donc cela engendre une meilleure efficacité énergétique. Les corps roulants en céramique sont donc utilisés à des vitesses très élevées et conviennent également aux températures de fonctionnement froides ou extrêmement élevées. Un autre avantage des corps roulants en céramique est qu'ils empêchent le passage du courant électrique à travers le roulement car ils ne sont pas conducteurs. Les bagues de roulement peuvent également être en céramique, mais cela est très rare et uniquement nécessaire pour des applications spéciales avec des températures extrêmes.

## Matériaux : cage

En ce qui concerne les cages, on notera qu'elles doivent avoir une résistance suffisante pour pouvoir absorber les vibrations et les charges. De plus, les matériaux de la cage doivent avoir un faible coefficient de frottement, être légers et pouvoir résister aux températures générées par le roulement. Les roulements de petite et moyenne taille sont généralement équipés de cages en tôle d'acier, tandis que les grands roulements sont plutôt équipés de cages



*Les trois types de conception de cages. Elles sont adaptées aux roulements à billes.*

massives, principalement en laiton. Par rapport aux cages tôle en acier, les cages en laiton sont adaptées aux fortes vibrations et peuvent supporter des charges plus importantes lors de l'accélération et de la décélération des corps roulants. De plus, des cages en plastique sont également utilisées. Ces cages sont bien adaptées aux fortes vibrations et se caractérisent par le fait que leur frottement, leur température et le bruit généré sont globalement faibles.

Matériau de la cage	Avantages et inconvénients
Tôle d'acier	<u>Avantages</u> : elle ne limite pas la température de fonctionnement du roulement, économique <u>Inconvénients</u> : non adaptée aux applications vibrantes
Laiton	<u>Avantages</u> : pas de limite en température, adapté aux applications vibrantes, bonne résistance aux fortes accélérations <u>Inconvénients</u> : cher
Plastique	<u>Avantages</u> : souple et adapté aux fortes vibrations, à basse température et à la génération de bruit, à faible frottement <u>Inconvénients</u> : température de fonctionnement limitée

*Vous trouverez ici un aperçu des avantages et des inconvénients des trois principaux matériaux de cage.*

## Fabrication des bagues de roulement

Ce ne sont pas seulement les matériaux utilisés dans la production des roulements, mais aussi la façon dont ils sont fabriqués qui est intéressante. La matière première, sous forme

de tubes ou de barres, est utilisée pour la fabrication des bagues de roulement. Celles-ci peuvent être usinées ou mises en forme. En usinage, les bagues sont grossièrement puis finement usinées à froid par une opération de décolletage. La mise en forme des bagues est divisée en deux procédés : par **forgeage** ou par roulage. En forgeage, une ébauche préalablement chauffée est mise en forme sous presse. En roulage, le matériau, encore chaud, est mis en forme en le tournant à l'aide d'un outil de roulage. Une fois que les bagues en acier ont été mises en forme en utilisant l'une des deux méthodes, elles sont d'abord chauffées à haute température pour modifier leur structure lors du processus d'**austénitisation**. Ensuite, les bagues de roulement sont trempées. L'objectif est que les bagues atteignent la dureté souhaitée. Dans la troisième étape, pendant le revenu, l'acier est chauffé à nouveau pour réduire les contraintes résiduelles qui se sont développées dans le matériau. Pour obtenir la géométrie finale, les bagues de roulement sont ensuite rectifiées afin que leurs diamètres soient amenés à la taille souhaitée et que les pistes de roulement soient parfaitement usinées.

## Fabrication des corps roulants

L'acier sous forme de bobines de fil est utilisé comme matière première pour les corps roulants. L'ébauche, comme on l'appelle, est coupée à la longueur souhaitée, pressée, poinçonnée et emboutie avant d'être mise en forme ronde grâce à une opération de tonnelage. Les corps roulants sont également soumis au même traitement thermique que les bagues de roulement. La géométrie des billes est ensuite atteinte en les rectifiant en plusieurs étapes. Dans la dernière étape, les corps roulants sont inspectés, triés et conditionnés.

## Fabrication des cages

Le processus de production des cages en tôle d'acier peut être décrit comme suit : une feuille d'acier est découpée et emboutie de manière à créer des alvéoles pour y placer les corps roulants. La cage se compose de deux moitiés. Une fois les billes insérées et positionnées



entre les bagues de roulement, les deux moitiés de cage sont assemblées par soudure par points ou par rivetage.

Matériaux	Composants	Avantages et inconvénients
Acier	Bagues de roulement, corps roulants	<u>Avantages</u> : résiste à des charges élevées et aux chocs, peu sensible à la <a href="#">rupture</a> , plus silencieux que la céramique <u>Inconvénients</u> : poids élevé et vitesses limites faibles, ne convient pas aux températures supérieures à 120 ° C en standard sans traitement thermique spécial
Céramique	Bagues de roulement, corps roulants	<u>Avantages</u> : plus léger que l'acier et vitesses limites plus élevées, adapté à une utilisation à des températures froides et chaudes <u>Inconvénients</u> : moins tolérant aux charges et aux chocs élevés, génération de bruit plus élevée que l'acier, relativement coûteux

*Le type d'application ainsi que les avantages et les inconvénients de l'acier et de la céramique peuvent être trouvés ici.*

Opération	Bagues	Corps roulants	Cage
<b>Matière</b>	Tubes, barres 	Fils 	Feuilles 
<b>Mise en forme</b>	Décolletage  Forgeage  Roulage 	Coupe et frappe du lopin  Ebauche 	Emboutissage des cages en tôle  Moulage des cages plastiques Décolletage des cages massives 
<b>Traitement thermique</b>	<p>830° C Austénisation    Trempe 40° C    170° C Revenu</p>		
<b>Finition</b>	<b>Rectification</b> Bague extérieure  Bague intérieure  Meule  Cylindre d'entraînement  <b>Superfinition</b> 	Rectification sur meule  Rodage par pâte abrasive entre 2 plateaux 	
<b>Montage du roulement</b>	Lavage, Marquage, Contrôle final, Emballage 		

*Vous trouverez ici un aperçu des différentes étapes du processus de fabrication des roulements.*

## Plus d'informations sur roulement-savant.fr

Vous en savez maintenant plus sur les matériaux et la fabrication des roulements. Si vous souhaitez aller plus loin, vous pouvez vous renseigner sur les différents [types de roulements](#), la [sélection du bon roulement](#) ou la [conception des montages de roulements](#) sur roulement-savant.fr.

## Vous pourriez également être intéressé par Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continu, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## Détail des différents types de roulements

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Il existe essentiellement deux catégories de roulements : les roulements à billes et les roulements à rouleaux
- Roulements à billes : corps roulants sphériques, contact ponctuel entre les corps roulants et la piste de roulement, adaptés aux vitesses élevées, exemple : roulements rigides à billes
- Roulements à rouleaux : corps roulants de type rouleaux, contact linéaire entre les corps roulants et la piste de roulement, adaptés aux charges élevées, exemple : roulements à rouleaux cylindriques

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les [bases des roulements](#), vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés en deux catégories - à savoir les [roulements à billes](#) et les roulements à rouleaux.

## Roulements à billes

Les roulements à billes sont généralement caractérisés par leurs corps roulants de la forme d'une bille et touchant la piste du roulement. Lorsqu'ils sont chargés, la surface de contact entre bille et [chemin de roulement](#) forme une ellipse, signe d'une certaine déformation. En raison du [contact ponctuel](#), la [résistance au roulement](#) des roulements à billes est faible, de sorte que ceux-ci sont principalement utilisés dans des applications à grande vitesse et à faibles charges. Normalement, leur capacité de charge n'est pas aussi élevée que celle des roulements à rouleaux. Les roulements à billes radiaux peuvent toutefois accepter des charges dans les directions axiale et radiale.

# Détail des différents types de roulements

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr



*Roulements à billes avec corps roulants visibles.*



*Les corps roulants allongés des roulements à rouleaux, ex : roulements à rouleaux cylindriques, ont un*

# Détail des différents types de roulements

*contact linéaire avec la piste de roulement.*

## Roulements à rouleaux

Les roulements à rouleaux ont généralement les propriétés opposées à celles des roulements à billes : la surface de contact des corps roulants chargés sur la piste de roulement a la forme d'un rectangle sous déformation, on parle dans ce cas de **contact linéaire**. Cela conduit à un couple de frottement relativement élevé et à une rigidité accrue. C'est pour cette raison que les roulements à rouleaux sont plus adaptés aux applications à basse vitesse que les roulements à billes, et ont une capacité de charge plus élevée. Les roulements à rouleaux cylindriques sont essentiellement adaptés aux charges radiales, tandis que les roulements à rotule sur rouleaux ou coniques peuvent accepter des charges dans les directions axiale et radiale.

Roulement à billes	Roulement à rouleaux
Contact ponctuel	Contact linéaire
Faible résistance au roulement	Couple de frottement élevé
Convient aux applications à grande vitesse	Les applications doivent avoir une vitesse inférieure aux roulements à billes
Capacité de charge réduite	Capacité de charge plus élevée, rigidité accrue
La prise de charge est généralement possible dans les directions radiale et axiale	Dans certains cas, la prise de charge n'est possible que dans la direction radiale. Dans les autres cas, la prise de charge est possible dans les directions radiale et axiale.


*La vitesse et la capacité de charge sont des facteurs importants, mais ils ne peuvent pas être conjoints sur*

# Détail des différents types de roulements



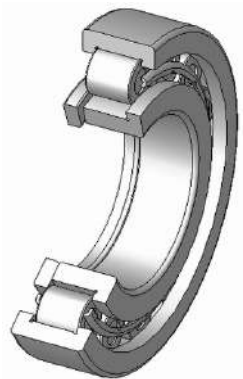
*un même type de roulement.*

## Types de roulements à billes et à rouleaux

Les types de roulements à billes bien connus sont : les [roulements à billes à gorge profonde](#), les [roulements à billes à contact oblique](#) et les roulements à quatre points de contact. Dans le cas des roulements à rouleaux, on trouve en particulier les [roulements à rouleaux cylindriques](#) et aussi d'autres types de roulements à rouleaux, dont les corps roulants ont une forme légèrement modifiée, par exemple : les [roulements à aiguilles](#), les [roulements à rouleaux coniques](#) et les [roulements à rotule sur rouleaux](#). Dans la section types de roulements, vous trouverez des informations détaillées sur les différents types de roulements à billes et à rouleaux ainsi que sur les paliers. Les propriétés principales des différents types de roulements peuvent être visualisées dans un tableau de synthèse.




Type	Image	Avantages	Inconvénients
Roulement à billes			
<a href="#">Roulements à billes à gorge profonde</a>		<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Lubrification</a> simple</li><li>• Disponible en plusieurs tailles</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sensible aux chocs</li><li>• Duré de vie relativement faible</li></ul>

# Détail des différents types de roulements

<p>Roulements à billes à contact oblique</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Peut être installé par paires : plus résistant que les roulements à billes à gorge profonde</li><li>• Préchargement possible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Assemblage plus complexe et coûts plus élevés</li></ul>
<p>Butée à billes à gorge profonde</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Montage possible de pièces séparées</li><li>• Ne peut compenser les défauts d'alignement que dans une mesure limitée</li><li>• Doit être exempt de charge radiale de par sa conception</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vitesses plus faibles</li></ul>
<p>Roulements à rouleaux</p>			
<p>Roulements à rouleaux cylindriques</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• A dimensions égales, meilleure capacité de charge qu'un roulement à billes</li><li>• Vitesses les plus élevées de tous les roulements à rouleaux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les désalignements doivent être évités</li><li>• Frottements élevés dans le cas de roulements à rouleaux jointifs, sans cage</li></ul>



# Détail des différents types de roulements

<p>Roulements à rouleaux coniques</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Adaptés aux charges radiales et axiales combinées</li><li>• Si appairage : le jeu ou la précharge des roulements peuvent être ajustés selon les besoins</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vitesses limites inférieures à celles des autres roulements à rouleaux</li><li>• Lubrification à l'huile souvent nécessaire</li></ul>
<p>Roulements à rotule sur rouleaux</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Adaptés aux charges radiales et axiales combinées</li><li>• Capacité de charge la plus élevée de tous les roulements</li><li>• Permet de compenser le désalignement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas d'inconvénients majeurs</li></ul>
<p>Roulements à aiguilles</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Compacité</li><li>• Bien adaptés aux charges oscillantes</li><li>• Faibles coûts</li><li>• Charges nominales les plus élevées pour un encombrement minimal par rapport aux autres types de roulements</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Augmentation du niveau sonore</li><li>• Les désalignements doivent être évités</li></ul>

*Généralités et caractéristiques spécifiques des roulements à billes et des roulements à rouleaux.*

# Détail des différents types de roulements

Type	Bague extérieure	Bague intérieure	Corps roulants	Matière synthétique	Tôle emboutie	Massive usinée
 Roulement à billes						
 Rit à rouleaux cylindriques						
 Rit à rouleaux coniques	 (cuvette)	 (cône)				
 Rit à rotule sur rouleaux						
 Roulement à aiguilles						
 Butée à billes	 (rondelle logement)	 (rondelle arbre)				
 Butée à rotule sur rouleaux	 (rondelle logement)	 (rondelle arbre)				

# Détail des différents types de roulements

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

*Ce tableau vous donne un aperçu des principaux types de roulements ainsi que leurs corps roulants et leurs cages.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** Bases et domaines d'application

4. avril 2022

Qu'est-ce qu'un roulement ? Vous souhaitez en savoir plus sur les roulements ? Alors vous êtes au bon endroit ! Commençons par une brève explication

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Conception et fonction**

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Le palier auto-aligneur**

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements inserts Le roulement insert, conçu comme un roulement à billes à gorge profonde, possède une [bague extérieure](#) de forme sphérique. Le corps

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Le roulement à rouleaux cylindriques**

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux cylindriques Vous souvenez-vous de la caractéristique que tous les roulements à rouleaux ont en commun ? Nous parlons du contact

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Le roulement rigide à billes**

1. mars 2022

Caractéristiques des roulements rigides à billes Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans - après quelques optimisations. Les

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Les points de contact**

9. mars 2022

# Détail des différents types de roulements

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 Croulement-savant.fr

Qu'entend-on par « contact ponctuel et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

# Le roulement rigide à billes

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

## Résumé

- Les roulements rigides à billes sont le type de roulement le plus utilisé
- Ils sont utilisés de diverses manières et dans une grande variété de domaines
- Ils conviennent aux applications à grande vitesse
- Code de symbolisation : 6
- Les butées à billes n'absorbent que les charges axiales et ne conviennent pas aux vitesses élevées
- Les roulements à billes à gorge profonde étanches ont des rainures dans les bagues de roulement, ce qui permet l'installation d'un joint

## Caractéristiques des roulements rigides à billes

Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans – après quelques optimisations. Les roulements rigides à billes ne sont pas seulement l'un des modèles de roulements les plus anciens, mais aussi le modèle de roulement le plus largement utilisé. Employé de différentes manières, on le retrouve dans une grande variété de domaines : ils équipent entre autres, les moteurs électriques, les petites boîtes de vitesses et les lecteurs de PC. Il est donc tout à fait possible que vous soyez déjà entré en contact plus étroit avec le roulement rigide à billes lors de vos études, de votre formation ou de votre travail.

Les roulements rigides à billes sont des roulements non démontables avec des gorges profondes qui conviennent à l'admission de charges **radiales et axiales** dans les deux sens.

# Le roulement rigide à billes



Comme tous les roulements, le roulement rigide à billes se compose d'une **bague intérieure**, d'une **bague extérieure**, de corps roulants (billes) et d'une **cage**.

Par conséquent, ils peuvent également supporter des charges combinées. Ce sont des charges résultant de la combinaison de forces radiales et axiales. Lorsque les billes sont utilisées comme corps roulants, elles ont un **contact ponctuel** avec la surface du chemin. Pendant la rotation des corps roulants, seule une petite zone est chargée, ce qui signifie que seule une petite quantité de chaleur est générée. Les roulements rigides à billes sont donc particulièrement adaptés aux applications à grande vitesse. De plus, ces roulements peuvent être **lubrifiés**, soit à la graisse, soit à l'huile. Enfin, les roulements rigides à billes sont disponibles dans de nombreuses tailles et conceptions. En revanche, le principal inconvénient des **roulements à billes** est qu'en raison du **contact ponctuel** avec les corps roulants, la charge qu'ils peuvent admettre est donc limitée. De plus, les roulements rigides à billes sont sensibles aux chocs et ont une **durée de vie** relativement courte.

Un roulement à billes à gorge profonde peut toujours être reconnu par le numéro de code de symbolisation « 6 ». Il peut être divisé en huit séries différentes. La série de dimensions est marquée par le deuxième chiffre de la désignation du roulement (ou dans le cas de « 160 », le troisième) et indique les séries de largeur et de diamètre du roulement rigide à billes. Quelle que soit la série de dimensions, les cages pour les petites tailles sont généralement en tôle d'acier. Pour certaines séries de roulements rigides à billes (en particulier pour les grands roulements et les roulements pour les vitesses élevées), des cages massives sont

# Le roulement rigide à billes

principalement utilisées.

Série de roulement	Cage en tôle d'acier	Cage massive en laiton
67	6700-6706	---
68	6800-6834	6836-68/600
69	6900-6934	6936-69/500
160	16001-16052	16056-16072
60	6000-6052	6056-6084
62	6200-6244	---
63	6300-6344	---
64	6403-6416	---

Chez NTN, les roulements rigides à billes des séries 68, 69, 160 et 60 sont équipés d'une cage massive en standard pour les grandes tailles.



## Butée axiale à billes à gorge profonde

Les butées axiales à billes à gorge profonde sont symbolisées avec

Un sous-groupe de roulements rigides à billes sont les butées axiales à billes à gorge profonde. En ce qui concerne leur conception, l'avantage est que ces butées, même si elles semblent être un

# Le roulement rigide à billes

NTN  
Make the world NIMERAKA

roulement-savant.fr

*le numéro de code « 5 » et une désignation de roulement à cinq chiffres.*

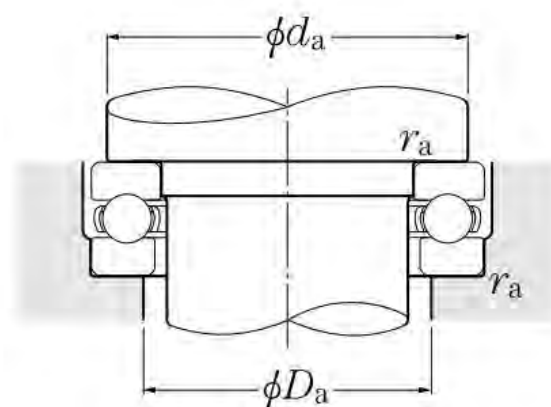
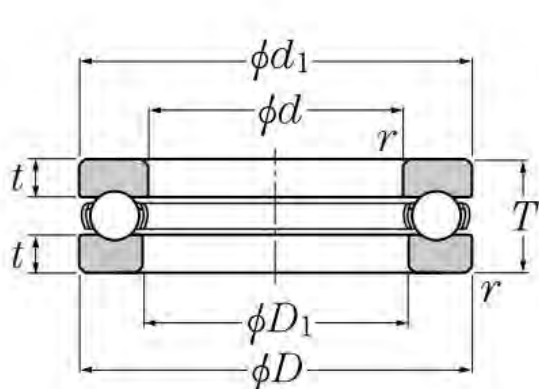
ensemble, se composent de plusieurs pièces (une rondelle d'arbre, une rondelle de logement, un anneau de billes avec une cage). Cela permet d'installer les pièces séparément. La rondelle d'arbre des butées a un alésage rectifié, alors que l'alésage de la rondelle du logement est plus grand et tourné. Les deux rondelles accueillent des chemins de roulement sous forme de gorges. Comme pour les roulements à billes à gorge profonde conventionnels, les cages en tôle d'acier sont souvent installées dans les butées axiales à billes à gorge profonde. Cependant, l'utilisation d'autres matériaux de cage est également possible ici. Les butées axiales à billes à gorge profonde doivent être montées avec un léger jeu radial.

Comme leur nom l'indique, ces butées n'admettent que des **charges axiales**. Selon la conception, ces forces axiales peuvent agir d'un côté ou des deux, mais les butées ne sont pas capables d'accepter les forces radiales. Les butées axiales à billes à gorge profonde à double rangée présentent une ou deux différences avec les butées à simple rangée : il existe également une rondelle d'arbre, complétée par deux rondelles de logement et deux rangées de billes. Enfin et surtout, ils peuvent guider l'arbre des deux côtés.

Les butées axiales à billes à gorge profonde ont généralement un **angle de pression** de 90° et diffèrent des roulements rigides à billes standard par une **précharge** axiale nécessaire pour éviter le **glissement** entre les corps roulants et les chemins. Les butées dont la rondelle de logement possède un contour extérieur sphérique sont généralement capables de compenser les désalignements qui se produisent entre l'arbre et le logement. Contrairement à ce qui est typique pour les roulements à billes, les butées axiales à billes à gorge profonde ne conviennent pas aux applications à grande vitesse.



# Le roulement rigide à billes

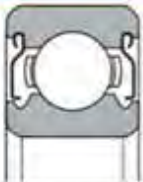
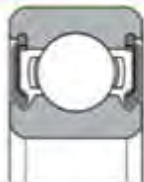
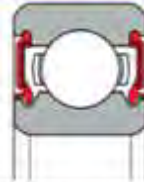
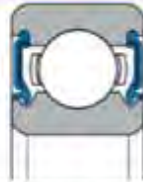


Voici à quoi ressemble le plan d'une butée axiale à billes à gorge profonde à simple rangée.

## Étanchéité des roulements rigides à billes

A ce sujet, quelques bases à propos de l'**étanchéité** sont également importantes. Il est utile de savoir que pour fixer un **joint**, la bague intérieure a une **rainure** en forme de V. Le joint est fixé à l'opposé, sur la bague extérieure, et s'étend jusqu'à la rainure. La conception du joint détermine si et dans quelle mesure il touche la rainure de la bague intérieure. Pendant la rotation du roulement et sous l'effet de la **force centrifuge**, la rainure sert également à maintenir la saleté à l'extérieur. En revanche, la **graisse** présente dans le roulement est acheminée vers l'intérieur.

# Le roulement rigide à billes

Types et codes		Type fermé par déflecteurs		Type étanche	
		Sans contact, type ZZ	Sans contact, type LLB	Frottant (avec contact), type LLU	Faible couple, type LLH
Conception					
		La bague extérieure de ces roulements est équipée de flasques métalliques ; la bague intérieure comporte une rainure en forme de V et le jeu avec le flasque crée un effet labyrinthe.	La bague extérieure est équipée d'un joint en caoutchouc comportant un renfort en acier ; sa lèvre forme un labyrinthe avec la rainure en V de la bague intérieure.	La bague extérieure est équipée d'un joint en caoutchouc comportant un renfort en acier ; les lèvres du joint frottent sur la bague intérieure.	La conception de base est la même que pour le type LLU, mais les lèvres sont spécialement dessinées pour empêcher la pénétration de corps étrangers ; conception pour réduire le couple résistant.
Comparaison des performances	Couple	Faible	Faible	Relativement élevé	Moyen
	Étanchéité à la poussière	Bonne	Meilleure que le type ZZ	Excellente	Nettement meilleure que le type LLB
	Étanchéité à l'eau	Faible	Faible	Très bonne	Bonne
	Capacité haute vitesse	Identique au type ouvert	Identique au type ouvert	Limitée par les étanchéités frottantes	Nettement meilleure que le type LLU
	Plage temp. admissible <sup>(1)</sup>	Dépend du lubrifiant	-25 à 120 °C	-25 à 110 °C	-25 à 120 °C

Variante *d'étanchéité* courantes pour roulements rigides à billes. Dans la partie inférieure de l'image, vous pouvez voir la rainure en forme de V sur la bague intérieure.

Si vous voulez en savoir plus à ce sujet, vous trouverez des informations plus détaillées dans notre chapitre sur *l'étanchéité*.

**Vous pourriez également être intéressé par**  
 Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

# Le roulement rigide à billes

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

Zut – le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## Détail des différents types de roulements

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Étanchéité

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « contact ponctuel et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans **lubrification** : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

# Le roulement à billes à contact oblique

## Résumé

- Les roulements à billes à contact oblique peuvent être utilisés universellement et sont plus résistants que les roulements à billes à gorge profonde
- L'utilisation d'un joint est facultative
- Code de symbolisation : 7 (simple rangée), 3 (double rangée)
- Appairage de deux roulements à billes à contact oblique (en O, en X ou en tandem) possible, mais cela conduit à un assemblage relativement complexe
- Les autres types de roulements à billes à contact oblique comprennent les roulements de broche et les roulements à quatre points de contact



*Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes.*

## Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique

Peut-être connaissez-vous déjà certaines caractéristiques du [roulement à billes à gorge profonde](#). Cela sera utile plus bas sur cette page, car le roulement à billes à contact oblique est très similaire au roulement à billes à gorge profonde en termes de structure. Cependant, il existe quelques différences clés. Les roulements à billes à contact oblique peuvent également être utilisés universellement dans de nombreuses applications et sont parfois spécialement installés dans les machines-outils.

Tout comme les [roulements rigides à billes](#), les roulements à billes à contact

# Le roulement à billes à contact oblique

oblique ne sont généralement pas démontables. La caractéristique principale le différenciant du roulement à billes à gorge profonde est son **angle de pression  $\alpha$** , défini entre l'axe du roulement et la ligne de contact traversant **bague intérieure**, bille, **bague extérieure**.



*Avec des roulements à billes à contact oblique disposées en X, les forces axiales peuvent être admises dans les deux directions opposées.*



*C'est ainsi que vous pouvez imaginer un roulement à billes à contact oblique à double rangée. Les corps roulants ont une bague intérieure et extérieure commune.*

Les roulements à billes à contact oblique peuvent admettre des charges radiales ainsi que des charges axiales provenant d'une direction. En fonction du rapport de charge axiale et radiale, différents angles de pression  $\alpha$  sont utilisés. En termes de charges axiales, les roulements à billes à contact oblique sont donc plus résistants que les **roulements à billes à gorge profonde**. Deux roulements à billes à contact oblique sont souvent disposés l'un contre l'autre, ce qui se traduit alors par deux rangées de corps roulants.

En conséquence, les charges axiales agissant sur les roulements peuvent fonctionner dans les deux directions opposées (**appairage en O ou en X**). Une charge plus importante peut être admise dans une direction axiale (**disposition en tandem**). De plus, les roulements à billes à contact oblique sont souvent préchargés afin qu'il y ait peu voire pas de jeu radial dans le roulement. L'avantage de la **précharge** est que les roulements à billes à contact oblique peuvent ainsi être adaptés à l'application en termes de rigidité, de guidage de l'arbre et

# Le roulement à billes à contact oblique

de concentricité.

Le fait que les charges axiales ne puissent être admises que dans un sens demande une attention particulière. Il est en effet impératif de prêter attention à la direction d'installation lors du montage de roulements à billes à contact oblique. Cependant, s'il est clair que des charges axiales peuvent se produire dans les deux sens, l'utilisation d'un roulement à billes à contact oblique appairé est indispensable. Tout comme pour les roulements [rigides à billes](#), les roulements à billes à contact oblique peuvent également être fournis avec un [joint](#). En raison du fait qu'ils sont installés par paires, l'installation de roulements à billes à contact oblique est plus complexe et plus coûteuse que celle des roulements à billes à gorge profonde.

Selon la norme, les roulements à billes à contact oblique à une rangée sont symbolisés avec le numéro de code 7 et les roulements à billes à contact oblique à double rangée avec le numéro de code 3. Les cages pour roulements à billes à contact oblique sont essentiellement disponibles dans les trois [matériaux](#) courants : plastique, tôle d'acier et laiton. Le matériau de la [cage](#) utilisé peut être adapté en fonction de l'application. Pour les petites tailles, une cage en plastique ou en tôle d'acier est souvent utilisée pour leur faible coût.

Type	Série de roulement	Cage moulée par injection plastique	Cage en tôle d'acier	Cage massive en laiton

# Le roulement à billes à contact oblique

Standard	79	7904-7913	---	7914-7960
	70	7000-7222	---	7026-7040
	72	---	7200-7222	7224-7240
	73	---	7300-7322	7324-7340
	72B	---	7200B-7222B	7224B-7224B
	73B	---	7300B-7322B	7324B-7340B
Roulement à 2 rangées	52	---	5200S-5317S	---
	53	---	5300S-5314S	---
Roulement à quatre points de contact	QJ2	---	---	QJ208-QJ224
	QJ3	---	---	QJ306-QJ324

*Certaines dimensions de roulements sont équipées en standard de cages en plastique, d'autres en tôle d'acier et d'autres encore en cages en laiton massif.*

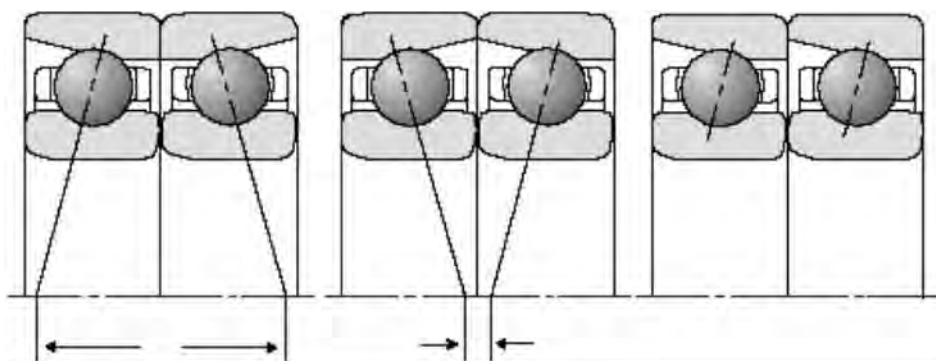
## Appairage de roulements à billes à contact oblique

Comme mentionné précédemment, les roulements à billes à contact oblique peuvent être appairés. Il est possible d'installer les corps roulants dans différents arrangements. Les dispositions les plus courantes des roulements sont les [arrangements en O](#), [en X](#) et [en tandem](#). Dans le cas des machines-outils en particulier, un appairage de roulements est également effectué avec une combinaison de plusieurs de ces dispositions.

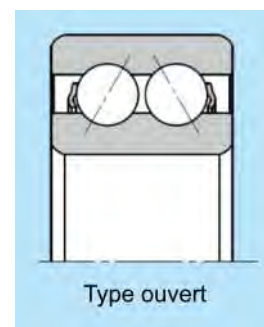
## Autres types de roulements à billes à contact oblique : roulements à broche et roulements à quatre points de contact

# Le roulement à billes à contact oblique

En plus des roulements à billes à contact oblique à une ou deux rangées, il existe d'autres types. Il s'agit, par exemple, des roulements de broche ou des roulements à quatre points de contact. Les roulements de broche sont fabriqués dans de meilleures classes de précision que les roulements à billes à contact oblique classiques et ont des corps roulants plus petits. Ceux-ci sont utiles pour atteindre des vitesses très élevées. La particularité des roulements à quatre points de contact est qu'ils peuvent être chargés axialement depuis n'importe quelle direction.



Disposition en O, en X et en tandem des corps roulants dans des roulements à billes à contact oblique appairés.



Disposition des corps roulants dans un roulement à billes à contact oblique à double rangée.  
 Type ouvert

## **Vous pourriez également être intéressé par** Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés



# Le roulement à billes à contact oblique

[Poursuivre la lecture »](#)

## Disposition en O, en X et en tandem

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les roulements à billes à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)

## Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

9. mars 2022

Le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#) (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans [lubrification](#) : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont des roulements universellement utilisés
- Ils équipent principalement les machines dans l'industrie lourde
- Ils sont auto-alignés et ont deux rangées de corps roulants
- Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques ont une capacité de charge élevée et peuvent compenser des désalignements relativement importants
- Code de symbolisation : 2
- Deux modèles de roulements à rotule sur rouleaux sphériques existent chez NTN : Type B et Type E
- Un manchon de serrage peut être utilisé lors du montage de roulements avec un alésage conique

## Caractéristiques des roulements à rotule sur rouleaux sphériques

Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont de véritables roulements polyvalents. Ainsi, ces roulements sont capables d'admettre

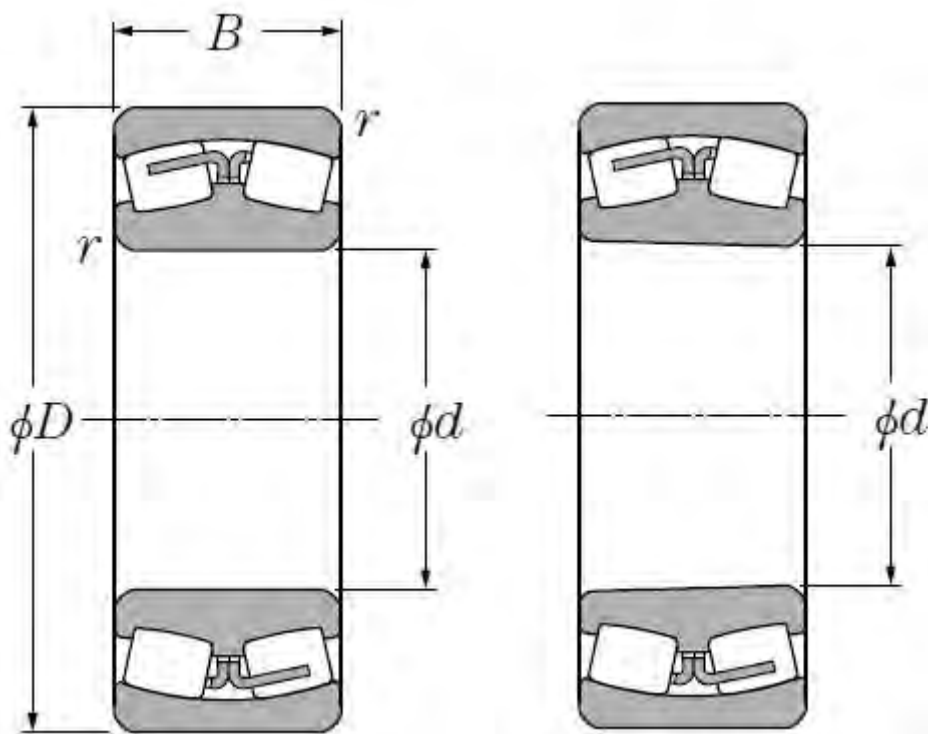
# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

de lourdes charges dans les directions axiale et radiale. Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont principalement utilisés dans les industries lourdes : les hélices de navires, les concasseurs de pierres ou le rotor principal des éoliennes...

Les chemins de roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont rectifiés suivant une forme sphérique afin que les rangées de corps roulants puissent rotuler autour de l'axe de rotation. Les corps roulants sont en forme de tonneau et, en raison de leur axe incliné par rapport à l'axe de rotation du roulement, peuvent rotuler et suivre le désalignement. En conséquence, les roulements à rotule sur

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

rouleaux sphériques  
 sont complètement  
 auto-alignés.



Dans ce dessin technique d'un roulement à rotule sur rouleaux sphériques, la **bague intérieure**, la **bague extérieure**, les deux rangées de corps roulants et la **cage** sont clairement visibles. On peut distinguer la différence entre alésage cylindrique (schéma de gauche) et alésage conique (schéma de droite)

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques



*La caractéristique remarquable des corps roulants des roulements à rotule sur rouleaux sphériques est leur forme de tonneau.*



*Facile à faire rotuler : les roulements à rotule sur rouleaux sphériques peuvent basculer sans augmenter les pressions hertziennes sur le bord des corps roulants.*

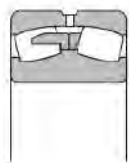
Les roulements à rotule sur rouleaux présentent divers avantages. D'un côté, de par leur conception, ils sont adaptés à l'admission d'une combinaison de charges radiales et axiales dans les deux directions (charges combinées), et d'autre part, les roulements à rotule sur rouleaux ont généralement une capacité de charge élevée et sont capables d'admettre des chocs. Le principal avantage par rapport aux autres roulements est qu'il peut compenser du désalignement jusqu'à une inclinaison de 2° maximum. Les roulements à rotule sur rouleaux sont des roulements largement utilisés, aux performances élevées ; ils bénéficient d'un bon rapport qualité-prix.

Malgré tous ces avantages, le roulement à rotule sur rouleaux présente également des inconvénients. Plus particulièrement, un aspect mérite d'être mentionné : les roulements à rotule sur rouleaux n'admettent des charges axiales que dans une certaine limite.

## Type B

Le code de symbolisation du roulement à rotule sur rouleaux est le 2.

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques



*L'épaulement central est clairement visible, en contact direct avec les corps roulants asymétriques.*

Il existe différentes conceptions de roulements à rotule sur rouleaux, dont la première est le type B.

Il s'agit du type standard chez le fabricant de roulements NTN. Il se caractérise par des rouleaux asymétriques. En raison de leur géométrie, les rouleaux sont poussés contre un épaulement central, ce qui permet un excellent comportement cinématique avec un faible frottement. L'inconvénient du type B est une charge nominale relativement plus faible par rapport à celle des roulements de type E (rouleaux symétriques). Le type B peut être équipé d'une cage en plastique, en tôle d'acier ou massive usinée, et est utile pour différents types d'applications.

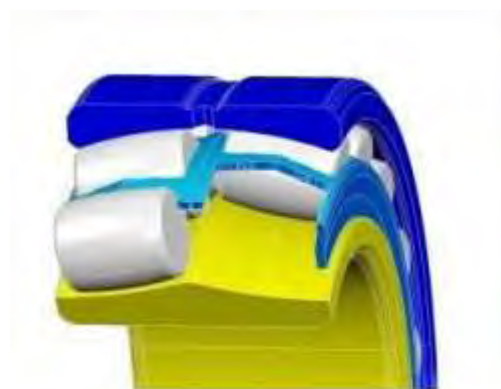
## Type E

En plus des roulements à rotule sur rouleaux de type B, les roulements à rotule sur rouleaux de type E sont également d'une grande importance. Ils se caractérisent généralement par une capacité de charge plus élevée. Ils peuvent être subdivisés en versions EA, EM, EMA et EG15. Ce que toutes les quatre ont en commun, c'est qu'elles font partie de la série NTN ULTAGE™ (ULTAGE™ est la version premium d'une grande variété de modèles de roulements chez NTN). Les roulements de type E sont donc des versions optimisées. Tous les corps roulants des types E sont des rouleaux symétriques. De plus, ils ont une [rainure](#) et des trous de [lubrification](#) sur leur diamètre extérieur, de sorte que les roulements peuvent être facilement relubrifiés. Toutes les versions des roulements à rotule sur rouleaux ouverts de NTN peuvent être utilisés à des températures de fonctionnement allant jusqu'à 200 °C.

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

## Type EA

Il existe plusieurs variantes parmi les types E. Les conceptions individuelles sont présentées plus en détail ci-dessous, en commençant par le type EA. Celui-ci a une cage en tôle d'acier centrée sur la bague intérieure, composée de deux demi-cages. Cette cage a des poches spéciales qui guident et maintiennent les corps roulants avec précision. La conception EA est utilisée dans les applications générales.



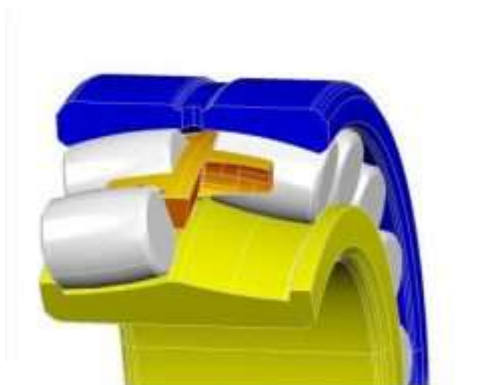
*Les roulements de type EA sont caractérisés par des vitesses améliorées, et toutes les conceptions ULTAGETM se caractérisent par une durée de vie plus longue.*

## Type EM

Le type EM diffère du type EA par sa cage en laiton massif d'une seule pièce. Ceci est indiqué par un suffixe M dans la désignation du type. Dans ce cas, la cage est guidée par des rouleaux et il y a des épaulements latéraux sur la bague intérieure qui servent

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

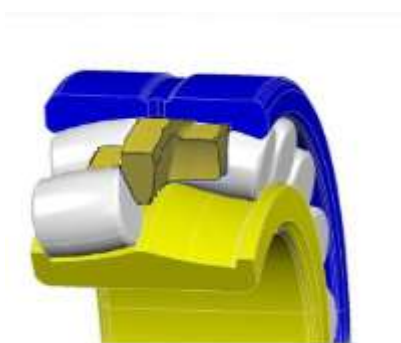
à guider les rouleaux. Les roulements de conception EM sont utilisés dans les applications difficiles telles que celles soumises aux vibrations, chocs....



*Comparée à d'autres types de cages, la cage massive en laiton de type EM a une très bonne résistance aux chocs et aux vibrations.*

## Type EMA

Dans le type EMA, une cage en laiton massif renforcé d'une seule pièce est installée. Semblable au type EM, la conception EMA a également des épaulements latéraux pour le guidage du rouleau sur la bague intérieure et la cage est également guidée par les rouleaux. Le type EMA est utilisé dans les applications où les exigences sur la cage sont encore plus élevées que dans la conception EM. Les roulements de type EMA peuvent être plus coûteux que les types EM en raison de leur fabrication plus complexe.



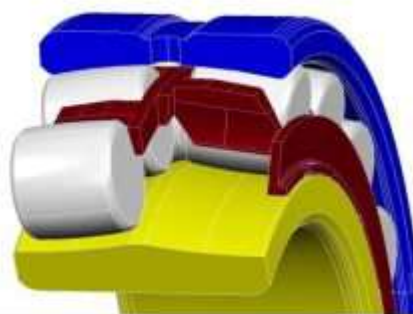
*Une conception optimisée, présente dans les quatre types E, conduit à une capacité de charge augmentée pour le type EMA.*



# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

## Type EG15

Dans un roulement de type EG15, une cage en **polyamide** en deux parties est installée. Il s'agit d'une cage guidée par des corps roulants. Le type EG15 n'a pas d'épaulements latéraux classiques, mais un design optimisé, ce qui permet un guidage efficace du rouleau et une meilleure distribution du lubrifiant. En raison de l'utilisation de matériaux plastiques (polyamide), une température de fonctionnement de 150 ° C ne doit pas être dépassée. Les roulements EG15 ne conviennent donc qu'aux applications avec des températures de fonctionnement modérées et sont souvent utilisés dans des applications nécessitant un faible bruit.



*Attention ! N'oubliez pas que les roulements de type EG15 ne peuvent pas être utilisés à des températures supérieures à 150 °C.*

## Roulements à rotule sur rouleaux étanches

Parmi les roulements de type E, il existe également d'autres types de roulements à rotule sur rouleaux, notamment les roulements **étanches**. Ceux-ci sont utilisés dans des environnements où il existe un risque de pollution par des particules fines ou des liquides. En plus des roulements avec joints, NTN propose également des versions avec déflecteurs, symbolisés Z. Ceux-ci sont situés entre la bague intérieure et extérieure et sont destinés à des applications avec des particules plus grosses, car il reste encore un espace entre la bague extérieure et le déflecteur Z. L'avantage de cette variante de roulements est qu'ils gardent la largeur standard du roulement à rotule sur rouleaux ouvert. Ils ne nécessitent donc pas d'un espace de montage augmenté comme c'est le cas avec les roulements étanches.

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

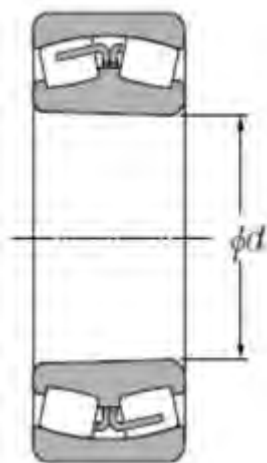


Le type E avec *joint* (à gauche) et Le type E avec déflecteur Z (à droite) sont d'autres types de la série *ULTAGE™* de NTN.

## Roulements à rotule sur rouleaux avec alésage conique et cylindrique

Les roulements à rotule sur rouleaux existent soit, avec un alésage conique (suffixe K) soit, avec un alésage cylindrique.

Les manchons de serrage jouent un rôle important dans les roulements à rotule sur rouleaux à alésage conique. Un manchon de serrage est utilisé entre l'arbre et la bague intérieure, et en facilite l'installation. En particulier, dans les situations où

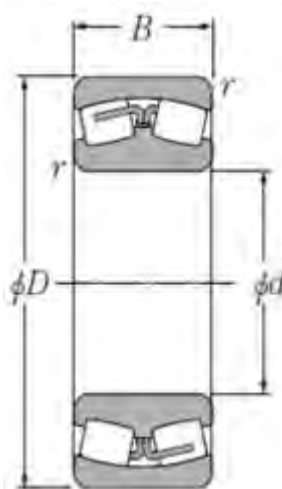


*Par rapport aux autres roulements, le jeu radial des roulements à rotule sur rouleaux à*

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

l'assemblage est difficile. Le roulement et le manchon de serrage peuvent être positionnés librement sur l'arbre avant que le roulement ne soit fixé. De plus, le manchon de serrage offre l'avantage que le jeu radial du roulement peut être ajusté grâce à lui. Des écrous à encoches et des rondelles sont également nécessaires pour l'assemblage. En plus des manchons de serrage, il existe également des manchons de démontage, utilisés non seulement au montage, mais aussi lors du démontage du roulement.

*alésage conique peut être ajusté plus précisément par le déplacement axial.*



*Dans le cas de roulements à alésage cylindrique, un appareil de chauffage à induction approprié est souvent utilisé.*

L'installation d'un roulement à alésage cylindrique, en revanche, est recommandée pour les applications qui n'offrent pas beaucoup d'espace. Dans de tels cas, le roulement est chauffé et monté à l'aide d'un appareil de chauffage à induction approprié.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

# Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

[Poursuivre la lecture »](#)

## Étanchéité

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement à aiguilles

5. avril 2022

Caractéristiques des roulements à aiguilles Le roulement à aiguilles n'a pas reçu son nom par hasard, car ses corps roulants se distinguent - surprise -

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

# Le roulement à rouleaux cylindriques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

## Résumé

- Les roulements à rouleaux cylindriques ont une charge nominale élevée, mais des vitesses limites relativement faibles
- Utilisation dans les boîtes de vitesses, les boîtes d'essieux ou dans les moteurs électriques
- Ils peuvent avoir des épaulements sur les bagues intérieures ou extérieures des roulements
- Codes de symbolisation : N (N, NU, NJ, NF, NUP et NH)
- Les roulements à rouleaux cylindriques ULTAGE™ ont un profil de rouleaux optimisé et les surfaces des chemins profilées. Ils ont une durée de vie plus longue que les roulements conventionnels
- Les types spéciaux sont les roulements à rouleaux cylindriques à deux et quatre rangées

## Caractéristiques des roulements à rouleaux cylindriques

Vous souvenez-vous de la caractéristique que tous les roulements à rouleaux ont en commun ? Nous parlons du [contact linéaire](#), que l'on retrouve donc dans ces roulements à rouleaux cylindriques. Ces types de roulements sont en effet adaptés aux charges très élevées, et en particulier aux charges radiales. Pour cette raison, les roulements à rouleaux cylindriques sont utilisés de préférence dans les boîtes de vitesses, par exemple : dans les éoliennes, dans les boîtes d'essieu ferroviaires ou encore [dans les](#) moteurs électriques.

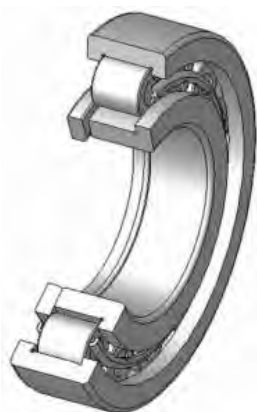
Plusieurs composants des roulements à rouleaux cylindriques sont profilés, comme les faces des corps roulants, les épaulements et le chemin lui-même. Les corps roulants ont quant à

# Le roulement à rouleaux cylindriques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

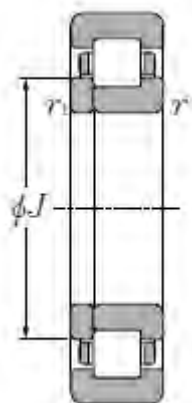
eux un profil logarithmique. Le profil des corps roulants assure une meilleure répartition du lubrifiant sur les épaulements de guidage et optimise également la pression de contact. Ce qui est spécial, c'est qu'en plus des **composants** habituels de tout roulement (**bague intérieure**, **bague extérieure**, corps roulants et **cage**), des épaulements supplémentaires peuvent être positionnés dans ces roulements à rouleaux cylindriques. Les épaulements fixes sont intégrés directement dans la bague intérieure et/ou extérieure, et les épaulements rapportés sont utilisés pour guider les rouleaux cylindriques contre une bague ou contre les deux. Selon le type de roulement à rouleaux cylindriques, choisi en fonction de l'application, il est très facile de retirer la bague libre du roulement. De plus, la **lubrification** des roulements à rouleaux cylindriques est encore plus importante, comparé à d'autres types de roulements, car il y a des niveaux de frottement plus élevés.



*Dans cet exemple de roulement à rouleaux cylindriques, vous pouvez trouver l'épaulement rapporté sur le côté gauche de la bague intérieure.*

Jusqu'ici, tout va bien, mais quelles sont les autres caractéristiques spéciales des roulements à rouleaux cylindriques ? D'une part, on

# Le roulement à rouleaux cylindriques



Les roulements à rouleaux cylindriques sont principalement conçus pour supporter des charges radiales.

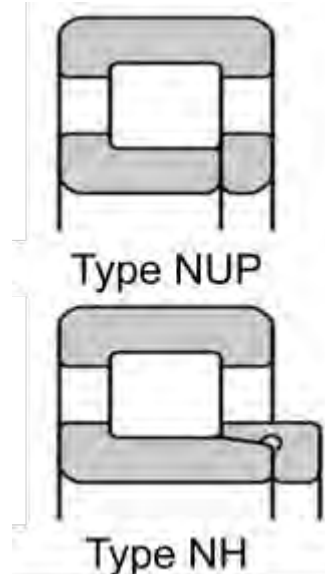
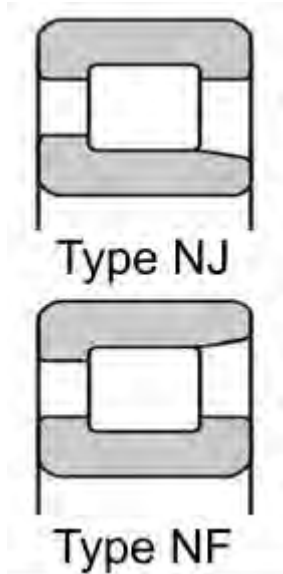
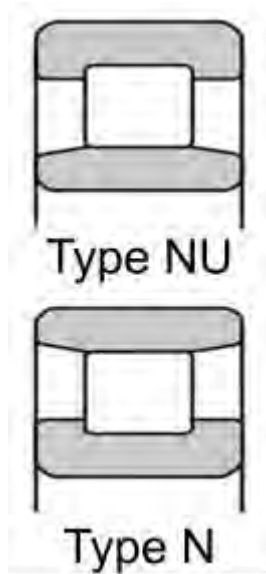
rappelle qu'ils ont une charge nominale plus élevée dans le même encombrement que les [roulements à billes](#) ou les [roulements à rouleaux coniques](#) et qu'ils peuvent admettre des charges radiales plus élevées que ces derniers. D'autre part, les roulements à rouleaux cylindriques atteignent des vitesses limites plus élevées en comparaison à d'autres roulements à [contact linéaire](#). Comme déjà indiqué, le montage et le démontage de ces roulements sont assez simples car les bagues intérieure et extérieure peuvent se séparer. Dans certaines conceptions, les rouleaux peuvent également glisser axialement sur la bague intérieure ou extérieure, de sorte que le roulement soit utilisé comme [palier libre](#). Cependant, certains types de roulements (NUP, NH, NF, NJ) conviennent également à l'admission de faibles charges axiales. Les roulements à rouleaux cylindriques à rouleaux jointifs, c'est-à-dire les roulements sans cage, offrent l'avantage d'installer plus de corps roulants dans le même encombrement tout en augmentant la charge nominale.

Un inconvénient, face aux roulements à billes, est que le roulement à rouleaux cylindriques a des limites de vitesse inférieures en raison du [contact linéaire](#). De plus, les roulements à rouleaux cylindriques sont beaucoup plus sensibles au désalignement de l'arbre que les roulements à billes ; il doit donc être évité avec ces types de roulements. Dans le cas des roulements à rouleaux cylindriques à rouleaux jointifs, le frottement est plus élevé entre les corps roulants, car à grande vitesse, ils sont en contact direct et frottent donc les uns contre les autres. Afin de limiter la chaleur générée par ces frottements, une [lubrification](#) adaptée est nécessaire. Dans le cas de la [lubrification](#) à l'huile, le flux d'huile permet de dissiper davantage de chaleur.

La désignation des roulements à rouleaux cylindriques commence par la lettre N. D'une part, on peut citer les types NU et N, particulièrement utilisés comme [paliers libres](#). Ils ne conviennent pas aux charges axiales, car ils n'ont des épaulements que sur une des bagues de roulement. D'autre part, les roulements à rouleaux cylindriques portant les désignations

# Le roulement à rouleaux cylindriques

NJ et NF peuvent admettre des charges axiales dans une direction. Enfin, les types NUP et NH conviennent même aux charges axiales dans les deux sens. Cependant, la charge axiale doit être relativement faible, sinon les rouleaux frotteraient trop contre les épaulements. Ces types de roulements peuvent ensuite être utilisés comme [paliers fixes](#) sur l'arbre.



Type	Propriétés
NU	Deux épaulements sur la bague extérieure : la bague extérieure, les rouleaux et la cage peuvent être séparés de la bague intérieure.
N	Deux épaulements sur la bague intérieure : la bague intérieure, les rouleaux et la cage peuvent être séparés de la bague extérieure.
NJ	Deux épaulements sur la bague extérieure, un épaulement sur la bague intérieure.



# Le roulement à rouleaux cylindriques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

NF	Un épaulement sur la bague extérieure, deux épaulements sur la bague intérieure.
NUP	Deux épaulements sur la bague extérieure, un épaulement sur la bague intérieure, un épaulement rapporté sur le côté libre de la bague intérieure qui peut être enlevé.
NH	Ressemble à la version NJ, mais a l'épaulement rapporté plus large qui peut être retiré.

*Ici, vous pouvez voir les types de roulements à rouleaux cylindriques ainsi que leurs propriétés les plus importantes en un coup d'œil.*

Les roulements à rouleaux cylindriques NTN peuvent être combinés avec les trois types de cages les plus courants. Le choix final d'une cage en plastique, en tôle d'acier ou massive dépend de la série, de la taille du roulement et de son application.

Série de roulement	Cage moulée par injection plastique	Cage en tôle d'acier	Cage massive en laiton
NU10, NJ10, NUP10, N10	---	---	1005-10/500
NU2, NJ2, NUP2, N2, NF2, NU2E	204E-218E	208*-230	232-264
NU22, NJ22, NUP22, N22, NU22E	2204E-2218E	2208*-2230	2232-2264

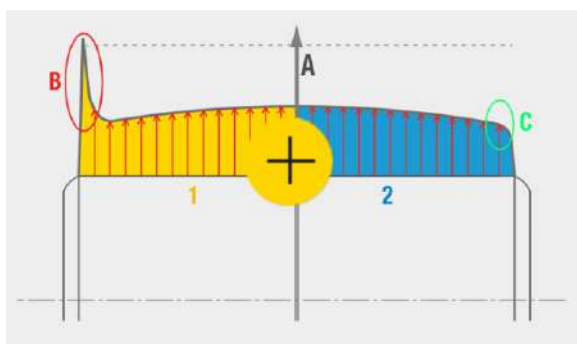
# Le roulement à rouleaux cylindriques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

NU3, NJ3, NUP3, N3, NF3, NU3E	304E-314E	308*-324	326-356
NU23, NJ23, NUP23, N23, NU23E	2304E-2311E	2308*-2320	2322-2356
NU4, NJ4, NUP4, N4, NF4	---	405-416	417-430

Chez NTN, il apparaît clairement ici que les différents types de roulements peuvent être équipés de plusieurs matériaux de cage.



La figure montre la différence entre la charge sur un corps roulant avec un profil standard (1) et un profil optimisé (2).

## Roulements à rouleaux cylindriques ULTAGE®

Avez-vous déjà entendu parler de la série ULTAGE® ? Les roulements ULTAGE® de NTN sont une évolution des roulements standards, comprenant notamment les roulements à rouleaux cylindriques. Ceux-ci ont des corps roulants plus grands et un profil de rouleaux optimisé ainsi que des surfaces de piste profilées. En raison de ce profilage, les roulements de cette série se caractérisent par des désalignements admissibles plus importants que les roulements à rouleaux cylindriques d'origine. En conséquence, la **durée de vie**,

# Le roulement à rouleaux cylindriques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

la capacité de charge dynamique et les vitesses limites sont plus élevées par rapport aux roulements standards.

## Roulements à rouleaux cylindriques à plusieurs rangées

Tout comme les roulements à billes à contact oblique, les roulements à rouleaux cylindriques peuvent avoir deux rangées pour augmenter leur capacité de charge. On pourra les utiliser dans les applications où une section mince est requise. Et ce n'est pas tout : il est possible de juxtaposer quatre de ces rangées. Ces roulements à rouleaux cylindriques à quatre rangées sont principalement utilisés comme roulements de galet de laminoir en raison de leur capacité de charge maximale.



*Vous pensiez que les roulements à double rangée étaient le maximum ? Il est en fait possible d'installer des roulements à rouleaux cylindriques sur quatre rangées.*

## Vous pourriez également être intéressé par Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

# Le roulement à rouleaux cylindriques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

[Poursuivre la lecture »](#)

## Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## Détail des différents types de roulements

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Palier fixe et palier libre

9. mars 2022

Est-ce que je choisis un [palier fixe](#), un palier réglable ou un palier flottant ? Cette question est importante lors de la conception d'un palier.

[Poursuivre la lecture »](#)

# Le roulement à rouleaux coniques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

## Résumé

- Les roulements à rouleaux coniques sont utilisés entre autres dans les roulements de roue
- Ils supportent une combinaison de charges radiales et de charges axiales unidirectionnelles
- Ils supportent des charges élevées, mais se caractérisent en même temps par des frottements élevés
- Le chemin des corps roulants peut avoir un bombé avec des chutages spécifiques afin de réduire les charges à ses extrémités
- Ils peuvent être appairés et même utilisés en version à quatre rangées

## Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques



*Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN.*

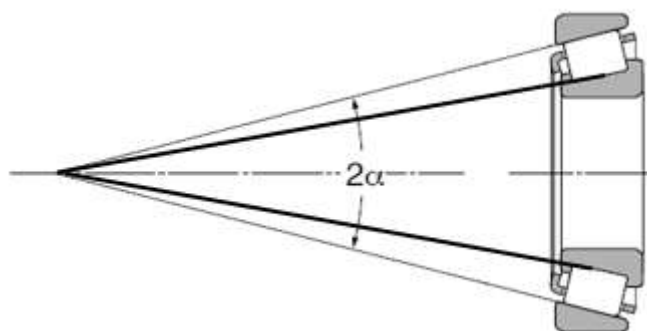
Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font partie des roulements à rouleaux, le terme « cône » étant issu de la forme des rouleaux. Les roulements à rouleaux coniques sont utilisés entre autres dans les machines de construction ou agricoles, dans la construction automobile, par exemple dans les roulements de roues, mais aussi dans la construction mécanique en général.

# Le roulement à rouleaux coniques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

Dans les roulements à rouleaux coniques, la **bague intérieure** et la **bague extérieure** ainsi que les corps roulants sont disposés de telle sorte qu'ils forment un angle qui coupe l'axe de l'arbre en un même point. Cette disposition oblique provoque une **force axiale** et les corps roulants roulent théoriquement sans aucun **glissement**. Les roulements à rouleaux coniques offrent un avantage qui n'est pas typique des roulements à rouleaux en général. En effet, ces roulements peuvent supporter une combinaison de charges radiales et de charges axiales unidirectionnelles, mais il faut veiller à ce qu'aucune charge uniquement radiale n'agisse sur le roulement.



*Les chemins des bagues intérieure et extérieure et des corps roulants (rouleaux) convergent en un seul point.*

Comme l'angle de contact des roulements à rouleaux coniques peut être défini individuellement, les roulements peuvent supporter différentes combinaisons de charges radiales et axiales. Les roulements à rouleaux coniques peuvent supporter des charges élevées et sont généralement utilisés par paires, dans ce cas, le jeu du roulement ou la précharge sont réglables à volonté.

Comparés aux **roulements à billes**, mais aussi aux **roulements à rouleaux cylindriques**, les roulements à rouleaux coniques présentent des vitesses limites plus faibles, car, en raison de leur conception et de l'utilisation d'une précharge, un frottement supplémentaire est généré au niveau des épaulements. En outre, les roulements à rouleaux coniques nécessitent une **lubrification** plus importante que les autres types de roulements en raison du frottement

# Le roulement à rouleaux coniques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

élevé ; c'est pourquoi on utilise le plus souvent une lubrification à l'huile, plus coûteuse. De plus, les roulements à rouleaux coniques se caractérisent par une manipulation et un montage complexes et relativement coûteux.

Sans entrer dans les détails, il convient de mentionner qu'il existe trois systèmes de marquage différents pour les roulements à rouleaux coniques, avec des structures différentes. Outre les dimensions métriques (Europe et Asie) et impériales (États-Unis), il existe la série J, qui est un mélange des deux autres systèmes. Dans le système métrique, les roulements à rouleaux coniques peuvent être identifiés par la désignation du roulement commençant par le code de symbolisation 3. Comme pour les autres types de roulements, les chiffres suivants indiquent la série de largeur, de diamètre ainsi que le diamètre d'alésage. Les cages utilisées pour les roulements à rouleaux coniques sont principalement en tôle d'acier, mais on trouve également des cages en plastique, notamment dans les petits roulements à rouleaux coniques. Ces roulements sont parfois utilisés dans l'industrie automobile. En revanche, les grands roulements à rouleaux coniques possèdent généralement des cages en laiton.

Série de roulement	Cage en tôle d'acier guidée par des corps roulants	Cage en tôle d'acier massif guidée par des corps roulants
329...X	jusqu'à 80	à partir de 84
329...	jusqu'à 80	à partir de 84
320 X	jusqu'à 64	---
320...	jusqu'à 68 (sauf 64)	64, à partir de 72
330...	tous	---

# Le roulement à rouleaux coniques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

331...	tous	---
302...	jusqu'à 52	56-64
322...	jusqu'à 52, 60	ab 56 (sauf 60)
332...	tous	---
303...	02-38	à partir de 40
303...D	jusqu'à 24, 28	26, à partir de 30
313...X	jusqu'à 24, 28	26, à partir de 30
323...	jusqu'à 40	36, à partir de 44

*Les cages utilisées dans les roulements à rouleaux coniques sont généralement guidées par des corps roulants.*

## Désalignement des roulements à rouleaux coniques

Il est également important de savoir dans quelle mesure les roulements à rouleaux coniques peuvent être soumis à un désalignement (angle entre le roulement et l'arbre ou le logement, par rapport à un angle droit). Les exigences en matière de désalignement dépendent également de la configuration du roulement. Les roulements à rouleaux sont généralement très sensibles au désalignement, car les corps roulants peuvent être soumis à une surcharge à un endroit, tandis que la zone située à l'opposé reste déchargée. Dans ce cadre, il convient de mentionner la notion de « profil bombé », qui signifie que le corps roulant dispose d'une surface bombée afin d'assurer une répartition plus équilibrée de la charge sur toute sa



# Le roulement à rouleaux coniques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

longueur.

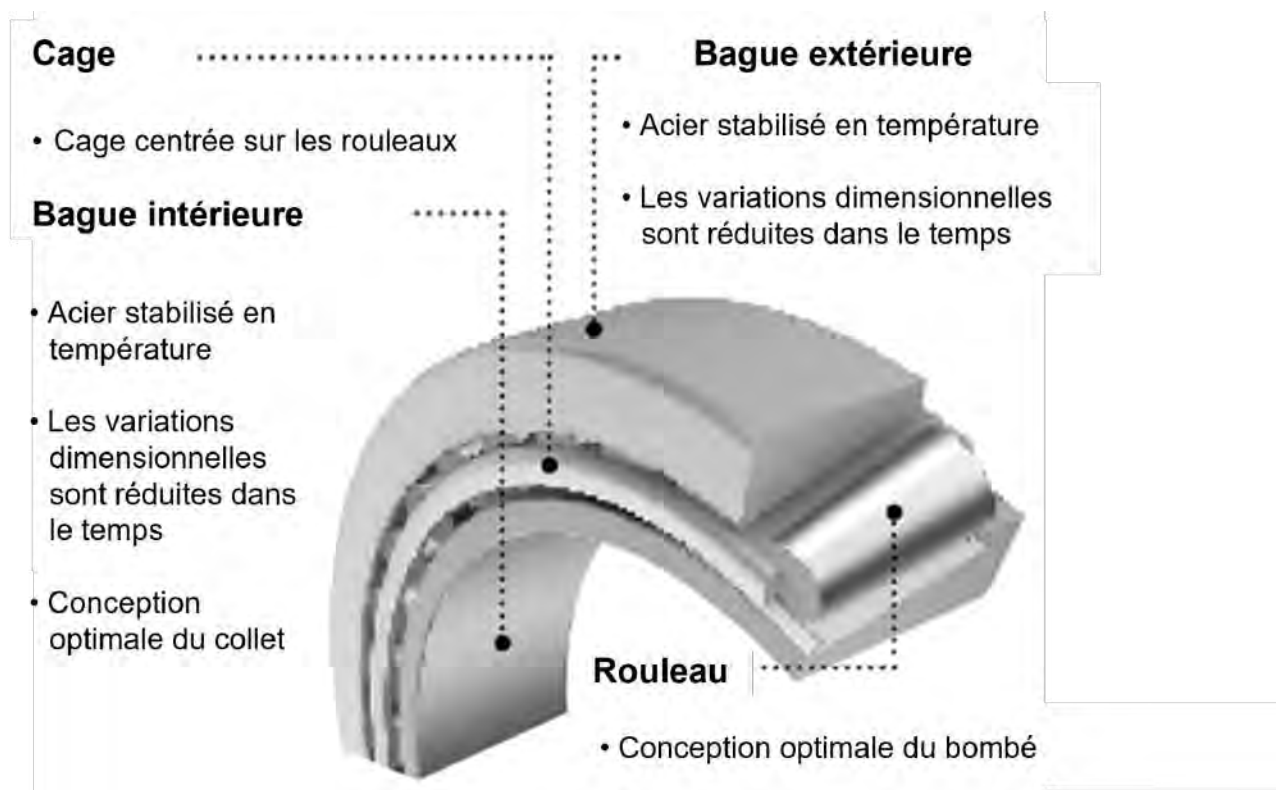
Disposition des roulements	Désalignement maximal autorisé
Une seule rangée	0,0005 rad (0°1'43 »)
Disposition dos à dos	0,0005 rad (0°1'43 »)
Disposition face à face	0,0010 rad (0°3'26 »)

*Pas mal : les roulements disposés en X sont adaptés aux désalignements les plus forts.*

## Le chutage

Le chutage consiste donc à modifier le bombé des corps roulants dans le but de minimiser les charges au niveau des arêtes. Il existe différentes approches concernant le chutage des corps roulants : on travaille alors, soit avec des fonctions logarithmiques, soit avec plusieurs rayons tout le long du profil. Outre les corps roulants, les chemins de roulement des roulements à rouleaux coniques peuvent aussi avoir un bombé avec chutage.

# Le roulement à rouleaux coniques



*Le profil de ce corps roulant a été optimisé par un chutage à ses extrémités.*



*Dans ce roulement à rouleaux coniques, les corps roulants sont montés en O.*

## Roulements à rouleaux coniques à deux rangées

Nous allons maintenant jeter un coup d'œil sur deux autres types de roulements à rouleaux

# Le roulement à rouleaux coniques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

coniques. Tout comme les [roulements à billes](#) à contact oblique, deux roulements peuvent être appairés. Dans le cas des roulements à rouleaux coniques, ils ne sont pas désignés par le code de symbolisation 3, mais par le code 4. Les roulements à deux rangées peuvent supporter des charges dans les deux directions axiales, leurs corps roulants étant disposés en O (Back to Back) ou en X (Face to Face).

## Roulements à rouleaux coniques à quatre rangées

Il existe également des roulements à quatre rangées de rouleaux coniques, comparables aux [roulements à rouleaux cylindriques](#). Ceux-ci portent le code de symbolisation E et sont composés de deux bagues intérieures à deux rangées, et de deux bagues extérieures à deux rangées également. Les roulements à quatre rangées sont principalement utilisés dans des applications avec des charges extrêmement élevées, dans lesquelles un roulement à une rangée serait depuis longtemps surchargé.



*La version XXL des roulements à rouleaux coniques est utilisée par exemple dans les roulements de roues de trains.*

On constate donc que les roulements à rouleaux coniques présentent certains avantages et qu'ils sont disponibles dans les versions les plus diverses. Si vous souhaitez en savoir plus sur

# Le roulement à rouleaux coniques

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

d'autres types de roulements, vous pouvez également vous informer sur roulement-savant.fr sur les [roulements à aiguilles](#), les [roulements à rouleaux cylindriques](#) ou les [roulements à rotule sur rouleaux sphériques](#), par exemple.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Disposition en O, en X et en tandem**

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les roulements à billes à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge**

9. mars 2022

Le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#) (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Les points de contact**

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

# Le roulement à rouleaux coniques

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

roulement-savant.fr

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Les roulements à aiguilles sont petits et compacts, leurs corps roulants sont relativement longs
- Utilisés dans les boîtes de vitesses, les transmissions de véhicules ou les machines d'emballage
- Roulements à aiguilles idéaux pour les mouvements d'oscillation
- La façon de symboliser les roulements à aiguilles diffère selon le type
- Exemples de types de roulements à aiguilles : cages à aiguilles, douilles à aiguilles, roulements à aiguilles à bague massive, galets de came, galets de came sur axe

## Caractéristiques des roulements à aiguilles

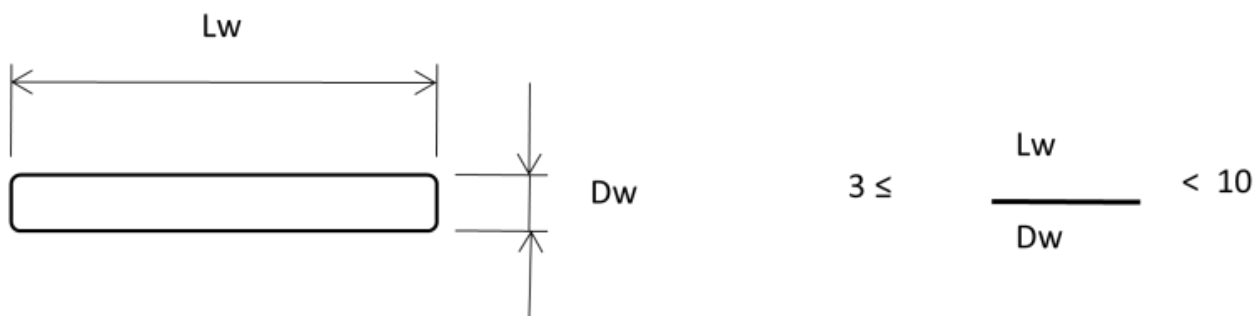
Le roulement à aiguilles n'a pas reçu son nom par hasard, car ses corps roulants se distinguent – surprise – par leur forme d'aiguille ! Les corps roulants sont également guidés parallèlement à l'axe, car les roulements à aiguilles sont une variante des [roulements à rouleaux cylindriques](#). Vous trouverez presque toujours des roulements à aiguilles dans les boîtes de vitesses, les transmissions de véhicules ou les machines d'emballage, par exemple.

Les roulements à aiguilles sont principalement utilisés comme [palier libre](#). Ce type de roulement se caractérise par ses dimensions très compactes. Il peut donc arriver que la [bague intérieure](#) et/ou extérieure soit manquante, tout comme la [cage](#). En l'absence de cage, on parle de « roulement à aiguilles à rouleaux jointifs ». Les roulements à aiguilles ont une section réduite et sont donc plus petits



*Le rapport longueur/diamètre des corps roulants des roulements à aiguilles est visible ici.*

que de nombreux autres types de roulements. La caractéristique des aiguilles est que leur diamètre est inférieur à 10 millimètres et leur rapport diamètre/longueur est compris entre 1:3 et 1:10.



Leurs corps roulants étant relativement longs et leur contact avec les chemins de roulement étant linéaire (comme pour les roulements à rouleaux cylindriques), les roulements à aiguilles atteignent la capacité de charge la plus élevée dans un encombrement réduit. Ils peuvent être utilisés pour des charges radiales élevées. Du fait de leur compacité, les roulements à aiguilles se caractérisent également par une grande rigidité. Ces roulements sont particulièrement adaptés aux applications oscillantes. Contrairement à d'autres types de roulements, en raison de la faible distance entre les corps roulants, les zones des chemins parcourues par les aiguilles se chevauchent dès les plus petits mouvements.

Cela permet donc de remédier aux mauvaises conditions de [lubrification](#) souvent présentes dans ces applications. De plus, leur montage ne pose généralement pas de problème en raison de leur conception modulaire. Les roulements à aiguilles sont généralement peu coûteux par rapport à leurs performances, ce qui est une bonne chose, non ?

L'inconvénient des roulements à aiguilles est qu'ils sont bruyants, surtout par rapport aux [roulements à billes](#). Comme vu précédemment, les roulements à aiguilles sont certes idéaux pour les charges radiales, mais à l'inverse, ils ne conviennent pas du tout pour supporter des charges axiales. Si des roulements à aiguilles sans bague intérieure ou extérieure sont utilisés, il faut veiller à ce que les paliers du roulement sur l'arbre ou sur le logement disposent d'une dureté suffisante et de bonnes précisions dimensionnelle et géométrique. Un

autre aspect à prendre en compte est le fait que les roulements à aiguilles sont peu adaptés aux vitesses de rotation élevées et aux températures élevées. C'est le cas en particulier pour les roulements à rouleaux jointifs dont les corps roulants peuvent frotter les uns contre les autres en raison de l'absence de cage. Une attention particulière doit être accordée ici à la lubrification afin de réduire les frottements.

## Cages à aiguilles

Il existe différents types de roulements à aiguilles, dont les principaux sont présentés ici. Il convient tout d'abord de mentionner les cages à aiguilles. Celles-ci n'ont pas de bague intérieure et extérieure et se montent directement entre l'arbre et le logement. Les cages à aiguilles sont économiques, car elles sont légères et compactes et nécessitent peu de place. A contrario, ces roulements minces doivent répondre à des exigences élevées en matière d'état et de dureté de surface. La forme de base avec une cage très rigide s'identifie par le code de symbolisation K, mais il existe de nombreuses autres formes de cages à aiguilles.



*Il semble que la fabrication du roulement ne soit pas encore terminée. Mais en réalité, dans les cages à aiguilles, l'arbre et l'alésage du logement servent de chemins de roulement.*



## Douilles à aiguilles

*Les douilles à aiguilles sont également appelées roulements à aiguilles à bague emboutie.*

Les douilles à aiguilles se caractérisent par une **bague extérieure** en tôle emboutie et l'absence de bague intérieure. Celle-ci possède une paroi en tôle d'acier très fine. Une grande précision du logement est nécessaire pour l'utilisation des douilles à aiguilles. Comme pour les cages à aiguilles, il existe de nombreux modèles différents, le type de base étant codifié par HK. Les douilles à aiguilles peuvent intégrer un **joint** d'étanchéité dans la bague extérieure emboutie, sur un ou deux côtés. Il existe des variantes de douilles à aiguilles qui sont complètement fermées d'un côté. Ces types sont alors appelés douilles à aiguilles avec fond.



## Roulements à aiguilles à bagues massives

Les roulements à aiguilles à bague massive constituent un autre type. Ils se caractérisent par une bague extérieure massive, comme celle qu'on retrouve sur les [roulements à rouleaux cylindriques](#). La rigidité des roulements à aiguilles à bague massive est plus élevée que celle des autres types de roulements à aiguilles.

Ces roulements sont donc adaptés aux applications avec des vitesses de rotation élevées, des charges importantes ainsi que des exigences élevées de [précision de rotation](#). Les roulements à aiguilles à bague massive peuvent disposer d'un trou de lubrification dans la bague extérieure.



*Comme vous pouvez facilement le constater, le roulement à aiguilles à bague massive se caractérise par une bague extérieure massive et large, à laquelle il doit donc son nom.*



## Galets de came sur axe

*Un galet de came n'existe qu'en combinaison avec un arbre fileté, il est capable d'atteindre des vitesses de rotation élevées.*

Les galets de came sur axe sont encore un autre type de roulement à aiguilles. Ces galets de came possèdent un arbre fileté et effectuent des mouvements de rotation oscillants avec une grande précision et une vitesse élevée. Ils sont utilisés comme mécanisme de came pour les systèmes d'entraînement et conviennent parfaitement aux machines de fabrication d'emballages. Les galets peuvent rouler sur leur diamètre extérieur qui est aussi un [chemin de roulement](#).

## Galets de came

Enfin, les galets de came sont également importants, mais contrairement aux galets de came sur axe, ils n'ont pas d'arbre fileté. Ils remplissent d'une part, la fonction de came et d'autre part, peuvent également servir de galets de guidage dans des rainures droites ou courbes. Les galets de game et les galets de came sur axe disposent d'une bague extérieure massive qui résiste aux charges et aux chocs. Il existe deux profils de diamètre extérieur : cylindrique ou bombé.



*Les galets de came peuvent assumer de multiples tâches.*

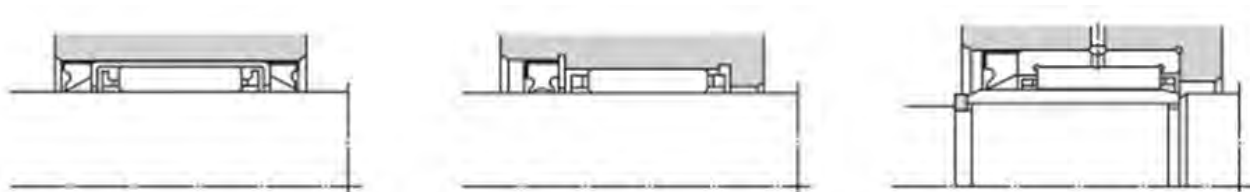


*Il existe un grand nombre de types de roulements à aiguilles différents, dont certains sont illustrés ici.*

## Étanchéité des roulements à aiguilles

Quel est le rôle des **étanchéités** dans les roulements à aiguilles ? De façon générale, les roulements à aiguilles ouverts, et donc sans étanchéité, sont plus répandus que les

roulements avec étanchéité. Indépendamment de cela, il est possible de monter directement une étanchéité sur les roulements à aiguilles usinés ou emboutis. En standard, les roulements à aiguilles sont équipés d'un joint frottant en caoutchouc nitrile. Pour les cages à aiguilles, en revanche, il faut utiliser un joint d'étanchéité à proximité directe du roulement. Dans ce cas, le fabricant de roulements NTN propose des joints directement adaptés à la hauteur de montage des roulements à aiguilles et qui peuvent ainsi protéger efficacement le roulement contre les particules étrangères. Le joint spécial GD est plus avantageux que le joint G, car il présente une meilleure étanchéité et retient ainsi mieux la graisse. De plus, il empêche la poussière de pénétrer.



*Vous voyez ici les schémas des joints spéciaux pour les roulements à aiguilles (à gauche et à droite : joint G à une lèvre, au centre : joint GD à deux lèvres).*

Vous trouverez également d'autres informations sur les [joints d'étanchéité](#) sur roulement-savant.fr, mais aussi des précisions sur la conception d'un roulement, comme sa [fixation](#), la différence entre un [palier fixe et un palier libre](#) ou les [types de disposition](#).

## Vous pourriez également être intéressé par

### Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

### Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

## Détail des différents types de roulements

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## Étanchéité

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Le roulement insert est basé sur la conception d'un roulement à billes à gorge profonde
- Les paliers auto-aligneurs permettent de compenser les défauts d'alignement
- Les paliers se composent d'un corps et d'un roulement insert et peuvent être équipés de couvercles de protection en option
- Ils se distinguent par leur conception simple et leur facilité d'utilisation
- Les roulements inserts sont étanches et remplis de lubrifiant
- Matériaux du corps de palier : fonte grise, tôle d'acier, acier inoxydable, thermoplastique

## Caractéristiques des roulements inserts

Le roulement insert, conçu comme un **roulement à billes à gorge profonde**, possède une **bague extérieure** de forme sphérique. Le corps de palier a en revanche la forme d'une sphère creuse et permet de recevoir le roulement insert de manière sûre sans autres éléments de fixation. Grâce à ce montage, les roulements inserts peuvent supporter des charges dans le sens radial et axial, et compenser de légers défauts d'alignement de l'arbre.

En raison de leur facilité d'utilisation et de leur rentabilité, les paliers auto-aligneurs



*Les machines de préparation du sol sont équipées de paliers auto-aligneurs. La poussière, l'humidité, les produits chimiques et les chocs sont quelques-unes des conditions auxquelles ils doivent résister.*

# Le palier auto-aligneur

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

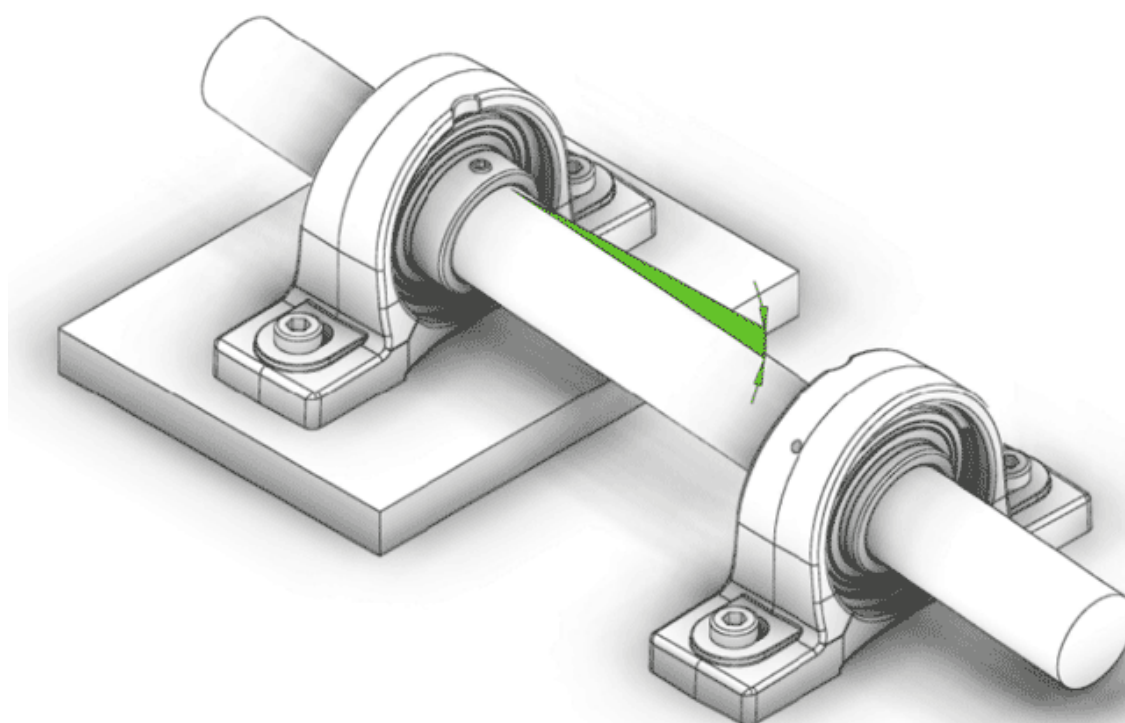
sont présents dans de nombreux domaines industriels. Ils équipent entre autres des machines agricoles, des machines à bois, des machines d'emballage, des installations dans l'industrie alimentaire ainsi que des convoyeurs.



*On trouve également des paliers auto-aligneurs dans les stations de lavage de voitures.*



*Dans l'industrie agroalimentaire, les paliers auto-aligneurs sont souvent utilisés, par exemple pour le convoyage.*



*Les paliers auto-aligneurs peuvent compenser les défauts d'alignement de l'arbre.*

Contrairement aux **roulements à billes** à gorge profonde, les roulements inserts disposent généralement d'une étanchéité. Ils sont prégraissés et peuvent, dans la plupart des cas, être regraissés via un **trou de lubrification** dans le corps de palier. Un système de serrage intégré à la **bague intérieure** permet un montage facile sur des arbres cylindriques.



*Parmi les types de paliers, on distingue (de gauche à droite) les paliers verticaux (à semelle), les paliers à bride (en applique) et les corps de paliers de réglage.*

Le montage et le démontage des paliers peuvent être effectués sans connaissances préalables particulières, ni outils de montage spéciaux.

Il existe différentes méthodes pour fixer un roulement insert sur un arbre cylindrique. Le système de fixation approprié est déterminé en fonction de l'application. Concernant la conception, il faut tenir compte de la vitesse maximale admissible, du sens de rotation de l'arbre, du comportement de fonctionnement et de l'influence des charges axiales. Les aspects économiques, l'espace disponible et la facilité de montage peuvent aussi être déterminants pour le choix du système.

Les roulements inserts peuvent être montés sur des arbres peu précis, car l'alésage est toujours tolérance 0+ (plus grand que le diamètre nominal de l'arbre). Un usinage spécial de la surface de l'arbre n'est donc pas nécessaire.

Une large gamme de paliers à semelle, en applique et avec réglage est disponible pour les situations de montage les plus diverses. Les composants annexes, tels que les moyens de serrage et les couvercles de protection, offrent d'autres possibilités d'utilisation.

Le choix du [matériau](#) joue également un rôle important pour le bon fonctionnement d'un palier. NTN propose des paliers avec des corps en acier, en fonte à graphite sphéroïdal, en fonte grise, en tôle d'acier, en acier inoxydable et en thermoplastique. Grâce à la grande variété de formes et de matériaux, il est possible de répondre à de nombreuses applications industrielles.

Le montage simple des paliers ne nécessite pas de connaissances préalables particulières. Il faut toutefois tenir compte des conditions de fonctionnement et des instructions de montage. Lors de l'opération de montage, il faut considérer, comme pour tout autre [calcul de roulement](#), les charges, les vitesses de rotation et les températures de fonctionnement pour chaque cas d'utilisation. De plus, [l'étanchéité](#) et le type de [lubrifiant](#) jouent un rôle dans la conception du palier. Dans les paliers auto-aligneurs, on utilise exclusivement des roulements à billes. La géométrie interne des roulements inserts est identique à celle des



roulements à billes à gorge profonde des séries 62 et 63. En raison de la méthode de fixation particulière sur l'arbre, la **vitesse de rotation** limite des roulements inserts est plus faible que celle des roulements à billes à gorge profonde.



*Sur ces photos, vous pouvez voir un extrait des différentes séries de paliers auto-aligneurs : la série la plus utilisée en fonte grise - peinte en bleu (en haut à gauche) , la série légère en tôle d'acier (en haut à droite), la série en acier inoxydable (en bas à gauche) et celle en thermoplastique (en bas à droite) ; cette dernière étant principalement utilisée dans l'industrie agroalimentaire.*

## Types de fixation des roulements inserts

Pour le montage à chaud d'un roulement à billes à gorge profonde standard sur un arbre, la bague intérieure est généralement chauffée au moyen d'un appareil de chauffage par induction. Pour le montage à froid, des outils de montage spéciaux sont utilisés. Dans les deux cas, le montage est nettement plus compliqué et plus coûteux que pour les roulements

inserts avec système de fixation intégré.

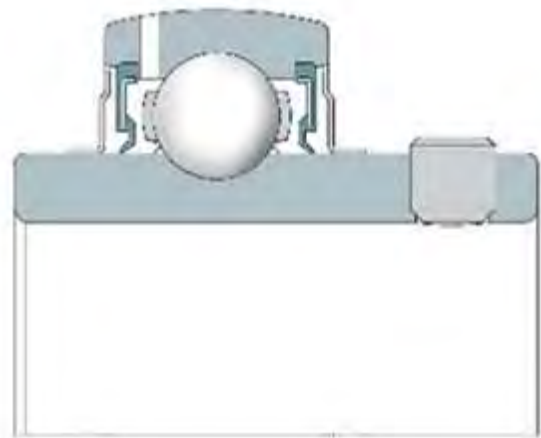
Vous trouverez ici les systèmes NTN disponibles et leur fonctionnement :

Fixation des roulements inserts avec :

- Vis sans tête
- Bague excentrique
- Manchon de serrage
- Ajustement serré
- Vis de [palier libre](#)

## 1) Fixation avec des vis sans tête

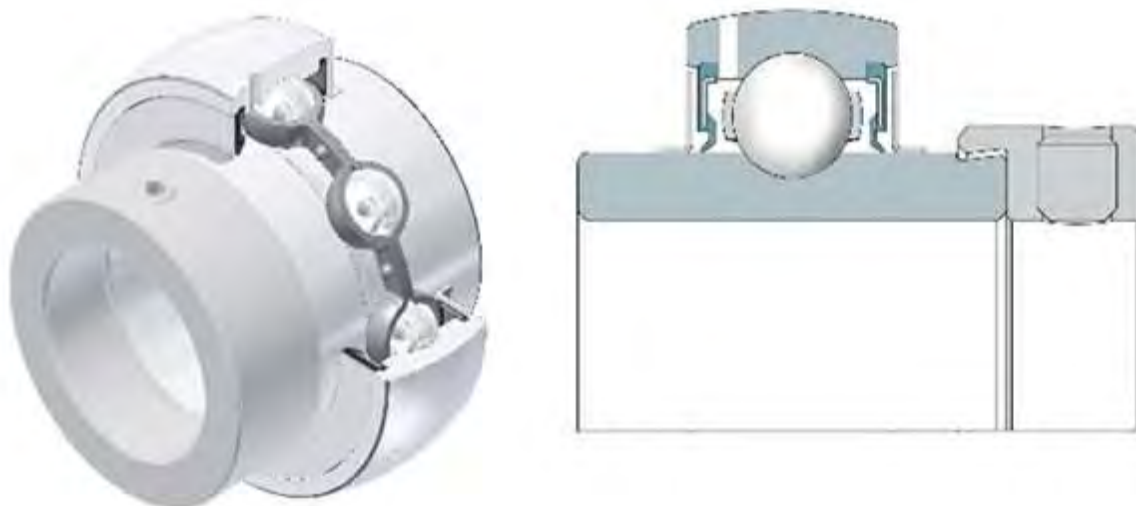
Les roulements inserts avec vis sans tête constituent la méthode de fixation la plus simple et la plus économique. La bague intérieure est équipée de deux vis sans tête décalées à  $120^\circ$ . En serrant les deux vis à six pans creux, la bague intérieure du roulement se contraint sur l'arbre et fixe l'insert. Le couple de serrage recommandé doit être respecté lors du serrage des vis. Une clé à six pans creux normale suffit comme outil. Avec cette méthode, l'axe du roulement insert se désaxe légèrement du centre de l'arbre. Ce léger basculement peut entraîner des vibrations à des vitesses de rotation élevées de l'arbre, mais il n'est pas significatif pour les applications à vitesse normale. Contrairement aux roulements inserts avec bague excentrique, les roulements avec vis sans tête conviennent également aux arbres avec sens de rotation alterné.



*Les roulements inserts avec des vis sans tête peuvent être utilisés dans les deux sens de rotation.*

## 2) Fixation avec bague excentrique

La méthode de fixation par bague excentrique est également très fréquente dans les machines industrielles. La rotation de la bague excentrique sur la bague intérieure du roulement insert entraîne son serrage et assure ainsi la fixation du roulement sur l'arbre. La bague excentrique doit être serrée dans le sens de rotation de l'arbre et bloquée ensuite avec une vis sans tête. Ce type de fixation n'est pas adapté aux changements rapides du sens de rotation, car la bague excentrique pourrait se détacher en cas de fonctionnement alterné. Il faut également tenir compte de l'encombrement de montage plus important, requis par la bague supplémentaire.



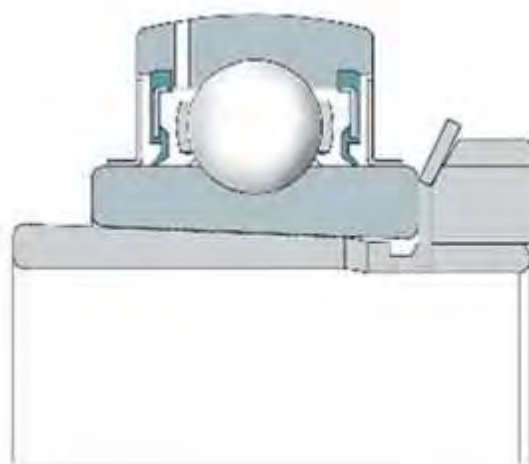
*La bague excentrique se trouve à gauche sur cette image (vue 3D).*

## 3) Fixation avec mention de serrage

Tout comme les [roulements à rotule sur rouleaux](#), les roulements inserts peuvent également avoir un alésage conique. Toutefois, ils sont généralement montés sur un arbre cylindrique au moyen d'un manchon de serrage. Les fixations par manchon permettent un serrage sur arbre très sûr. Lors du montage, le roulement est glissé sur le manchon jusqu'à ce que la réduction du jeu radial recommandée soit atteinte. Le bon réglage du jeu du roulement est décisif pour la durée de vie du palier. La rondelle de sécurité et l'écrou à encoches permettent de bloquer le roulement dans sa bonne position.

La fixation de l'arbre avec un manchon de serrage est un peu plus compliquée et doit être réalisée dans les règles de l'art. En raison du nombre de composants supplémentaires, les roulements inserts avec manchons de serrage sont également un peu plus chers. Toutefois, avec cette méthode de fixation, on profite d'une force de

maintien très élevée, d'un fonctionnement sans vibrations et de vitesses de rotation plus élevées.



*Le montage des roulements inserts à alésage conique s'effectue avec un manchon de serrage.*

## Les paliers libres

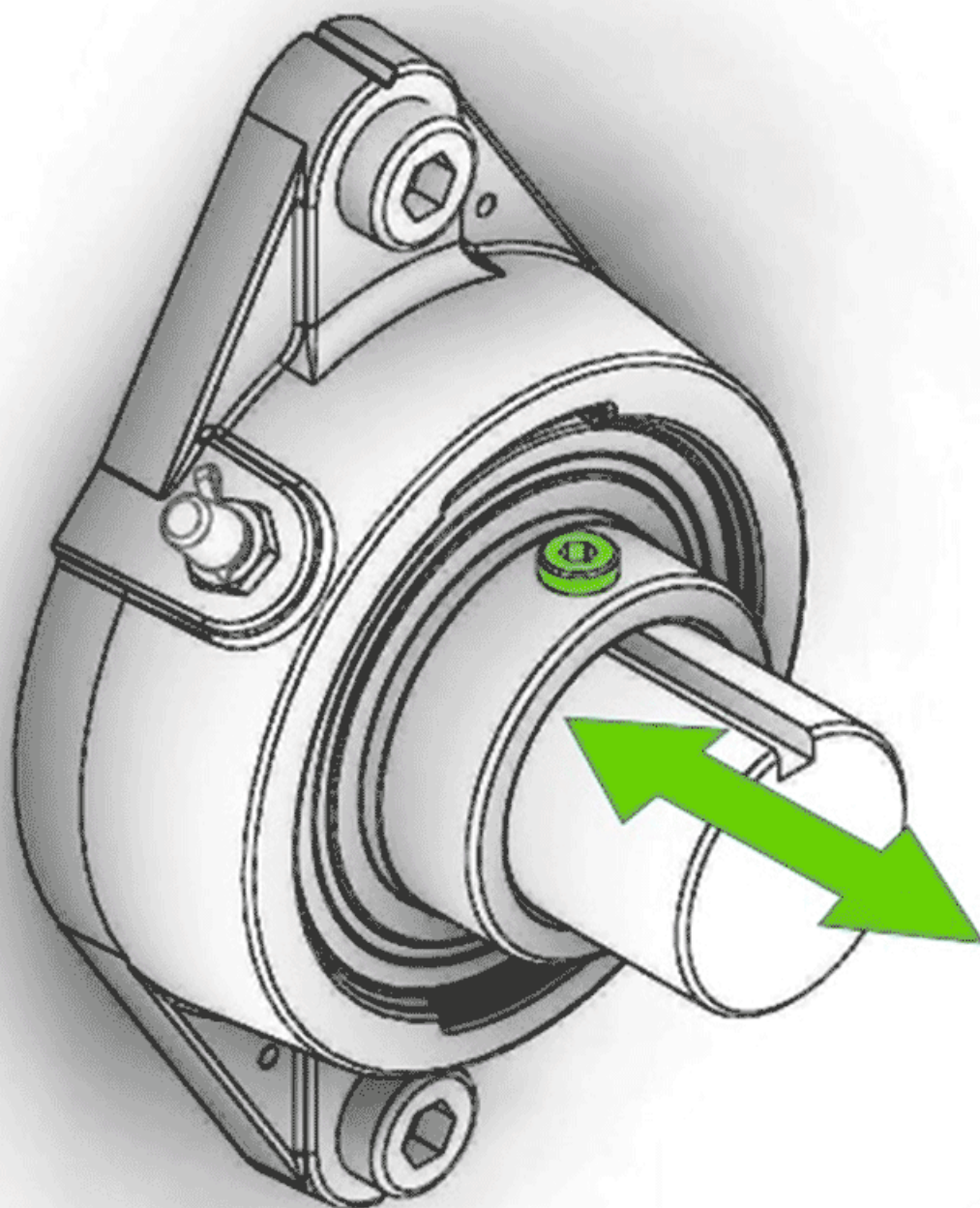
Les paliers qui peuvent compenser les variations de longueur des arbres dues à la chaleur sont appelés paliers libres. Afin d'éviter les défaillances des roulements dues à des contraintes axiales, la tenue de l'arbre doit se faire par le biais d'un **palier fixe** et d'un **palier libre**.

Alors que le côté **palier fixe** peut absorber des forces dans le sens radial et axial, l'arbre reste mobile du côté du palier libre – mais absorbe des forces dans le sens de la charge radiale. Les roulements inserts de SNR (une marque de NTN) avec des vis sans tête peuvent par exemple être modifiés avec des moyens simples pour être utilisés comme palier libre.

# Le palier auto-aligneur

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 [croulement-savant.fr](http://croulement-savant.fr)



*En changeant les vis de fixation, il est possible de transformer un palier avec des vis sans tête en palier libre.*

Malgré la similitude du terme, il ne faut pas confondre les paliers auto-aligneurs avec les [corps de palier](#), pour lesquels vous trouverez également des informations sur [roulement-savant.fr](#).

## **Vous pourriez également être intéressé par** Conception et fonction

9. mars 2022

Composants des roulements Les bases de la technologie du roulement sont sa conception et sa fonction. Pour vous aider à démarrer tranquillement, vous apprendrez tout

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Étanchéité**

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Le roulement rigide à billes**

1. mars 2022

Caractéristiques des roulements rigides à billes Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans - après quelques optimisations. Les

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Les points de contact**

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans [lubrification](#) : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

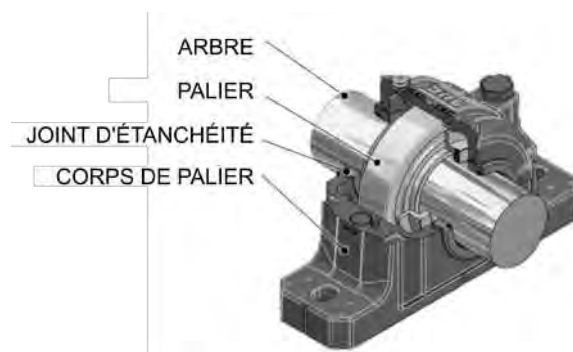


## Résumé

- Les corps de palier peuvent accueillir des roulements de types très différents
- Parmi les différents types, on trouve les paliers à semelle, les paliers en applique et les paliers de serrage
- Les corps de palier se distinguent en deux versions : en deux parties et en monobloc
- Les corps de palier pour applications spéciales peuvent résister à des températures élevées
- Les corps de palier peuvent être lubrifiés à la graisse ou à l'huile, la graisse étant souvent le lubrifiant le plus approprié

Nous avons vu précédemment que les **paliers auto-aligneurs** étaient spécialement adaptés aux roulements avec un diamètre extérieur sphérique. En règle générale, ces paliers ne peuvent pas recevoir de roulements avec une **bague extérieure** cylindrique.

Les corps de palier sont en revanche équipés de portées cylindriques et peuvent accueillir des roulements standard **de types très divers**. On peut les distinguer en fonction de leur forme et de leur structure. Les formes possibles sont les paliers à semelle, les paliers en applique et les paliers de serrage. Les paliers à semelle sont proposés avec un corps de palier en une ou deux parties. Ils sont adaptés à une



*Les corps de palier peuvent recevoir des roulements avec une bague extérieure cylindrique.*

utilisation industrielle dans les applications et les machines les plus diverses. Le **bon choix** du corps de palier dépend de l'application et des exigences attendues.

## Version en deux parties

Dans le cas du corps de palier en deux parties, la partie supérieure et la partie inférieure du palier peuvent être démontées, ce qui facilite le montage du roulement et d'autres composants par le haut. Les corps de palier à semelle en deux parties sont prévus pour recevoir un roulement. Ce type de palier est présent dans de nombreux domaines de l'industrie.

La série SNC de NTN peut être qualifiée de véritablement polyvalente, car elle peut être adaptée au mieux à l'application grâce à l'utilisation de différents roulements et joints d'étanchéité.

Caractéristiques des versions en deux parties de la série SNC :

- Montage facile
- Système modulaire
- Grande efficacité et rentabilité
- Convient aux roulements à rotule sur rouleaux sphériques ou à billes des séries de dimensions **ISO 02, 03, 22, 23 et 32**
- Pour des diamètres d'arbre de 20 mm à 160 mm (grands corps de palier SNCD jusqu'à 500 mm)
- Matériau du palier : fonte avec graphite lamellaire ou graphite sphéroïdal (SNCD)



*Montage facile, car les paliers SNC en deux parties peuvent être séparés et permettent d'insérer les roulements par le haut.*



*Dans cet exemple d'application, on voit le palier du rotor dans un ventilateur industriel.*

## Versions monoblocs

Les corps de palier de ce type n'ont pas de partie supérieure et inférieure. Le montage des roulements s'effectue par le côté. Les corps de palier en applique et les corps de palier dits « monoblocs » sont fabriqués par SNR (une marque de NTN). Les corps de palier à semelle sont conçus pour le montage de deux ou plusieurs roulements.



*Les paliers monoblocs ZLOE lubrifiés à l'huile sont indispensables pour la construction de grands ventilateurs industriels.*

Chez le fabricant de roulements NTN (et les marques associées NTN et SNR), les désignations pour les paliers **lubrifiés à la graisse** sont par exemple ZLG et DLG, les paliers lubrifiés à l'huile sont appelés ZLOE. Ces corps de palier ont la forme d'un tube dans lequel les roulements sont placés à une distance optimale à chaque extrémité du corps. Les erreurs d'alignement des roulements sont quasi inexistantes, car les logements des roulements sont positionnés précisément les uns par rapport aux autres. Les corps de palier de ce type sont souvent utilisés pour les ventilateurs industriels, car ils présentent un fonctionnement très silencieux et peuvent admettre des désalignements importants. En équipant les paliers de différentes combinaisons de roulements, les corps de palier monoblocs peuvent être configurés de manière polyvalente.

## Caractéristiques des versions monoblocs :

- Positions alignées des logements des roulements pour une grande **précision de rotation** de l'arbre
- Types de roulements utilisables : **roulements à billes** à gorge profonde, roulements à billes à contact oblique et roulements à rouleaux cylindriques (combinables au sein d'un même corps de palier)
- Matériau du corps de palier : fonte avec graphite lamellaire
- Pour des diamètres d'arbre : de 30 mm à 120 mm
- Convient pour les applications avec des forces axiales ou radiales élevées – également en combinaison avec des vitesses de rotation élevées
- Fonctionnement très silencieux grâce à un palier précontraint axialement
- Largement utilisées pour les ventilateurs industriels
- Système d'étanchéité : **joint** feutre / joint en V

Les corps de palier en applique et les corps de palier pour applications spéciales, dont il est question plus en détail ci-après, figurent parmi les versions monoblocs.

Grâce à leur conception plus compacte, les paliers en applique nécessitent moins d'espace de montage que les paliers à semelle. Les brides, équipées de trois ou quatre trous de montage selon la taille, sont vissées sur une paroi de la machine. Les légers défauts de montage ou d'alignement de l'arbre sont compensés par les [roulements à rotule sur rouleaux](#) ou à rotule sur billes intégrés. Les paliers monoblocs de la série 722500 sont équipés d'un couvercle fermé ou d'un couvercle ouvert pour les arbres traversants.

Caractéristiques des corps de paliers en applique :

- Matériau du corps de palier : fonte avec graphite lamellaire
- Types de roulements utilisables : 12..K, 22..K, 222..K
- Pour des diamètres d'arbre : de 20 mm à 100 mm
- Version avec couvercle fermé (type A) ou arbre traversant (type B)
- Système d'étanchéité : joint feutre
- Peut être regraissé



*Les paliers en applique de la série 722500 se contentent d'un encombrement réduit.*

Outre les corps de palier en applique, il existe également des corps de palier pour des applications spéciales. Il s'agit notamment des corps de palier TVN, qui sont des corps de palier compacts, monoblocs, en fonte grise et spécialement conçus comme roulements d'essieux pour les chariots de manutention et de four. Pour les applications dans des

conditions de température normales, les corps de paliers peuvent être équipés de [roulements à billes à gorge profonde standard](#) ou de roulements à rotule à billes. Pour les applications à haute température, des roulements à billes haute température stabilisés à la chaleur de la série F605 de NTN peuvent être utilisés (température maximale : 350°C).

Caractéristiques des corps de paliers à haute température :

- Roulements stabilisés à la chaleur jusqu'à 350°C
- Etanchéité spéciale
- Lubrifiant haute température



*Roulements de boîtes d'essieu TVN pour applications à haute température jusqu'à 350°C.*

## Corps de palier avec lubrification à la graisse ou à l'huile

Dans la plupart des cas, la graisse est le [lubrifiant](#) le plus approprié pour les roulements, car elle est généralement moins chère. Elle peut être introduite dans la zone du roulement avec moins d'effort et les [étanchéités](#) peuvent être moins complexes.

Dans de nombreux cas, il n'est pas nécessaire d'alimenter régulièrement les corps de palier en graisse neuve. Si les conditions de fonctionnement sont modérées, la graisse n'est remplacée que lors de l'entretien général.

Les corps de palier avec [lubrification à l'huile](#) sont à utiliser de préférence dans les machines qui fonctionnent à des vitesses d'arbre élevées ou pour lesquelles on peut s'attendre à des intervalles de relubrification à la graisse très courts. La lubrification à l'huile peut améliorer l'évacuation de la chaleur et augmenter la durée d'utilisation des roulements grâce à

l'installation de dispositifs supplémentaires (comme par exemple un système de refroidissement de l'huile). Les corps de paliers à l'huile sont disponibles chez SNR (une marque de NTN) en version en deux parties (SNOE) et en version monobloc (ZLOE).

Pour l'**étanchéité**, on utilise par exemple des joints labyrinthes dans les corps de paliers à l'huile. Les joints sans contact sont préférables en cas de vitesse élevée afin de réduire la chaleur due au frottement dans le mécanisme.



*Les corps de palier de la série SNOE Le premier approvisionnement en graisse. fonctionnent avec une lubrification par Avant la mise en service, le roulement et les carter d'huile. L'huile est transportée dans la joints ainsi qu'une partie de l'intérieur sont partie supérieure du roulement par une graissés. bague d'alimentation en huile qui tourne avec le roulement.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** **Calcul de la durée de vie**

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continu, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## Choix de l'ajustement

9. mars 2022

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

[Poursuivre la lecture »](#)

## Disposition en O, en X et en tandem

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les roulements à billes à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à billes à contact oblique

9. mars 2022

Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes. Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique Peut-être

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)



## Matériaux et fabrication

9. mars 2022

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur la conception et la fonction? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- La durée de vie du roulement indique le nombre total de tours ou d'heures de fonctionnement possibles avant l'apparition d'une détérioration par fatigue du matériau du roulement.
- $L_{10}$  (durée de vie nominale) : formule basée sur des statistiques ; indique la durée de vie d'un roulement.
- $L_{nm}$  (durée de vie modifiée étendue) : cette formule fournit des indications plus précises que la durée de vie nominale, car elle tient compte d'autres facteurs influents tels que les conditions de lubrification et la propreté.

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continu, cela n'a rien d'inhabituel. Ce qui est déterminant, c'est plutôt le moment où le roulement va défaillir. Le calcul de la durée de vie est d'une importance capitale pour le dimensionnement d'un palier et pour que la défaillance du roulement ne soit pas imprevisible et puisse être évitée. La vie d'un roulement n'est pas exprimée en années, mais en nombre total de tours ou d'heures de fonctionnement théoriquement possibles avant l'apparition d'une défaillance par fatigue du matériau.

## La durée de vie nominale $L_{10}$

La durée de vie des roulements la plus connue, souvent appelée « durée de vie catalogue »,

est désignée par  $L_{10}$  et est normalisée selon la norme [DIN 281:2007](#) (formule de calcul, voir ci-dessous). La condition pour atteindre la durée de vie calculée est une estimation réaliste des conditions de fonctionnement telles que la [vitesse de rotation](#), la charge et les conditions ambiantes.

$L_{10}$	Durée de vie nominale en $10^6$ rotations
$L_{10h}$	Durée de vie nominale en heures de fonctionnement
$C$	<a href="#">Charge dynamique de base</a> selon le tableau (voir par ex. le catalogue <a href="#">NTN</a> ( $C_r$ : charge radiale, $C_a$ : charge axiale))
$P$	Charge dynamique équivalente ( $P_r$ : charge radiale, $P_a$ : charge axiale)
$p$	Exposant de durée de vie (roulement à billes: $p = 3$ , roulement à rouleaux: $p = 10/3$ )
$n$	Vitesse de rotation du roulement dans l'application, $\text{min}^{-1}$

Étant donné que les roulements diffèrent légèrement les uns des autres en raison des tolérances de fabrication et de la nature des matériaux, un groupe de roulements du même type dans les mêmes conditions de fonctionnement (même vitesse, charge et [lubrification](#)) présente en réalité une durée de vie variable. Ce que l'on appelle la plage de dispersion ressemble à une indication de probabilité, car elle est déterminée statistiquement. La durée de vie statistique (la durée de vie nominale  $L_{10}$  selon la norme [DIN ISO 281:2007](#)) indique le nombre total de rotations en millions de tours, atteint par 90 % des roulements d'un groupe identique jusqu'à ce qu'une fatigue du matériau se produise. Ceci est valable dans des conditions de fonctionnement identiques à une vitesse de rotation constante.

La réponse à la question « pourquoi seulement 90 % ? » est simple : l'exploitation d'une installation respectant à 100 % la durée de vie calculée serait tout simplement trop chère. La plage de dispersion de 90 % signifie en même temps que les 10 % restants « peuvent »

tomber en panne avant la date indiquée. Le calcul de  $L_{10}$  se distingue par l'exposant, selon le type de roulement : à billes ou à rouleaux. La durée de vie nominale  $L_{10h}$  permet d'indiquer le nombre d'heures de fonctionnement réalisables (formule 1).

## Formule 1

Durée de vie en  $10^6$  rotations :

*pour les roulements à billes* :  $L_{10} = (C/P)^3$

*pour les roulements à rouleaux* :  $L_{10} = (C/P)^{10/3}$

Durée de vie en heures de fonctionnement :

$$L_{10h} = (16\,666,6) \times (C/P)^p$$

*Pour les roulements à billes, si l'on divise la charge par deux ou si l'on double la charge de base, on multiplie la durée de vie par huit.*

Les exigences les plus sévères en matière de durée de vie des roulements se retrouvent dans l'énergie éolienne, les moteurs électriques et les machines-outils. Dans les applications agricoles, où certaines machines ne sont utilisées que de manière saisonnière, une durée de vie moins élevée est calculée - en effet, la pollution et les conditions extérieures jouent ici un rôle important qui ne peut pas toujours être représenté par le calcul.

## La durée de vie nominale en heures $L_{10h}$

La charge dynamique de base  $C$ , spécifique au roulement, est importante pour le calcul de  $L_{10h}$ . Elle indique la capacité de charge des roulements et, par conséquent, la charge dynamique qu'un roulement peut supporter. Le calcul de la charge dynamique de base est également normalisé selon la norme DIN 281:2007 et est indiqué par le fabricant de roulements dans son [catalogue](#) pour les roulements standard. Lorsque le roulement est soumis à une charge correspondant à la charge dynamique de base, le roulement atteint en théorie une durée de vie d'un million de rotations. Dans la pratique, il convient toutefois de respecter ou de vérifier d'autres conditions... D'ailleurs, on indique dans la charge de base dynamique, seule la direction de charge radiale pour les roulements radiaux, et seule la direction de charge axiale pour les butées,. C'est la raison pour laquelle on différencie les désignations  $C_r$  pour les roulements radiaux et  $C_a$  pour les butées.

Pour de nombreux roulements, la charge  $F$  s'applique au roulement suivant un angle. Il en résulte alors une [force radiale](#)  $F_r$  et une [force axiale](#)  $F_a$ . Pour calculer la durée de vie nominale, on suppose toutefois que la charge est de valeur et de direction constantes. C'est pourquoi la charge dynamique équivalente du roulement est déterminée à partir des deux forces, appelée charge radiale dynamique équivalente ( $P_r$ ) pour les roulements radiaux et charge axiale dynamique équivalente ( $P_a$ ) pour les butées. Lorsque le roulement est soumis à cette charge équivalente calculée, il atteint la même durée de vie  $L_{10}$  que dans les conditions de charge réelles.

### Formule 2

$$P = X \times F_r + Y \times F_a$$

$F_r$	Force radiale du roulement
$F_a$	Force axiale du roulement

X	Facteur de charge radiale à trouver dans le <a href="#">catalogue</a> pour chaque type de roulement.
Y	Facteur de charge axiale à trouver dans le <a href="#">catalogue</a> pour chaque type de roulement.

Cette formule permet de calculer la charge dynamique équivalente .

De plus, les roulements doivent fonctionner avec une charge minimale afin de garantir un rotation sûre des corps roulants et de minimiser les glissements. Ces derniers doivent être évités afin d'empêcher l'usure (c'est-à-dire la formation de dépôts de matière et l'apparition d'une surface de roulement rugueuse), car cela peut entraîner une défaillance prématurée du roulement. La charge minimale recommandée varie selon le type de roulement et devrait être de  $0,01 \times C_0$  pour les [roulements à rotule sur rouleaux](#), par exemple.

L'exposant de durée de vie  $p$  est déjà défini, une formule n'est donc pas nécessaire. La seule chose dont il faut tenir compte est le type de roulement dont la durée de vie doit être calculée. Ainsi, l'exposant de durée de vie des roulements à billes a une valeur de  $p = 3$ , tandis que celui des roulements à rouleaux est de  $p = 10/3$  .

*Exemple de calcul de  $L_{10}$  et  $L_{10h}$*

*Roulement : 6206C3*

*$C_r = 21,6 \text{ kN}$*

*$F_a = 250 \text{ N}$*

*$F_r = 2\,000 \text{ N}$*

*$n = 2000 \text{ U/min}$*

*$X = 1, Y = 0, \text{ da } F_a/F_r \leq e$*

*$P_r = 2 \text{ kN}$*

*$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ tours}$*

$$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$$

Un calcul de  $L_{10}$  et  $L_{10h}$  sur l'exemple du roulement à billes à gorge profonde 6206C3.

## La durée de vie modifiée étendue $L_{nm}$ ou $L_{nmh}$

Bien que la plage de dispersion de la durée de vie nominale  $L_{10}$  soit basée sur un coefficient de fiabilité de 90 %, il existe certains domaines d'application dans lesquels celui-ci doit être plus élevé. C'est alors qu'intervient la durée de vie étendue  $L_{nm}$  ou  $L_{nmh}$ , également normalisée selon la norme DIN ISO 281:2007, dont on ne peut se passer dans certains cas lors du calcul de la durée de vie.

### Formule 3

$$L_{nm} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10}$$

$$L_{nmh} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10h}$$

$L_{nm}$	Durée de vie étendue en $10^6$ tours
$L_{nmh}$	Durée de vie étendue en heures
$a_1$	Coefficient de durée de vie pour la fiabilité

$a_{ISO}$	<p>Coefficient de durée de vie pour les conditions de fonctionnement</p> $a_{ISO} = f(e_c \times C_u \div P, \kappa)$ <p><math>e_c</math> = Coefficient de pollution  <math>C_u</math> = Charge limite de fatigue  <math>P</math> = Charge dynamique équivalente  <math>\kappa</math> = Rapport de <a href="#">viscosité</a></p>
$L_{10}$	Durée de vie nominale : durée de vie de référence en $10^6$ tours

*Pas de piège ici, le calcul modifié de la durée de vie des roulements  $L_{nm}$  et  $L_{nmh}$  reste des mathématiques simples. Il faut toutefois faire quelques calculs préalables, notamment pour  $a_{ISO}$ .*

L'expérience montre que les roulements peuvent tout à fait dépasser les valeurs calculées dans des conditions de fonctionnement idéales, par exemple, avec un film lubrifiant entre les corps roulants et les bagues, sans salissures ni impuretés. Il est à noter que des durées de vie très élevées soient possibles jusqu'à atteindre la limite de résistance en fatigue. Les conditions pour cela sont un fonctionnement optimal et une faible charge du roulement. Avec une pression de contact maximale de 1500 MPa, le roulement est généralement considéré comme résistant à [la fatigue](#) (charge du roulement inférieure à la charge limite  $C_u$ ). La durée de vie modifiée étendue fournit donc des résultats plus précis et plus proches de la réalité que la durée de vie nominale.

Pour  $a_1$ , on suppose en principe une probabilité de défaillance de 10 %. Pour cette raison,  $a_1 = 1$  et la valeur de  $a_1$  est donc modifiée pour une autre probabilité de défaillance.

Fiabilité	$L_n$	Coefficient de fiabilité $a_1$
90 %	$L_{10}$	1,00



95 %	$L_5$	0,62
96 %	$L_4$	0,53
97 %	$L_3$	0,44
98 %	$L_2$	0,33
99 %	$L_1$	0,21

Le coefficient de fiabilité  $a_1$  diminue lorsque le pourcentage de fiabilité de l'indication de durée de vie augmente.

Le facteur  $a_{ISO}$  est une fonction basée sur la [lubrification](#), la pollution, les propriétés du matériau ainsi que la charge, et peut être décrite par la formule suivante :

$$a_{ISO} = f\left(\frac{e_c C_M}{P}, \kappa\right)$$

La pollution due à des particules dures dans le lubrifiant peut provoquer des creux à la surface du [chemin de roulement](#), ce qui se traduit par une surface endommagée et une réduction de la durée de vie du roulement. Le coefficient de contamination  $e_c$  en tient compte et dépend du degré de pollution, de la taille du roulement et de la viscosité du lubrifiant (épaisseur du film lubrifiant).

Coefficient de contamination	$e_c$	
	$D_{pw} < 100 \text{ mm}$	$D_{pw} \geq 100 \text{ mm}$
Propreté la plus élevée Taille des particules de l'ordre de l'épaisseur du film lubrifiant ; conditions en laboratoire	1	1
Propreté élevée Huile filtrée par un filtre extrêmement fin ; conditions typiques pour des roulements lubrifiés à vie avec joints d'étanchéité	0,8 ~ 0,6	0,9 ~ 0,8
Propreté normale Huile filtrée par un filtre fin ; conditions typiques des roulements lubrifiés à vie avec des déflecteurs	0,6 ~ 0,5	0,8 ~ 0,6
Contamination légère Légère contamination du lubrifiant	0,5 ~ 0,3	0,6 ~ 0,4
Contamination typique Conditions typiques pour les roulements sans joints d'étanchéité ; filtration grossière ; particules d'usure et pollution provenant de l'environnement	0,3 ~ 0,1	0,4 ~ 0,2
Forte contamination Environnement du roulement fortement pollué et montage du roulement avec étanchéité inadéquate	0,1 ~ 0	0,1 ~ 0
Très forte contamination	0	0

Le tableau décrit le degré de contamination  $e_c$ .

La charge limite en fatigue est un autre facteur influent. Elle correspond à la charge exercée sur un roulement qui conduit à la contrainte limite en fatigue, situé au contact le plus chargé à l'intérieur du chemin de roulement. Cette charge limite en fatigue dépend du type de roulement, des spécifications internes, de la qualité et de la résistance du matériau. Dans la norme ISO 281:2007, une contrainte de contact de 1,5 GPa, correspondant au  $C_u$ , est recommandée pour les roulements en matériaux de haute qualité et avec un bon niveau de fabrication.

En outre, le rapport de viscosité  $\kappa$ , qui décrit l'influence de la formation du film lubrifiant, est intégré dans  $a_{ISO}$ . Les roulements sont utilisés en supposant que les surfaces de contact du roulement sont séparées par un film lubrifiant. Cependant, si la viscosité du **lubrifiant** est faible, la séparation devient insuffisante et un contact direct métal/métal se produit, entraînant un endommagement. Le rapport de viscosité  $\kappa$  tient compte de cet effet, décrit ci-dessous, par le rapport entre la viscosité de fonctionnement  $v$  et la viscosité de référence  $v_1$ .

Formule 4

$$\kappa = v/v_1$$

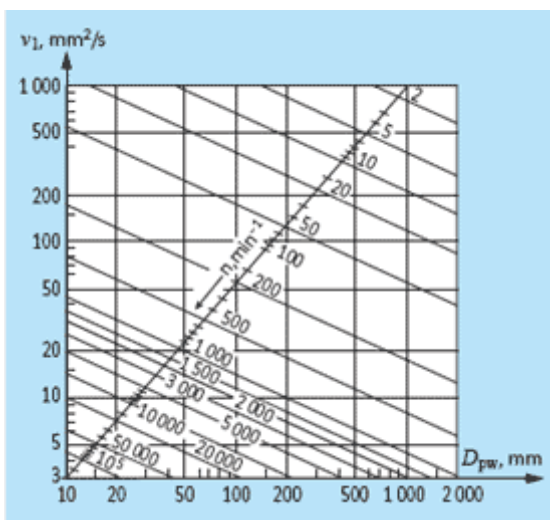
Le calcul du rapport de viscosité  $\kappa$ .

Formule 5

$$\text{Si } n < 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 45\,000 n^{-0,83} D_{pw}^{-0,5}$$

$$\text{Si } n \geq 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 4\,500 n^{-0,5} D_{pw}^{-0,5}$$

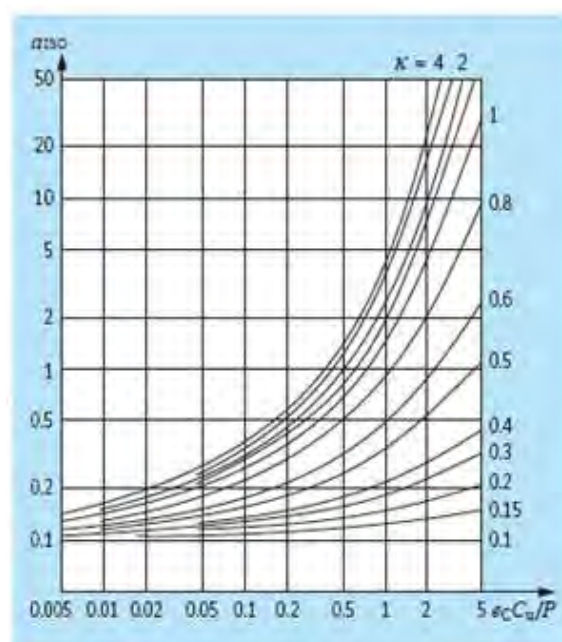
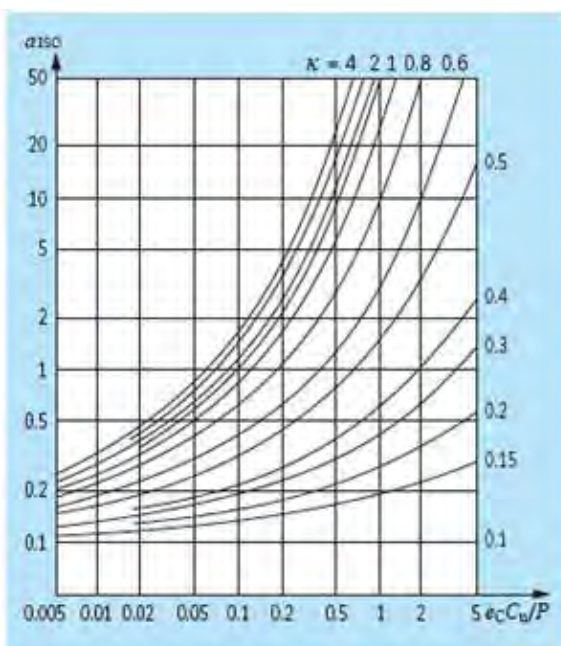
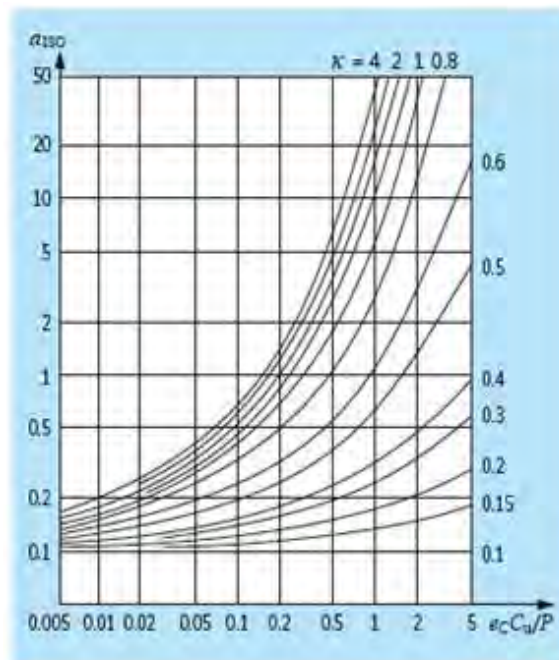
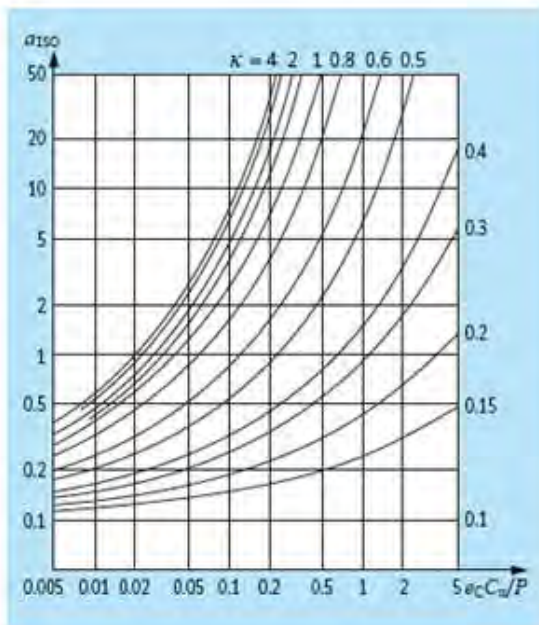
La viscosité de référence  $v_1$  dépend de la vitesse de rotation  $n$  et de la valeur de  $D_{pw}$ .



Calcul de la viscosité de référence  $v_1$  au moyen d'un diagramme.

Les diagrammes illustrent la relation entre  $^{cu}/_{pr}$ ,  $e_c$ ,  $\kappa$  et  $a_{ISO}$  de différents types de roulements. L'utilisation des diagrammes est soumise aux restrictions suivantes : le coefficient de durée de vie est limité à  $a_{ISO} \leq 50$  et, si  $\kappa > 4$ , alors on prendra la valeur de  $\kappa = 4$ . De plus, l'approche n'est pas valable pour  $\kappa < 0.1$ .

# Calcul de la durée de vie



De haut en bas et de gauche à droite, vous trouverez des indications sur le coefficient de durée de vie  $a_{150}$  des roulements à billes radiaux, des roulements à rouleaux radiaux, des

*butées à billes et enfin des butées à rouleaux.*

*Exemple de calcul de  $L_{10mh}$*

Même roulement et application que ci-dessus : 6206C3

$$C_r = 21,6 \text{ kN}$$

$$C_u = 0,795 \text{ kN}$$

$$F_a = 250 \text{ N}$$

$$F_r = 2\,000 \text{ N}$$

$$n = 2\,000 \text{ tr/min}$$

Propreté élevée de l'environnement

Viscosité du lubrifiant à la température de fonctionnement de 80°C de 14,37 mm<sup>2</sup>/s

$$X = 1, Y = 0, \text{ da } F_a/F_r \leq e$$

$$P_r = 2 \text{ kN}$$

$$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ tours}$$

$$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$$

Avec  $D_{pw} < 100 \text{ mm}$  il en résulte  $e_c = 0,6 - 0,8$

Avec la formule 5, on obtient pour  $v_1 = 14,76 \text{ mm}^2/\text{s}$

Il en résulte  $\kappa = 0,9$

Le diagramme pour les roulements à billes radiaux permet de déduire pour  $a_{ISO}$  une valeur d'environ 8

Il en résulte pour  $L_{10hm} = 83\,981 \text{ h}$

*Exemple de calcul de  $L_{10mh}$  pour le roulement à billes à gorge profonde 6206C3.*

## **Autres méthodes de calcul de la durée de vie des roulements**

En plus des méthodes présentées ici pour déterminer la durée de vie d'un roulement, il en existe d'autres en lien avec la défaillance due à la fatigue du matériau. Ainsi, dans le calcul

de la durée de vie de référence selon la norme ISO TS 16281, la répartition de la charge du corps roulant sur sa longueur est considérée à l'aide d'un modèle par tranches. Cette méthode prend en compte d'autres facteurs influents tels que le [jeu de fonctionnement](#) et le désalignement du roulement, mais aussi les pressions de contact existantes des différents éléments du roulement. En raison de l'immense travail de calcul, une telle méthode ne convient toutefois que si l'on utilise un programme de calcul.

## **Vous pourriez également être intéressé par** **Lubrification**

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- La lubrification des roulements se fait à la graisse ou à l'huile
- Elle sert à réduire les frottements et l'usure
- La méthode de lubrification choisie doit être adaptée aux conditions de fonctionnement
- L'absence ou l'insuffisance de lubrifiant dans le roulement entraîne des dommages voire une défaillance prématurée du roulement
- La graisse est plus souvent utilisée comme lubrifiant que l'huile (manipulation plus facile)
- Dans des cas particuliers, des lubrifiants solides sont utilisés à la place de la graisse ou de l'huile

Rien ne fonctionne sans **lubrification** : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre les composants du roulement : **les corps roulants, les bagues de roulement et la cage**. Dans des cas particuliers, les roulements peuvent également être lubrifiés avec un lubrifiant solide. La lubrification fait partie, avec le frottement et l'usure, du domaine spécialisé de la **tribologie**. La fonction la plus importante de la lubrification est sans doute de réduire au maximum le frottement et l'usure. Mais la lubrification apporte aussi d'autres avantages que l'on peut voir dans la liste.

Fonctions de la lubrification :

- Réduction des frottements et de l'usure

*Une lubrification optimale est la condition sine qua non pour une longue **durée de vie** des roulements.*



- Évacuation de la chaleur due au frottement
- Prolongation de la durée de vie des roulements
- Prévention de la rouille
- Protection contre la pénétration de corps étrangers

## Le choix du lubrifiant

Selon le roulement, la méthode de lubrification varie entre la graisse et l'huile. Il faut également veiller à ce qu'il n'y ait ni trop, ni trop peu de lubrifiant dans le roulement. Saviez-vous que, statistiquement, les problèmes de lubrification sont la principale cause de défaillance des roulements ?

La méthode de lubrification choisie doit être adaptée aux conditions de fonctionnement (notamment à la vitesse et à la température de fonctionnement du roulement) afin de garantir l'efficacité maximale de la lubrification. Il est également important que le lubrifiant utilisé soit de qualité et que sa quantité présente dans le roulement soit correcte. Une autre condition essentielle est que le roulement soit conçu de manière à empêcher la pénétration de corps étrangers et, en même temps, la **fuite** du lubrifiant. Pour cela, les fabricants de roulements comme NTN proposent pour certaines séries une étanchéité intégrée. Une autre possibilité consiste à assurer l'étanchéité à l'extérieur des roulements. Différents types d'étanchéité sont disponibles. Lors du choix du type d'étanchéité, il faut tenir compte de la modification éventuelle de la vitesse limite qui en résulte (chaleur due au frottement de l'étanchéité).

	Lubrification à la graisse	Lubrification à l'huile
--	----------------------------	-------------------------

Manipulation	Très bonne	Acceptable
Fiabilité	Bien	Très bonne
Evacuation de la chaleur	Inadaptée	Bien*
Types de joints	Bien	Acceptable
Pertes dues aux frottements	Bien	Bien
Impact environnemental	Bien	Acceptable
Hautes vitesses de rotation	Acceptable	Bien

*Le choix du lubrifiant doit toujours être pesé. Il n'y a pas de méthode de lubrification idéale, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients.*

\* Circuit d'huile nécessaire

## Lubrification à la graisse

La graisse est d'une part le lubrifiant le plus répandu, et d'autre part, relativement simple et peu coûteuse à mettre en œuvre. Les propriétés de toutes les graisses sont principalement déterminées par l'huile de base utilisée et la combinaison d'épaississants avec différents additifs. Les huiles de base utilisées peuvent être des huiles minérales, des huiles synthétiques, comme l'huile d'ester et l'huile d'hydrocarbure synthétique, mais aussi des huiles essentielles. On distingue les graisses avec une huile de base peu visqueuse, qui conviennent pour les basses températures et les vitesses élevées, et les graisses avec une huile de base très visqueuse. Ces dernières sont utilisées pour des applications à hautes

températures et à fortes charges. Les épaissements ajoutés à l'huile de base peuvent être classés en deux types : les savons métalliques et les savons non-métalliques. Les différentes propriétés spécifiques d'une graisse, telles que la plage de températures limites, la stabilité mécanique, la résistance à l'eau, etc. dépendent principalement du type d'épaississant utilisé. Selon l'utilisation prévue, différents additifs sont ajoutés à la graisse afin d'améliorer ses propriétés.

Les additifs habituels sont les antioxydants, les additifs haute pression (additifs EP), les anti-rouilles et les anti-corrosions.

La quantité de graisse utilisée pour remplir le roulement dépend de la [vitesse de rotation](#). Toutefois, la quantité de graisse à utiliser dans les conditions de fonctionnement dépend généralement de plusieurs autres facteurs liés à la taille et à la forme du logement, à l'espace disponible et au type de graisse utilisé. En règle générale, pour la plupart des applications, les roulements doivent être remplis à hauteur de 30 à 40 % de l'espace libre et le logement à hauteur de 30 à 60 %. Pour les vitesses élevées et les faibles variations de température, il est conseillé d'utiliser une quantité de graisse réduite. Une quantité de graisse trop importante peut en effet entraîner une hausse de la température, ce qui ramollit la graisse et par conséquent provoquer sa fuite. L'oxydation et la détérioration peuvent en outre entraîner une diminution de l'effet lubrifiant.

Lors de l'utilisation d'une lubrification à la graisse, il est extrêmement important de respecter les fréquences de regraissage, la capacité de lubrification d'une graisse diminuant avec le temps. Cela signifie que les roulements doivent être regraissés à des intervalles déterminés. Ces intervalles de regraissage ne sont pas uniformes, car ils dépendent du type de graisse, du type de roulement, des températures et de la vitesse de rotation. Il est également possible d'effectuer un seul remplissage de graisse ([graissage à vie](#)) lorsque l'intervalle de regraissage est supérieur à la [durée de vie](#) d'un roulement, par exemple, ou lorsque le roulement est un roulement [étanche](#) et que le regraissage serait trop coûteux. En ce qui concerne la miscibilité de différentes graisses, il convient de respecter les indications du fabricant. En règle générale, le mélange n'est pas une bonne idée en raison des différences entre les substances de base et les additifs des différentes graisses, car il existe un risque de réaction chimique entre les différents composants.

## Lubrification à l'huile

L'alternative la plus courante à la lubrification à la graisse est la lubrification à l'huile. C'est le choix idéal, mais aussi le plus cher, et il est préféré à la lubrification à la graisse, surtout pour les roulements à **contact linéaire**. La lubrification à l'huile est principalement utilisée dans les applications où la chaleur générée doit être évacuée du roulement et dissipée vers l'extérieur. Parallèlement, l'**étanchéité** et la filtration de l'huile sont souvent très importantes, ce qui implique une conception plus complexe. Dans les roulements, des huiles minérales telles que l'huile pour machines, l'huile pour broches ou l'huile pour turbines sont utilisées dans la plage de température de -30°C à 150°C. En dehors de cette plage, les roulements sont lubrifiés avec des huiles synthétiques (huile ester, huile silicone, huile fluorée). Tel que pour les graisses, il convient généralement, soit d'éviter de mélanger différentes huiles, soit de procéder à une analyse détaillée de leur compatibilité. La **viscosité** cinématique est un aspect central dans le contexte des huiles lubrifiantes. La viscosité  $\nu$  d'une huile est une mesure de son pouvoir lubrifiant.

Type de roulement	Viscosité cinématique $\nu$ mm <sup>2</sup> /s
<b>Roulements à billes</b> , roulements à rouleaux cylindriques, roulements à aiguilles	$\geq 13$
Roulements à rotule sur rouleaux, roulements à rouleaux coniques, butées à aiguilles	$\geq 20$
Butées à rotule sur rouleaux	$\geq 30$

*En général, on utilise des huiles à viscosité plus élevée pour les roulements à rouleaux que pour les roulements à billes, car les premiers tournent à des vitesses plus faibles et supportent des charges plus lourdes.*

Il faut si possible procéder à une lubrification complète de type élasto-hydrodynamique (EHD), qui conduit à une séparation complète des surfaces. On peut par exemple comparer la rotation des corps roulants sur le [chemin de roulement](#), à un skieur nautique qui a besoin d'une vitesse minimale pour réaliser un déplacement à ski sur l'eau, au lieu de couler. Le pouvoir lubrifiant de l'huile ne doit pas être trop élevé ni trop faible, car si le film d'huile est absent ou trop mince, les dommages sur le chemin de roulement ne se font généralement pas trop attendre.

La formule 6 est utilisée pour calculer la quantité d'huile nécessaire.

Formule 6

$$Q = K \times q$$

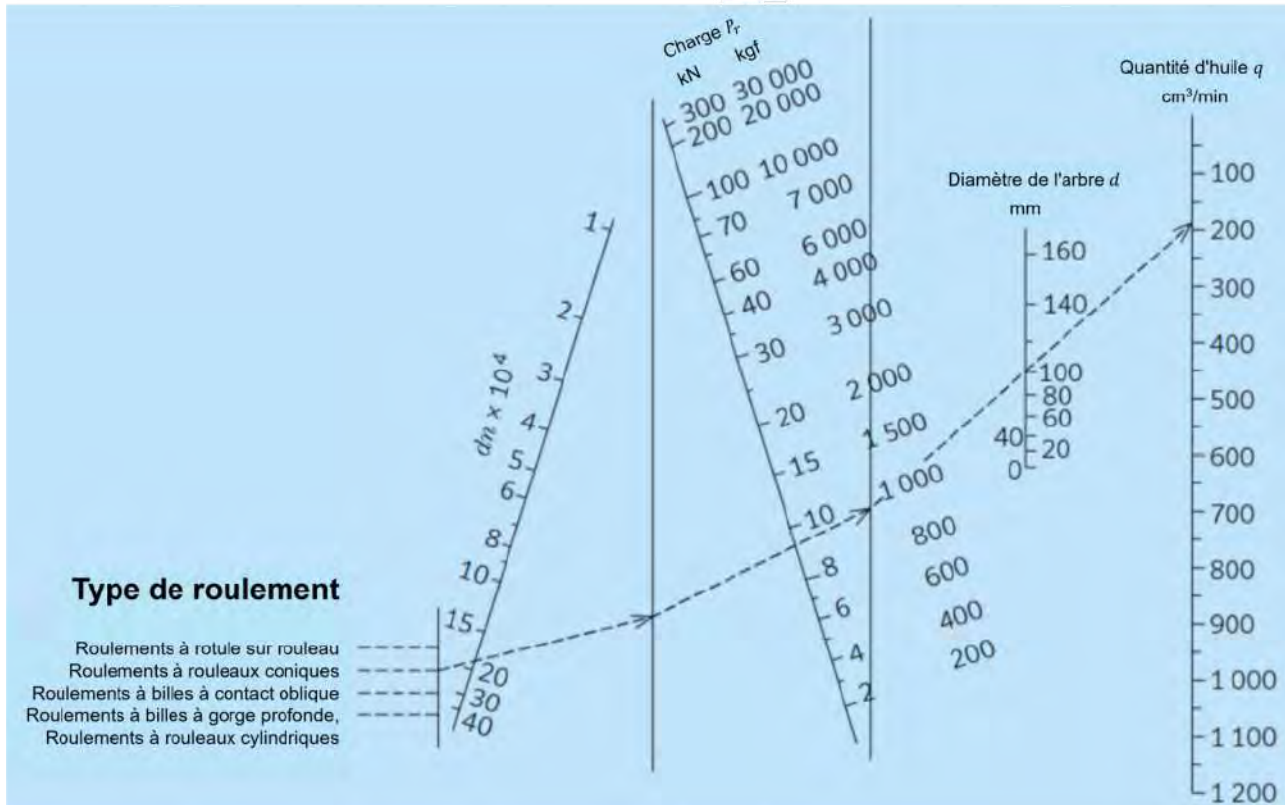
$Q$  -> Quantité d'huile par roulement  $\text{cm}^3/\text{min}$

$K$  -> Facteur d'augmentation admissible de la température de l'huile

$q$  -> Quantité de lubrifiant selon le diagramme

*C'est la clé pour déterminer la quantité d'huile nécessaire : le facteur d'augmentation admissible de la température de l'huile est multiplié par la quantité de lubrifiant.*

La quantité d'huile est calculée afin de garantir que la chaleur dissipée par l'huile de lubrification corresponde à peu près à la quantité de chaleur générée par le roulement et son environnement. Dans la pratique, la quantité calculée est ensuite multipliée par un facteur de sécurité de 1,5 à 2,0, car la chaleur émise par le logement varie selon sa conception.



Ce diagramme montre la méthode de calcul de la quantité d'huile. La quantité de lubrifiant varie selon le type de roulement. Méthode : on commence à gauche par le type de roulement et on parcourt ensuite le diagramme à l'aide des paramètres  $dn$ ,  $P_r$  et  $d$  (de gauche à droite). Le point d'intersection avec la ligne verticale sans échelle représente toujours le nouveau point de départ.

Un contrôle régulier de la quantité et de la pureté de l'huile est indispensable. Les intervalles de remplacement de l'huile de lubrification dépendent des conditions de fonctionnement, de la quantité et du type d'huile. En règle générale, l'huile doit être remplacée une fois par an lorsque la température de fonctionnement est inférieure ou égale à  $50^\circ\text{C}$  et tous les trois mois, lorsque la température est comprise entre  $80$  et  $100^\circ\text{C}$ . En outre, il faut tenir compte du fait que la durée de vie du lubrifiant diminue approximativement de 50 % tous les  $10^\circ\text{C}$  à partir de  $80^\circ\text{C}$ . Il est donc important d'utiliser des lubrifiants de qualité.

## Lubrification solide

Dans des cas particuliers, par exemple lorsqu'une lubrification à la graisse ou à l'huile n'est pas possible, des lubrifiants solides sont également utilisés. Le lubrifiant solide se compose d'une huile, qui a la même viscosité qu'une huile classique, et d'un polyéthylène à teneur ultra haute en polymère. Les deux composants sont mélangés dans une phase liquide. Après avoir été chauffée et refroidie, cette substance se solidifie, de sorte qu'une grande quantité de lubrifiant est absorbée dans la structure polymère. Même en cas de fortes vibrations ou de centrifugation, le lubrifiant ne s'échappe donc pas du roulement en rotation. La lubrification solide est utilisée dans les applications où la pollution peut pénétrer dans le roulement ou lorsque le roulement est soumis à des lavages. La saleté est ainsi bloquée par le lubrifiant solide, étant donné que celui-ci remplit l'espace libre du roulement. La lubrification solide est notamment utilisée dans l'industrie alimentaire, où un lubrifiant qui s'échappe risquerait de contaminer les aliments. Jusqu'ici, c'est plutôt avantageux, non ? Cependant, la lubrification solide n'est pas adaptée aux applications à vitesse élevée en raison du frottement accru dans le roulement. C'est pourquoi il est indispensable de veiller aux vitesses de rotation recommandées.

## La valeur kappa

Pour conclure ce chapitre, voici quelques mots sur la valeur kappa, un autre paramètre important dans le domaine de la lubrification. Il doit être déterminé en fonction du lubrifiant et des conditions de fonctionnement, et il est en même temps nécessaire pour déterminer le facteur  $a_{150}$  coefficient déterminant de la durée de vie modifiée pour les conditions de fonctionnement d'un roulement. La valeur Kappa représente le rapport de viscosité entre la viscosité cinématique réelle  $v$  et la viscosité nominale  $v1$ , et décrit les conditions de lubrification d'un roulement en fonctionnement, selon le type de roulement, sa taille, le lubrifiant, la vitesse de rotation et la température.

La valeur kappa peut être divisée en trois conditions de lubrification. Pour une valeur de  $\kappa \leq 0,1$  il y a lubrification limite. Il ne se forme pas de film lubrifiant porteur, ce qui entraîne un

contact entre les corps solides et une augmentation du frottement ou de l'usure. Lorsque la valeur kappa est de  $0,1 < \kappa \leq 4$  on parle de frottement mixte. En raison de l'épaisseur toujours insuffisante du film lubrifiant, il y a toujours un contact métal/métal partiel, de sorte que les zones en pointes de la rugosité s'entrecroisent de manière aléatoire. Dans ce cas, le frottement est toutefois déjà réduit. Ce n'est qu'à  $\kappa > 4$  que l'on a ce que l'on appelle une lubrification complète et donc un film lubrifiant qui sépare complètement les surfaces de contact.

## **Vous pourriez également être intéressé par** **Calcul de la durée de vie**

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Étanchéité**

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)



## Résumé

- Le choix de l'ajustement se fait avant le calcul du jeu du roulement
- Le choix du bon ajustement doit permettre d'éviter les mouvements relatifs entre la bague intérieure et l'arbre, ou la bague extérieure et le logement pendant le fonctionnement
- Un mauvais ajustement des roulements peut les endommager
- Types d'ajustement : serré, incertain et glissant
- Dans certaines applications, il est nécessaire de calculer une interférence minimale et maximale entre la bague intérieure et l'arbre, ou entre le logement et la bague extérieure

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il est utile de comprendre ce qu'est le choix de l'ajustement et ce à quoi il faut prêter attention.

## Pourquoi le choix de l'ajustement est-il important ?

Il est judicieux de choisir un ajustement avant de calculer le [jeu du roulement](#), car celui-ci a une incidence directe sur ce jeu. C'est donc l'alpha et l'oméga de la construction mécanique.

Le choix de l'ajustement du roulement est très important pour empêcher ou permettre les mouvements relatifs entre la bague intérieure et l'arbre, ou la bague extérieure et le logement pendant le fonctionnement.



Choisir le bon ajustement est donc indispensable. Une attention toute particulière doit être accordée à la géométrie de l'arbre et du logement, car tous les défauts géométriques se répercuteraient sur la bague intérieure et la bague extérieure. Celles-ci pourraient alors entraîner des vibrations, des bruits en fonctionnement et finalement **endommager le roulement** (voir l'encadré « Défaillances du roulement dues à un mauvais ajustement »). Pour éviter cela, il est judicieux de ne choisir un ajustement (incertain, serré, glissant) qu'après une analyse minutieuse des conditions de fonctionnement et des composants environnants. Pour ce faire, il convient de s'en tenir strictement aux recommandations du fabricant de roulements selon le [catalogue](#).

Défaillances du roulement dues à un mauvais ajustement :

- **Fissures** dans le chemin de roulement, écaillage précoce et décalage du chemin de roulement
- Abrasion du chemin de roulement et de l'arbre, ou du logement par le fluage et la micro-corrosion
- Grippage causé par un jeu de roulement négatif (**précharge**)
- Bruit et détérioration de la précision de rotation suite à la déformation du chemin de roulement

*Les dommages causés aux roulements suite à un mauvais ajustement sont non seulement nombreux, mais heureusement aussi évitables.*

Les critères essentiels pour choisir le bon ajustement sont par exemple le matériau de l'arbre et du logement, l'épaisseur de la paroi et la qualité de la surface. A cela s'ajoutent les conditions de fonctionnement du roulement, tels que le type, la taille et la direction de la charge, la vitesse de rotation et la température.

## Ajustement serré

En général, l'ajustement serré est une méthode efficace de fixation de la surface ajustée du roulement avec l'arbre, ou le logement. Comme le montre l'illustration de la « charge radiale et ajustement du roulement », un ajustement serré est nécessaire pour les bagues de roulement soumises à une charge tournante - cela concerne aussi bien la bague intérieure que la bague extérieure. Les « bagues de roulement avec charge tournante » font référence aux bagues de roulement qui sont soumises à des charges tournantes par rapport à leur direction radiale. Des ajustements avec une forte interférence sont recommandés pour les conditions de fonctionnement avec des vibrations ou des chocs élevés, pour les arbres creux et les logements à section mince, ainsi que pour les applications avec des logements en plastique. En outre, les ajustements avec une faible interférence sont recommandés pour les applications nécessitant une grande précision de fonctionnement ou pour l'utilisation de petits roulements ou de roulements à section mince. Dans le cas d'un ajustement serré, le roulement doit être monté par presse sur l'arbre, ou dans le logement, ce qui peut rendre le montage et le démontage assez complexes. Il faut donc que l'arbre soit un peu plus grand que le diamètre intérieur du roulement  $d$ . L'inconvénient principal de l'ajustement serré est qu'il entraîne la réduction du [jeu de fonctionnement](#) du roulement.


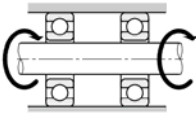
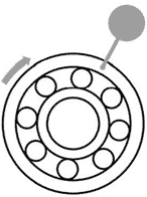
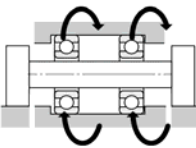
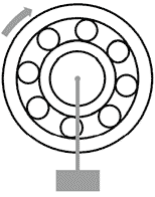
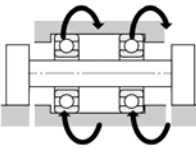
## Ajustement incertain

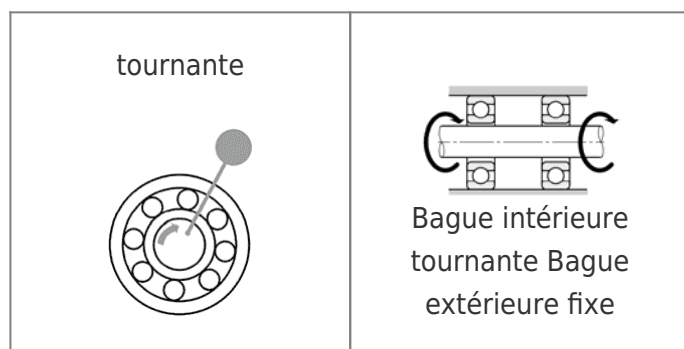
Outre l'ajustement serré, il existe l'ajustement incertain, utilisé lorsqu'une application présente des tolérances permettant un jeu ou un serrage.

## Ajustement glissant

Pour les roulements non séparables, tels que les [roulements à billes à gorge profonde](#), un ajustement glissant est recommandé soit pour la bague intérieure, soit pour la bague extérieure. Dans ce cas, la bague de roulement, qui est soumise à une [charge fixe](#), est munie d'un ajustement libre. Le diamètre de la bague extérieure du roulement est inférieur au diamètre minimal du logement ou le diamètre de la bague intérieure est supérieur au diamètre maximal de l'arbre. La relation entre l'ajustement du roulement et le type de charge est illustrée dans ce tableau.

# Choix de l'ajustement

Illustration	Sens de rotation des roulements	Charge des bagues	Type d'ajustement
<p>Charge fixe</p> 	 <p>Bague intérieure tournante                      Bague extérieure fixe</p>	<p>Charge tournante pour la bague intérieure                      Charge fixe pour la bague extérieure</p>	<p>Bague intérieure : ajustement serré                      Bague extérieure : ajustement glissant</p>
<p>Charge tournante</p> 	 <p>Bague intérieure fixe                      Bague extérieure tournante</p>		
<p>Charge fixe</p> 	 <p>Bague intérieure fixe                      Bague extérieure tournante</p>	<p>Charge fixe pour la bague intérieure                      Charge tournante pour la bague extérieure</p>	<p>Bague intérieure : ajustement glissant                      Bague extérieure : ajustement serré</p>



Charge radiale et ajustement du roulement : vous voyez ici la relation entre le type de charge et l'ajustement du roulement.

## Choix de l'ajustement des roulements

L'interférence peut être déterminée sur la base des tolérances de diamètre des alésages de l'arbre et du logement, et des tolérances des bagues de roulement. Les valeurs recommandées pour l'interférence et les ajustements possibles pour les différentes applications sont généralement indiquées dans les tableaux correspondants, par exemple dans le [catalogue NTN](#).

## L'interférence minimale et maximale

Dans certaines applications, il est nécessaire de calculer l'interférence minimale et maximale entre la bague intérieure et l'arbre, ou le logement et la bague extérieure. Dans le cas de l'interférence minimale, celle-ci est réduite par quatre facteurs majeurs.

Réduction de l'interférence par :

- Charges radiales
- Différences entre la température de stockage et la température ambiante
- Modification de la forme des surfaces ajustées
- Déformation

Les contraintes des bagues intérieure et extérieure doivent être prises en compte lors du choix des ajustements.

Le premier facteur à considérer est que l'interférence entre la bague intérieure et l'arbre diminue lorsqu'une charge radiale est appliquée au roulement. Cette influence, que nous appellerons par la suite interférence liée à la charge radiale, est indiquée par la formule suivante  $\Delta_{dF}$  peut être calculé à l'aide de la formule 7 et de la formule 8.

Formule 7

$$F_r \leq 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,08 (d \times F_r / B)^{1/2} \quad N$$

Formule 8

$$F_r > 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,02 (F_r / B) \quad N$$

Les formules servent à calculer la réduction de l'interférence par une charge radiale  $\Delta_{dF}$ .

$\Delta_{dF}$  = Interférence liée à la charge radiale,  $\mu$  Les quelques variables intervenant dans le calcul de  $\Delta_{dF}$ .

$d$  = Diamètre de l'alésage du roulement,  
mm

$B$  = Largeur de la bague intérieure, mm

$F_r$  = Charge radiale N {kgf}

$C_{or}$  = Charge statique de base N {kgf}

L'interférence entre les bagues intérieures et les arbres en acier se réduit en raison des augmentations de température (différence entre la température du roulement et la

température ambiante,  $\Delta T$ ) lors du fonctionnement du roulement. Le calcul de l'interférence minimale nécessaire dans de tels cas est présenté dans la formule 9.

Formule 9

$\Delta_{dT}$  est calculée à l'aide de cette formule.

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

$\Delta_{dT}$  = Interférence liée à la différence de température en  $\mu m$

$\Delta T$  = Différence entre la température de la bague intérieure du roulement et la température ambiante en  $^{\circ}C$

$d$  = Diamètre de l'alésage du roulement en mm

Lors du choix de l'ajustement, il faut tenir compte du fait que suite à un montage à la presse, la surface d'ajustement peut être "lissée" contrairement à un montage à chaud. Cela signifie en même temps que l'interférence diminue. La mesure dans laquelle l'interférence diminue dépend de la rugosité des surfaces d'ajustement. (cf. Réduction de l'interférence)

Réduction de l'interférence :

- pour les arbres rectifiés : 1,0~2,5  $\mu m$
- pour les arbres tournés : 5,0~7,0  $\mu m$

*La valeur de la réduction de l'interférence dépend du type d'arbre.*

Les critères précédents concernaient l'interférence minimale, mais un quatrième critère



s'ajoute concernant l'interférence maximale. En effet, l'utilisation de bagues de roulement avec une interférence entraîne des pressions et des contraintes de compression sur la surface d'ajustement. Si l'interférence est trop importante - il faut dans tous les cas respecter la limite maximale d'environ 127 MPa - il ne faut pas s'étonner que les bagues de roulement soient endommagées et que leur **durée de vie** soit réduite. Les conséquences d'une interférence trop importante peuvent être des **fissures** dans la bague intérieure et une **rupture** des épaulements.

## Choix de l'ajustement pour les matériaux à forte dilatation thermique

L'arbre et le logement peuvent être constitués de **matériaux** autres que l'acier. Dans le cas de matériaux à fort coefficient de dilatation thermique, tel l'aluminium, il faut bien considérer que l'ajustement de la bague intérieure et de l'arbre, ou de la bague extérieure et du logement, change lorsque la température augmente pendant le fonctionnement du roulement. Les matériaux tels que l'aluminium se dilatent plus rapidement que l'acier par exemple, ces dilatations ne peuvent être compensées que de manière limitée par des ajustements plus serrés. En cas de variations de température trop extrêmes, on choisira pour le logement des matériaux présentant des coefficients de dilatation comparables, comme l'acier moulé.

Formule 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

$\Delta d_{TE}$  = Modification de l'interférence en raison des différents coefficients de dilatation

$\alpha_1$  = Coefficient de dilatation du roulement, 1/°C

$\alpha_2$  = Coefficient de dilatation de l'arbre et du logement, 1/°C

$d$  = Diamètre de référence de l'ajustement en mm

$\Delta T$  = Augmentation de la température lors de l'utilisation du roulement

*Les coefficients de dilatation des différents matériaux doivent être pris en compte lors du choix de l'ajustement. En effet, les autres matériaux que l'acier ont des coefficients de dilatation différents.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continu, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge**

9. mars 2022

Le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#) (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)



## **Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques**

9. mars 2022

# Choix de l'ajustement

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

Caractéristiques des roulements à rotule sur rouleaux sphériques Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont de véritables roulements polyvalents. Ainsi, ces roulements sont capables

[Poursuivre la lecture »](#)

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

## Résumé

- Le *jeu* est la mobilité interne des corps roulants et des bagues dans les directions axiale et radiale
- Le *jeu* du roulement se réfère à un roulement non monté
- Le *jeu de fonctionnement* se rapporte à un roulement monté et en fonctionnement
- Classes de jeu habituelles (valeurs pour un roulement à billes à gorge profonde 6008) : C2 (1 -> 11 $\mu$ m) -> CN -> C3 -> C4 (28 -> 46 $\mu$ m)
- Par précharge, on entend a) un jeu de fonctionnement radial négatif ou b) la précharge axiale d'un roulement au moyen d'un ressort ou sur la base d'un déplacement défini

Le jeu des roulements et le jeu de fonctionnement (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a déjà entendu parler, mais qu'est-ce que c'est ?! Comment calculer toutes ces valeurs et quels sont les critères à prendre en compte pour choisir le bon jeu de fonctionnement ? Vous êtes peut-être confrontés à de telles questions - vous trouverez les réponses correspondantes dans cet article.

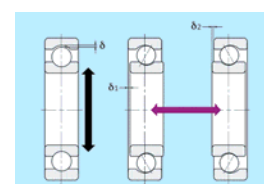
## Définition du jeu des roulements et du jeu de fonctionnement

Le jeu du roulement se réfère à un roulement non monté et peut être décrit comme la mobilité interne des corps roulants et des bagues dans les directions axiale et radiale. Quant au *jeu de fonctionnement*, il peut être défini comme la mobilité interne des corps roulants et des bagues dans les deux sens, mais il s'agit ici d'un roulement monté et en fonctionnement.

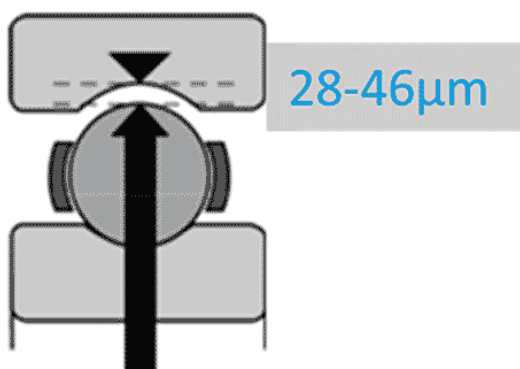
# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

## Jeu du roulement

La façon la plus pratique d'expliquer le jeu d'un roulement (par exemple un **roulement à billes à gorge profonde**) est de le tenir dans la main. Si l'on essaie de déplacer une des bagues (intérieure ou extérieure) de ce roulement vers le haut et vers le bas ou vers la gauche et vers la droite, tout en maintenant l'autre bague, on perçoit un petit déplacement dans le sens radial (flèche noire) ou axial (flèche violette). Ce déplacement est appelé le jeu du roulement.



*Le jeu du roulement est caractérisé par des déplacements aussi bien dans le sens radial que dans le sens axial.*



*Le jeu du roulement à billes à gorge profonde 6008C4, utilisé dans l'exemple de calcul suivant, est représenté ici graphiquement.*

Mais assez de théorie. Qu'en est-il du jeu du roulement dans un exemple concret ? Prenons le cas d'un roulement 6008C4, dont le jeu radial est de 28-46µm (= C4). Il est d'abord monté sur un arbre en acier, qui a par exemple un ajustement k6 (+2 à +18µm). Comme le roulement 6008C4 a une tolérance sur la bague intérieure de 0/-12µm, l'interférence entre la bague intérieure et l'arbre se situe entre 2µm et 30µm. Cette valeur est obtenue en tenant compte de l'ajustement de l'arbre et de la tolérance sur la bague intérieure du roulement.

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

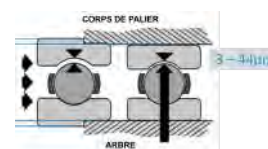
Seules les valeurs extrêmes sont prises en compte, autrement dit le « plus grand » roulement est monté sur le « plus petit » arbre et le « plus petit » roulement est monté sur le « plus grand » arbre. Dans cet exemple, le calcul donnerait :

- Arbre de 40,002 mm et roulement de 40,000 mm = 2  $\mu\text{m}$
- Arbre de 40,018 mm et roulement de 39,988 mm = 30  $\mu\text{m}$

Une certaine force est nécessaire pour monter le 6008C4 sur l'arbre. En raison de cet ajustement de l'arbre, le jeu du roulement est réduit, et sera compris entre +3 $\mu\text{m}$  et +44 $\mu\text{m}$  après le montage sur l'arbre. Celui-ci est ensuite monté avec le 6008C4 dans un logement en acier. Dans cet exemple, le logement a un ajustement H6 (0 $\mu\text{m}$ /+19 $\mu\text{m}$ ) et la bague extérieure du roulement a une tolérance de 0/-13 $\mu\text{m}$ .

L'ajustement du logement et la tolérance de la bague extérieure sont considérés comme comparables à l'arbre. Ici, par exemple, la règle est la suivante :

- Boîtier de 68,000 mm et roulement de 68,000 mm = 0  $\mu\text{m}$
- Boîtier de 68,019 mm et roulement de 67,987 mm = 32  $\mu\text{m}$

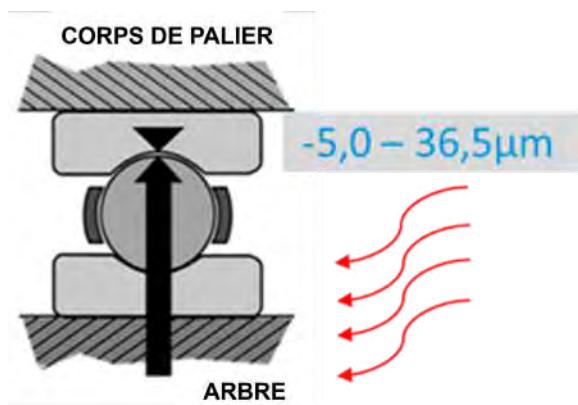


*Réduction du jeu des roulements en raison des ajustements.*

Comme on peut le constater, le jeu entre la bague extérieure et le logement est compris entre 0 $\mu\text{m}$  et 32  $\mu\text{m}$ . Cela ne modifie pas le jeu dans le roulement compris entre +3 et +44  $\mu\text{m}$ .

Enfin, l'arbre est mis en rotation, par exemple à 8.000 tours/minute. Le roulement 6008C4 a maintenant une température de 100°C sur la bague intérieure et de 90°C sur la bague extérieure. Mais que se passe-t-il maintenant ? Eh bien, la bague intérieure et

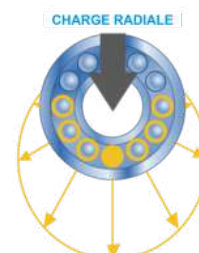
# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge



la bague extérieure se dilate sous l'effet de la chaleur, mais la bague intérieure se dilate davantage que la bague extérieure. Par conséquent, le jeu dans le roulement est réduit de +3 à + 44 μm à -5,0 à + 36,5 μm. Cette réduction d'environ 7,5 μm est calculée à l'aide d'un programme informatique ou, à défaut, avec des formules issues d'un catalogue.

Le fait que la *bague intérieure* se dilate plus que la *bague extérieure* réduit le jeu du roulement.

L'ajout d'une charge radiale améliore le jeu radial. La raison en est qu'une partie des corps roulants absorbe la charge radiale alors que les autres sont déchargés. L'illustration de la charge radiale montre ce phénomène pour un roulement. La longueur des flèches jaunes indique la valeur de la force agissant sur les corps roulants.



Dans cette illustration, vous pouvez voir l'intensité de la force exercée sur les corps roulants. En bref : petite flèche = faible charge, grande flèche = forte charge sur le corps roulant.

Il existe différentes classes de jeu radial pour les roulements. Celles-ci peuvent être consultées dans le tableau. (Remarque : le jeu axial du roulement peut être calculé à partir du jeu radial à l'aide de formules, par exemple pour les [roulements à billes à gorge profonde](#)).

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

Classes de jeu	Signification	Applications possibles
C2	Jeu de roulement plus petit que la normale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petits moteurs</li> <li>• Tourillons d'arbre de compresseurs</li> </ul>
CN	Jeu de roulement standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applications les plus diverses</li> </ul>
C3	Jeu de roulement plus grand que la normale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roulements d'essieu pour matériel ferroviaires</li> <li>• Machines à papier et séchoirs</li> </ul>
C4	Jeu de roulement supérieur à C3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports de moteur de traction pour matériel ferroviaires</li> <li>• Machines à papier et séchoirs</li> </ul>
C5	Jeu de roulement supérieur à C4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applications spéciales</li> </ul>

Vous rencontrerez souvent les classes de jeux CN, C3 et C4. Les autres classes ne sont utilisées que dans des conditions de fonctionnement particulières.



# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

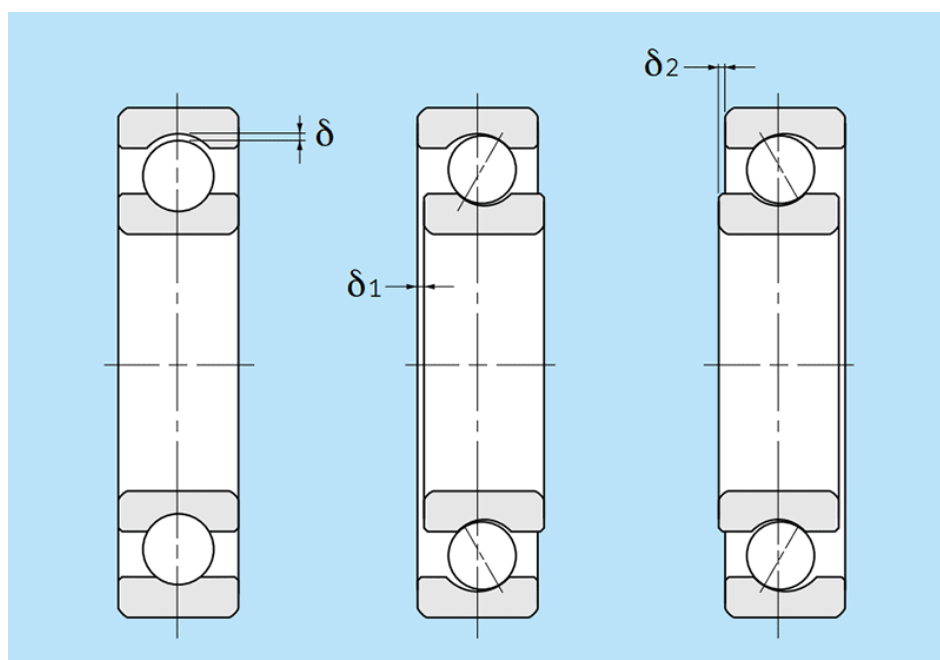
## Jeu de fonctionnement

On peut donc dire maintenant que le jeu du roulement en fonctionnement, appelé jeu de fonctionnement, est de  $-5,0\mu\text{m}$  à  $36,5\mu\text{m}$ . Le jeu du roulement varie en fonction des étapes de montage, indiquées dans le tableau ci-dessous.

Résultats résumés		
Étape	État	Jeu radial des roulements/jeu en fonctionnement
<b>1</b>	<b>Avant le montage</b>	28 $\mu\text{m}$ à 46 $\mu\text{m}$
<b>2</b>	<b>Après le montage sur l'arbre, avec ajustement k6</b>	3 $\mu\text{m}$ à 44 $\mu\text{m}$
<b>3</b>	<b>Après le montage dans le logement, avec ajustement H6</b>	3 $\mu\text{m}$ à 44 $\mu\text{m}$
<b>4</b>	<b>En fonctionnement, 8 000 tr/min température bague intérieure : 100°C, température bague extérieure : 90°C</b>	-5,0 $\mu\text{m}$ à 36,5 $\mu\text{m}$
<b>5</b>	<b>Force radiale de 1.000 N</b>	+7,3 $\mu\text{m}$ à +48,7 $\mu\text{m}$

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

Ce tableau récapitule les principales étapes.



Formule 11

Jeu radial =  $\delta$

Jeu axial =  $\delta_1 + \delta_2$

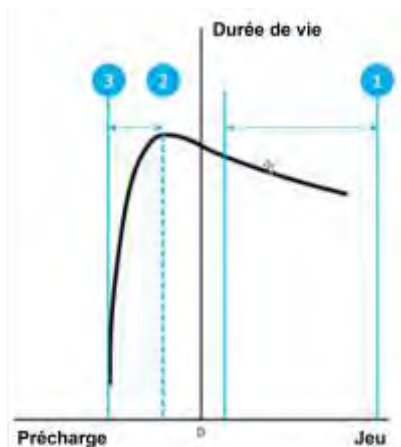
*Expression du jeu radial et du jeu axial.*

*Dans l'illustration, vous pouvez voir que le jeu en fonctionnement s'exprime en jeu radial et en jeu axial, ils sont alors déterminés différemment.*

## Exemple : relation entre le jeu en fonctionnement et la durée de vie

Le choix du jeu de fonctionnement est primordial, car il a un impact sur la **durée de vie** (et non sur la durée de vie  $L_{10h}$ ), sur l'évolution de la température, sur les performances du roulement ainsi que sur le bruit en fonctionnement. Les effets du jeu de fonctionnement sur la durée de vie sont représentés dans le graphique.

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge



*Durée de vie en fonction du jeu en fonctionnement.*

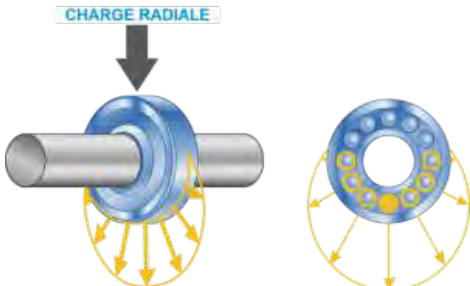
Comme vous pouvez le voir sur l'illustration, la durée de vie diminue rapidement dans les zones 3 et 1. Mais pourquoi diminue-t-elle autant ? Supposons que le roulement 6008C4 mentionné précédemment comporte 12 billes (= corps roulants). Mais si la différence de température entre la bague intérieure et la bague extérieure augmente constamment, le jeu de fonctionnement diminue encore (zone 3). De ce fait, les 12 corps roulants sont maintenant en contact et glissent sur les chemins de roulement (il n'y a plus de roulement). La durée de vie diminue donc jusqu'à la défaillance totale !

Si l'on ajoute une colonne supplémentaire au tableau des classes de jeu indiqué précédemment, la quatrième colonne (charge supportée) indique les billes qui « supportent » la charge radiale (par exemple le poids de l'arbre).

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

Étape	État	Jeu du roulement/Jeu en fonctionnement	Nombre de corps roulants chargés	Section	Remarque
1	Avant le montage	28 $\mu$ m à 46 $\mu$ m	-	-	-
2	Après le montage sur l'arbre, avec un ajustement k6	3 $\mu$ m à 44 $\mu$ m	3 sur 12	1-2	-
3	Après le montage dans le logement, avec ajustement H6	3 $\mu$ m à 44 $\mu$ m	3 sur 12	1-2	-
4	En fonctionnement, 8 000 tr/min température de la bague intérieure : 100°C, température de la bague extérieure : 90°C	-5,0 $\mu$ m à 36,5 $\mu$ m	12 sur 12	2-3	 <p>Le roulement 6008C4 a une température de bague intérieure de 100°C et une température de bague extérieure de 90°C pour n= 8.000tr/min.</p>

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

5	Force radiale de 1.000 N	+7,3µm à +48,7µm	7 sur 12	2-1	 <p>Roulement 6008C4 en fonctionnement sous l'effet d'une charge radiale de 1000N.</p>
---	--------------------------	------------------	----------	-----	--

Ce tableau montre le nombre de billes ou de corps roulants supportant la charge - en fonction du jeu en fonctionnement.

## Le calcul du jeu en fonctionnement

Même si le jeu en fonctionnement devrait idéalement être légèrement négatif (en théorie) afin d'assurer une **durée de vie** maximale du roulement, dans la pratique et dans des conditions de fonctionnement normales, on vise généralement un jeu en fonctionnement juste au-dessus de zéro. La raison est que ce jeu en fonctionnement négatif (précharge) pourrait augmenter si un roulement est soumis à des conditions de fonctionnement variables, entraînant aussi la réduction de la durée de vie décrite précédemment.

Pour calculer le jeu en fonctionnement, il faut tenir compte de facteurs tels que les **ajustements** ainsi que les différences de température entre les bagues intérieure et extérieure.

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

## Formule 12

$$\delta_{\text{eff}} = \delta_o - (\delta_f + \delta_t)$$

$\delta_{\text{eff}}$  = Jeu en fonctionnement (s'ajuste effectivement), mm

$\delta_o$  = Jeu de roulement, mm

$\delta_f$  = Diminution du jeu du roulement en raison de l'interférence due aux ajustements, mm

$\delta_t$  = Diminution du jeu du roulement due aux différences de température entre les bagues intérieure et extérieure, mm

Le calcul du jeu en fonctionnement  $\delta_{\text{eff}}$  nécessite trois variables.

## L'interférence $\delta_f$

Le jeu dans un roulement est réduit en raison d'une interférence  $\delta_f$  entre la bague intérieure et l'arbre, ou la bague extérieure et le logement. Cette interférence  $\delta_f$  entraîne, entre la bague intérieure et l'arbre, une dilatation de la bague intérieure ou une compression de la bague extérieure (surdimensionnement entre la bague extérieure et le logement) pendant le montage.

La formule 13 permet de calculer la diminution du jeu du roulement. Pour simplifier, des facteurs tels que, la forme du roulement, de l'arbre et du logement ainsi que les **matériaux** utilisés sont pondérés par un coefficient de 70 % à 90 %. En règle générale, plus l'interférence est importante, plus le jeu du roulement est réduit.

## Formule 13

$\Delta_{\text{def}}$  désigne l'interférence effective en mm.

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

$$\delta_f = (0,70 \sim 0,90) \Delta_{\text{deff}}$$

## La différence de température $\delta_t$

Mais une fois la valeur calculée  $\delta_f$  le travail n'est pas encore terminé : l'étape suivante consiste à calculer la variable  $\delta_t$  qui permet de calculer la réduction du jeu en fonctionnement due à une différence de température dans le roulement. Une information importante : lorsque le roulement est en fonctionnement, la bague extérieure est en réalité 5 à 10°C plus froide que la bague intérieure. Dans certaines conditions, comme par exemple lorsqu'une dissipation thermique du logement est supérieure à la moyenne, cette différence peut être encore plus importante.

### Formule 14

$$\delta_t = \alpha \times \Delta T \times D_o$$

$\alpha$  = Coefficient de dilatation thermique du roulement,  $12,5 \times ((10) \cdot 6 / ^\circ\text{C})$

$\Delta T$  = Différence de température (bague intérieure/extérieure) en °C

$D_o$  = Diamètre du chemin de roulement de la bague extérieure, mm

*Si la réduction du jeu de fonctionnement doit être calculée par différence de température, vous devez prendre en compte différents facteurs.*

## Le diamètre du chemin de roulement de la bague extérieure $D_o$

Pour déterminer le diamètre du chemin de roulement de la bague extérieure  $D_o$  (approximativement), il faut utiliser - selon le type de roulement - la formule 15 ou la formule

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

16.

Formule 15

pour les roulements à billes et les roulements à rotule sur rouleaux :

$$D_o = 0,20 (d+4,0D)$$

*Le calcul du diamètre du chemin de roulement de la bague extérieure  $D_o$  s'effectue différemment pour les roulements à billes et les roulements à rouleaux.*

Formule 16

pour les roulements à rouleaux (sauf les roulements à rotule sur rouleaux sphériques)

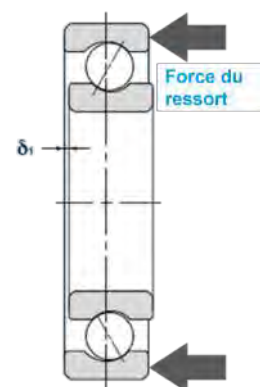
:

$$D_o = 0,25 (d+3,0D)$$

## Précharge

Jusqu'à présent, cet article portait sur les classes de jeu des roulements et sur la manière dont elles évoluent en fonctionnement. Mais selon l'application, il peut être nécessaire de précharger axialement les roulements.

Une possibilité, souvent utilisée dans les moteurs électriques par exemple, est la précharge axiale des roulements à l'aide d'un ressort (précharge par une pression constante). La figure ci-dessous illustre



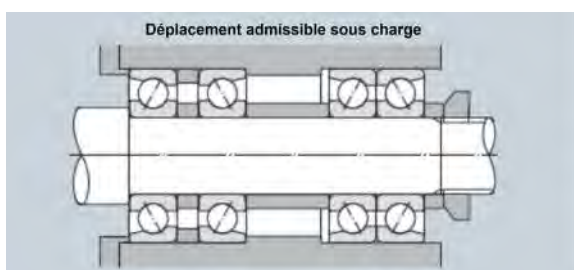


# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

ce principe. La force du ressort agit sur toute la circonférence.

*Force du ressort pour un roulement à billes à gorge profonde.*

Pourquoi fait-on cela ? La force de précharge du ressort a pour effet que toutes les billes s'adaptent aux chemins de roulement du roulement à billes à gorge profonde (jeu axial du roulement = 0µm). La précharge provoque donc une pression au niveau des points de contact entre les corps roulants et les chemins de roulement. Celle-ci permet de réduire le bruit de fonctionnement et d'améliorer le comportement vibratoire.



*Les roulements de broche sont des exemples de roulements qui sont préchargés.*

Les roulements dans une broche de machine-outil (d'où le nom de roulement de broche) constituent un autre exemple d'application. Dans ce cas, les roulements de broche sont préchargés axialement, soit au moyen d'un ressort comme pour le moteur électrique, soit alternativement par un déplacement axial défini.

La précharge est plus fréquente sur les [roulements à billes à contact oblique](#) et les [roulements à rouleaux coniques](#). Une légère précharge a un effet positif sur la durée de vie totale. En revanche, la précharge comporte des risques lorsqu'elle est trop élevée. Il ne faut donc en aucun cas négliger le fait qu'elle peut entraîner une augmentation de la pression de contact, un développement de chaleur extrêmement élevé et une réduction de la [durée de vie](#) du roulement.

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

roulement-savant.fr

Effets de la précharge :

- Augmentation de la rigidité
- A recommander, sous condition, pour les vitesses de rotation les plus élevées (valable lorsque la précharge est réglée par un déplacement axial)
- Amélioration de la concentricité et de la précision de positionnement
- Influence positive sur les vibrations et le bruit de fonctionnement
- Réduction du risque de contamination
- Guidage forcé des corps roulants sur l'épaulement (par exemple pour les roulements à rouleaux coniques)

*Les différentes conséquences de la précharge.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Choix de l'ajustement**

9. mars 2022

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

# Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

[Poursuivre la lecture »](#)

## Disposition en O, en X et en tandem

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les roulements à billes à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à billes à contact oblique

9. mars 2022

Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes. Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique Peut-être

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)

## Matériaux et fabrication

9. mars 2022

Avez-vous déjà jeté un coup d'œil à notre chapitre sur la conception et la fonction? Peut-être vous êtes-vous demandé en quoi étaient faits les roulements.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Palier fixe : suppression des mouvements axiaux de l'arbre par rapport au logement et absorption des forces radiales et axiales
- Palier libre : les mouvements relatifs axiaux sont autorisés ainsi que l'absorption de forces radiales
- Palier réglable : les bagues de deux roulements sont précontraintes l'une contre l'autre ; un guidage précis est nécessaire dans l'application
- Palier flottant : se caractérise par un jeu axial ; pas de guidage axial étroit nécessaire
- Disposition en O : faible inclinaison des paliers, large base d'appui
- Disposition en X : inclinaison élevée des roulements, base d'appui basse

Est-ce que je choisis un [palier fixe](#), un palier réglable ou un palier flottant ? Cette question est importante lors de la conception d'un palier. Les trois variantes présentent bien entendu des avantages et des inconvénients.

## Définition du palier fixe/palier libre

Tout d'abord, il est important de savoir que les arbres ou les axes sont en principe soutenus par au moins une paire de roulements dans le sens axial ainsi que dans le sens radial. Le palier qui doit empêcher un mouvement axial de l'arbre par rapport au logement est appelé palier fixe. Pour cela, le roulement doit toujours être fixé axialement sur l'arbre et dans le logement à l'aide d'éléments mécaniques appropriés. Ce blocage axial peut parfois être réalisé au moyen d'un [écrou à encoches](#) ou d'un [circlip](#).

Pour compenser les dilatations thermiques et les tolérances de fabrication, un autre palier, dit palier libre, est nécessaire. Dans ce cas, comme le montre l'illustration du palier fixe et du palier libre, le déplacement axial est réalisé dans le logement. Toutefois, ce déplacement axial peut également être rendu possible sur l'arbre ou par le roulement lui-même (par exemple pour un [roulement à rouleaux cylindriques](#) de type NU ou N). Le blocage axial s'effectue à chaque fois sur l'arbre ou dans le logement. Dans le cas d'un roulement à rouleaux cylindriques (version NU ou N de NTN), pour lequel le déplacement axial est effectué dans le roulement, la [bague intérieure](#) et la [bague extérieure](#) sont toutes deux bloquées axialement.

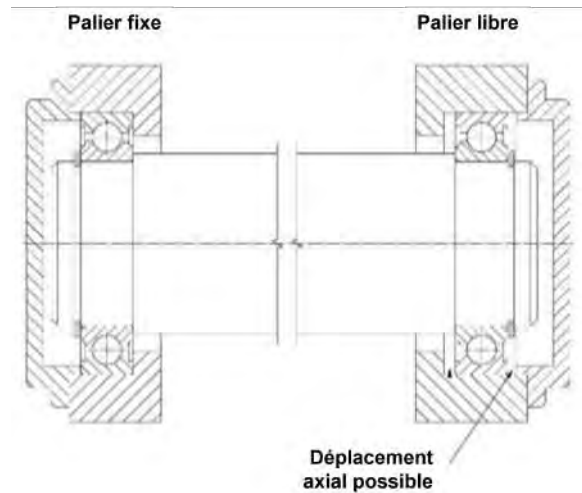
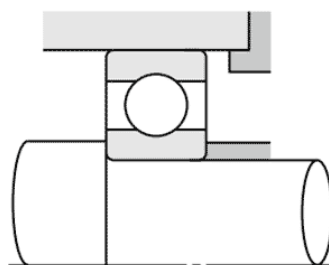
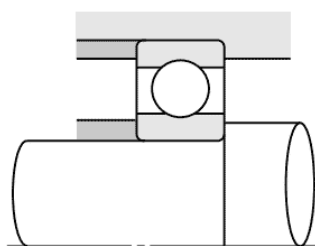


Illustration d'un palier fixe et d'un palier libre.

Disposition des paliers (distinction entre côté palier fixe et côté palier libre)			
Disposition		Remarque	Exemples d'application
Côté palier fixe	Côté palier libre		

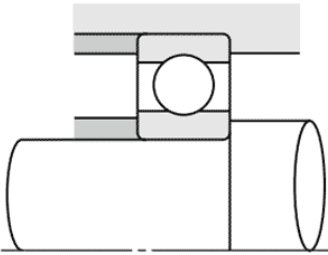
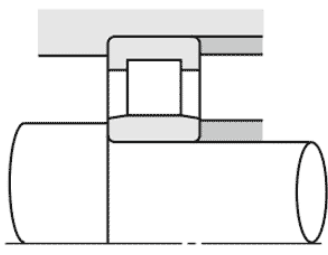
## Disposition des paliers (distinction entre côté palier fixe et côté palier libre)



1. disposition générale pour toutes les machines  
2. pour les charges radiales, mais supporte également les charges axiales

- Petites pompes
- Transmissions de véhicules à moteur

Disposition des paliers (distinction entre côté palier fixe et côté palier libre)

		<p>1. convient pour les défauts de montage et les flexions d'arbre faibles ou pour les applications à vitesse élevée</p> <p>2. le côté du palier libre est facilement mobile, même en cas de dilatation et de contraction de l'arbre</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moteurs électriques de taille moyenne</li><li>• Ventilateurs</li></ul>
---	---	--	--

*Vous trouverez ici un aperçu général des dispositions des paliers, côté fixe et côté libre.*

## Le palier réglable

Outre les paliers fixes et libres, il existe également des paliers réglables. Le réglage signifie que les bagues de deux roulements sont déplacées jusqu'à ce que la **précharge** ou le jeu souhaité soit atteint. On obtient ainsi un guidage plus précis et une plus grande rigidité du roulement. Pour cette « opération de réglage », on utilise principalement des **roulements à rouleaux coniques** et **à billes à contact oblique**, mais de nombreux autres types de roulements (comme les **roulements à billes à gorge profonde**) conviennent également pour un palier réglable. Pour monter deux roulements l'un contre l'autre, il existe trois dispositions

possibles : la [disposition en O](#), en [X](#) et en [tandem](#). Le tableau présente les dispositions O et X.

Disposition des paliers (réglable)		
Disposition	Remarque	Exemples d'application
<p>Disposition en O (dos à dos)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plus grande rigidité du palier → désalignement réduit en cas de couple trop important</li> <li>2. le désalignement peut être encore réduit par une précontrainte supplémentaire des paliers</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broches de machines-outils</li> </ul>
<p>Disposition en X (face à face)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rigidité plus faible → désalignement plus important possible</li> <li>2. Sensibilité aux variations de température</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réducteurs de vitesse</li> <li>• Essieux avant et arrière de véhicules à moteur</li> </ul>

Tu trouveras plus d'informations sur les dispositions en O et en X [ici](#).

Il faut toutefois tenir compte du fait que le stockage en position fixe présente également des inconvénients. Pour le « réglage », il faut beaucoup plus de temps pendant le montage que pour un palier fixe. La raison en est par exemple l'application définie d'un jeu ou d'une précontrainte.

## Le palier flottant

Le palier flottant est un autre type de palier qui présente de nombreux points communs avec le palier fixe. Contrairement au palier fixe, il présente toujours un certain jeu axial, raison



pour laquelle il n'y a pas de guidage axial précis avec le palier flottant. La valeur du jeu axial  $s$  est fixée par le concepteur du palier flottant afin d'éviter toute contrainte axiale sur les roulements. On choisit par exemple un palier flottant pour les engrenages lorsque la denture nécessite une position axiale libre ou lorsque la précision du guidage axial ne doit pas être particulièrement grande.

Les [roulements à billes à contact oblique](#) et les [roulements à rouleaux coniques](#), qui doivent tous deux être obligatoirement réglés, ne conviennent pas pour un montage flottant. Les principaux types de roulements adaptés à un montage flottant sont résumés dans la liste qui suit.

- [Roulements à rotule sur rouleaux](#)
- [Roulements à billes à gorge profonde](#)
- [Roulements à rouleaux cylindriques](#)

*Outre ces trois types de roulements, il est bien sûr possible d'en utiliser d'autres pour réaliser un palier flottant.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** Disposition en O, en X et en tandem

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les [roulements à billes](#) à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Fixation des roulements et conception des pièces environnantes**

5. avril 2022

En règle générale, la qualité d'un roulement dépend de son environnement. Quel roulement peut être performant s'il n'est pas bien intégré dans son environnement ?

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge**

9. mars 2022

Le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#) (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à billes à contact oblique

9. mars 2022

Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes. Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique Peut-être

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)

## Le roulement à rouleaux cylindriques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux cylindriques Vous souvenez-vous de la caractéristique que tous les roulements à rouleaux ont en commun ? Nous parlons du contact

[Poursuivre la lecture »](#)

# Disposition en O, en X et en tandem

## Résumé

- S'applique aux roulements à billes à contact oblique et aux roulements à rouleaux coniques
- Disposition en O : faible inclinaison possible des paliers, surface d'appui large
- Disposition en X : inclinaison élevée des roulements, surface d'appui étroite
- Disposition en tandem : contrairement aux deux autres dispositions, les roulements peuvent supporter des charges axiales dans une seule direction
- Tous les types de disposition peuvent être combinés entre eux

Si vous avez déjà lu les articles sur les [roulements à billes à contact oblique](#) ou les [roulements à rouleaux coniques](#), vous avez peut-être déjà été confronté aux différents types de dispositions de roulements. Concrètement, il s'agit de la disposition des corps roulants dans les roulements à plusieurs rangées ou appariés. Il existe trois types principaux de disposition : la disposition en O, en X et en tandem.

Les dispositions en O, en X et en tandem concernent la manière dont plusieurs roulements sont disposés les uns par rapport aux autres. Si l'on observe les lignes de pression des forces dans les schémas techniques et que l'on continue à les dessiner mentalement, on remarque qu'elles ont la forme d'un O pour la disposition en O et (surprise !) d'un X pour la disposition en X ! La disposition en tandem peut être représentée dans la mesure où les lignes de pression agissent dans la même direction ; le vélo en tandem peut servir de moyen mnémotechnique. Avant de donner des informations sur les caractéristiques spécifiques, il faut savoir qu'il existe plusieurs désignations pour chaque disposition.

Nom	Abréviation	Description
-----	-------------	-------------

*Dans nos articles, nous utiliserons exclusivement les termes de disposition en O, en X et en tandem*

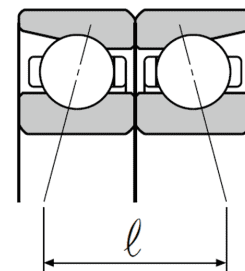
# Disposition en O, en X et en tandem

Disposition en O	DB	Dos à dos
Disposition en X	DF	Face à face
Disposition en tandem	DT	Tandem

*pour faciliter la compréhension.*

## Disposition en O

Commençons par la disposition en O : ses avantages et ses cas utilisations. Dans l'article sur les [paliers fixes et paliers libres](#), il a déjà été mentionné que les [roulements à billes à contact oblique](#) et les [roulements à rouleaux coniques](#) pouvaient être « montés » dans une disposition en O. Ainsi, il est possible de supporter non seulement des charges radiales élevées, mais aussi des charges axiales dans les deux sens.

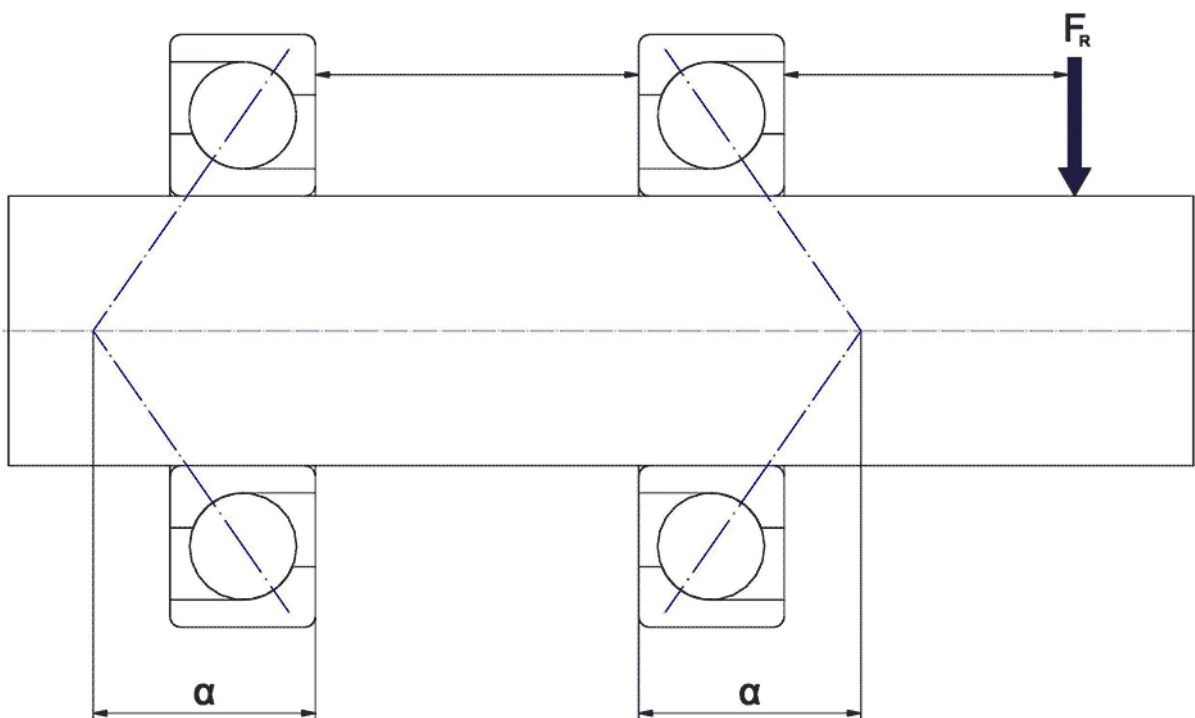


*La disposition en O des corps roulants concerne les [roulements à billes à contact oblique](#) et les [roulements à rouleaux coniques](#).*

L'exemple suivant permet d'expliquer dans quel cas il faut utiliser la disposition en O. Dans cette application, deux roulements à billes à gorge profonde 6212 ont été utilisés jusqu'à présent, mais un arbre plus rigide est désormais nécessaire. Quelle est la meilleure approche ? Sur le schéma, vous voyez deux roulements à billes à contact oblique. Il faut utiliser la valeur  $a$  qui caractérise la distance d'appui. Pour un roulement 7212 (angle de contact de  $30^\circ$ ), la valeur est de  $a = 36$  mm. Pour un roulement 7212B (angle de contact de  $40^\circ$ ), la valeur est de  $a = 47,5$  mm. En comparaison, le roulement à billes 6212 utilisé jusqu'à présent n'a qu'une portée de 11 mm (= la moitié de la largeur du roulement). Si les deux roulements

# Disposition en O, en X et en tandem

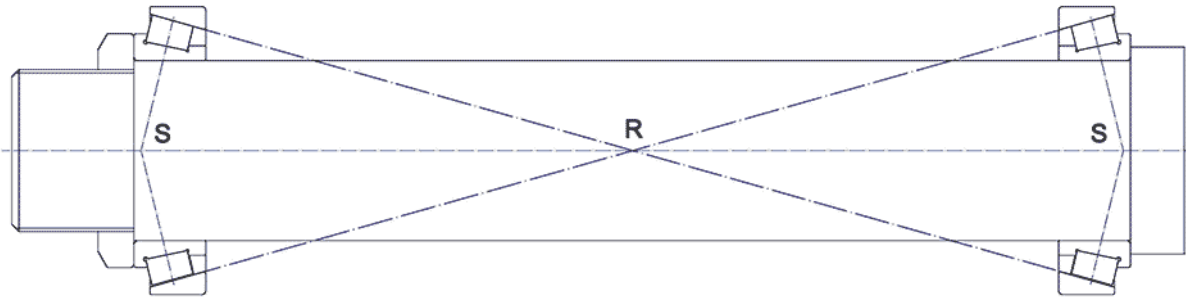
à billes 6212 sont remplacés par des roulements à billes à contact oblique 7212B, la distance d'appui est nettement plus importante et la rigidité de l'arbre est donc plus élevée.



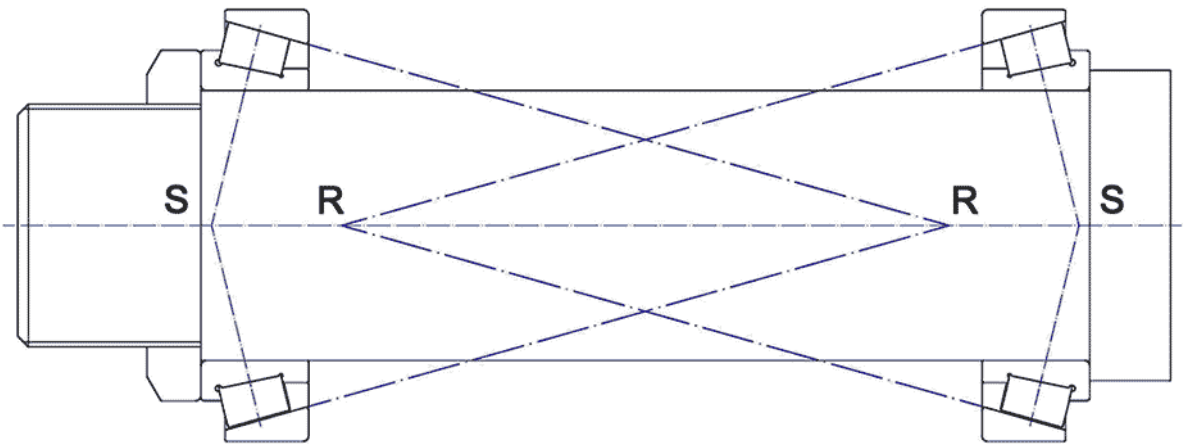
*Voici un exemple de disposition en O de deux roulements à billes à contact oblique.*

Nous allons maintenant nous intéresser aux trois effets de température qui existent dans la disposition en O et à ce que l'on appelle point de convergence R des lignes de contact. Cette dernière est reconnaissable dans les trois exemples de cas illustrés.

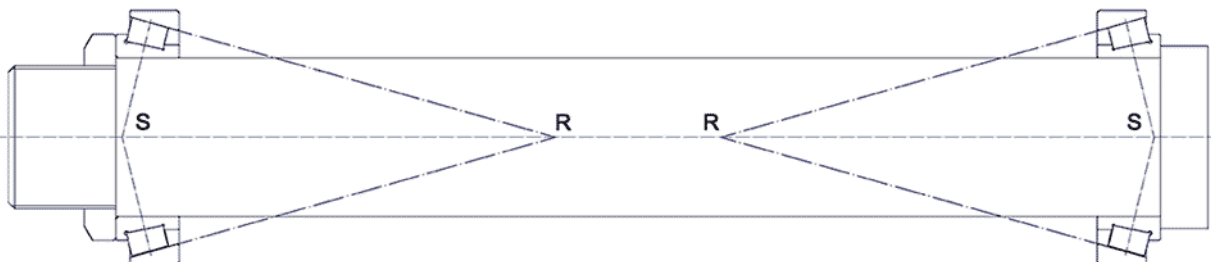
# Disposition en O, en X et en tandem



*Cas 1 : Si les lignes de convergence de roulement coïncident, la dilatation thermique axiale et radiale se compensent et le jeu réglé est maintenu.*



*Cas 2 : Si les lignes de convergence de roulement se croisent, la dilatation radiale a un effet plus important sur le jeu du roulement que la dilatation thermique axiale. Le jeu réglé diminue.*

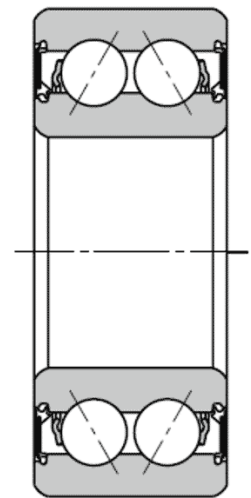


# Disposition en O, en X et en tandem

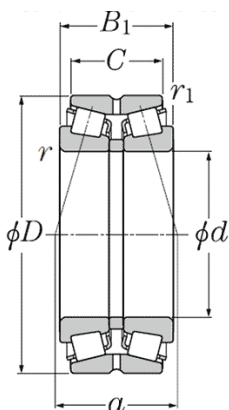
*Cas 3 : Si les lignes de convergence de roulement ne se croisent pas, la dilatation thermique axiale a un effet plus important sur le jeu du roulement que la dilatation radiale. Le jeu réglé augmente.*

D'accord, et qu'est-ce que cela signifie ? La conception du palier est terminée et les déformations, les flexions d'arbre, les calculs de denture, etc. sont maintenant calculées. Toutefois, si les effets de la température n'ont pas été pris en compte, les conséquences peuvent être graves : un endommagement du roulement peut en effet en résulter. Si ce cas se présente dans la pratique, il est recommandé de contacter le fabricant de roulements et de lui demander de l'aide.

Outre les roulements à une rangée de billes à contact oblique qui peuvent être disposés en O, il existe également des roulements à deux rangées de billes à contact oblique. Ceux-ci sont livrés en disposition en O et ont une bague extérieure et une bague intérieure communes. L'avantage de ces roulements à deux rangées de billes à contact oblique réside dans leur largeur.



*Roulements à billes à contact oblique à deux rangées avec joints d'étanchéité (LLD).*



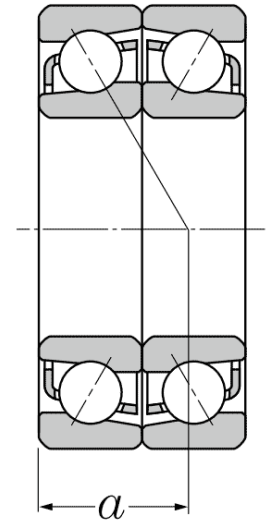
*Voici un roulement à rouleaux coniques à deux rangées en disposition en O.*

Un roulement 7200B (B = angle de contact de 40°) a par exemple une largeur de 9 mm, la version DB a donc une largeur de roulement de 18 mm. Le roulement à deux rangées de billes à contact oblique 5200S a une largeur totale de 14,3 mm pour le même diamètre d'alésage et le même diamètre extérieur et est donc plus étroit. Cependant, les charges de base sont inférieures à celles des roulements à une rangée de billes à contact oblique et il faut trouver un compromis. Par ailleurs, il existe également des roulements à rouleaux coniques à deux rangées.

# Disposition en O, en X et en tandem

## Disposition en X

Les roulements à billes à contact oblique ainsi que les roulements à rouleaux coniques peuvent supporter, avec des corps roulants disposés en X, non seulement des charges radiales élevées, mais aussi des charges axiales qui s'exercent dans les deux sens (tout comme pour la disposition en O). Les roulements avec une disposition en X présentent, par rapport à ceux en O, une distance d'appui plus petite entre les points d'application de la charge. Les directions de charge se croisent donc sur l'axe de l'arbre, ce qui explique que les roulements dans ce montage ont un moment de rigidité plus faible. Dans le même temps, la disposition en X présente une rigidité au désalignement plus faible, ce qui signifie que des désalignements plus importants sont possibles.



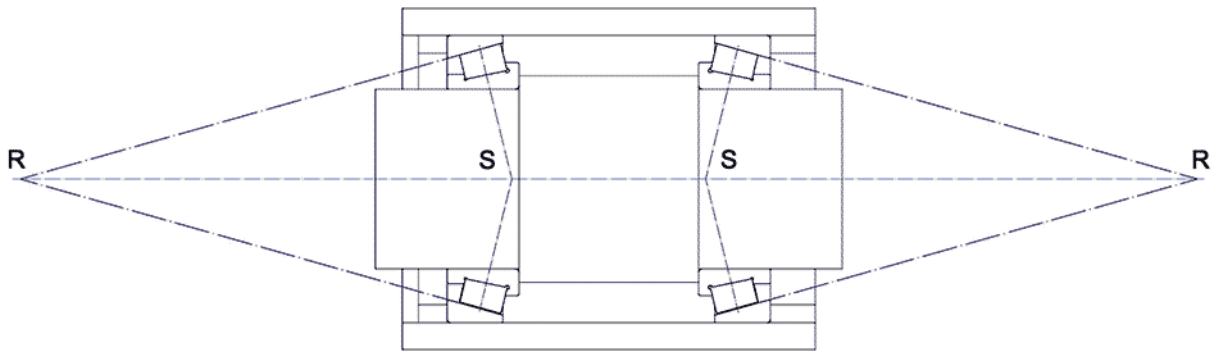
*Comparée aux roulements de la configuration O, la structure en X peut entraîner des désalignements plus importants des roulements.*

Qu'en est-il ici des effets de la température ?

Contrairement à la disposition en O, il n'y a ici qu'un seul cas : une différence de température entre la bague intérieure et la bague extérieure entraîne une réduction du jeu ou une augmentation de la **précharge** dans les roulements. Il est possible de déterminer dans quelle mesure ces effets sont critiques pour le roulement, soit à partir de valeurs empiriques, soit en effectuant des essais complets, mais coûteux. Dans la pratique, des essais coûteux peuvent être évités en contactant le fabricant de roulements et en lui demandant son aide.



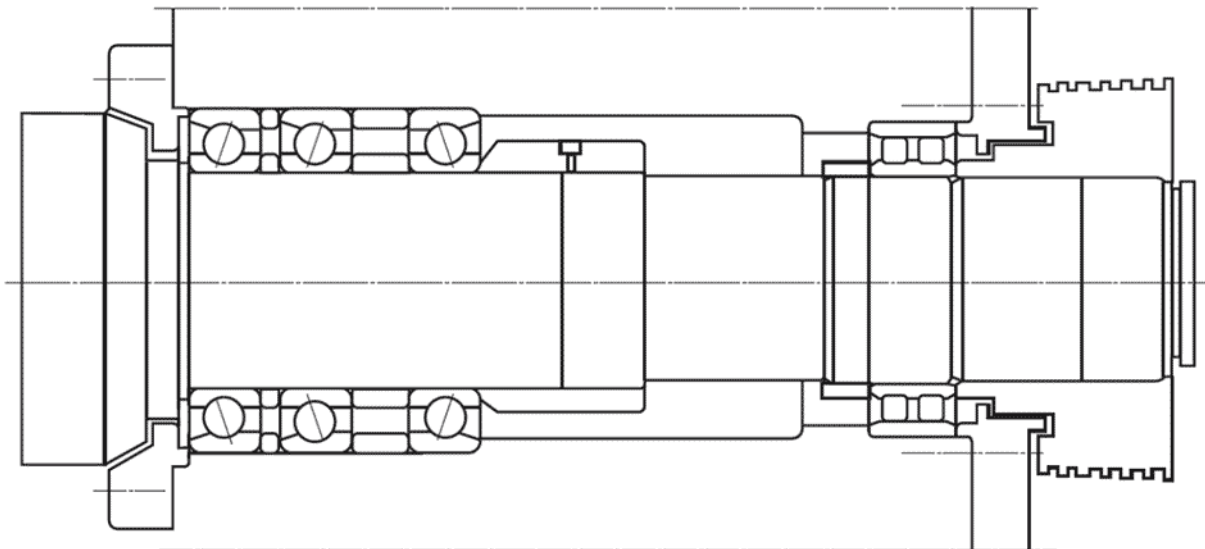
# Disposition en O, en X et en tandem



*Disposition en X avec roulements à rouleaux coniques.*

## Disposition en tandem

Parfois, une simple disposition en O ou en X ne suffit pas (par exemple en raison de [durées de vie](#) ou de rigidités plus faibles).



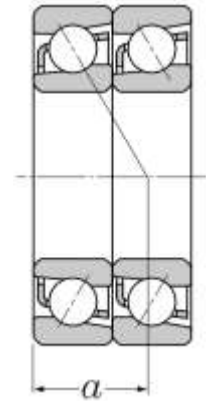
*Palier d'une broche de fraiseuse CNC.*

Dans de tels cas, on ajoute un ou deux roulements à une disposition

# Disposition en O, en X et en tandem

en O (voir illustration du roulement d'une broche de fraiseuse CNC). Les deux roulements à gauche sont en tandem. La disposition des roulements représentée est donc appelée disposition en O en tandem. De tels agencements en tandem peuvent, contrairement aux agencements « simples » en O ou en X, supporter une charge axiale plus importante dans une direction (agissant de gauche à droite sur l'image). Ainsi, la pression axiale est réduite par rapport à la disposition en O simple.

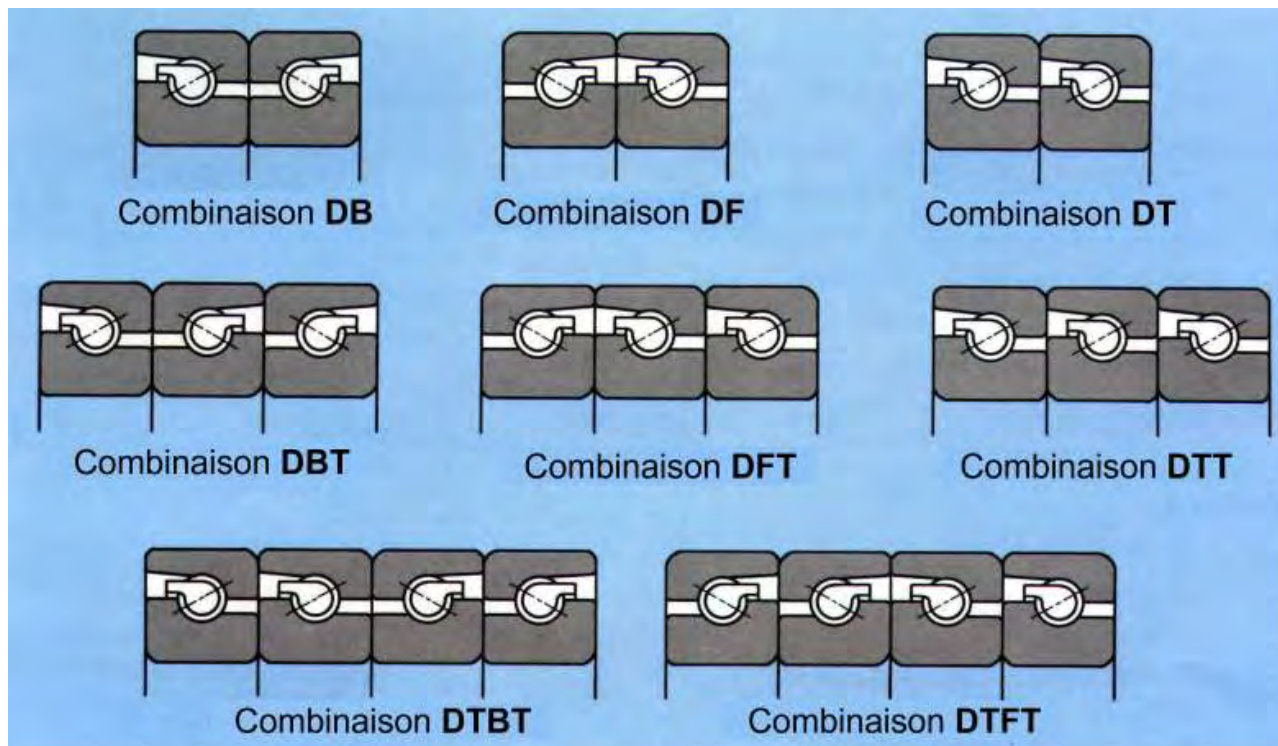
En ce qui concerne les effets de la température, les mêmes règles que pour les dispositions en O et X s'appliquent.



La "disposition en tandem" peut vous servir de moyen mnémotechnique, car les deux corps roulants placés côte à côte sont orientés dans la même direction.

Dans certaines applications (notamment les roulements de machines-outils), plusieurs roulements sont nécessaires pour « admettre » les forces en jeu et obtenir les propriétés souhaitées ([durée de vie](#), rigidité, etc.). C'est pourquoi, on tombe sur diverses combinaisons de roulements individuels. Pour éviter de devoir écrire à chaque fois des désignations longues et compliquées comme la disposition en tandem-O ou en tandem-O-Tandem, on abrège le tout au moyen d'abréviations alphabétiques (comme pour la disposition en O, en X).

# Disposition en O, en X et en tandem



*Aucune limite ! Toutes les combinaisons de dispositions sont possibles.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** **Choix de l'ajustement**

9. mars 2022

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Fixation des roulements et conception des pièces environnantes**

5. avril 2022

En règle générale, la qualité d'un roulement dépend de son environnement. Quel roulement peut être performant s'il n'est pas bien intégré dans son environnement ?

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge**

9. mars 2022

# Disposition en O, en X et en tandem

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

Le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#) (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à billes à contact oblique

9. mars 2022

Le roulement à billes à contact oblique est pratiquement le frère du roulement rigide à billes. Caractéristiques des roulements à billes à contact oblique Peut-être

[Poursuivre la lecture »](#)



## Le roulement à rouleaux coniques

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements à rouleaux coniques Vous voyez ici un roulement à rouleaux coniques NTN. Comme leur nom l'indique, les roulements à rouleaux coniques font

[Poursuivre la lecture »](#)

## Palier fixe et palier libre

9. mars 2022

Est-ce que je choisis un [palier fixe](#), un palier réglable ou un palier flottant ? Cette question est importante lors de la conception d'un palier.

[Poursuivre la lecture »](#)

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

## Résumé

- Après le calcul et le choix de la disposition des roulements, le montage des roulements doit être correctement conçu
- Le blocage des roulements s'effectue à l'aide d'éléments mécaniques tels que des écrous de blocage, des circlips ou des manchons de serrage
- Le choix des bons ajustements pour l'arbre et le logement dépend des conditions de fonctionnement
- Concernant les dimensions des pièces environnantes, la hauteur des épaulements et les rayons de raccordement sont importants

En règle générale, la qualité d'un roulement dépend de son environnement. Quel roulement peut être performant s'il n'est pas bien intégré dans son environnement ? Avez-vous déjà lu notre article sur les [paliers fixes et libres](#) ? Ce chapitre constitue une bonne base pour la fixation des roulements et la conception de l'environnement.

## Construction de l'arbre et du logement

Une fois que les bons roulements ont été calculés et que leur disposition a été déterminée, cette configuration doit maintenant être correctement mise en place. L'énumération ci-dessous regroupe les principaux critères à prendre en compte.

- Choix de la disposition des roulements
- Fixation correcte des roulements

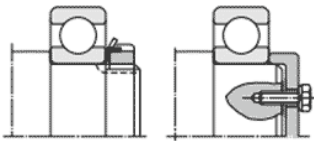
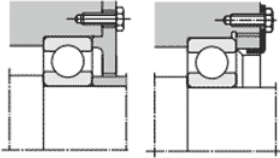
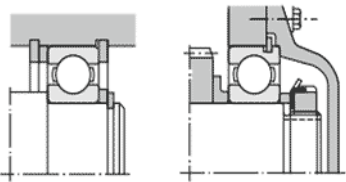
# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

- Garantie du montage du palier (remarque : important si l'on ne veut pas se faire d'ennemis lors du montage)
- Choix du bon [ajustement](#)
- Détermination de la géométrie correcte du raccordement au palier (hauteurs d'épaulement et rayons de raccordement)
- Précision de la géométrie de l'arbre et du logement (attention : plus la précision est grande, plus les coûts sont élevés !)
- Détermination du désalignement maximal du palier par rapport au désalignement admissible

*Les indications du fabricant de roulements doivent être respectées.*

## Fixation des roulements avec des éléments de construction mécanique

Vous trouverez des informations sur le choix de la bonne [disposition des roulements](#) dans l'article correspondant. Commençons par la fixation correcte des roulements sur l'arbre et dans le logement. Les roulements peuvent être fixés à l'aide de différents éléments mécaniques, comme des écrous ou des vis de blocage, ou encore des anneaux d'arrêt (circlip). Pour les roulements avec des alésages coniques, il est possible d'utiliser d'autres accessoires spécifiques aux roulements, comme par exemple des manchons de serrage et des manchons de démontage.

Fixation de la <a href="#">bague intérieure</a>	Fixation de la <a href="#">bague extérieure</a>	Anneau d'arrêt
		

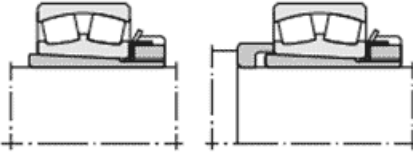
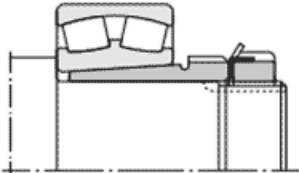
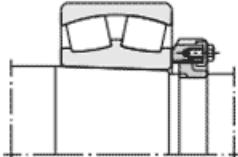
# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

Les roulements peuvent être fixés à l'aide d'écrous ou de vis de blocage.

Ci-dessus, une fixation classique avec écrou à encoches, rondelle d'arrêt, anneau d'arrêt, couvercle et entretoise.

*Dans ce tableau, vous voyez les méthodes de blocage des roulements généralement utilisées.*

En ce qui concerne l'utilisation d'un circlip, il convient de prêter une attention particulière aux erreurs potentielles, telles que les rayons limites et les dimensions des épaulements. Les anneaux d'arrêt (circlips) simplifient la conception. Il est également important de savoir que les circlips présentent certains inconvénients : ils ne sont pas adaptés aux applications de précision et ne sont pas non plus conçus pour supporter des charges axiales élevées.

Montage avec manchon de serrage	Montage avec manchon de démontage	Montage sur arbre conique
		
Les manchons de serrage et les manchons de démontage servent à la fixation axiale du roulement lors de son montage sur des arbres cylindriques.		Un circlip en deux parties inséré dans la rainure de l'arbre et un écrou maintiennent le roulement en position.

*D'autres possibilités de montage de roulements sont illustrées ici pour vous.*

La fixation du manchon de serrage se fait par la force de frottement entre l'arbre et le diamètre intérieur du manchon. En outre, la position du roulement sur un arbre cylindrique peut être choisie librement lors du montage avec manchon de serrage ou manchon de démontage. Ces deux variantes de montage sont considérées comme des solutions simples

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

et fiables. Le montage de roulements sur un arbre conique est également une possibilité. Dans ce cas, le circlip en deux parties est fixé à l'aide d'un écrou à encoches ou d'une vis. Les roulements (comme le [roulement à rotule sur rouleaux](#) illustré) peuvent également être montés de manière simple et sûre à l'aide de moyens hydrauliques. Selon les indications du fabricant, le déplacement axial doit toujours être mesuré et contrôlé, tout comme le [jeu radial du roulement](#).

## Choix des bons ajustements pour l'arbre et le logement

Après ce bref aperçu des différentes possibilités de fixation, voici maintenant des informations importantes sur les [ajustements](#) de l'arbre et du logement. En ce qui concerne le [jeu et la précharge](#) des roulements, nous avons déjà vu des notions telles que le [jeu des roulements](#) et le [jeu de fonctionnement](#), et expliqué comment les calculer. Dans ce chapitre, il s'agit maintenant de choisir le bon ajustement. Le choix du « bon » ajustement dépend des conditions de fonctionnement suivantes :


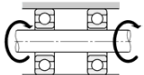
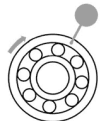
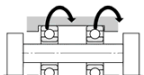

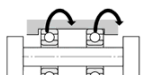
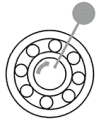
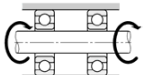
- Matériau de l'arbre et du logement,
- Epaisseur de la paroi,
- Etat de surface
- Conditions de fonctionnement de la machine

Alors, venons-en tout de suite à la première question importante : [ajustement serré ou ajustement libre](#) ?

Illustration	Sens de rotation des roulements	Charge des bagues	Type d'ajustement
--------------	---------------------------------	-------------------	-------------------



# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

<p>Charge fixe</p> 	 <p>Bague intérieure              tournante              Bague extérieure              fixe</p>	<p>Charge tournante                  pour la bague                  intérieure                  Charge fixe pour la                  bague extérieure</p>	<p>Bague intérieure :                  ajustement serré                  Bague extérieure :                  ajustement glissant</p>
<p>Charge tournante</p> 	 <p>Bague intérieure fixe              Bague extérieure              tournante</p>		
<p>Charge fixe</p> 	 <p>Bague intérieure fixe              Bague extérieure              tournante</p>	<p>Charge fixe pour la                  bague intérieure                  Charge tournante                  pour la bague                  extérieure</p>	<p>Bague intérieure :                  ajustement glissant                  Bague extérieure :                  ajustement serré</p>
<p>Charge tournante</p> 	 <p>Bague intérieure              tournante              Bague extérieure              fixe</p>		

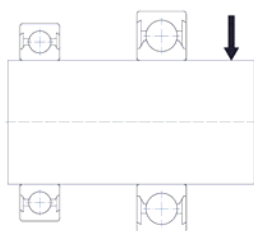
*Ce tableau vous indique sous quel type de charge un ajustement serré ou un ajustement libre est nécessaire.*

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

Il faut d'abord déterminer laquelle des deux bagues tourne et laquelle est immobile. Ensuite, il faut vérifier quelle charge est appliquée à chacune des deux bagues. Un exemple : pour l'unité de palier représentée, il faut choisir les **ajustements** pour les deux roulements. La poulie est enfin montée sur l'arbre. Les deux roulements dont il s'agit sont un 6320C4 et un 6318C4 (fabricant NTN).



*Vous pouvez visualiser ici un palier monobloc illustrant l'exemple précédent.*



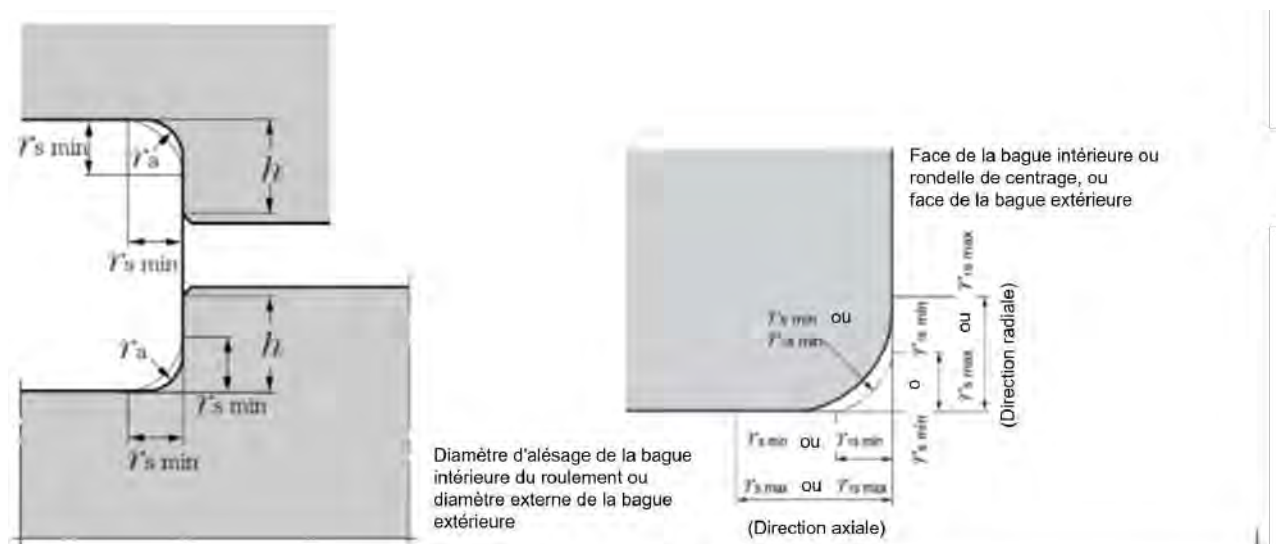
*Exemple de disposition des roulements.*

Quelle bague tourne ? Exact, les deux bagues intérieures tournent. En revanche, les bagues extérieures ne devraient pas tourner. La bague intérieure a-t-elle une charge ponctuelle ? Non, elle a une charge circonférentielle. Une charge circonférentielle signifie que la direction de la charge radiale agissant sur la bague intérieure est circonférentielle pour la bague. La charge ponctuelle est présente sur les deux bagues extérieures et signifie que la charge n'agit que sur un petit point de la bague extérieure. La recommandation d'ajustement est donc la suivante : Bague intérieure = ajustement serré et bague extérieure = ajustement libre. On trouve des préconisations d'**ajustements** dans les catalogues des fabricants de roulements, comme par exemple chez **NTN**. Pour le cas actuel, on pourrait par exemple, en tenant compte d'une « charge normale », équiper l'arbre d'un ajustement k5 et choisir un ajustement H7 dans le logement.

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

## Dimensions des raccordements des roulements

Outre la fixation du palier elle-même, il est essentiel de tenir compte des dimensions des pièces autour du roulement, de la hauteur des épaulements et des rayons de raccordement, ceux-ci jouant un rôle important.



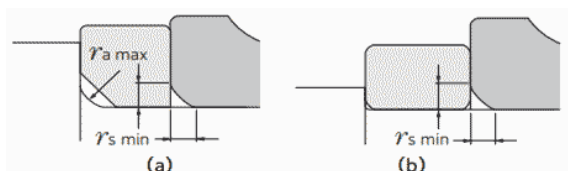
*La hauteur de l'épaulement et le rayon de raccordement sont des composantes importantes dans le dimensionnement des pièces de raccordement des roulements.*

Il est important que la hauteur  $h$  de l'appui d'une bague de roulement sur l'arbre ainsi que sur le logement (côté gauche de l'illustration) soit supérieure au rayon de raccordement maximal admissible du roulement  $r'_s \text{ max}$  (côté droit de la figure). Dans le cas contraire, l'appui du roulement sur l'arbre et le logement serait insuffisant voire inexistant. Il faut en outre tenir compte du fait que le rayon de congé  $r'_a$  a une valeur plus faible que le plus petit rayon de raccordement du roulement  $r'_s \text{ min}$ .

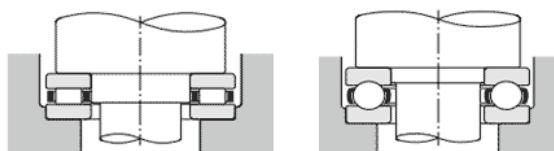
Il existe des situations où le rayon de

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

raccordement  $r_a$  max est supérieur au rayon de raccordement du roulement. Ce cas se présente notamment lorsque l'arbre doit être renforcé ou que l'épaule ne suffit pas comme surface d'appui pour le roulement. Si ces conditions sont remplies, plus rien ne s'oppose à l'utilisation d'entretoises. Celles-ci sont fabriquées individuellement de manière à garantir un appui correct de la bague du roulement sur l'épaule de l'arbre ou du logement.



*Dans l'illustration, vous voyez les dessins techniques d'une entretoise. Celle-ci est représentée en gris clair.*



*En règle générale, les arbres et les épaulements de montage doivent toujours être plus grands pour les butées que pour les roulements radiaux.*

Lors de l'utilisation de butées, il faut veiller à ce que les surfaces d'appui des rondelles soient suffisamment larges, compte tenu des critères de charge et de rigidité. Des tableaux de dimensions correspondants sont par exemple disponibles dans le [catalogue](#) de NTN.

## Précision de l'arbre et du logement

La précision des surfaces d'ajustement de l'arbre et du logement constitue un autre critère important pour la conception des pièces environnantes. La rugosité de la surface et la perpendicularité des épaulements sont également prises en compte.

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

Propriété		Arbre	Logement
Précision dimensionnelle		IT6 (IT5)	IT7 (IT5)
Circularité (max.) Cylindricité		IT3	IT4
Perpendicularité des épaulements		IT3	IT3
Rugosité de surface Surface d'ajustement $R_a$	petits roulements	0,8 $\mu\text{m}$	1,6 $\mu\text{m}$
	moyens ~ grands roulements	1,6 $\mu\text{m}$	3,2 $\mu\text{m}$

*Dans le tableau, vous trouverez des indications utiles concernant les dimensions de l'arbre et du logement. Ce tableau est valable pour des conditions de fonctionnement normales (IT = tolérances de base).*

## Inclinaison et défaut d'alignement

La flexion de l'arbre, les variations dans la géométrie de l'arbre et du logement ainsi que les moindres erreurs de montage entraînent un certain désalignement entre les bagues intérieure et extérieure d'un roulement. Il est donc important d'utiliser des roulements roulant (roulements à rotule sur billes, [roulements à rotule sur rouleaux](#) ou [paliers](#)) dans les applications où les défauts d'alignement peuvent être relativement importants. Il convient de noter que le défaut d'alignement admissible dépend de critères tels que le type de roulement, les conditions de charge et le [jeu de fonctionnement](#) et varie donc en fonction de l'application. Les valeurs données ne doivent pas être dépassées, sinon le roulement risque d'être endommagé ou des problèmes peuvent survenir sur la [cage](#).

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 roulement-savant.fr

<b>Déplacement admissible des roulements</b>			
Roulements à billes à gorge profonde	1/1 000 ~ 1/300	Roulements à rouleaux coniques Une seule rangée Une seule rangée (Ultage)	1/2 000 1/600
Roulements à billes à contact oblique Une seule rangée	1/1 000	Roulements à aiguilles	1/2 000
Roulements à rouleaux cylindriques Séries de stock 10, 2, 3, 4 Séries de stock 22, 23 Ultage A deux rangées	1/1 000 1/2 000 1/500 1/2 000		

Le désalignement admissible de différents *types de roulements*.

<b>Déplacement admissible des roulements</b>			
Roulements à rotule sur billes Charge normale	1/15	Butées à rotule sur rouleaux Charge normale	1/60 à 1/30

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

Roulements à rotule sur rouleaux Charge normale ou plus Charges plus légères	1/115 1/30	Roulements de palier	1/60 à 1/30
--	---------------	----------------------	-------------

*Les roulements rotulant sont utilisés dans des applications où le défaut d'alignement est relativement important.*

## **Vous pourriez également être intéressé par** Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut - le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continu, cela n'a

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Disposition en O, en X et en tandem**

9. mars 2022

Si vous avez déjà lu les articles sur les roulements à billes à contact oblique ou les roulements à rouleaux coniques, vous avez peut-être déjà

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Étanchéité**

5. avril 2022

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge**

9. mars 2022

Le jeu des roulements et le jeu de fonctionnement (également appelé jeu résiduel), n'est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

[Poursuivre la lecture »](#)

# Fixation des roulements et conception des pièces environnantes

## Les points de contact

9. mars 2022

Qu'entend-on par « [contact ponctuel](#) et linéaire » ? Vous avez peut-être déjà entendu dire que les roulements peuvent être divisés en deux catégories. Cette

[Poursuivre la lecture »](#)

## Palier fixe et palier libre

9. mars 2022

Est-ce que je choisis un [palier fixe](#), un palier réglable ou un palier flottant ? Cette question est importante lors de la conception d'un palier.

[Poursuivre la lecture »](#)



## Résumé

- Les joints doivent empêcher le lubrifiant (graisse) de s'échapper du roulement
- Les joints doivent empêcher l'entrée d'impuretés dans le roulement
- Lors du choix du joint, il faut tenir compte de critères tels que le type de lubrifiant et la vitesse circonférentielle des bagues de roulement
- Il existe deux types de joints : les joints internes et les joints externes
- Les joints externes peuvent être divisés en joints sans contact et en joints avec contact
- Les joints sans contact conviennent aux applications à grande vitesse
- Les joints avec contact ont une lèvre d'étanchéité en caoutchouc et présentent une capacité d'étanchéité et un couple de frottement plus élevés

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et externes. Les deux sont utilisés pour empêcher la **fuite** de **lubrifiant** (graisse) et l'entrée d'impuretés (comme la poussière et l'eau) dans le roulement.

## Variantes d'étanchéité pour les roulements

Les joints internes sont intégrés dans le corps du roulement et sertis dans la **bague intérieure** ou extérieure. Ils sont principalement utilisés pour les **roulements à billes** à gorge profonde. En revanche, les étanchéités externes doivent être prévues lors de la conception. Elles sont utilisées dans les séries pour lesquelles aucun **joint** interne n'est prévu (principalement pour les séries de roulements à rouleaux) ou lorsqu'un joint de ce type ne suffit pas et que le roulement doit tout de même être protégé. Les fonctions des joints internes et des joints

externes sont identiques.

Lors du choix du joint, certains facteurs doivent être pris en compte. Il s’agit notamment du type de lubrifiant, de la vitesse circonférentielle du joint, des [défauts d’ajustement](#) de l’arbre, de l’encombrement, du frottement du joint et de l’augmentation de chaleur qui s’ensuit. Le matériau du joint joue également un rôle important dans son choix. Bien entendu, il faut également tenir compte des coûts engendrés.

## JointS internes

Les joints internes peuvent être classés en différents types, dont certains sont définis plus en détail dans cette section. Tous les joints mentionnés ci-après servent à protéger des deux côtés contre la poussière et à assurer l’étanchéité des deux côtés. Chez le fabricant de roulements NTN, les principaux joints internes sont les joints ZZ, LLB, LLU et LLH (à faible couple de frottement).

Type, désignation	Version avec déflecteur anti-poussière		Version avec joint d’étanchéité	
	Déflecteur sans contact ZZ	Joint sans contact LLB	Joint avec contact LLU	Joint avec contact LLH faible couple
<b>Design</b>				
	- le déflecteur en tôle métallique est serti dans la rainure de la bague extérieure ; la bague intérieure comporte une rainure en V avec une fente en forme de labyrinthe	- une tôle surmoulée de caoutchouc est clipsée dans la bague extérieure ; la lèvres d’étanchéité se déplace près du flanc intérieur dans la rainure en V, mais sans aucun contact	- une tôle surmoulée de caoutchouc est clipsée dans la bague extérieure ; la lèvres d’étanchéité intérieure touche la rainure en V sur le flanc intérieur	- le design de base est le même que le LLU, mais l’interférence de la lèvres d’étanchéité sur la bague intérieure est réduite. Il en résulte un couple de frottement plus faible

Comparaison des performances	Couple de frottement	faible	faible	relativement élevé	relativement faible
	Étanchéité à la poussière	très bonne	meilleure que ZZ	excellente	beaucoup mieux que LLB
	Imperméabilité à l'eau	mauvaise	mauvaise	très bonne	très bonne
	Vitesses de rotation élevées admissibles	comme type ouvert	comme type ouvert	limitée par la vitesse périphérique	plus élevée que LLU
	Plage de température autorisée	dépend du lubrifiant	-25°C – 120°C	-25°C – 110°C	-25°C – 120°C

*Voici des exemples d'étanchéités pour les roulements à billes, ainsi que leur conception et leurs caractéristiques.*

## JointS externes

Contrairement aux joints internes, les joints externes ne sont pas intégrés dans le corps du roulement et doivent être ajoutés. Ils se divisent en deux types : les joints sans contact et les joints avec contact.

### JointS sans contact

La caractéristique la plus importante des joints sans contact est le petit espace qui reste entre le joint et la pièce en rotation. Les joints de ce type sont adaptés aux applications à grande vitesse, car il n'y a pas de frottement élevé du joint. De plus, tous les interstices restants sont généralement lubrifiés à l'huile ou à la graisse, ce qui doit permettre d'améliorer la capacité d'étanchéité.

### Exemples de joints sans contact

En général, la [lubrification](#) - habituellement avec de l'huile ou de la graisse - est indispensable entre le point de contact de la lèvre d'étanchéité et la bague intérieure ou

extérieure du roulement. En cas de **lubrification** à l'huile, des concepts d'étanchéité appropriés sont nécessaires pour exclure toute fuite d'huile pendant le fonctionnement. En outre, les tableaux suivants présentent les principaux joints, leurs propriétés ainsi que d'autres critères permettant de choisir le bon joint.

Joints sans contact		
Structure du joint	Désignation	Propriétés d'étanchéité, critères de conception
	Etanchéité par centrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• type d'étanchéité la plus simple</li> <li>• présente un petit espace radial entre l'arbre et le logement</li> </ul>
	Etanchéité par centrage avec rainures pour l'huile (ici : rainures pour l'huile sur le côté du logement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quelques rainures d'huile concentriques sont présentes à l'intérieur du logement, ce qui améliore nettement l'étanchéité</li> <li>• si les rainures sont remplies d'un lubrifiant, cela empêche que des particules étrangères ne pénètrent dans le roulement depuis l'extérieur</li> </ul>
	Joint labyrinthe (ici : axial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les joints à labyrinthe présentent plusieurs centrages (dans ce cas, dans le sens axial)</li> <li>• types : joint axial à labyrinthe, joint radial à labyrinthe, joint à labyrinthe autoréglable</li> </ul>

*Quelques exemples de joints sans contact : étanchéité par centrage et joint labyrinthe.*

## Joint labyrinthe

Alors que l'étanchéité par centrage est considérée comme sa variante la plus simple, le joint labyrinthe peut être considéré comme le principal type d'étanchéité sans contact. Il offre un maximum de flexibilité dans la fabrication ainsi qu'une très bonne performance et représente une solution bon marché. Comme c'est typiquement le cas pour ces joints sans contact, les joints labyrinthe peuvent, selon leur conception, accepter la vitesse limite du roulement. Il existe trois types principaux de joints à labyrinthe, dont une variante axiale, une variante radiale et une variante autoréglable. Les joints labyrinthe autoréglables sont par exemple montés dans les [logements de paliers](#).

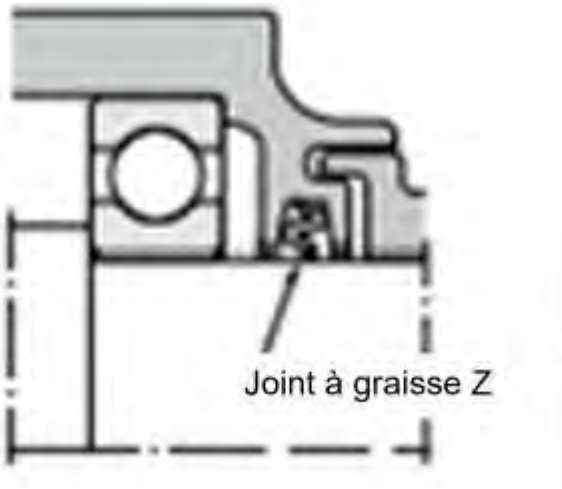
## Joint avec contact

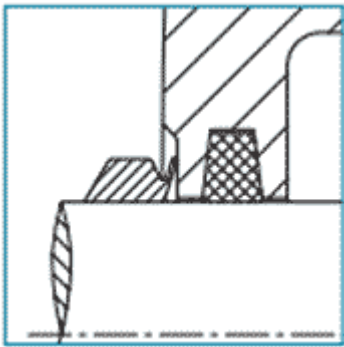
Les joints avec contact sont des joints avec une lèvre d'étanchéité moulée en caoutchouc synthétique, qui assure l'étanchéité contre l'arbre, le logement, la bague intérieure ou la bague extérieure. Le caoutchouc est vulcanisé sur un support en tôle. Le grand avantage des joints avec contact par rapport aux joints sans contact est leur capacité d'étanchéité, qui est nettement plus élevée. Néanmoins, le couple de frottement et l'augmentation de la température sont également nettement plus élevés pour ces joints. Comme la lèvre d'étanchéité des joints avec contact frotte sur l'arbre, la vitesse circonférentielle admissible dépend du type de joint. De plus, la lèvre d'étanchéité doit être légèrement graissée avant le montage afin d'éviter qu'elle ne tourne à sec ou ne s'use au cours des premières minutes d'utilisation.

Il existe des fabricants qui se sont spécialisés dans la production de différents types de joints. Il en existe donc en divers matériaux (dont le métal et le plastique) qui présentent des caractéristiques thermiques et de performance d'étanchéité variées.

## Exemples de joints avec contact

Toutes les étanchéités listées dans le tableau sont des étanchéités externes avec contact. Dans le cas des étanchéités externes, l'arbre doit être rectifié sans filet dans la zone de contact du joint afin d'éviter le transport de lubrifiant vers l'extérieur du roulement.

Joints avec contact		
Structure du joint	Désignation	Propriétés d'étanchéité, critères de conception
	Joint à graisse Z	<ul style="list-style-type: none"><li>• le nom de ce joint provient de sa section transversale, qui ressemble à un Z</li><li>• l'espace libre autour du Z est rempli de graisse d'étanchéité</li><li>• est souvent utilisé en combinaison avec des paliers à semelle divisibles</li></ul>



## Joint V-ring

- améliore l'efficacité de l'étanchéité avec une lèvre d'étanchéité axiale
- le joint en V assure une étanchéité efficace contre les impuretés extérieures (par exemple la poussière ou l'eau) en utilisant la [force centrifuge](#)
- à utiliser normalement pour la lubrification à la graisse
- sur le schéma : joint en bande de feutre (est prégraissé) en combinaison avec un joint en V ; cette combinaison est utilisée par exemple pour les logements de roulement

<p>Défecteur</p> <p>Ressort</p> <p>Lèvre du joint</p> <p>Bord de la lèvre</p>	<p>Joint à lèvre radiale (RWDR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le feutre est imbibé d'huile à 80 °C avant l'assemblage</li> <li>• Dimensions normalisées</li> <li>• Utilisés dans les roulements avec logement en deux parties</li> <li>• Lubrification à la graisse recommandée</li> </ul>
	<p>Joint annulaire en feutre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le feutre est imprégné d'huile à 80°C avant le montage</li> <li>• les gorges sont normalisées</li> <li>• joint à utiliser dans les roulements avec logement en deux parties</li> <li>• lubrification à la graisse recommandée</li> </ul>

*Le joint à graisse en Z, le joint en V, la bague à lèvre radiale et le joint en feutre ont en commun le fait qu'ils font partie des joints avec contact.*

## Trous de délestage pour les joints avec contact

Tous les joints avec contact doivent être munis d'un trou de délestage garantissant à tout moment l'équilibre des pressions entre le roulement et son environnement. Celui-ci doit être



placé de telle sorte qu'il n'y ait pas de surpression dans le logement, ce qui pourrait éventuellement entraîner une fuite de lubrifiant. Le choix du trou de délestage doit tenir compte de la position de montage de l'ensemble afin d'éviter toute fuite de lubrifiant. Pendant le processus de peinture, il faut s'assurer que le trou de délestage ne se ferme pas de manière intempestive. En ce qui concerne le joint d'étanchéité radiale, il faut tenir compte de sa vitesse circonférentielle admissible. En outre, le sens de montage du joint d'étanchéité radiale détermine son fonctionnement. Ce type de joint peut empêcher d'un côté l'entrée de corps étrangers externes ou d'un autre côté la sortie de lubrifiant.

Joint/matériau		Vitesse circonférentielle admissible m/s $V(m/s) = (\pi \times d(mm) \times n(r/min)) / (60 \times 1000)$	Température admissible
Joint à lèvre radial (RWDR)	NBR	16 ou moins	-25 ~ +120°C
	ACM	26 ou moins	-15 ~ +150°C
	FKM/ FPM	32 ou moins	-30 ~ +200°C
Joint à graisse Z	NBR	6 ou moins	-25 ~ +120°C
Joint V-ring	NBR	40 ou moins	-25 ~ +120°C

Dans le tableau, vous trouverez des indications sur la [vitesse de rotation](#) admissible en fonction du matériau et de la température.

## **Vous pourriez également être intéressé par** Choix de l'ajustement

9. mars 2022

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Détail des différents types de roulements**

21. mars 2022

Si vous avez jeté un coup d'œil à notre article sur les bases des roulements, vous savez probablement déjà que les roulements peuvent être divisés

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Fixation des roulements et conception des pièces environnantes**

5. avril 2022

En règle générale, la qualité d'un roulement dépend de son environnement. Quel roulement peut être performant s'il n'est pas bien intégré dans son environnement ?

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Le palier auto-aligneur**

9. mars 2022

Caractéristiques des roulements inserts Le roulement insert, conçu comme un roulement à billes à gorge profonde, possède une bague extérieure de forme sphérique. Le corps

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Le roulement rigide à billes**

1. mars 2022

Caractéristiques des roulements rigides à billes Dans sa forme actuelle, le roulement rigide à billes existe depuis environ 150 ans – après quelques optimisations. Les

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Lubrification**

9. mars 2022

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Le dommage de fatigue est un dommage « naturel » du roulement qui survient lorsque la durée de vie est atteinte
- Les dommages dus à la fatigue peuvent se produire soit en profondeur (au cœur de la matière), soit en surface (sur le chemin)
- Fatigue en profondeur : modification de la structure de l'acier et apparition de microfissures s'étendant jusqu'à la surface, et provoquant l'écaillage du matériau
- La fatigue en surface : apparition, par exemple, de taches grises qui finissent par provoquer des fissures ou des éclats
- Les dommages causés aux roulements peuvent être détectés précocement grâce à une analyse vibratoire

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une [lubrification](#) et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû à [la fatigue](#). Le dommage de fatigue survient lorsque la durée de vie d'un roulement est atteinte. Même en cas de charges plus importantes, il est possible qu'un dommage de fatigue classique se produise après un certain temps. L'expérience montre que les dommages causés aux roulements par une [lubrification](#) insuffisante ou un montage incorrect sont beaucoup plus fréquents.

La détérioration par fatigue la plus courante est sans doute celle au contact des corps roulants, qui résulte de la répétition des contraintes entre les corps roulants et les pistes du roulement. La fatigue au contact des roulements se caractérise par des modifications de la structure de la matière qui peuvent être visualisées sur une coupe. En outre, les dommages causés par la fatigue au niveau du contact des roulements entraînent la formation de fissures sous la surface et l'éclatement du matériau à la surface, également appelé écaillage ([spalling](#)

# Dommmages dus à la fatigue

NTN  
Make the world **NAMERAKA**

 croulement-savant.fr

ou **flaking** en anglais). L'écaillage du matériau des roulements caractérise donc les dommages dus à la fatigue. Il existe deux types de dommages par fatigue : la fatigue initiée en profondeur (Subsurface initiated fatigue) et la fatigue initiée en surface (Surface initiated fatigue).

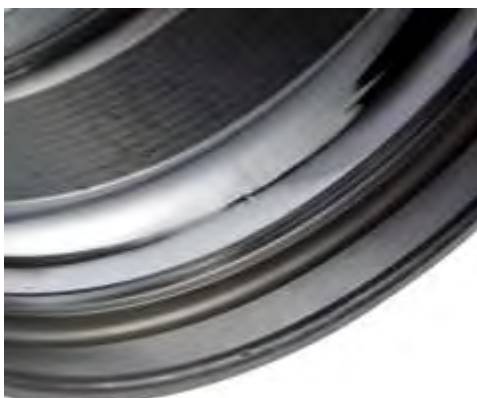
## Fatigue en profondeur

En ce qui concerne la fatigue en profondeur, il convient de mentionner l'hypothèse de la contrainte de cisaillement de Lundberg et Palmgren, qui fournit une explication pour ce type de dommages. En fonction du matériau, de la charge appliquée, de la température, de la pureté du matériau et de sa structure, des modifications au sein de la matière et des microfissures se forment. Ces **fissures** s'élargissent ensuite au point d'atteindre la surface et de provoquer des éclatements du matériau en surface. Les éclatements de matière qui en résultent sont généralement parallèles à la surface.



*Sur cette bague de roulement, on peut voir un écaillage en profondeur partant de la surface. L'écaillage est par exemple dû à des particules étrangères dans le lubrifiant. Ecrasées par les corps roulants, elles peuvent entraîner des dommages ultérieurs au roulement.*

# Dommmages dus à la fatigue



*Cet exemple illustre un écaillage en profondeur qui commence en sous couche. Ce type d'écaillage en profondeur commence par des modifications de la structure de la matière et des microfissures.*

## Fatigue induite en surface

La **lubrification** est essentielle pour assurer une longue durée de vie aux roulements. Une lubrification insuffisante entraînerait donc un contact métallique entre les corps roulants et le **chemin de roulement**. Toutefois, même en cas de lubrification parfaite, des particules peuvent laisser des empreintes, appelées indentation, avec des bords surélevés, supérieurs à l'épaisseur du film lubrifiant ( $< \cong 1\mu\text{m}$ ). Outre le contact déjà existant entre les corps roulants et le chemin de roulement, ces empreintes provoquent un contact métallique entre les surfaces roulantes. Ce contact métallique provoque un lissage des surfaces (**déformation plastique**), ce qui entraîne à son tour des dommages au niveau des roulements.

## Taches grises

Les taches grises sont un type de fatigue induite en surface, qui peut être considéré comme un précurseur des éclatements et des **fissures**. Son nom est tout un programme, car cette microfissure apparaît dans une teinte grisée sur les **composants du roulement** concerné. Elle se caractérise par des éclats plats, minuscules et nombreux. Ces taches grises apparaissent lorsqu'un roulement est soumis à une charge trop faible et que les éléments se mettent à glisser. Il est possible d'éviter ces glissements, à condition que les corps roulants soient soumis à une charge minimale de 0,01 C (**roulements à billes**) et de 0,02 C (**roulements à rouleaux**). En général, plus les charges sont élevées et plus l'état de lubrification est

# Dommmages dus à la fatigue

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

mauvais, plus les fissures sur le roulement peuvent être importantes.

Les taches grises ont non seulement un impact négatif sur la [durée de vie](#) du roulement, mais aussi sur les bruits émis par le roulement. En outre, la présence de taches grises entraîne une perte de matière, une détérioration du profil et, en fin de compte, des augmentations ponctuelles de la pression non loin de la surface. Les taches grises favorisent la formation de piqûres. On peut donc dire qu'il y a d'abord des taches grises, qui se développent ensuite en éclatements et finalement en fissures.

Les dommages aux roulements peuvent être détectés à temps en déterminant et en mesurant les fréquences vibratoires. Cela se fait à l'aide d'une analyse des vibrations qui doit être combinée à une surveillance de la température afin de détecter très tôt les dommages des roulements. La détection précoce des dommages aux roulements permet de planifier les temps d'arrêt et de réparation des machines. Les fabricants de roulements comme NTN proposent des appareils adaptés à l'analyse des vibrations et du conseil en tant que prestation de service.

## **Vous pourriez également être intéressé par** **Corrosion**

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme [ISO 15243](#), la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Déformation plastique**

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de dommages comme le dommage de fatigue ou l'usure. Dans

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Électro-érosion**

Cet article (basé sur la norme [ISO 15243](#)) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par électro-érosion, on entend une modification locale de

[Poursuivre la lecture »](#)

# Dommmages dus à la fatigue

**NTN**  
Make the world **NAMERAKA**

 **Croulement-savant.fr**

## Fissures et ruptures

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Lubrification

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

## Usure

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Le terme « *usure* » désigne les composants usés des roulements, par exemple les surfaces de roulement ou les corps roulants
- Les causes de l'usure sont des défauts de lubrification, des conditions de fonctionnement inadéquates et des erreurs de montage
- L'usure par abrasion se forme en grande partie par des particules dures qui se trouvent dans le roulement
- L'usure par adhérence se produit sous l'effet de la chaleur due au frottement, qui résulte d'une lubrification insuffisante
- La prévention de l'usure passe parfois par une méthode de lubrification adéquate et une amélioration de l'efficacité des joints

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte du frottement de deux surfaces en contact pendant le fonctionnement.

Dans le domaine des roulements, l'usure peut concerner différents composants tels que les surfaces des chemins, les cages, les épaulements, les corps roulants et les joints. Une surface usée se caractérise par le fait qu'elle présente souvent des rayures et une rugosité accrue. On entend souvent dire que le roulement de la machine concernée est de plus en plus bruyant et que les vibrations sont plus fortes. Une des causes possible peut être un roulement usé. Pour déterminer ces causes, on utilise des appareils de mesure de vibrations qui permettent de détecter des fréquences spécifiques ou des dommages sur le roulement.

## Raisons de l'apparition de l'usure



Comme pour la formation de [fissures et de cassures](#), on peut dire que l'apparition de l'usure est due à divers facteurs déclencheurs. Les causes possibles peuvent être des erreurs de [lubrification](#) (par exemple un manque de lubrifiant, un excès de lubrifiant ou une [viscosité](#) mal choisie). L'une des conséquences d'un manque de [lubrification](#) est le frottement mutuel entre deux pièces. L'augmentation du frottement entraîne une hausse de la température dans le roulement, une augmentation du niveau de bruit et une augmentation des vibrations. D'autres causes d'un roulement usé peuvent être par exemple les conditions de fonctionnement (surcharge, vibrations externes, changements de charge trop importants) ou encore des erreurs de montage (coincement, fixation défectueuse, mauvais choix de tolérance et d'[ajustement](#)).



*L'exemple du chemin de ce roulement vous permet de constater l'usure.*

## Usure abrasive

L'usure peut se présenter sous deux formes, à savoir l'usure abrasive et l'[usure adhésive](#). L'usure abrasive se produit en présence de particules dures. Dans ce cas, ces particules ou des surfaces généralement dures frottent sur une autre surface. Du matériau est alors retiré de cette dernière surface, qui est de plus en plus endommagée. Il convient de



*Cet exemple montre un ponçage du matériau sur la surface du **chemin de roulement**.*

noter que, dans le cas de particules dures, cette surface devient de plus en plus mate. Dans le cas de particules fines, elle a tendance à se polir. L'usure par abrasion se caractérise par une augmentation progressive du nombre de particules dans le roulement avant la défaillance finale de celui-ci.

## Usure adhésive

L'usure par adhérence se caractérise par le transfert de matière d'une surface à l'autre. Il est important de noter que l'énergie nécessaire à ce processus est générée par le **glissement** entre les surfaces de contact. Des études portant sur des roulements usés montrent que ces surfaces se ternissent ou que des zones de dureté différente se forment. Ces deux phénomènes entraînent des concentrations de contraintes localisées et un risque accru de formation de fissures ou d'éclatement dans la zone de contact. Dans la littérature, on trouve à ce sujet des termes tels que « arrachement de matière » ou « grippage ». Ces deux termes décrivent le même mécanisme de défaillance. On ne peut les différencier que par l'aspect de la défaillance, en d'autres termes, les arrachements de matière deviennent des grippages.

On constate très souvent une usure par adhérence sur les grands **roulements à rouleaux cylindriques** et **à rotule sur rouleaux** qui ne sont que peu chargés. Le mécanisme de formation se déroule ainsi : à l'entrée dans la zone de charge, les corps roulants sont accélérés jusqu'à la **vitesse de rotation** cinématique, entraînant la **rupture** du film de lubrification et un soudage momentané des surfaces. Cette liaison est cependant à nouveau rompue l'instant d'après. Après un certain temps de fonctionnement, cela peut entraîner un endommagement du roulement.

En outre, les mouvements relatifs entre la [bague intérieure](#) et l'arbre, ou la [bague extérieure](#) et le logement, peuvent entraîner une usure par adhérence. La raison en est le « déplacement des bagues » (également appelé reptation), par exemple en raison de leurs diamètres légèrement différents ou également lorsque les bagues de roulement ne sont pas assez [serrées](#).

## Prévention de l'usure

Plusieurs méthodes peuvent être citées pour prévenir l'usure potentielle des roulements :

- [Lubrification](#) correcte (quantité de lubrifiant, méthode de lubrification et qualité du lubrifiant)
- Conditions de fonctionnement adéquates (désalignement, vibrations, vérification de la charge)
- Vérification du montage (installation, fixation du roulement, [choix de l'ajustement](#))

## **Vous pourriez également être intéressé par** [Choix de l'ajustement](#)

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

[Poursuivre la lecture »](#)

## [Corrosion](#)

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme [ISO 15243](#), la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par

[Poursuivre la lecture »](#)

## [Déformation plastique](#)

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de

dommages comme le dommage de fatigue ou l'usure. Dans

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Dommages dus à la fatigue**

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une lubrification et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Électro-érosion**

Cet article (basé sur la norme ISO 15243) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par électro-érosion, on entend une modification locale de

[Poursuivre la lecture »](#)

## **Fissures et ruptures**

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement.

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- La déformation plastique est une déformation permanente due au dépassement de la limite d'élasticité
- Les causes sont une surcharge (par exemple une erreur de montage due à des coups de marteau), le dépassement de la capacité de charge statique  $C_0$  et une lubrification insuffisante (entrée d'impuretés)
- Surcharge : les déformations plastiques se forment en raison d'une (sur)charge ou d'un choc
- Indentation par des particules : les particules pénètrent dans le roulement et sont écrasées par les corps roulants, ce qui entraîne une déformation plastique

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de dommages comme le [dommage de fatigue](#) ou [l'usure](#). Dans cet article, nous allons maintenant aborder un autre type de dommage : la déformation plastique. La déformation plastique peut être définie comme une déformation permanente due au dépassement de la limite d'élasticité. Cela peut généralement se produire de deux manières différentes :

- Surcharge
- Indentation par des particules

## Surcharge

On parle de surcharge lorsque la pression hertzienne dans le contact du roulement est supérieure à la pression de contact

admissible. Une manipulation inappropriée du roulement peut entraîner une déformation plastique (par exemple des coups de marteau pendant le montage). Les erreurs de montage, c'est-à-dire principalement les erreurs humaines, ne peuvent jamais être exclues à 100 %. Dans la pratique, il est recommandé de suivre une formation de montage chez un fabricant de roulements. On y explique comment et avec quel outil monter au mieux un roulement. Une surcharge peut se produire non seulement lorsque le roulement est à l'arrêt, mais aussi lorsqu'il est en fonctionnement dynamique. Une déformation plastique se forme ici en raison d'une (sur)charge dynamique (voir : [charge dynamique de base C](#)) ou suite à des chocs.



*Ici, des déformations sont visibles sur la bague de roulement.*

## Charge statique de base $C_0$ et sécurité statique $S_{0r}$

Le calcul de la sécurité statique  $S_0$  représente un facteur décisif pour exclure les déformations plastiques dues aux conditions de fonctionnement. Les fabricants de roulements recommandent certaines valeurs pour la sécurité statique  $S_0$  en fonction de l'application. On trouve des recommandations à ce sujet dans les catalogues des fabricants de roulements (par ex. [catalogue NTN](#)). Celle-ci peut être calculée à l'aide de la formule suivante.

Formule 17:

$$S_{0r} = C_0 / P_0$$

Formule 2 (voir aussi : calcul de la durée de vie):

$$P_0 = X_0 \times F_r + Y_0 \times F_a$$

La charge statique de base  $C_0$  se trouve dans le tableau des dimensions du fabricant de roulements concerné. Elle se rapporte à une charge limite statique définie, pour laquelle un certain niveau de déformation permanente apparaît.

La charge statique équivalente  $P_0$  peut être calculée pour les roulements radiaux à l'aide de la formule à droite.

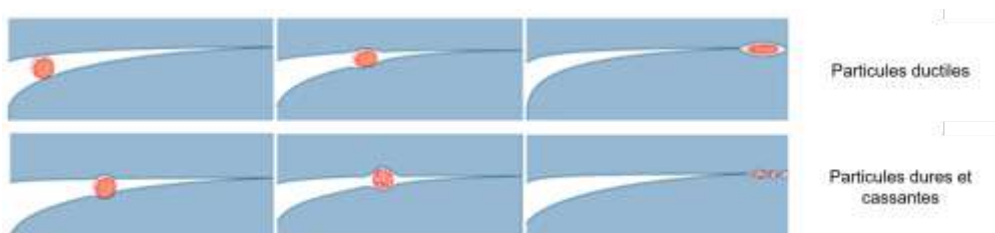
$S_{or}$  = sécurité statique

$C_0$  = charge statique de base

$P_0$  = charge statique équivalente

## Indentation par des particules

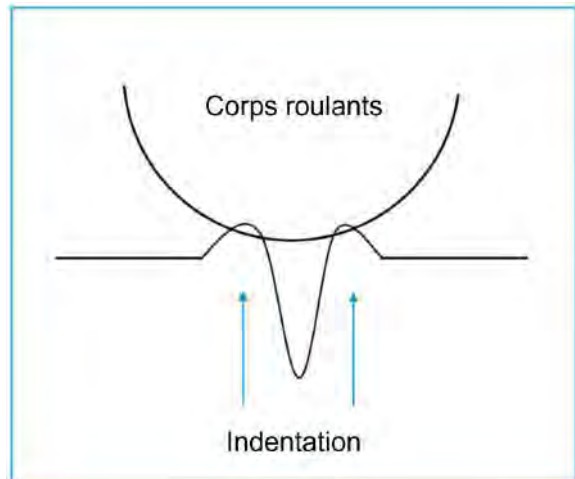
Les corps roulants peuvent être recouverts de particules qui ont pénétré dans le roulement, par exemple en raison d'un manque de propreté ou d'une mauvaise manipulation, ou qui sont dues à l'[usure](#) en soi. On observe alors des déformations plastiques aussi bien sur les surfaces de roulement des bagues de roulement que sur les corps roulants (voir illustration).



*Le fait de rouler sur des corps étrangers de toutes tailles entraîne une déformation plastique.*

La pénétration des particules dans la surface

entraîne un déplacement de matière. Le corps roulant suivant roule à nouveau dessus. Si la hauteur du film lubrifiant n'est pas suffisante, il y a un contact direct entre le rebord de l'indentation et les corps roulants. Des pics de pression se produisent alors. Il en résulte une fatigue du matériau à ces endroits et un éclatement de la matière. Il en résulte un **dommage par fatigue**. De manière plus concrète, on peut comparer cela à un marathonien (ici : un roulement) qui aurait un caillou (ici : des particules étrangères) dans sa chaussure. Dans un tel cas, le coureur abandonnerait également prématurément.



*Dans cette représentation graphique, vous pouvez voir comment un corps roulant roule sur les indentations.*

L'ampleur et la forme de cette déformation plastique dépendent du type, de la taille et de la dureté des particules : on distingue les particules molles, les particules d'acier trempé ainsi que les particules minérales dures. Des exemples de ces trois types d'indentation par des particules figurent dans le tableau.

Type de particules	Exemples
Particules molles	Fibres, élastomères/matières plastiques
Particules d'acier trempé	A partir d'engrenages ou de roulements
Particules minérales dures	Sable (silicate)

*Les particules dures sont celles qui provoquent le plus d'indentations par rapport aux autres*



types.

Même les plus petites particules de l'ordre du  $\mu$  ont des conséquences graves, c'est pourquoi une propreté absolue est de rigueur lors du montage et de l'utilisation des roulements. Le **lubrifiant** doit être conservé dans les règles de l'art et n'être ouvert qu'avant le **graissage**. Une meilleure **étanchéité** peut également être une solution pour minimiser les impuretés dans le lubrifiant.



Niveau 0 :  
Pas d'indentation



Niveau 1 :  
Peu d'indentation



Niveau 2 :  
Indentation  
moyenne



Niveau 3 :  
Indentation nette



Niveau 4 :  
Indentation très  
nombreuse

*L'intensité des indentations peut être classifiée en plusieurs niveaux.*

## Vous pourriez également être intéressé par

### Corrosion

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme [ISO 15243](#), la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par

[Poursuivre la lecture »](#)

### Dommmages dus à la fatigue

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une [lubrification](#) et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû

[Poursuivre la lecture »](#)

### Électro-érosion

Cet article (basé sur la norme [ISO 15243](#)) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par électro-érosion, on entend une modification locale de

[Poursuivre la lecture »](#)

### Étanchéité

Lors de la conception d'un roulement, le thème de l'étanchéité vous accompagne toujours. Dans ce qui suit, il sera question des concepts d'étanchéité internes et

[Poursuivre la lecture »](#)

### Fissures et ruptures

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement.

[Poursuivre la lecture »](#)

### Usure

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- Les dommages aux roulements sous forme de fissures et de ruptures sont parmi les plus fréquents
- Les raisons de l'apparition de fissures et de ruptures sont, entre autres, un manque de lubrification, des charges extrêmes et des chocs
- Les fissures se forment principalement sur les bagues de roulement, les corps roulants et les épaulements
- Les fractures se développent le plus souvent à partir de petites fissures, qui apparaissent généralement de manière ponctuelle

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement. Les raisons de ces dommages sont souvent liées à une [lubrification](#) insuffisante ou à un montage incorrect du roulement. Dans cet article, vous découvrirez comment se produisent les fissures et les ruptures et quelles méthodes peuvent être utilisées pour les éviter.

## Fissures

Les raisons de l'apparition de fissures sont multiples. On peut citer : un ajustement trop serré, des charges extrêmes, des chocs excessifs, un écaillage successif, un développement de chaleur/surchauffe dû à un refroidissement progressif et rapide, un ajustement trop glissant du roulement et des réglages angulaires, des formes d'ondes ou des rayons incorrects ou insuffisants.

Les fissures se forment de la manière suivante : dans un premier temps, de micro fissures se forment à la surface du roulement. Ce n'est qu'au fur et à mesure du fonctionnement du

roulement que ces micro fissures se transforment en fissures plus importantes jusqu'à la **rupture**. Elles se forment le plus souvent au niveau des bagues de roulement, des corps roulants et des épaulements. Il existe plusieurs contre-mesures qui permettent de réduire le risque de formation de ces fissures. On peut dans un premier temps rechercher les causes des charges trop importantes. Il est recommandé ensuite de corriger les dimensions, de vérifier les conditions de charge, d'améliorer le processus de montage, de revêtir les corps roulants et les chemins de roulement d'un traitement de surface (brunissage) et d'utiliser un ajustement adapté.

## Fractures

Les ruptures - comparables aux fissures - sont généralement dues à des charges trop importantes, à des chocs (à-coups lors du montage), à un mauvais **choix d'ajustement** ou à une manipulation inadéquate. Elles apparaissent d'abord le plus souvent de manière ponctuelle, avec la formation de petits éclats. Les ruptures peuvent être évitées grâce à un processus de montage optimisé, des conditions de charge correctes, un choix d'ajustement approprié et un appui suffisant des épaulements.



*Cet exemple de rupture de bague sur ce **roulement à rouleaux cylindriques**, peut être due à des chocs, à une surcharge ou à de la flexion.*

## **Vous pourriez également être intéressé par**

### **Corrosion**

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme [ISO 15243](#), la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Déformation plastique**

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de dommages comme le dommage de fatigue ou l'usure. Dans

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Dommages dus à la fatigue**

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une [lubrification](#) et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Électro-érosion**

Cet article (basé sur la norme [ISO 15243](#)) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par électro-érosion, on entend une modification locale de

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Lubrification**

Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Usure**

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte

[Poursuivre la lecture »](#)

## Résumé

- La corrosion est le résultat d'une réaction chimique
- La corrosion est due, par exemple, à un stockage humide, à un emballage insuffisant ou à une protection insuffisante contre la corrosion
- Il existe deux formes : corrosion par l'humidité et corrosion par frottement
- La corrosion due à l'humidité est synonyme de rouille et peut, à un stade avancé, entraîner des écaillages (« spallings »)
- Selon la norme DIN 50900, la corrosion par frottement est la « corrosion localisée sur les surfaces métalliques due au frottement sans effet thermique extérieur »
- La corrosion par frottement peut à son tour être subdivisée en « corrosion de contact » et en « faux-effet Brinell »

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme [ISO 15243](#), la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par l'humidité et la corrosion par frottement. La corrosion par frottement se subdivise à son tour en corrosion de contact (en anglais : « [Fretting Corrosion](#) »), et en faux effet Brinell (en anglais : « [False Brinelling](#) »).

Le type de corrosion le plus courant est la corrosion due à l'humidité. Elle se produit à la suite d'une réaction chimique sur une surface métallique et en raison de la présence d'humidité et/ou de produits agressifs (par exemple des acides). Les causes possibles sont par exemple un stockage en environnement humide, un emballage défaillant ou une protection insuffisante contre la corrosion. Les fabricants de roulements comme NTN donnent donc des recommandations dans leurs catalogues pour stocker correctement les roulements. En outre, une manipulation sans protection des mains peut aussi entraîner une corrosion (reconnaissable par exemple aux empreintes de doigts sur la [bague extérieure](#)).

## Corrosion due à l'humidité

La corrosion sous l'effet de l'humidité est la plus fréquente et survient après le contact du roulement avec l'humidité ou des éléments (chimiques) agressifs tels que les acides. Ce type de corrosion peut par exemple se produire en raison d'une humidité de l'air trop élevée. On peut également observer qu'un roulement fonctionnait sans problème jusqu'à présent et qu'il fait du bruit après une longue période d'immobilisation, par exemple. Dans ce cas, il se peut que le **lubrifiant** ait absorbé de l'eau, ce qui a entraîné des dommages par corrosion en raison de l'immobilisation.



*Bague d'un roulement à billes à gorge profonde touchée par la corrosion sous forme de rouille, provoquée par la pénétration de fluides corrosifs comme l'eau dans le roulement.*

## Corrosion par frottement

La corrosion par frottement, également appelée tribo-corrosion ou tribo-oxydation, peut être divisée en deux sous-types : la corrosion de contact et le faux effet Brinell. Ces deux types sont abordés ci-après.

### 1. Corrosion de contact

Pour « Fretting Corrosion », on trouve différentes traductions, comme « corrosion de contact », et « rouille de contact ». Par analogie avec la norme ISO 15243 et pour simplifier la lecture, nous utiliserons ci-après

le mot « corrosion de contact ».

Sur l'image représentée, on peut voir la **bague intérieure** d'un **roulement à rouleaux coniques**. La trace noire et brune est appelée « corrosion de contact ». L'apparition de la rouille de contact est due à des micro-mouvements de **glissement** entre l'arbre et la bague intérieure. Ces micro-mouvements de glissement sont dus à des vibrations ou à des charges agissant sur le roulement, ce qui a entraîné un glissement entre l'arbre et la bague intérieure. Se combinant avec l'oxygène, les particules détachées s'oxydent. Il peut en résulter une détérioration du roulement et de l'arbre.



*Cette bague intérieure est affectée par la corrosion de contact.*

Bien entendu, la rouille de contact ne se trouve pas uniquement sur la bague intérieure d'un roulement, mais également sur la bague extérieure et sur d'autres éléments de la machine (par exemple les liaisons arbre-moyeu, etc.). Dans le cas des roulements, il faut vérifier si des facteurs tels que l'état de surface, la qualité de l'ajustement, et les tolérances de forme et de position du **logement** correspondent aux spécifications de qualité du fabricant de roulements. S'ils sont incorrects, ils peuvent favoriser la formation de rouille de contact.

## 2. Faux effet Brinell

Pour la deuxième forme de corrosion par frottement, appelée « faux effet Brinell », on trouve également de nombreuses variantes de traduction, par exemple « marques



d'arrêt », « stries de vibrations ». Pour simplifier, nous n'utiliserons qu'un seul terme, à savoir « faux effet Brinell ».

Le faux effet Brinell apparaît au niveau des contacts dans les roulements. Il est causé par des micromouvements sous l'effet de vibrations cycliques. Selon l'intensité des vibrations, les charges et les conditions de [lubrification](#), des creux se forment sur les surfaces de roulement. De plus, ces micromouvements provoquent l'expulsion du film lubrifiant de la zone de contact. La surface non protégée peut alors se corroder. Par conséquent, les particules formées dans les zones corrodées peuvent entraîner une [usure](#) par abrasion.



*Exemple de cette bague de roulement montrant des marques de faux effet Brinell. Celles-ci ont été causées par des vibrations lors d'un arrêt du roulement.*

## Prévention de la corrosion

La corrosion peut être réduite/empêchée par différentes méthodes. Quelques points sont énumérés ci-dessous :

### À la conception

- Amélioration des [étanchéités](#)
- Utilisation d'un lubrifiant approprié (additifs anticorrosion)
- Palier de roulement
  - Qualité correcte des surfaces
  - Qualité de l'ajustement, tolérances de forme et de position conformes aux recommandations du fabricant de roulements

### Conditions de livraison/stockage

- Papier/film VCI
- Température correcte et faible humidité de l'air (voir les préconisations de stockage du fabricant de roulements)

## Montage

- Port de gants
- Sortie du roulement de son emballage juste avant le montage
- Environnement de montage propre

## Livraison

- Élimination des sources de vibrations
- [Précontrainte](#) du roulement pour éviter les marques d'arrêt

## En service

- Élimination des sources de vibrations ou pas d'arrêt de la machine
- Contrôle régulier du [lubrifiant](#)
- Respect des délais de regraissage
- Remplacement du lubrifiant, le cas échéant

## **Vous pourriez également être intéressé par** [Fissures et ruptures](#)

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement.

[Poursuivre la lecture »](#)

## [Électro-érosion](#)

Cet article (basé sur la norme ISO 15243) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par électro-érosion, on entend une modification locale de

[Poursuivre la lecture »](#)

## Déformation plastique

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de dommages comme le dommage de fatigue ou l'usure. Dans

[Poursuivre la lecture »](#)

## Usure

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte

[Poursuivre la lecture »](#)

## Dommmages dus à la fatigue

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une [lubrification](#) et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû

[Poursuivre la lecture »](#)

## Choix de l'ajustement

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d'ajustement. Mais avant cela, il

[Poursuivre la lecture »](#)

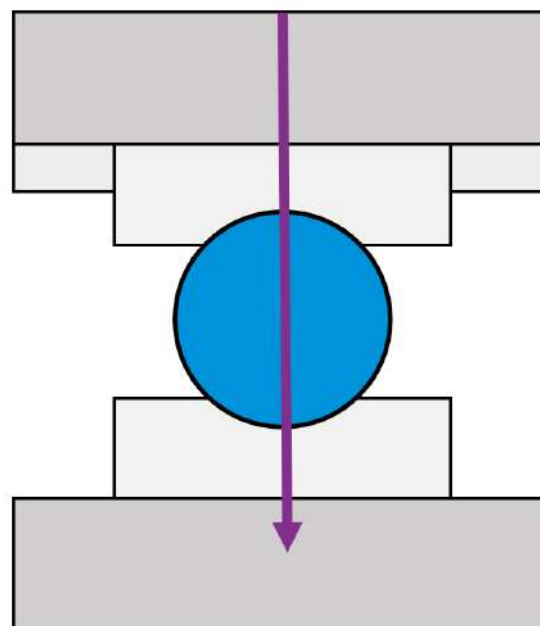
## Résumé

- L'électro-érosion est une modification locale de la structure et l'élimination du matériau de la surface de contact, provoquée par des courants électriques
- L'électro-érosion est divisée en deux formes : passage de courant et courants de fuite
- Le passage du courant se produit lorsque la tension électrique est trop élevée et peut être identifié comme une série de cratères sur les composants du roulement
- Les courants de fuite se caractérisent par des rainures sur les chemins de roulement

Cet article (basé sur la norme [ISO 15243](#)) est consacré à l'électro-érosion, mais qu'est-ce que c'est ? Par *électro-érosion*, on entend une modification locale de la structure et l'élimination de matériau de la surface de contact. Cette modification de la structure est provoquée par des courants électriques.

L'électro-érosion est toujours le point de départ d'une augmentation du bruit de la machine et provoque, le cas échéant, des défaillances prématurées des roulements et des arrêts imprévus de la machine. En raison de sa similitude visuelle, elle ne doit pas être confondue avec le [faux effet Brinell](#). Dans l'ensemble, l'électro-érosion est d'ailleurs particulièrement fréquente sur les [roulements à billes à gorge profonde](#), car

ceux-ci sont souvent montés dans les moteurs électriques et les générateurs. Et d'où vient l'électricité maintenant ? Les causes possibles sont par exemple un flux magnétique asymétrique dans le moteur, un câblage non blindé ou un convertisseur de fréquence à commutation rapide. Selon la norme ISO 15243, il existe deux formes d'électro-érosion : le passage du courant et les courants de fuite.



*Voici une représentation simplifiée d'un roulement à billes à gorge profonde avec circulation de courant.*

## Passage du courant

Lorsque la tension électrique dépasse la résistance d'isolation des **composants du roulement**, il se produit un courant électrique qui circule d'une bague à l'autre en passant par les corps roulants et à travers le film **lubrifiant**. Pendant ce temps, une décharge électrique concentrée se produit (arc électrique). L'échauffement local qui se forme alors, et qui se produit d'ailleurs pendant une courte durée, entraîne une fusion de la zone de contact et un soudage des surfaces en contact. La liaison ainsi créée est à nouveau rompue peu après, car le roulement continue de tourner. Ce processus se déroule en continu. Finalement, le passage du courant est visible sur la surface sous forme de cratères alignés. Ces cratères peuvent atteindre un diamètre de 500 µm.

## Courants de fuite

Un courant de fuite est un flux de courant incontrôlable et indésirable qui est présent en

permanence. Les courants de fuite se caractérisent par la formation de cratères sur les surfaces, qui sont très proches les uns des autres et se distinguent en même temps par un diamètre très faible de quelques  $\mu\text{m}$ . Des rainures se forment aussi bien sur les chemins de roulement que sur les corps roulants (rouleaux), car le courant est transmis sur toute la zone de contact. On parle alors d'une ellipse de contact pour les [roulements à billes](#) et d'une ligne pour les roulements à rouleaux. Les billes présentent des décolorations sombres et la surface semble mate. Si l'on examine ensuite les billes au microscope, on trouvera des cratères de fusion et en plus, l'état du [lubrifiant](#) se sera détérioré.



*Dans le cas de l'électro-érosion, c'est un passage de courant dans le roulement qui est responsable de l'apparition des dommages, comme vous pouvez le voir sur ce [roulement à billes à contact oblique](#).*

## Prévention de l'électro-érosion

Le risque d'électro-érosion peut être réduit si l'arbre, le logement et/ou le(s) roulement(s) est/sont doté(s) d'une isolation appropriée. Une possibilité est d'utiliser des roulements revêtus de céramique ou de plastique, par exemple la série de roulements 7MC3 de NTN avec revêtement céramique. De tels roulements enrobés peuvent parfois être utilisés dans les générateurs d'énergie éolienne. En général, l'utilisation de corps roulants en céramique permet d'éviter leur soudage sur les bagues.

## **Vous pourriez également être intéressé par**

### **Fissures et ruptures**

Les fissures et les ruptures ne sont pas seulement extrêmement ennuyeuses, elles représentent aussi le type de dommage le plus fréquent des paliers à roulement.

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Corrosion**

Avez-vous déjà entendu parler de la corrosion ? Selon la norme ISO 15243, la corrosion se divise en deux formes principales : la corrosion par

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Déformation plastique**

Dans nos autres articles, vous avez peut-être déjà appris des faits intéressants sur des types de dommages comme le dommage de fatigue ou l'usure. Dans

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Usure**

Les roulements, comme d'autres composants de machines, sont confrontés à des problèmes tels que l'usure. L'usure décrit l'élimination progressive du matériau des surfaces. L'usure résulte

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Dommages dus à la fatigue**

Lorsqu'un roulement « rend l'âme » au bout d'un certain temps malgré un choix, une **lubrification** et une manipulation corrects, il s'agit très probablement d'un dommage dû

[Poursuivre la lecture »](#)

### **Lubrification**

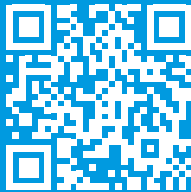
Rien ne fonctionne sans lubrification : chaque roulement nécessite un lubrifiant de type graisse ou huile, condition de base pour éviter tout contact métallique entre

[Poursuivre la lecture »](#)

# NTN

Make the world **NAMERAKA**

SCANNEZ LE CODE  
QR ET DÉCOUVREZ LA  
CONNAISSANCE DES  
ROULEMENTS



SNR Wälzlager GmbH rassemble les informations de ce site Internet avec le plus grand soin et s'efforce d'en assurer l'actualité, l'exactitude et l'exhaustivité. SNR Wälzlager GmbH décline toute responsabilité pour les dommages matériels ou immatériels causés par l'utilisation du service, à moins qu'il ne soit prouvé qu'ils résultent d'une intention ou d'une négligence grave.

© SNR Wälzlager GmbH  
Max-Planck-Straße 23, 40699 Erkrath  
[www.nten-snr.com](http://www.nten-snr.com)

**NTN**



**BOWER**

Brands of  
**NTN corporation**