

Attention: La dernière version de ce catalogue n'est actuellement disponible qu'en [anglais](#)

MOTION & CONTROL™

NSK

ROULEMENTS DE SUPER PRECISION

+



S'ABONNER À LA NEWSLETTER NSK 

Introduction

Avec les progrès technologiques, tous les fabricants s'engagent mutuellement à respecter et protéger l'environnement à l'échelle planétaire.

Les produits Motion & Control NSK reflètent l'engagement de notre société à protéger l'environnement. Nos produits améliorent non seulement les performances des machines dans de nombreux secteurs industriels, mais ils permettent également d'économiser l'énergie et de préserver les ressources grâce aux technologies de pointe auxquelles nous recourons pour l'usinage de haute précision.



Afin de répondre aux besoins hautement spécialisés de l'industrie de la machine-outil, nous avons augmenté l'ensemble de nos capacités en recherche et développement dans nos centres technologiques. Ainsi, les roulements de précision NSK sont également utilisés dans bon nombre de secteurs industriels, comme la fabrication de semi-conducteurs et la robotique industrielle, ce qui leur vaut d'être reconnus pour leurs excellentes performances.

L'acquisition de RHP (Europe) par NSK nous permet désormais de combiner notre expérience et notre expertise communes et d'allier nos forces dans le domaine de la conception. C'est pourquoi nos roulements sont connus pour leur précision et leur fiabilité exceptionnelle.

Le présent catalogue est consacré aux aspects techniques et comprend nos toutes dernières informations issues de la recherche et de l'expérimentation, ainsi que diverses applications, les types de roulements de précision disponibles et leur utilisation propre (de chaque type spécifique de roulement).

Notre engagement total dans la recherche et le développement de technologie de pointe a fait de NSK l'un des leaders mondiaux dans la fabrication de roulements, en définissant un concept nouveau et ambitieux en termes de „valeur“ pour nos clients.



ROULEMENTS DE SUPER

PRECISION

NSK

NSK

Table des Matières

	Page
<i>Chapitre 1. NSK Roulements de Super Précision</i>	4–9
Réseau Global NSK	4
Recherche et Développement	6
Contrôle Qualité et Technologie de Fabrication	8
<i>Chapitre 2. Caractéristiques des Roulements de Super Précision</i>	10–29
Technologie Métallurgique pour l'augmentation de la durée de vie des Roulements	12
Eléments roulants en céramique	14
Cages	16
Gamme de Produits	18
Performances de chaque Type de Roulement	20–29
<i>Chapitre 3. Sélection des Roulements de Super Précision</i>	30–41
<i>Chapitre 4. Types de Roulements</i>	42–117
1. Roulements à Billes à Contact Oblique (ACBB)	42–74
2. Roulements à Rouleaux Cylindriques (CRB)	76–85
3. Butées à Billes à Contact Oblique	86–95
4. Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes	96–103
5. Roulements à Billes à Gorge Profonde de Précision	104–109
6. Calibres et Lubrificateurs Air-Huile	110–117
<i>Chapitre 5. Guide Technique</i>	118–175
<i>Chapitre 6. Manipulation des Roulements</i>	176–197
<i>Chapitre 7. Appendices</i>	198–210

Le Réseau Mondial

Notre réseau mondial est la clef de notre capacité à mettre au point des produits innovants, intégrant les technologies les plus récentes.

Ce réseau qui relie chaque bureau de vente, centre de distribution, site de production et centre de recherche technologique nous permet de collecter les toutes dernières informations en provenance des différents sites géographiques.

Les données sont accessibles instantanément en tout point du réseau, d'où des produits d'un très haut niveau de qualité.

Notre système mondial englobe également des activités telles que la réception et le traitement des commandes, l'expédition des produits et l'assistance technique.

Quelle que soit la difficulté et la complexité des défis, NSK est en mesure de répondre immédiatement.

Le réseau mondial NSK, synonyme d'excellence des produits et des services à la clientèle.



NSK a mis en place un système de communication qui relie les grands marchés mondiaux en Europe, en Asie, au Japon et en Amérique. Ce système, extrêmement élaboré, nous permet de partager en temps réel les informations relatives aux changements et aux tendances sur les différents marchés.

Nous sommes par conséquent en mesure de réagir rapidement à l'évolution des besoins de nos clients et de leur livrer les meilleurs produits. Notre réseau mondial fait de NSK une société internationale à part entière. Nous sommes en mesure de dépasser les frontières et autres obstacles afin de répondre aux besoins de nos clients dans le monde entier.



A l'instar de nos clients, notre réseau mondial d'assistance est présent dans tous les pays.

Notre réseau mondial étendu réceptionne les commandes et les fournit partout dans le monde. Les distributeurs NSK couvrent le monde entier et assurent les stocks de toutes les pièces critiques pour l'ensemble des principaux marchés et points géographiques, ce qui permet de livrer les pièces à nos clients dans les délais les plus brefs. NSK assure également une assistance technique mondiale afin d'aider les clients à sélectionner le roulement convenant à chaque application, de répondre rapidement à toute question et de traiter les différents problèmes que nos clients peuvent rencontrer.

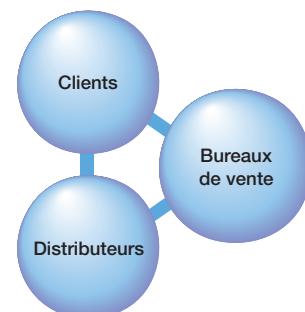
<http://www.nsk.com>



Peterlee
Newark
Maidenhead
Coventry
Warsaw
Kielce
Leipzig
Dusseldorf
Stuttgart
Munderkingen
Paris
Milano
Torino
Barcelona
Istanbul



Systèmes d'informations en

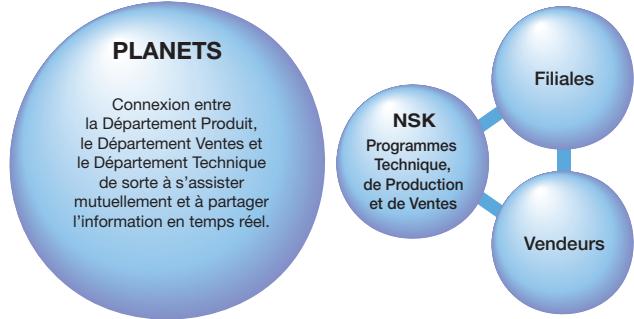


CHANCE II

Système de communication via Internet

Système permettant aux clients d'accéder aux informations telles que : disponibilité, prix, informations techniques, et aussi de commander nos produits par Internet. Possibilité également de télécharger des fichiers CAD et des utilitaires comme le calcul de la durée de vie d'un roulement.

CHANCE II
Convenient Helpful Access environment for NSK Communication Exchange II



PLANETS
Practical Link by Advanced
NSK E-business Technology System



Recherche et Développement

Notre réseau mondial de communication permet aux centres technologiques en Europe, en Amérique et au Japon d'être engagés dans un échange permanent d'idées, preuve de l'engagement étendu de NSK en matière de recherche et de développement.

La tribologie, ou étude du frottement et de l'usure, constitue la clé de voûte de la technologie NSK.

La réduction du frottement et de l'usure permet d'économiser l'énergie et de préserver les ressources et, par conséquent, de prévenir les défaillances mécaniques et d'améliorer la fiabilité.

NSK possède des centres technologiques dédiés à la tribologie en Europe, aux Etats-Unis et au Japon afin de mettre au point des technologies sans cesse innovantes. Chaque centre technologique assiste les clients dans la région où il est situé, de même que tous ces centres communiquent en permanence par l'intermédiaire de notre réseau mondial afin de partager les informations récentes et les dernières avancées technologiques.

Le centre technologique situé au Japon fournit une assistance directe aux clients asiatiques. C'est également lui qui collecte systématiquement les informations relatives aux besoins sur les marchés européens, asiatiques et américains afin d'identifier les besoins émergeants et les tendances du marché. Ceci permet à NSK de mettre au point rapidement de nouvelles générations de produits.

Proposition d'une nouvelle approche de la valeur ajoutée

Développement de nouvelles technologies

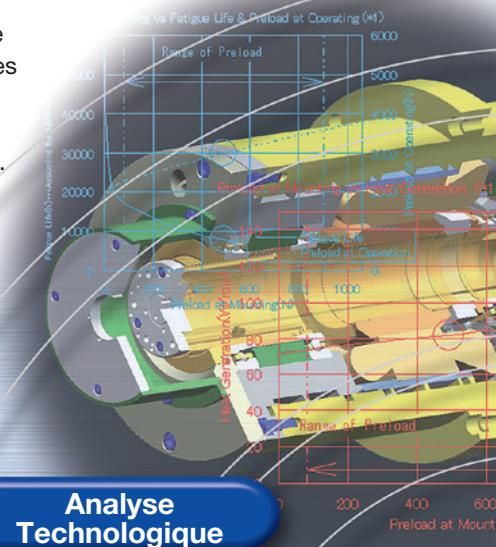
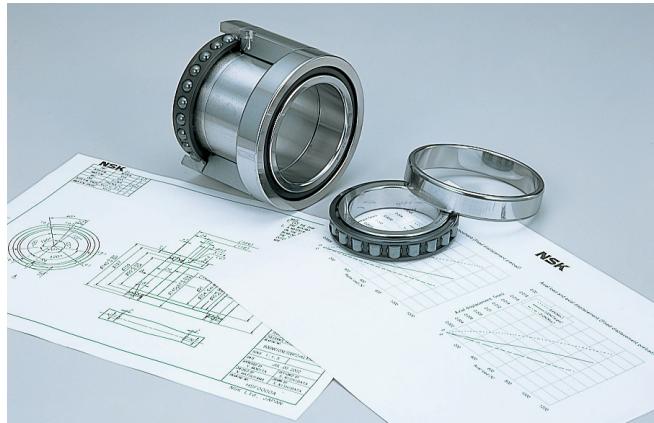
NSK développe actuellement quatre technologies fondamentales : l'analyse, les matériaux, la lubrification et l'évaluation. Leur conjugaison permet à NSK de fabriquer de nouveaux produits répondant aux exigences propres à chaque application. Cette méthode constitue une vraie valeur ajoutée aux yeux de nos clients.

Des produits sur mesure pour des applications client spécifiques

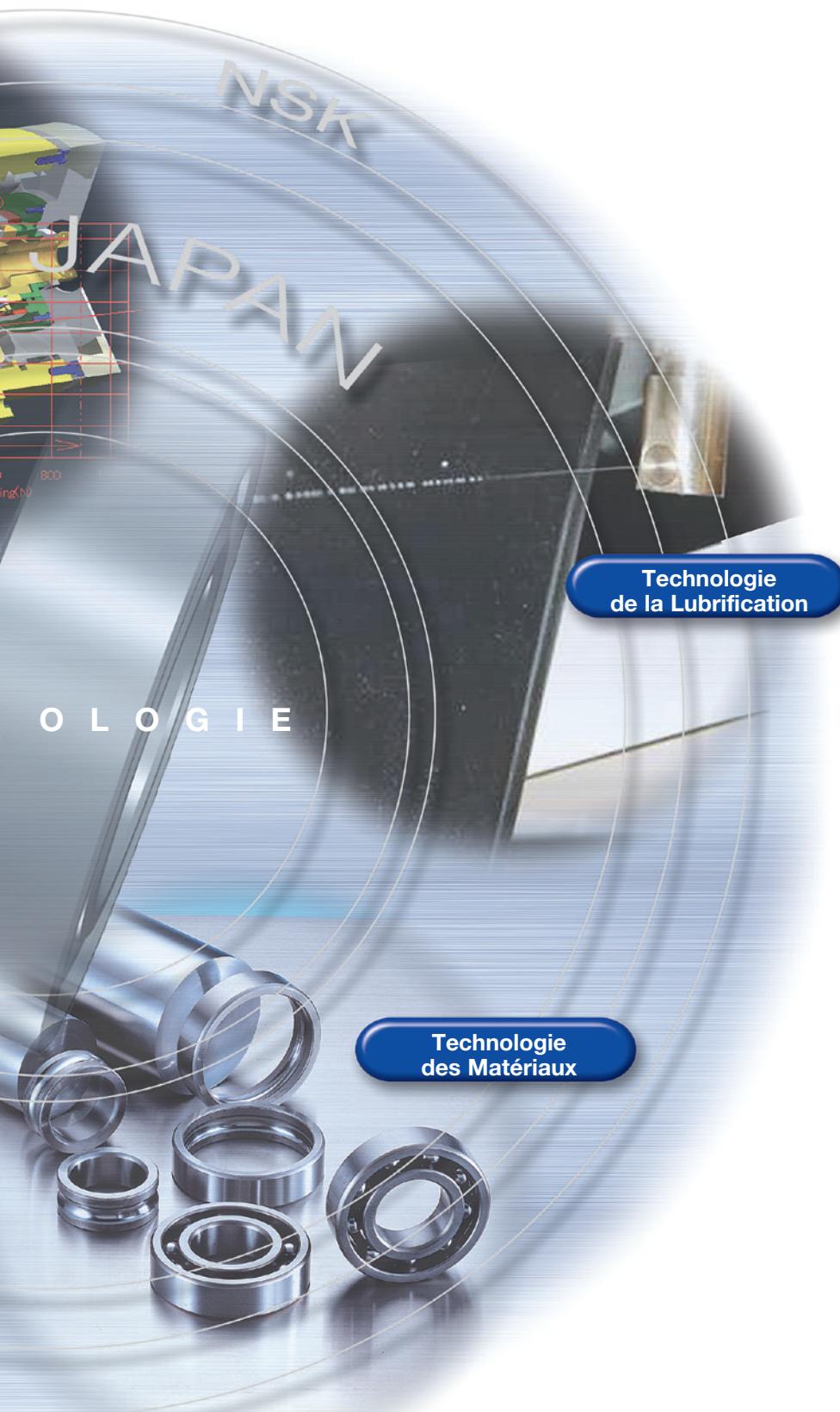
Chaque centre technologique collabore étroitement avec nos clients afin de connaître leurs besoins précis en termes d'applications. Ce faisant, nous les aidons à identifier le produit NSK adapté à chaque application pour une efficacité et une rentabilité optimales. Sur demande, nous sommes également en mesure de proposer des produits entièrement personnalisés répondant à des besoins client très spécifiques.

L'assistance client des centres technologiques

Outre la recherche fondamentale, chaque centre technologique assure dans sa région une assistance technique aux clients qui peuvent ainsi utiliser des produits NSK et obtenir des performances optimales.



Evaluation Technologique



Centre Technique Roulements
(Japon)



Centre Technique Européen
(Angleterre)



Centre Technique Américain
(USA)

Qualité et Production

Nous recourons aux dernières technologies de fabrication et méthodes de contrôle Qualité pour nos produits, reconnus pour atteindre le niveau de précision le plus élevé au monde.

Les roulements de précision NSK offrent le plus haut niveau de qualité atteignable de par nos capacités de production, nos équipements dernier cri, notre grande expertise en fabrication et notre engagement à respecter des procédures rigoureuses de contrôle Qualité à chacune des étapes de fabrication en série et dans chacune des usines NSK.

Des technologies de fabrication pour des produits de haute précision

Afin de maintenir notre réputation de fabricant de roulements dont la précision atteint le plus haut niveau mondial, tous nos roulements sont contrôlés au nanomètre près.



Une production globale en Angleterre et au Japon

Les roulements de précision NSK sont fabriqués en Angleterre et au Japon. L'expertise conjuguée des sites de fabrication de ces deux pays, de même que leur situation à l'échelle mondiale, nous permettent de répondre aux besoins de chaque client.



Usine NSK Newark



Usine NSK Fujisawa

Un contrôle Qualité total et une prise de responsabilité quant à la préservation de l'environnement

Bénéficiant de la certification ISO 9001, chaque unité de fabrication applique les mêmes normes rigoureuses de contrôle de la qualité. Des vérifications Qualité fréquentes ont été intégrées au processus de fabrication afin qu'un même niveau élevé de qualité soit garanti sur tous nos produits.

Notre société a également reçu l'agrément ISO 14001 et l'exploitation de toutes nos unités répond au niveau le plus élevé de responsabilité environnementale.



Certification ISO 14001



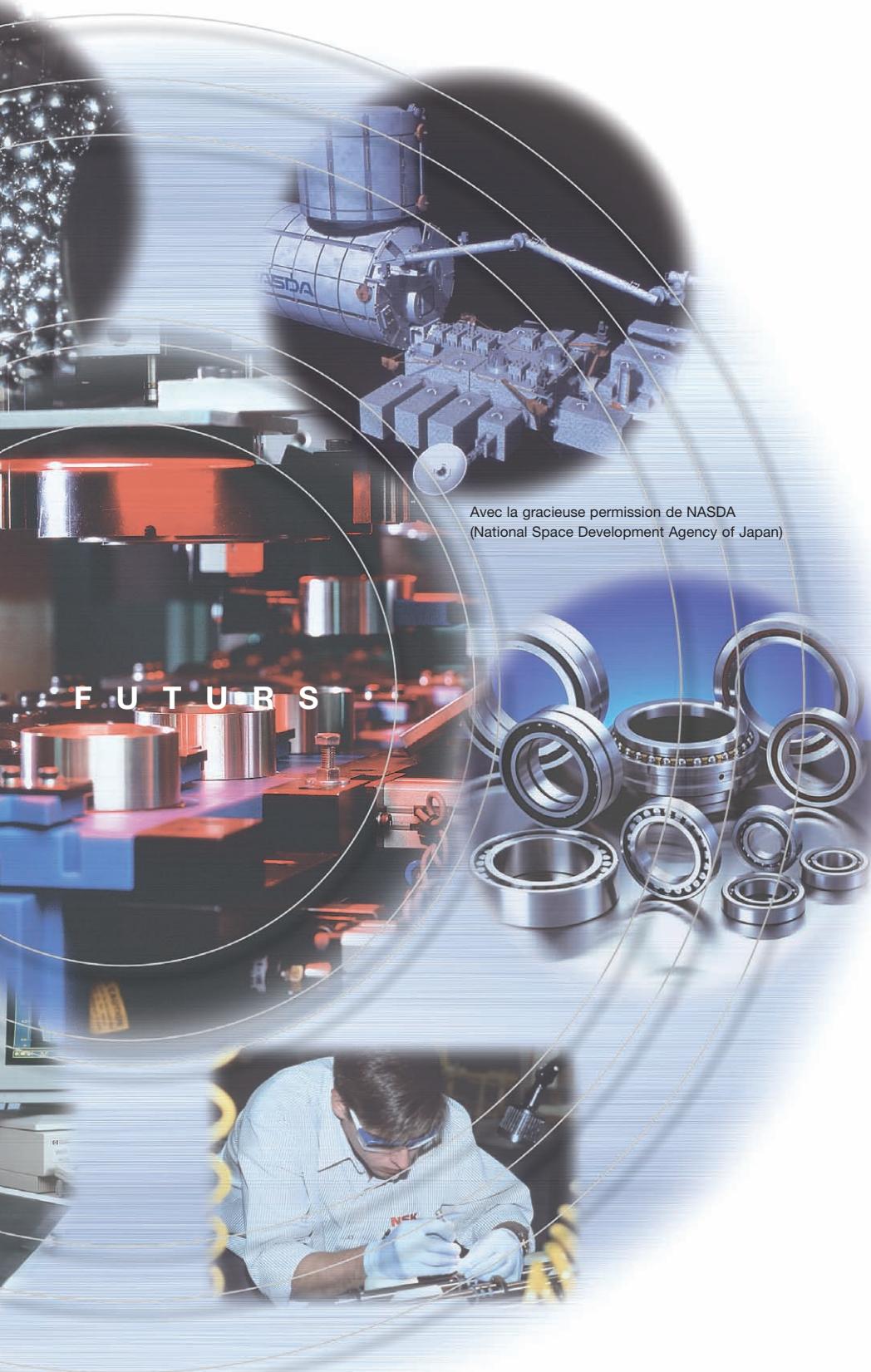
Certification ISO 9001



Le symbole NSK

La 'Boîte or' de NSK est votre assurance du plus haut niveau de qualité.





Usine de Newark



Chaîne de Fabrication Roulement (Newark)



Processus d'inspection (Usine de Fujisawa)



Processus d'usinage (Usine de Fujisawa)

Haute Performance pour la Prochaine Génération : Une Technologie Ultra Performante

Notre objectif, la **PERFECTION**

NSK défie en permanence le statu quo pour explorer de nouvelles possibilités. Notre philosophie en matière de conception ne nous permettant pas de compromettre la qualité de la fabrication, nous sommes amenés à mettre au point des technologies de solutions globales.

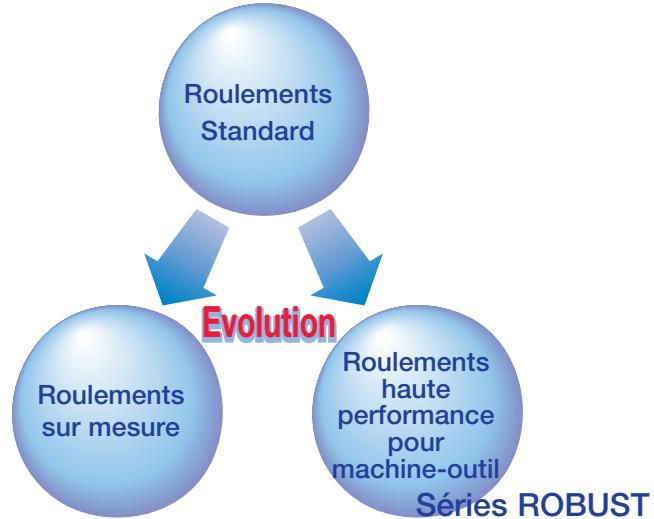
Grâce aux technologies les plus récentes en termes de matériaux et d'analyse, nous sommes en mesure de concevoir et de fabriquer des roulements de précision exceptionnels et hautement performants.

NSK s'efforcera toujours d'atteindre le niveau de qualité et de performance exigé pour la prochaine génération de roulements.



CONCEPT

Les roulements de précision NSK sont connus pour leur longévité et leurs grandes performances



En fonction de chaque application et des conditions de fonctionnement correspondantes, les choix suivants sont possibles :

Roulements de précision NSK standard

Les séries de roulements NSK standard couvrent une large plage de dimensions et sont conformes aux normes ISO.

Les bagues de roulements sont réalisées en acier Z, un acier pour roulements SUJ2 haute pureté permettant une extension de la durée de vie.

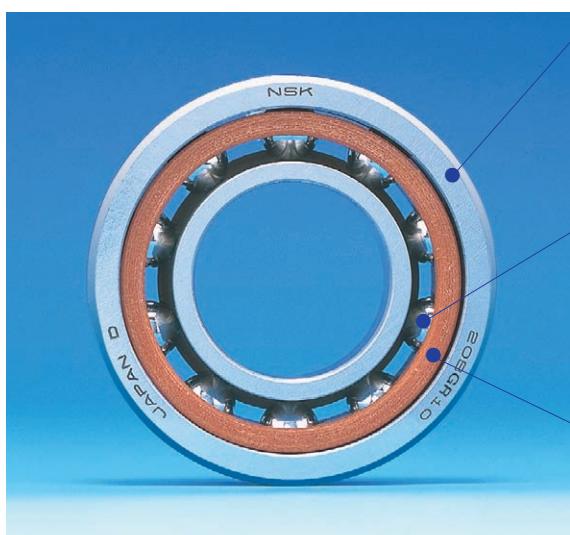
Roulements haute performance pour machine-outil

En recourant aux nouvelles technologies de matériaux et d'analyse afin d'optimiser la conception pour les applications haute vitesse, NSK a mis au point les séries de roulements hautes performances ROBUST destinées aux broches de machines-outils.

Roulements sur mesure

NSK offre des roulements sur mesure réalisés dans des matériaux innovants et issus d'une conception optimale adaptée aux différentes applications et conditions de fonctionnement.

Contrôle Qualité des composants des roulements NSK



Matériaux des pistes de roulements

NSK n'utilise que des matériaux sélectionnés, notamment l'acier Z ou l'acier EP pour garantir une durée de vie plus longue. L'acier SHX garantit des performances anti-grippage à des vitesses extrêmement élevées.

Matériaux des éléments roulants

Les roulements NSK garantissent des performances accrues à des vitesses de fonctionnement élevées grâce à des billes en acier de la plus haute précision ou à des éléments roulants en céramique légers et très performants.

Cages

Les cages NSK, réalisées dans des matériaux standards comme la résine phénolique, les polyamides et les nouveaux polymères techniques, offrent une résistance élevée à la température, un faible poids et une grande rigidité. Les cages NSK garantissent une fiabilité en fonctionnement pour des applications diverses.

Technologie des Matériaux

Les technologies métallurgiques de qualité permettent d'augmenter la durée de vie des roulements

Des matériaux avancés, associés à des contrôles qualité rigoureux, confèrent aux roulements NSK une longévité accrue et des performances élevées.

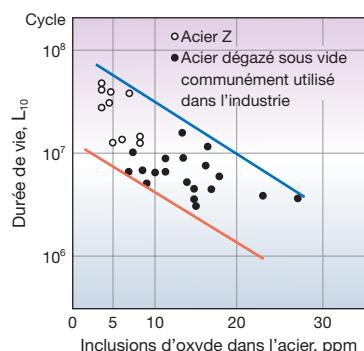
On sait qu'en fonctionnement, la durée de vie en fatigue de l'acier à roulements fortement allié au carbone chrome (SAE52100, SUJ2) est très sensible aux inclusions non métalliques. Des essais de durée de vie montrent que les inclusions d'oxyde non métalliques exercent une influence particulièrement négative sur la durée de vie en fatigue. En coopération avec un acieriste, NSK a amélioré le processus d'élaboration des aciers et leurs conditions d'utilisation afin de réduire les impuretés de manière significative et d'obtenir ainsi une diminution des inclusions d'oxyde non métalliques.

Les aciers à longue durée de vie ainsi obtenus sont l'acier Z et l'acier EP.

Acier Z Longue Durée

Caractéristiques de l'acier Z

L'acier Z est élaboré en réduisant la quantité d'inclusions non métalliques, d'oxyde et autres inclusions telles que le Ti ou le S dans l'acier. Les roulements réalisés dans ce type d'acier ont une durée de vie en exploitation considérablement plus élevée (jusqu'à 1,8 fois) comparée à celle d'aciers classiques dégazés sous vide.



NSK utilise l'acier Z pour 100% de la production des roulements de précision



Roulement à Contact Oblique Roulement à Rouleaux Cylindriques



Acier EP Extra Longue Durée et Haute Fiabilité

Caractéristiques de l'acier EP

Les roulements en acier EP ont une fiabilité accrue en raison de variations minimales de la durée de vie, obtenues grâce à une nouvelle méthode d'évaluation et à d'importantes réductions des impuretés.

● Nouvelle méthode d'évaluation

Dans le cadre de l'amélioration de l'évaluation des inclusions d'oxyde non métalliques, NSK a défini une méthode NSK-ISD2, un système d'analyse d'images et une procédure spéciale d'élaboration de l'acier.

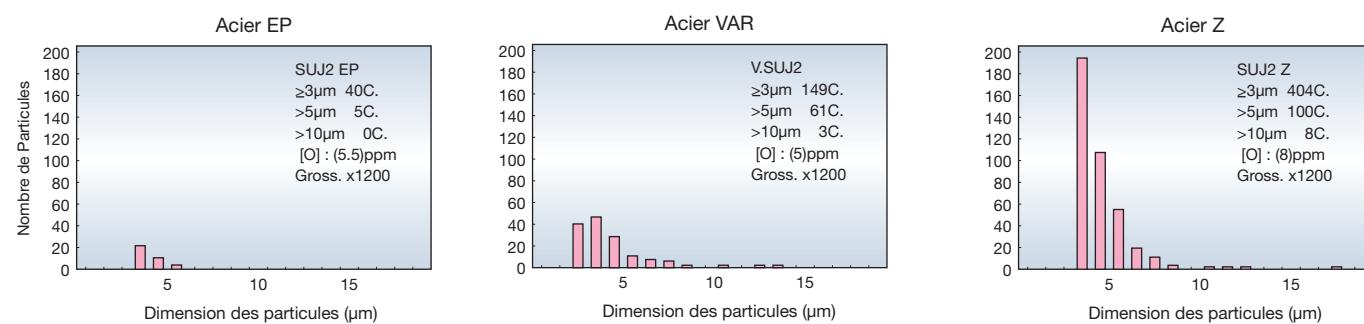
● Amélioration des procédures d'élaboration de l'acier

L'introduction de cette méthode dans la technologie de fabrication des aciers s'est traduite par une nette amélioration de la pureté et une réduction des inclusions non métalliques pour l'acier Z. L'acier EP présente moins de particules de grande dimension que l'acier Z obtenu par refusion à l'arc sous vide ou par affinage classique.



Roulements de support de vis à billes en acier EP pour machines-outils

Comparaison de pureté avec analyseur d'image



Un acier spécial résistant à la chaleur et qui améliore la durée de vie des roulements utilisés dans des applications à très grande vitesse

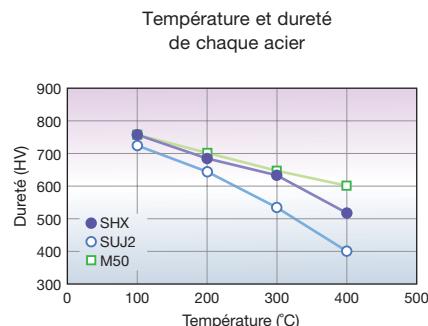
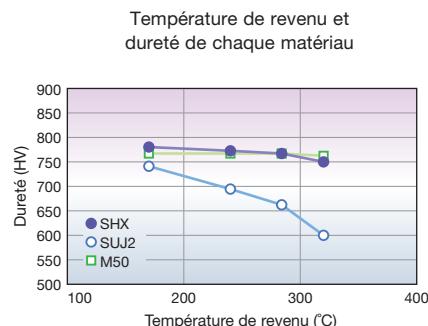
Acier SHX

Caractéristiques de l'acier SHX

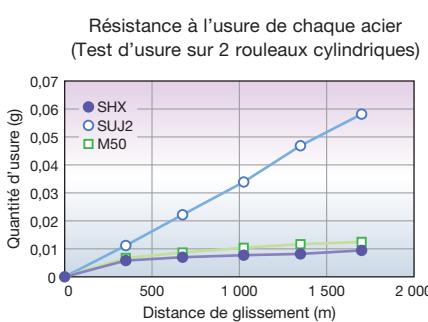
SHX, un acier spécial résistant à la chaleur issu de la technologie des traitements thermiques spéciaux NSK, offre des performances de résistance à la chaleur analogues à celles de l'acier M50 utilisé pour les roulements des arbres principaux des moteurs à réaction, applications où les températures atteignent 300°C. Une telle résistance à la chaleur, associée à des frottements réduits et à une résistance à l'indentation, constituent des caractéristiques d'acier parfaitement adaptées pour des roulements de machines-outils à très haute vitesse.

Numéro de brevet : 2961768JP

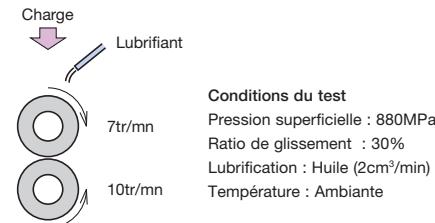
Résistance à la Chaleur



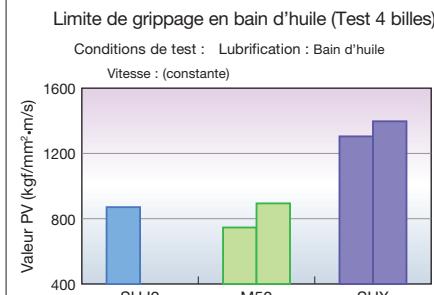
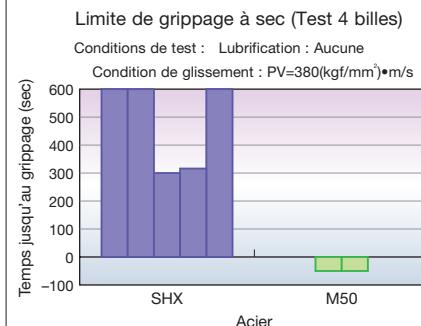
Résistance à l'usure



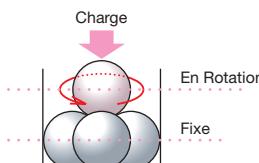
Test d'usure sur 2 rouleaux cylindriques



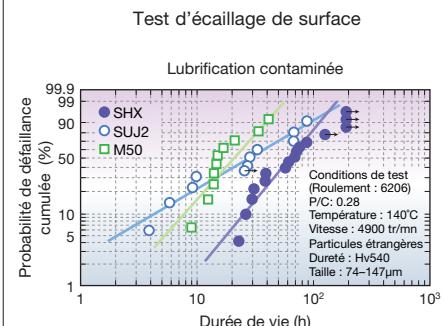
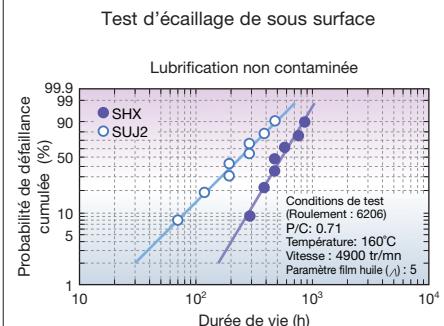
Résistance au Grippage



Test 4 Billes



Endurance



Les roulements réalisés avec de l'acier SHX ont une durée de vie 4 fois plus longue que ceux réalisés avec de l'acier SUJ2.

Produits réalisés en acier SHX



Roulement à billes à contact oblique Ultra Haute Vitesse - Séries ROBUST type X, XE



Roulement à rouleaux cylindriques Ultra Haute Vitesse - Séries ROBUST type RX, RXH

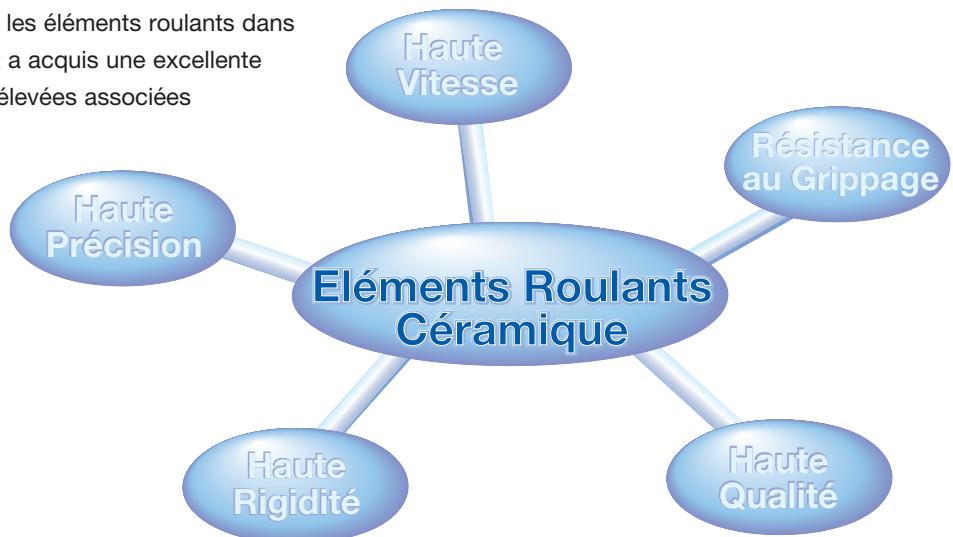
Technologie des Matériaux Eléments Roulants Céramique

Les éléments roulants céramique garantissent à la fois une vitesse élevée, une grande résistance et une grande fiabilité.

Les roulements hybrides présentent de nombreuses caractéristiques optimales en terme de performances, telles que la résistance à la chaleur, une durée de vie étendue, un faible poids, une dilatation thermique moindre, l'absence de conductance électrique, ce qui permet de les utiliser dans un nombre illimité d'applications en tant que matériau de nouvelle génération. La grande expérience de NSK dans les matériaux et la fabrication de roulements nous amène à utiliser un matériau céramique en particulier, le nitre de silicium (Si_3N_4), pour les éléments roulants dans les roulements hybrides. Ce type de roulement a acquis une excellente réputation en raison de vitesses extrêmement élevées associées à une très grande précision; une combinaison de performances que les roulements contenant des éléments roulants en acier ne peuvent offrir.



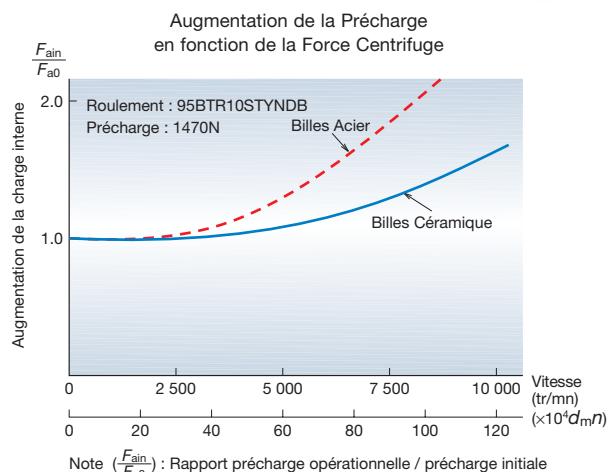
Roulements à Billes Céramique
à Contact Oblique de Précision



Performance supérieure à haute vitesse

● Légèreté

Comme la densité de la céramique est inférieure de 40% à celle de l'acier, la force centrifuge exercée sur les billes est plus faible. La durée de vie du roulement se trouve ainsi augmentée.



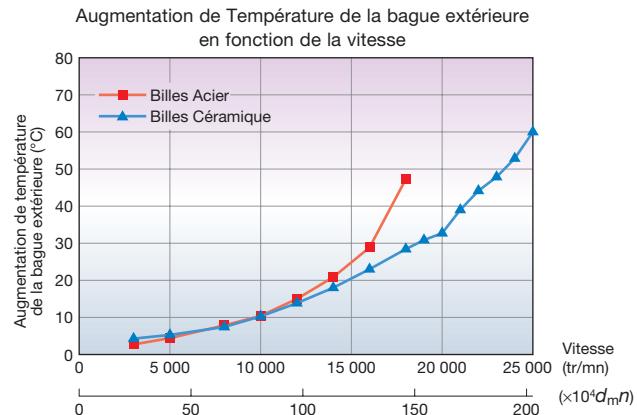
● Faible coefficient de dilatation thermique

Dans les applications nécessitant une haute vitesse, bien que la température du roulement soit élevée, ce faible coefficient permet l'abaissement de la précharge et évite une augmentation de température supplémentaire.

● Faible friction

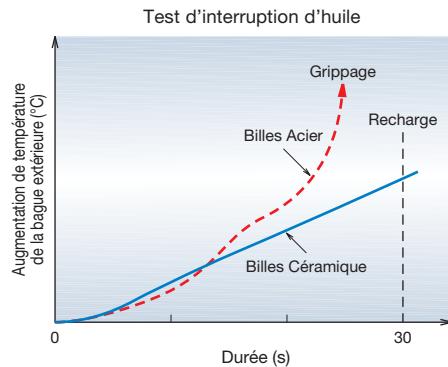
Le glissement des éléments roulants pendant le fonctionnement est réduit, provoquant ainsi peu de génération de chaleur.

Roulement : 65BNR10XTDB+KL144
Lubrification Graisse (Isoflex NBU15)
Précharge fixe (sans carter refroidi)
Précharge après montage : 300 (N)



Résistance au Grippage

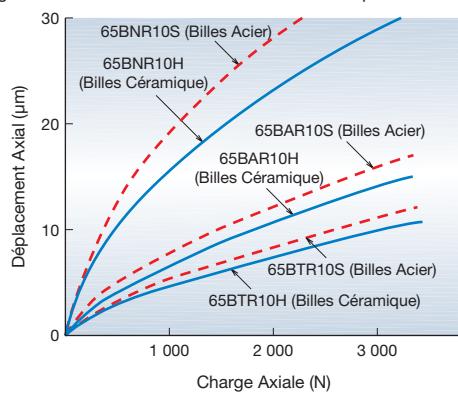
Par rapport aux éléments roulants acier, la céramique présente une meilleure résistance au grippage.



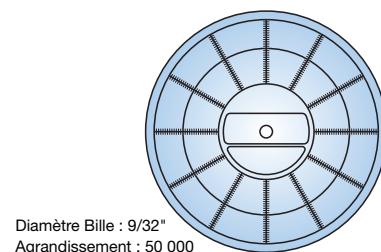
Haute Rigidité

Le module de Young des billes céramiques est 50% supérieur à celui de l'acier, ce qui fait de la céramique un matériau idéal pour des applications sur les broches de machines-outils, lesquelles exigent une résistance élevée lors des opérations de coupe.

Rigidité Axiale de roulements à billes céramique à contact oblique



Rondeur d'une bille céramique



Qualité élevée par la sélection des meilleurs matériaux

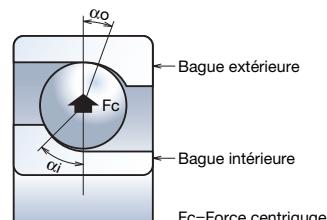
L'intégration des achats de matériaux dans le système d'Assurance Qualité a permis la reconnaissance des roulements NSK à éléments roulants céramique dans les secteurs concernés en tant que produits de très haute qualité.



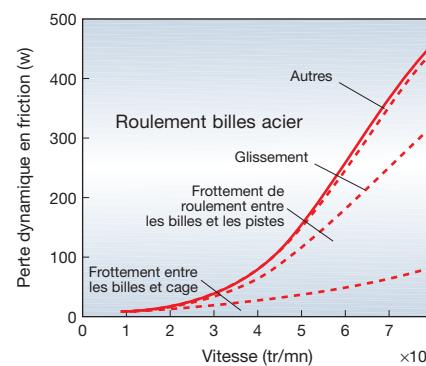
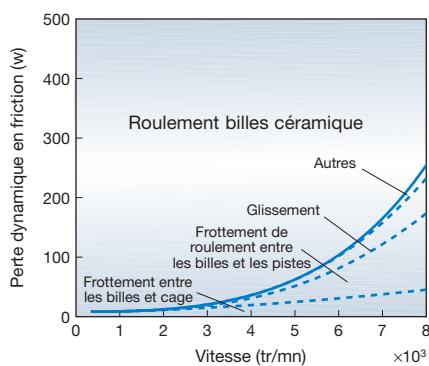
Caractéristiques de performances à haute vitesse des billes et des rouleaux

Lors de l'utilisation d'éléments roulants céramique dans :

- Les roulements à billes à contact oblique : les faibles forces centrifuges réduisent le moment gyroscopique et glissement à grande vitesse.
- Les roulements à rouleaux cylindriques : la faible densité du matériau réduit la génération de chaleur due à l'inclinaison des rouleaux.



Calcul de la génération de chaleur



Roulement à billes à contact oblique :
Modification des angles de contact sous
haute vitesse



Roulement à rouleaux cylindriques :
Mise en travers des rouleaux sous haute vitesse

Technologie des Matériaux Cages

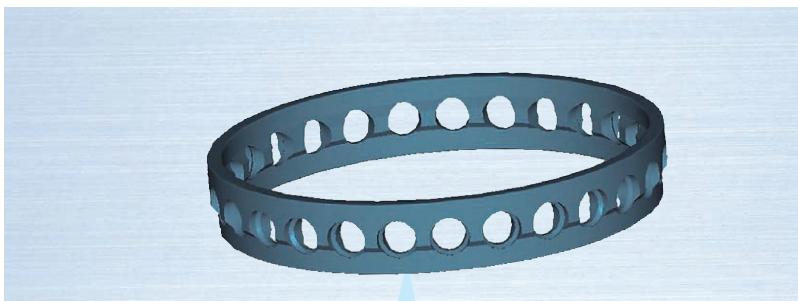
Cages Polymère pour applications Haute Vitesse

Les matériaux polymères sont largement utilisés dans la fabrication des cages de par leur faible poids (1/6 de la densité du laiton), leur mise en forme facile et leur haute résistance à la corrosion. Les Polymères peuvent être développés pour avoir un faible coefficient de frottement, ce qui entraîne une faible génération de température et donc une plus grande capacité haute vitesse. Ils peuvent être aussi conçus pour présenter une faible usure, augmentant ainsi la durée de vie de la graisse. La cage polymère est donc parfaitement adaptée aux roulements pour machines-outils.

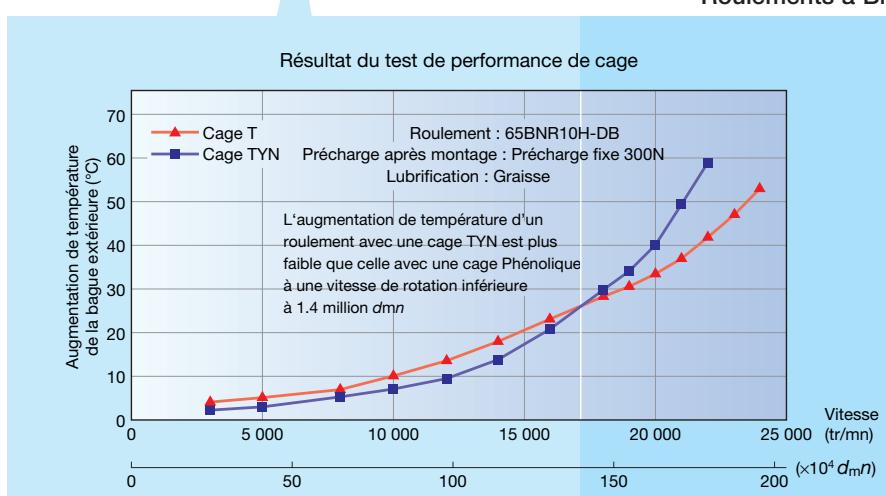
Cages pour Roulements à Billes à Contact Oblique

Cage Polyamide (TYN) centrée sur les billes

- Conception spéciale pour faible friction et faible bruit.
- Cette cage est particulièrement efficace avec une lubrification à la graisse. L'espace libre interne du roulement est plus important que celui d'une cage centrée sur la bague extérieure, permettant ainsi de retenir une quantité de graisse supérieure.
- La durée de rodage (mise en place de la graisse) est plus courte pour un roulement avec cage polyamide que pour un roulement à cage phénolique.

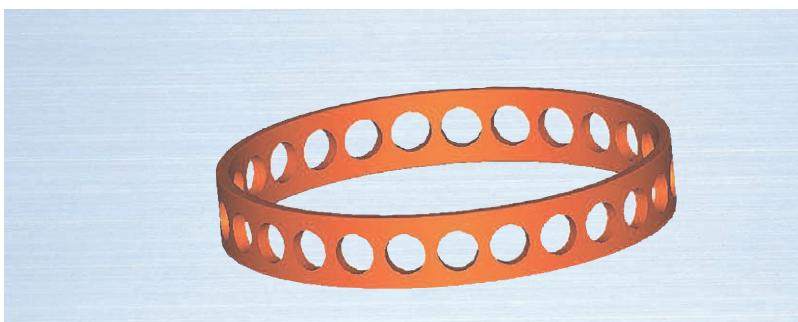


Roulements à Billes à Contact Oblique
Ultra Haute Vitesse
Séries ROBUST



Cage Résine Phénolique (T, TR) centrée sur la bague extérieure

- Faible vibration de la cage à haute vitesse.

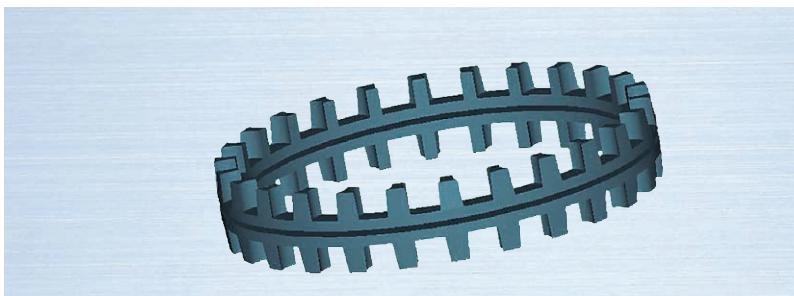


Roulements à Billes à Contact Oblique Séries STANDARD
Ultra Haute Vitesse Séries ROBUST

Cages pour Roulements à Rouleaux Cylindriques

Cage Haute Résistance en Résine PPS (Poly Phénylène Sulfide) , centrée sur les rouleaux (TB)

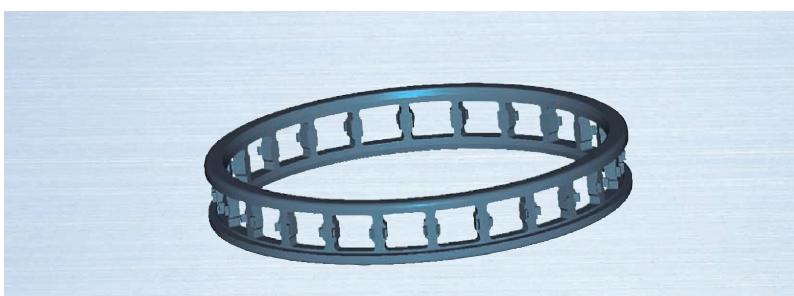
- Résistance haute température, maximum de 220°C.
- Résistance chimique à la plupart des acides, aux solutions alkaline ou organique.
- Propriétés physiques améliorées incluant haute résistance, faible usure et résistance à la fatigue par rapport au Polyamide standard.



Roulement à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques Séries Haute Rigidité

Cage Ultra Haute Température PEEK (Poly Ether Ether Ketone), centrée sur la bague extérieure et (TP)

- Résistance haute température, maximum de 240°C.
- Excellente résistance à l'usure adaptée à une lubrification à huile minimale.
- Propriétés physiques incluant haute résistance, faible usure et résistance à la fatigue.
- Faibles déformations grâce à la stabilité dimensionnelle à haute vitesse.



Roulement à Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse Séries Robust

Cage Laiton usinée centrée sur les rouleaux (MB, MR)

- Cette cage présente une grande résistance, même sous haute température, et une grande rigidité.

Types de Cages



Cage Phénolique centrée sur la bague extérieure

Cage Laiton usinée centrée sur les rouleaux

Cage PPS centrée sur les rouleaux

Cages PEEK centrées sur la bague extérieure

Cages Polyamide centrées sur les billes

NSK Roulements de Super Précision – Gamme

La gamme de roulements de super précision NSK comporte, en plus des séries standard, les séries haute performance ROBUST ainsi que des séries spéciales pour des applications spécifiques.



Séries Standard Roulements à billes de haute précision à contact oblique **Séries Standard**
Les roulements de super précision NSK sont fabriqués conformément aux standards ISO.

- Séries 70xx, 72xx, 79xx
- Trois angles de contact : 15° (C), 25° (A5), 30° (A)
- Deux conceptions de cage : cage en résine phénolique (TR) ou polyamide (TYN), selon le type d'application
- Billes acier ou céramique (SN24)



Séries ROBUST Roulements à billes à contact oblique ultra haute vitesse **Séries BNR, BER**
Roulements haute performance développés pour des applications haute vitesse avec faible élévation de température. Particulièrement adaptés pour l'usinage ultra précis et les applications ultra haute vitesse.

- Deux angles de contact : 18° (BNR), 25° (BER)
- Deux types de billes : acier (type S) et céramique (type H et X)
- Deux conceptions de cage : cage en résine phénolique (T) ou polyamide (TYN), selon le type d'application
- Les séries ROBUST peuvent être utilisées pour des applications dont la vitesse est supérieure à 3 millions $d_m n$



Séries ROBUST Butées à billes à contact oblique haute vitesse **Séries BAR, BTR**
Butées haute rigidité pour machine de tournage.

- Deux angles de contact : 30° (BAR), 40° (BTR)
- Deux types de billes : acier (type S) et céramique (type H)



Séries BGR Roulements à billes à contact oblique ultra haute précision **Séries BGR**
Roulements haute performance développés spécifiquement pour des rectifieuses intérieures ou des moteurs haute vitesse avec précharge par ressort.

- De 6 à 25 mm d'alésage, angle de contact : 15°
- Deux types de billes : acier (type S) et céramique (type H et X)
- Type non séparable
- Montage universel (DU et SU)



Séries Spéciales Roulements à billes à contact oblique étanche **Séries Spéciales**
Roulements pré-graissés et étanches pour une meilleure fiabilité pendant la phase de montage. Adaptés pour la maintenance des broches de machines-outils.

- Roulements à billes à contact oblique de super précision séries standard
- Roulements à billes à contact oblique haute vitesse séries ROBUST
- De 30 à 100 mm d'alésage sur les séries ISO 10 et 19 (70xx et 79xx)



Les séries ROBUST sont les séries haute performance de la gamme Super Précision NSK

Séries ROBUST
Séries Standard

Roulements à une rangée de rouleaux cylindriques ultra haute vitesse Séries ROBUST Séries Standard

Roulements à rouleaux cylindriques haute performance, conçus pour des applications haute vitesse, telles les broches de centre d'usinage.

- Deux types de cage : Laiton (MR[®]) et résine PEEK (TP)
- Trois types de rouleaux : Acier, SHX et Céramique
- La conception haute vitesse ROBUST RXH peut être utilisée pour des applications jusqu'à 3 millions d_m

(1) la cage MR équipe les séries Standard



Séries Standard
Roulements à double rangée de rouleaux cylindriques Séries Haute Rigidité

Conçus pour obtenir une rigidité de broche importante à haute vitesse comme les broches de tour.

- Deux types de cage : Laiton (MB) et résine PPS (TB)
- Spécification standard E44 : rainure et trous de graissage sur la bague extérieure



Séries Spéciales
Butées à billes à contact oblique support de vis à billes Pour Applications Machine-Outil

Butées à billes haute rigidité conçues spécialement pour supporter les vis à billes dans le secteur de la machine-outil.

- Angle de contact : 60°
- Appairage universel, fonction des impératifs de rigidité de l'application ou de la durée de vie
- Une gamme de produits pré-graissés est aussi disponible
- Une nouvelle gamme étanche avec graisse résistante à l'eau est aussi disponible



Séries Spéciales
Butées à billes à contact oblique support de vis à billes Pour Machines de Moulage par Injection

La conception haute capacité de charge permet une durée de vie cinq fois supérieure à celle des roulements supports de vis à billes pour machines-outils. Le nombre de rangées peut ainsi être réduit.

- Montage plus simple qu'avec un roulement à rouleaux coniques ou une butée à rouleaux sphériques car non séparable
- Design optimisé pour un plus faible couple en rotation
- Appairage universel, fonction des impératifs de rigidité de l'application ou de la durée de vie



Séries Spéciales
Roulements à billes à gorge profonde de précision Séries Spéciales

Appropriés pour moteurs haute précision et haute vitesse.

- Trois types de cage : cage polyamide centrée sur les éléments roulants (T1X, TYA) ou cage résine phénolique centrée sur la bague intérieure (T)
- Adaptés pour applications silencieuses et faibles vibrations

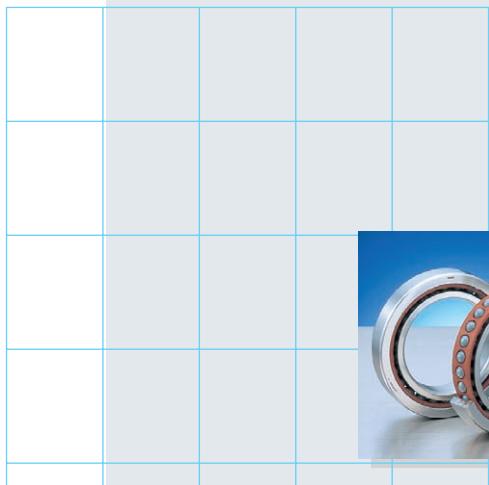
Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse

Conçus pour un fonctionnement à haute vitesse combiné avec une faible génération de chaleur — Séries ROBUST

Qualités majeures

- 1 Faible Génération de Chaleur
- 2 Haute Résistance au Grippage
- 3 Stabilité Dimensionnelle à Haute Température
- 4 Faible niveau de Vibration à Haute Vitesse

Haute performance



Séries Spinshot™ II Type XE

Pour applications silencieuses, de par une lubrification air-huile

- Bagues en acier résistant à la température "SHX"
- Billes en céramique
- Sélection de la cage en fonction de la vitesse
- Cage en résine phénolique centrée sur la bague extérieure : jusqu'à 2.5 millions $d_m n$
- Cage PEEK centrée sur la bague extérieure : au dessus de 2.5 millions $d_m n$

Séries ROBUST Type X

Roulements haute performance garantissant une haute résistance à l'usure et au grippage à ultra haute vitesse

- Bagues en acier résistant à la température "SHX"
- Billes en céramique
- Cage en résine phénolique centrée sur la bague extérieure

Séries ROBUST Type H

Roulements haute performance associant haute vitesse et faible génération de chaleur

- Bagues en acier
- Billes en céramique
- Sélection de la cage en fonction de la vitesse
- Cage Polyamide centrée sur les éléments roulants : jusqu'à 1.4 million $d_m n$
- Cage en résine phénolique centrée sur la bague extérieure : au dessus de 1.4 million $d_m n$

Séries ROBUST Type S

Roulements à billes acier pour un coût optimal

- Bagues intérieure et extérieure en acier
- Billes acier
- Cage Polyamide centrée sur les éléments roulants (standard)
- Cage en résine phénolique centrée sur la bague extérieure (optionnel)

→ Haute vitesse

Caractéristiques des Séries "XE"

● Haute Vitesse (sous Précharge Fixe)

Haute vitesse sous précharge fixe au maximum de 2,5 millions $d_m n$ avec carter refroidi (Max. 2,7 millions $d_m n$ sans carter refroidi).

● Faible Bruit

Bruit de 3 à 5 dB plus faible qu'avec une lubrification air-huile conventionnelle.

● Orientation

Stable en fonctionnement vertical ou horizontal de la broche.

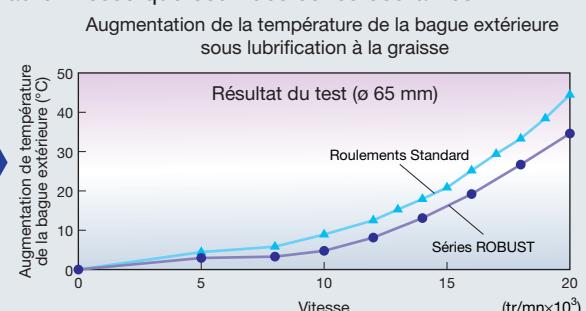
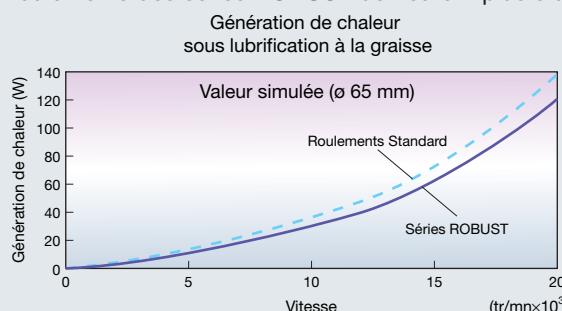
● Consommation d'air réduite

La consommation d'air peut atteindre 1/3 de celle d'une lubrification air-huile conventionnelle.

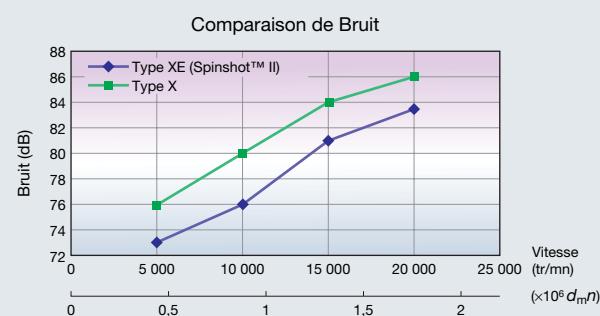
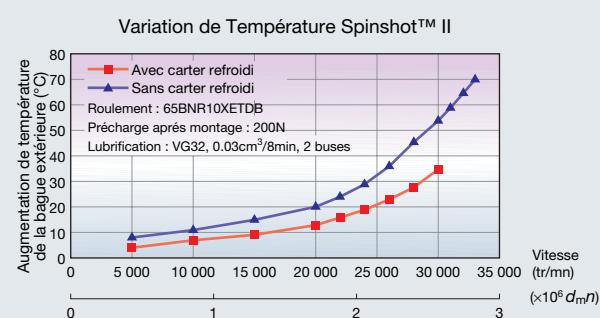
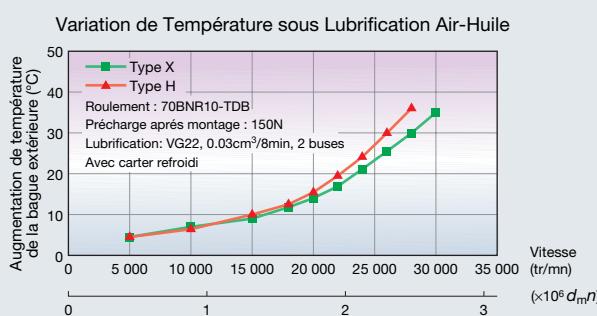
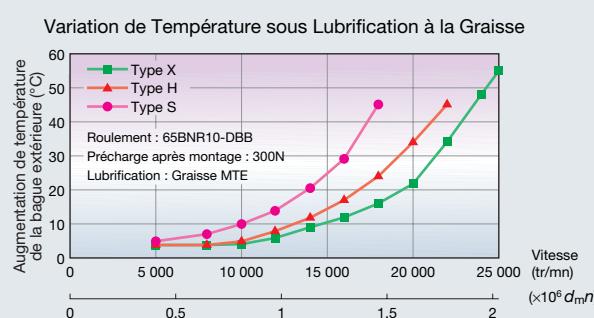


Analyse d'élévation de température

Des logiciels sophistiqués d'analyse prennent en compte le glissement à l'intérieur du roulement et simulent l'élévation de température pour établir ainsi les spécifications optimales. En réduisant la chaleur générée, les roulements des séries ROBUST demeurent plus stables à haute vitesse que ceux des séries courantes.



Résultats des Tests



Séries
ROBUST

Séries
Standard

Roulements à Rouleaux Cylindriques Haute Performance

Conçus pour associer Haute Vitesse et Haute Rigidité

Qualités majeures

1

Faible Génération de Chaleur

2

Résistance au Grippage Accrue

3

Faible niveau de Vibration à Ultra Haute Vitesse

Haute performance



Séries Haute Rigidité
Roulements à double Rangée de Rouleaux Cylindriques

Séries performantes avec une nouvelle conception de cage en Polymère

- Bagues en acier
- Cage PPS ou laiton centrée sur les rouleaux
- Sélection suivant besoins de l'application



Séries ROBUST Type RX
Roulements à une Rangée de Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse

Haute performance pour une bonne résistance à l'usure et au grippage en fonctionnement à ultra haute vitesse

- Bagues en acier résistant à la température "SHX"
- Rouleaux en acier SHX
- Cage PEEK centrée sur la bague extérieure



Séries ROBUST Type RS
Roulements à une Rangée de Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse

Conçus pour optimiser le rapport coût et haute vitesse

- Bagues en acier
- Rouleaux en acier
- Cage PEEK centrée sur la bague extérieure

Séries Standard

Roulements à une Rangée de Rouleaux Cylindriques

Type Standard avec cage en laiton

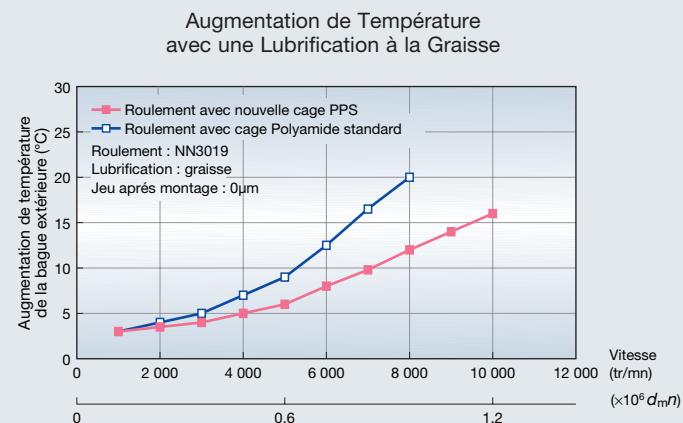
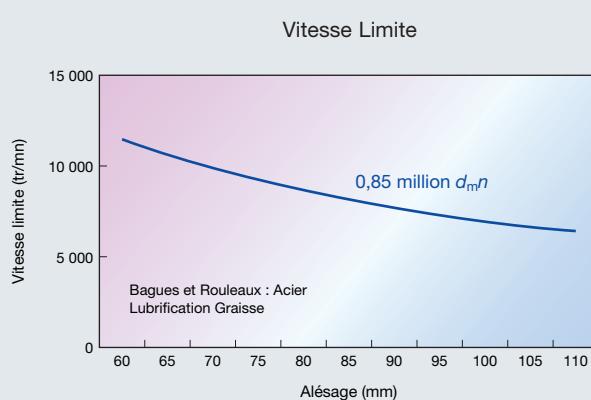
- Bagues en acier
- Cage laiton centrée sur les rouleaux

Haute vitesse

Caractéristiques des Roulements à double rangée de Rouleaux Cylindriques à Haute Rigidité

● Durée de Vie Plus Longue

La cage PPS (en polymère usiné) est résistante à la chaleur et procure une haute rigidité. Comparée à une cage en laiton, cette cage évite la production de particules dues à l'usure et permet ainsi une **durée de vie de graisse étendue**.



Caractéristiques des séries ROBUST à une rangée de Rouleaux Cylindriques à Ultra Haute Vitesse

● Faible Génération de Chaleur

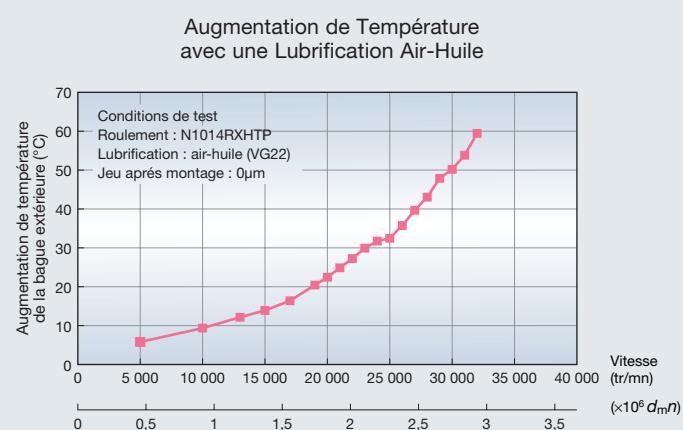
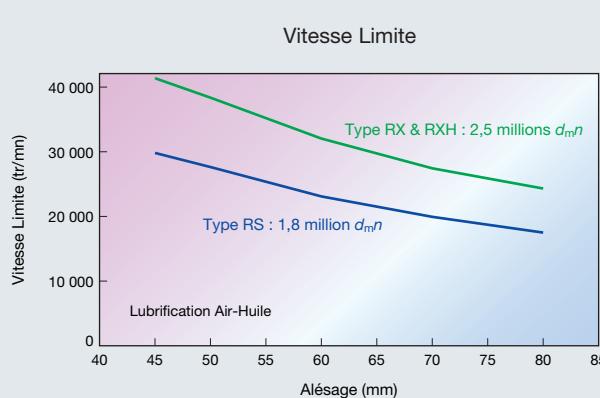
La conception interne et le matériau innovant de la cage permettent une **faible génération de chaleur**.

● Résistance au Grippage

Les types RX et RXH sont en acier SHX pour une augmentation de la **résistance au grippage**.

● Capacité Haute Vitesse

Les types RS, RX et RXH ont des cages PEEK haute température pour ultra haute vitesse (au dessus de 2,5 millions $d_m n$).



Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse

Roulements Haute Performance associant une capacité Haute Vitesse
avec une Haute Rigidité — Séries ROBUST

Qualités majeures

- 1 Haute Vitesse
- 2 Faible Génération de Chaleur
- 3 Haute Précision

Butées à Double rangée de Billes à Contact Oblique Séries TAC Angle de contact de 60° avec une très grande rigidité axiale.	Butées à Billes à Contact Oblique Haute-Vitesse Séries BTR10 Angle de contact de 40° avec une grande rigidité axiale et une faible génération de chaleur. Interchangeable avec les séries TAC.	Butées à Billes à Contact Oblique Haute-Vitesse Séries BAR10 Angle de contact de 30° pour une capacité de vitesse supérieure. Interchangeable avec les séries BTR et TAC.

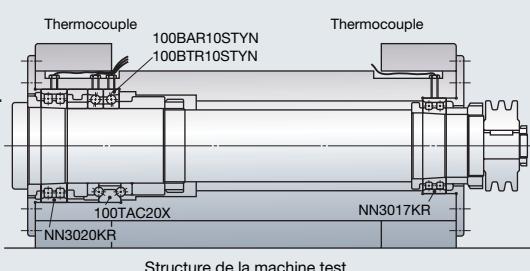
Caractéristiques des Butées à Billes à Contact Oblique

Haute Précision

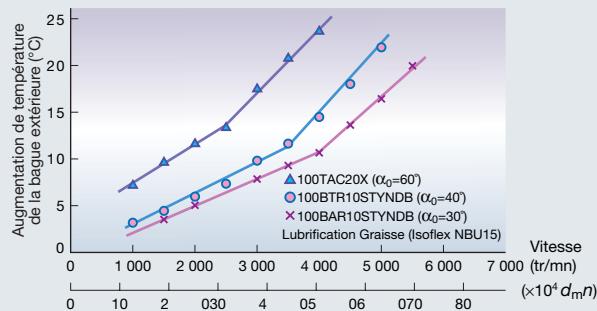
À cause de leur très haut degré de précision, elles sont particulièrement adaptées aux applications de broche de tour.

Interchangeabilité

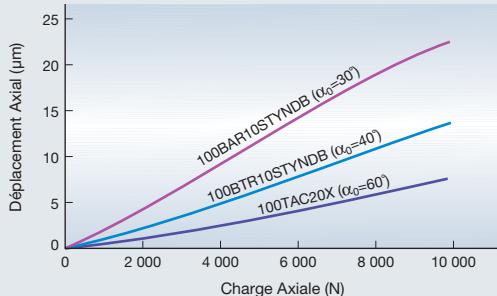
Pour ajuster les caractéristiques de rigidité de la broche, les séries BTR et BAR peuvent être échangées avec les séries TAC, avec des modifications minimales de la broche (Voir figure de droite).



Données avec Lubrification à la Graisse



Charge Axiale et Déplacement Axial



Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision

Chapitre 2

Roulements Ultra Haute Vitesse pour rectifieuses intérieures pour haute précision et longue durée de vie — Séries BGR

Qualités majeures

1

Conception Interne Optimisée

2

Montage Facile dû au Type non Séparable

3

Libre Choix d'Appairage avec Montage Universel



Caractéristiques des Séries BGR

● Conception Optimisée

Conception optimisée de la cage centrée sur la bague extérieure pour une meilleure lubrification. Épaulement sur la bague intérieure pour permettre un approvisionnement stable d'huile dans le roulement.

● Longue Durée de Vie

Acier SHX Haute Température pour une durée de vie plus longue.

● Montage plus facile

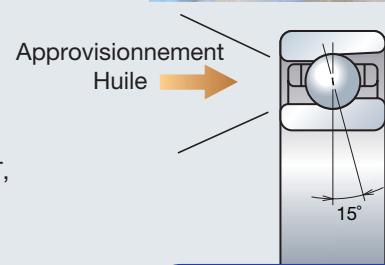
Structure non séparable pour un montage plus facile.

● Ultra Haute Précision

Standard ISO classe 2 (ABMA ABEC9).

● Montage Universel

Roulements pouvant être appairés usuellement sous DB/DF/DT, aussi bien que sous tout autre type de configuration.



Conception optimisée
avec structure non séparable

Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes (Pour Applications Machine-Outil)

Roulements spéciaux Haute Performance et Haute Rigidité — Séries TAC B

Qualités majeures

1

Longue Durée de Vie

2

Faible Couple

3

Montage Facile

4

Haute Précision



Caractéristiques des Butées à Billes Support de Vis à Billes pour Machine-Outil

● Longue Durée de Vie

Composants en acier EP (Extra Pur) pour une durée de vie plus longue.

● Haute Rigidité

Conception interne spéciale (angle de contact 60° et plus de billes) pour une rigidité accrue.

● Faible Couple

Plus faible couple de démarrage que tout autre roulement à rouleaux coniques ou cylindriques permettant ainsi une haute précision de rotation même avec une faible puissance de commande.

● Montage Universel

Roulements pouvant être appariés en DB/DF/DT, aussi bien que sous tout autre type de configuration.

Une option pré-graissée est également disponible (Graisse Alvania N°2).

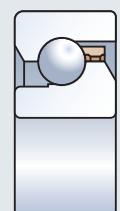
● Rotation de Haute Précision

Une nouvelle cage polyamide apporte une rotation de haute précision.

● Manipulation aisée et fiabilité améliorée

La nouvelle série avec joint à contact et graisse résistante à l'eau permet d'accroître la fiabilité et facilite la manipulation.

Arrangement universel simple (SU) en standard.



Coupe du TAC B

Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes

(Pour Machines de Moulage par Injection)

Ces butées spéciales haute performance peuvent faciliter
la conception des machines et réduire les coûts — Séries TAC 02, 03

Qualités majeures

- 1 Encombrement Réduit, Capacité de Charge Elevée
- 2 Haute Fiabilité
- 3 Montage Facile
- 4 Faible Couple de part la Conception



Caractéristiques des Butées à Billes Support de Vis à Billes pour Machines de Moulage par Injection

● Haute Fiabilité

Conception interne spéciale procurant une très grande capacité de charge ayant pour conséquence une durée de vie cinq fois supérieure à celle des séries TAC B de taille égale.



● Montage Facile

Plus facile à monter et à utiliser que les roulements à rouleaux coniques ou butées à rouleaux sphériques grâce à leur structure non séparable.

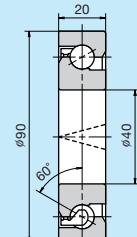
● Une conception simplifiée qui induit des coûts réduits

La précharge est préréglée, ainsi l'assemblage est rapide et sans aucun ajustement de précharge. La conception des pièces spéciales pour l'ajustement de précharge est inutile, ce qui permet une économie de temps et de coût.

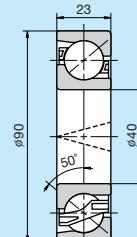
● Faible Couple résistant en rotation

Conception interne optimisée pour réduire le couple résistant en rotation (ex. dans le cas où des roulements à rouleaux sont couramment utilisés pour leurs grande capacité de charge, ces butées peuvent être utilisées pour réduire le couple généré par les roulements à rouleaux).

Pour Machine-Outil
40TAC90B



Pour Machines de
Moulage par Injection
40TAC03AT85



Roulements à Billes à Contact Oblique Etanches

Conçus pour la maintenance des broches — Séries ROBUST et Séries Standard

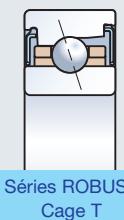
Caractéristiques des Roulements à Billes à Contact Oblique Etanches

● Montage simplifié

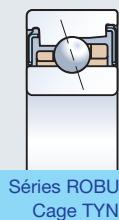
Il n'est pas nécessaire de graisser le roulement lors du montage de la broche.

● Ecologique

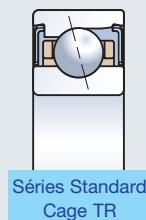
L'étanchéité empêche les pertes de graisse.



Séries ROBUST
Cage T



Séries ROBUST
Cage TYN



Séries Standard
Cage TR

Entretoises de Précision Etanches

Les entretoises étanches suppriment les risques de contamination
Les entretoises de précision sont disponibles pour les broches
de machines-outils

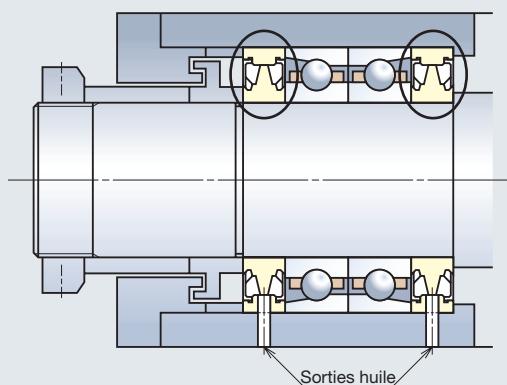
Caractéristiques des Entretoises de Précision Etanches

● Ecologique

L'étanchéité empêche les pertes de graisse.

● Haute Fiabilité

Elles diminuent la contamination par la poussière ou par le réfrigérant utilisé dans les broches lubrifiées à la graisse.



Graisses Haute Performance pour Broches de Machines-Outils

MTS, MTE, ENS

Caractéristiques des Graisses pour Broches de Machines-Outils

MTS

Contient un épaississant à base d'urée et procure une haute résistance à la chaleur. Recommandée pour utilisation sur broches de machines-outils à ultra haute vitesse.

MTE

Formulée pour soutenir des hautes capacités de charge. Recommandée pour utilisation sur broches de machines-outils à haute vitesse.

ENS

Ecologique car biodégradable.



MTE et MTS sont disponibles en tubes de 100g ou en pots de 1kg, et ENS en pots de 2,5kg.

Caractéristiques de chaque graisse

Items	Condition	MTS	MTE	ENS	Méthode test
Epaississant	—	Urée	Barium Complex	Urée	—
Huile de Base	—	Huile Mixte Synthétique	Huile Ester	Huile Ester	—
Viscosité dynamique de l'huile de base (mm ² /s)	40°C	22	20	32	JIS K 2220 5,19
Pénétration travaillée NLGI	25°C, 60W	2-3	2	2	JIS K 2220 5,3
Point de goutte (°C)	—	> 220	> 200	> 260	JIS K 2220 5,4
Evaporation (% masse)	99°Cx22H	0,3	0,4	0,4	JIS K 2220 5,6B
Séparation d'huile (% masse)	100°Cx24H	0,4	1,0	1,1	JIS K 2220 5,7

La sélection du bon roulement, une opération critique

Les roulements de précision sont conçus pour répondre aux exigences de grande précision, de vitesse de rotation et de haute rigidité qu'imposent les applications des machines-outils. Chaque application ayant ses propres exigences et chaque type de roulement des caractéristiques différentes, il est indispensable de sélectionner le type de roulement en fonction de ces exigences spécifiques.

Tirez avantage de l'assistance technique NSK lors de la sélection des roulements

NSK s'engage à aider ses clients à sélectionner des roulements adaptés qui offriront les meilleures performances en fonction de l'application envisagée. Lors de la définition d'une nouvelle broche dans le cadre d'applications à très haute vitesse, spécialisées ou personnalisées, n'hésitez pas à nous demander une assistance technique. Notre expérience et notre expertise sans égal dans la technologie des broches haute vitesse vous garantissent les meilleurs roulements pour vos applications.

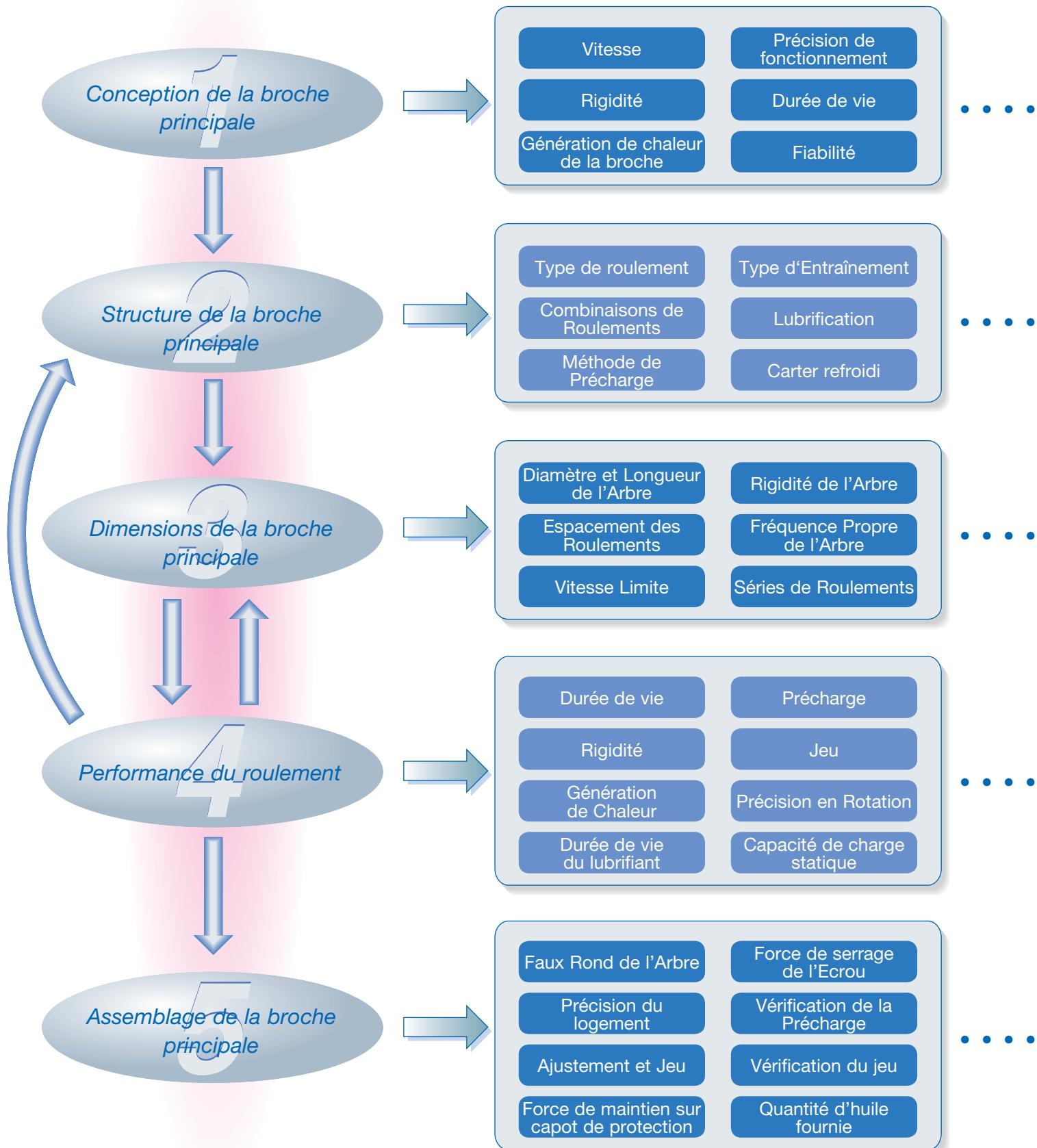
Site internet NSK
<http://www.nsk.com>



Sélection des Roulements	32
Configurations Typiques des Broches à Haute Vitesse	34
Autres Configurations de Broches	36
Caractéristiques des Roulements à Billes à Contact Oblique ..	38
Caractéristiques des Roulements à Rouleaux Cylindriques ..	40

SELECTION DES ROULEMENTS

Le diagramme ci-dessous illustre les cinq étapes à suivre pour sélectionner le roulement approprié à l'application de broche à haute vitesse envisagée : il décrit les différents facteurs à prendre en compte à chaque étape du processus.



Le Support Technique NSK est toujours à votre disposition lors de la conception d'une nouvelle broche, d'une broche à ultra haute vitesse ou pour une application spéciale. Nous apportons aux clients notre expérience et notre expertise en technologie de pointe.

Lors de la conception d'une broche d'arbre principal, nous recommandons une analyse approfondie des performances de broche recherchées avant de sélectionner le roulement correspondant. La conception de la broche nécessite de déterminer le facteur de performance le plus important. Par exemple, on décidera que la vitesse de rotation est plus importante que la rigidité, ou l'inverse. Une fois cette hiérarchisation effectuée, passer à l'étape suivante.

Après l'analyse de performance de la broche, l'étape suivante consiste à déterminer sa structure optimale. Chaque composante individuelle doit être prise en compte : le type de roulement (roulement à billes ou roulement à rouleaux), la combinaison (nombre de rangées), le type d'entraînement (courroie, engrenage, accouplement ou moteur intégré), le système de lubrification (graisse, air-huile, brouillard ou jet d'huile). On veillera à ce que la structure soit compatible avec les critères et la hiérarchisation définie dans l'analyse de performance de la broche. Se reporter au graphique des pages 34-35, qui montre la relation entre la structure de la broche, sa rigidité et sa vitesse.

Chapitre 3

Ensuite, il faut déterminer les dimensions de l'arbre, en particulier son diamètre, sa longueur et la distance entre les roulements. La dimension de la broche influencera la vitesse limite du roulement, la rigidité de l'arbre et sa fréquence de résonance. Tout comme la dimension, le type et la combinaison de roulements adoptés, la méthode de lubrification affecte également la vitesse limite. Se reporter aux chapitres 4 & 5 avant de faire un choix final.

Chapitres 4 & 5

Une fois la dimension et le type de roulement définis, toutes les spécifications du roulement doivent être déterminées. Afin de sélectionner le jeu approprié ou précharge du roulement, les facteurs tels que la durée de vie en fatigue, la rigidité axiale et radiale, ainsi que la génération de chaleur doivent être pris en compte. Le jeu ou précharge doit être soigneusement sélectionné car ces facteurs influencent dans une large mesure les performances globales de la broche, en particulier dans le cas d'applications à haute vitesse. Si la précharge n'est pas correcte, elle peut engendrer des problèmes comme la rupture ou le grippage prématué. Il peut s'avérer nécessaire de répéter l'étape 3 ou même les étapes 2 et 3, avant de parvenir à la définition de broche la plus précise possible.

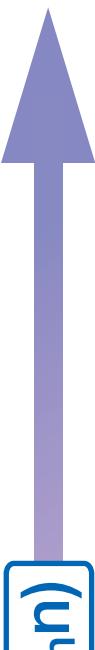
Chapitre 5

Une fois les spécifications de la broche définies, on étudie la méthode de montage. La précision de l'arbre et du logement au niveau du roulement est importante. Les ajustements des roulements sur l'arbre et dans leurs logements doivent être soigneusement sélectionnés. La force de serrage des écrous appliquée lors du montage des roulements doit être correcte. Un contrôle supplémentaire est à prévoir afin de vérifier que la précharge, ou jeu, est correcte une fois le roulement monté.

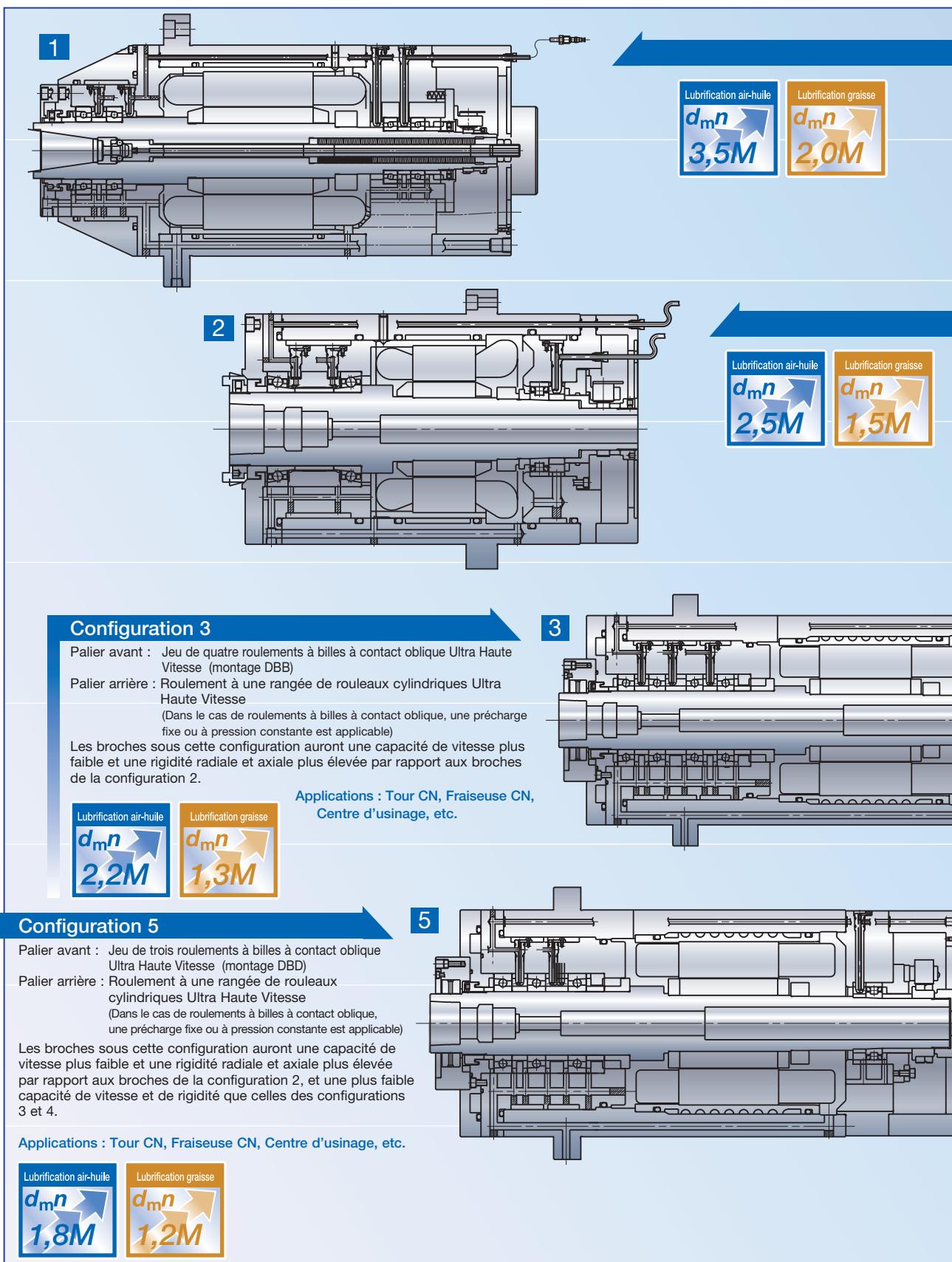
Chapitre 6

CONFIGURATIONS TYPE DES BROCHES HAUTE

(Vitesse supérieure à 0,7 million $d_m n$)



Vitesse de Rotation ($d_m n$)



Rigidité de l'Arbre

Configuration 1

Palier avant : Jeu de roulements à billes Ultra Haute Vitesse à Contact Oblique montés en tandem (DT)

Palier arrière : Jeu de roulements à billes Ultra Haute Vitesse à Contact Oblique montés en tandem (DT)

Les Broches sous cette configuration sont adaptées pour les applications à ultra haute vitesse sous précharge à pression constante. Cependant une telle broche a une plus faible rigidité mais délivre une plus haute capacité de vitesse avec une faible génération de chaleur par rapport à une broche sous précharge fixe.

Applications : Centre d'Usinage, Rectifieuse, Broche Haute Fréquence, etc.

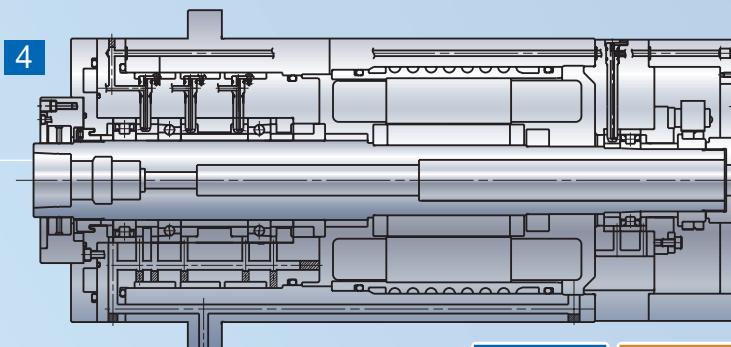
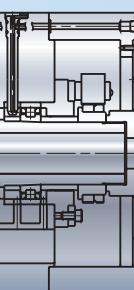
Configuration 2

Palier avant : Jeu de roulements à billes Ultra Haute Vitesse à Contact Oblique montés dos à dos (DB)

Palier arrière : Roulement à une rangée de rouleaux cylindriques ultra haute vitesse
(Dans le cas de roulements à billes à contact oblique, une précharge fixe ou à pression constante est applicable)

Les Broches sous cette configuration sont adaptées pour les applications à ultra haute vitesse sous précharge fixe. Elles procurent une plus haute rigidité radiale et axiale que celles de la configuration 1. L'utilisation d'un roulement à une rangée de rouleaux cylindriques sur le palier arrière permet un meilleur glissement.

Applications : Centre d'Usinage, Rectifieuse, Broche Haute Fréquence, etc.



Configuration 4

Palier avant : Roulement à une rangée de rouleaux cylindriques ultra haute vitesse, jeu de roulements à billes à contact oblique montés dos à dos (DB)

Palier arrière : Roulement à une rangée de rouleaux cylindriques ultra haute vitesse.
(Dans le cas de roulements à billes à contact oblique, une précharge fixe ou à pression constante est applicable)

Les broches sous cette configuration ont une capacité de haute vitesse similaire à celles de la configuration 3. La présence d'un roulement à rouleaux cylindriques sur le palier avant permet d'obtenir une rigidité radiale importante. Ainsi il est possible d'atteindre de hautes vitesses tout en ayant des efforts de coupe importants.

Applications : Tour CN, Fraiseuse CN, Centre d'usinage, etc.

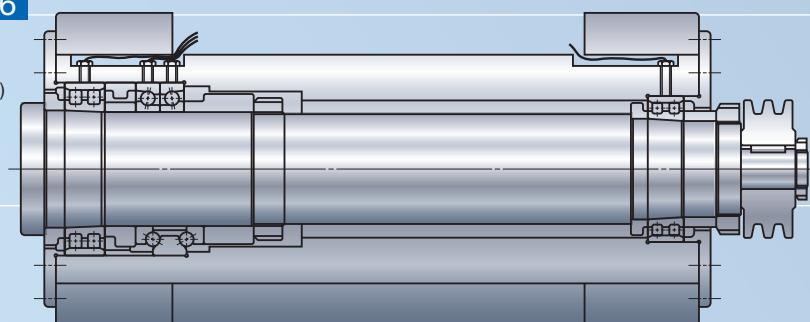
Configuration 6

Palier avant : Roulement à double rangée de rouleaux cylindriques haute rigidité, jeu de roulements à billes à contact oblique montés dos à dos (DB)

Palier arrière : Roulement à double rangée de rouleaux cylindriques haute rigidité

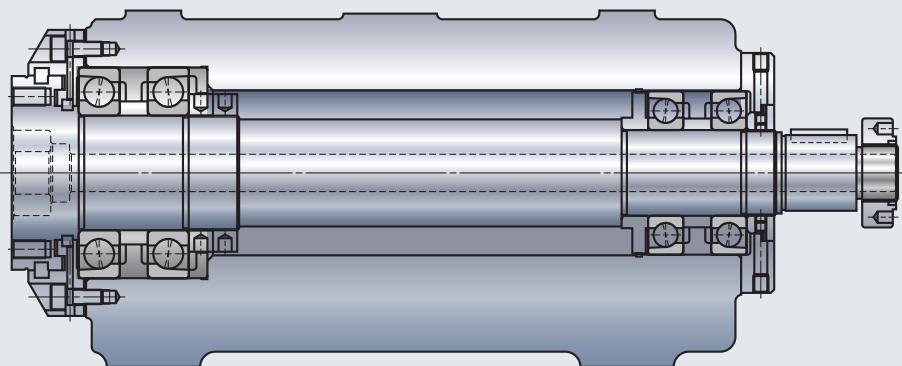
Alors que les broches sous cette configuration ont une capacité de vitesse plus faible, la rigidité radiale et axiale est plus élevée.

Applications: Tour CN, Fraiseuse CN, Centre d'usinage, etc.

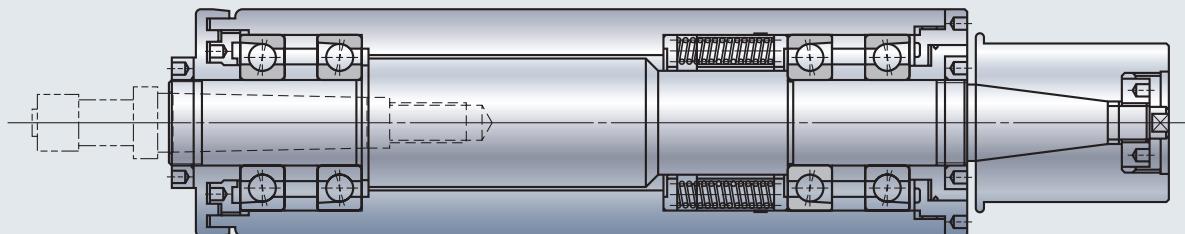


AUTRES CONFIGURATIONS DE BROCHES

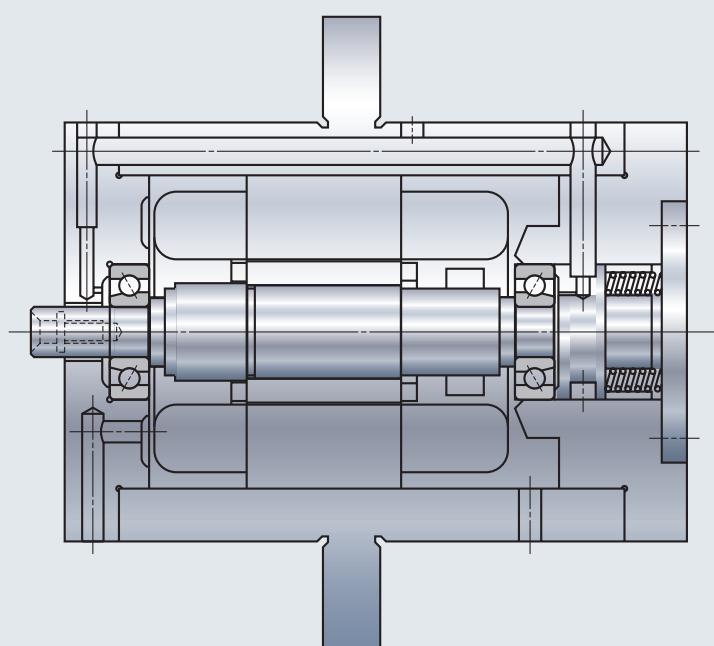
Tête d'Aléuseuse



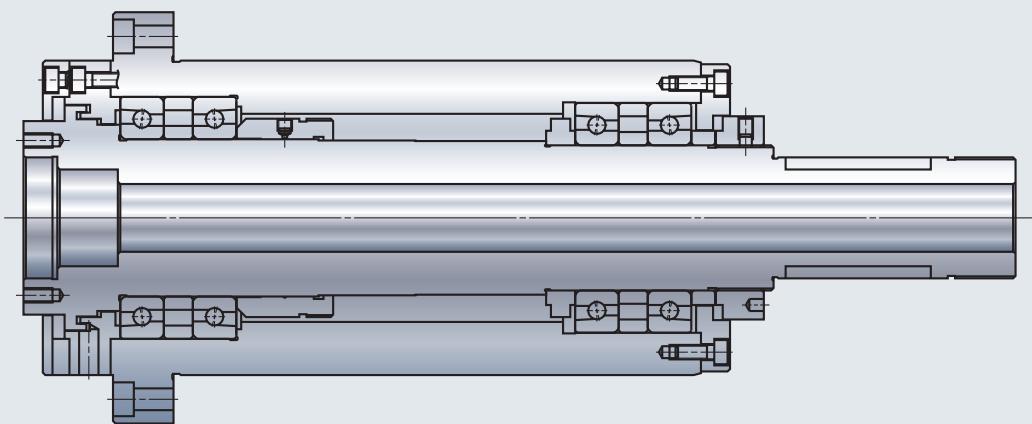
Broche de Rectifieuse



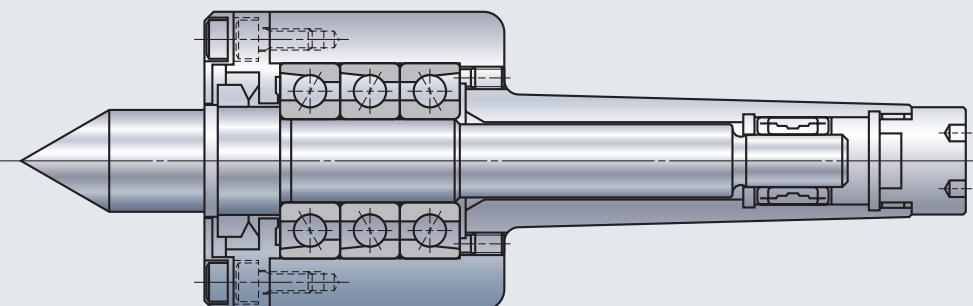
Broche Haute Fréquence



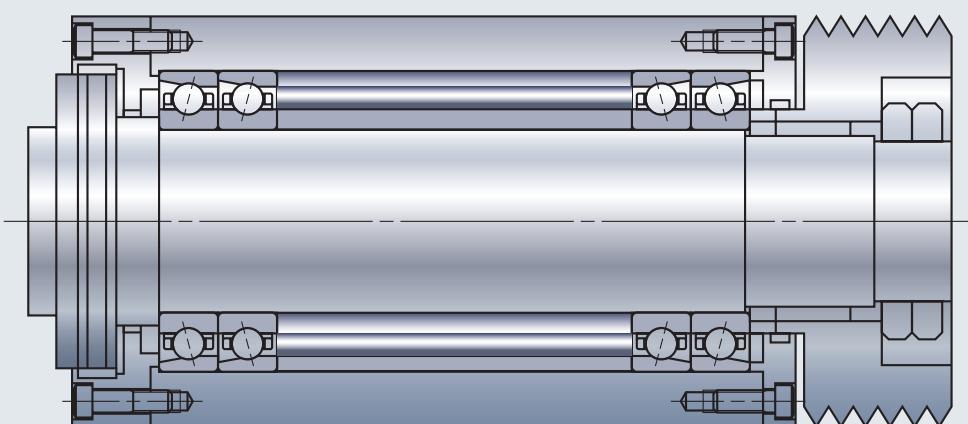
Broche de Tour de Haute Précision



Poupée Mobile à Pointe Tournante



Broche de Tête d'Usinage



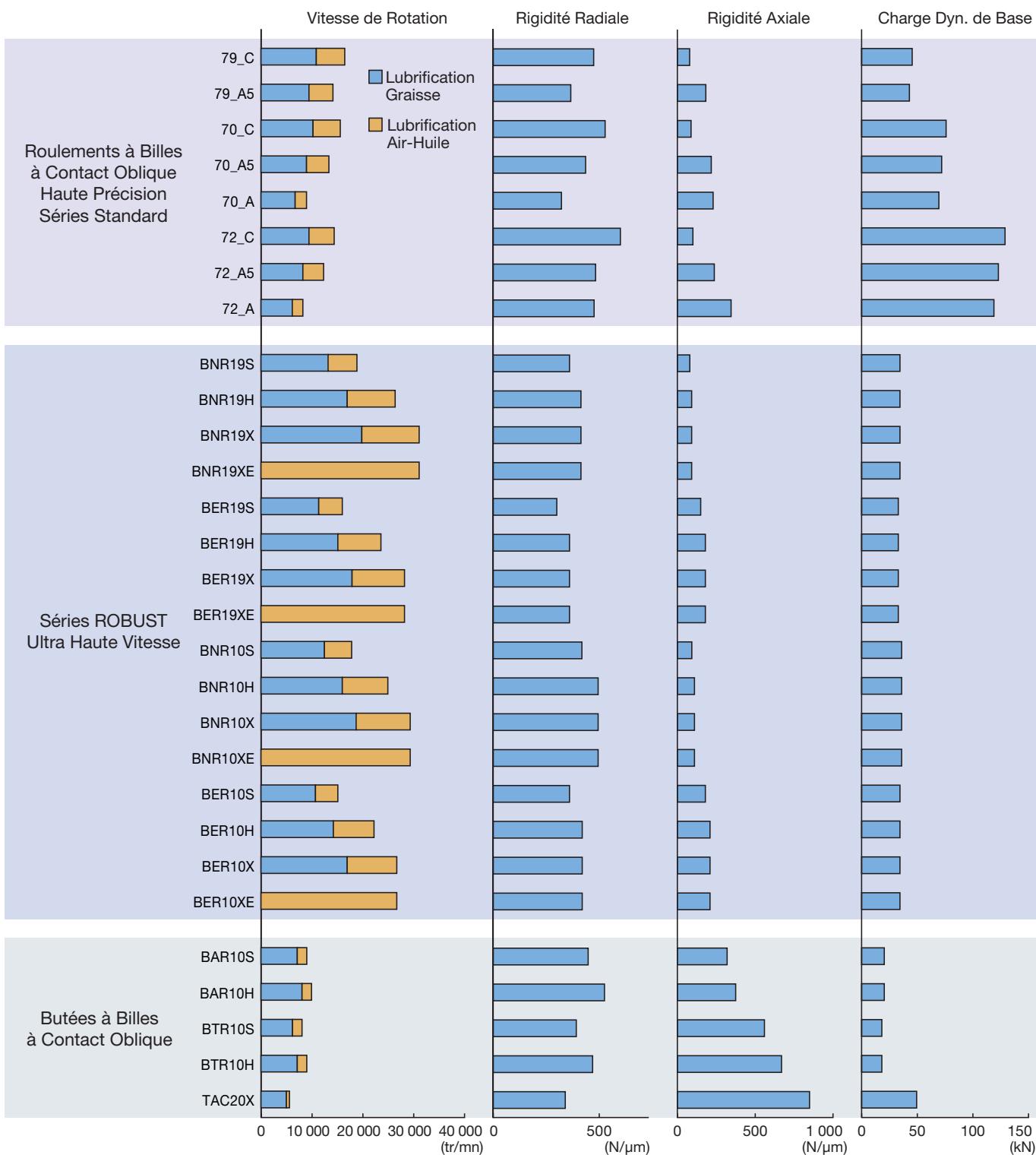
CARACTERISTIQUES DES ROULEMENTS A CONTACT

Les caractéristiques principales des roulements à billes à contact oblique sont (1) un angle de contact prédéfini et (2) l'utilisation en combinaisons appariées avec précharge.

Lors de la sélection de roulements à billes à contact oblique, il est important de prendre ces caractéristiques en considération du fait que chaque roulement à billes à contact oblique a ses propres performances. Il est important de connaître les effets des variations d'angle de contact et de précharge sur les performances si l'on veut que le roulement retenu soit parfaitement adapté à l'application.

Les graphiques suivants représentent les performances relatives de chaque type de roulement (en fonction de l'angle de contact) pour une même dimension, une même précharge et une même combinaison.

Comparaison de Performance de Chaque Type de Roulement (Alésage 70mm, Combinaison DB, Précharge L)

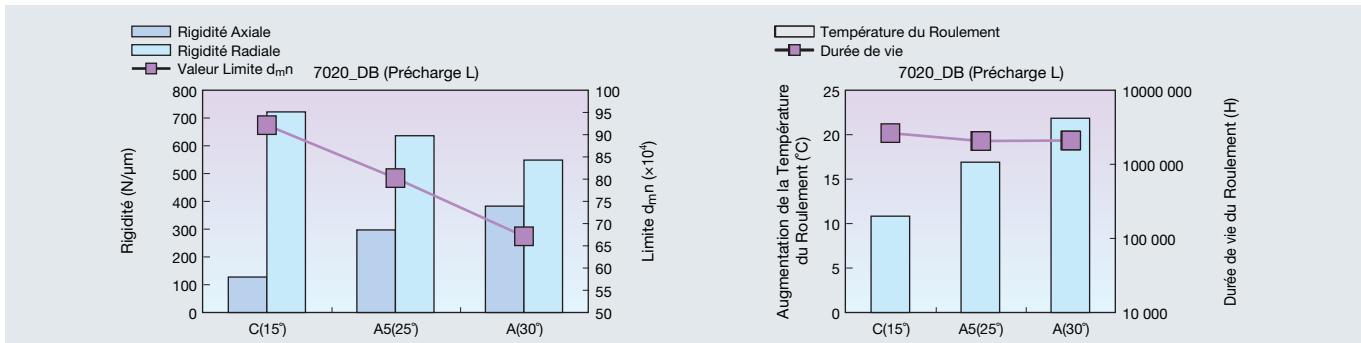


L’Influence de l’Angle de Contact

Lorsque l’angle de contact augmente, la capacité de charge axiale des roulements à billes à contact oblique augmente mais leur aptitude à la vitesse diminue. C’est pourquoi les roulements à billes à contact oblique qui présentent un angle de contact plus faible conviennent mieux à des applications haute vitesse à charge radiale élevée.

Les figures ci-dessous comparent la rigidité, la vitesse limite et l’augmentation de température d’un roulement à billes à contact oblique 7020 pour différents angles de contact : angle C (15°), angle A5 (25°) et angle A (30°).

Pour un même niveau de précharge peu élevé (L), le roulement avec l’angle C présente une rigidité radiale plus élevée et une augmentation plus faible de la température comparé au roulement avec l’angle A. Le roulement avec l’angle A présente la rigidité axiale la plus élevée, trois fois celle du roulement avec l’angle C, même si la vitesse limite est inférieure à celle des autres.

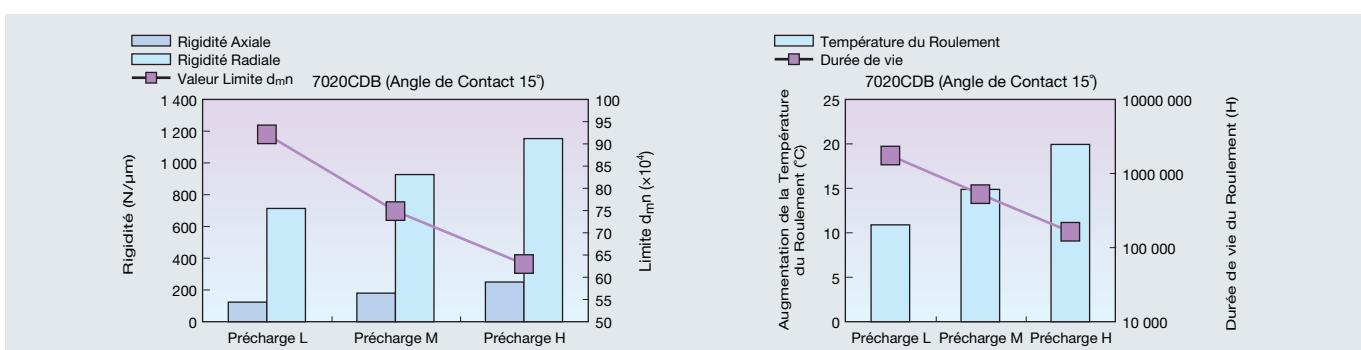


L’Influence de la Précharge

La précharge affecte les performances des roulements à billes à contact oblique dans des proportions globalement identiques à celles de l’angle de contact. Plus la précharge est élevée, plus la rigidité augmente mais plus l’aptitude à la vitesse diminue. NSK a défini des niveaux de précharge types : très faible (extra light (EL)), faible (light (L)), moyenne (medium (M)) et élevée (heavy (H)).

Les figures ci-dessous permettent de comparer les performances d’un roulement 7020CDB pour chaque niveau de précharge. En maintenant constant l’angle de contact, si la précharge est plus élevée, la rigidité axiale et radiale augmente. Cependant, la température augmente également, d’où une réduction de la vitesse limite et de la durée de vie théorique.

Afin de garantir une rigidité élevée, l’augmentation de la vitesse doit être sacrifiée. De même, une vitesse plus élevée ne sera possible qu’en renonçant à un niveau de rigidité élevé. La prudence est donc de rigueur. La combinaison d’une précharge trop importante et d’une vitesse de fonctionnement élevée peut aboutir au grippage.

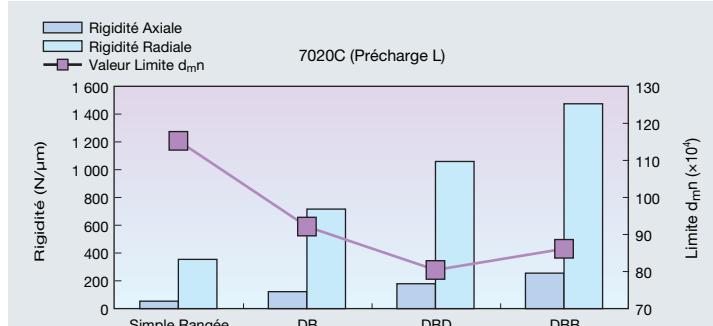


L’Influence des Combinations

Les roulements à billes à contact oblique sont généralement utilisés sous forme de jeux de plusieurs roulements.

Il existe trois types de combinaison de montage : Dos à dos, face à face et en tandem.

Les jeux de plusieurs roulements les plus connus sont ceux à deux rangées, à trois rangées et à quatre rangées. Si la combinaison est maintenue constante et si on augmente le nombre de rangées, la résistance et la capacité de charge augmentent tandis que la vitesse limite diminue.



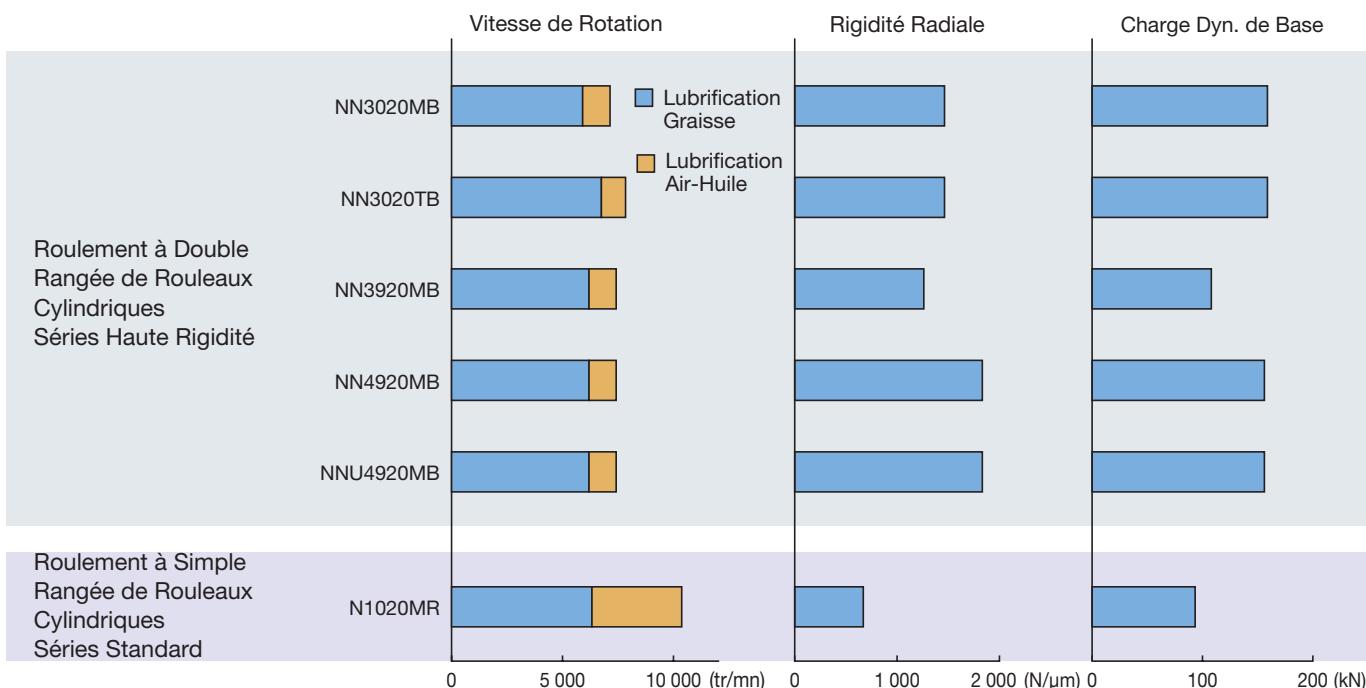
CARACTERISTIQUES DES ROULEMENTS A ROULEAUX

À la différence des roulements à billes à contact oblique qui soutiennent des charges axiales et radiales, les roulements à rouleaux cylindriques soutiennent seulement les charges radiales. Cependant, la capacité de charge radiale est plus grande que celle d'un roulement à contact oblique.

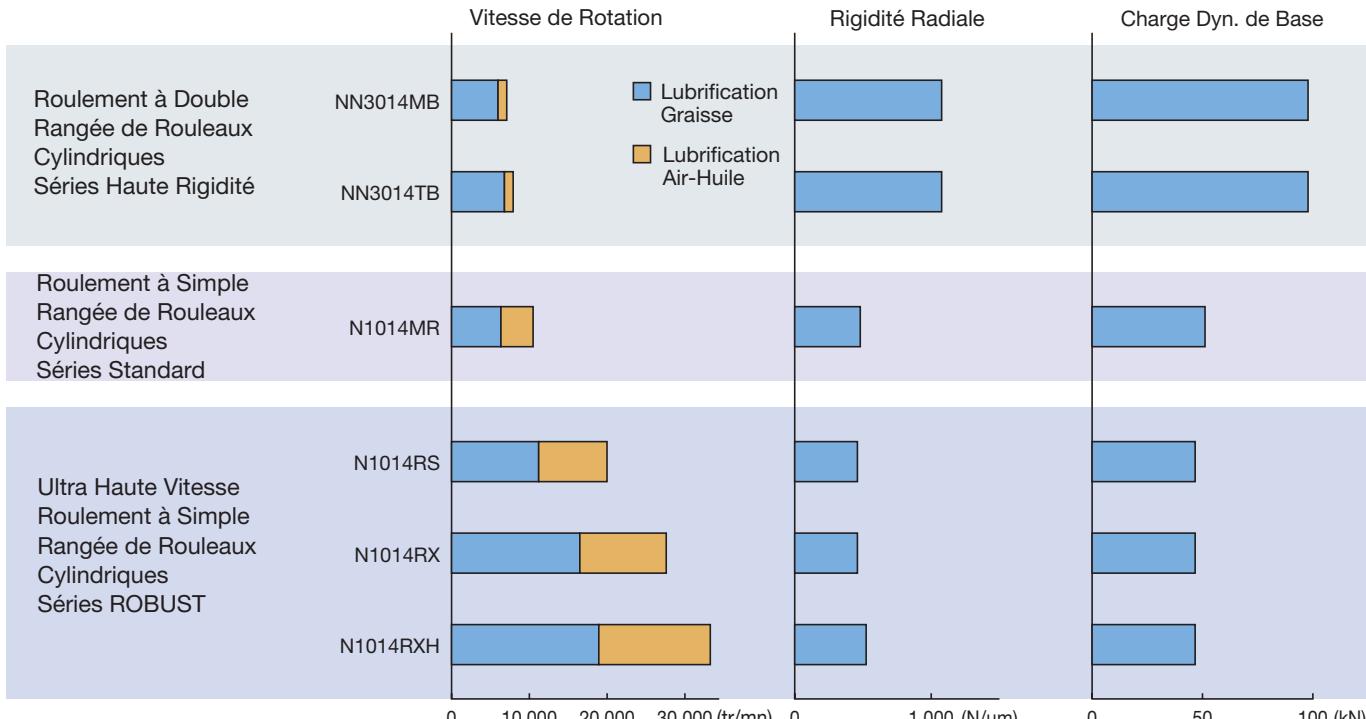
Selon l'application, les roulements à double rangée de rouleaux cylindriques (type NN ou NNU) ou à simple rangée (type N) sont utilisés.

Généralement, des roulements à rouleaux cylindriques à double rangée sont utilisés dans des applications à haute rigidité telles que des tours, tandis que les simples rangées sont employés dans des applications à haute vitesse telles que les centres d'usinage. Les graphiques suivants représentent les performances des roulements à rouleaux cylindriques selon le type de roulement (simple ou double rangée) et du jeu radial impliqué.

Comparaison de Performance des Roulements à Rouleaux Cylindriques (Alésage 100 mm)



Comparaison de Performance des Roulements à Rouleaux Cylindriques (Alésage 70 mm)

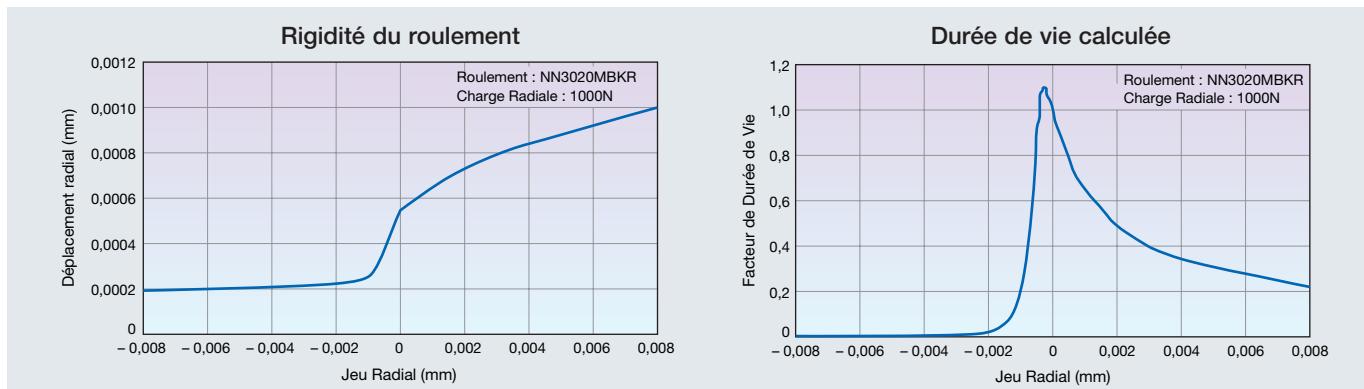


L'effet du jeu radial

Lors de l'utilisation de roulements à rouleaux cylindriques, il est important de contrôler le jeu radial qui est en étroite relation avec les performances du roulement.

L'augmentation du jeu radial entraîne une diminution à la fois de la rigidité et de la durée de vie en fatigue calculée. Avec des jeux radiaux plus élevés, la génération de chaleur en fonctionnement diminue également. Cependant, comme on le constate sur les graphiques ci-dessous, si le jeu passe au-dessous de -0,003 mm, l'augmentation de la rigidité reste faible alors que la durée de vie en fatigue calculée continue de décroître. C'est pourquoi le jeu optimal pour obtenir une forte rigidité et une durée de vie élevée est un jeu nul ou très légèrement négatif.

Pour les applications haute vitesse, il est nécessaire de contrôler le jeu pendant le fonctionnement. Un jeu radial parfaitement ajusté une fois le roulement monté compense les effets de la vitesse.

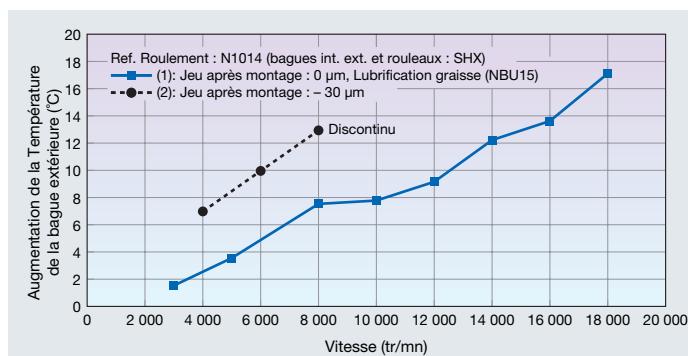


Relation entre jeu radial et augmentation de température

Le graphique de droite illustre l'augmentation de la température dans un roulement à rouleaux cylindriques en fonction de la vitesse.

Jeu radial après montage
Roulement (1) : 0 µm
Roulement (2) : -30 µm

L'augmentation de la température du roulement (2) est plus élevée et la vitesse limite est plus faible que celles du roulement (1), démontrant ainsi l'importance du réglage du jeu radial.



Un roulement à rouleaux cylindriques comportant un alésage conique est utilisé pour contrôler le jeu radial lors du montage de la broche car il permet de régler aisément le jeu radial à n'importe quelle valeur. Pour un roulement à rouleaux cylindriques à alésage conique, les classes connues de jeu radial non interchangeable avant montage sont CC9, CC0 et CC1. Les caractéristiques spécifiques de chacune de ces classes sont indiquées ci-dessous.

Jeu CC0 (Jeu recommandé par NSK)

Plage de jeu inférieure à CC1. Cette plage empiète sur les valeurs supérieures de CC9 et les valeurs inférieures de CC1. Les clients pouvant aisément obtenir cette plage de jeu, elle est recommandée pour les roulements à rouleaux cylindriques à alésage conique.

Jeu CC1

Plage de jeu supérieure à CC0 en tolérance. Bien qu'il ne soit pas standard, ce jeu est le plus couramment utilisé. Des précautions doivent être prises lorsque le jeu est maximal. En effet, à ce stade, une dilatation importante de la bague intérieure se produit et peut entraîner dans certains cas une déformation du roulement ou de l'arbre proprement dit, en particulier si l'épaisseur de la paroi de la broche est faible.

Jeu CC9

Plage de jeu inférieure à CC0. Ce jeu facilite la prévention d'une éventuelle déformation de la bague intérieure ou de l'arbre lorsque la dilatation de la bague intérieure est soumise à des tolérances serrées. Comme le jeu radial est réduit au minimum, le contact entre la bague intérieure et l'arbre devient faible. Dans des applications à haute vitesse, le serrage de la bague intérieure peut alors être réduit et générer du fretting.

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE



Roulements à Contact Oblique de Haute Précision

Séries Standard



Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse

Séries ROBUST



Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse

Séries Spinshot™ II



Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Précision

Séries BGR

Roulements à Billes

Roulements à Billes à Contact Oblique

Roulements à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard) . 44-56

Caractéristiques

Désignation

Tables

 Séries Miniature

 Séries 79

 Séries 70

 Séries 72

Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST) . . 58-69

Caractéristiques

Désignation

Tables

 Séries BNR19, BER19

 Séries BNR10, BER10

 Séries BNR19XE, BER19XE (Spinshot^{TMII})

 Séries BNR10XE, BER10XE (Spinshot^{TMII})

Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR) . . 70-74

Caractéristiques

Désignation

Tables

 Séries BGR19

 Séries BGR10

 Séries BGR02

à Contact Oblique

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Caractéristiques

Dans les roulements à billes à contact oblique simple rangée, l'angle de contact est l'angle obtenu par la ligne qui passe par les deux points de contact et l'axe radial du roulement. L'angle de contact rend ce roulement adapté aux charges radiales, aux charges axiales dans une direction ou à une combinaison des deux. En outre, puisqu'une force axiale est générée quand une charge radiale est appliquée, ces roulements sont généralement utilisés en paires, en triplettes, en quadruplettes, ou en ensembles combinés.

Angle de contact

Fig. 1.2

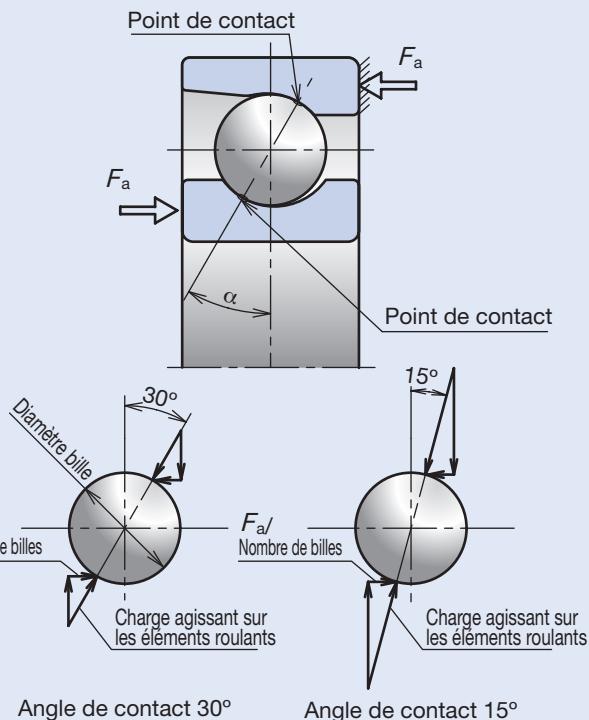
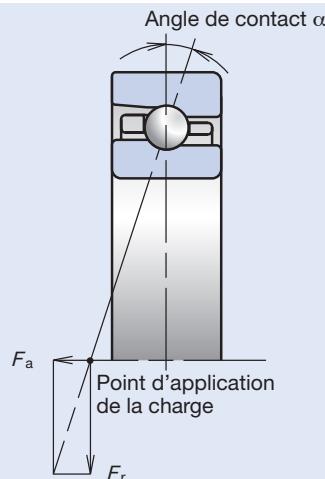


Fig. 1.1



Quand une charge est appliquée à un roulement à billes à contact oblique, la déformation élastique et les contraintes aux points de contact changent en fonction des variations de charge des billes, de la bague intérieure et de la bague extérieure.

Le schéma 1.2 illustre les charges agissant sur deux éléments roulants pour un angle de contact de 30° et un angle de contact de 15°.

La relation entre une charge axiale appliquée au roulement et la charge résultante agissant sur les éléments roulants du roulement peut être formulée comme suit :

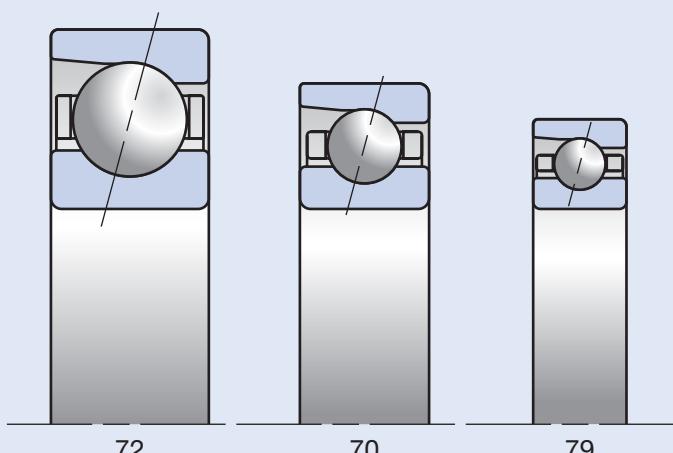
$$F_a / (\text{Nombre de billes} \times \sin \alpha).$$

Par conséquent, plus l'angle de contact est grand, plus la charge agissant sur les éléments roulants du roulement est petite. La charge au point de contact et la déformation consécutive sont réduites, ayant pour résultat une plus longue durée de vie. Quand une charge radiale est appliquée, plus l'angle de contact est petit, plus la charge agissant sur les éléments roulants du roulement est petite, ayant pour résultat la réduction de charge au point de contact.

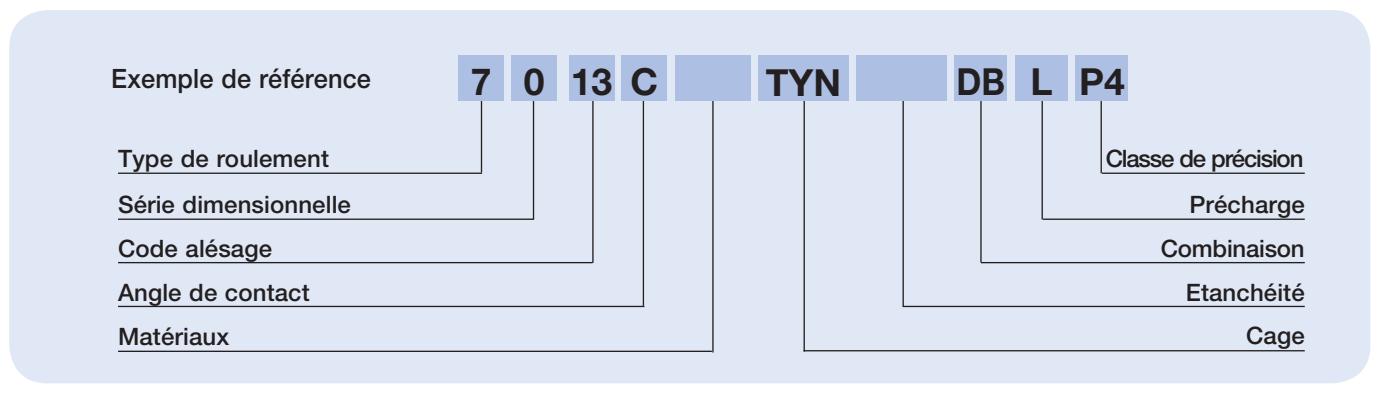
(Voir pages 38 et 39 sur l'influence de l'angle de contact.)

Séries Dimensionnelles

Fig. 1.3



Désignation des Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)



			Référence
7	Type	7 : Roulement à une rangée de billes à contact oblique	38-39, 44
0	Série Dimensionnelle	9 = Séries ISO 19; 0 = Séries ISO 10; 2 = Séries ISO 02	38-39, 44
13	Code Alésage	00 = 10mm 01 = 12mm 02 = 15mm 03 = 17mm 04 et au dessus : à multiplier par 5 pour obtenir le diamètre en mm.	46-56
C	Angle Contact	C = 15°; A5 = 25°; A = 30°	38-39, 44
	Matériaux	Pas de symbole : Billes Acier ; SN24 = Billes Céramique (Si-N) (1)	12-15
TYN	Cage	TYN : cage polyamide centrée sur les billes; vitesse limite ω = 1.400.000; température limite en continu = 120°C TR : cage phénolique centrée sur bague extérieure; température limite en continu = 120°C	16-17
	Etanchéité	Pas de symbole : ouvert V1V = joints sans contact (2)	28
DB	Combinaison	SU : Simple Universel DU : Duplex Universel DB : montage Dos à Dos DF : montage Face à Face DT : montage en Tandem DBD, DFD, DTD, DUD : montage triplette DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU : montage quadruplette	38-39, 130-133
L	Précharge	EL : extra légère, L : légère, M : moyenne, H : forte CP : spéciale, CA : jeu axial spécial	38-39, 134-142
P4	Précision	P2 : ISO Classe 2, P4 : ISO Classe 4, P5 : ISO Classe 5 P3 : Classe spéciale (Précision dimensionnelle : ISO Classe 4; Précision de rotation: ISO Classe 2) P4Y : Précision spéciale (Diamètre d'alésage et diamètre extérieur exclusivité NSK. Autres ISO Classe 4)	133, 158-161

(1) Roulement à billes céramique à contact oblique, séries correspondantes 79, 70 : Diamètre Alésage= Ø 10-100mm.

(2) Les roulements à billes étanches à contact oblique sont en standard avec montage SU et ISO classe 3.

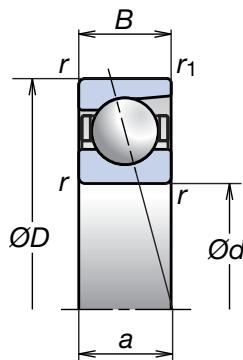
Les roulements à billes étanches à contact oblique, séries correspondantes 79, 70 : Diamètre Alésage= Ø 30-100mm.

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Miniature)

Séries 70 Séries 72

Diamètre Alésage 5-8 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible() (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (g) (approx)	Vitesses Limites (tr/min)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dyn.)	C _a (Stat.)			Graisse	Huile
725C	5	16	5	0,3	0,15	1,700	0,660	0,545	3,91	4,5	110 000 167 000
725A	5	16	5	0,3	0,15	1,610	0,620	0,665	5,53	4,5	72 000 96 000
706C	6	17	6	0,3	0,15	2,150	0,845	0,765	4,54	5,5	100 000 153 000
706A	6	17	6	0,3	0,15	2,030	0,795	0,725	6,32	5,5	66 000 87 000
726C	6	19	6	0,3	0,15	2,390	1,000	0,835	4,67	7,8	92 000 140 000
726A	6	19	6	0,3	0,15	2,240	0,940	0,395	6,61	7,8	60 000 80 000
707C	7	19	6	0,3	0,15	2,390	1,000	0,835	4,67	7,4	89 000 135 000
707A	7	19	6	0,3	0,15	2,240	0,940	0,375	6,61	7,4	58 000 77 000
708C	8	22	7	0,3	0,15	3,550	1,540	1,300	5,51	12,0	77 000 117 000
708A	8	22	7	0,3	0,15	3,350	1,450	1,020	7,84	12,0	50 000 67 000
728C	8	24	8	0,3	0,15	3,600	1,580	1,330	6,14	16,0	72 000 110 000
728A	8	24	8	0,3	0,15	3,350	1,480	0,610	8,62	16,0	47 000 63 000

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 79

Diamètre Alésage 10-55 mm

Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Position de la buse de lubrification	174
● Quantité de graisse	157
● Facteurs de vitesse	152

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_o	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/min)	
	d	D	B	r (min)	r (min)	C_o (Dyn.)	C_{or} (Stat.)						Graisse	Huile
7900C	10	22	6	0,3	0,15	3,00	1,52	1,23	14,1	5,1	0,010	–	71 900	109 400
7900A5	10	22	6	0,3	0,15	2,88	1,45	1,44	–	6,7	0,009	–	62 500	93 800
7901C	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,86	1,45	14,7	5,4	0,011	–	63 900	97 300
7901A5	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,77	1,71	–	7,2	0,011	–	55 600	83 400
7902C	15	28	7	0,3	0,15	4,75	2,64	1,93	14,5	6,4	0,016	–	53 500	81 400
7902A5	15	28	7	0,3	0,15	4,55	2,53	2,22	–	8,5	0,016	–	46 600	69 800
7903C	17	30	7	0,3	0,15	5,00	2,94	2,09	14,8	6,6	0,017	–	49 000	74 500
7903A5	17	30	7	0,3	0,15	4,75	2,80	2,21	–	9,0	0,017	–	42 600	63 900
7904C	20	37	9	0,3	0,15	6,95	4,25	3,20	14,9	8,3	0,036	–	40 400	61 500
7904A5	20	37	9	0,3	0,15	6,60	4,05	3,55	–	11,1	0,037	–	35 100	52 700
7905C	25	42	9	0,3	0,15	7,85	5,40	3,90	15,5	9,0	0,043	–	34 400	52 300
7905A5	25	42	9	0,3	0,15	7,45	5,15	4,40	–	12,3	0,043	–	29 900	44 800
7906C	30	47	9	0,3	0,15	8,30	6,25	4,40	15,9	9,7	0,049	○	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0,3	0,15	7,85	5,95	4,95	–	13,5	0,050	○	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0,6	0,30	12,10	9,15	6,60	15,7	11,0	0,074	○	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0,6	0,30	11,40	8,70	7,20	–	15,5	0,075	○	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0,6	0,30	15,10	11,70	8,40	15,7	12,8	0,109	○	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0,6	0,30	14,30	11,20	8,90	–	17,9	0,110	○	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0,6	0,30	16,00	13,40	8,55	16,0	13,6	0,129	○	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0,6	0,30	15,10	12,70	9,95	–	19,2	0,130	○	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0,6	0,30	16,90	15,00	9,45	16,2	14,2	0,130	○	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0,6	0,30	15,90	14,20	11,00	–	20,2	0,132	○	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1,0	0,60	19,10	17,70	11,00	16,3	15,5	0,182	○	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1,0	0,60	18,10	16,80	12,50	–	22,2	0,184	○	14 900	22 300

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": Angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$ Références Roulement avec un suffixe "A5": Angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

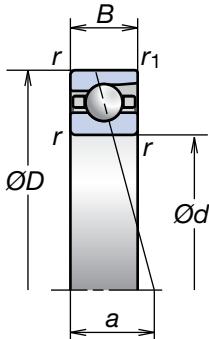
Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de vitesses limites sont à multiplier par 1,25 par rapport à un roulement à billes en acier.

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 79

Diamètre Alésage 60-280 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _t (Dyn.)	C _o (Stat.)						Graisse	Huile
7912C	60	85	13	1,0	0,6	19,4	18,7	11,5	16,5	16,2	0,195	○	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1,0	0,6	18,3	17,7	13,0	—	23,4	0,198	○	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1,0	0,6	20,2	20,5	12,5	16,7	16,9	0,208	○	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1,0	0,6	19,1	19,4	14,2	—	24,6	0,211	○	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1,0	0,6	28,1	27,8	17,3	16,4	19,4	0,338	○	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1,0	0,6	26,5	26,3	20,3	—	27,8	0,341	○	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1,0	0,6	28,6	29,3	18,0	16,6	20,1	0,358	○	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1,0	0,6	26,9	27,7	21,2	—	29,0	0,355	○	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1,0	0,6	29,0	30,5	18,7	16,7	20,7	0,377	○	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1,0	0,6	27,3	29,0	22,1	—	30,2	0,381	○	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1,1	0,6	39,0	40,5	25,9	16,5	22,7	0,534	○	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1,1	0,6	36,5	38,5	30,0	—	32,9	0,541	○	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1,1	0,6	41,5	46,0	29,1	16,6	23,4	0,568	○	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1,1	0,6	39,5	43,5	33,5	—	34,1	0,560	○	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1,1	0,6	42,5	48,0	30,0	16,7	24,1	0,597	○	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1,1	0,6	40,0	45,5	35,0	—	35,2	0,603	○	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1,1	0,6	50,0	54,0	33,0	16,5	26,1	0,800	○	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1,1	0,6	47,5	51,5	39,5	—	38,0	0,808	○	8 400	12 500
7921C	105	145	20	1,1	0,6	51,0	57,0	34,5	16,6	26,7	0,831	—	9 200	14 000
7921A5	105	145	20	1,1	0,6	48,0	54,0	41,0	—	39,2	0,820	—	8 000	12 000
7922C	110	150	20	1,1	0,6	52,0	59,5	35,5	16,7	27,4	0,867	—	8 900	13 500
7922A5	110	150	20	1,1	0,6	49,0	56,0	43,0	—	40,3	0,877	—	7 700	11 600
7924C	120	165	22	1,1	0,6	72,0	81,0	50,5	16,5	30,1	1,160	—	8 100	12 300
7924A5	120	165	22	1,1	0,6	67,5	77,0	59,5	—	44,2	1,150	—	7 100	10 600

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de vitesses limites sont à multiplier par 1,25 par rapport à un roulement à billes en acier.

Séries 79 (suite)

Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r_1 (min)	C_c (Dyn.)	C_{α} (Stat.)					Graisse	Huile
7926C	130	180	24	1,5	1,0	78,5	91,0	55,0	16,5	32,8	1,500	—	7 500 11 300
7926A5	130	180	24	1,5	1,0	74,0	86,0	63,5	—	48,1	1,540	—	6 500 9 700
7928C	140	190	24	1,5	1,0	79,5	95,5	58,0	16,7	34,1	1,630	—	7 000 10 700
7928A5	140	190	24	1,5	1,0	75,0	90,0	68,0	—	50,5	1,630	—	6 100 9 100
7930C	150	210	28	2,0	1,0	102,0	122,0	74,0	16,6	38,1	2,960	—	6 400 9 800
7930A5	150	210	28	2,0	1,0	96,5	115,0	84,5	—	56,0	2,970	—	5 600 8 400
7932C	160	220	28	2,0	1,0	106,0	133,0	80,0	16,7	39,4	3,100	—	6 100 9 300
7932A5	160	220	28	2,0	1,0	100,0	125,0	93,5	—	58,3	3,120	—	5 300 7 900
7934C	170	230	28	2,0	1,0	113,0	148,0	88,5	16,8	40,8	3,360	—	5 800 8 800
7934A5	170	230	28	2,0	1,0	106,0	140,0	103,0	—	60,6	3,360	—	5 000 7 500
7936C	180	250	33	2,0	1,0	145,0	184,0	111,0	16,6	45,3	4,900	—	5 400 8 200
7936A5	180	250	33	2,0	1,0	137,0	174,0	127,0	—	66,6	4,940	—	4 700 7 000
7938C	190	260	33	2,0	1,0	147,0	192,0	115,0	16,7	46,6	4,980	—	5 200 7 800
7938A5	190	260	33	2,0	1,0	139,0	182,0	131,0	—	69,0	5,120	—	4 500 6 700
7940C	200	280	38	2,1	1,1	189,0	244,0	144,0	16,5	51,2	6,850	—	4 800 7 300
7940A5	200	280	38	2,1	1,1	178,0	231,0	169,0	—	75,0	6,920	—	4 200 6 300
7944C	220	300	38	2,1	1,1	190,0	256,0	235,0	16,7	53,8	6,665	—	4 500 6 800
7944A5	220	300	38	2,1	1,1	179,0	242,0	174,0	—	79,6	6,665	—	3 900 5 800
7948C	240	320	38	2,1	1,1	200,0	286,0	260,0	16,8	56,5	7,224	—	4 200 6 300
7948A5	240	320	38	2,1	1,1	189,0	270,0	193,0	—	84,3	7,224	—	3 600 5 400
7952C	260	360	46	2,1	1,1	256,0	365,0	340,0	16,6	64,5	11,936	—	3 800 5 700
7952A5	260	360	46	2,1	1,1	241,0	345,0	252,0	—	95,3	11,936	—	3 300 4 900
7956C	280	380	46	2,1	1,1	272,0	410,0	380,0	16,7	67,2	12,853	—	3 500 5 400
7956A5	280	380	46	2,1	1,1	256,0	390,0	283,0	—	99,9	12,853	—	3 100 4 600

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

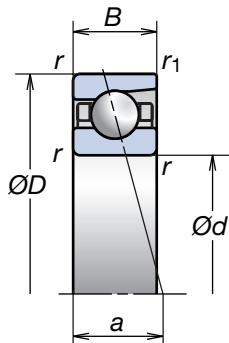
Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Position de la buse de lubrification	174
● Quantité de graisse	157
● Facteurs de vitesse	152

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 70

Diamètre Alésage 10-75 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C_c (Dyn.)	C_a (Stat.)						Graisse	Huile
7000C	10	26	8	0,3	0,15	5,30	2,49	2,16	12,6	6,4	0,019	–	63 900	97 300
7000A5	10	26	8	0,3	0,15	5,15	2,41	2,48	–	8,2	0,019	–	55 600	83 400
7000A	10	26	8	0,3	0,15	5,00	2,34	1,91	–	9,2	0,019	–	41 700	55 600
7001C	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,90	2,40	13,2	6,7	0,021	–	57 500	87 500
7001A5	12	28	8	0,3	0,15	5,60	2,79	2,82	–	8,7	0,021	–	50 000	75 000
7001A	12	28	8	0,3	0,15	5,40	2,71	2,13	–	9,8	0,021	–	37 500	50 000
7002C	15	32	9	0,3	0,15	6,25	3,40	2,63	14,1	7,6	0,030	–	49 000	74 500
7002A5	15	32	9	0,3	0,15	5,95	3,25	3,05	–	10,0	0,030	–	42 600	63 900
7002A	15	32	9	0,3	0,15	5,80	3,15	2,36	–	11,3	0,030	–	32 000	42 600
7003C	17	35	10	0,3	0,15	6,60	3,80	2,85	14,5	8,5	0,039	–	44 300	67 400
7003A5	17	35	10	0,3	0,15	6,30	3,65	3,35	–	11,1	0,040	–	38 500	57 700
7003A	17	35	10	0,3	0,15	6,10	3,50	2,59	–	12,5	0,040	–	28 900	38 500
7004C	20	42	12	0,6	0,30	11,10	6,55	4,80	14,0	10,1	0,067	–	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0,6	0,30	10,60	6,25	5,45	–	13,2	0,067	–	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0,6	0,30	10,30	6,10	4,20	–	14,9	0,068	–	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0,6	0,30	11,70	7,40	5,20	14,7	10,8	0,078	–	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0,6	0,30	11,10	7,10	5,95	–	14,4	0,077	–	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0,6	0,30	10,70	6,85	4,55	–	16,4	0,079	–	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1,0	0,60	15,10	10,30	6,85	14,9	12,2	0,114	○	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1,0	0,60	14,40	9,80	8,05	–	16,4	0,114	○	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1,0	0,60	13,90	9,45	6,20	–	18,8	0,116	○	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1,0	0,60	19,10	13,70	9,35	15,0	13,5	0,151	○	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1,0	0,60	18,20	13,00	11,40	–	18,3	0,151	○	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1,0	0,60	17,50	12,60	8,75	–	21,0	0,153	○	15 500	20 700

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de vitesses limites sont à multiplier par 1,25 par rapport à un roulement à billes en acier.

Séries 70 (suite)

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/min)	
	d	D	B	r_i (min)	r_o (min)	C_r (Dyn.)	C_{ax} (Stat.)						Graisse	Huile
7008C	40	68	15	1,0	0,6	20,6	15,9	10,60	15,4	14,7	0,189	○	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1,0	0,6	19,5	15,1	12,00	–	20,1	0,188	○	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1,0	0,6	18,8	14,6	9,15	–	23,1	0,191	○	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1,0	0,6	24,4	19,3	12,40	15,4	16,0	0,238	○	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1,0	0,6	23,1	18,3	14,50	–	22,0	0,250	○	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1,0	0,6	22,3	17,7	11,10	–	25,3	0,241	○	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1,0	0,6	26,0	21,9	13,90	15,7	16,7	0,259	○	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1,0	0,6	24,6	20,8	16,20	–	23,2	0,270	○	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1,0	0,6	23,7	20,1	12,50	–	26,8	0,262	○	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1,1	0,6	34,0	28,6	18,90	15,5	18,7	0,380	○	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1,1	0,6	32,5	27,2	21,80	–	25,9	0,383	○	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1,1	0,6	31,0	26,3	16,60	–	29,9	0,385	○	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1,1	0,6	35,0	30,5	19,90	15,7	19,4	0,405	○	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1,1	0,6	33,0	29,1	23,00	–	27,1	0,408	○	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1,1	0,6	32,0	28,1	17,60	–	31,4	0,410	○	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1,1	0,6	37,0	34,5	22,00	15,9	20,0	0,435	○	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1,1	0,6	35,0	32,5	25,40	–	28,2	0,455	○	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1,1	0,6	33,5	31,5	19,50	–	32,8	0,441	○	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1,1	0,6	47,0	43,0	26,80	15,7	22,1	0,606	○	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1,1	0,6	44,5	41,0	32,00	–	31,0	0,625	○	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1,1	0,6	42,5	39,5	24,60	–	36,0	0,613	○	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1,1	0,6	48,0	45,5	28,10	15,9	22,7	0,643	○	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1,1	0,6	45,5	43,5	33,50	–	32,1	0,652	○	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1,1	0,6	43,5	41,5	25,90	–	37,4	0,650	○	7 900	10 600

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de vitesses limites sont à multiplier par 1,25 par rapport à un roulement à billes en acier.

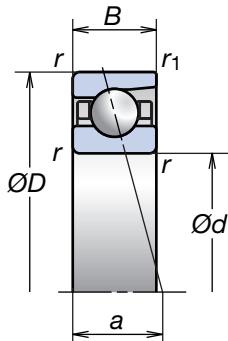
	Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121	
● Charge statique équivalente	128	
● Précharge et rigidité	134	
● Dimensions épaulement et rayon	168	
● Position de la buse de lubrification	174	
● Quantité de graisse	157	
● Facteurs de vitesse	152	

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 70

Diamètre Alésage 80-200 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_c	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r1 (min)	C_c (Dyn.)	C_a (Stat.)						Graisse	Huile
7016C	80	125	22	1,1	0,6	58,5	55,5	34,5	15,7	24,7	0,855	○	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1,1	0,6	55,5	52,5	41,0	—	34,9	0,880	○	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1,1	0,6	53,5	50,5	31,5	—	40,6	0,864	○	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1,1	0,6	60,0	58,5	38,0	15,9	25,4	0,898	○	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1,1	0,6	57,0	55,5	43,0	—	36,1	0,904	○	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1,1	0,6	54,5	53,5	33,0	—	42,0	0,907	○	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1,5	1,0	71,5	69,0	44,5	15,7	27,4	1,160	○	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1,5	1,0	68,0	65,5	52,0	—	38,8	1,170	○	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1,5	1,0	65,0	63,5	40,5	—	45,2	1,180	○	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1,5	1,0	73,5	73,0	47,0	15,9	28,1	1,210	○	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1,5	1,0	69,5	69,5	52,5	—	40,0	1,410	○	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1,5	1,0	67,0	67,0	40,5	—	46,6	1,230	○	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1,5	1,0	75,5	77,0	49,0	16,0	28,7	1,270	○	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1,5	1,0	71,0	73,5	57,5	—	41,1	1,450	○	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1,5	1,0	68,5	70,5	44,5	—	48,1	1,280	○	6 000	8 000
7021C	105	160	26	2,0	1,0	88,0	89,5	57,0	15,9	30,7	1,580	—	8 700	13 300
7021A5	105	160	26	2,0	1,0	83,5	85,0	66,5	—	43,9	1,820	—	7 600	11 400
7021A	105	160	26	2,0	1,0	80,0	81,5	51,0	—	51,2	1,600	—	5 700	7 600
7022C	110	170	28	2,0	1,0	106,0	104,0	68,5	15,6	32,7	1,940	—	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2,0	1,0	100,0	99,0	79,5	—	46,6	2,260	—	7 200	10 800
7022A	110	170	28	2,0	1,0	96,5	95,5	61,0	—	54,4	1,960	—	5 400	7 200
7024C	120	180	28	2,0	1,0	112,0	117,0	75,5	15,8	34,1	2,090	—	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2,0	1,0	106,0	111,0	87,5	—	49,0	2,430	—	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2,0	1,0	102,0	107,0	67,5	—	57,3	2,120	—	5 000	6 700

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de vitesses limites sont à multiplier par 1,25 par rapport à un roulement à billes en acier.

Séries 70 (suite)

Pour informations complémentaires :		Page
● Charge dynamique équivalente		121
● Charge statique équivalente		128
● Précharge et rigidité		134
● Dimensions épaulement et rayon		168
● Position de la buse de lubrification		174
● Quantité de graisse		157
● Facteurs de vitesse		152

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r_i (min)	r_o (min)	C_d (Dyn.)	C_o (Stat.)						Graisse	Huile
7026C	130	200	33	2,0	1,0	129	137	86,0	15,9	38,6	3,220	—	7 000	10 700
7026A5	130	200	33	2,0	1,0	122	130	99,5	—	55,0	3,660	—	6 100	9 100
7026A	130	200	33	2,0	1,0	117	125	76,5	—	64,1	3,260	—	4 600	6 100
7028C	140	210	33	2,0	1,0	132	145	90,0	16,0	39,9	3,410	—	6 600	10 000
7028A5	140	210	33	2,0	1,0	125	138	104,0	—	57,3	3,870	—	5 800	8 600
7028A	140	210	33	2,0	1,0	120	133	80,5	—	67,0	3,440	—	4 300	5 800
7030C	150	225	35	2,1	1,1	151	168	105,0	16,0	42,6	4,150	—	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2,1	1,1	143	160	123,0	—	61,2	4,690	—	5 400	8 000
7030A	150	225	35	2,1	1,1	137	154	95,0	—	71,6	4,190	—	4 000	5 400
7032C	160	240	38	2,1	1,1	171	193	118,0	16,0	45,8	5,110	—	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2,1	1,1	162	183	138,0	—	65,6	5,710	—	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2,1	1,1	155	176	106,0	—	76,7	5,160	—	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2,1	1,1	205	234	149,0	15,9	49,8	6,880	—	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2,1	1,1	193	223	168,0	—	71,1	7,830	—	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2,1	1,1	186	214	129,0	—	83,1	6,940	—	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2,1	1,1	228	276	175,0	15,8	53,8	10,400	—	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2,1	1,1	216	262	195,0	—	76,6	10,400	—	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2,1	1,1	207	252	151,0	—	89,4	9,270	—	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2,1	1,1	247	305	192,0	15,9	55,2	11,200	—	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2,1	1,1	233	291	222,0	—	79,0	11,200	—	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2,1	1,1	224	280	172,0	—	92,3	11,300	—	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2,1	1,1	265	340	213,0	15,9	59,7	13,600	—	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2,1	1,1	250	325	245,0	—	85,0	13,700	—	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2,1	1,1	240	310	190,0	—	99,1	13,700	—	3 000	4 000

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

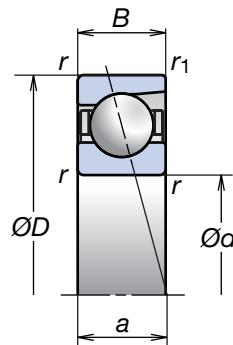
Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 72

Diamètre Alésage 10-105 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mm)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C_r (Dyn.)	C_{α} (Stat.)					Graisse	Huile
7200C	10	30	9	0,6	0,3	5,40	2,61	2,16	13,2	7,2	0,032	57 500	87 500
7200A5	10	30	9	0,6	0,3	5,20	2,51	2,49	—	9,2	0,031	50 000	75 000
7200A	10	30	9	0,6	0,3	5,05	2,44	1,92	—	10,3	0,032	37 500	50 000
7201C	12	32	10	0,6	0,3	7,90	3,85	3,45	12,5	7,9	0,036	52 300	79 600
7201A5	12	32	10	0,6	0,3	7,65	3,70	3,55	—	10,1	0,036	45 500	68 200
7201A	12	32	10	0,6	0,3	7,45	3,65	2,72	—	11,4	0,030	34 100	45 500
7202C	15	35	11	0,6	0,3	8,65	4,55	3,85	13,2	8,8	0,045	46 000	70 000
7202A5	15	35	11	0,6	0,3	8,35	4,35	3,95	—	11,3	0,044	40 000	60 000
7202A	15	35	11	0,6	0,3	8,10	4,25	3,00	—	12,7	0,045	30 000	40 000
7203C	17	40	12	0,6	0,3	10,90	5,85	4,85	13,3	9,8	0,065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0,6	0,3	10,40	5,60	5,30	—	12,6	0,064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0,6	0,3	10,10	5,45	4,05	—	14,2	0,065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1,0	0,6	14,60	8,05	6,30	13,3	11,5	0,103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1,0	0,6	14,00	7,75	7,40	—	14,8	0,102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1,0	0,6	13,60	7,55	5,75	—	16,7	0,104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1,0	0,6	16,60	10,20	7,50	14,0	12,7	0,127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1,0	0,6	15,90	9,80	9,05	—	16,5	0,130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1,0	0,6	15,40	9,45	6,95	—	18,6	0,129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1,0	0,6	23,00	14,70	10,30	13,9	14,2	0,194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1,0	0,6	22,10	14,10	12,00	—	18,7	0,194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1,0	0,6	21,30	13,60	9,20	—	21,3	0,197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1,1	0,6	30,50	19,90	14,40	13,9	15,7	0,280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1,1	0,6	29,10	19,10	16,60	—	21,0	0,277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1,1	0,6	28,20	18,50	12,70	—	23,9	0,284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1,1	0,6	36,50	25,20	17,60	14,1	17,0	0,366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1,1	0,6	34,50	24,10	20,60	—	23,0	0,362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1,1	0,6	33,50	23,30	15,80	—	26,3	0,370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1,1	0,6	41,00	28,80	19,60	14,2	18,2	0,406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1,1	0,6	39,00	27,60	23,30	—	24,7	0,402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1,1	0,6	37,50	26,70	18,00	—	28,3	0,410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1,1	0,6	43,00	31,50	21,10	14,5	19,4	0,457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1,1	0,6	41,00	30,50	25,20	—	26,3	0,453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1,1	0,6	39,50	29,30	19,40	—	30,2	0,462	10 800	14 300

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

Séries 72 (suite)

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)	Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r (min)						Graisse	Huile
7211C	55	100	21	1,5	1,0	53,0	40,0	27,6	14,5	20,9	0,601	14 900
7211A5	55	100	21	1,5	1,0	50,5	38,0	32,5	—	28,6	0,596	13 000
7211A	55	100	21	1,5	1,0	49,0	37,0	25,0	—	32,9	0,609	9 700
7212C	60	110	22	1,5	1,0	64,0	49,0	34,0	14,4	22,4	0,780	13 600
7212A5	60	110	22	1,5	1,0	61,0	47,0	40,0	—	30,8	0,773	11 800
7212A	60	110	22	1,5	1,0	59,0	45,5	30,5	—	35,5	0,789	8 900
7213C	65	120	23	1,5	1,0	73,0	58,5	40,0	14,6	23,9	1,010	12 500
7213A5	65	120	23	1,5	1,0	69,5	56,0	46,5	—	33,1	1,000	10 900
7213A	65	120	23	1,5	1,0	67,5	54,0	36,0	—	38,2	1,020	8 200
7214C	70	125	24	1,5	1,0	79,5	64,5	43,0	14,6	25,1	1,090	11 800
7214A5	70	125	24	1,5	1,0	76,0	61,5	49,5	—	34,7	1,080	10 300
7214A	70	125	24	1,5	1,0	73,0	59,5	38,0	—	40,1	1,100	7 700
7215C	75	130	25	1,5	1,0	83,0	70,0	46,0	14,8	26,2	1,190	11 300
7215A5	75	130	25	1,5	1,0	79,0	66,5	53,0	—	36,4	1,180	9 800
7215A	75	130	25	1,5	1,0	76,0	64,5	40,5	—	42,1	1,200	7 400
7216C	80	140	26	2,0	1,0	93,0	77,5	54,5	14,7	27,7	1,430	10 500
7216A5	80	140	26	2,0	1,0	88,5	74,0	62,0	—	38,6	1,420	9 100
7216A	80	140	26	2,0	1,0	85,5	71,5	47,5	—	44,8	1,450	6 900
7217C	85	150	28	2,0	1,0	107,0	90,5	60,5	14,7	29,7	1,790	9 800
7217A5	85	150	28	2,0	1,0	102,0	86,5	70,0	—	41,4	1,790	8 600
7217A	85	150	28	2,0	1,0	98,5	83,5	53,5	—	47,9	1,800	6 400
7218C	90	160	30	2,0	1,0	123,0	105,0	72,0	14,6	31,7	2,200	9 200
7218A5	90	160	30	2,0	1,0	117,0	100,0	83,5	—	44,1	2,310	8 000
7218A	90	160	30	2,0	1,0	113,0	96,5	64,5	—	51,1	2,230	6 000
7219C	95	170	32	2,1	1,1	133,0	112,0	76,0	14,6	33,7	2,640	8 700
7219A5	95	170	32	2,1	1,1	127,0	107,0	87,0	—	46,9	2,630	7 600
7219A	95	170	32	2,1	1,1	122,0	103,0	67,0	—	54,2	2,670	5 700
7220C	100	180	34	2,1	1,1	149,0	127,0	88,5	14,5	35,7	3,180	8 300
7220A5	100	180	34	2,1	1,1	142,0	121,0	103,0	—	49,6	3,160	7 200
7220A	100	180	34	2,1	1,1	137,0	117,0	79,5	—	57,4	3,210	5 400
7221C	105	190	36	2,1	1,1	162,0	143,0	97,5	14,5	37,7	3,780	7 800
7221A5	105	190	36	2,1	1,1	155,0	137,0	111,0	—	52,4	3,770	6 800
7221A	105	190	36	2,1	1,1	150,0	132,0	85,0	—	60,6	3,820	5 100
												6 800

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

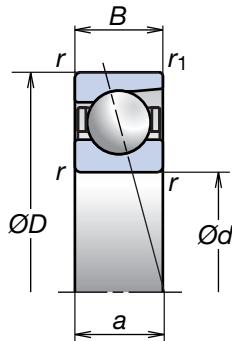
Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Position de la buse de lubrification	174
● Quantité de graisse	157
● Facteurs de vitesse	152

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision (Séries Standard)

Séries 72

Diamètre Alésage 110-150 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Facteur f_0	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r1 (min)	C_r (Dyn.)	C_α (Stat.)					Graisse	Huile
7222C	110	200	38	2,1	1,1	176	160	108,0	14,5	39,8	4,450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2,1	1,1	168	153	126,0	—	55,1	4,450	6 500	9 700
7222A	110	200	38	2,1	1,1	162	148	97,0	—	63,7	4,490	4 900	6 500
7224C	120	215	40	2,1	1,1	199	192	132,0	14,6	42,4	5,420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2,1	1,1	189	184	150,0	—	59,1	5,420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2,1	1,1	183	177	116,0	—	68,3	5,450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3,0	1,1	206	209	144,0	14,9	44,1	6,230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3,0	1,1	196	199	163,0	—	62,0	6,220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3,0	1,1	189	193	127,0	—	72,0	6,280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3,0	1,1	238	254	172,0	14,8	47,1	7,910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3,0	1,1	226	242	194,0	—	66,5	7,910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3,0	1,1	218	234	150,0	—	77,3	7,970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3,0	1,1	270	305	205,0	14,7	50,6	11,100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3,0	1,1	258	290	231,0	—	71,5	11,100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3,0	1,1	248	280	179,0	—	83,1	11,200	3 600	4 800

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Références Roulement avec un suffixe "C": angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A5": angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Références Roulement avec un suffixe "A": angle de contact nominal $\alpha=30^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Caractéristiques

Conception Optimisée

Le concept Robust a été réalisé grâce à la Technologie Analytique NSK.

Conception optimisée réalisée par la simulation sur ordinateur de l'élévation de la température résultant de l'analyse du mouvement des billes.

Longue Durée de Vie

L'acier SHX offre des résistances supérieures à la température et à l'usure.

Les mesures de durée de vie tiennent compte de la limite au grippage sous basse lubrification et des conditions de fonctionnement à haute vitesse.

Haute Précision

Les matériaux des éléments roulants peuvent être déterminés en fonction de l'application.

Billes céramique utilisées en séries Robust.

Séries P2 de très haute précision également disponibles.

L'expérience et le savoir-faire NSK pour un haut niveau de précision.

Haute Vitesse

Cage conçue pour applications haute vitesse.

Les avantages des cages en résine, (légèreté, haute résistance à la chaleur et forte rigidité), les rendent indispensables pour les applications à haute vitesse.

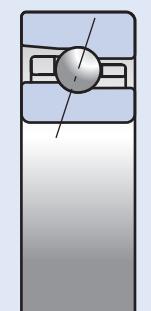
Faible Bruit

Broche à haute vitesse plus silencieuse avec le système de lubrification Spinshot™.

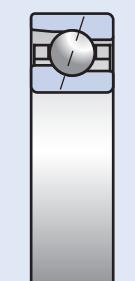
Élimine le bruit provoqué par l'air comprimé des systèmes de lubrification air-huile.

Séries Dimensionnelles

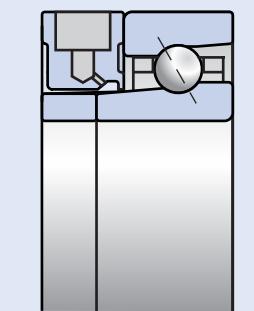
Fig. 1.4



BNR10
BER10

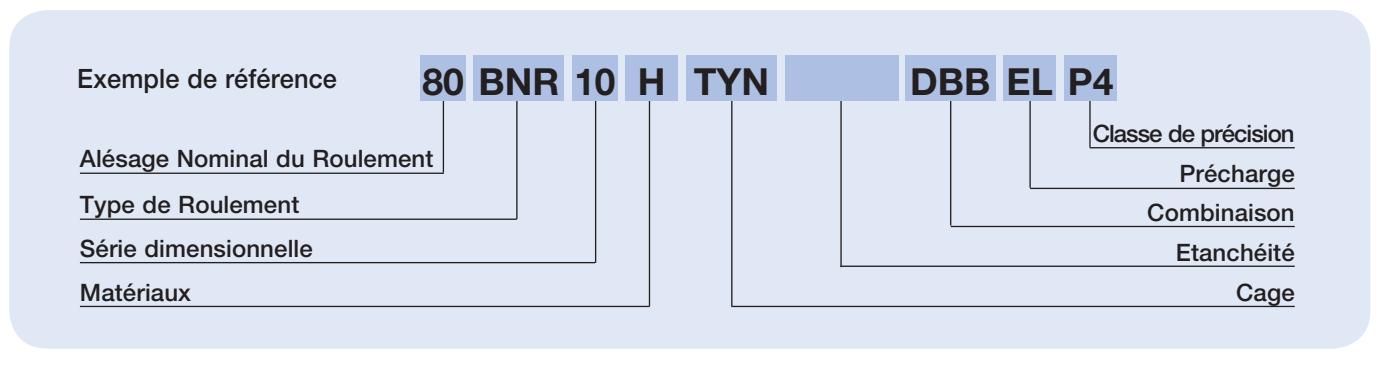


BNR19
BER19



Spinshot™ II
(Type XE)

Désignation des Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)



				Référence
80	Alésage	Diamètre d'Alésage (mm)		60-69
BNR	Type	BNR : angle de contact 18° ; BER : angle de contact 25°		38-39, 44
10	Série Dimensionnelle	10 = séries ISO 10 19 = séries ISO 19		38-39, 58
H	Matériaux	Type	Matériaux	
			Bagues	Eléments Roulants
		S	Acier à roulement (SUJ2)	Acier à roulement (SUJ2)
		H	Acier à roulement (SUJ2)	Céramique (Si_3N_4)
		X	Acier Haute Température (SHX)	Céramique (Si_3N_4)
		XE(Spinshot™II)	Acier Haute Température (SHX)	Céramique (Si_3N_4)
TYN	Cage	TYN : cage polyamide centrée sur les billes; vitesse limite $d_{in} = 1.400.000$; température limite en continu = 120°C T : cage phénolique centrée sur la bague extérieure; température limite en continu = 120°C		16-17
	Etanchéité	Pas de symbole : type ouvert V1V : joints sans contact (')		28
DBB	Combinaison	SU : Simple Universel DU : Duplex Universel DB : montage Dos à Dos DF : montage Face à Face DT : montage en Tandem DBD, DFD, DTD, DUD : montage triplète DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU : montage quadruplette		38-39, 130-133
EL	Précharge	EL : extra légère, L : légère, M : moyenne, H : forte CP : spéciale, CA : jeu axial spécial		38-39, 134-142, 143-146
P4	Précision	P2 : ISO Classe 2, P4 : ISO Classe 4, P5 : ISO Classe 5 P3 : Classe spéciale (Précision dimensionnelle : ISO Classe 4; Précision de rotation: ISO Classe 2) P4Y : Précision spéciale (Diamètre d'alésage et diamètre extérieur exclusivité NSK. Autres ISO Classe 4)		133, 158-161

(¹) Les roulements à billes étanches à contact oblique sont en standard avec montage SU et ISO classe 3.

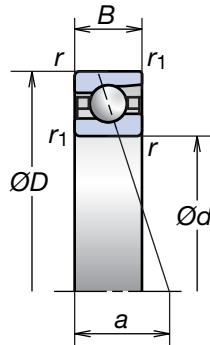
Roulements à billes étanches à contact oblique, séries correspondantes BNR19, BER19, BNR10, BER10 : Diamètre Alésage=Ø30-100mm

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BNR 19 Séries BER 19

Diamètre Alésage 25-80 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible() (kN)	Pt. application de la charge (mm)	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites() (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dyn.)	C _o (Stat.)					Graisse	Huile
25BNR19S	25	42	9	0,3	0,15	5,95	3,50	4,95	9,9	0,042	—	41 800	59 800
25BNR19H	25	42	9	0,3	0,15			3,25		0,038	—	53 800	83 600
25BNR19X	25	42	9	0,3	0,15					0,038	—	62 700	98 600
25BER19S	25	42	9	0,3	0,15	5,70	3,40	5,90	12,3	0,042	—	35 900	50 800
25BER19H	25	42	9	0,3	0,15			3,95		0,038	—	47 800	74 700
25BER19X	25	42	9	0,3	0,15					0,038	—	56 800	89 600
30BNR19S	30	47	9	0,3	0,15	6,30	4,05	5,75	10,8	0,048	○	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0,3	0,15			3,80		0,043	○	46 800	72 800
30BNR19X	30	47	9	0,3	0,15					0,043	○	54 600	85 800
30BER19S	30	47	9	0,3	0,15	6,00	3,90	6,80	13,5	0,048	○	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0,3	0,15			4,60		0,043	○	41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0,3	0,15					0,043	○	49 400	78 000
35BNR19S	35	55	10	0,6	0,30	9,20	6,00	8,55	12,3	0,072	○	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0,6	0,30			5,60		0,063	○	40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0,6	0,30					0,063	○	46 700	73 400
35BER19S	35	55	10	0,6	0,30	8,80	5,75	10,00	15,5	0,072	○	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0,6	0,30			6,80		0,063	○	35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0,6	0,30					0,063	○	42 300	66 700
40BNR19S	40	62	12	0,6	0,30	11,50	7,65	10,80	14,3	0,105	○	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0,6	0,30			7,10		0,092	○	35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0,6	0,30					0,092	○	41 200	64 800
40BER19S	40	62	12	0,6	0,30	11,00	7,35	12,80	17,9	0,105	○	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0,6	0,30			8,65		0,092	○	31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0,6	0,30					0,092	○	37 300	58 900
45BNR19S	45	68	12	0,6	0,30	12,10	8,70	12,40	15,2	0,125	○	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0,6	0,30			8,10		0,111	○	31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0,6	0,30					0,111	○	37 200	58 500
45BER19S	45	68	12	0,6	0,30	11,60	8,35	14,60	19,2	0,125	○	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0,6	0,30			9,85		0,111	○	28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0,6	0,30					0,111	○	33 700	53 100
50BNR19S	50	72	12	0,6	0,30	12,80	9,75	13,90	15,9	0,127	○	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0,6	0,30			9,10		0,111	○	29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0,6	0,30					0,111	○	34 500	54 100
50BER19S	50	72	12	0,6	0,30	12,3	9,35	16,30	20,2	0,127	○	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0,6	0,30			11,00		0,111	○	26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0,6	0,30					0,111	○	31 200	49 200

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Séries BNR 19 (suite) Séries BER 19

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r _i (min)	C _t (Dyn.)	C _o (Stat.)					Graisse	Huile
55BNR19S	55	80	13	1,0	0,6	14,4	11,4	16,2	17,5	0,178	○	20 800	29 700
55BNR19H	55	80	13	1,0	0,6			10,6		0,158	○	26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1,0	0,6			16,1		0,158	○	31 200	48 900
55BER19S	55	80	13	1,0	0,6	13,8	10,9	22,2	22,2	0,178	○	17 800	25 200
55BER19H	55	80	13	1,0	0,6			12,9		0,158	○	23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1,0	0,6			17,1		0,158	○	28 200	44 500
60BNR19S	60	85	13	1,0	0,6	14,6	12,0	18,3	18,3	0,190	○	19 400	27 600
60BNR19H	60	85	13	1,0	0,6			11,2		0,170	○	24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1,0	0,6			20,1		0,170	○	29 000	45 600
60BER19S	60	85	13	1,0	0,6	14,0	11,5	23,4	23,4	0,190	○	16 600	23 500
60BER19H	60	85	13	1,0	0,6			13,6		0,170	○	22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1,0	0,6			18,7		0,170	○	26 300	41 400
65BNR19S	65	90	13	1,0	0,6	15,2	13,2	19,1	19,1	0,204	○	18 100	25 900
65BNR19H	65	90	13	1,0	0,6			12,3		0,181	○	23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1,0	0,6			22,1		0,181	○	27 100	42 600
65BER19S	65	90	13	1,0	0,6	14,5	12,6	24,6	24,6	0,204	○	15 500	22 000
65BER19H	65	90	13	1,0	0,6			14,9		0,181	○	20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1,0	0,6			26,1		0,181	○	24 600	38 800
70BNR19S	70	100	16	1,0	0,6	21,3	18,1	21,8	21,8	0,328	○	16 500	23 600
70BNR19H	70	100	16	1,0	0,6			17,1		0,292	○	21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1,0	0,6			30,5		0,292	○	24 800	38 900
70BER19S	70	100	16	1,0	0,6	20,4	17,3	27,8	27,8	0,328	○	14 200	20 000
70BER19H	70	100	16	1,0	0,6			20,7		0,292	○	18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1,0	0,6			27,5		0,292	○	22 400	35 300
75BNR19S	75	105	16	1,0	0,6	21,6	19,0	22,6	22,6	0,348	○	15 600	22 300
75BNR19H	75	105	16	1,0	0,6			18,0		0,310	○	20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1,0	0,6			32,5		0,310	○	23 400	36 700
75BER19S	75	105	16	1,0	0,6	20,7	18,2	29,0	29,0	0,348	○	13 400	18 900
75BER19H	75	105	16	1,0	0,6			21,7		0,310	○	17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1,0	0,6			28,9		0,310	○	21 200	33 400
80BNR19S	80	110	16	1,0	0,6	22,0	19,9	23,4	23,4	0,366	○	14 800	21 100
80BNR19H	80	110	16	1,0	0,6			18,9		0,326	○	19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1,0	0,6			34,0		0,326	○	22 200	34 800
80BER19S	80	110	16	1,0	0,6	21,0	19,1	30,1	30,1	0,366	○	12 700	17 900
80BER19H	80	110	16	1,0	0,6			22,8		0,326	○	16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1,0	0,6			34,0		0,326	○	20 000	31 600

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

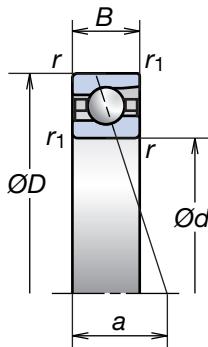
Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Position de la buse de lubrification	174
● Quantité de graisse	157
● Facteurs de vitesse	152

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BNR 19 Séries BER 19

Diamètre Alésage 85-150 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dyn.)	C _s (Stat.)					Graisse	Huile
85BNR19S	85	120	18	1,1	0,6	29,4	26,3	38,0	25,7	0,527	○	13 700	19 600
85BNR19H	85	120	18	1,1	0,6					0,456	○	17 600	27 400
85BNR19X	85	120	18	1,1	0,6					0,456	○	20 500	32 200
85BER19S	85	120	18	1,1	0,6	28,1	25,2	35,5	32,9	0,527	○	11 800	16 600
85BER19H	85	120	18	1,1	0,6					0,456	○	15 700	24 400
85BER19X	85	120	18	1,1	0,6					0,456	○	18 600	29 300
90BNR19S	90	125	18	1,1	0,6	31,5	29,7	43,0	26,5	0,552	○	13 100	18 700
90BNR19H	90	125	18	1,1	0,6					0,480	○	16 800	26 100
90BNR19X	90	125	18	1,1	0,6					0,480	○	19 600	30 700
90BER19S	90	125	18	1,1	0,6	30,0	28,5	50,5	34,1	0,552	○	11 200	15 900
90BER19H	90	125	18	1,1	0,6					0,480	○	14 900	23 300
90BER19X	90	125	18	1,1	0,6					0,480	○	17 700	28 000
95BNR19S	95	130	18	1,1	0,6	32,0	31,0	50,0	28,3	0,571	○	12 500	17 800
95BNR19H	95	130	18	1,1	0,6					0,497	○	16 000	24 900
95BNR19X	95	130	18	1,1	0,6					0,497	○	18 700	29 400
95BER19S	95	130	18	1,1	0,6	30,5	29,7	58,5	36,7	0,571	○	10 700	15 200
95BER19H	95	130	18	1,1	0,6					0,497	○	14 300	22 300
95BER19X	95	130	18	1,1	0,6					0,497	○	16 900	26 700
100BNR19S	100	140	20	1,1	0,6	38,0	35,0	50,5	29,5	0,571	○	11 700	16 700
100BNR19H	100	140	20	1,1	0,6					0,497	○	15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1,1	0,6					0,497	○	17 500	27 500
100BER19S	100	140	20	1,1	0,6	36,0	33,5	59,5	38,0	0,770	○	10 000	14 200
100BER19H	100	140	20	1,1	0,6					0,673	○	13 400	20 900
100BER19X	100	140	20	1,1	0,6					0,673	○	15 900	25 000
105BNR19S	105	145	20	1,1	0,6	38,5	36,5	53,0	31,5	0,795	-	11 200	16 000
105BNR19H	105	145	20	1,1	0,6					0,693	-	14 400	22 400
105BNR19X	105	145	20	1,1	0,6					0,693	-	16 800	26 400
105BER19S	105	145	20	1,1	0,6	37,0	35,0	62,0	40,9	0,795	-	9 600	13 600
105BER19H	105	145	20	1,1	0,6					0,693	-	12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1,1	0,6					0,693	-	15 200	24 000

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$
Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Séries BNR 19 (suite) Séries BER 19

Pour informations complémentaires :		Page
● Charge dynamique équivalente		121
● Charge statique équivalente		128
● Précharge et rigidité		134
● Dimensions épaulement et rayon		168
● Position de la buse de lubrification		174
● Quantité de graisse		157
● Facteurs de vitesse		152

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r _i (min)	C _a (Dyn.)	C _o (Stat.)					Graisse	Huile
110BNR19S	110	150	20	1,1	0,6	39,0	38,0	55,5	31,1	0,838	—	10 800	15 400
110BNR19H	110	150	20	1,1	0,6			42,0		0,733	—	13 900	21 600
110BNR19X	110	150	20	1,1	0,6			65,0		0,733	—	16 200	25 400
110BER19S	110	150	20	1,1	0,6	37,5	36,5	37,5	40,3	0,838	—	9 300	13 100
110BER19H	110	150	20	1,1	0,6			44,0		0,733	—	12 400	19 300
110BER19X	110	150	20	1,1	0,6			65,0		0,733	—	14 700	23 100
120BNR19S	120	165	22	1,1	0,6	54,0	52,0	75,0	34,2	1,124	—	9 900	14 100
120BNR19H	120	165	22	1,1	0,6			49,0		0,949	—	12 700	19 700
120BNR19X	120	165	22	1,1	0,6			88,0		0,949	—	14 800	23 200
120BER19S	120	165	22	1,1	0,6	51,5	50,0	51,5	44,2	1,124	—	8 500	12 000
120BER19H	120	165	22	1,1	0,6			59,5		0,949	—	11 300	17 600
120BER19X	120	165	22	1,1	0,6			88,0		0,949	—	13 400	21 100
130BNR19S	130	180	24	1,5	1,0	59,5	58,5	85,0	37,2	1,477	—	9 100	13 000
130BNR19H	130	180	24	1,5	1,0			56,0		1,265	—	11 700	18 100
130BER19S	130	180	24	1,5	1,0	57,0	56,5	100,0	48,1	1,477	—	7 800	11 000
130BER19H	130	180	24	1,5	1,0			67,5		1,265	—	10 400	16 200
140BNR19S	140	190	24	1,5	1,0	60,0	61,5	89,5	38,8	1,567	—	8 500	12 200
140BNR19H	140	190	24	1,5	1,0			58,5		1,353	—	11 000	17 000
140BER19S	140	190	24	1,5	1,0	57,5	59,0	105,0	50,5	1,567	—	7 300	10 400
140BER19H	140	190	24	1,5	1,0			70,5		1,353	—	9 700	15 200
150BNR19S	150	210	28	2,0	1,0	77,0	78,5	114,0	43,2	2,459	—	7 800	11 200
150BNR19H	150	210	28	2,0	1,0			75,0		2,139	—	10 000	15 600
150BER19S	150	210	28	2,0	1,0	73,5	75,5	134,0	55,9	2,459	—	6 700	9 500
150BER19H	150	210	28	2,0	1,0			90,5		2,139	—	8 900	13 900

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

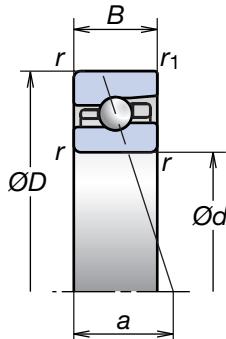
Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BNR 10 Séries BER 10

Diamètre Alésage 30-80 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dyn.)	C _o (Stat.)					Graisse	Huile
30BNR10S	30	55	13	1,0	0,6	8,65	5,75	8,20	13,3	0,124	○	33 000	47 100
30BNR10H	30	55	13	1,0	0,6			5,35		0,116	○	42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1,0	0,6			9,65		0,116	○	49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1,0	0,6	8,30	5,50	16,3	16,3	0,124	○	28 300	40 000
30BER10H	30	55	13	1,0	0,6			6,50		0,116	○	37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1,0	0,6			10,20		0,116	○	44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1,0	0,6	10,10	7,10	14,8	14,8	0,164	○	28 900	41 300
35BNR10H	35	62	14	1,0	0,6			6,70		0,154	○	37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1,0	0,6			12,00		0,154	○	43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1,0	0,6	9,70	6,85	18,2	18,2	0,164	○	24 800	35 100
35BER10H	35	62	14	1,0	0,6			8,10		0,154	○	33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1,0	0,6			11,50		0,154	○	39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1,0	0,6	10,60	7,95	16,2	16,2	0,204	○	26 000	37 100
40BNR10H	40	68	15	1,0	0,6			7,50		0,193	○	33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1,0	0,6			13,50		0,193	○	38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1,0	0,6	10,10	7,65	19,9	19,9	0,204	○	22 300	31 500
40BER10H	40	68	15	1,0	0,6			9,10		0,193	○	29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1,0	0,6			12,70		0,193	○	35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1,0	0,6	11,70	9,00	17,6	17,6	0,259	○	23 400	33 400
45BNR10H	45	75	16	1,0	0,6			8,35		0,246	○	30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1,0	0,6			15,00		0,246	○	35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1,0	0,6	11,20	8,60	21,8	21,8	0,259	○	20 000	28 400
45BER10H	45	75	16	1,0	0,6			10,10		0,246	○	26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1,0	0,6			14,00		0,246	○	31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1,0	0,6	12,20	9,90	18,4	18,4	0,281	○	21 600	30 800
50BNR10H	50	80	16	1,0	0,6			9,20		0,266	○	27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1,0	0,6			16,50		0,266	○	32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1,0	0,6	11,60	9,50	23,0	23,0	0,281	○	18 500	26 200
50BER10H	50	80	16	1,0	0,6			11,10		0,266	○	24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1,0	0,6			14,00		0,266	○	29 300	46 200

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Séries BNR 10 Séries BER 10 (suite)

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mm)		
	d	D	B	r _i (min)	r _o (min)	C _r (Dyn.)	C _e (Stat.)					Graisse	Huile	
55BNR10S	55	90	18	1,1	0,6	15,1	12,5	17,8	20,6	0,414	○	19 400	27 600	
55BNR10H	55	90	18	1,1	0,6			11,7		0,393	○	24 900	38 700	
55BNR10X	55	90	18	1,1	0,6			0,393		○	29 000	45 600		
55BER10S	55	90	18	1,1	0,6	14,4	12,0	21,0	25,7	0,414	○	16 600	23 500	
55BER10H	55	90	18	1,1	0,6			14,1		0,393	○	22 100	34 500	
55BER10X	55	90	18	1,1	0,6					0,393	○	26 300	41 400	
60BNR10S	60	95	18	1,1	0,6	15,6	13,7	19,5	21,5	0,443	○	18 100	25 900	
60BNR10H	60	95	18	1,1	0,6			12,8		0,419	○	23 300	36 200	
60BNR10X	60	95	18	1,1	0,6					0,419	○	27 100	42 600	
60BER10S	60	95	18	1,1	0,6	15,0	13,1	22,9	26,9	0,443	○	15 500	22 000	
60BER10H	60	95	18	1,1	0,6			15,5		0,419	○	20 700	32 300	
60BER10X	60	95	18	1,1	0,6					0,419	○	24 600	38 800	
65BNR10S	65	100	18	1,1	0,6	16,2	14,8	21,1	22,3	0,472	○	17 000	24 300	
65BNR10H	65	100	18	1,1	0,6			13,9		0,447	○	21 900	34 000	
65BNR10X	65	100	18	1,1	0,6					0,447	○	25 500	40 000	
65BER10S	65	100	18	1,1	0,6	15,5	14,2	24,9	28,0	0,472	○	14 600	20 700	
65BER10H	65	100	18	1,1	0,6			16,8		0,447	○	19 400	30 400	
65BER10X	65	100	18	1,1	0,6					0,447	○	23 100	36 400	
70BNR10S	70	110	20	1,1	0,6	22,3	19,8	28,6	24,5	0,645	○	15 600	22 300	
70BNR10H	70	110	20	1,1	0,6			18,8		0,605	○	20 000	31 200	
70BNR10X	70	110	20	1,1	0,6					0,605	○	23 400	36 700	
70BER10S	70	110	20	1,1	0,6	21,3	18,9	33,5	30,8	0,645	○	13 400	18 900	
70BER10H	70	110	20	1,1	0,6			22,6		0,605	○	17 800	27 800	
70BER10X	70	110	20	1,1	0,6					0,605	○	21 200	33 400	
75BNR10S	75	115	20	1,1	0,6	22,6	20,7	30,0	25,3	0,679	○	14 800	21 100	
75BNR10H	75	115	20	1,1	0,6			19,7		0,638	○	19 000	29 500	
75BNR10X	75	115	20	1,1	0,6					0,638	○	22 200	34 800	
75BER10S	75	115	20	1,1	0,6	21,6	19,8	35,0	31,9	0,679	○	12 700	17 900	
75BER10H	75	115	20	1,1	0,6			23,7		0,638	○	16 900	26 400	
75BER10X	75	115	20	1,1	0,6					0,638	○	20 000	31 600	
80BNR10S	80	125	22	1,1	0,6	26,5	24,5	35,5	27,5	0,921	○	13 700	19 600	
80BNR10H	80	125	22	1,1	0,6			23,4		0,867	○	17 600	27 400	
80BNR10X	80	125	22	1,1	0,6					0,867	○	20 500	32 200	
80BER10S	80	125	22	1,1	0,6	25,3	23,5	42,0	34,6	0,921	○	11 800	16 600	
80BER10H	80	125	22	1,1	0,6			28,2		0,867	○	15 700	24 400	
80BER10X	80	125	22	1,1	0,6					0,867	○	18 600	29 300	

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$
Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

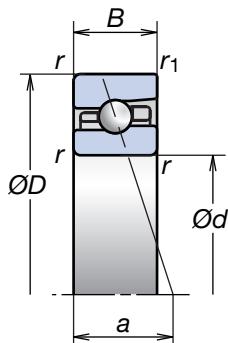
Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Position de la buse de lubrification	174
● Quantité de graisse	157
● Facteurs de vitesse	152

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BNR 10 Séries BER 10

Diamètre Alésage 85-150 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dyn.)	C _α (Stat.)					Graisse	Huile
85BNR10S	85	130	22	1,1	0,6	26,8	25,7	37,5	28,4	0,962	○	13 100	18 700
85BNR10H	85	130	22	1,1	0,6					0,906	○	16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1,1	0,6					0,906	○	19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1,1	0,6	25,6	24,6	43,5	36,1	0,962	○	11 200	15 900
85BER10H	85	130	22	1,1	0,6					0,906	○	14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1,1	0,6					0,906	○	17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1,5	1,0	35,0	33,0	48,0	30,7	1,241	○	12 200	17 400
90BNR10H	90	140	24	1,5	1,0					1,155	○	15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1,5	1,0					1,155	○	18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1,5	1,0	33,5	31,5	56,0	38,8	1,241	○	10 500	14 800
90BER10H	90	140	24	1,5	1,0					1,155	○	14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1,5	1,0					1,155	○	16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1,5	1,0	35,5	34,5	50,0	31,3	1,298	○	11 700	16 700
95BNR10H	95	145	24	1,5	1,0					1,209	○	15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1,5	1,0					1,209	○	17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1,5	1,0	34,0	33,0	58,5	39,7	1,298	○	10 000	14 200
95BER10H	95	145	24	1,5	1,0					1,209	○	13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1,5	1,0					1,209	○	15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1,5	1,0	36,0	36,0	52,0	32,3	1,245	○	11 200	16 000
100BNR10H	100	150	24	1,5	1,0					1,253	○	14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1,5	1,0					1,253	○	16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1,5	1,0	34,5	34,5	61,0	41,2	1,245	○	9 600	13 600
100BER10H	100	150	24	1,5	1,0					1,253	○	12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1,5	1,0					1,253	○	15 200	24 000
105BNR10S	105	160	26	2,0	1,0	41,0	41,0	59,5	34,5	1,698	–	10 600	15 100
105BNR10H	105	160	26	2,0	1,0					1,585	–	13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2,0	1,0					1,585	–	15 900	25 000
105BER10S	105	160	26	2,0	1,0	39,0	39,5	70,0	43,9	1,698	–	9 100	12 900
105BER10H	105	160	26	2,0	1,0					1,585	–	12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2,0	1,0					1,585	–	14 400	22 700

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Séries BNR 10 (suite) Séries BER 10

Pour informations complémentaires :		Page
● Charge dynamique équivalente		121
● Charge statique équivalente		128
● Précharge et rigidité		134
● Dimensions épaulement et rayon		168
● Position de la buse de lubrification		174
● Quantité de graisse		157
● Facteurs de vitesse		152

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Version Etanche	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r _i (min)	C _a (Dyn.)	C _a (Stat.)					Graisse	Huile
110BNR10S	110	170	28	2,0	1,0	46,0	47,0	68,0	36,7	2,133	—	10 000	14 300
110BNR10H	110	170	28	2,0	1,0			44,5		1,996	—	12 900	20 000
110BNR10X	110	170	28	2,0	1,0			79,5		1,996	—	15 000	23 600
110BER10S	110	170	28	2,0	1,0	44,0	45,0	46,7	46,7	2,133	—	8 600	12 200
110BER10H	110	170	28	2,0	1,0			54,0		1,996	—	11 500	17 900
110BER10X	110	170	28	2,0	1,0			73,5		1,996	—	13 600	21 500
120BNR10S	120	180	28	2,0	1,0	47,5	50,5	48,0	38,4	2,286	—	9 400	13 400
120BNR10H	120	180	28	2,0	1,0			86,0		2,139	—	12 000	18 700
120BNR10X	120	180	28	2,0	1,0			45,5		2,139	—	14 000	22 000
120BER10S	120	180	28	2,0	1,0	57,5	59,0	86,0	49,0	2,286	—	8 000	11 400
120BER10H	120	180	28	2,0	1,0			58,0		2,139	—	10 700	16 700
120BER10X	120	180	28	2,0	1,0			105,0		2,139	—	12 700	20 000
130BNR10S	130	200	33	2,0	1,0	60,0	61,5	89,5	43,0	3,408	—	8 500	12 200
130BNR10H	130	200	33	2,0	1,0			58,5		3,194	—	11 000	17 000
130BER10S	130	200	33	2,0	1,0			70,5		3,408	—	7 300	10 400
130BER10H	130	200	33	2,0	1,0	62,5	66,5	105,0	54,6	3,194	—	9 700	15 200
140BNR10S	140	210	33	2,0	1,0			97,0		3,647	—	8 000	11 500
140BNR10H	140	210	33	2,0	1,0			63,5		3,419	—	10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2,0	1,0	59,5	64,0	113,0	56,9	3,647	—	6 900	9 800
140BER10H	140	210	33	2,0	1,0			76,5		3,419	—	9 200	14 300
150BNR10S	150	225	35	2,1	1,0	73,5	78,0	114,0	47,6	4,405	—	7 500	10 700
150BNR10H	150	225	35	2,1	1,0			74,5		4,129	—	9 600	15 000
150BER10S	150	225	35	2,1	1,0			99,5		4,405	—	6 400	9 100
150BER10H	150	225	35	2,1	1,0	70,0	75,0	90,0	60,8	4,129	—	8 600	13 400

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

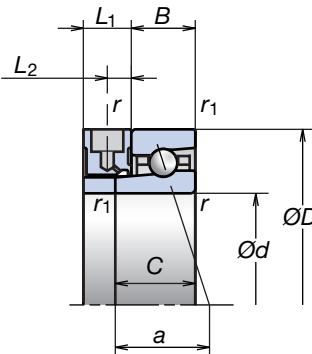
Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries Spinshot™ II)

Séries BNR 19XE Séries BER 19XE

Diamètre Alésage 40-110 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Dim. Entretoise Spinshot™ (mm)		Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la charge (mm) a	Masse (kg) approx	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	C	r (min)	r ₁ (min)	L ₁ (approx)	L ₂ (approx)	C _r (Dyn.)	C _a (Stat.)		Huile		
40BNR19XE	40	62	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,5	7,65	7,10	19,3	0,106	64 800
40BER19XE	40	62	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,0	7,35	8,65	22,9	0,106	58 900
45BNR19XE	45	68	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,1	8,70	8,10	20,2	0,128	58 500
45BER19XE	45	68	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,6	8,35	9,85	24,2	0,128	53 100
50BNR19XE	50	72	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,8	9,75	9,10	20,9	0,129	54 100
50BER19XE	50	72	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,3	9,35	11,00	25,2	0,129	49 200
55BNR19XE	55	80	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,4	11,40	10,60	22,5	0,182	48 900
55BER19XE	55	80	13	18	1,0	0,6	15	7,5	13,8	10,90	12,90	27,2	0,182	44 500
60BNR19XE	60	85	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,6	12,00	11,20	23,3	0,196	45 600
60BER19XE	60	85	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,0	11,50	13,60	28,4	0,196	41 400
65BNR19XE	65	90	13	18	1,0	0,6	15	7,5	15,2	13,20	12,30	24,1	0,209	42 600
65BER19XE	65	90	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,5	12,60	14,90	29,6	0,209	38 800
70BNR19XE	70	100	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,3	18,10	17,10	26,8	0,328	38 900
70BER19XE	70	100	16	21	1,0	0,6	15	7,5	20,4	17,30	20,70	32,8	0,328	35 300
75BNR19XE	75	105	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,6	19,00	18,00	27,6	0,348	36 700
75BER19XE	75	105	16	21	1,0	0,6	15	7,5	20,7	18,20	21,70	34,0	0,348	33 400
80BNR19XE	80	110	16	21	1,0	0,6	15	7,5	22,0	19,90	18,90	28,4	0,366	34 800
80BER19XE	80	110	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,0	19,10	22,80	35,1	0,366	31 600
85BNR19XE	85	120	18	23	1,1	0,6	15	7,5	29,4	26,30	24,80	30,7	0,506	32 200
85BER19XE	85	120	18	23	1,1	0,6	15	7,5	28,1	25,20	30,00	37,9	0,506	29 300
90BNR19XE	90	125	18	23	1,1	0,6	15	7,5	31,5	29,70	28,10	31,5	0,532	30 700
90BER19XE	90	125	18	23	1,1	0,6	15	7,5	30,0	28,50	34,00	39,1	0,532	28 000
95BNR19XE	95	130	18	23	1,1	0,6	15	7,5	35,5	34,50	32,50	33,3	0,589	29 400
95BER19XE	95	130	18	23	1,1	0,6	15	7,5	34,0	33,00	39,50	41,7	0,589	26 700
100BNR19XE	100	140	20	25	1,1	0,6	15	7,5	38,0	35,00	33,00	34,5	0,739	27 500
100BER19XE	100	140	20	25	1,1	0,6	15	7,5	36,0	33,50	40,00	43,0	0,739	25 000
105BNR19XE	105	145	20	25	1,1	0,6	15	7,5	41,0	41,00	39,00	36,5	0,758	26 400
105BER19XE	105	145	20	25	1,1	0,6	15	7,5	39,0	39,50	47,50	45,9	0,758	24 000
110BNR19XE	110	150	20	25	1,1	0,6	15	7,5	39,0	38,00	36,50	36,1	0,804	25 400
110BER19XE	110	150	20	25	1,1	0,6	15	7,5	37,5	36,50	44,00	45,3	0,804	23 100

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$

Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

Séries BNR 10XE Séries BER 10XE

Diamètre Alésage 40-110 mm

Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Facteurs de vitesse	152

Référence Roulement	Dimensions (mm)						Dim. Entretoise Spinshot™ (mm)		Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mm)
	d	D	B	C	r (min)	r _i (min)	L _i (approx)	L _i (approx)	C _r (Dyn.)	C _o (Stat.)				Huile
40BNR10XE	40	68	15	20	1,0	0,6	15	7,5	10,6	7,95	7,50	21,2	0,217	61 200
40BER10XE	40	68	15	20	1,0	0,6	15	7,5	10,1	7,65	9,10	24,9	0,217	55 600
45BNR10XE	45	75	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,7	9,00	8,35	22,6	0,273	55 000
45BER10XE	45	75	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,2	8,60	10,10	26,8	0,273	50 000
50BNR10XE	50	80	16	21	1,0	0,6	15	7,5	12,2	9,90	9,20	23,4	0,296	50 800
50BER10XE	50	80	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,6	9,50	11,10	28,0	0,296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,1	12,50	11,70	25,6	0,433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1,1	0,6	15	7,5	14,4	12,00	14,10	30,7	0,433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,6	13,70	12,80	26,5	0,463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,0	13,10	15,50	31,9	0,463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1,1	0,6	15	7,5	16,2	14,80	13,90	27,3	0,493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,5	14,20	16,80	33,0	0,493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1,1	0,6	15	7,5	22,3	19,80	18,80	29,5	0,660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1,1	0,6	15	7,5	21,3	18,90	22,60	35,8	0,660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1,1	0,6	15	7,5	22,6	20,70	19,70	30,3	0,697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1,1	0,6	15	7,5	21,6	19,80	23,70	36,9	0,697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1,1	0,6	15	7,5	26,5	24,50	23,40	32,5	0,939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1,1	0,6	15	7,5	25,3	23,50	28,20	39,6	0,939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1,1	0,6	15	7,5	26,8	25,70	24,50	33,4	0,988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1,1	0,6	15	7,5	25,6	24,60	29,50	41,1	0,988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1,5	1,0	15	7,5	35,0	33,00	31,50	35,7	1,250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1,5	1,0	15	7,5	33,5	31,50	38,00	43,8	1,250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1,5	1,0	15	7,5	35,5	34,50	32,50	36,3	1,300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1,5	1,0	15	7,5	34,0	33,00	39,50	44,7	1,300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1,5	1,0	15	7,5	36,0	36,00	34,00	37,3	1,359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1,5	1,0	15	7,5	34,5	34,50	41,00	46,2	1,359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2,0	1,0	15	7,5	41,0	41,00	39,00	39,5	1,707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2,0	1,0	15	7,5	39,0	39,50	47,50	48,9	1,707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2,0	1,0	15	7,5	46,0	47,00	44,50	41,7	2,139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2,0	1,0	15	7,5	44,0	45,00	54,00	51,7	2,139	21 500

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note: Roulement type BNR : angle de contact nominal $\alpha=18^\circ$
Roulement type BER : angle de contact nominal $\alpha=25^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR)

Caractéristiques

Conception Optimisée

Une cage centrée sur la bague extérieure est utilisée pour améliorer le processus de lubrification.

Le dégagement sur la bague intérieure favorise le flux du brouillard d'huile pour garantir un apport en huile stable.

Longue Durée de Vie

L'acier Spécial SHX (résistant aux hautes températures) et les billes en céramique améliorent la durée de vie. (Roulements de type X).

Montage Facile

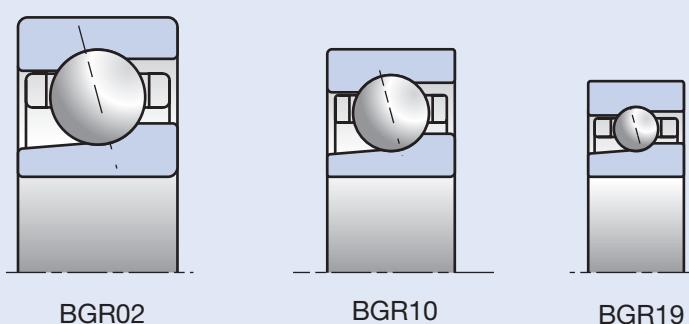
Le design de la bague intérieure non-séparable simplifie énormément les procédures de montage et de démontage. Appairage universel pour répondre aux demandes de la clientèle en matière de configuration de montage.

Haute Précision

Les Séries BGR sont en standard en précision ISO classe 2 (ABMA ABEC 9).

Séries Dimensionnelles

Fig.1.5



Désignation des Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR)

Exemple de référence

8 BGR 10 S T DU EL P2

Alésage Nominal du Roulement

Classe de précision

Type de Roulement

Précharge

Série dimensionnelle

Combinaison

Matériaux

Cage

Référence

8 Alésage Diamètre alésage (mm)

72-74

BGR Type BGR : angle de contact 15°

38-39, 44

10 Série Dimensionnelle 10 = ISO Séries 10, 19 = ISO Séries 19, 02 = ISO Séries 02

38-39, 70

H	Matériaux	Type	Matériaux		12-15, 25
		Bagues	Eléments Roulants		
		S	Acier à roulement (SUJ2)	Acier à roulement (SUJ2)	
		H	Acier à roulement (SUJ2)	Céramique (Si ₃ N ₄)	
		X	Acier Haute Température (SHX)	Céramique (Si ₃ N ₄)	

T Cage T : cage phénolique centrée sur bague extérieure; température limite en continu = 120°C

16-17

DU Combinaison SU : Simple Universel DU : Duplex Universel

38-39,
130-133

EL Précharge EL : extra légère

38-39,
134-137, 147

P2 Précision P2 : ISO Classe 2

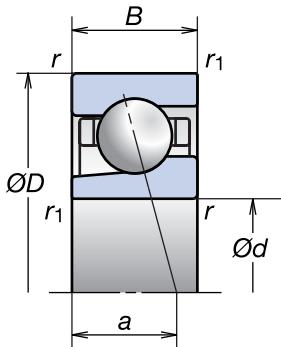
158-161

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR)

Séries BGR 19

Diamètre Alésage 10-25 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la Charge (mm)	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min)	<i>r</i> (min)	<i>C_r</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)				Graisse	Huile
10BGR19S	10	22	6	0,3	0,15	2,03	0,78	0,93	5,1	0,010	100 000	138 000
10BGR19H	10	22	6	0,3	0,15			0,61		0,009	119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0,3	0,15					0,009	138 000	188 000
12BGR19S	12	24	6	0,3	0,15	2,28	0,95	1,14	5,4	0,011	88 900	123 000
12BGR19H	12	24	6	0,3	0,15			0,74		0,010	106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0,3	0,15					0,010	123 000	167 000
15BGR19S	15	28	7	0,3	0,15	3,25	1,35	1,67	6,4	0,016	74 500	103 000
15BGR19H	15	28	7	0,3	0,15			1,09		0,014	88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0,3	0,15					0,014	103 000	140 000
17BGR19S	17	30	7	0,3	0,15	3,40	1,50	1,86	6,6	0,017	68 100	93 700
17BGR19H	17	30	7	0,3	0,15			1,21		0,015	80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0,3	0,15					0,015	93 700	128 000
20BGR19S	20	37	9	0,3	0,15	4,75	2,16	2,66	8,3	0,036	56 200	77 200
20BGR19H	20	37	9	0,3	0,15			1,73		0,033	66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0,3	0,15					0,033	77 200	106 000
25BGR19S	25	42	9	0,3	0,15	5,40	2,76	3,40	9,0	0,043	47 800	65 700
25BGR19H	25	42	9	0,3	0,15			2,22		0,039	56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0,3	0,15					0,039	65 700	89 600

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BGR : angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

Séries BGR 10

Diamètre Alésage 6-25 mm

	Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121	
● Charge statique équivalente	128	
● Précharge et rigidité	134	
● Dimensions épaulement et rayon	168	
● Position de la buse de lubrification	174	
● Quantité de graisse	157	
● Facteurs de vitesse	152	

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r (min)	C _o (Dyn.)	C _o (Stat.)				Graisse	Huile
6BGR10S	6	17	6	0,3	0,15			0,51	4,5	0,006	140 000	192 000
6BGR10H	6	17	6	0,3	0,15	1,42	0,43	0,34		0,005	166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0,3	0,15					0,005	192 000	261 000
7BGR10S	7	19	6	0,3	0,15			0,62	4,7	0,008	124 000	170 000
7BGR10H	7	19	6	0,3	0,15	1,60	0,52	0,40		0,007	147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0,3	0,15					0,007	170 000	231 000
8BGR10S	8	22	7	0,3	0,15			0,97	5,5	0,012	107 000	147 000
8BGR10H	8	22	7	0,3	0,15	2,37	0,80	0,63		0,011	127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0,3	0,15					0,011	147 000	200 000
10BGR10S	10	26	8	0,3	0,15			1,55	6,4	0,019	88 900	123 000
10BGR10H	10	26	8	0,3	0,15	3,50	1,27	1,00		0,016	106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0,3	0,15					0,016	123 000	167 000
12BGR10S	12	28	8	0,3	0,15			1,80	6,7	0,021	80 000	110 000
12BGR10H	12	28	8	0,3	0,15	3,85	1,48	1,17		0,018	95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0,3	0,15					0,018	110 000	150 000
15BGR10S	15	32	9	0,3	0,15			2,12	7,6	0,029	68 100	93 700
15BGR10H	15	32	9	0,3	0,15	4,20	1,72	1,37		0,026	80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0,3	0,15					0,026	93 700	128 000
17BGR10S	17	35	10	0,3	0,15			2,39	8,5	0,038	61 600	84 700
17BGR10H	17	35	10	0,3	0,15	4,45	1,93	1,55		0,035	73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0,3	0,15					0,035	84 700	116 000
20BGR10S	20	42	12	0,6	0,30			4,10	10,2	0,066	51 700	71 000
20BGR10H	20	42	12	0,6	0,30	7,45	3,35	2,67		0,059	61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0,6	0,30					0,059	71 000	96 800
25BGR10S	25	47	12	0,6	0,30			4,65	10,8	0,076	44 500	61 200
25BGR10H	25	47	12	0,6	0,30	7,90	3,75	3,05		0,068	52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0,6	0,30					0,068	61 200	83 400

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

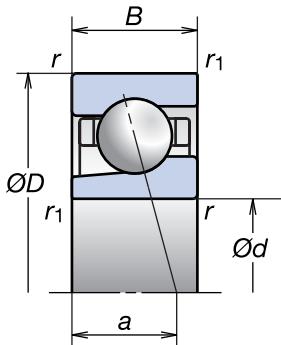
Note : Roulement type BGR : angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

1. ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR)

Séries BGR 02

Diamètre Alésage 10-25 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible(1) (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(2) (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r1 (min)	C _d (Dyn.)	C _e (Stat.)				Graisse	Huile
10BGR02S	10	30	9	0,6	0,3	3,60	1,33	1,62	7,2	0,029	80 000	110 000
10BGR02H	10	30	9	0,6	0,3			1,06			95 000	140 000
10BGR02X	10	30	9	0,6	0,3						110 000	150 000
12BGR02S	12	32	10	0,6	0,3	5,30	1,99	2,46	7,9	0,032	72 800	100 000
12BGR02H	12	32	10	0,6	0,3			1,60			86 400	128 000
12BGR02X	12	32	10	0,6	0,3						100 000	137 000
15BGR02S	15	35	11	0,6	0,3	5,80	2,34	2,90	8,8	0,032	64 000	88 000
15BGR02H	15	35	11	0,6	0,3			1,89			76 000	112 000
15BGR02X	15	35	11	0,6	0,3						88 000	120 000
17BGR02S	17	40	12	0,6	0,3	7,25	2,98	3,65	9,8	0,032	56 200	77 200
17BGR02H	17	40	12	0,6	0,3			2,39			66 700	98 300
17BGR02X	17	40	12	0,6	0,3						77 200	106 000
20BGR02S	20	47	14	1,0	0,6	9,70	4,10	5,10	11,5	0,091	47 800	65 700
20BGR02H	20	47	14	1,0	0,6			3,30			56 800	83 600
20BGR02X	20	47	14	1,0	0,6						65 700	89 600
25BGR02S	25	52	15	1,0	0,6	11,10	5,20	6,45	12,7	0,112	41 600	57 200
25BGR02H	25	52	15	1,0	0,6			4,20			49 400	72 800
25BGR02X	25	52	15	1,0	0,6						57 200	78 000

(1) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(2) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Note : Roulement type BGR : angle de contact nominal $\alpha=15^\circ$

2. ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES



Roulements à Double Rangée
de Rouleaux Cylindriques

Séries Haute Rigidité



Roulements à Simple Rangée
de Rouleaux Cylindriques

Séries Standard



Roulements à Simple Rangée de Rouleaux
Cylindriques Ultra Haute Vitesse

Séries ROBUST

Roulements à Rou

Roulements à Rouleaux Cylindriques

Roulements à Rouleaux Cylindriques 78-85

Caractéristiques

Désignation

Tables

Roulements à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Haute Rigidité)

Séries 30

Séries 39

Séries 49

Roulements à Simple Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Standard)

Séries 10

Roulements à Simple Rangée de Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse
(Séries ROBUST)

Séries 10

leaux Cylindriques

2. ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES

Caractéristiques

Les roulements NSK à double rangée de rouleaux cylindriques Haute Rigidité sont une solution parfaite pour les broches de machine-outil. En général, les roulements à simple ou double rangée de rouleaux cylindriques sont à alésage cylindrique ou conique. Ceux à double rangée de rouleaux cylindriques à alésage conique sont souvent montés sur le côté libre de l'arbre. La facilité de mise en oeuvre et la simplicité de l'ajustement du jeu radial font la popularité de ces roulements auprès des utilisateurs.

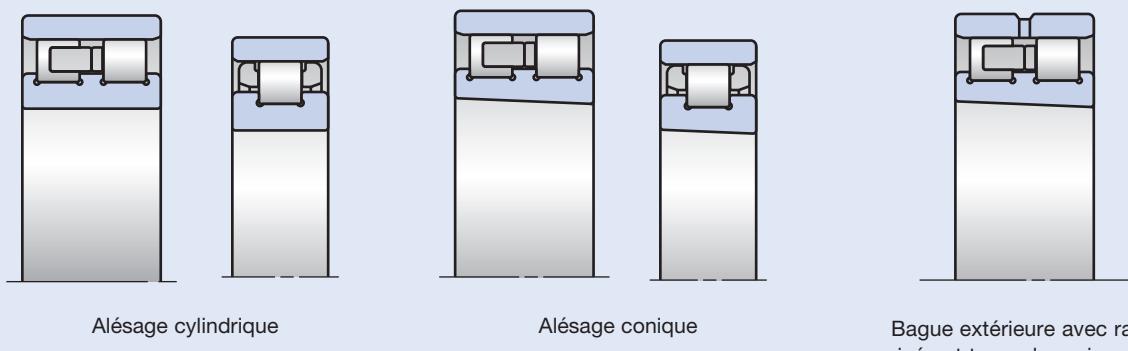
La gamme NSK propose plusieurs types de roulements à rouleaux cylindriques. Les utilisateurs peuvent choisir la configuration E44, caractérisée par la présence de trous de lubrification et d'une rainure de graissage usinée sur la bague extérieure. Deux configurations : le type NNU qui présente un double épaulement sur la bague extérieure et le type NN, qui procure une excellente répartition de la graisse au cours de la période de rodage et contribue au flux régulier de l'huile dans le roulement.

Pour les roulements de faible section, les séries étroites NN39 sont préférables aux séries NN49, plus larges, à cause de leur faible génération de chaleur et la plus grande stabilité des rouleaux. Les cages massives en laiton sont les plus courantes dans les roulements à rouleaux cylindriques. NSK propose une cage résine PPS (Poly Phénylène Sulfide) centrée sur les éléments roulants pour les séries NN30 et une cage résine PEEK (PolyEther Ether Kétones), centrée sur la bague extérieure pour les séries N10, roulements à simple rangée de rouleaux cylindriques à ultra haute vitesse.

Type de roulement	Cage	Spécifications des cages	Références disponibles
NN	MB	Massive laiton centrée sur éléments roulants	NN3005-NN3040 NN3920-NN3956 NN4920-NN4940
	TB	Résine PPS centrée sur éléments roulants	NN3006-NN3026
NNU	MB	Massive laiton centrée sur éléments roulants	NNU4920-NNU4940
N	MR	Massive laiton centrée sur éléments roulants	N1006-N1028
	TP	Résine PEEK centrée sur bague extérieure	N1009-N1017

Spécifications des alésages et des trous de lubrification

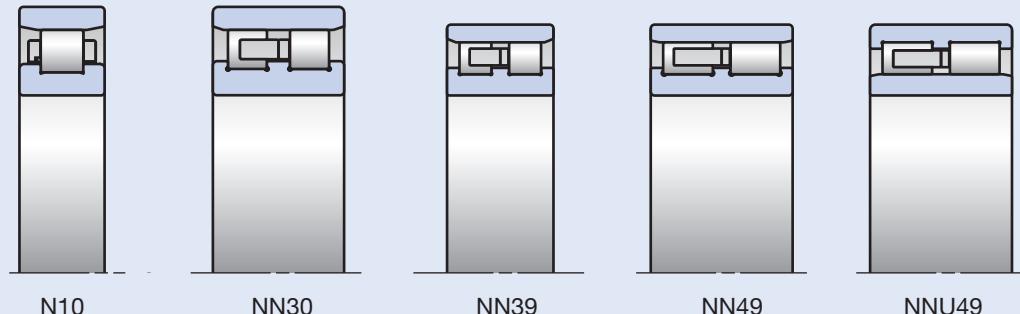
Fig. 2.1



Les roulements à rouleaux cylindriques simple et double rangée sont disponibles avec alésage cylindrique ou conique. Les roulements à rouleaux cylindriques double rangée sont disponibles avec une rainure usinée et des trous de lubrification, (la meilleure solution pour la lubrification à l'huile).

Types de roulements et séries dimensionnelles

Fig. 2.2



Désignation des Roulements à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Haute Rigidité)

Exemple de référence	NN 30 17 TB KR E44 CC0 P4	Classe de précision
Type de roulement		
Série dimensionnelle		Jeu radial
Code alésage		Lubrification
Cage		Configuration d'alésage

NN	Type	NN : Roulement à double rangée de rouleaux cylindriques à trois épaulements sur bague intérieure NNU : Roulement à double rangée de rouleaux cylindriques à trois épaulements sur bague extérieure	Référence
30	Série dimension.	30 = ISO Séries 30; 39 = ISO Séries 39; 49 = ISO Séries 49	40-41, 78
17	Alésage	Alésage (mm) = code d'alésage à multiplier par 5	80-83
MB	Cage	TB : Résine PPS centrée sur les éléments roulants; température limite = 220°C MB : Cage massive laiton centrée sur les éléments roulants; température limite = 300°C	16-17, 22-23
KR	Alésage conique	KR : Alésage conique super précision (1/12) Pas de symbole : alésage cylindrique	162-163
E44	Trous de lubrification	E44 : Bague extérieure avec rainure et trous de lubrification (pas de symbole : pas de trous de lubrification)	80-83
CC0	Jeu Radial	CC1 : Jeu standard pour alésage cylindrique CC0 : Jeu standard pour alésage conique CCG : Jeu radial spécial	40-41, 151
P4	Précision	P2 : ISO Classe 2, P4: ISO Classe 4, P4Y : Précision spéciale (Diamètre d'alésage et diamètre extérieur exclusivité NSK. Autres ISO Classe 4.)	133, 158-163

Désignation des Roulements à Simple Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Standard et ROBUST)

Exemple de référence	N 10 12 RX TP KR CC0 P4	Classe de précision
Type de roulement		
Série dimensionnelle		Jeu radial
Code alésage		Configuration d'alésage
Matériaux		Cage

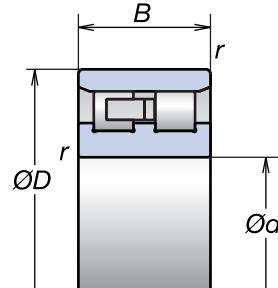
N	Type	N : Roulement à simple rangée de rouleaux cylindriques à deux épaulements sur bague intérieure	Référence
10	Série dimension.	10 = ISO Séries 10	40-41, 78
12	Alésage	Alésage (mm) = code alésage à multiplier par 5	84-85
RX	Matériaux	Pas de symbole : roulement standard à rouleaux cylindriques (bagues et éléments roulants en acier à roulement SUJ2). RS•RX•RXH : Roulement à simple rangée de rouleaux cylindriques ultra haute vitesse (séries ROBUST)	12-15, 22-23
TP	Cage	TP : Cage résine PEEK centrée sur la bague extérieure; température limite = 240°C MR : Cage massive laiton centrée sur les éléments roulants; température limite = 300°C	16-17
KR	Alésage conique	KR : Alésage conique super précision (1/12) Pas de symbole : alésage cylindrique	162-163
CC0	Jeu Radial	CC1 : Jeu standard pour alésage cylindrique CC0 : Jeu standard pour alésage conique CCG : Jeu radial spécial	40-41, 151
P4	Précision	P2 : ISO Classe 2, P4: ISO Classe 4, P4Y:Précision spéciale (Diamètre d'alésage et diamètre extérieur exclusivité NSK. Autres ISO Classe 4.)	133, 158-163

2. ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES

Roulements à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Haute Rigidité)

Séries 30

Diamètre Alésage 25-200 mm

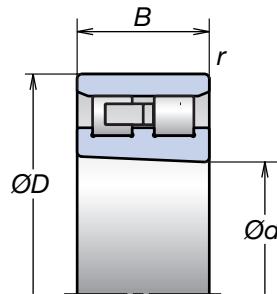


*Alésage cylindrique

Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(*) (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	C_r (Dyn.)	C_o (Stat.)		Graisse	Huile
NN3005MBKR	25	47	16	0,6	25,8	30,0	0,127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1,0	31,0	37,0	0,198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1,0	31,0	37,0	0,172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1,0	39,5	50,0	0,258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1,0	39,5	50,0	0,224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1,0	43,5	55,5	0,309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1,0	43,5	55,5	0,283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1,0	52,0	68,5	0,407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1,0	52,0	68,5	0,373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1,0	53,0	72,5	0,436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1,0	53,0	72,5	0,402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1,1	69,5	96,5	0,647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1,1	69,5	96,5	0,592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1,1	73,5	106,0	0,693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1,1	73,5	106,0	0,635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1,1	77,0	116,0	0,741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1,1	77,0	116,0	0,681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1,1	94,5	143,0	1,060	8 400	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1,1	94,5	143,0	0,988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1,1	96,5	149,0	1,110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1,1	96,5	149,0	1,030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1,1	119,0	186,0	1,540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1,1	119,0	186,0	1,440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1,1	122,0	194,0	1,630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1,1	122,0	194,0	1,520	8 000	9 400

(*) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

*Pour type d'alésage cylindrique, éliminer le symbole „KR“ et le laisser en blanc.



Alésage conique

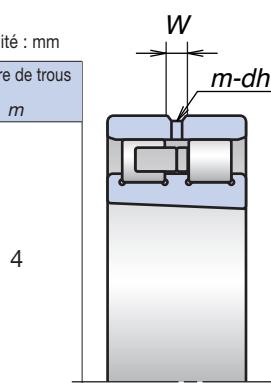
Séries 30 (suite)

Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites() (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)		Graisse	Huile
NN3018MBKR	90	140	37	1,5	143	228	2,090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1,5	143	228	1,930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1,5	146	238	2,190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1,5	146	238	2,030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1,5	149	247	2,280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1,5	149	247	2,120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2,0	192	310	2,880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2,0	192	310	2,690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2,0	222	360	3,710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2,0	222	360	3,440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2,0	233	390	4,040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2,0	233	390	3,750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2,0	284	475	5,880	4 600	5 500
NN3026TBKR	130	200	52	2,0	284	475	5,470	5 200	6 100
NN3028MBKR	140	210	53	2,0	298	515	6,340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2,1	335	585	7,760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2,1	375	660	9,410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2,1	450	805	12,800	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2,1	565	995	16,800	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2,1	595	1 080	17,800	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2,1	655	1 170	22,700	3 000	3 600

(¹) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Dimensions trous de lubrification (Spécification E44) Unité : mm

Largeur bague extérieure	Trou de lubrification <i>dh</i>	Rainure de graissage <i>W</i>	Nombre de trous <i>m</i>
De	à		
—	30	2	3,5
30	40	2,5	5
40	50	3	6
50	60	4	8
60	80	5	9
80	120	6	12
120	160	8	15
160	200	10	18
200	—	12	20



Pour informations complémentaires : Page

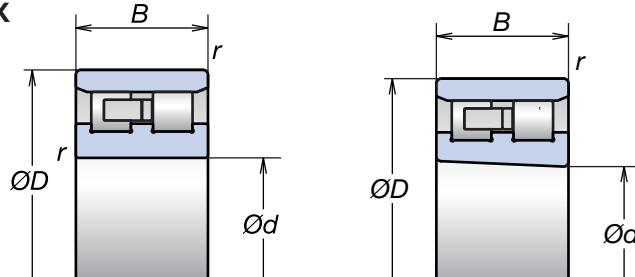
- Charge dynamique équivalente 121
- Charge statique équivalente 128
- Jeu radial 151
- Dimensions épaulement et rayon 168
- Position de la buse de lubrification 174
- Quantité de graisse 157

2. ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES

Roulements à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Haute Rigidité)

Séries 39

Diamètre Alésage 100-200 mm



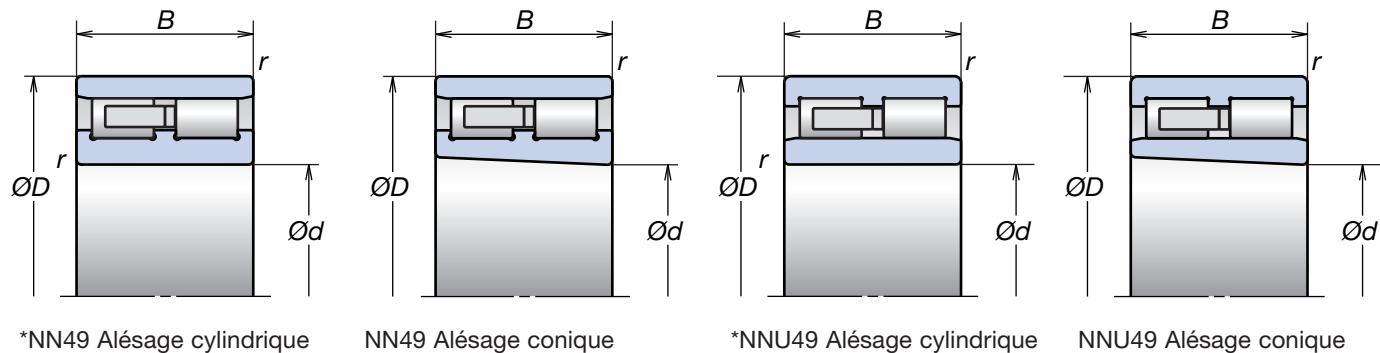
*NN39 Alésage cylindrique

NN39 Alésage conique

Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites() (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	C_c (Dyn.)	C_o (Stat.)		Graisse	Huile
NN3920MBKR	100	140	30	1,1	106	182	1,32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1,1	110	194	1,50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1,1	114	207	1,41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1,1	138	251	1,99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1,5	173	325	2,64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1,5	201	375	2,97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2,0	262	490	4,47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2,0	271	520	4,75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2,0	280	550	5,01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2,0	340	655	7,76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2,0	345	680	7,46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2,1	420	815	10,60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2,1	440	895	11,40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2,1	460	975	12,10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2,1	670	1 380	21,40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2,1	695	1 460	22,70	2 300	2 800

(!) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

*Pour type d'alésage cylindrique, éliminer le symbole „KR“ et le laisser en blanc.



Séries 49

Diamètre Alésage 100-200 mm

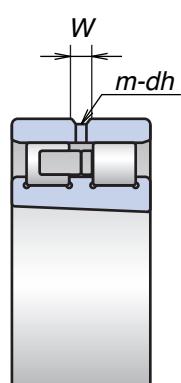
Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites() (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)		Graisse	Huile
NN4920MBKR	100	140	40	1,1	155	295	1,76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	100	140	40	1,1	155	295	1,90	6 300	7 500
NN4921MBKR	105	145	40	1,1	161	315	2,00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	105	145	40	1,1	161	315	1,99	6 000	7 200
NN4922MBKR	110	150	40	1,1	167	335	2,10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	110	150	40	1,1	167	335	2,07	5 800	7 000
NN4924MBKR	120	165	45	1,1	183	360	2,87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	120	165	45	1,1	183	360	2,85	5 300	6 400
NN4926MBKR	130	180	50	1,5	274	545	3,84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	130	180	50	1,5	274	545	3,85	4 900	5 900
NN4928MBKR	140	190	50	1,5	283	585	4,07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	140	190	50	1,5	283	585	4,08	4 600	5 500
NN4930MBKR	150	210	60	2,0	350	715	6,36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	150	210	60	2,0	350	715	6,39	4 200	5 000
NN4932MBKR	160	220	60	2,0	365	760	6,77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	160	220	60	2,0	365	760	6,76	4 000	4 800
NN4934MBKR	170	230	60	2,0	375	805	7,13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	170	230	60	2,0	375	805	7,12	3 800	4 500
NN4936MBKR	180	250	69	2,0	480	1 020	10,40	3 500	4 200
NNU4936MBKR	180	250	69	2,0	480	1 020	10,40	3 500	4 200
NN4938MBKR	190	260	69	2,0	485	1 060	10,90	3 400	4 000
NNU4938MBKR	190	260	69	2,0	485	1 060	10,90	3 400	4 000
NN4940MBKR	200	280	80	2,1	570	1 220	15,30	3 200	3 800
NNU4940MBKR	200	280	80	2,1	570	1 220	15,30	3 200	3 800

(*) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

*Pour type d'alésage cylindrique, éliminer le symbole „KR“ et le laisser en blanc.

Dimensions trous de lubrification (Spécification E44) Unité : mm

Largeur bague extérieure	Trou de lubrification <i>dh</i>	Rainure de graissage <i>W</i>	Nombre de trous <i>m</i>
De	à		
—	30	2	3,5
30	40	2	5
40	50	3	6
50	60	4	8
60	80	5	9
80	120	6	12
120	160	8	15
160	200	10	18
200	—	12	20



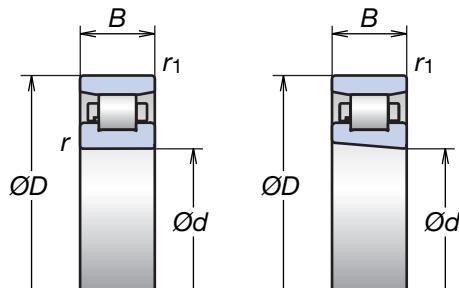
- Pour informations complémentaires : Page
- Charge dynamique équivalente 121
 - Charge statique équivalente 128
 - Jeu radial 151
 - Dimensions épaulement et rayon 168
 - Position de la buse de lubrification 174
 - Quantité de graisse 157

2. ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES

Roulements à Simple Rangée de Rouleaux Cylindriques (Séries Standard)

Séries 10

Diamètre Alésage 30-140 mm



*Alésage cylindrique

Alésage conique

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites(1) (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r₁</i>	<i>C_r</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)		Graisse	Huile
N1006MR1KR	30	55	13	1,0	0,6	19,7	19,6	0,133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1,0	0,6	22,6	23,2	0,153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1,0	0,6	27,3	29,0	0,192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1,0	0,6	32,5	35,5	0,318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1,0	0,6	32,0	36,0	0,339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1,1	1,0	37,5	44,0	0,487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1,1	1,0	40,0	48,5	0,519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1,1	1,0	41,0	51,0	0,541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1,1	1,0	50,0	63,0	0,752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1,1	1,0	60,0	74,5	0,935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1,1	1,0	63,5	82,0	1,038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	1,067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1,5	1,1	88,0	114,0	1,200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1,5	1,1	83,0	114,0	1,260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1,5	1,1	93,0	126,0	1,320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2,0	1,1	109,0	149,0	1,670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2,0	1,1	126,0	173,0	2,070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2,0	1,1	139,0	191,0	2,190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2,0	1,1	172,0	238,0	3,320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2,0	1,1	164,0	240,0	3,810	4 600	7 500

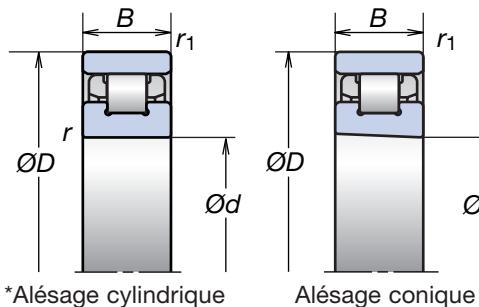
(1) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

*Pour type d'alésage cylindrique, éliminer le symbole „KR“ et le laisser en blanc.

Roulements à Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries 10

Diamètre Alésage 45-85 mm



- Pour informations complémentaires : Page
- Charge dynamique équivalente 121
 - Charge statique équivalente 128
 - Jeu radial 151
 - Dimensions épaulement et rayon 168
 - Position de la buse de lubrification 174
 - Quantité de graisse 157

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites() (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r₁</i>	<i>C_r</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)		Graisse	Huile
N1009RSTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	0,262	22 000	30 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	0,262	25 000	42 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	0,228	29 000	50 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1,0	0,6	26,6	29,7	0,283	20 000	28 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1,0	0,6	26,6	29,7	0,283	24 000	39 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1,0	0,6	26,6	29,7	0,246	27 000	47 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	0,372	18 000	25 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	0,372	21 000	35 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	0,324	24 000	42 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	0,442	17 000	24 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	0,442	20 000	33 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	0,385	22 000	39 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	0,518	16 000	22 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	0,518	19 000	31 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	0,451	21 000	37 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	0,648	15 000	20 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	0,648	17 000	28 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	0,564	19 000	34 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	0,672	14 000	19 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	0,585	16 000	27 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	0,585	18 000	32 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	0,926	13 000	18 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	0,926	15 000	25 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	0,812	17 000	30 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	0,943	13 000	17 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	0,943	14 000	24 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	0,826	16 000	28 000

(¹) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

*Pour type d'alésage cylindrique, éliminer le symbole „KR“ et le laisser en blanc.

3. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE



Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse

(Séries ROBUST)



Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet

(Séries TAC)

Butées à Billes à

Butées à Billes à Contact Oblique

Butées à Billes à Contact Oblique 88-95

Caractéristiques

Désignation

Tables

Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BAR10

Séries BTR10

Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet (Séries TAC)

Séries TAC29X

Séries TAC20X

Butées à Billes à Contact Oblique

Contact Oblique

3. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE

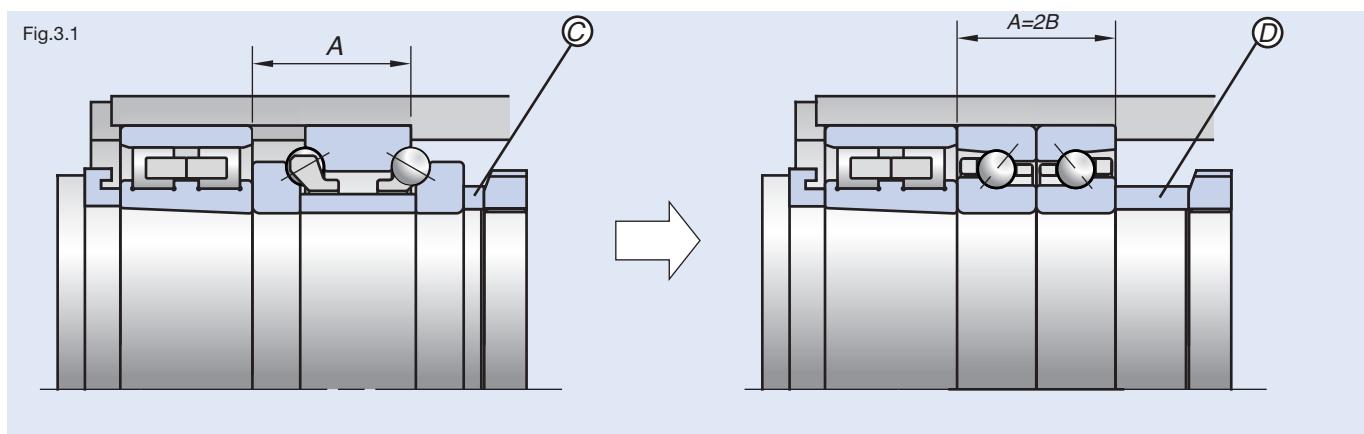
Caractéristiques

Pour les broches principales de machine-outil, une bonne performance à haute vitesse et une haute rigidité sont demandées aux roulements à billes utilisés en association avec les roulements à double rangée de rouleaux cylindriques. En fonction des caractéristiques de l'application, NSK propose trois types de roulements.

Tous ces roulements ont des tolérances spéciales sur le diamètre de la bague extérieure (Classe P4A et classe P2A) pour procurer un jeu entre la périphérie de la bague extérieure et l'alésage du logement afin d'éviter tout effort radial. Les Séries NSK ROBUST de butées à billes à contact oblique sont conçues pour fonctionner à haute vitesse tout en maintenant une haute rigidité. Le diamètre des billes et leur nombre sont identiques à ceux des séries TAC. Les séries BTR ont un angle de contact de 40°, et les séries BAR de 30°. Les performances sont accrues à haute vitesse réduisant ainsi la génération de chaleur.

Interchangeabilité

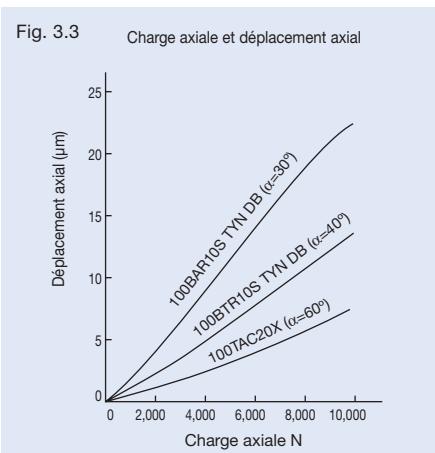
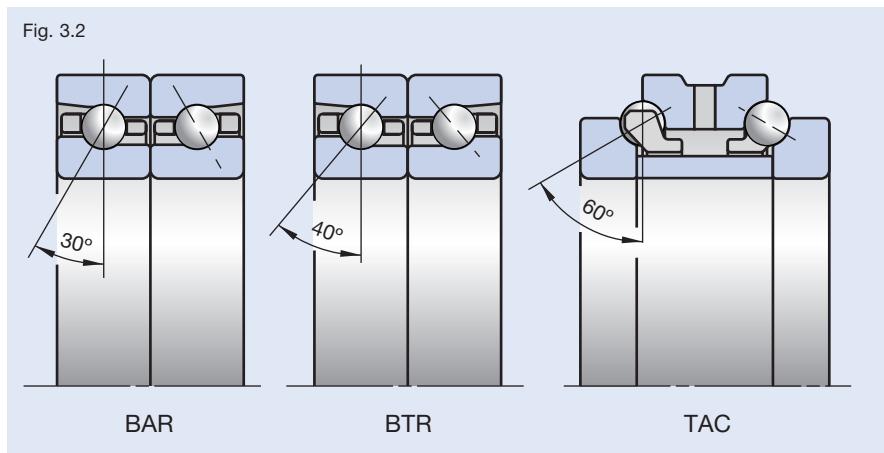
Les Utilisateurs peuvent facilement remplacer les butées séries TAC20X par les séries BAR ou BTR de NSK sans avoir à modifier l'arbre ou le logement de la broche de la machine-outil. Ces deux types de roulement ont des largeurs identiques permettant l'utilisation d'une nouvelle entretoise (D), en remplacement de l'ancienne (C) (Voir Fig. 3.1).



Angle de Contact

Pour des angles de contact différents, les butées séries TAC possèdent la rigidité la plus importante, suivies de près par les séries BTR, puis les séries BAR. Concernant l'élévation de température de la bague extérieure, l'ordre est inversé, avec les séries BAR qui ont la plus faible génération de chaleur, suivies des séries BTR et TAC.

Soyez sûr de sélectionner le produit qui correspondra le mieux aux conditions spécifiques de votre application.



Désignation des Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Exemple de référence

100 BAR 10 S TYN DB L P4A

Alésage

Type de roulement

Série Dimensionnelle

Matériaux

Classe de précision

Précharge

Combinaison

Cage

Référence

100	Alésage	Diamètre Alésage (mm)	90-93
BAR	Type	BAR : angle de contact 30° BTR : angle de contact 40°	24, 38-39, 88
10	Série Dimensionnelle	10X : séries 10 combinées avec séries NN30XX (alésage, diamètre extérieur, et dimensions spécifiques NSK disponible)	38-39, 88
S	Matériaux	S : acier à roulement (SUJ2) H : Billes céramique (Si ₃ N ₄)	12-15, 24
TYN	Cage	TYN : cage résine centrée sur les éléments roulants; vitesse limite $d \cdot n = 1,400,000$; température limite=120°C Les roulements avec une cage TYN (séries 10 avec un diamètre d'alésage de 150 mm maximum) (pas de symbole : cage laiton usinée)	16-17
DB	Combinaison	DB : Dos à Dos	38-39, 130-133
L	Précharge	EL : précharge extra légère, L : précharge légère CP : précharge spéciale, CA : jeu axial spécial	38-39, 134-137, 148
P4A	Précision	P2A (ISO Classe 2 excepté le diamètre extérieur) P4A (ISO Classe 4 excepté le diamètre extérieur)	164

Désignation des Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet (Séries TAC)

Exemple de référence

100 TAC 20X PN7 +L C6

Alésage

Type de roulement

Symbol de précharge

Entretoise

Classe de précision

Série Dimensionnelle

Référence

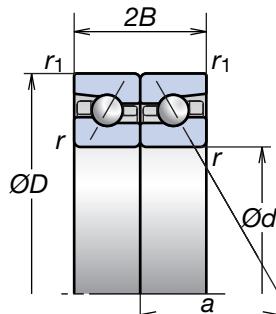
100	diamètre nominal	Diamètre Alésage (mm)	94-95
TAC	Type	Butée à billes à contact oblique : angle de contact 60°	24, 38-39, 88
20X	Série Dimensionnelle	20X : association avec les séries NN30 29X : association avec les séries NN39 et NN49	38-39, 88
PN7	Précision	PN7 : classe de précision spéciale	164
+L	Entretoise	Entretoise bague intérieure	-
C6	Précharge	C6 : standard de la lubrification à la graisse C7 : standard de la lubrification à l'huile	38-39, 134-137, 149

3. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BAR 10 Séries BTR 10

Diamètre Alésage 50-105 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (Kg) (approx)	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mm)	
	d	D	2B	r (min)	r ₁ (min)	C _s (Dyn.)	C _{ss} (Stat.)				Graisse	Huile
50BAR10S	50	80	28,5	1,0	0,6	14,7	27,7	18,4	25,7	0,272	11 600	14 700
50BAR10H	50	80	28,5	1,0	0,6			12,6		0,257	13 100	16 200
50BTR10S	50	80	28,5	1,0	0,6	17,4	31,5	21,5	34,1	0,272	10 000	13 100
50BTR10H	50	80	28,5	1,0	0,6			15,5		0,257	11 600	14 700
55BAR10S	55	90	33,0	1,1	0,6	18,2	35,0	23,4	28,9	0,412	10 400	13 200
55BAR10H	55	90	33,0	1,1	0,6			16,0		0,391	11 800	14 500
55BTR10S	55	90	33,0	1,1	0,6	21,6	40,0	26,4	38,3	0,412	9 000	11 800
55BTR10H	55	90	33,0	1,1	0,6			19,7		0,391	10 400	13 200
60BAR10S	60	95	33,0	1,1	0,6	18,9	38,0	25,5	30,4	0,420	9 700	12 300
60BAR10H	60	95	33,0	1,1	0,6			17,5		0,397	11 000	13 600
60BTR10S	60	95	33,0	1,1	0,6	22,4	43,5	25,8	40,4	0,420	8 400	11 000
60BTR10H	60	95	33,0	1,1	0,6			21,5		0,397	9 700	12 300
65BAR10S	65	100	33,0	1,1	0,6	19,5	41,5	27,7	31,8	0,447	9 100	11 600
65BAR10H	65	100	33,0	1,1	0,6			19,0		0,406	10 400	12 800
65BTR10S	65	100	33,0	1,1	0,6	23,1	47,0	27,3	42,5	0,447	7 900	10 400
65BTR10H	65	100	33,0	1,1	0,6			23,3		0,406	9 100	11 600
70BAR10S	70	110	36,0	1,1	0,6	26,9	55,0	37,5	34,7	0,601	8 400	10 600
70BAR10H	70	110	36,0	1,1	0,6			25,5		0,561	9 500	11 700
70BTR10S	70	110	36,0	1,1	0,6	32,0	63,0	35,0	46,3	0,601	7 300	9 500
70BTR10H	70	110	36,0	1,1	0,6			31,5		0,561	8 400	10 600
75BAR10S	75	115	36,0	1,1	0,6	27,3	58,0	39,0	36,1	0,634	7 900	10 000
75BAR10H	75	115	36,0	1,1	0,6			26,7		0,592	9 000	11 100
75BTR10S	75	115	36,0	1,1	0,6	32,5	65,5	36,5	48,4	0,634	6 900	9 000
75BTR10H	75	115	36,0	1,1	0,6			33,0		0,592	7 900	10 000

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Les vitesses limites indiquées dans cette table sont établies pour une combinaison Dos à Dos (DB) avec une précharge Extra Légère (EL).

Ajuster la vitesse limite à 85% de la valeur indiquée quand une charge légère (L) a été sélectionnée.

Note: Butée à billes type BAR10 : angle de contact $\alpha=30^\circ$

Butée à billes type BTR10 : angle de contact $\alpha=40^\circ$

Séries BAR 10 (suite)

Séries BTR 10

	Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121	
● Charge statique équivalente	128	
● Précharge et rigidité	134	
● Dimensions épaulement et rayon	168	
● Position de la buse de lubrification ..	174	
● Quantité de graisse	157	

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible() (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (Kg) (approx)	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>2B</i>	<i>r</i> (min)	<i>r_i</i> (min)	<i>C_a</i> (Dyn.)	<i>C_{as}</i> (Stat.)				Graisse	Huile
80BAR10S	80	125	40,5	1,1	0,6	32,0	68,5	46,5	39,4	0,875	7 400	9 300
80BAR10H	80	125	40,5	1,1	0,6			32,0		0,821	8 300	10 300
80BTR10S	80	125	40,5	1,1	0,6	38,0	78,0	43,0	52,7	0,875	6 400	8 300
80BTR10H	80	125	40,5	1,1	0,6			39,0		0,821	7 400	9 300
85BAR10S	85	130	40,5	1,1	0,6	32,5	71,5	48,5	41,1	0,971	7 000	8 900
85BAR10H	85	130	40,5	1,1	0,6			33,0		0,915	8 000	9 800
85BTR10S	85	130	40,5	1,1	0,6	38,5	81,5	50,5	55,2	0,971	6 100	8 000
85BTR10H	85	130	40,5	1,1	0,6			41,0		0,915	7 000	8 900
90BAR10S	90	140	45,0	1,5	1,0	42,5	92,5	62,5	44,4	1,198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45,0	1,5	1,0			43,0		1,124	7 400	9 200
90BTR10S	90	140	45,0	1,5	1,0	50,0	105,0	58,0	59,5	1,198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45,0	1,5	1,0			52,5		1,124	6 600	8 300
95BAR10S	95	145	45,0	1,5	1,0	43,0	96,5	65,0	45,5	1,320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45,0	1,5	1,0			44,5		1,231	7 100	8 800
95BTR10S	95	145	45,0	1,5	1,0	51,0	110,0	69,0	61,0	1,320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45,0	1,5	1,0			55,0		1,231	6 300	8 000
100BAR10S	100	150	45,0	1,5	1,0	43,5	100,0	68,0	47,3	1,399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45,0	1,5	1,0			46,5		1,307	6 800	8 400
100BTR10S	100	150	45,0	1,5	1,0	51,5	114,0	66,5	63,7	1,399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45,0	1,5	1,0			57,0		1,307	6 000	7 600
105BAR10S	105	160	49,5	2,0	1,0	49,5	115,0	78,0	50,6	1,740	5 700	7 200
105BAR10H	105	160	49,5	2,0	1,0			53,5		1,624	6 500	8 000
105BTR10S	105	160	49,5	2,0	1,0	58,5	131,0	84,0	68,0	1,740	5 000	6 500
105BTR10H	105	160	49,5	2,0	1,0			65,5		1,624	5 700	7 200

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Les vitesses limites indiquées dans cette table sont établies pour une combinaison Dos à Dos (DB) avec une précharge Extra Légère (EL).

Ajuster la vitesse limite à 85% de la valeur indiquée quand une charge légère (L) a été sélectionnée.

Note: Butée à billes type BAR10 : angle de contact $\alpha=30^\circ$

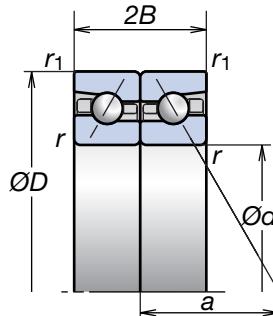
Butée à billes type BTR10 : angle de contact $\alpha=40^\circ$

3. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Séries BAR 10 Séries BTR 10

Diamètre Alésage 110-200 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Capacité de Charge (kN)		Charge Axiale Admissible ⁽¹⁾ (kN)	Pt. application de la Charge (mm) a	Masse (Kg) (approx)	Vitesses Limites ⁽²⁾ (tr/mm)	
	d	D	2B	r ₁ (min)	r ₁ (min)	C _s (Dyn.)	C _{ss} (Stat.)				Graisse	Huile
110BAR10S	110	170	54,0	2,0	1,0	55,5	131	89,0	53,9	2,110	5 400	6 800
110BAR10H	110	170	54,0	2,0	1,0			60,5		1,972	6 100	7 500
110BTR10S	110	170	54,0	2,0	1,0	66,0	148	82,5	72,2	2,110	4 700	6 100
110BTR10H	110	170	54,0	2,0	1,0			74,5		1,972	5 400	6 800
120BAR10S	120	180	54,0	2,0	1,0	57,0	141	96,0	56,8	2,262	5 000	6 400
120BAR10H	120	180	54,0	2,0	1,0			65,5		2,114	5 700	7 000
120BTR10S	120	180	54,0	2,0	1,0	68,0	160	88,5	76,4	2,262	4 400	5 700
120BTR10H	120	180	54,0	2,0	1,0			80,5		2,114	5 000	6 400
130BAR10S	130	200	63,0	2,0	1,0	72,5	172	117,0	63,4	3,362	4 600	5 800
130BAR10H	130	200	63,0	2,0	1,0			79,5		3,148	5 200	6 400
130BTR10S	130	200	63,0	2,0	1,0	86,0	195	106,0	85,0	3,362	4 000	5 200
130BTR10H	130	200	63,0	2,0	1,0			98,0		3,148	4 600	5 800
140BAR10S	140	210	63,0	2,0	1,0	78,5	200	135,0	66,2	3,558	4 300	5 500
140BTR10S	140	210	63,0	2,0	1,0	93,0	227	84,0	89,1	3,558	3 800	4 900
150BAR10S	150	225	67,5	2,1	1,1	92,5	234	160,0	71,0	4,354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67,5	2,1	1,1	110,0	267	104,0	95,5	4,354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72,0	2,1	1,1	98,5	250	175,0	75,7	5,640	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72,0	2,1	1,1	117,0	284	184,0	101,9	5,640	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81,0	2,1	1,1	115,0	295	207,0	82,3	7,900	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81,0	2,1	1,1	136,0	335	220,0	110,5	7,900	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90,0	2,1	1,1	151,0	385	262,0	88,8	10,200	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90,0	2,1	1,1	179,0	440	255,0	118,9	10,200	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90,0	2,1	1,1	151,0	390	273,0	91,8	10,700	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90,0	2,1	1,1	179,0	445	281,0	123,2	10,700	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99,0	2,1	1,1	169,0	444	300,0	98,3	13,800	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99,0	2,1	1,1	201,0	505	310,0	131,7	13,800	2 600	3 400

(¹) Pour la charge axiale admissible, se référer à la page 129.

(²) Pour les vitesses limites, se référer à la page 152.

Les vitesses limites indiquées dans cette table sont établies pour une combinaison Dos à Dos (DB) avec une précharge Extra Légère (EL).

Ajuster la vitesse limite à 85% de la valeur indiquée quand une charge légère (L) a été sélectionnée.

Note: Butée à billes type BAR10 : angle de contact $\alpha=30^\circ$

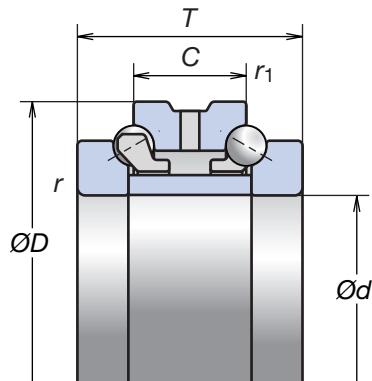
Butée à billes type BTR10 : angle de contact $\alpha=40^\circ$

3. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet (Séries TAC)

Séries TAC 29X Séries TAC 20X

Diamètre Alésage 35-280 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)						Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites (¹) (tr/mm)	
	d	D	T	C	r (min)	r ₁ (min)	C _a (Dyn.)	C _o (Stat.)		Graisse	Huile
35TAC20X+L	35	62	34	17	1,0	0,6	22,8	53,5	0,375	10 000	11 000
40TAC20X+L	40	68	36	18	1,0	0,6	23,6	59,0	0,460	9 000	10 000
45TAC20X+L	45	75	38	19	1,0	0,6	26,3	67,5	0,580	8 000	9 000
50TAC20X+L	50	80	38	19	1,0	0,6	27,2	74,0	0,625	7 000	8 000
55TAC20X+L	55	90	44	22	1,1	0,6	33,5	94,0	0,945	6 300	6 900
60TAC20X+L	60	95	44	22	1,1	0,6	35,0	102,0	1,000	5 900	6 500
65TAC20X+L	65	100	44	22	1,1	0,6	36,0	110,0	1,080	5 500	6 100
70TAC20X+L	70	110	48	24	1,1	0,6	49,5	146,0	1,460	5 000	5 600
75TAC20X+L	75	115	48	24	1,1	0,6	50,0	152,0	1,550	4 800	5 300
80TAC20X+L	80	125	54	27	1,1	0,6	59,0	181,0	2,110	4 400	4 900
85TAC20X+L	85	130	54	27	1,1	0,6	59,5	189,0	2,210	4 200	4 700
90TAC20X+L	90	140	60	30	1,5	1,0	78,5	246,0	2,930	4 000	4 400
95TAC20X+L	95	145	60	30	1,5	1,0	79,5	256,0	3,050	3 800	4 200
100TAC29X+L	100	140	48	24	1,1	0,6	55,0	196,0	1,950	3 800	4 200
100TAC20X+L	100	150	60	30	1,5	1,0	80,5	267,0	3,200	3 600	4 000
105TAC29X+L	105	145	48	24	1,1	0,6	56,5	208,0	2,040	3 600	4 000
105TAC20X+L	105	160	66	33	2,0	1,0	91,5	305,0	4,100	3 400	3 800
110TAC29X+L	110	150	48	24	1,1	0,6	57,0	215,0	2,120	3 500	3 900
110TAC20X+L	110	170	72	36	2,0	1,0	103,0	350,0	5,150	3 300	3 600
120TAC29X+L	120	165	54	27	1,1	0,6	66,5	256,0	2,940	3 200	3 600
120TAC20X+L	120	180	72	36	2,0	1,0	106,0	375,0	5,500	3 000	3 400
130TAC29X+L	130	180	60	30	1,5	1,0	79,5	315,0	3,950	3 000	3 300
130TAC20X+L	130	200	84	42	2,0	1,0	134,0	455,0	8,200	2 800	3 100

(¹) Les vitesses limites indiquées dans cette table sont recommandées pour des précharges standards (C6 & C7)

Note: Butée à billes type TAC29X : angle de contact $\alpha=60^\circ$

Butée à billes type TAC20X : angle de contact $\alpha=60^\circ$

Pour informations complémentaires :	Page
● Charge dynamique équivalente	121
● Charge statique équivalente	128
● Précharge et rigidité	134
● Dimensions épaulement et rayon	168
● Quantité de graisse	157

Séries TAC 29X (suite) Séries TAC 20X

Référence Roulement	Dimensions (mm)						Capacité de Charge (kN)		Masse (kg) (approx)	Vitesses Limites () (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>r</i> (min)	<i>r₁</i> (min)	<i>C_a</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)		Graisse	Huile
140TAC29D+L	140	190	60	30	1,5	1,0	91,5	365	4,200	2 800	3 100
140TAC20D+L	140	210	84	42	2,0	1,0	145,0	525	8,750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2,0	1,0	116,0	465	6,600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2,1	1,1	172,0	620	10,700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2,0	1,0	118,0	490	7,000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2,1	1,1	185,0	680	13,000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2,0	1,0	120,0	520	7,350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2,1	1,1	218,0	810	17,700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2,0	1,0	158,0	655	10,700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2,1	1,1	281,0	1 020	23,400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2,0	1,0	161,0	695	11,200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2,1	1,1	285,0	1 060	24,400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2,1	1,1	204,0	855	15,700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2,1	1,1	315,0	1 180	31,500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2,1	1,1	210,0	930	17,000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2,1	1,1	213,0	980	18,300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2,1	1,1	315,0	1 390	31,500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2,1	1,1	320,0	1 470	33,500	1 400	1 600

(') Les vitesses limites indiquées dans cette table sont recommandées pour des précharges standards (C6 & C7)

Note: Butée à billes type TAC29X : angle de contact $\alpha=60^\circ$

Butée à billes type TAC20X : angle de contact $\alpha=60^\circ$

4. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE SUPPORT DE VIS A BILLES



Applications Machine-Outil

Séries TAC B



Machines de Moulage par Injection

Séries TAC 02 et 03

Butées à Billes à Contact Oblique

Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes

Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes..... 98-103

Caractéristiques

Désignation

Tables

Applications Machine-Outil

Séries TAC B

Applications Machines de Moulage par Injection

Séries TAC02 et 03

Butées à Billes à Contact Oblique
Support de Vis à Billes

lique Support de Vis à Billes

4. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE SUPPORT DE VIS A BILLES

Caractéristiques

Les butées à billes à contact oblique de haute précision support de vis à billes ont de meilleures performances que les combinaisons de roulements à billes à contact oblique ou les combinaisons de butées à billes. Elles sont particulièrement appropriées aux mécanismes d'avance de machine-outil de précision et autres applications semblables.

Séries TAC B

Haute rigidité axiale en raison du nombre de billes et d'un angle de contact de 60°. Comparées aux roulements à rouleaux coniques ou aux roulements à rouleaux cylindriques, les séries TAC B ont un faible couple de démarrage, d'où une puissance de commande plus faible. Les roulements de série de TAC B comportent la nouvelle cage moulée polyamide développée par NSK. En outre, l'acier EP (Extra Pur) est utilisé pour les bagues intérieure et extérieure pour une durée de vie plus longue. L'acier EP est fabriqué en contrôlant la quantité d'inclusions non métalliques à base d'oxyde, ce qui élimine la présence de particules de grande dimension, ayant pour résultat une plus grande pureté que l'acier refondu sous vide par arc (VAR). Cette série avec joint DDG, joint à contact faible couple et graisse WPH, graisse résistante à l'eau améliore la fiabilité et permet une manipulation aisée.

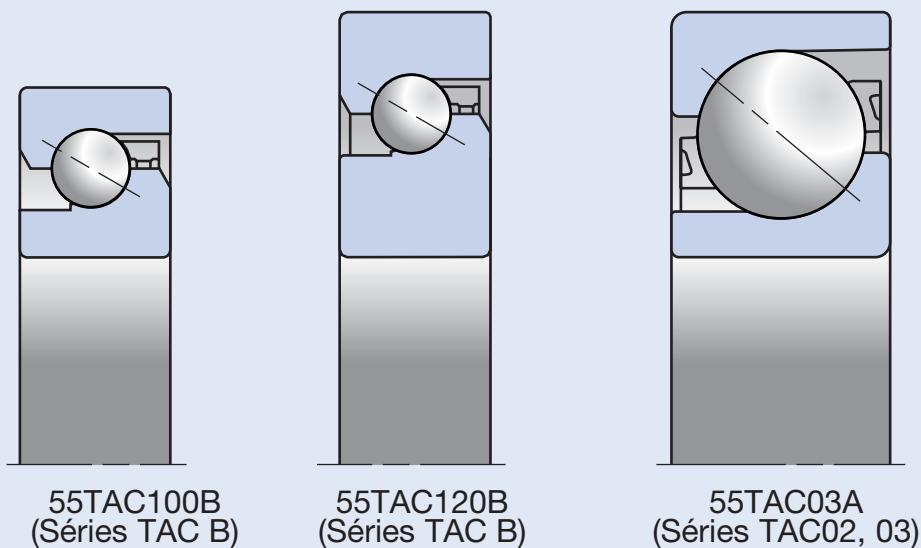
Séries TAC 02 & 03

Les séries TAC 02 et 03 sont des butées à billes à contact oblique avec une grande capacité de charge qui permettent leur utilisation dans les mécanismes d'entraînement des machines électriques de moulage par injection. Le faible couple résistant en rotation est obtenu par la conception interne. Les utilisateurs peuvent utiliser ces butées pour réduire de manière significative le couple résistant en rotation en remplacement de leurs roulements à rouleaux.

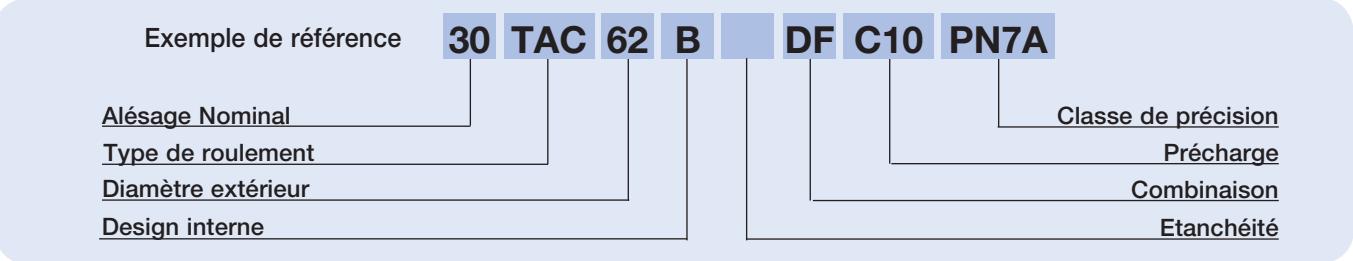
Différences entre les séries TAC B et TAC 02, 03

L'effet des machines électriques de moulage par injection sur les butées support de vis à billes est l'application d'une charge plus élevée que celle appliquée dans les machines-outils. Les butées des séries TAC 02 et 03 sont conçues pour fonctionner dans les applications machine-outil. En revanche, les butées des séries TAC B sont conçues avec une charge admissible supérieure par l'augmentation du nombre de billes et de la largeur.

Fig.4.1



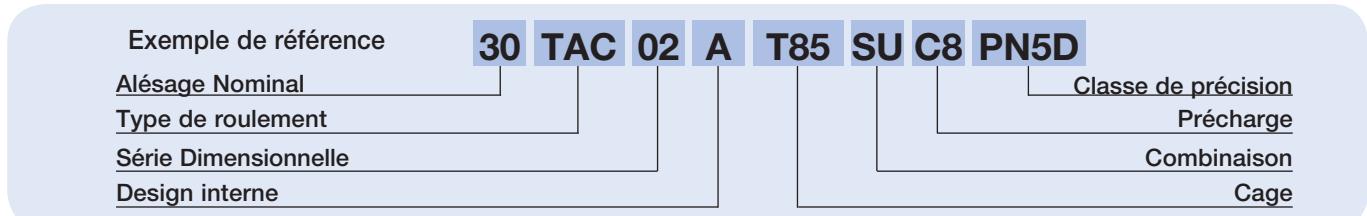
Désignation des Butées à Billes à contact Oblique Support de Vis à Billes (Applications Machine-Outil)



			Référence
30	Alésage nominal	Diamètre d'alésage (mm)	100-101
TAC	Type	Butée à billes à contact oblique : Angle de contact 60°	26, 98
62	Diamètre extérieur	Diamètre extérieur (mm)	100-101
B	Design interne	Haute capacité et haute vitesse	-
	Etanchéité	Pas de symbole : ouvert DDG : joint à contact ⁽¹⁾	26
DF	Combinaison	SU: montage universel (simple rangée) DU: montage universel (double rangée) DB: montage Dos à Dos DF: montage Face à Face DT: montage tandem DBD, DFD, DTD: montage triplète DBB, DFF, DBT, DFT, DTT: montage quadruplette	130-133
C10	Précharge	C10 : précharge standard C9 : précharge légère (low torque specification)	134-137, 150
PN7A	Précision	PN7A : Précision standard (Équivalente à ISO Classe 4) PN7B : Précision spéciale (Diamètre d'alésage et diamètre extérieur exclusivité NSK. Autres ISO Classe 4. Pour montage SU seulement)	165

⁽¹⁾ Les roulements à contact oblique étanches support de vis à billes sont standardisés en combinaison SU et précision PN7B.

Désignation des Butées à Billes à contact Oblique Support de Vis à Billes (Machines Electriques de Moulage par Injection)



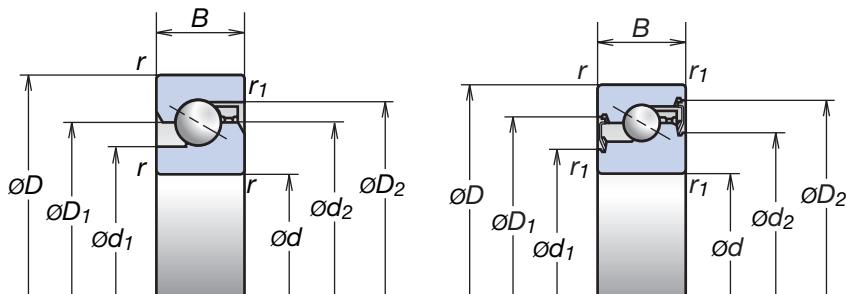
			Référence
30	Alésage nominal	Diamètre d'alésage(mm)	102-103
TAC	Type	Butée à billes à contact oblique	27, 98
02	Séries Dimension	02 : séries 02 03 : séries 03	98
A	Design interne		-
T85	Cage	T85 : cage résine polyamide M : cage laiton usinée	16-17
SU	Combinaison	SU : montage universel (simple rangée)	130-133
C8	Précharge	C8 : précharge standard	134-137, 150
PN5D	Précision	PN5D : précision standard (Équivalente à ISO Classe 5)	165

4. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE SUPPORT DE VIS A BILLES

Pour Applications Machine-Outil

Séries TAC B

Diamètre Alésage 15-60 mm



Roulement Ouvert

Roulement Etanche DDG

Roulement Ouvert

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Dimensions des épaulements (mm)				Quantité de Graisse Recommandée cm ³	Vitesses Limites (') (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min)	<i>r</i> ₁ (min)	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂		Graisse	Huile
15 TAC 47B	15	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
17 TAC 47B	17	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
20 TAC 47B	20	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
25 TAC 62B	25	62	15	1,0	0,6	37,0	45	45	50,7	3,0	4 500	6 000
30 TAC 62B	30	62	15	1,0	0,6	39,5	47	47	53,2	3,2	4 300	5 600
35 TAC 72B	35	72	15	1,0	0,6	47,0	55	55	60,7	3,8	3 600	5 000
40 TAC 72B	40	72	15	1,0	0,6	49,0	57	57	62,7	3,9	3 600	4 800
40 TAC 90B	40	90	20	1,0	0,6	57,0	68	68	77,2	8,8	3 000	4 000
45 TAC 75B	45	75	15	1,0	0,6	54,0	62	62	67,7	4,2	3 200	4 300
45 TAC 100B	45	100	20	1,0	0,6	64,0	75	75	84,2	9,7	2 600	3 600
50 TAC 100B	50	100	20	1,0	0,6	67,5	79	79	87,7	10,2	2 600	3 400
55 TAC 100B	55	100	20	1,0	0,6	67,5	79	79	87,7	10,2	2 600	3 400
55 TAC 120B	55	120	20	1,0	0,6	82,0	93	93	102,2	12,0	2 200	3 000
60 TAC 120B	60	120	20	1,0	0,6	82,0	93	93	102,2	12,0	2 200	3 000

Roulement Etanche

Référence Roulement	Dimensions (mm)					Dimensions des épaulements (mm)				Vitesses Limites (') (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min)	<i>r</i> ₁ (min)	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	Graisse	
15 TAC 47B DDG	15	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36,0	41,8	6 000	
17 TAC 47B DDG	17	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36,0	41,8	6 000	
20 TAC 47B DDG	20	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36,0	41,8	6 000	
25 TAC 62B DDG	25	62	15	1,0	0,6	34,3	40,5	46,5	52,9	4 500	
30 TAC 62B DDG	30	62	15	1,0	0,6	36,8	43,0	49,0	55,4	4 300	
35 TAC 72B DDG	35	72	15	1,0	0,6	44,3	50,5	56,5	62,9	3 600	
40 TAC 72B DDG	40	72	15	1,0	0,6	46,3	52,5	58,5	64,9	3 600	
40 TAC 90B DDG	40	90	20	1,0	0,6	54,0	64,0	70,0	79,4	3 000	
45 TAC 100B DDG	45	100	20	1,0	0,6	61,0	71,0	77,0	86,4	2 600	

(¹) Les vitesses limites sont établies sur une base de précharge C10. En cas de précharge C9, les valeurs sont à multiplier par 1,3

Note : Butée à billes type TAC B : angle de contact $\alpha=60^\circ$

Capacité de Charge C_a			Charge Axiale Admissible			Masse (kg) (approx)
Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)	Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)	
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,135
28,5	46,5	61,5	40,5	81,5	122,0	0,252
29,2	47,5	63,0	43,0	86,0	129,0	0,224
31,0	50,5	67,0	50,0	100,0	150,0	0,310
31,5	51,5	68,5	52,0	104,0	157,0	0,275
59,0	95,5	127,0	89,5	179,0	269,0	0,674
33,0	53,5	71,0	57,0	114,0	170,0	0,270
61,5	100,0	133,0	99,0	198,0	298,0	0,842
63,0	102,0	136,0	104,0	208,0	310,0	0,778
63,0	102,0	136,0	104,0	208,0	310,0	0,714
67,5	109,0	145,0	123,0	246,0	370,0	1,230
67,5	109,0	145,0	123,0	246,0	370,0	1,160

Les vitesses limites indiquées sont valides pour toutes les combinaisons ci-dessus.

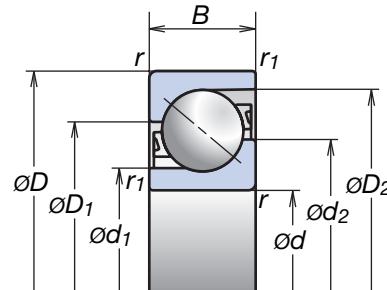
Capacité de Charge C_a			Charge Axiale Admissible			Masse (kg) (approx)
Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)	Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)	
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,135
28,5	46,5	61,5	40,5	81,5	122,0	0,252
29,2	47,5	63,0	43,0	86,0	129,0	0,224
31,0	50,5	67,0	50,0	100,0	150,0	0,310
31,5	51,5	68,5	52,0	104,0	157,0	0,275
59,0	95,5	127,0	89,5	179,0	269,0	0,674
61,5	100,0	133,0	99,0	198,0	298,0	0,842

4. BUTEES A BILLES A CONTACT OBLIQUE SUPPORT DE VIS A BILLES

Pour Applications Machines de Moulage par Injection

Séries TAC 02 et 03

Diamètre Alésage 15-120 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)					Dimensions des épaulements (mm)				Angle de contact (Degré)	Vitesses Limites (') (tr/mn)	
	d	D	B	r (min)	r (min)	d	d	D	D		Graisse	Huile
15TAC02AT85	15	35	11	0,6	0,3	19,5	23,5	26,5	31,9	50	8 000	10 000
25TAC02AT85	25	52	15	1,0	0,6	30,5	36,6	40,4	47,4	50	5 100	7 000
TAC35-2T85	35	90	23	1,5	1,0	49,7	61,4	68,6	81,9	50	3 000	4 100
40TAC03AT85	40	90	23	1,5	1,0	49,7	61,4	68,6	81,9	50	3 000	4 100
45TAC03AT85	45	100	25	1,5	1,0	55,8	68,6	76,4	91,0	50	2 700	3 700
TAC45-2T85	45	110	27	2,0	1,0	60,3	75,6	84,5	100,9	50	2 500	3 300
50TAC03AT85	50	110	27	2,0	1,0	60,3	75,6	84,5	100,9	50	2 500	3 300
55TAC03AT85	55	120	29	2,0	1,0	67,1	82,7	92,3	110,1	50	2 200	3 000
60TAC03AT85	60	130	31	2,1	1,1	72,1	89,8	100,2	119,4	50	2 100	2 800
80TAC03AM	80	170	39	2,1	1,1	94,0	118,5	131,5	152,5	50	1 500	2 100
100TAC03CMC	100	215	47	3,0	1,1	122,5	156,9	158,1	188,1	55	1 200	1 600
120TAC03CMC	120	260	55	3,0	1,1	153,0	189,3	190,7	223,5	55	1 000	1 300

(') Les vitesses limites sont établies sur une base de précharge C8

Capacité de Charge C_c			Charge Axiale Admissible		
Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)	Charge sur 1 rangée de billes DF, DB (kN)	Charge sur 2 rangées de billes DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Charge sur 3 rangées de billes DTD, DFT, DBT (kN)
18,8	30,5	40,5	11,5	22,9	34,5
33,5	54,5	72,0	22,7	45,5	68,0
102,0	166,0	220,0	75,5	151,0	226,0
102,0	166,0	220,0	75,5	151,0	226,0
120,0	195,0	259,0	91,5	183,0	274,0
150,0	243,0	325,0	116,0	232,0	350,0
150,0	243,0	325,0	116,0	232,0	350,0
171,0	278,0	370,0	133,0	266,0	400,0
196,0	320,0	425,0	152,0	305,0	455,0
274,0	445,0	590,0	238,0	475,0	715,0
365,0	595,0	795,0	231,0	460,0	690,0
430,0	700,0	930,0	295,0	590,0	885,0

Les vitesses limites indiquées sont valides pour toutes les combinaisons ci-dessus.

5. ROULEMENTS A BILLES A GORGE PROFONDE



Roulements à Billes à Gorge Profonde
de Précision

Moteurs en général, moteurs Haute Vitesse
Broches et Moteurs de Machines à Bois

Roulements à Billes à Gorge Profonde

Roulements à Billes à Gorge Profonde

Roulements à Billes à Gorge Profonde de Précision106-109

Caractéristiques

Désignation

Tables

Séries 60, 62 et 63 (Types T1X et TYA)

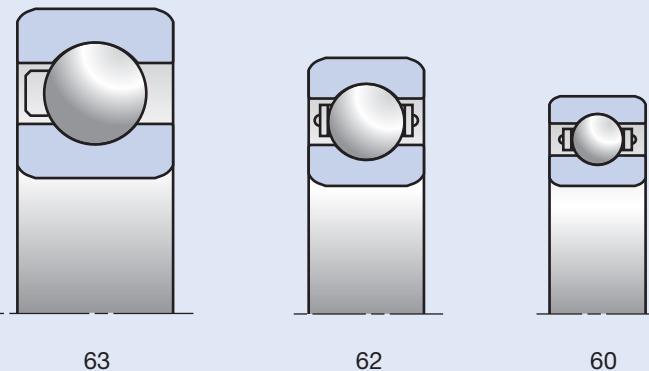
Séries 60 et 62

5. ROULEMENTS A BILLES A GORGE PROFONDE

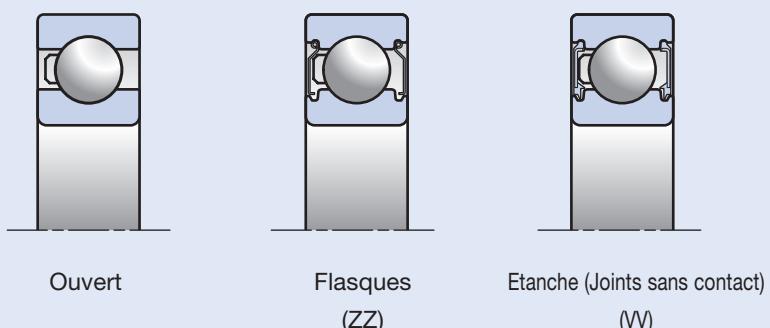
Caractéristiques

- Capable de soutenir non seulement les charges radiales mais également les charges axiales dans les deux directions.
- Le couple de frottement est faible, adapté pour les applications haute vitesse, silencieuses et faibles vibrations.
- Trois types de roulements sont disponibles : ouvert, à flasques (flasque acier) et étanches (joint caoutchouc).

Séries Dimensionnelles



Structure



Cages

- T1X Cage polyamide centrée sur les éléments roulants : procure une résistance supérieure à l'usure pour les moteurs en général.
- TYA Cage polyamide centrée sur les éléments roulants : incorpore les mêmes concepts de construction que les roulements à billes à contact oblique pour les moteurs à haute vitesse.
- T Cage résine phénolique centrée sur la bague intérieure : bon équilibre symétrique, résistance thermique supérieure pour les broches à haute vitesse des machines à bois.

Désignation des Roulements à Billes à Gorge Profonde de Précision

Exemple de référence

6 2 10 T1X ZZ C3 P4

Type de roulement

Série dimensionnelle

Code d'alésage

Matériaux

Classe de précision

Jeu radial

Etanchéité et flasques

Cage

			Référence
6	Type	6 : roulement à billes simple rangée à gorge profonde	106
2	Série dimensionnelle	0 : séries 10, 2 : séries 02, 3 : séries 03	106
10	Alésage	00 = 10mm 01 = 12mm 02 = 15mm 03 = 17mm 04 et au dessus : multiplier par 5 pour obtenir le diamètre en mm.	108-109
	Matériaux	Pas de symbole : acier à roulement (SUJ2) SN24 : billes céramique (Si_3N_4)	12-15, 25
T1X	Cage	T1X : cage résine polyamide centrée sur les éléments roulants TYA : cage résine polyamide centrée sur les éléments roulants haute vitesse T : cage résine phénolique centrée sur la bague intérieure	106
ZZ	Etanchéité et flasques	Pas de symbole : ouvert ZZ : flasques acier VV : Joints caoutchouc sans contact	106
C3	Jeu Radial	Pas de symbole : jeu normal C3 : plus grand que le jeu normal CM : jeu spécial moteurs électriques CG : jeu radial spécial	-
P4	Précision	P2 : ISO Classe 2 P4 : ISO Classe 4 P5 : ISO Classe 5	158-161

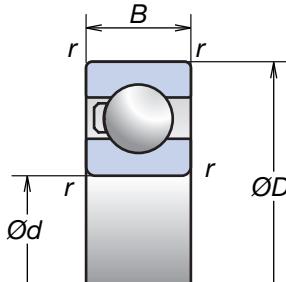
5. ROULEMENTS A BILLES A GORGE PROFONDE

Type T1X (Cage Polyamide)

Séries 60, 62 et 63

Diamètre Alésage 10-50 mm

Type ouvert Type flasques Type étanche
6000 ZZ VV



Référence Roulement (¹)	Flasques	Etanche	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Vitesses Limites (°) (tr/mn) Graisse
			<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)	
6000T1X	ZZ	VV	10	26	8	0,3	4,55	1,87	38 900
6200T1X	ZZ	VV	10	30	9	0,6	5,10	2,39	35 000
6001T1X	ZZ	VV	12	28	8	0,3	5,10	2,37	35 000
6201T1X	ZZ	VV	12	32	10	0,6	6,80	3,05	31 900
6301T1X	ZZ	VV	12	37	12	1,0	9,70	4,20	28 600
6002T1X	ZZ	VV	15	32	9	0,3	5,60	2,83	29 800
6202T1X	ZZ	VV	15	35	11	0,6	7,65	3,75	28 000
6302T1X	ZZ	VV	15	42	13	1,0	11,40	5,45	24 600
6003T1X	ZZ	VV	17	35	10	0,3	6,00	3,25	27 000
6203T1X	ZZ	VV	17	40	12	0,6	9,55	4,80	24 600
6303T1X	ZZ	VV	17	47	14	1,0	13,60	6,65	21 900
6004T1X	ZZ	VV	20	42	12	0,6	9,40	5,00	22 600
6204T1X	ZZ	VV	20	47	14	1,0	12,80	6,60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0,6	10,10	5,85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1,0	14,00	7,85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1,5	20,60	11,20	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1,0	13,20	8,30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1,0	19,50	11,30	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2,0	26,70	14,10	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1,0	16,00	10,30	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1,0	25,70	15,30	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2,5	33,50	18,00	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1,0	16,80	11,50	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1,0	29,10	17,90	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2,5	40,50	22,60	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1,0	20,90	15,20	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1,0	31,50	20,40	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1,0	21,80	16,60	10 800

(¹) Cage TYA disponible pour applications sur moteurs à haute vitesse. Contacter NSK pour les détails.

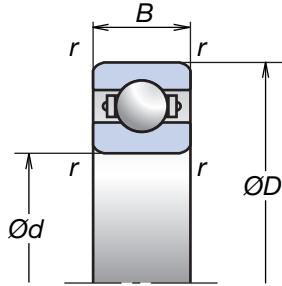
(²) Les vitesses limites sont établies sur le type T1X.

Augmenter les vitesses limites de 15% pour une cage TYA.

Type T (Cage Phénolique)

Séries 60 et 62

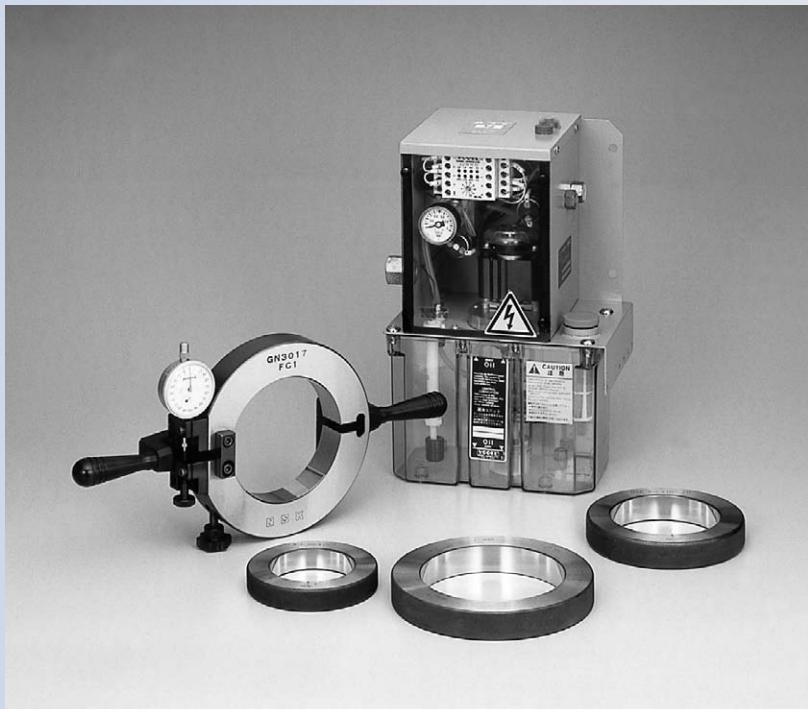
Diamètre Alésage 20-120 mm



Référence Roulement	Dimensions (mm)				Capacité de Charge (kN)		Vitesses Limites (i) (tr/mn)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C</i> (Dyn.)	<i>C_o</i> (Stat.)	Graisse	Huile
6004T	20	42	12	0,6	9,38	5,03	32 000	48 000
6204T	20	47	14	1,0	12,80	6,58	35 000	44 000
6005T	25	47	12	0,6	10,10	5,85	27 000	45 200
6205T	25	52	15	1,0	14,00	7,83	26 000	42 800
6006T	30	55	13	1,0	13,20	8,27	23 000	40 000
6206T	30	62	16	1,0	19,50	11,30	21 000	37 300
6007T	35	62	14	1,0	16,00	10,30	22 000	35 800
6207T	35	72	17	1,0	25,70	15,30	18 500	32 700
6008T	40	68	15	1,0	16,80	11,50	21 000	32 400
6208T	40	80	18	1,0	29,10	17,90	16 600	26 700
6009T	45	75	16	1,0	19,90	14,00	18 800	29 000
6209T	45	85	19	1,0	32,70	20,40	15 300	26 000
6010T	50	80	16	1,0	20,80	15,40	17 300	26 700
6210T	50	90	20	1,0	35,10	23,20	14 300	24 200
6011T	55	90	18	1,0	28,30	21,20	16 700	23 800
6211T	55	100	21	1,5	43,40	29,20	12 000	21 900
6012T	60	95	18	1,0	29,40	23,20	15 700	21 900
6212T	60	110	22	1,5	52,50	36,00	11 700	19 700
6013T	65	100	18	1,0	29,20	23,50	13 300	20 600
6213T	65	120	23	1,5	57,50	40,00	10 800	17 800
6014T	70	110	20	1,0	38,10	30,90	11 900	18 400
6214T	70	125	24	1,5	62,00	44,00	10 200	16 700
6015T	75	115	20	1,0	37,80	31,20	11 100	17 200
6215T	75	130	25	1,5	66,00	49,00	10 100	15 600
6016T	80	125	22	1,0	47,60	39,70	10 200	15 700
6216T	80	140	26	2,0	72,50	53,00	9 200	14 300
6017T	85	130	22	1,0	47,50	40,00	9 500	14 700
6217T	85	150	28	2,0	84,00	62,00	8 500	13 100
6018T	90	140	24	1,5	58,20	49,60	8 700	13 500
6019T	95	145	24	1,5	58,00	50,00	8 100	12 600
6020T	100	150	24	1,5	60,00	54,00	7 800	12 000
6022T	110	170	28	2,0	85,00	73,00	6 500	10 100
6024T	120	180	28	2,0	88,00	80,00	6 100	9 400

(i) Pour les vitesses limites, se référer page 152.

6. CALIBRES ET LUBRIFICATEURS AIR-HUILE



Calibres et Lubrif

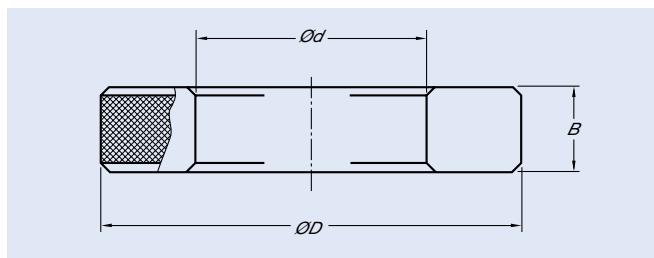
Calibres et Lubrificateurs Air-Huile

Calibres	112-115
Calibres GR	
Caractéristiques	
Désignation	
Calibres GTR	
Caractéristiques	
Désignation	
Calibres GN	
Caractéristiques	
Désignation	
Lubrificateurs Air-Huile	116-117

6. CALIBRES ET LUBRIFICATEURS AIR-HUILE

Calibres bague Séries GR

Calibres de précision pour la mesure des logements



Pour obtenir le fonctionnement le plus performant des roulements de précision pour les broches de machine-outil, il est important d'obtenir un ajustement précis entre l'axe et le logement. Pour réaliser cet ajustement précis, il est nécessaire de mesurer exactement les diamètres de l'arbre et du logement.

Les calibres NSK séries GR sont des bagues étalons faites pour mesurer des diamètres d'alésage des logements avec une précision de 0,001mm.

Caractéristiques

- La conception des bagues permet des mesures fiables.
- Faible épaisseur évitant toute déformation liée à la charge pendant la mesure.
- Le traitement thermique lors de la fabrication des bagues annule tout effet d'usure sur les dimensions des bagues.
- Mesure exacte rendue possible grâce aux dimensions précises mesurées qui sont marquées sur les bagues en 0,001 mm dans les deux directions X et Y.

Roulements applicables					Référence Calibre	Dimensions (mm)			Masse (kg) (approx)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		d	D	B	
- 02 03	-	00	-	-	GR 26	26	75	20	0,6
	-	01	-	-	GR 28	28	75	20	0,6
	-	-	-	00	GR 30	30	80	20	0,7
- - 04	-	02	-	01	GR 32	32	80	20	0,7
	-	03	-	02	GR 35	35	85	20	0,7
	-	-	-	-	GR 37	37	85	20	0,7
- 05 06	-	-	-	03	GR 40	40	90	20	0,8
	-	04	-	-	GR 42	42	95	20	0,9
	-	05	-	04	GR 47	47	95	20	0,8
07 - 08	-	-	-	05	GR 52	52	100	20	0,9
	-	06	30	-	GR 55	55	100	20	0,9
	-	07	35	06	GR 62	62	100	20	0,8
09 10 -	-	08	40	-	GR 68	68	110	20	0,9
	50	-	-	07	GR 72	72	115	20	1,0
	-	09	45	-	GR 75	75	115	20	0,9
11 12 13	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1,2
	60	-	-	09	GR 85	85	130	25	1,5
	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1,5
14 15 16	-	12	60	-	GR 95	95	140	25	1,6
	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1,7
	75	-	-	-	GR 105	105	150	25	1,8
17	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2,1
	-	15	75	-	GR 115	115	165	25	2,1
	85	-	-	13	GR 120	120	170	25	2,2
18 19 20	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2,3
	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2,4
	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2,5
21 22 -	105	19	95	-	GR 145	145	200	30	3,5
	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3,6
	-	21	105	18	GR 160	160	215	30	3,8
24 - 26	120	-	-	-	GR 165	165	220	30	3,9
	-	22	110	19	GR 170	170	225	30	4,0
	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3,8
28 -	140	-	-	21	GR 190	190	240	30	4,0
	-	26	130	22	GR 200	200	250	30	4,1

Calibres Coniques Séries GTR30

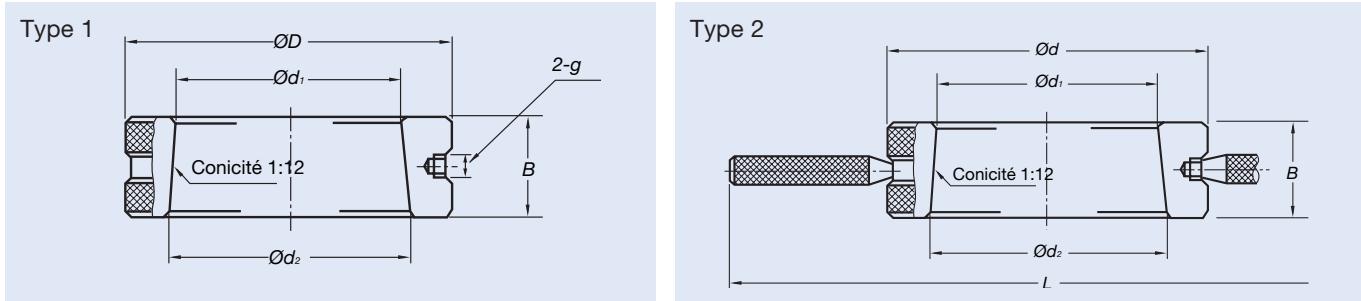
Calibres de mesure des arbres coniques



Les roulements NN30XXKR à double rangée de rouleaux cylindriques sont des roulements à alésage conique qui ont une rigidité élevée et conviennent aux hautes vitesses, aussi ils sont souvent employés dans les broches de machine-outil. Pour utiliser ces roulements, il est important d'assembler exactement l'alésage conique de la bague intérieure avec l'axe de la broche. La conicité du roulement (cone 1:12) est obtenue et contrôlée pour une classe de précision spécifique. Un calibre conique GTR30 est réalisé avec un alésage conique et une finition de surface identiques à celle d'un roulement de précision. L'utilisation de ce calibre pour le contrôle d'un alésage conique assurera un ajustement parfait du roulement.

Caractéristiques

- Faible épaisseur évitant toute déformation liée à la charge pendant la mesure.
- Le traitement thermique lors de la fabrication des bagues annule tout effet d'usure sur les dimensions des bagues.

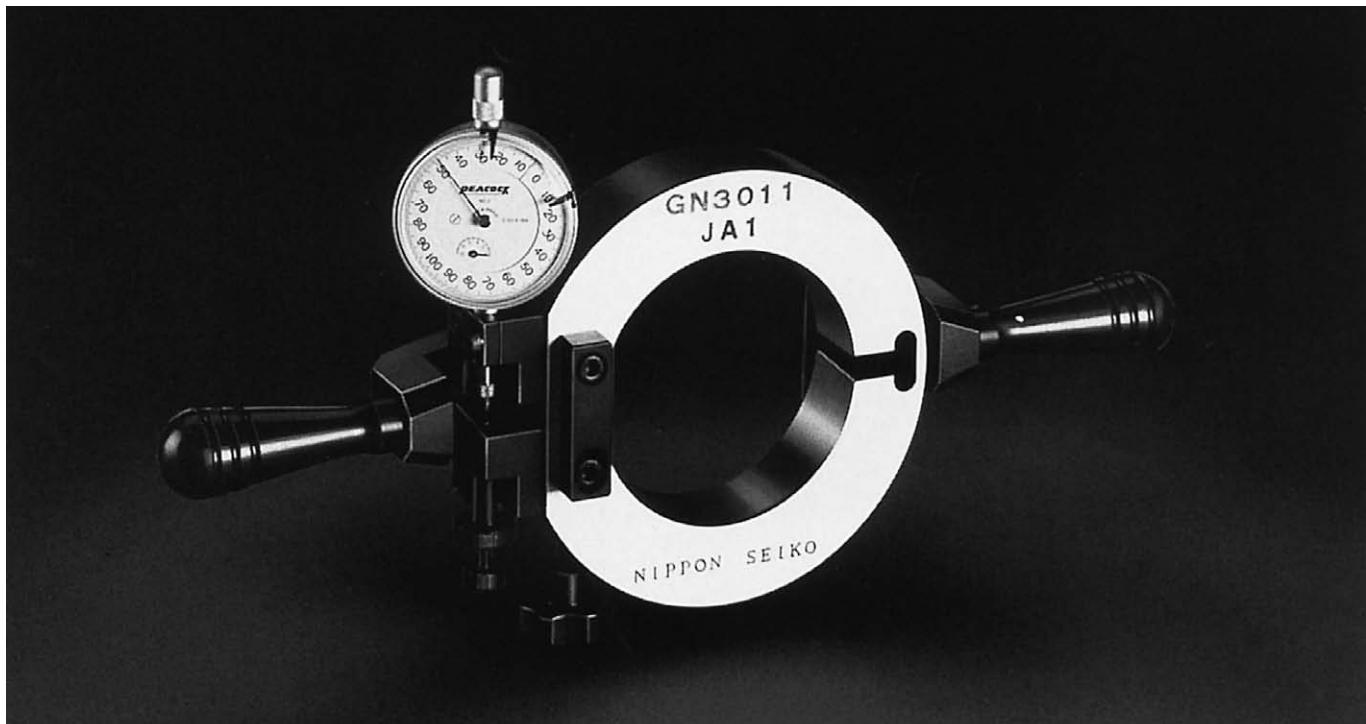


Roulements Applicables	Référence Calibre	Type	Dimensions (mm)						Masse (kg) (approx)
			d_1	d_2	D	B	L	g	
NN3006KR	GTR3006	1	30	31,583	70	19	—	M3x0.5	0,5
NN3007KR	GTR3007	1	35	36,667	75	20	—	M3x0.5	0,5
NN3008KR	GTR3008	1	40	41,750	80	21	—	M3x0.5	0,6
NN3009KR	GTR3009	1	45	46,917	85	23	—	M5x0.8	0,7
NN3010KR	GTR3010	1	50	51,917	90	23	—	M5x0.8	0,8
NN3011KR	GTR3011	1	55	57,167	95	26	—	M5x0.8	0,9
NN3012KR	GTR3012	1	60	62,167	100	26	—	M5x0.8	1,0
NN3013KR	GTR3013	1	65	67,167	105	26	—	M5x0.8	1,0
NN3014KR	GTR3014	1	70	72,500	110	30	—	M5x0.8	1,3
NN3015KR	GTR3015	1	75	77,500	115	30	—	M5x0.8	1,3
NN3016KR	GTR3016	1	80	82,833	125	34	—	M5x0.8	1,8
NN3017KR	GTR3017	1	85	87,833	130	34	—	M5x0.8	1,9
NN3018KR	GTR3018	2	90	93,083	140	37	358	—	2,5
NN3019KR	GTR3019	2	95	98,083	145	37	363	—	2,6
NN3020KR	GTR3020	2	100	103,083	150	37	368	—	2,7
NN3021KR	GTR3021	2	105	108,417	160	41	376	—	3,5
NN3022KR	GTR3022	2	110	113,750	165	45	381	—	4,0
NN3024KR	GTR3024	2	120	123,833	170	46	386	—	3,9
NN3026KR	GTR3026	2	130	134,333	180	52	396	—	4,6
NN3028KR	GTR3028	2	140	144,417	190	53	406	—	5,0
NN3030KR	GTR3030	2	150	154,667	210	56	426	—	7,0
NN3032KR	GTR3032	2	160	165,000	220	60	436	—	7,8

6. CALIBRES ET LUBRIFICATEURS AIR-HUILE

Calibres GN Séries GN30

Calibres de précision pour la mesure du jeu radial résiduel des roulements à double rangée de rouleaux cylindriques (NN30XX)



Lors du montage d'un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques à alésage conique sur un arbre, il est important d'associer précisément le cône de l'arbre avec celui du roulement, et de s'assurer que le jeu radial interne désiré est atteint après montage.

S'il y a un jeu radial interne résiduel excessif, l'axe principal aura un certain jeu et la précision d'usinage sera compromise. Si le jeu est trop faible, en dépit de peu ou pas de changement de rigidité, la génération de la chaleur deviendra excessive et la durée de vie en fatigue du roulement diminuera fortement (voir page 137).

Avec la tendance récente vers des vitesses et des précisions plus élevées, il est nécessaire de contrôler le jeu radial interne résiduel plus soigneusement. Dans le passé, les méthodes de mesure du jeu radial étaient très complexes et exigeaient une haute compétence.

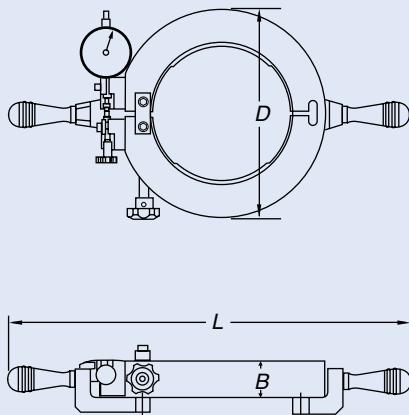
Les calibres GN développés par NSK pour la mesure du jeu radial interne résiduel des roulements à double rangée de rouleaux cylindriques simplifient le montage de ces roulements et en améliorent la précision (l'utilisation des

calibres GN exige également un calibre de mesure de l'alésage).

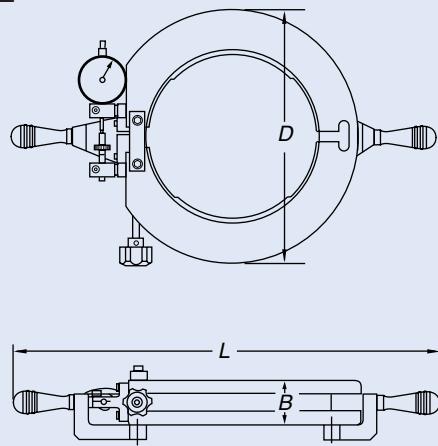
Caractéristiques

- Mesures simples, fiables, et précises.
- Plus de calculs compliqués pour les corrections basées sur l'interférence de la bague extérieure sur le logement.
- Le jeu positif et négatif (précharge) peut être mesuré.
- Des mesures précises sont obtenues depuis que les calibres GN sont calibrés par mesure de pression.

Type 1



Type 2



Roulements Applicables	Référence Calibres	Type	Dimensions (mm)			Masse (kg) (approx)
			D	B	L	
NN3007	GN3007	1	102	23	292	1,3
NN3008	GN3008	1	108	23	297	1,4
NN3009	GN3009	1	115	23	305	1,5
NN3010	GN3010	1	120	23	310	1,6
NN3011	GN3011	1	131	26	324	2,1
NN3012	GN3012	1	138	26	329	2,2
NN3013	GN3013	1	145	26	335	2,4
NN3014	GN3014	1	156	30	347	3,0
NN3015	GN3015	1	162	30	353	3,1
NN3016	GN3016	1	175	33	374	4,2
NN3017	GN3017	1	185	33	381	4,3
NN3018	GN3018	1	195	35	393	5,2
NN3019	GN3019	1	204	35	399	5,6
NN3020	GN3020	1	210	35	411	6,1
NN3021	GN3021	1	224	39	419	7,1
NN3022	GN3022	1	233	44	433	8,5
NN3024	GN3024	2	254	44	470	7,5
NN3026	GN3026	2	280	50	492	9,5
NN3028	GN3028	2	289	50	500	9,5
NN3030	GN3030	2	314	54	520	12,0
NN3032	GN3032	2	329	54	540	13,0

6. CALIBRES ET LUBRIFICATEURS AIR-HUILE

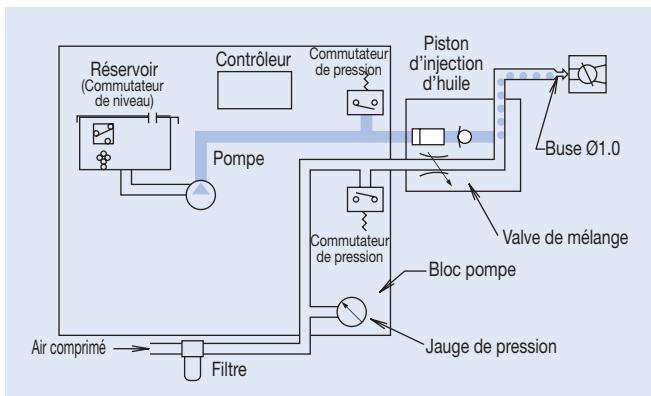
● Lubrificateur Air-Huile FINE-LUBE

Caractéristiques

Les innovations technologiques sont nombreuses dans le domaine de la machine-outil, en particulier au niveau des électro-broches qui fonctionnent à des vitesses très élevées. Les nouveaux développements visant à améliorer les roulements et la lubrification sont donc essentiels.

NSK a fait beaucoup de développements dans les systèmes de lubrification air-huile et dans les équipements de lubrification à l'huile. En 1984, NSK a présenté au marché le lubrificateur air-huile FINE-LUBE, qui continue à avoir un réel succès. Le FINE-LUBE a évolué avec le temps et a été adopté sur beaucoup de machines-outils, tout en gagnant une réputation pour son excellente qualité de fabrication et sa fiabilité élevée.

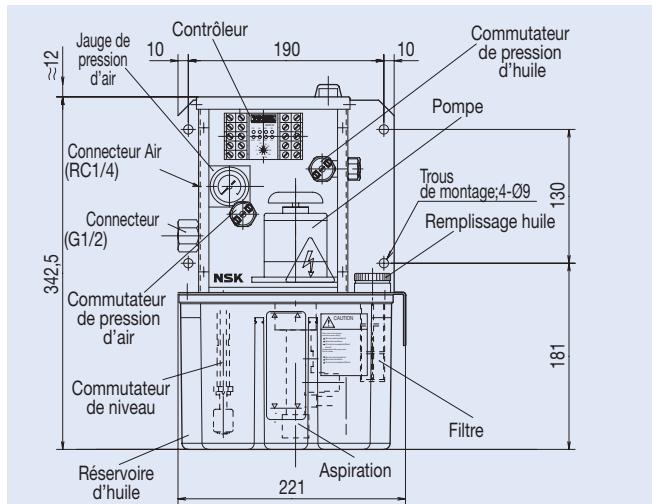
Le lubrificateur air-huile FINE-LUBE occupe une place de leader sur le marché de la lubrification air-huile. Cette centrale fournit la lubrification air-huile par un système qui comporte une pompe, une valve de mélange et une unité de commande. La fiabilité a été encore améliorée en incorporant des dispositifs de sécurité.



Précautions

- Utiliser un compresseur à air propre et sec, avec une pression de 0,2~0,4MPa.
- Utiliser une huile pure, propre, avec une viscosité ISO VG 10 ou plus. Prendre extrêmement soin d'éviter toute contamination de l'huile, ce qui réduirait la durée de vie de l'équipement.
- Attacher une grande importance à la sélection des conduites d'huile utilisées entre la pompe et des valves de mélange. Contacter NSK si une quelconque conduite dépasse les 5m de longueur.
- Les conduites d'huile des valves de mélange à la broche doivent se limiter à 1,5 - 5m.

● Unité Pompe OAEG



Caractéristiques

- L'unité OAEG est équipée d'une nouvelle pompe développée pour supporter les huiles à basse viscosité. (gamme de viscosité de : 10 - 68 cst/°C)
- Un contrôleur spécial est employé pour établir des intervalles de lubrification à 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64, ou 128 minutes.
- Les dispositifs de sécurité standard incluent :
 - (1) Commutateur de niveau d'huile
 - (2) Voyant de défaut d'alimentation électrique
 - (3) Commutateur de pression d'air
 - (4) Commutateur de pression d'huile

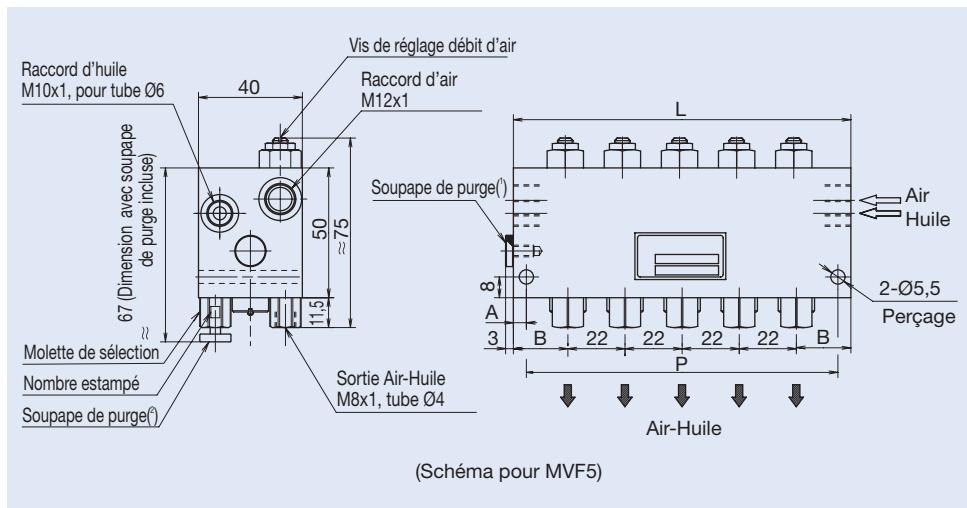
- Composants de l'unité de pompe : contrôleur, commutateur de pression d'air, commutateur de pression d'huile et commutateur de flotteur.

NSK offre également une unité plus économique de pompe agréée CE. Cette pompe peut être commandée exclusivement par notre contrôleur, ou par un système séquentiel.

Modèle :
OAEG (Contrôleur Inclus)
OAEG-N (Pas de contrôleur)

- Lubrification : Huile pour broche à haute vitesse ou turbine
- Alim. Elec. : 100V
- Capacité Réservoir : 2,7L
- Niveau d'huile effectif : 1,7L

● Valve de mélange MVF



Caractéristiques

- Utilise une commande à piston pour décharger de petites quantités fixes d'huile.
- Des quantités de 0,01, 0,03, et 0,06 cm³ par décharge peuvent être choisies.
- Nombre de sorties et quantité de décharges sélectionnables en fonction des besoins locaux.

Notes :

- (¹) Si la quantité de décharge est 0,01 cm³, utiliser le bouchon de purge pour la procédure de décharge d'air. Si la quantité est de 0,03 ou 0,06 cm³, fermer la soupape de purge avec le bouchon de purge.
- (²) Dans le cas où la quantité de décharge est de 0,03 ou 0,06 cm³, mettre la soupape selon la position indiquée.

Type	Nombre de valves	L	A	P	B
MVF1	1	42	10,0	22	21,0
MVF2	2	64	9,5	45	21,0
MVF3	3	86	8,0	70	21,0
MVF4	4	108	6,5	95	21,0
MVF5	5	130	5,0	120	21,0
MVF6	6	155	5,0	145	22,5

Quantité de décharge (cm ³ /coup)	Nombre estampé	Code
0,01	1	P1
0,03	3	P2
0,06	6	P3

● Options

Contrôleur

(Installé sur OAG)

- Le contrôleur surveille les opérations de la pompe. À la première indication d'une anomalie de lubrification, une alarme est signalée et la broche de la machine-outil peut être arrêtée.
- Un affichage à LED sert à indiquer à l'utilisateur lequel des sept modes de défaillance est en fonction.



Filtre à huile

OAV-02/03

- Les filtres retiennent les particules étrangères de l'huile.
- Deux types disponibles : 3µm et 20µm



Commutateur de pression

OAG

- Contrôle l'augmentation des pressions d'huile et d'air et toute chute dans la pression d'huile.

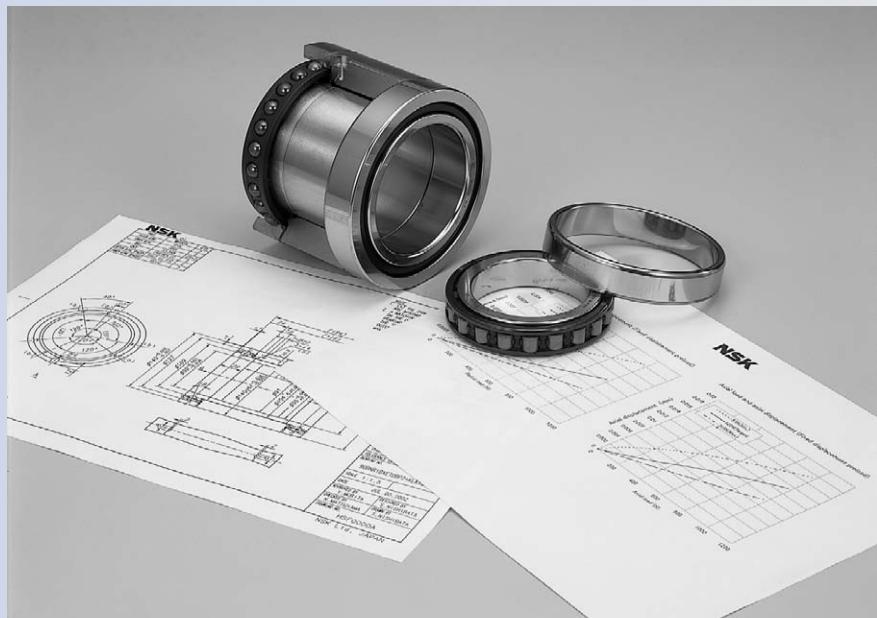


Soupape de purge

OAV-01

- Facilitent la purge d'air après avoir débranché des conduites d'huile pour l'entretien





Guide

Guide Technique

1. Durée de Vie	120-127
Durée de Vie et Charge de Base	
Nouvelle Théorie de la Durée de Vie	
2. Charge Statique de Base et Charge Statique Équivalente	128-129
3. Appairage des Roulements à Billes à Contact Oblique	130-133
Caractéristiques de chaque Combinaison	
Montage Universel	
4. Précharge et Rigidité.	134-151
Types de Précharge et de Rigidité	
Tables - Précharge et Rigidité	
5. Vitesse Limite	152-153
6. Lubrification.....	154-157
7. Précision des Roulements	158-165
Tolérances des Roulements Radiaux	
Tolérances des Roulements à Alésage Conique	
Tolérances des Butées à Billes à Contact Oblique	
8. Réalisation des Arbres et des Logements.....	166-170
Ajustements des Arbres et des Logements	
Précision des Arbres et des Logements	
Dimensions - Encombrement	
Dimensions des arrondis ou des chanfreins	
9. Entretoises.....	171-175
Dimensions	
Position de la Buse de Lubrification	

Technique

1. DUREE DE VIE

Durée de Vie du Roulement et Charge de Base

Les nombreuses fonctions exigées pour les roulements varient selon l'application. Ces fonctions doivent être assurées pendant une période prolongée. Même s'ils sont correctement montés et utilisés, dans le temps ils ne fonctionnent plus de façon satisfaisante en raison de l'augmentation du bruit et des vibrations, de la diminution de la précision de rotation, de l'altération de la graisse ou de l'écaillage provoqué par l'usure des surfaces.

La durée de vie d'un roulement, au sens large du terme, est la période pendant laquelle le roulement continue de fonctionner et de remplir correctement ses fonctions. Cette durée de vie peut être définie comme durée de vie en vibration, en abrasion, de la graisse ou en fatigue, fonction du facteur qui entraîne la défaillance de fonctionnement du roulement.

Hormis une défaillance de fonctionnement des roulements suite à une détérioration naturelle, la défaillance peut être due également à des conditions telles que le grippage thermique, la rupture, la formation d'éraflures sur les bagues, l'usure des joints d'étanchéité ou autres endommagements. Ces conditions ne doivent pas être interprétées comme des défaillances normales car elles sont souvent dues à un mauvais choix de roulement, à des défauts de conception ou de fabrication des éléments associés, à un montage incorrect ou à une maintenance insuffisante.

Durée de Vie du Roulement et Durée de Vie Nominale

Lorsque les roulements fonctionnent sous charge, les pistes des bagues intérieures et extérieures et les éléments roulants sont soumis à des contraintes cycliques répétées. En raison de la fatigue du métal des pistes en contact avec les éléments roulants, des particules peuvent, sous forme d'écaillles, se dissocier du matériau du roulement, phénomène appelé „écaillage“. La durée de vie en fatigue du roulement correspond au nombre total de tours à partir duquel la surface du roulement commence à s'écailler sous l'effet des contraintes. Même pour des roulements apparemment identiques, de même type, de mêmes dimensions, réalisés dans le même matériau et ayant subi notamment le même traitement thermique, la durée de vie en fatigue du roulement varie fortement, alors que les conditions de fonctionnement sont identiques. Ces différences s'expliquent par le fait que l'écaillage des matériaux, dû à la fatigue, dépend de plusieurs autres variables. Par conséquent, „la durée de vie nominale“ pour laquelle la durée de vie en fatigue du roulement est appréhendée comme phénomène statistique est utilisée de préférence, par rapport à la durée de vie réelle en fatigue du roulement.

En supposant que plusieurs roulements du même type sont utilisés séparément dans des conditions identiques, après un certain temps, 10 % d'entre eux connaissent une défaillance due à l'écaillage de fatigue en roulement. Le nombre total de tours à ce stade est défini comme durée de vie nominale ou, si la vitesse est constante, la durée de vie nominale est souvent exprimée par le nombre total d'heures de fonctionnement atteint lorsque 10 % des roulements ne peuvent plus être utilisés à cause de l'écaillage.

Lors de la détermination de la durée de vie du roulement, la durée de vie nominale est souvent le seul facteur pris en compte. Toutefois, d'autres facteurs doivent également être pris en considération, notamment en évaluant la durée de vie de la graisse dans les roulements prégraissés. Etant donné que la durée de vie en vibration et la durée de vie en abrasion sont évaluées en fonction de critères individuels pour différentes applications, une évaluation empirique des valeurs spécifiques de la durée de vie en vibration ou de la durée de vie en abrasion est indispensable.

Définition de la Charge Dynamique de Base

La charge dynamique de base est définie comme la charge constante appliquée sur des roulements à bague extérieure fixe et à laquelle la bague intérieure peut résister pour une durée de vie spécifiée à un million de tours (10^6 tr). La charge de base pour les roulements radiaux est définie comme charge radiale centrale, de direction et d'amplitude constantes, tandis que la charge de base pour les butées est définie comme charge axiale d'amplitude constante dans la même direction que l'axe médian. Les spécifications de charge sont énumérées sous Cr pour les roulements radiaux et sous Ca pour les butées dans les tableaux de dimensions.

Durée de Vie Nominale

Relation entre durée de vie nominale et charge dynamique de base.

Pour les roulements à billes :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \quad (10^6 \text{ tr})$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^3 \quad (\text{heures})$$

Pour les roulements à rouleaux :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \quad (10^6 \text{ tr})$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \quad (\text{heures})$$

où

L_{10} : Durée de vie nominale (10^6 tr, ou H)

P : Charge dynamique équivalente appliquée (N) (Voir Page 121)

C : Charge dynamique de base (N)

Pour les Rlts radiaux, C est écrit C_r

Pour les Butées, C est écrit C_a

n : Vitesse de rotation (tr/mn)

Dans le cas de roulements tournant à vitesse constante, il est d'usage d'exprimer la durée de vie nominale en heures.

Charge dynamique équivalente

Dans certains cas, les charges appliquées sur les roulements sont exclusivement radiales ou axiales, toutefois la plupart du temps, ces charges sont une combinaison des deux. En général, leur niveau et leur direction varient également.

Dans ces conditions, les charges effectives appliquées sur les roulements ne peuvent être utilisées pour les calculs de durée de vie, c'est pourquoi il est nécessaire de déterminer une charge hypothétique de niveau constant, qui passe par le centre du roulement et qui donnera une durée de vie égale à celle du roulement dans des conditions réelles de charge et de rotation. Cette charge hypothétique est appelée charge dynamique équivalente.

En supposant une charge radiale équivalente P_r , une charge radiale F_r , une charge axiale F_a et un angle de contact, il est possible de déterminer de manière approximative la relation entre la charge radiale équivalente et la charge sur roulement comme suit :

$$P_r = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

où X : Facteur de charge radiale
 Y : Facteur de charge axiale } Voir tableau 1.1

Le facteur de charge axiale varie en fonction de l'angle de contact. Pour les roulements à rouleaux, l'angle de contact ne varie pas en fonction du niveau de charge axiale. Pour les roulements à gorge profonde à une rangée de billes et les roulements à billes à contact oblique, l'angle de contact augmente lorsque la charge axiale augmente. Cette augmentation angulaire peut être exprimée par le rapport charge nominale statique de référence C_{0r} /charge axiale F_a . Le Tableau 1.1 montre le facteur de charge axiale pour l'angle de contact correspondant à ce rapport. Concernant les roulements à billes à contact oblique, il est possible, dans des conditions normales, de ne pas tenir compte de l'incidence de variation de l'angle de contact sur le facteur de charge, même si l'angle de contact atteint 25°, 30° ou 40°.

Pour les butées à angle de contact $\alpha \leq 90^\circ$ sur lesquelles s'exercent simultanément des charges radiales et axiales, la charge axiale équivalente P_a devient alors :

$$P_a = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

Tableau 1.1 Valeurs des Facteurs X et Y

Angle de Contact Nominal	$\frac{F_a}{F_r} \cdot C_{0r}$	e	Simple, DT				DB ou DF			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0,178	0,38					1,47		1,65	2,39
	0,357	0,40					1,40		1,57	2,28
	0,714	0,43					1,30		1,46	2,11
	1,070	0,46					1,23		1,38	2,00
	1,430	0,47	1	0	0,44		1,19	1,00	1,34	0,72
	2,140	0,50					1,12		1,26	1,82
	3,570	0,55					1,02		1,14	1,66
	5,350	0,56					1,00		1,12	1,63
	18	—	0,57	1	0	0,43	1,00	1,00	1,09	0,70
	25	—	0,68	1	0	0,41	0,87	1,00	0,92	0,67
	30	—	0,80	1	0	0,39	0,76	1,00	0,78	0,63
	40	—	1,14	1	0	0,35	0,57	1,00	0,55	0,57
	50	—	1,49	—	—	0,73	1,00	1,37	0,57	0,73
	55	—	1,79	—	—	0,81	1,00	1,60	0,56	0,81
	60	—	2,17	—	—	0,92	1,00	1,90	0,55	0,92

*Pour i, utiliser 2 pour DB, DF et 1 pour DT

Tableau 1.2 Charge de Base de Roulements à Contact Oblique en Assemblage Multiple

Double Rangée		Triple Rangée		Quadruple Rangée	
C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}
1,62	2	2,15	3	2,64	4

Facteur à augmenter par rapport à un roulement à simple rangée

1. DUREE DE VIE

Calcul de la durée de vie de plusieurs roulements constituant un ensemble

Lorsque plusieurs roulements sont utilisés dans une même machine, on peut déterminer la durée de vie en fatigue des différents roulements si la charge qui s'exerce sur les différents roulements est connue. Néanmoins, la machine ne pourra généralement plus fonctionner si l'un des roulements connaît une défaillance. Dans certains cas, il est donc nécessaire de connaître la durée de vie en fatigue d'un groupe de roulements utilisé dans une même machine.

La durée de vie en fatigue des roulements varie considérablement et notre équation servant au calcul de la durée de vie en fatigue

$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ s'applique à la durée de vie „des 90%“ (également appelée durée de vie nominale en fatigue, qui est soit le nombre maximal de tours, soit le nombre d'heures que peuvent atteindre 90% de plusieurs roulements similaires fonctionnant dans des conditions analogues).

En d'autres termes, la durée de vie en fatigue calculée pour un roulement présente une probabilité de 90%. Etant donné que la probabilité d'endurance d'un groupe de plusieurs roulements sur une durée donnée est un produit de la probabilité d'endurance de différents roulements sur cette même durée, la durée de vie nominale en fatigue d'un groupe n'est pas déterminée exclusivement à partir de la durée de vie nominale en fatigue la plus courte des différents roulements. En fait, la durée de vie du groupe est beaucoup plus courte que la durée de vie du roulement présentant la durée de vie en fatigue la plus courte.

En supposant une durée de vie nominale en fatigue $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ des différents roulements et une durée de vie nominale en fatigue L du groupe complet de roulements, on obtient l'équation suivante :

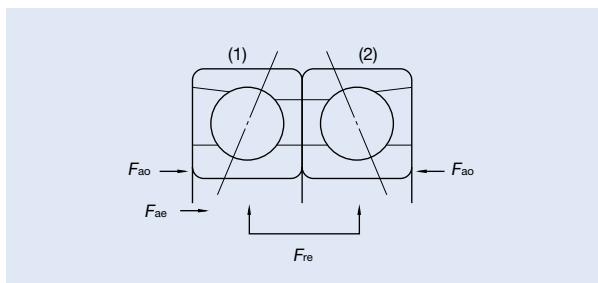
$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e}$$

où, $e=1,1$ (pour roulements à billes ou à rouleaux)

Calculs de durée de vie de roulements à billes à contact oblique préchargés

Afin de définir les composantes de charge totale radiale (F_r) et axiale (F_a) sur chaque roulement pour une configuration à plusieurs roulements à billes à contact oblique préchargés, on doit prendre en compte la charge radiale (F_{re}) et la charge axiale (F_{ae}) extérieures, la précharge axiale (F_{ao}) et la répartition de charge. Cette dernière est fonction du rapport élément roulant/déformation du chemin de roulement, lequel est proportionnel à la charge puissance 2/3. La procédure de calcul pour les différentes variantes de montage de roulements identiques rencontrées habituellement est précisée ci-dessous.

Paire de Roulements - Montage Dos à Dos



Sous une charge radiale externe (F_{re}), la précharge totale (F_{ap}) est la suivante,

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1,2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

si $F_{ap} < F_{ao}$, on considère que $F_{ap} = F_{ao}$

La composante totale axiale (F_{a1}, F_{a2}) est l'application de la charge axiale sur chaque roulement (1 et 2) :

$$F_{a1} = 2/3 F_{ae} + F_{ap}$$
$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{ae}$$

Si $F_{a2} < 0$ la précharge est allégée de sorte que $F_{a1} = F_{ao}$, et $F_{a2} = 0$

La composante totale radiale de charge (F_r) sur chaque roulement est proportionnelle au rapport de la charge axiale de chaque roulement sur la charge axiale totale, chaque composant étant élevé à la puissance 2/3 :

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

La charge radiale dynamique équivalente (Pr_1) et (Pr_2) pour chaque roulement est calculée par :

$$Pr_1 = X F_{r1} + Y F_{ao}$$

$$Pr_2 = X F_{r2} + Y F_{ao}$$

Les valeurs de X et Y sont obtenues d'après le tableau 1.1 (Page121)

La durée de vie nominale (L_{10}) de chaque roulement est :

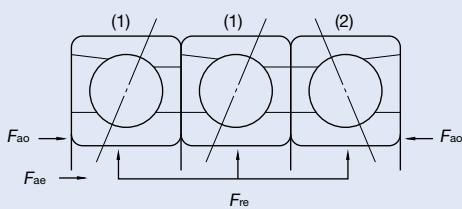
$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \text{ (heures)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \text{ (heures)}$$

Les deux roulements peuvent être considérés comme un ensemble et d'après la théorie des probabilités, la durée de vie de l'ensemble, ou de la paire de roulement, sera plus courte que la durée de vie la plus courte de chaque roulement pris individuellement. Ainsi :

$$L_{10} \text{ de l'ensemble} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1/1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1/1.1}}\right)^{1/1.1}} \text{ (heures)}$$

Montage DBD



Sous une charge radiale externe (F_{re}), la précharge totale (F_{ap}) est la suivante :

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1,2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1,2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

Si $F_{ap1} < F_{ao}/2$, on considère que $F_{ap1} = F_{ao}/2$
et $F_{ap2} < F_{ao}$, on considère que $F_{ap2} = F_{ao}$

La composante totale axiale (F_{a1}, F_{a2}) est l'application de la charge axiale sur chaque roulement :

$$F_{a1} = 0,4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} - 0,2F_{ae}$$

Si $F_{a2} < 0$ la précharge est allégée de sorte que

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \text{ et } F_{a2} = 0$$

La composante totale radiale de charge (F_r) sur chaque roulement :

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

La charge radiale dynamique équivalente (Pr_1) et (Pr_2) pour chaque roulement :

$$Pr_1 = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$Pr_2 = XF_{r2} + YF_{a2}$$

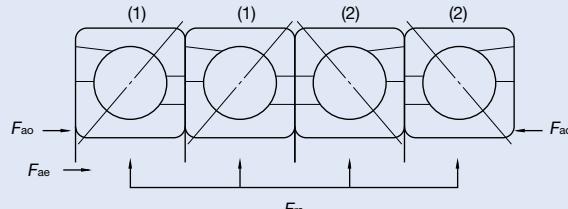
Les valeurs de X et Y sont obtenues d'après le tableau 1.1 (Page121). La durée de vie nominale (L_{10}) de chaque roulement est :

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \text{ (heures)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \text{ (heures)}$$

$$L_{10} \text{ de l'ensemble} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}} + \frac{1}{L_{10(2)}} \right)^{1/1.1}} \text{ (heures)}$$

Montage DBB



Sous une charge radiale externe (F_{re}), la précharge totale (F_{ap}) est la suivante :

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1,2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

Si $F_{ap} < F_{ao}/2$, on considère que $F_{ap} = F_{ao}/2$

La composante totale axiale (F_{a1}, F_{a2}) est l'application de la charge axiale sur chaque roulement :

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/6F_{ae}$$

Si $F_{a2} < 0$ la précharge est allégée de sorte que

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \text{ et } F_{a2} = 0$$

La composante totale radiale de charge (F_r) sur chaque roulement :

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

La charge radiale dynamique équivalente (Pr_1) et (Pr_2) pour chaque roulement :

$$Pr_1 = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$Pr_2 = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Les valeurs de X et Y sont obtenues d'après le tableau 1.1 (Page121). La durée de vie nominale (L_{10}) de chaque roulement est :

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \text{ (heures)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \text{ (heures)}$$

$$L_{10} \text{ de l'ensemble} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}} + \frac{1}{L_{10(2)}} \right)^{1/1.1}} \text{ (heures)}$$

1. DUREE DE VIE

Nouvelle Théorie de la Durée de Vie

Introduction

Ces dernières années, la technologie des roulements a beaucoup progressé, en particulier dans le domaine de la précision dimensionnelle et de la pureté des matériaux. C'est pourquoi, en fonctionnement dans un environnement plus propre, la durée de vie en fatigue des roulements est aujourd'hui supérieure à celle obtenue suivant la formule classique de calcul de durée de vie ISO. Cette amélioration est due en partie aux progrès importants des technologies relatives aux roulements, comme la propreté et le filtrage dans le domaine de la lubrification.

La formule classique de calcul de la durée de vie, laquelle repose sur les théories de G. Lundberg et A. Palmgren (théorie L-P dans ce qui suit), traite uniquement de l'écaillage initié sous la surface, c'est-à-dire des criques générées par des contraintes dynamiques de cisaillement immédiatement sous la surface en mouvement et qui atteignent ensuite progressivement la surface sous forme d'écaillage.

$$\ln \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_o^c \cdot N^{e \cdot V}}{Z_o^h}$$

La nouvelle formule de calcul de durée de vie NSK suppose que la durée de vie en fatigue en fonctionnement est la somme totale des effets combinés d'un écaillage de sous surface et d'un écaillage de surface.

Nouvelle formule de Calcul de Durée de Vie NSK

1) Ecaillage initié sous la surface

Une condition préalable de l'écaillage de sous surface est le contact des éléments roulants avec la piste de roulement par l'intermédiaire d'un film d'huile suffisant et continu sous lubrification propre.

Le graphique de la Figure 1.1 donne pour chaque condition d'essai, la durée de vie L_{10} en fonction de la pression de contact maximale (P_{max}).

Sur la figure, la ligne L_{10} théorique est obtenue en appliquant la formule classique de calcul de durée de vie. Au fur et à mesure que la pression de contact maximale diminue, la ligne de durée de vie effective s'écarte de celle obtenue en appliquant le calcul théorique classique et tend vers une durée de vie plus longue, ce qui démontre qu'il existe une charge limite de fatigue P_u en deçà de laquelle aucune fatigue en fonctionnement n'a lieu. Ce phénomène est illustré plus clairement à la Figure 1.2.

Fig. 1.1 Test de Durée de Vie sous Lubrification Propre

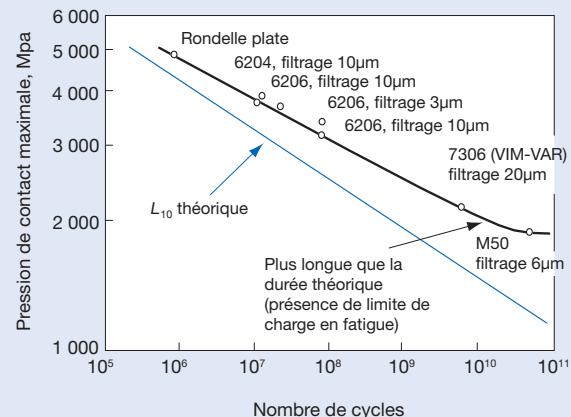
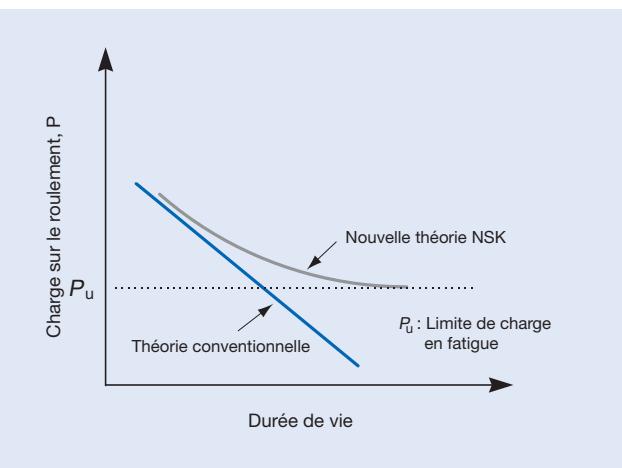


Fig. 1.2 Nouvelle Théorie de la durée de vie NSK tenant compte de la Limite de fatigue



2) Ecaillage initié en surface

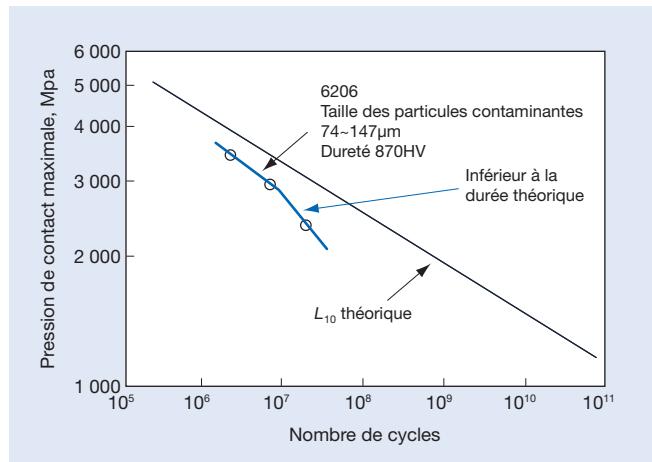
Dans des conditions réelles de fonctionnement, le lubrifiant est souvent contaminé par des corps étrangers, tels que les copeaux de métal, les bavures, le sable de fonderie, etc. Mélangées au lubrifiant, ces particules de corps étrangers sont comprimées contre les pistes par les éléments roulants et des empreintes se forment sur les pistes et les éléments roulants. Une concentration de contraintes se produit au niveau des arêtes des empreintes, générant ainsi de fines criques qui, à la longue, se propagent, d'où un écaillage des pistes et des éléments roulants.

Comme le montre le graphique de la Figure 1.3, la durée de vie effective est inférieure à la durée de vie conventionnelle calculée, et ce dans des conditions de contamination du lubrifiant à une pression de contact maximale faible. La ligne de durée de vie effective s'écarte de celle obtenue par les calculs de durée de vie théorique et tend vers une durée de vie plus courte, ce qui montre que, dans des conditions de contamination du lubrifiant, la durée de vie effective est encore plus réduite comparée à la durée de vie théorique.

Tableau 1.3 Valeur du Facteur de Contamination a_c

	Très propre	Propre	Normal	Contaminé	Très contaminé
Facteur a_c	1	0,8	0,5	0,4~0,1	0,05
Mesures d'application	Filtrage $\sim 10\mu\text{m}$	Filtrage $10\sim 30\mu\text{m}$	Filtrage $30\sim 100\mu\text{m}$	Filtrage $>100\mu\text{m}$ ou pas de filtrage (bain d'huile, circulation d'huile, etc.)	Pas de Filtrage, présence de fines particules
Exemples d'applications	Roulements étanches lubrifiés à la graisse pour les applications électriques et les technologies informatiques, etc.	Roulements étanches lubrifiés à la graisse pour moteurs électriques. Roulements étanches lubrifiés à la graisse pour les boîtes d'essieux ferroviaires et les machines-outils, etc.	Usage normal. Roulements de roues automobile, etc.	Roulements pour transmissions automobile, pour boîtes de vitesses industrielles, pour machines de chantiers, etc.	—

Fig. 1.3 Test de Durée de Vie sous Lubrification Contaminée



Le nouveau calcul de durée de vie NSK prend donc en compte cette tendance dans les résultats d'essais de durée de vie réalisés dans des conditions d'environnement propre, à un niveau de charge faible. Sur la base de ces résultats, la nouvelle équation de calcul de durée de vie est une fonction de $(P-P_J)/C$, ce rapport étant influencé par les conditions spécifiques de lubrification que précise le paramètre de lubrification. De même, on suppose que les effets des différents types et formes de particules de corps étrangers sont considérablement influencés par la charge appliquée sur le roulement et par les conditions de lubrification et que cette relation peut être exprimée en fonction du paramètre de charge, soit, dans la nouvelle formule de calcul de la durée de vie, $(P-P_J)/C \cdot 1/a_c$.

La formule de calcul dans le cas d'un écaillage de surface, sur la base des hypothèses ci-dessus, est la suivante :

$$\ln \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\} - 1$$

V = Volume contraint

Le tableau 1.3 donne le coefficient de contamination suivant le niveau de propreté du lubrifiant. Des résultats d'essai obtenus avec des roulements à billes et à rouleaux lubrifiés à la graisse après filtrage montrent que la durée de vie est plusieurs fois supérieure à celle déterminée par calcul dans des conditions de contamination du lubrifiant. Néanmoins, si la dureté du corps étranger est supérieure à Hv350, celle-ci devient alors un facteur et une empreinte se forme sur la piste. Les détériorations en fatigue dues à ces empreintes peuvent évoluer rapidement vers un écaillage. Des résultats d'essai obtenus avec des roulements à billes et à rouleaux dans des conditions de contamination par des corps étrangers indiquent des durées de vie réduites au 1/3 - 1/10 par rapport à la durée de vie calculée de manière classique.

Sur la base de ces résultats d'essai, le coefficient de contamination a_c est classifié en cinq étapes dans le cadre de la nouvelle théorie de durée de vie NSK.

(3) Nouvelle formule de calcul de la durée de vie.

La formule suivante qui combine l'écaillage de sous surface et l'écaillage de surface est proposée comme nouvelle formule de calcul de durée de vie.

$$\ln \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

$$L_{\text{able}} = a_1 \cdot a_{\text{NSK}} \cdot L_{10}$$

1. DUREE DE VIE

Facteur de Correction de Durée de Vie a_{NSK}

Le facteur de correction de durée de vie a_{NSK} est une fonction des paramètres de lubrification $(P-P_u)/C \cdot 1/a_c$ comme indiqué ci dessous.

$$a_{NSK} \propto F \left\{ a_c, \left(\frac{P-P_u}{C \cdot a_c} \right) \right\}$$

La nouvelle théorie de durée de vie NSK tient compte de l'amélioration des matériaux et des traitements thermiques, facteur d'extension de la durée de vie, en corrigeant le facteur de contamination a_c . La théorie recourt également au rapport de viscosité k ($k = v/v_1$, v étant la viscosité en fonctionnement et v_1 la viscosité exigée) car le paramètre de lubrification a_c varie en fonction du degré de formation du film d'huile qui dépend du lubrifiant et de la température de fonctionnement. La théorie montre que plus les conditions de lubrification sont satisfaisantes (k plus élevé), plus la durée de vie est longue.

Les Figures 1.4 et 1.5 montrent les diagrammes du facteur de correction a_{NSK} en fonction de la nouvelle formule de calcul de durée de vie. Cette nouvelle formule traite séparément les roulements à billes (à point de contact) et les roulements à rouleaux (à contact linéaire).

Nouvelle Formule de Calcul de Durée de Vie L_{able}

Le concept de la nouvelle formule de calcul de durée de vie est ramené à un facteur unique comme le montre la formule ci-dessous dans laquelle la formule classique de calcul de durée de vie (L_{10}) est multipliée par le facteur de correction (a_c) et le facteur de fiabilité (a_f ; Tableau 1.4)

$$L_{able} = a_f \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

Tableau 1.4 Facteur de Fiabilité

Fiabilité (%)	90,00	95,00	96,00	97,00	98,00	99,00
Facteur de Fiabilité	1,00	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Nouvelle Théorie de la Durée de Vie Appliquée aux Roulements de Précision pour Machines-Outils

Lorsque la nouvelle formule de calcul de durée de vie est appliquée aux roulements de précision, a_{NSK} est défini comme étant

$$a_{NSK} \doteq 14$$

Fig. 1.4 Facteur de durée de vie NSK pour roulements à billes

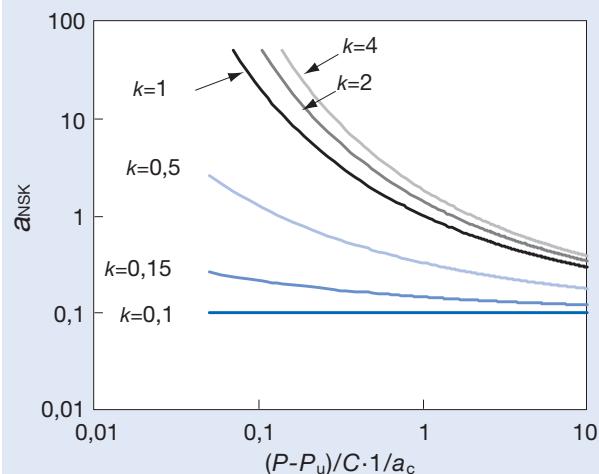
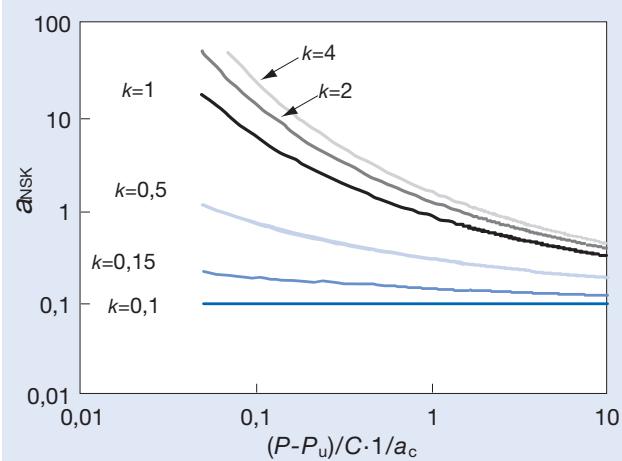


Fig. 1.5 Facteur de durée de vie NSK pour roulements à rouleaux



Ceci est basé sur des roulements de précision NSK en acier standard Z, utilisés avec une lubrification à la graisse ou avec lubrifiant VG22 - viscosité VG68, dans un environnement propre.

Pour Accéder aux Outils de Calculs NSK

Aller sur notre site Web à <http://home2.nsk.com/index2.html>

Durée de Vie des Roulements à Haute Vitesse

Lorsque les roulements fonctionnent à des vitesses élevées, outre la charge externe, la charge interne qui est générée par la force centrifuge s'exerçant sur l'élément roulant doit être prise en compte.

Un ordinateur doit être utilisé pour le calcul des conditions de charge des roulements fonctionnant à des vitesses élevées (supérieures à $800\,000\,d_m\,n$).

L'équilibre des forces qui s'exercent sur les éléments roulants et sur les bagues intérieures/extérieures, de même que les variations d'angle de contact, sont déterminés par des calculs de convergence (1), en référence à la condition de charge du roulement (charge radiale, charge axiale, force centrifuge sur les éléments roulants, etc.).

Afin de connaître la durée de vie de chaque rangée complète du roulement, on calcule d'abord la durée de vie de chaque élément roulant sollicité entre la bague intérieure et la bague extérieure.

(1) Les calculs de convergence permettent à NSK de calculer de manière très précise la force centrifuge qui s'exerce sur les billes et de réaliser en fait des calculs de charge pour chacun des éléments roulants.

Pour les calculs de durée de vie des roulements destinés à des applications à haute vitesse, merci de contacter NSK.

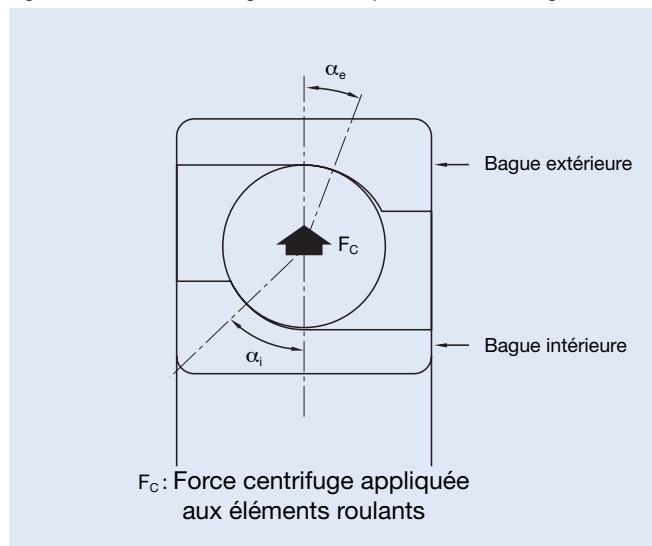
Durée de Vie des Roulements Hybrides

(Eléments Roulant en Céramique)

Les valeurs C_r , C_{or} et les critères L_{10} n'existent pas dans la norme ISO 281 applicable aux roulements hybrides.

Toutefois, la durée de vie des roulements hybrides tend à être supérieure à celle des roulements à billes en acier classique dans des conditions de fonctionnement identiques, particulièrement dans les cas où la force centrifuge exercée sur les billes est très importante.

Fig. 1.6 Modification de l'angle de contact par la Force Centrifuge



2. CHARGE STATIQUE DE BASE ET CHARGE

Charge Statique de Base

Quand un roulement subit une charge excessive ou une charge brutale importante, celui-ci peut subir une déformation locale permanente des éléments roulants et des pistes de roulement si la limite élastique du métal est dépassée. Cette déformation s'accroît en étendue et en profondeur avec l'augmentation de la charge, et quand la charge dépasse une certaine limite, le fonctionnement régulier du roulement est compromis.

La charge statique de base est définie comme la charge statique qui produit les pressions de contact définies ci-dessous, au centre de l'aire de contact entre l'élément roulant le plus chargé et la surface de la piste.

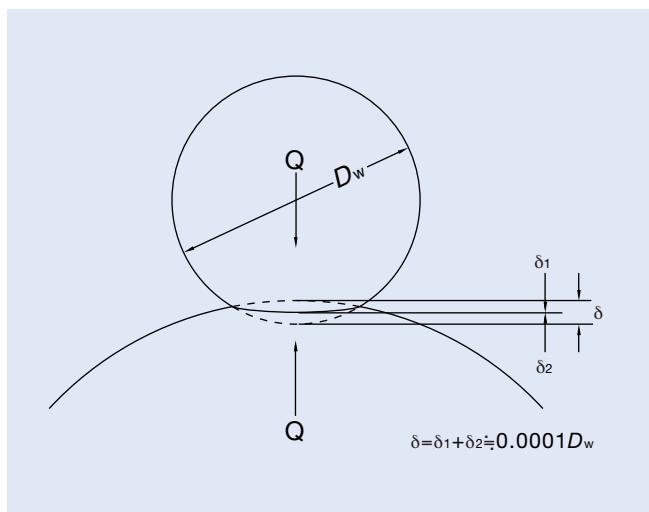
Pour les roulements à billes : 4200 MPa

Pour les roulements à rouleaux : 4000 MPa

Dans cette aire de contact, la somme de la déformation permanente de l'élément roulant et de celle de la piste est pratiquement 0,0001 fois le diamètre de l'élément roulant.

La charge statique de base C_o s'écrit C_{or} pour les roulements radiaux et C_{oa} pour les butées à billes dans les tableaux.

Fig.2.1 Relation entre déformation et charge statique de base



Charge Statique Équivalente

La charge statique équivalente est une charge hypothétique qui produit une déformation permanente équivalente à la déformation permanente maximale provoquée par une charge réelle à l'arrêt du roulement (ou lorsque le roulement tourne ou oscille très lentement).

La charge statique radiale passant par le centre du roulement est prise comme charge statique équivalente pour les roulements radiaux, alors que la charge statique axiale dans la direction coïncidant avec l'axe central est prise comme charge statique équivalente pour les butées.

Charge statique équivalente sur les roulements radiaux :

La plus grande des deux valeurs calculée à partir des équations suivantes devrait être adoptée comme charge statique équivalente sur les roulements radiaux.

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_o = F_r$$

Charge statique équivalente sur les butées :

$$P_o = X_o F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ$$

Tableau 2.1 Charge statique équivalente $P_o = X_o F_r + Y_o F_a$

Angle de Contact	Seul. DT		DB ou DF	
	X_o	Y_o	X_o	Y_o
15	0,5	0,46	1	0,92
18	0,5	0,42	1	0,84
25	0,5	0,38	1	0,76
30	0,5	0,33	1	0,66
40	0,5	0,26	1	0,52

où

P_o : Charge statique équivalente (N)

F_r : Charge radiale (N)

F_a : Charge axiale (N)

X_o : Facteur charge statique radiale

Y_o : Facteur charge statique axiale

Quant le roulement est utilisé seul ou en montage DT et que $F_r > 0,5F_{r1} + Y_o F_a$, prendre $P_o = F_r$

Facteur de charge statique

La charge statique équivalente admise sur les roulements varie en fonction de la charge statique de base, des applications et des conditions de fonctionnement. Le facteur de charge statique admissible est un facteur de sécurité qui est appliqué à la charge statique de base, et qui est défini par l'équation ci dessous.

$$f_s = (C_o / P_o)$$

où

C_o : Charge statique de base (N)

P_o : Charge statique équivalente (N)

Tableau 2.2 Valeurs du facteur de charge statique f_s

Conditions de fonctionnement	Limite inférieure de f_s	
	Billes	Rouleaux
Applications silencieuses	2,0	3,0
Roulements sujets aux vibrations et aux chocs	1,5	2,0
Fonctionnement normal	1,0	1,5

Charge Axiale Admissible

Afin d'améliorer les performances des roulements, NSK a déterminé la charge axiale admissible statistiquement, basée sur les deux situations suivantes :

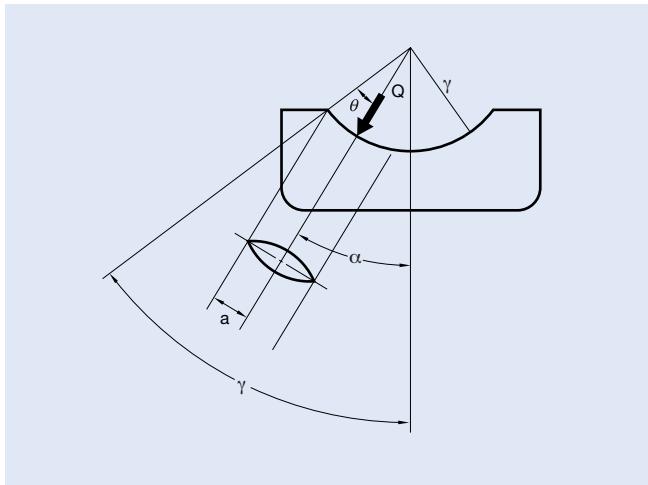
- 1 - La charge limite à laquelle la surface elliptique générée par la bille et la piste est soumise à un changement de l'angle de contact quand un roulement radial, qui est sous une charge axiale, monte au-dessus de l'épaulement de la gorge de la bague.
- 2- La valeur de la charge statique équivalente P_o qui est déterminée d'après la charge statique de base C_o et utilisant le facteur de charge statique axial Y_o .

La charge axiale admissible est déterminée par la plus faible des deux valeurs définies ci-dessus.

Cette valeur a été confirmée par les essais, et inclut un facteur de sécurité.

(Se référer aux tables pour les charges axiales admissibles)

Fig.2.2. Surface Elliptique et Charge Axiale Admissible



3. APPAIRAGE DES ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

Appairage des Roulements à Billes à Contact Oblique

NSK produit des roulements à contact oblique de super précision appairés pour des combinaisons à 2, 3, et 4 rangées. Les combinaisons disponibles pour l'extrémité fixe des broches sont habituellement à 2 rangées (DB), 3 rangées (DBD), et 4 rangées (DBB). Cependant, dans le cas d'une combinaison à 3 rangées, la répartition de la précharge pour chaque roulement n'étant pas identique, la plage de réglage pour la précharge optimale est très réduite, rendant cet arrangement non applicable pour les applications sous haute vitesse.

Les groupes de roulements sont fabriqués en tant qu'ensembles, aussi quand ils sont montés l'un à côté de l'autre, une précharge donnée est automatiquement obtenue. La variation de la tolérance de l'alésage et du diamètre extérieur pour une paire de roulements doit être au minimum de 1/3 de la plage de tolérance.

Tableau 3.1 Propriétés des différents montages

	DB	DF	DT	DBD	DBB
Résistance à la charge	↔	↔	→	↔	↔
Rigidité en flexion	○	○	△	○	○
Capacité en vitesse	○	○	○	△	○
Génération de température	○	○	○	△	○
Rigidité	○	○	△	○	○

↔ Excellent ○ Très bon ○ Bon △ Moyen → Une seule direction ↔ Deux directions

Caractéristiques de Chaque Combinaison

● Montage dos à dos, DB

Charges axiales dans les deux directions et charges radiales supportées. La distance entre les points d'application de charge étant élevée, ce type de montage offre une bonne rigidité et une bonne résistance aux moments fléchissants. Cependant si la précision du logement est insuffisante et qu'il y a un désalignement de l'arbre, les charges internes du roulement pourraient être trop importantes et causer une défaillance prématuée.

● Montage face à face , DF

Comparé au montage DB, la distance entre les points d'application de charge étant faible, la capacité à soutenir les moments est inférieure au montage DB.

D'autre part, ce montage convient pour des logements où la précision est plus faible et où la flexion de l'arbre peut être importante.

● Montage en Tandem, DT

Charges axiales dans une seule direction et charges radiales supportées. La rigidité axiale de ce type étant deux fois la valeur d'un type simple rangée, ce montage est employé quand la charge axiale dans une seule direction est très forte.

● 3 rangées, DBD

Charges axiales dans les deux directions et charges radiales supportées. Cependant la précharge de chaque roulement n'est pas égale, la précharge d'un côté de l'ensemble est deux fois celle de l'autre côté.

Par conséquent, ce type de montage est à proscrire dans les applications à haute vitesse en raison de la forte augmentation de la charge interne d'un seul côté, ce qui conduirait à une défaillance des roulements.

● 4 rangées, DBB

Charges axiales dans les deux directions et charges radiales supportées. Dans les situations qui ont les mêmes configurations axiales que le montage DB, précharge et rigidité sont deux fois supérieures au montage DB. En outre, la charge axiale permise dans un ensemble de 4 rangées est plus grande que celle d'une combinaison DB.

Fig.3.1 Distance entre les points d'application de charge dans les montages dos à dos et face à face

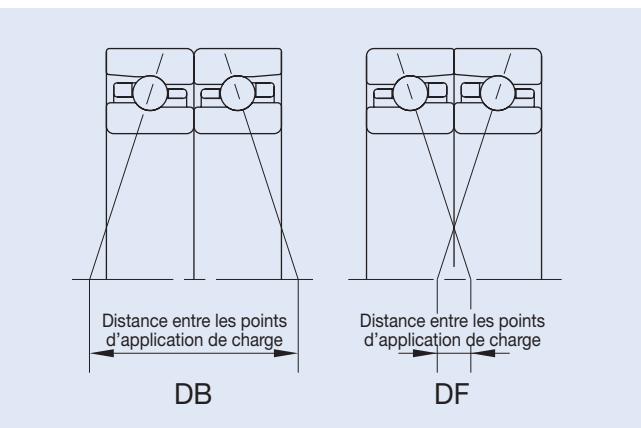


Fig.3.2 Direction des charges dans les montages dos à dos et en tandem

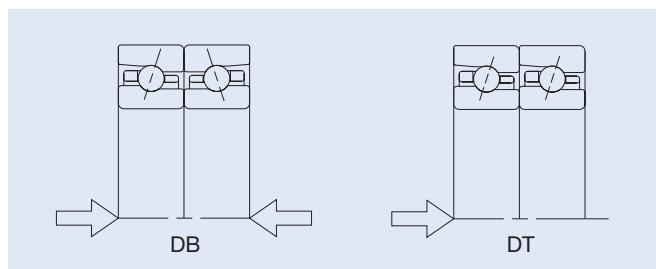
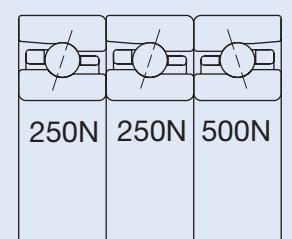


Fig.3.3 Précharge dans un montage DBD

Précharge=500N



Comparaison de Flexion de l'Arbre des Montages Dos à Dos et Face à Face

La rigidité de l'arbre est différente selon la combinaison utilisée, Dos à Dos ou Face à Face, comme le démontre l'exemple suivant. Dans cet exemple, des roulements à billes à contact oblique (75BNR10XET) sont utilisés en tête de broche et la flexion de l'arbre est illustrée pour les deux combinaisons DB et DF. Quand une charge radiale de 1000N est appliquée sur la tête de la broche, les déplacements radiaux sur la tête de broche sont calculés comme suit :

$$\sigma_{DB} = 2,4079 \times 10^{-2}$$

$$\sigma_{DF} = 2,9853 \times 10^{-2}$$

Ceci démontre l'effet de la distance entre les points d'application des charges sur la flexion de l'arbre.

Instructions de Montage pour les Roulements à Billes à Contact Oblique

Ordre de Montage

Pour les roulements appairés, l'ordre de montage et la direction d'application de la charge sont très importants.

Un "V" est gravé sur le diamètre extérieur des bagues extérieures comme le montre la figure 3.6. Quand les roulements sont montés ensemble, les marques forment ainsi un "V" indiquant que les roulements sont parfaitement appairés et alignés.

Point maximum d'excentricité

Sur la face des bagues intérieures, le symbole "O" est marqué pour indiquer la position du point maximum d'excentricité. La précision optimale sera réalisée quand le symbole "O" sera positionné à l'opposé du point d'excentricité maximale de l'arbre.

Sur la bague extérieure, la position du point maximum d'excentricité est indiquée par la position du "V".

Fig.3.5 Position du point maximum d'excentricité de la bague intérieure

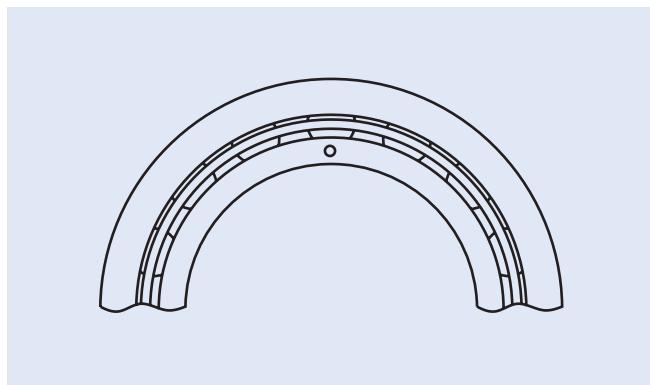


Fig.3.4 Courbe de flexion de l'arbre

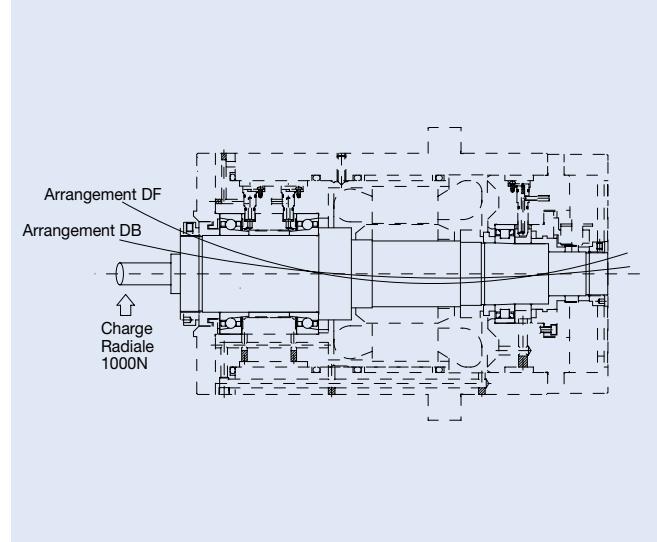
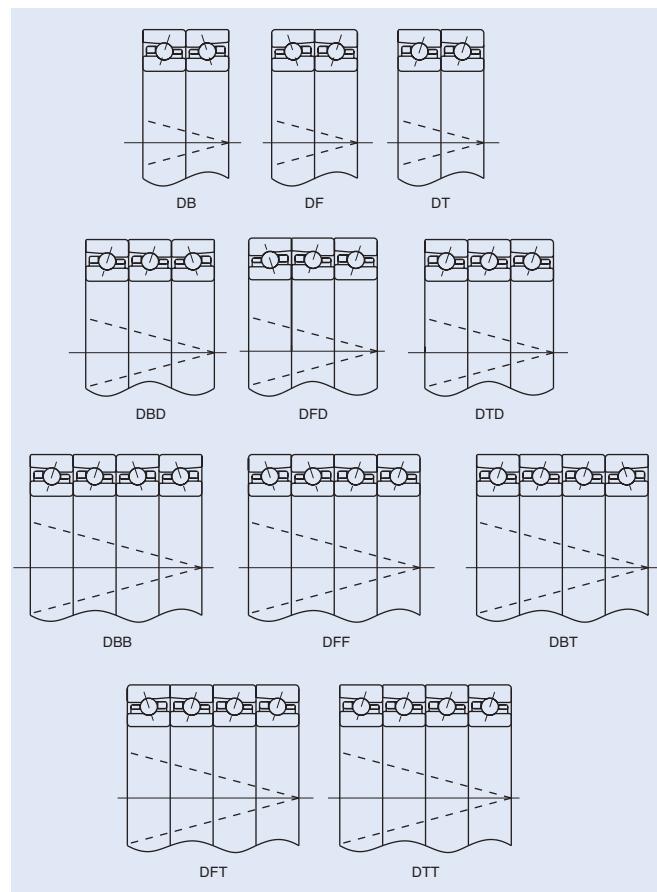


Fig.3.6 Combinaisons des roulements à billes à contact oblique



3. APPAIRAGE DES ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE

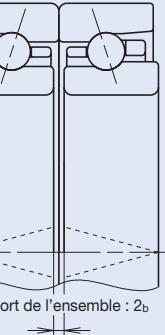
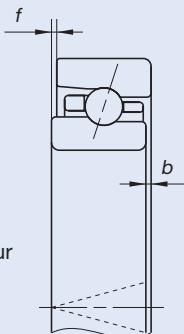
Appairage Universel

NSK propose des roulements à billes à contact oblique qui ont la même valeur de déport à la fois sur leur face avant et sur leur face arrière. Par conséquent, lorsque des roulements ayant la même référence sont appairés, ils ont la même valeur de précharge, spécifiée pour chaque précharge standard.

Pour les combinaisons de roulements, le „V“ gravé sur la surface de la bague extérieure évite les erreurs „d'orientation“, assure l'alignement correct des roulements au montage et indique la direction de l'angle de contact.

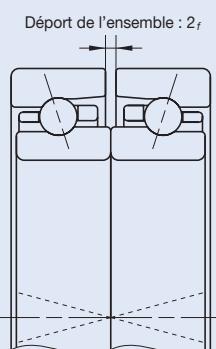
Fig 3.7 Appairage universel

Peut être utilisé pour toute combinaison car „f“ (déport sur la face avant) est égal à „b“ (déport sur la face arrière).



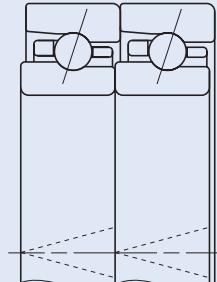
Combinaison DB

La précharge est „le déport sur la face arrière x 2 = 2b (=2f)“ donc la valeur spécifiée pour chaque précharge standard.



Combinaison DF

La précharge est „le déport sur la face avant x 2 = 2f (=2b)“ donc la valeur spécifiée pour chaque précharge standard.



Combinaison DT

Pas de précharge car le déport sur la face avant „f“ est le même que le déport sur la face arrière „b“. Cette situation est identique aux roulements appairés en DT.

Différences entre les Roulements Universels SU et DU

Il y a 2 types de roulements NSK à montage universel comme l'indique le tableau ci dessous.

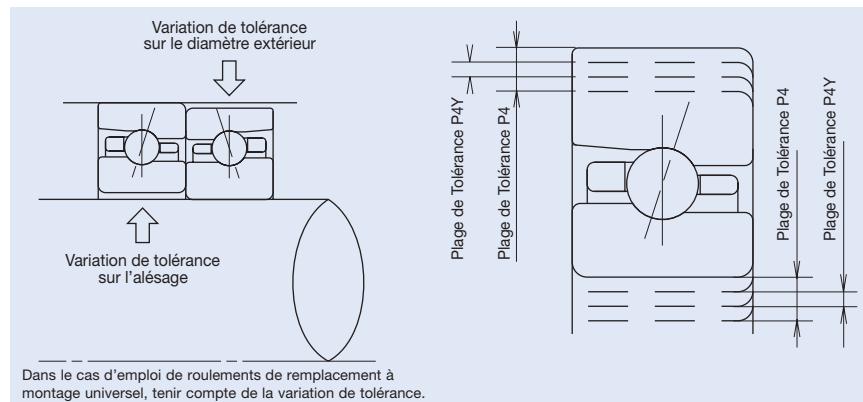
Tableau 3.2 Caractéristiques des roulements SU et DU

	SU	DU
Nombre de Rangées	1	2
Variation de la tolérance de l'alésage et du diamètre extérieur	–	Ajusté dans 1/3 de la tolérance

Note pour l'utilisation des Roulements Simple Universel (SU)

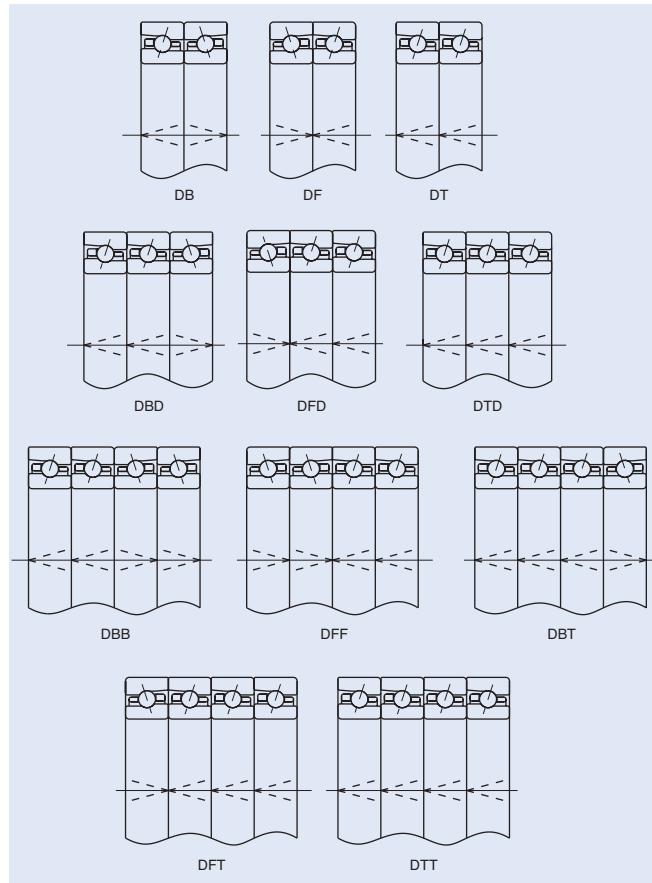
- Quand ces roulements sont utilisés en tant qu'éléments d'une combinaison, on recommande que la variation de tolérance de l'alésage et du diamètre extérieur soit au maximum de 1/3 de la plage de tolérance.
- Il y a également les roulements spéciaux avec une classe de précision spéciale „P4Y“ qui peuvent accepter de faibles variations de la tolérance de l'alésage et du diamètre extérieur. La classe „P4Y“ a la même exactitude de rotation que la classe P4, mais une plage de tolérance plus faible de l'alésage et du diamètre extérieur que P4.
- La classe de précision „P4Y“ permet de disposer facilement de roulements de remplacement à montage universel. Cependant, quand ces roulements doivent tourner au dessus de $1.500.000 d_m n$, il est possible que cette petite différence d'ajustement sur l'arbre et sur le logement cause la défaillance du roulement en raison du déséquilibre de la charge interne de chaque rangée. Pour de telles applications haute vitesse il est donc préférable de ne pas utiliser ce type de roulement.

Fig3.8 Classes de Tolérance P4 et P4Y



Marquage et combinaisons des roulements de type universel

Fig3.9 Combinaisons



Tolérance de l'Alésage et du Diamètre Extérieur (Classe Précision P4Y)

Tableau 3.3 Tolérance du diamètre de l'alésage de la bague intérieure Unité : μm

Diamètre Alésage		P4		P4Y(Ajustée sur valeur moyenne)	
De	à	Supérieure	Inférieure	Supérieure	Inférieure
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

* Les tolérances pour les roulements d'alésage inférieur à 30mm sont identiques à celles obtenues entre 30 - 50 mm d'alésage.

Tableau 3.4 Tolérance du diamètre de la bague extérieure Unité : μm

Diamètre Extérieur		P4		P4Y(Ajustée sur valeur moyenne)	
De	à	Supérieure	Inférieure	Supérieure	Inférieure
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	sous 215	0	-11	-2	-9

* Les tolérances pour les roulements de diamètre extérieur inférieur à 50mm sont identiques à celles obtenues entre 50 - 80 mm de diamètre.

4. PRECHARGE ET RIGIDITE

Concernant la rigidité des broches de machines-outils, on peut considérer les roulements comme étant des ressorts. Lors de l'application d'une charge axiale sur la broche, le déplacement axial est déterminé par la rigidité axiale des roulements du palier fixe. Lors de l'application d'une charge radiale sur l'arbre, la déformation radiale principale est due à la flexion de l'arbre, même si la déformation du roulement ne peut être ignorée. Lorsqu'une rigidité radiale élevée est exigée, on utilise généralement des roulements à rouleaux cylindriques.

Les charges axiales sont d'ordinaire supportées par des roulements à billes à contact oblique. Sur ce type de roulement, plus le contact angulaire est important, plus la rigidité axiale est élevée. Les roulements dont les dimensions de l'alésage sont identiques et qui comportent davantage d'éléments roulants (Séries de diamètre 0 ou 9 ; ou séries BNR10 ou BNR19) présentent une rigidité plus élevée, même si le diamètre des éléments roulants est plus faible.

Normalement, la précharge appliquée sur les roulements sert à améliorer la rigidité des broches de machines-outils. Toutefois, si cette précharge est trop élevée, elle entraînera un écaillage et éventuellement un grippage. Nombreux sont les utilisateurs qui augmentent la rigidité en utilisant une combinaison de deux roulements à billes à contact oblique ou plus, ceci est particulièrement vrai pour les roulements de support de vis à billes, pour lesquels la rigidité axiale exigée est élevée, l'angle de contact est important et la précharge supérieure à celle d'un roulement de broche. Deux ou trois roulements permettent de supporter les charges axiales importantes.

Objectifs

Les principaux objectifs des roulements préchargés utilisés sur une broche de machine-outil sont les suivants :

- Amélioration et garantie de la précision du fonctionnement de l'arbre.
- Amélioration de la rigidité du roulement
- Réduction au minimum du bruit lié aux vibrations axiales.
- Prévention du faux brinelling.
- Prévention des glissements entre les éléments roulants et les chemins de roulement.
- Maintien en position des éléments roulants.

D'ordinaire, une précharge est appliquée sur les roulements en utilisant deux roulements ou plus, combinés l'un avec l'autre (les uns avec les autres), notamment les roulements à billes à contact oblique et les roulements à rouleaux coniques.

Il est possible de précharger les roulements à rouleaux cylindriques en prévoyant un jeu radial intérieur négatif.

(1) Précharge Fixe

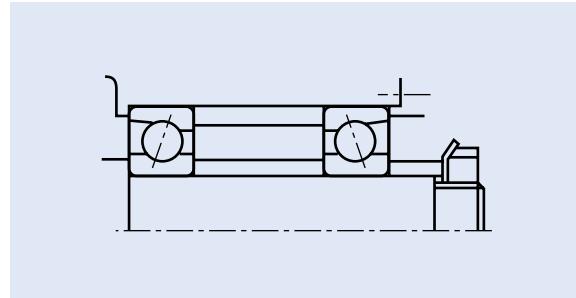
La précharge fixe est obtenue en positionnant deux roulements opposés axialement, cette position restant inchangée en fonctionnement. Dans la pratique, les trois méthodes suivantes sont généralement appliquées pour obtenir une précharge fixe.

1. Mise en place d'un jeu de roulements appariés avec une valeur de précharge réglée préalablement en contrôlant le déport des bagues.
2. Utilisation d'une entretoise ou cale d'une dimension adaptée afin de respecter les exigences d'espacement et de précharge. (Cf. Figure 4.1)
3. Utilisation de vis ou d'écrous de réglage de précharge axiale (dans ce cas, mesurer le couple de démarrage afin de vérifier que la précharge est correcte).

Toutefois, cette méthode est déconseillée pour les

broches de machines-outils de haute précision en raison des difficultés de contrôle de la précharge et, par conséquent, du risque de déplacement vertical (basculement) du roulement.

Fig.4.1 Précharge fixe

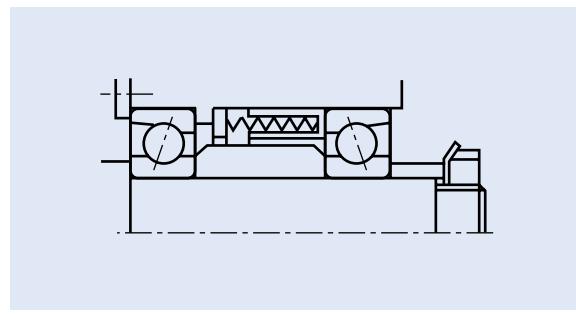


(2) Précharge Constante

Une précharge constante est assurée par un ressort hélicoïdal ou un ressort à lames.

Même si la position relative des roulements varie en fonctionnement, le niveau de la précharge reste relativement constant. Une configuration de roulement à billes à contact oblique pour application à haute vitesse est représentée Figure 4.2.

Fig.4.2 Précharge constante



Variations de la Rigidité en fonction de la Précharge

Précharge Fixe et Rigidité axiale

Lorsque les bagues intérieures des roulements d'une combinaison Dos à Dos, ainsi que le montre la Figure 4.3, sont montées axialement, les roulements A et B subissent un déplacement axial δ_{aoA} et δ_{aoB} et le jeu axial δ_{ao} entre les bagues intérieures est nul. Dans cette condition, une précharge F_{ao} est imposée sur chaque roulement. La corrélation entre la charge axiale, F_a et le déplacement axial dans cette configuration est illustrée à la Figure 4.4. Les Figures 4.5 et 4.6 montrent des concepts identiques pour une configuration DBD.

Combinaison Dos à Dos (DB)

Fig.4.3 Combinaison DB Préchargée

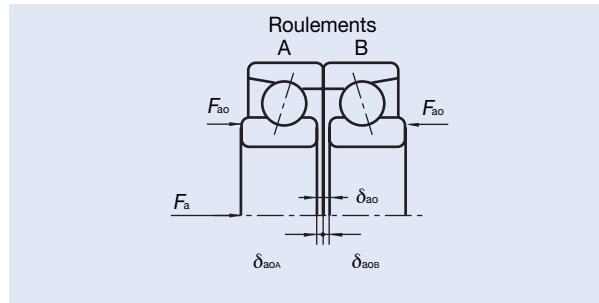
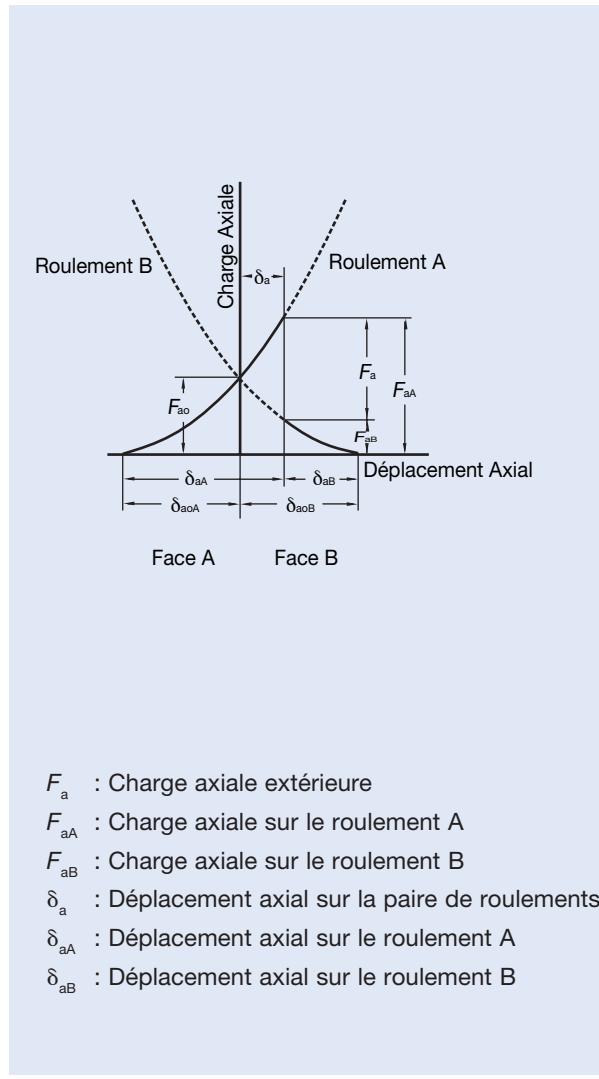


Fig.4.4 Déplacement Axial de la Combinaison DB préchargée



F_a : Charge axiale extérieure

F_{aA} : Charge axiale sur le roulement A

F_{aB} : Charge axiale sur le roulement B

δ_a : Déplacement axial sur la paire de roulements

δ_{aA} : Déplacement axial sur le roulement A

δ_{aB} : Déplacement axial sur le roulement B

Combinaison DBD

Fig.4.5 Combinaison DBD préchargée

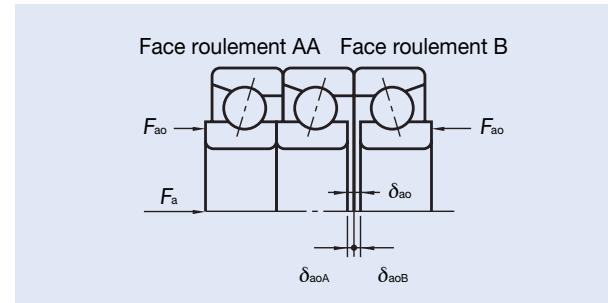
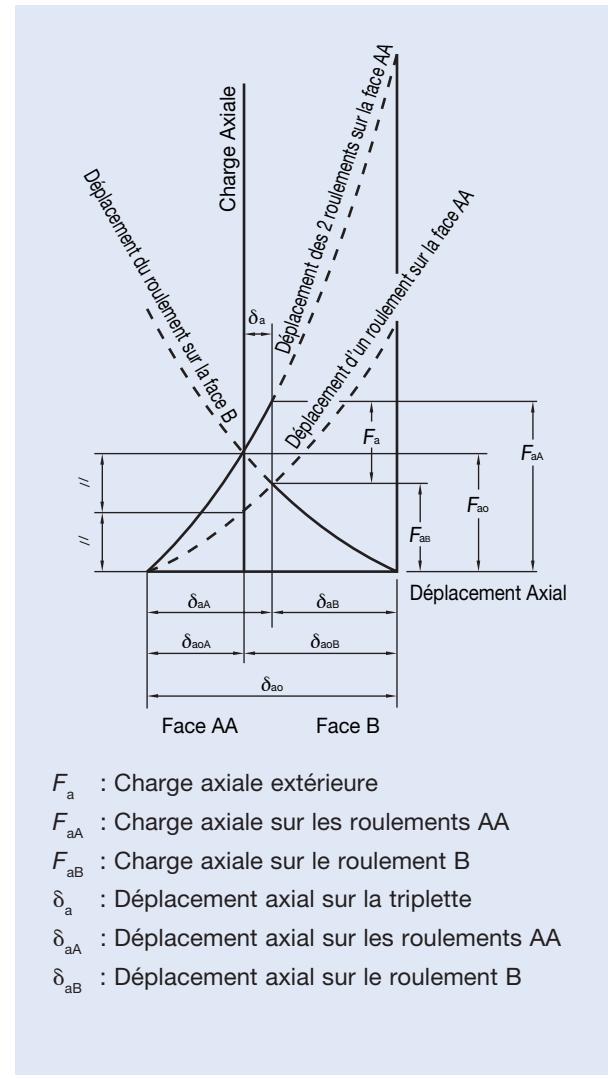


Fig.4.6 Déplacement Axial de la Combinaison DBD préchargée



F_a : Charge axiale extérieure

F_{aA} : Charge axiale sur les roulements AA

F_{aB} : Charge axiale sur le roulement B

δ_a : Déplacement axial sur la triplete

δ_{aA} : Déplacement axial sur les roulements AA

δ_{aB} : Déplacement axial sur le roulement B

4. PRECHARGE ET RIGIDITE

Précharge Constante et Rigidité Axiale

La Figure 4.7 représente un montage duplex à précharge constante. La courbe de déformation du ressort est quasi-parallèle à l'axe horizontal car la résistance des ressorts est inférieure à celle du roulement. En conséquence, la rigidité en précharge constante est approximativement la même que celle d'un seul roulement subissant une précharge de F_{ao} .

La Figure 4.8 compare la rigidité d'un roulement à précharge fixe et celle d'un roulement à précharge constante.

Fig.4.7 Déplacement axial sous précharge constante

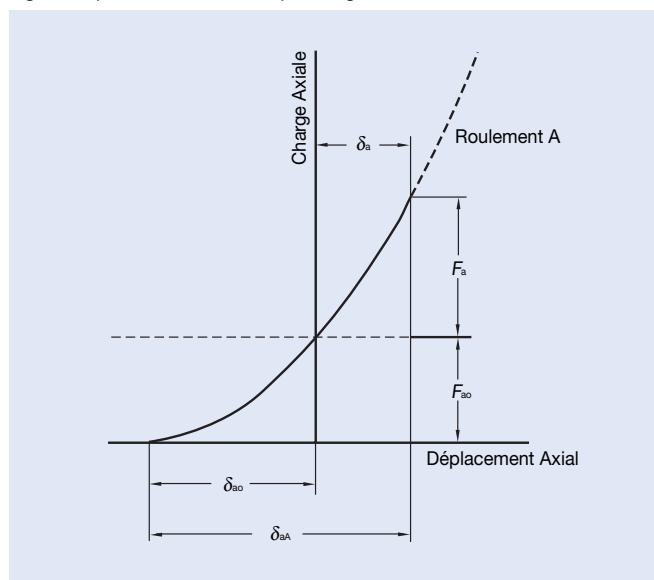
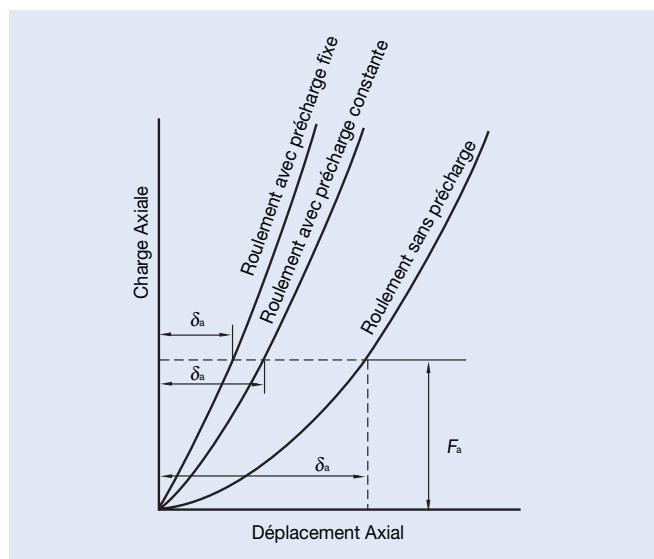


Fig.4.8 Charge axiale et déplacement axial



Comparaison des Méthodes de Précharge

On peut comparer la précharge fixe et la précharge constante de la manière suivante :

- Si les deux précharges sont identiques, la précharge fixe permet d'augmenter la rigidité du roulement. En d'autres termes, la déformation due aux charges extérieures est moins importante dans le cas de roulements à précharge fixe.
- Dans le cas de la précharge fixe, la précharge varie en fonction de facteurs tels que la différence de dilatation axiale liée à l'écart de température entre l'arbre et le logement, la différence de dilatation radiale liée à l'écart de température entre les bagues intérieure et extérieure, et la déformation due à la charge. Pour une précharge constante, il est possible de réduire au minimum toute variation de précharge du fait que la variation de la charge sur le ressort en fonction de la dilatation et de la contraction de l'arbre est négligeable.

Ces précisions permettent de comprendre pourquoi les précharges fixes sont généralement adoptées pour augmenter la rigidité tandis que les précharges constantes conviennent d'avantage à des applications haute vitesse.

Niveau de Précharge

Une précharge plus élevée augmente la rigidité. Un niveau de précharge excessif générera cependant une chaleur anormale qui réduit la durée de vie en fatigue. Dans des cas extrêmes, une usure excessive, voir un grippage, peuvent survenir. C'est pourquoi, le niveau de précharge doit être étudié et sélectionné avec soin afin d'éviter des niveaux trop élevés, et ce tout en tenant compte du type d'application et des conditions de fonctionnement.

Broches Haute vitesse et Précharge

Dans le cas des roulements fonctionnant à haute vitesse, la pression sur la surface de contact entre les billes et les pistes de roulement des bagues intérieure et extérieure augmente en raison de la charge axiale intérieure générée par la force centrifuge sur les billes et de l'écart de température entre les bagues intérieure et extérieure. Pour les roulements à angle de contact, par exemple les roulements à billes à contact oblique, un simple mouvement de rotation avec un glissement dû aux moments gyroscopiques sur les billes peut se produire.

Le glissement augmente lorsque la vitesse du roulement augmente. Ainsi, l'intensité de chaleur générée dans les zones de contact augmente et la viscosité de l'huile de lubrification diminue. Dans certains cas, une rupture du film d'huile se produit et entraîne un grippage total du roulement. Autrement dit, si la pression sur la surface de contact, dans des conditions de fonctionnement à faible vitesse, est égale

à celle observée dans des conditions de fonctionnement à haute vitesse, la génération de chaleur due au glissement à haute vitesse s'intensifie. Un concept qui peut être exprimé quantitativement par une valeur Pv , P étant la pression sur la surface de contact et v la vitesse de glissement. Cette valeur Pv peut être appliquée à la zone de contact en rotation du roulement. Pour une valeur Pv constante, le glissement étant plus important dans des conditions de fonctionnement à vitesse élevée qu'il ne l'est à vitesse faible, si on augmente la vitesse, il faut alors réduire la pression sur la surface de contact. NSK est en mesure de calculer par ordinateur la pression sur la surface de contact et la vitesse de glissement générées dans des conditions de fonctionnement à haute vitesse. Les nombreuses données d'essai empiriques et les résultats réels du marché nous permettent de calculer la précharge conformément à des facteurs limites qui reposent sur la méthode de lubrification et la vitesse de rotation. Pour les cas de fonctionnement à une valeur de plus de 800 000 $d_m n$, merci de contacter NSK.

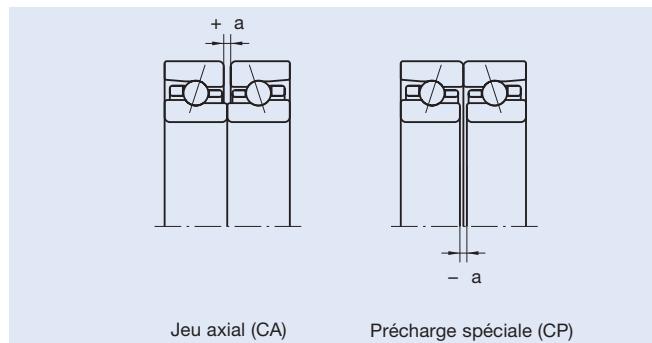
Jeux Spéciaux

Pour les jeux spéciaux de roulements à billes à contact oblique combinés, NSK propose des jeux CA et CP.

CA : Jeu axial (jeu existant dans le sens axial)

CP : Précharge spéciale

Fig.4.9 Jeux Spéciaux



Réglage de la Précharge

Si vous modifiez la précharge (par exemple „EL par L“), il vous faut régler à l'aide d'une entretoise la différence de jeu axial mesuré. (Si on augmente la précharge, diminuer l'entretoise intérieure, et si on la réduit, diminuer l'entretoise extérieure). Se reporter aux pages 138-146 pour la différence de jeux axiaux mesurés.

Tableau 4.1 Application pour la mesure du jeu radial

Diamètre Extérieur D (mm)	De à	Charge de Mesure (N)
10 *	50	24,5
50	120	49,0
120	200	98,0
200	-	196,0

(*) S'applique pour les roulements dont le diamètre extérieur mesure moins de 10 mm.

Fig.4.10 Jeu radial dans un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques et variation de la durée de vie

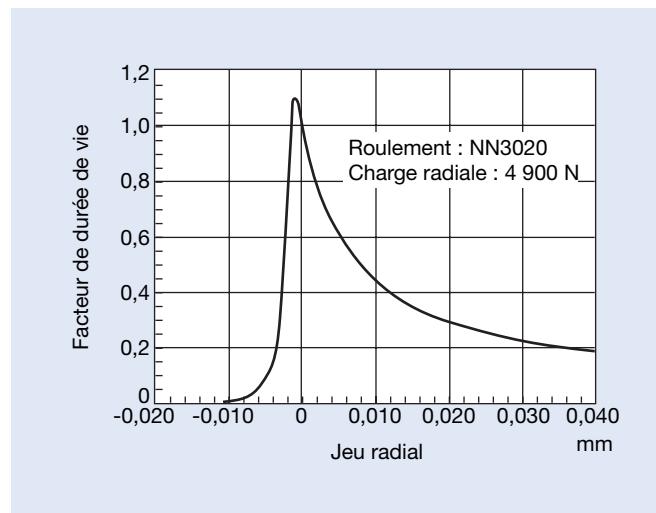
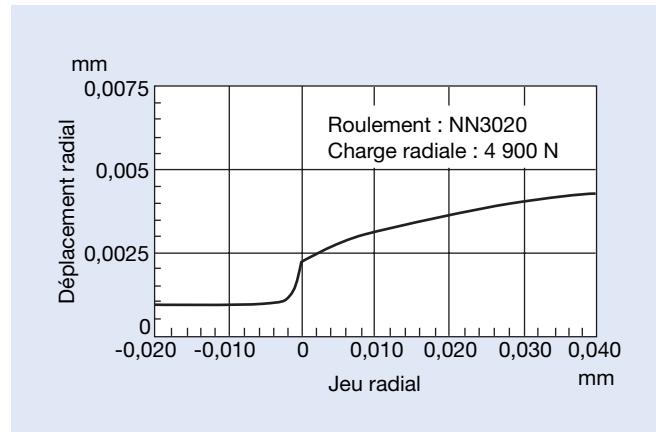


Fig.4.11 Jeu radial dans un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques et variation de la rigidité



Jeu Interne des Roulements à Rouleaux Cylindriques

Afin de garantir pour les broches de machines-outils une précision et une rigidité en fonctionnement élevées, les roulements présentent, après montage, un jeu (ou une précharge) intérieur minimum. Des roulements à rouleaux cylindriques à alésages coniques sont généralement utilisés afin de faciliter le réglage du jeu intérieur. En général, les roulements à rouleaux cylindriques destinés au palier avant (palier fixe) de la broche sont réglés en prévision de l'application d'une précharge lors du fonctionnement. Les roulements destinés au palier arrière (palier libre) sont réglés lors du montage de manière à garantir un léger jeu en fonctionnement. Le niveau de jeu radial intérieur après montage repose sur plusieurs facteurs, comme la vitesse, la charge, la méthode de lubrification, les dimensions du roulement, la rigidité exigée, la durée de vie, etc.

La Figure 4.10 montre la corrélation entre le jeu radial intérieur dans un roulement et la durée de vie. La Figure 4.11 montre la corrélation entre le jeu radial intérieur et le déplacement radial élastique pour un NN3020 (diamètre d'alésage 100 mm, diamètre extérieur 150 mm, largeur 37 mm).

4. PRECHARGE ET RIGIDITE

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Roulements à Billes à Contact Oblique Haute Précision (Séries Standard)

Calcul de la rigidité radiale

Multiplier la rigidité axiale par les facteurs du tableau A

Tableau A	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°			4,5	
25°			2,0	
30°			1,4	
40°	0,7			

Séries 79, angle C

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier et céramique*

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	7,0	(5)	10	15	(2)	14	29	(-1)	19	59	(-6)	27
01	12	8,6	(4)	12	15	(2)	16	39	(-3)	24	78	(-8)	34
02	15	12,0	(3)	14	25	(0)	20	49	(-4)	26	100	(-11)	38
03	17	12,0	(3)	15	25	(0)	20	59	(-5)	30	120	(-12)	43
04	20	19,0	(1)	19	39	(-3)	26	78	(-8)	35	150	(-15)	48
05	25	19,0	(1)	21	39	(-2)	28	100	(-9)	43	200	(-17)	61
06	30	24,0	(0)	25	49	(-3)	33	100	(-8)	45	200	(-16)	65
07	35	34,0	(2)	29	69	(-2)	39	150	(-9)	55	290	(-18)	78
08	40	39,0	(1)	32	78	(-3)	42	200	(-12)	63	390	(-22)	88
09	45	50,0	(0)	37	100	(-5)	50	200	(-11)	66	390	(-21)	94
10	50	50,0	(0)	39	100	(-5)	51	250	(-13)	78	490	(-24)	111
11	55	60,0	(-1)	45	120	(-6)	58	290	(-15)	90	590	(-26)	127
12	60	60,0	(-1)	46	120	(-5)	60	290	(-15)	93	590	(-25)	128
13	65	75,0	(-2)	53	150	(-7)	71	340	(-16)	104	690	(-27)	146
14	70	100,0	(-4)	59	200	(-10)	79	490	(-22)	119	980	(-36)	168
15	75	100,0	(-4)	61	200	(-9)	79	490	(-21)	120	980	(-35)	171
16	80	100,0	(-4)	62	200	(-9)	80	490	(-21)	124	980	(-34)	173
17	85	145,0	(-6)	73	290	(-14)	98	640	(-25)	138	1 270	(-41)	191
18	90	145,0	(-3)	79	290	(-9)	102	740	(-23)	156	1 470	(-39)	219
19	95	145,0	(-3)	81	290	(-9)	105	780	(-24)	165	1 570	(-40)	231
20	100	195,0	(-5)	83	390	(-13)	112	880	(-28)	164	1 770	(-46)	231
21	105	195,0	(-5)	86	390	(-13)	116	880	(-27)	167	1 770	(-45)	235
22	110	195,0	(-5)	89	390	(-13)	120	930	(-27)	173	1 860	(-45)	244
24	120	270,0	(-8)	102	540	(-17)	135	1 270	(-35)	200	2 550	(-56)	278
26	130	320,0	(-10)	108	640	(-20)	148	1 470	(-38)	214	2 940	(-61)	302
28	140	320,0	(-10)	111	640	(-19)	150	1 470	(-37)	218	2 940	(-60)	309
30	150	395,0	(-7)	124	790	(-19)	168	1 790	(-41)	248	3 560	(-68)	351
32	160	425,0	(-8)	134	855	(-19)	179	1 930	(-39)	258	3 840	(-64)	361
34	170	485,0	(-9)	151	970	(-20)	200	2 180	(-40)	288	4 310	(-65)	403
36	180	595,0	(-12)	158	1 190	(-25)	211	2 650	(-48)	302	5 340	(-78)	425
38	190	605,0	(-12)	162	1 210	(-25)	217	2 790	(-49)	315	5 600	(-79)	443
40	200	785,0	(-16)	183	1 570	(-31)	244	3 570	(-58)	352	7 110	(-92)	493

Séries 79, angle A5

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes acier et céramique*

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	9,8	(2)	24	20	(1)	31	49	(-3)	44	100	(-6)	59
01	12	16,0	(1)	32	29	(0)	38	59	(-3)	52	120	(-7)	70
02	15	16,0	(1)	33	39	(-1)	46	78	(-4)	60	150	(-9)	78
03	17	19,0	(1)	34	39	(-1)	46	78	(-4)	62	150	(-8)	81
04	20	29,0	(0)	43	59	(-3)	60	120	(-6)	75	250	(-12)	103
05	25	34,0	(-1)	56	69	(-3)	70	150	(-7)	95	290	(-12)	123
06	30	39,0	(-1)	61	78	(-3)	77	150	(-6)	99	290	(-11)	131
07	35	50,0	(0)	70	100	(-3)	94	250	(-8)	127	490	(-15)	170
08	40	60,0	(-1)	72	120	(-3)	97	290	(-9)	139	590	(-16)	182
09	45	75,0	(-1)	87	150	(-4)	114	340	(-10)	160	690	(-17)	207
10	50	75,0	(-1)	94	150	(-4)	124	390	(-10)	175	780	(-18)	235
11	55	100,0	(-2)	112	200	(-5)	144	440	(-11)	198	880	(-18)	263
12	60	100,0	(-2)	117	200	(-5)	150	440	(-10)	198	880	(-18)	267
13	65	100,0	(-2)	125	200	(-5)	161	490	(-11)	223	980	(-18)	289
14	70	145,0	(-3)	138	290	(-7)	183	690	(-14)	249	1 370	(-24)	334
15	75	145,0	(-3)	142	290	(-7)	188	740	(-15)	267	1 470	(-24)	347
16	80	170,0	(-4)	156	340	(-8)	203	780	(-15)	274	1 570	(-25)	367
17	85	220,0	(-5)	172	440	(-9)	229	980	(-17)	306	1 960	(-28)	396
18	90	245,0	(-4)	188	490	(-8)	253	1 080	(-16)	340	2 160	(-27)	449
19	95	245,0	(-3)	195	490	(-8)	262	1 180	(-17)	363	2 350	(-28)	475
20	100	295,0	(-5)	197	590	(-10)	266	1 270	(-18)	346	2 550	(-31)	463
21	105	2950	(-4)	203	590	(-9)	264	1 370	(-19)	368	2 750	(-32)	490
22	110	320,0	(-5)	222	640	(-10)	284	1 470	(-20)	391	2 940	(-33)	517
24	120	440,0	(-7)	244	880	(-13)	328	1 960	(-24)	441	3 920	(-39)	580
26	130	490,0	(-7)	262	980	(-14)	346	2 160	(-25)	460	4 310	(-41)	611
28	140	490,0	(-7)	273	980	(-13)	348	2 260	(-25)	479	4 510	(-41)	635
30	150	625,0	(-7)	308	1 250	(-14)	393	2 880	(-28)	540	5 860	(-47)	719
32	160	665,0	(-7)	330	1 330	(-14)	422	3 230	(-29)	592	6 290	(-47)	775
34	170	775,0	(-8)	376	1 550	(-15)	478	3 520	(-29)	653	7 110	(-48)	867
36	180	1 010,0	(-10)	397	2 020	(-19)	514	4 420	(-35)	693	8 830	(-57)	917
38	190	1 035,0	(-10)	409	2 070	(-19)	531	4 550	(-35)	717	9 110	(-57)	949
40	200	1 280,0	(-12)	453	2 560	(-22)	585	5 840	(-41)	801	11 620	(-66)	1 057

*Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de précharge et de rigidité axiale sont à multiplier par 1,2 par rapport à un roulement à billes en acier. La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

Calcul de la précharge et de la rigidité axiale pour les roulements appariés
 Multiplier par les facteurs du tableau B.
 Pour la rigidité radiale, multiplier la valeur obtenue dans le tableau A par les facteurs du tableau B.

	Tableau B	DBD	DBB
Facteur de précharge	1,36	2	
Rigidité axiale	1,48	2	
Rigidité radiale	1,54	2	

Séries 70, angle C

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier et céramique*

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	12	(3)	12	25	(0)	17	49	(-5)	23	100	(-12)	32
01	12	12	(3)	14	25	(0)	18	59	(-6)	26	120	(-14)	37
02	15	14	(3)	16	29	(-1)	20	69	(-7)	29	150	(-16)	43
03	17	14	(2)	16	29	(-1)	21	69	(-7)	31	150	(-16)	45
04	20	24	(0)	21	49	(-4)	28	120	(-12)	42	250	(-22)	59
05	25	29	(-1)	24	59	(-5)	32	150	(-14)	48	290	(-24)	68
06	30	39	(1)	29	78	(-3)	39	200	(-13)	59	390	(-24)	83
07	35	60	(-1)	36	120	(-7)	49	250	(-16)	68	490	(-28)	94
08	40	60	(-1)	39	120	(-6)	51	290	(-17)	77	590	(-30)	110
09	45	75	(-3)	43	150	(-8)	58	340	(-19)	85	690	(-33)	121
10	50	75	(-2)	46	150	(-8)	63	390	(-20)	96	780	(-34)	136
11	55	100	(-4)	51	200	(-11)	69	490	(-24)	102	980	(-40)	145
12	60	100	(-4)	53	200	(-10)	70	540	(-25)	110	1 080	(-42)	158
13	65	125	(-6)	61	250	(-13)	82	540	(-24)	117	1 080	(-39)	164
14	70	145	(-7)	68	290	(-14)	88	740	(-30)	135	1 470	(-48)	190
15	75	145	(-7)	70	290	(-14)	92	780	(-31)	144	1 570	(-49)	202
16	80	195	(-6)	76	390	(-14)	103	930	(-31)	152	1 860	(-52)	216
17	85	195	(-6)	78	390	(-14)	106	980	(-32)	161	1 960	(-52)	225
18	90	245	(-8)	87	490	(-18)	117	1 180	(-37)	172	2 350	(-60)	242
19	95	270	(-9)	93	540	(-19)	124	1 180	(-36)	176	2 350	(-58)	246
20	100	270	(-9)	97	540	(-18)	127	1 270	(-37)	187	2 550	(-60)	264
21	105	320	(-11)	103	640	(-21)	134	1 470	(-42)	198	2 940	(-67)	277
22	110	370	(-13)	104	740	(-25)	137	1 770	(-49)	203	3 530	(-78)	286
24	120	415	(-14)	116	830	(-26)	153	1 960	(-50)	225	3 920	(-79)	317
26	130	490	(-16)	126	980	(-29)	167	2 260	(-54)	244	4 510	(-85)	344
28	140	500	(-11)	132	1 000	(-24)	174	2 210	(-49)	254	4 420	(-81)	361
30	150	575	(-13)	141	1 150	(-27)	187	2 560	(-55)	276	5 100	(-88)	386
32	160	625	(-14)	147	1 250	(-29)	197	2 930	(-57)	288	5 840	(-90)	403
34	170	780	(-18)	160	1 560	(-35)	213	3 560	(-66)	309	7 150	(-104)	435
36	180	930	(-21)	179	1 860	(-39)	238	4 160	(-71)	342	8 320	(-111)	479
38	190	1 030	(-23)	188	2 060	(-42)	251	4 640	(-76)	360	9 340	(-119)	507
40	200	1 150	(-25)	198	2 300	(-45)	264	5 170	(-81)	379	10 350	(-126)	533

Séries 70, angle A5

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes acier et céramique*

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	19	(1)	29	39	(-2)	41	78	(-5)	51	150	(-10)	67
01	12	19	(1)	31	39	(-2)	45	100	(-6)	60	200	(-12)	81
02	15	19	(1)	33	39	(-1)	43	100	(-6)	65	200	(-11)	84
03	17	24	(0)	41	49	(-2)	52	120	(-7)	75	250	(-13)	99
04	20	39	(-1)	51	78	(-4)	68	200	(-10)	97	390	(-17)	128
05	25	50	(-2)	61	100	(-5)	79	200	(-9)	99	390	(-16)	133
06	30	60	(-1)	68	120	(-4)	89	290	(-10)	129	590	(-18)	171
07	35	75	(-1)	78	150	(-5)	107	390	(-12)	149	780	(-21)	198
08	40	100	(-2)	95	200	(-6)	127	440	(-12)	168	880	(-21)	223
09	45	100	(-2)	99	200	(-6)	132	490	(-13)	181	980	(-22)	238
10	50	120	(-3)	118	250	(-7)	154	590	(-14)	208	1 180	(-24)	278
11	55	170	(-4)	127	340	(-9)	170	780	(-18)	235	1 570	(-29)	307
12	60	170	(-4)	134	340	(-9)	179	780	(-17)	241	1 570	(-28)	317
13	65	195	(-5)	157	390	(-9)	196	880	(-18)	272	1 770	(-29)	356
14	70	245	(-6)	170	490	(-11)	218	1 080	(-20)	293	2 160	(-33)	390
15	75	245	(-6)	179	490	(-11)	229	1 180	(-21)	316	2 350	(-34)	418
16	80	320	(-6)	187	640	(-11)	245	1 470	(-23)	343	2 940	(-37)	448
17	85	320	(-5)	196	640	(-11)	257	1 470	(-22)	352	2 940	(-36)	462
18	90	390	(-7)	218	780	(-13)	275	1 770	(-25)	374	3 530	(-41)	494
19	95	415	(-7)	227	830	(-13)	287	1 860	(-25)	392	3 730	(-42)	525
20	100	415	(-7)	235	830	(-13)	299	1 960	(-26)	417	3 920	(-42)	548
21	105	490	(-8)	246	980	(-15)	317	2 260	(-28)	430	4 510	(-46)	571
22	110	590	(-10)	258	1 180	(-18)	330	2 650	(-33)	447	5 300	(-53)	588
24	120	635	(-10)	281	1 270	(-18)	361	2 940	(-33)	491	5 880	(-54)	654
26	130	785	(-12)	305	1 570	(-20)	396	3 430	(-36)	536	6 860	(-58)	710
28	140	785	(-9)	317	1 570	(-17)	406	3 660	(-33)	554	7 270	(-54)	729
30	150	930	(-11)	351	1 850	(-20)	446	4 070	(-37)	601	8 250	(-61)	800
32	160	1 080	(-12)	376	2 160	(-22)	482	4 700	(-40)	649	9 380	(-65)	858
34	170	1 270	(-14)	401	2 550	(-25)	514	5 900	(-47)	707	11 600	(-75)	929
36	180	1 550	(-16)	450	3 100	(-28)	577	6 820	(-50)	779	13 560	(-80)	1 028
38	190	1 660	(-17)	460	3 320	(-29)	599	7 560	(-53)	819	15 130	(-85)	1 084
40	200	1 850	(-18)	493	3 700	(-31)	631	8 360	(-56)	860	16 820	(-90)	1 141

*Si un roulement à billes céramique est utilisé, les valeurs de précharge et de rigidité axiale sont à multiplier par 1,2 par rapport à un roulement à billes en acier. La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

4. PRECHARGE ET RIGIDITÉ

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Roulements à Billes à Contact Oblique Haute Précision (Séries Standard)

Calcul de la rigidité radiale

Tableau A
Multiplier la rigidité axiale par
les facteurs du tableau A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

Séries 70, angle A

Angle de contact $\alpha=30^\circ$ Billes acier

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Précharge (N)	L	Précharge (N)	M	Précharge (N)	H
			Rigidité axiale (N/μm)				Rigidité axiale (N/μm)		
00	10	25 (0)	44	100	(-5)	71	210	(-10)	94
01	12	25 (0)	48	110	(-5)	78	220	(-10)	104
02	15	25 (0)	50	110	(-5)	85	240	(-10)	113
03	17	25 (0)	52	120	(-5)	91	250	(-10)	122
04	20	25 (0)	58	130	(-5)	103	280	(-10)	139
05	25	25 (0)	61	140	(-5)	111	290	(-10)	149
06	30	50 (0)	85	190	(-5)	138	390	(-10)	180
07	35	50 (0)	92	210	(-5)	150	420	(-10)	196
08	40	50 (0)	100	220	(-5)	168	460	(-10)	220
09	45	50 (0)	103	230	(-5)	175	480	(-10)	230
10	50	50 (0)	110	250	(-5)	194	530	(-10)	255
11	55	50 (0)	112	250	(-5)	196	880	(-15)	311
12	60	50 (0)	116	250	(-5)	205	930	(-15)	327
13	65	50 (0)	124	270	(-5)	224	980	(-15)	360
14	70	50 (0)	127	270	(-5)	230	1 080	(-15)	370
15	75	50 (0)	131	280	(-5)	241	1 080	(-15)	387
16	80	100 (0)	168	760	(-10)	340	1 770	(-20)	464
17	85	100 (0)	173	780	(-10)	355	1 860	(-20)	486
18	90	100 (0)	174	780	(-10)	358	2 450	(-25)	542
19	95	100 (0)	180	810	(-10)	372	2 550	(-25)	568
20	100	100 (0)	185	840	(-10)	368	2 750	(-25)	595
21	105	100 (0)	185	840	(-10)	388	2 750	(-25)	591
22	110	100 (0)	180	1 320	(-15)	443	3 330	(-30)	620
24	120	100 (0)	193	1 470	(-15)	486	3 630	(-30)	683
26	130	100 (0)	200	1 470	(-15)	507	4 710	(-35)	772
28	140	100 (0)	206	1 770	(-15)	557	5 300	(-35)	828
30	150	200 (0)	256	1 830	(-15)	573	5 850	(-37)	876
32	160	200 (0)	260	1 880	(-15)	591	5 545	(-35)	870
34	170	200 (0)	262	2 669	(-20)	669	6 024	(-37)	899
36	180	200 (0)	273	3 580	(-24)	778	7 157	(-40)	1 001
38	190	200 (0)	276	3 851	(-25)	809	8 081	(-43)	1 060
40	200	200 (0)	279	5 012	(-30)	902	13 314	(-60)	1 294
									26 628 (95)
									1 708

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

Calcul de la précharge et de la rigidité axiale pour les roulements appariés
Multiplier par les facteurs du tableau B.
Pour la rigidité radiale, multiplier la valeur obtenue dans le tableau A par les facteurs du tableau B.

	Tableau B	DBD	DBB
Facteur de précharge	1,36	2	
Rigidité axiale	1,48	2	
Rigidité radiale	1,54	2	

Séries 72, angle C

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	14	(3)	13	29	(-1)	18	69	(-8)	27	150	(-18)	38
01	12	19	(1)	16	39	(-3)	21	100	(-12)	33	200	(-22)	46
02	15	19	(1)	17	39	(-3)	23	100	(-11)	34	200	(-21)	48
03	17	24	(0)	19	49	(-4)	25	150	(-16)	42	290	(-28)	59
04	20	34	(-2)	23	69	(-7)	30	200	(-20)	49	390	(-33)	70
05	25	39	(1)	26	78	(-4)	36	200	(-14)	53	390	(-26)	76
06	30	60	(-1)	32	120	(-8)	43	290	(-20)	66	590	(-35)	94
07	35	75	(-3)	37	150	(-10)	50	390	(-25)	75	780	(-43)	108
08	40	100	(-5)	44	200	(-13)	60	490	(-29)	90	980	(-47)	126
09	45	125	(-7)	49	250	(-16)	67	540	(-30)	94	1 080	(-49)	132
10	50	125	(-7)	52	250	(-15)	69	590	(-31)	102	1 180	(-50)	143
11	55	145	(-8)	56	290	(-17)	74	780	(-38)	117	1 570	(-60)	163
12	60	195	(-11)	64	390	(-22)	86	930	(-42)	126	1 860	(-67)	179
13	65	220	(-12)	71	440	(-23)	95	1 080	(-44)	141	2 160	(-70)	200
14	70	245	(-9)	75	490	(-20)	100	1 180	(-43)	148	2 350	(-69)	210
15	75	270	(-10)	81	540	(-21)	108	1 230	(-42)	157	2 450	(-68)	220
16	80	295	(-12)	83	590	(-24)	109	1 370	(-47)	159	2 750	(-76)	224
17	85	345	(-14)	88	690	(-27)	120	1 670	(-53)	177	3 330	(-85)	251
18	90	390	(-15)	97	780	(-29)	126	1 860	(-57)	187	3 730	(-90)	263
19	95	440	(-18)	98	880	(-33)	130	2 060	(-63)	192	4 120	(-99)	271
20	100	490	(-20)	101	980	(-36)	137	2 350	(-68)	202	4 710	(-107)	285
21	105	540	(-21)	108	1 080	(-38)	144	2 650	(-73)	216	5 300	(-114)	305
22	110	635	(-24)	117	1 270	(-43)	156	2 940	(-78)	228	5 880	(-121)	321
24	120	700	(-19)	128	1 400	(-38)	170	3 210	(-73)	247	6 350	(-116)	345
26	130	760	(-20)	138	1 520	(-39)	183	3 400	(-73)	262	6 740	(-116)	367
28	140	925	(-24)	152	1 850	(-45)	202	4 110	(-82)	288	8 300	(-131)	406
30	150	1 110	(-28)	167	2 220	(-51)	222	4 960	(-92)	318	9 970	(-145)	447

Séries 72, angle A5

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes acier

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)				
00	10	19	(1)	29	39	(-2)	41	100	(-7)	58	200	(-13)	73
01	12	29	(-1)	36	59	(-3)	49	150	(-9)	70	290	(-16)	92
02	15	34	(-1)	43	69	(-4)	57	200	(-11)	83	390	(-19)	111
03	17	39	(-1)	46	78	(-4)	60	200	(-11)	87	390	(-19)	116
04	20	60	(-3)	59	120	(-6)	73	290	(-14)	104	590	(-24)	140
05	25	75	(-2)	68	150	(-5)	90	340	(-12)	124	690	(-22)	167
06	30	100	(-3)	85	200	(-7)	107	440	(-15)	147	880	(-25)	192
07	35	125	(-4)	95	250	(-8)	118	590	(-18)	167	1 180	(-30)	218
08	40	145	(-4)	104	290	(-9)	136	740	(-20)	195	1 470	(-33)	258
09	45	170	(-5)	115	340	(-10)	147	880	(-22)	212	1 770	(-36)	280
10	50	195	(-6)	129	390	(-11)	163	980	(-23)	233	1 960	(-37)	306
11	55	245	(-7)	141	490	(-13)	181	1 180	(-26)	255	2 350	(-42)	337
12	60	295	(-8)	155	590	(-15)	202	1 470	(-29)	281	2 940	(-47)	374
13	65	345	(-9)	177	690	(-15)	221	1 670	(-30)	314	3 330	(-48)	414
14	70	390	(-8)	188	780	(-15)	238	1 860	(-30)	331	3 730	(-49)	438
15	75	415	(-8)	199	830	(-15)	253	1 960	(-30)	352	3 920	(-49)	466
16	80	465	(-9)	200	930	(-17)	258	2 160	(-33)	356	4 310	(-54)	472
17	85	540	(-10)	217	1 080	(-19)	283	2 450	(-35)	383	4 900	(-57)	507
18	90	635	(-12)	239	1 270	(-21)	304	2 940	(-39)	416	5 880	(-64)	556
19	95	685	(-13)	240	1 370	(-23)	308	3 140	(-42)	419	6 280	(-68)	557
20	100	785	(-14)	251	1 570	(-25)	325	3 530	(-45)	441	7 060	(-73)	587
21	105	885	(-15)	267	1 770	(-27)	348	3 920	(-48)	471	7 850	(-77)	624
22	110	980	(-16)	280	1 960	(-29)	368	4 410	(-51)	496	8 830	(-85)	667
24	120	1 140	(-15)	315	2 280	(-28)	409	5 180	(-52)	559	10 350	(-83)	736
26	130	1 200	(-15)	334	2 410	(-28)	435	5 500	(-52)	595	11 000	(-83)	788
28	140	1 480	(-18)	373	2 970	(-32)	481	6 650	(-58)	654	13 480	(-93)	870
30	150	1 810	(-21)	416	3 620	(-36)	532	7 990	(-64)	719	16 350	(-104)	960

La valeur entre parenthèse () indique un jeu axial mesuré.

4. PRECHARGE ET RIGIDITÉ

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Roulements à Billes à Contact Oblique Haute Précision (Séries Standard)

Calcul de la rigidité radiale

Multiplier la rigidité axiale par les facteurs du tableau A

Tableau A	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

Séries 72, angle A

Angle de contact $\alpha=30^\circ$ Billes acier

Code alésage	Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)
00	10	25 (0)	44	100 (-5)	71	210 (-10)	94	-	-
01	12	25 (0)	47	110 (-5)	78	220 (-10)	103	360 (-15)	125
02	15	25 (0)	50	110 (-5)	85	240 (-10)	114	390 (-15)	139
03	17	25 (0)	52	190 (-5)	90	250 (-10)	120	410 (-15)	145
04	20	25 (0)	55	260 (-10)	128	440 (-15)	155	650 (-20)	180
05	25	50 (0)	79	350 (-10)	160	580 (-15)	193	840 (-20)	223
06	30	50 (0)	85	380 (-10)	175	630 (-15)	210	910 (-20)	423
07	35	50 (0)	88	400 (-10)	184	660 (-15)	220	1 270 (-25)	285
08	40	50 (0)	95	440 (-10)	205	730 (-15)	246	1 470 (-25)	318
09	45	50 (0)	98	450 (-10)	212	1 080 (-20)	292	1 860 (-30)	363
10	50	50 (0)	103	480 (-10)	227	1 180 (-20)	314	2 060 (-30)	390
11	55	50 (0)	106	490 (-10)	235	1 670 (-26)	364	2 650 (-35)	438
12	60	50 (0)	110	510 (-10)	246	1 670 (-25)	380	2 750 (-35)	455
13	65	50 (0)	117	550 (-10)	270	1 860 (-25)	416	3 040 (-35)	500
14	70	100 (0)	150	1 080 (-15)	345	2 650 (-30)	480	3 920 (-40)	562
15	75	100 (0)	157	1 080 (-15)	366	2 750 (-30)	512	4 220 (-40)	598
16	80	100 (0)	154	1 080 (-15)	355	2 650 (-30)	494	4 020 (-40)	575
17	85	100 (0)	160	1 180 (-15)	370	3 430 (-35)	560	5 790 (-50)	678
18	90	100 (0)	162	1 670 (-20)	434	4 310 (-40)	615	5 980 (-50)	697
19	95	360 (-5)	248	1 670 (-20)	421	4 220 (-40)	595	6 670 (-55)	710
20	100	370 (-5)	252	1 670 (-20)	430	5 100 (-45)	645	7 650 (-60)	758
21	105	380 (-5)	260	2 260 (-25)	493	5 200 (-45)	665	8 920 (-65)	818
22	110	380 (-5)	266	2 350 (-25)	504	6 180 (-50)	720	10 200 (-70)	871
24	120	550 (-5)	320	2 840 (-25)	570	8 140 (-55)	843	11 570 (-70)	964
26	130	560 (-5)	340	3 730 (-30)	660	9 810 (-60)	942	13 530 (-75)	1 068
28	140	580 (-5)	352	5 000 (-36)	750	11 470 (-65)	1 022	15 490 (-80)	1 150
30	150	600 (-5)	366	5 000 (-35)	772	12 100 (-65)	1 063	16 500 (-81)	1 194

Roulements à Billes à Contact Oblique de Petites Dimensions

Référence Roulement	Précharge (N)	EL Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	L Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	M Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	H Rigidité axiale (N/μm)
725C	1,3 (10)	4,0	5,5 (7)	7,3	12,1 (4)	10,3	24,2 (0)	14,4
725A	5,0 (3)	18,5	10,3 (2)	23,8	24,5 (0)	32,6	49,0 (-3)	42,5
706C	1,5 (10)	4,3	7,9 (6)	8,3	15,1 (3)	11,1	30,3 (-2)	15,4
706A	4,9 (3)	18,6	16,8 (1)	28,7	24,4 (0)	32,8	48,8 (-3)	42,4
726C	1,8 (9)	5,1	9,2 (5)	9,6	17,6 (2)	12,8	35,2 (-3)	27,8
726A	3,7 (3)	18,4	16,2 (1)	30,8	34,0 (-1)	40,3	68,0 (-4)	52,4
707C	1,8 (9)	5,1	9,2 (5)	9,6	17,6 (2)	12,8	35,2 (-3)	17,8
707A	3,7 (3)	18,4	16,2 (1)	30,8	34,0 (-1)	40,3	68,0 (-4)	52,4
708C	4,2 (7)	7,5	14,1 (3)	12,2	28,6 (-1)	16,7	57,1 (-7)	23,3
708A	8,1 (2)	26,3	24,5 (0)	38,8	46,4 (-2)	48,9	92,8 (-5)	63,4
728C	4,2 (7)	7,5	14,1 (3)	12,2	28,5 (-1)	16,7	57,0 (-7)	23,3
728A	8,1 (2)	26,3	24,5 (0)	38,8	46,4 (-2)	48,9	92,9 (-5)	63,4

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Calcul de la précharge et de la rigidité axiale pour les roulements appariés

Multiplier par les facteurs du tableau B.

Pour la rigidité radiale, multiplier la valeur obtenue dans le tableau A par les facteurs du tableau B.

Tableau B	DBD	DBB
Facteur de précharge	1,36	2
Rigidité axiale	1,48	2
Rigidité radiale	1,54	2

BNR19S

Angle de contact $\alpha=18^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
25	25 (0)	26	94 (-8)	43	188 (-16)	57
30	25 (0)	28	100 (-8)	48	200 (-15)	63
35	50 (0)	37	140 (-8)	55	280 (-17)	73
40	50 (0)	38	140 (-8)	57	280 (-16)	74
45	50 (0)	41	150 (-8)	62	300 (-16)	82
50	50 (0)	44	160 (-8)	68	320 (-16)	89
55	50 (0)	46	170 (-8)	71	340 (-16)	94
60	50 (0)	47	170 (-8)	74	340 (-16)	97
65	50 (0)	50	180 (-8)	79	360 (-16)	104
70	50 (0)	50	180 (-8)	80	360 (-16)	104
75	50 (0)	52	180 (-8)	83	460 (-19)	117
80	50 (0)	53	190 (-8)	86	474 (-19)	121
85	50 (0)	54	190 (-8)	88	646 (-24)	138
90	100 (0)	75	280 (-8)	110	709 (-21)	154
95	100 (0)	76	290 (-8)	110	768 (-22)	163
100	100 (0)	72	330 (-10)	110	871 (-26)	161
105	100 (0)	74	330 (-10)	120	898 (-26)	166
110	100 (0)	76	400 (-12)	130	925 (-26)	172
120	100 (0)	78	410 (-12)	130	1 275 (-33)	198
130	100 (0)	80	712 (-20)	160	1 408 (-35)	209
140	100 (0)	82	732 (-20)	160	1 508 (-36)	220
150	200 (0)	110	930 (-20)	185	1 894 (-38)	242

BER19S

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
25	25 (0)	42	150 (-8)	80	300 (-14)	105
30	25 (0)	47	160 (-8)	90	320 (-14)	116
35	50 (0)	61	210 (-8)	100	420 (-15)	132
40	50 (0)	63	220 (-8)	110	440 (-15)	137
45	50 (0)	67	240 (-8)	120	480 (-15)	152
50	50 (0)	72	250 (-8)	130	500 (-15)	164
55	50 (0)	75	260 (-8)	140	520 (-15)	174
60	50 (0)	78	270 (-8)	140	540 (-15)	181
65	50 (0)	82	290 (-8)	150	580 (-15)	196
70	50 (0)	83	290 (-8)	150	598 (-15)	198
75	50 (0)	86	300 (-8)	160	619 (-15)	206
80	50 (0)	88	310 (-8)	170	639 (-15)	214
85	50 (0)	90	310 (-8)	170	889 (-19)	245
90	100 (0)	120	430 (-8)	210	968 (-17)	273
95	100 (0)	130	440 (-8)	210	996 (-17)	282
100	100 (0)	120	520 (-10)	210	1 131 (-20)	279
105	100 (0)	120	530 (-10)	220	1 169 (-20)	290
110	100 (0)	130	550 (-10)	230	1 206 (-20)	301
120	100 (0)	130	680 (-12)	250	1 743 (-26)	351
130	100 (0)	135	972 (-16)	289	1 880 (-27)	368
140	100 (0)	135	1 002 (-16)	300	1 944 (-27)	381
150	200 (0)	175	1 308 (-17)	336	2 555 (-30)	428

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

4. PRECHARGE ET RIGIDITE

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Calcul de la rigidité radiale

Multiplier la rigidité axiale par les facteurs du tableau A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

BNR19H, BNR19X, BNR19XE

Angle de contact $\alpha=18^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)
25	25 (0)	29	105 (-8)	51	210 (-16)	67
30	25 (0)	32	110 (-8)	55	220 (-15)	72
35	50 (0)	41	150 (-8)	64	310 (-17)	86
40	50 (0)	42	160 (-8)	66	320 (-16)	87
45	50 (0)	45	170 (-8)	72	340 (-16)	95
50	50 (0)	49	180 (-8)	78	360 (-16)	103
55	50 (0)	51	180 (-8)	82	360 (-16)	106
60	50 (0)	52	190 (-8)	85	380 (-16)	112
65	50 (0)	55	200 (-8)	91	400 (-16)	120
70	50 (0)	56	200 (-8)	92	400 (-16)	120
75	50 (0)	58	200 (-8)	96	525 (-19)	137
80	50 (0)	59	210 (-8)	99	542 (-19)	142
85	50 (0)	61	210 (-8)	100	744 (-24)	162
90	100 (0)	83	310 (-8)	130	804 (-21)	180
95	100 (0)	85	310 (-8)	130	873 (-22)	190
100	100 (0)	81	360 (-10)	130	994 (-26)	188
105	100 (0)	83	370 (-10)	130	1 026 (-26)	194
110	100 (0)	85	450 (-12)	150	1 058 (-26)	201
120	100 (0)	87	460 (-12)	150	1 469 (-33)	233
130	100 (0)	90	809 (-20)	158	1 625 (-35)	245
140	100 (0)	92	833 (-20)	195	1 744 (-36)	259
150	200 (0)	120	1 040 (-20)	214	2 166 (-38)	284

BER19H, BER19X, BER19XE

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)
25	25 (0)	47	172 (-8)	96	342 (-14)	124
30	25 (0)	52	180 (-8)	100	360 (-14)	134
35	50 (0)	68	240 (-8)	120	480 (-15)	153
40	50 (0)	70	250 (-8)	120	500 (-15)	160
45	50 (0)	75	260 (-8)	140	520 (-15)	174
50	50 (0)	80	280 (-8)	150	560 (-15)	190
55	50 (0)	84	300 (-8)	160	600 (-15)	203
60	50 (0)	87	300 (-8)	160	600 (-14)	209
65	50 (0)	92	320 (-8)	180	650 (-15)	232
70	50 (0)	93	330 (-8)	180	689 (-15)	233
75	50 (0)	96	340 (-8)	190	713 (-15)	243
80	50 (0)	98	350 (-8)	190	738 (-15)	252
85	50 (0)	100	360 (-8)	200	1 032 (-19)	290
90	100 (0)	140	480 (-8)	240	1 110 (-17)	321
95	100 (0)	140	490 (-8)	250	1 143 (-17)	332
100	100 (0)	130	580 (-10)	250	1 302 (-20)	328
105	100 (0)	140	600 (-10)	260	1 346 (-20)	341
110	100 (0)	140	620 (-10)	260	1 390 (-20)	354
120	100 (0)	150	780 (-12)	300	2 023 (-26)	414
130	100 (0)	150	1 115 (-16)	340	2 185 (-27)	434
140	100 (0)	150	1 151 (-16)	353	2 261 (-27)	450
150	200 (0)	198	1 484 (-17)	393	2 948 (-30)	504

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

Calcul de la précharge et de la rigidité axiale pour les roulements appariés

Multiplier par les facteurs du tableau B.

Pour la rigidité radiale, multiplier la valeur obtenue dans le tableau A par les facteurs du tableau B.

	Tableau B	DBD	DBB
Facteur de précharge	1,36	2	
Rigidité axiale	1,48	2	
Rigidité radiale	1,54	2	

BNR10S

Angle de contact $\alpha=18^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
30	50 (0)	39	110 (-5)	52	220 (-13)	69
35	50 (0)	41	110 (-5)	55	220 (-12)	73
40	50 (0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
45	50 (0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
50	50 (0)	47	120 (-5)	64	249 (-12)	85
55	50 (0)	48	120 (-5)	67	302 (-14)	95
60	50 (0)	51	130 (-5)	71	345 (-15)	104
65	50 (0)	53	130 (-5)	75	364 (-15)	111
70	50 (0)	53	230 (-10)	93	505 (-20)	125
75	50 (0)	54	240 (-10)	96	520 (-20)	129
80	100 (0)	71	330 (-10)	110	606 (-19)	141
85	100 (0)	73	330 (-10)	110	622 (-19)	145
90	100 (0)	74	340 (-10)	120	823 (-24)	163
95	100 (0)	76	350 (-10)	120	846 (-24)	168
100	100 (0)	78	350 (-10)	120	870 (-24)	174
105	100 (0)	80	420 (-12)	130	1 054 (-27)	195
110	100 (0)	81	540 (-15)	150	1 144 (-29)	200
120	100 (0)	85	560 (-15)	160	1 208 (-29)	213
130	100 (0)	85	732 (-20)	166	1 508 (-36)	220
140	200 (0)	105	775 (-15)	178	1 606 (-31)	236
150	200 (0)	110	916 (-18)	190	1 917 (-35)	253

BER10S

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
30	50 (0)	63	220 (-8)	110	440 (-15)	140
35	50 (0)	67	240 (-8)	120	480 (-15)	153
40	50 (0)	72	250 (-8)	130	500 (-15)	165
45	50 (0)	73	250 (-8)	130	500 (-15)	166
50	50 (0)	77	270 (-8)	140	540 (-15)	180
55	50 (0)	80	350 (-10)	160	700 (-18)	205
60	50 (0)	84	380 (-10)	170	760 (-18)	222
65	50 (0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
70	50 (0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
75	50 (0)	90	510 (-12)	200	1 020 (-21)	263
80	100 (0)	120	620 (-12)	220	1 240 (-22)	290
85	100 (0)	120	640 (-12)	230	1 280 (-22)	300
90	100 (0)	120	650 (-12)	240	1 300 (-22)	305
95	100 (0)	130	670 (-12)	240	1 340 (-22)	316
100	100 (0)	130	690 (-12)	250	1 380 (-22)	327
105	100 (0)	130	910 (-15)	290	1 820 (-26)	369
110	100 (0)	130	930 (-15)	290	1 860 (-26)	379
120	100 (0)	140	980 (-15)	310	1 960 (-26)	403
130	100 (0)	140	1 002 (-16)	310	2 004 (-27)	389
140	200 (0)	180	1 098 (-13)	325	2 196 (-25)	421
150	200 (0)	180	1 274 (-15)	345	2 562 (-28)	444

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

4. PRECHARGE ET RIGIDITÉ

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

Calcul de la rigidité radiale

Multiplier la rigidité axiale par les facteurs du tableau A

Tableau A

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°			4.5	
25°			2.0	
30°			1.4	
40°	0.7			

BNR10H, BNR10X, BNR10XE

Angle de contact $\alpha=18^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)
30	50 (0)	43	110 (-5)	59	220 (-13)	81
35	50 (0)	46	120 (-5)	63	240 (-12)	83
40	50 (0)	49	120 (-5)	68	240 (-11)	88
45	50 (0)	49	120 (-5)	69	240 (-11)	88
50	50 (0)	52	130 (-5)	73	279 (-12)	99
55	50 (0)	54	130 (-5)	76	341 (-14)	110
60	50 (0)	57	140 (-5)	82	391 (-15)	121
65	50 (0)	60	140 (-5)	87	413 (-15)	130
70	50 (0)	59	260 (-10)	110	578 (-20)	147
75	50 (0)	61	270 (-10)	110	597 (-20)	151
80	100 (0)	80	360 (-10)	130	684 (-19)	164
85	100 (0)	82	370 (-10)	130	703 (-19)	169
90	100 (0)	83	370 (-10)	130	938 (-24)	191
95	100 (0)	85	380 (-10)	140	965 (-24)	197
100	100 (0)	87	390 (-10)	140	993 (-24)	204
105	100 (0)	89	470 (-12)	160	1 209 (-27)	229
110	100 (0)	91	600 (-15)	170	1 315 (-29)	235
120	100 (0)	95	630 (-15)	180	1 391 (-29)	250
130	100 (0)	95	833 (-20)	195	1 745 (-36)	260
140	200 (0)	125	860 (-15)	206	1 829 (-37)	276
150	200 (0)	125	1 025 (-18)	221	2 194 (-35)	297

BER10H, BER10X, BER10XE

Angle de contact $\alpha=25^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL		L		M	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)
30	50 (0)	71	250 (-8)	130	500 (-15)	163
35	50 (0)	75	260 (-8)	140	520 (-15)	175
40	50 (0)	80	280 (-8)	150	560 (-15)	191
45	50 (0)	81	280 (-8)	150	590 (-15)	197
50	50 (0)	86	300 (-8)	160	630 (-15)	213
55	50 (0)	89	400 (-10)	190	800 (-18)	240
60	50 (0)	94	430 (-10)	200	860 (-18)	260
65	50 (0)	99	450 (-10)	210	950 (-18)	280
70	50 (0)	98	450 (-10)	210	950 (-18)	280
75	50 (0)	100	580 (-12)	240	1 160 (-21)	306
80	100 (0)	130	700 (-12)	260	1 400 (-22)	343
85	100 (0)	130	720 (-12)	270	1 510 (-22)	355
90	100 (0)	140	740 (-12)	280	1 540 (-22)	362
95	100 (0)	140	760 (-12)	290	1 590 (-22)	375
100	100 (0)	150	780 (-12)	300	1 640 (-22)	388
105	100 (0)	150	1 040 (-15)	330	2 080 (-26)	430
110	100 (0)	150	1 060 (-15)	340	2 120 (-26)	440
120	100 (0)	160	1 120 (-15)	370	2 240 (-26)	469
130	100 (0)	160	1 150 (-16)	370	2 302 (-27)	469
140	200 (0)	200	1 240 (-13)	380	2 476 (-25)	489
150	200 (0)	200	1 444 (-15)	403	2 957 (-28)	552

La valeur entre parenthèses () indique un jeu axial mesuré.

Roulements à Contact Oblique Ultra Haute Précision (Séries BGR)

Calcul de la précharge et de la rigidité axiale pour les roulements appariés

Multiplier par les facteurs du tableau B.

Pour la rigidité radiale, multiplier la valeur obtenue dans le tableau A par les facteurs du tableau B.

Tableau B	DBD	DBB
Facteur de précharge	1,36	2
Rigidité axiale	1,48	2
Rigidité radiale	1,54	2

BGR19S

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
10	25		15,2
12	25		16,8
15	25		16,6
17	25		17,5
20	25		18,1
25	25		20,6

BGR19H, BGR19X

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes céramique

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
10	25		16,8
12	25		18,5
15	25		18,4
17	25		19,3
20	25		20,1
25	25		22,9

BGR10S

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
6	25		11,0
7	25		12,0
8	25		13,0
10	25		14,0
12	25		15,0
15	25		16,0
17	25		17,0
20	25		18,0
25	25		19,0

BGR10H, BGR10X

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes céramique

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
6	25		12,6
7	25		13,7
8	25		14,4
10	25		15,9
12	25		16,9
15	25		18,0
17	25		19,0
20	25		20,0
25	25		21,6

BGR02S

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes acier

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
10	25		14,5
12	25		15,2
15	25		16,2
17	25		16,7
20	25		17,4
25	50		25,3

BGR02H, BGR02X

Angle de contact $\alpha=15^\circ$ Billes céramique

Diamètre alésage (mm)	Précharge (N)	EL	Rigidité axiale (N/ μ m)
10	25		16,0
12	25		17,0
15	25		18,0
17	25		18,6
20	25		19,4
25	50		28,1

4. PRECHARGE ET RIGIDITE

Précharge et Rigidité (Combinaison DB et DF)

Butées à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse (Séries ROBUST)

BAR10S

Angle de contact $\alpha=30^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	L Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
40	210	150	430	200
45	210	150	430	200
50	220	170	460	220
55	230	180	600	250
60	240	190	650	270
65	250	200	690	290
70	250	200	910	320
75	260	210	940	330
80	340	240	1 100	360
85	350	240	1 130	370
90	360	250	1 660	430
95	360	260	1 720	450
100	370	270	1 770	460
105	380	280	1 820	470
110	390	280	1 870	490
120	390	300	1 980	520
130	390	300	2 530	550
140	580	360	3 190	655
150	580	360	3 690	690
160	590	370	4 080	720
170	600	380	4 210	750
180	605	385	5 200	800
190	610	390	5 370	830
200	610	390	5 990	860

BAR10H

Angle de contact $\alpha=30^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	L Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
40	230	175	485	230
45	230	180	490	235
50	245	195	525	255
55	255	200	690	290
60	270	220	750	320
65	285	240	800	340
70	285	240	1 060	375
75	290	245	1 090	390
80	380	275	1 260	420
85	390	280	1 280	430
90	400	290	1 930	510
95	405	300	1 970	520
100	420	310	2 060	550
105	420	315	2 090	555
110	440	330	2 180	580
120	455	350	2 310	620
130	455	350	2 960	650

BTR10S

Angle de contact $\alpha=40^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	EL Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	L Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
40	310	260	700	350
45	310	260	700	350
50	330	290	760	390
55	350	310	800	410
60	370	330	860	440
65	390	350	910	470
70	390	350	1 560	560
75	400	360	1 610	590
80	510	400	1 820	630
85	520	420	1 880	650
90	530	430	2 830	770
95	550	450	2 930	790
100	560	460	3 030	820
105	570	470	3 120	850
110	580	490	3 210	870
120	610	520	3 420	930
130	610	520	4 410	980
140	810	600	5 310	1 140
150	820	605	5 370	1 160
160	830	615	5 480	1 180
170	850	635	7 280	1 330
180	855	640	9 080	1 450
190	875	660	9 390	1 500
200	875	660	11 290	1 600

BTR10H

Angle de contact $\alpha=40^\circ$ Billes céramique

Diamètre Alésage (mm)	EL Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	L Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
40	350	300	800	410
45	355	310	810	415
50	375	335	875	450
55	395	350	915	475
60	425	390	1 000	520
65	450	415	1 060	560
70	450	415	1 830	670
75	460	430	1 890	700
80	570	475	2 120	745
85	580	475	2 160	780
90	600	505	3 320	910
95	605	505	3 390	940
100	630	540	3 560	980
105	640	540	3 610	1 010
110	665	575	3 770	1 040
120	700	615	4 020	1 115
130	700	615	5 200	1 170

Précharge et Rigidité

Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet (Séries TAC)

Séries TAC20

Angle de contact $\alpha=60^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	C6		C7		C8	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
35	—	—	343	470	588	570
40	—	—	343	510	588	620
45	—	—	343	530	784	700
50	—	—	392	570	882	760
55	—	—	588	680	1 176	865
60	—	—	588	730	1 274	935
65	—	—	588	790	1 274	1 005
70	—	—	882	850	1 568	1 050
75	—	—	882	880	1 568	1 090
80	—	—	980	965	2 156	1 240
85	—	—	980	1 000	2 156	1 285
90	—	—	1 372	1 110	2 646	1 380
95	10	200	1 372	1 150	2 646	1 435
100	10	200	1 470	1 190	2 744	1 485
105	98	500	1 764	1 320	3 234	1 610
110	245	700	1 862	1 365	3 822	1 740
120	490	900	1 960	1 460	4 018	1 860
130	686	980	2 548	1 530	5 194	1 940
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

Précharge et Rigidité

Séries TAC29

Angle de contact $\alpha=60^\circ$ Billes acier

Diamètre Alésage (mm)	C6		C7		C8	
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/ μ m)
100	—	—	1 176	1 150	2 156	1 410
105	—	—	1 274	1 215	2 254	1 490
110	—	—	1 274	1 250	2 254	1 530
120	98	550	1 274	1 310	2 842	1 700
130	98	580	1 764	1 415	3 528	1 915
140	98	750	2 254	1 700	5 194	2 260
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

4. PRECHARGE ET RIGIDITÉ

Précharge et Rigidité

Butées à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes

Séries TAC B (pour machines-outils)

Angle de contact $\alpha=60^\circ$ Billes acier

Précharge C9

Ref. Roulement	Combinaison par paires (DB ou DF)			Combinaison Triplette (DBD ou DFD)			Combinaison Quadruplette (DBB ou DFF)		
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)
15TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
17TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
20TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
25TAC62B	1 490	733	0,09	2 030	1 050	0,12	2 980	1 465	0,17
30TAC62B	1 560	772	0,09	2 130	1 105	0,12	3 130	1 545	0,18
35TAC72B	1 785	890	0,10	2 430	1 275	0,14	3 570	1 780	0,21
40TAC72B	1 860	930	0,11	2 530	1 330	0,14	3 720	1 860	0,21
40TAC90B	2 390	1015	0,18	3 220	1 465	0,24	4 730	2 030	0,36
45TAC75B	2 010	1005	0,12	2 730	1 445	0,16	4 020	2 015	0,23
45TAC100B	2 880	1160	0,23	3 920	1 670	0,31	5 760	2 320	0,46
50TAC100B	3 010	1210	0,24	4 100	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC100B	3 010	1210	0,24	4 100	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC120B	3 520	1430	0,28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56
60TAC120B	3 520	1430	0,28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56

Précharge C10

Ref. Roulement	Combinaison par paires (DB ou DF)			Combinaison Triplette (DBD ou DFD)			Combinaison Quadruplette (DBB ou DFF)		
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)
15TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
17TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
20TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
25TAC62B	3 150	1 000	0,23	4 300	1 470	0,31	6 250	1 960	0,46
30TAC62B	3 350	1 030	0,24	4 500	1 520	0,33	6 650	2 010	0,49
35TAC72B	3 800	1 180	0,28	5 200	1 710	0,37	7 650	2 350	0,55
40TAC72B	3 900	1 230	0,28	5 300	1 810	0,38	7 850	2 400	0,57
40TAC90B	5 000	1 320	0,48	6 750	1 960	0,65	10 300	2 650	0,96
45TAC75B	4 100	1 270	0,29	5 600	1 910	0,40	8 250	2 550	0,59
45TAC100B	5 900	1 520	0,58	8 050	2 210	0,78	11 800	3 000	1,16
50TAC100B	6 100	1 570	0,60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC100B	6 100	1 570	0,60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC120B	6 650	1 810	0,64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27
60TAC120B	6 650	1 810	0,64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27

Séries TAC 02, 03 (pour machine électrique de moulage par injection)

Angle de contact $\alpha=50\text{--}55^\circ$

Précharge C8

Ref. Roulement	Combinaison par paires (DB ou DF)			Combinaison Triplette (DBD ou DFD)			Combinaison Quadruplette (DBT ou DFT)		
	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)	Précharge (N)	Rigidité axiale (N/μm)	Couple de démarrage (N.m)
15TAC02AT85	365	262	0,017	495	385	0,024	575	490	0,027
25TAC02AT85(?)	1 440	520	0,113	1 960	755	0,153	2 260	950	0,175
TAC35-2T85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
40TAC03AT85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
45TAC03AT85	2 740	775	0,355	3 750	1 120	0,480	4 300	1 410	0,550
TAC45-2T85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
50TAC03AT85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
55TAC03AT85	4 100	945	0,650	5 600	1 370	0,880	6 500	1 720	1,000
60TAC03AT85	4 750	1 020	0,810	6 450	1 480	1,100	7 450	1 850	1,250
80TAC03AM	7 350	1 270	1,550	10 000	1 840	2,100	11 500	2 330	2,450
100TAC03CMC(?)	1 000	830	0,105	1 400	1 240	0,147	1 600	1 575	0,166
120TAC03CMC(?)	1 100	930	0,120	1 500	1 378	0,163	1 800	1 775	0,196

(¹) Les valeurs du roulement 25TAC02AT85 sont basées sur une précharge C9.

(²) Les valeurs des roulements 100TAC03CMC et 120TAC03CMC sont basées sur une précharge C2.

Jeu Radial Interne des Roulements à Rouleaux Cylindriques

Jeu des roulements appairés à alésage conique

Unité : μm

Diamètre alésage (mm)	Jeu des roulements appairés à alésage conique															
	CC9(¹)		CC0		CC1		CC2		CC(²)		CC3		CC4		CC5	
De à	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
24 30	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30 40	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40 50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50 65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65 80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80 100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100 120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120 140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140 160	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160 180	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180 200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200 225	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225 250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250 280	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

(¹) Applicable aux roulements à rouleaux cylindriques de classe de précision ISO 4 et 5 avec alésage conique.

(²) Indique un jeu normal pour les roulements à rouleaux cylindriques appairés.

Précharge et Rigidité

Jeu des roulements appairés à alésage cylindrique

Unité : μm

Diamètre alésage (mm)	Jeu des roulements appairés à alésage cylindrique													
	CC1		CC2		CC(¹)		CC3		CC4		CC5			
De à	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
24 30	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80		
30 40	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95		
40 50	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110		
50 65	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130		
65 80	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150		
80 100	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180		
100 120	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205		
120 140	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230		
140 160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260		
160 180	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285		
180 200	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315		
200 225	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350		
225 250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380		
250 280	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420		

(¹) Indique un jeu normal pour les roulements à rouleaux cylindriques appairés.

5. VITESSES LIMITES

Vitesses Limites

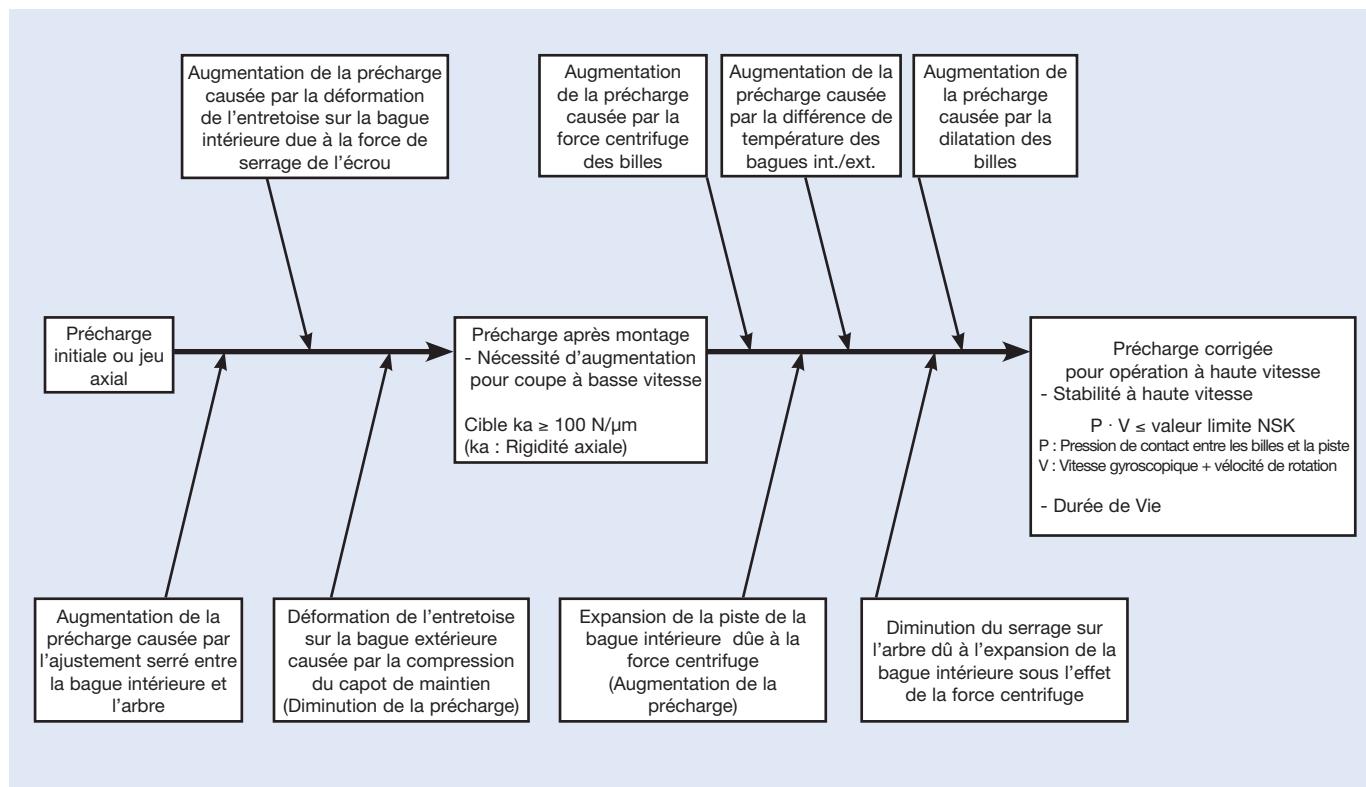
Les vitesses limites énumérées dans les Tables Dimensionnelles des Roulements sont des valeurs de base. Elles sont déterminées pour un roulement simple, légèrement préchargé à l'aide d'un ressort, soumis à des charges relativement légères et avec une bonne dissipation thermique.

Les vitesses limites avec une lubrification à la graisse sont déterminées en utilisant une graisse de haute qualité dans des quantités appropriées. Celles indiquées avec une lubrification à l'huile sont basées sur une lubrification air-huile (ou brouillard d'huile). Quand l'huile de lubrification est employée comme moyen de dissipation de la chaleur générée, une vitesse plus élevée peut être acceptée. Toutefois une grande quantité d'huile doit être fournie sous pression au roulement, ce qui provoque une perte significative de puissance.

Quand des roulements simples sont utilisés par paire, en triplette, ou quand la précharge est augmentée pour améliorer la rigidité de la broche, la vitesse limite sera inférieure à celle énumérée.

Les Facteurs qui changent la Précharge

Fig. 5.1 Organigramme d'Étude d'Etablissement de la Précharge



Facteurs de Vitesse

La vitesse limite d'une combinaison de roulements fonctionnant sous précharge fixe est calculée en multipliant la vitesse limite d'un roulement seul de l'ensemble par un coefficient de correction approprié indiqué dans le tableau 5.1. Dans ce tableau, les précharges à prendre en compte sont les précharges une fois le roulement monté sur l'arbre. Les valeurs de précharge après montage changent en fonction des conditions de montage, du fonctionnement à haute vitesse et de la déformation de l'entretoise due à la force de serrage. Dans un tel cas, et plus particulièrement dans des applications à haute vitesse, il est nécessaire d'ajuster les longueurs d'entretoise relatives à chaque roulement afin de compenser les changements de précharge après le montage du roulement. Veuillez consulter NSK pour aide sur ce calcul d'ajustement.

Tableau 5.1 Facteurs de Vitesse

	Combinaison	EL	L	M	H
DB	∅	0,85	0,80	0,65	0,55
DBB	∅ ∅	0,80	0,75	0,60	0,45
DBD	∅ ∅	0,75	0,70	0,55	0,40

Les Facteurs qui influencent les Vitesses Limites

La vitesse limite du roulement, à l'intérieur de la broche, est affectée par les conditions de fonctionnement suivantes :

1. Méthode de Lubrification

L'épaisseur du film d'huile créé par lubrification air-huile ou par brouillard d'huile est plus grande comparée à celle créée par une lubrification à la graisse. Par conséquent la vitesse limite est plus élevée avec une lubrification air-huile ou par brouillard d'huile. Dans le cas de la lubrification par jet d'huile, le grand volume d'huile fourni dans le roulement assure un refroidissement efficace de sorte que des vitesses de fonctionnement beaucoup plus élevées sont possibles.

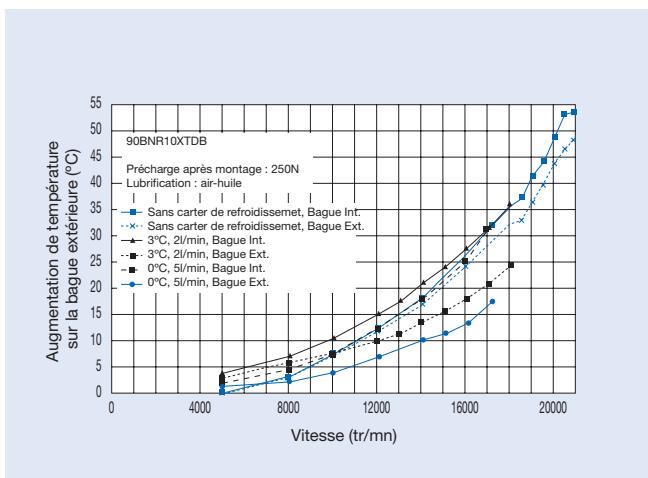
2. Combinaison des Roulements

Si des roulements sont utilisés comme ensembles, leur nombre affecte la vitesse limite. À mesure que leur nombre augmente, la vitesse limite diminue car la capacité de dissipation de chaleur diminue.

3. Précharge

Lorsque la précharge après montage est élevée, la pression de surface de contact entre les éléments roulants et les pistes augmente, ce qui a pour effet une hausse de la température. A cause de cette chaleur générée, la précharge en fonctionnement augmente ainsi que le risque de défaillance du roulement. La vitesse limite est donc limitée lorsque la précharge est élevée. De même, pour les roulements à rouleaux cylindriques, lorsque le jeu radial est réduit lors du fonctionnement, la vitesse limite est également réduite.

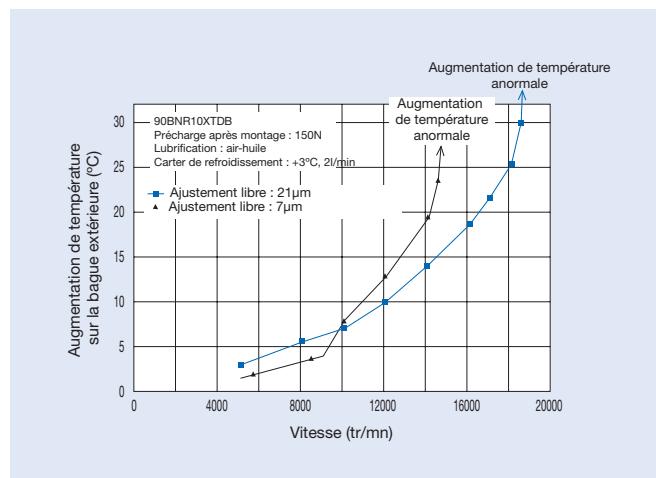
Fig. 5.2 Influence du Carter de Refroidissement sur la Vitesse Limite



4. Mode de commande de la broche

La vitesse limite d'un roulement change également selon le système d'entraînement de la broche. Dans le cas des electro-broches, le moteur électrique augmente la température de fonctionnement. Si la broche est équipée d'un carter refroidi, la différence de température entre la bague intérieure et la bague extérieure augmente, par conséquent la précharge augmente et la vitesse limite diminue (voir la fig. 5.2). Le carter refroidi affecte également le jeu entre le roulement et le logement, (voir la fig. 5.3) en sachant que si le jeu entre le roulement et le logement devient négatif, la précharge augmentera.

Fig. 5.3 Influence du jeu entre le Roulement et le Logement sur la Vitesse Limite



6. LUBRIFICATION

But de la Lubrification

Les principaux objectifs de la lubrification sont de réduire les frottements et l'usure à l'intérieur du roulement qui peuvent causer une défaillance prématuée. Les effets de la lubrification peuvent être brièvement expliqués comme suit :

(1) Réduction des Frottements et de l'Usure

Le contact métallique direct entre les bagues du roulement, les éléments roulants, et la cage, qui sont les pièces de base d'un roulement, est empêché par un film d'huile qui réduit les frottements et l'usure dans les zones de contact.

(2) Augmentation de la Durée de Vie

La durée de vie des roulements dépend considérablement de la viscosité et de l'épaisseur du film lubrifiant au contact des éléments roulants. Une grande épaisseur du film lubrifiant prolonge la durée de vie, mais si la viscosité de l'huile est trop basse, elle rend l'épaisseur du film insuffisante et diminue ainsi la durée de vie.

(3) Refroidissement

La circulation du lubrifiant peut être employée pour évacuer la chaleur produite par les frottements, ou venant de l'extérieur, empêchant ainsi la surchauffe du roulement et la détérioration de l'huile.

(4) Autres Avantages

Une lubrification appropriée contribue à empêcher également la pénétration de corps étrangers dans le roulement, et protège celui-ci contre la corrosion et la rouille.

Méthodes de Lubrification

Pour les broches de machine-outil où la précision est importante, il est nécessaire d'empêcher l'élévation excessive de la température de la broche pour réduire la déformation thermique.

La génération de chaleur à l'intérieur d'un roulement est influencée par un facteur "charge" déterminé par le type du roulement et la charge qui lui est appliquée, et par un facteur "vitesse" déterminé par la méthode de lubrification et la vitesse de rotation.

Généralement, le facteur "vitesse" est plus important, mais si la méthode de lubrification choisie a pour résultat un faible facteur "vitesse", l'influence du facteur de "charge"

ne peut pas être négligée. Par conséquent, il est important de bien sélectionner le facteur "charge" et le facteur "vitesse". Concernant la génération de chaleur, la méthode de lubrification et la quantité de lubrifiant ont des effets importants. La lubrification employant peu de graisse est la plus commune : cette méthode est économique, d'une maintenance facile, et génère peu de chaleur. A haute vitesse, pour maintenir une température faible et constante, la méthode de lubrification air-huile, qui utilise une quantité minimum d'huile, a été développée. La relation entre la quantité d'huile, la génération de chaleur (perte de friction) et l'élévation de la température est déjà connue et illustrée dans la Fig.6.1. Par conséquent, pour éviter l'élévation excessive de température dans une broche de machine-outil, le choix de la zone A ou B est nécessaire. Les méthodes de lubrification dans les zones A et B sont récapitulées dans le tableau 6.1.

Couple dynamique du roulement (génération de chaleur) $M=MI+MV$	Facteur charge (Déterminé par le type du roulement et la charge) $MI=f_1F d_m$ où f_1 : Coefficient déterminé par le type du roulement et la charge F : Charge d_m : Diamètre moyen du roulement
	Facteur vitesse (Déterminé par la viscosité, la quantité d'huile et la vitesse de rotation) $MV=f_0(v_0 n)^{2/3}d_m^3$ où f_0 : Coefficient déterminé par le roulement et sa méthode de lubrification v_0 : Viscosité cinématique de l'huile n : Vitesse de rotation

Fig.6.1 Quantité d'Huile et Augmentation de Température

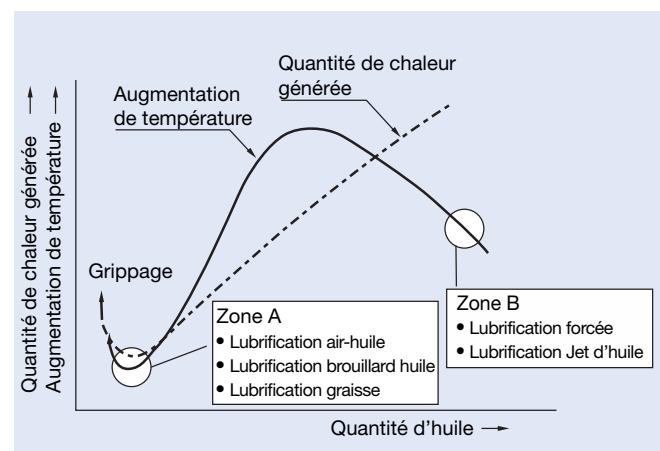


Tableau 6.1 Comparaison des Méthodes de Lubrification

Méthodes de Lubrification	Avantages	Inconvénients
Lubrification à la graisse	<ul style="list-style-type: none"> ○ Faible coût. ○ Possibilité de faible génération de chaleur. ○ Maintenance facile. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Si la graisse se détériore, risque de grippage. ○ Possibilité d'introduction de poussière et de liquide de coupe.
Lubrification par brouillard d'huile	<ul style="list-style-type: none"> ○ Une nouvelle huile étant toujours alimentée, aucune crainte de détérioration d'huile. ○ Pas d'introduction de poussière ni de liquide de coupe. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pollution de l'environnement. ○ La quantité d'huile apportée change selon sa viscosité et sa température, ainsi la commande d'un petit débit est difficile. ○ Difficile de confirmer que de l'huile est alimentée réellement.
Lubrification par Jet d'Huile	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le débit d'huile est élevé, la poussière et le liquide de coupe ne peuvent pas entrer et le grippage est très rare. ○ En raison du refroidissement par l'huile, la température du roulement peut être contrôlée à quelques degrés près. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perte par frottement élevée. ○ A cause des fuites d'huile, difficile à utiliser sur les broches verticales. ○ Coût élevé.
Lubrification Air-Huile	<ul style="list-style-type: none"> ○ La commande de quantité d'huile étant possible, alimentation optimale d'huile et faible génération chaleur. ○ Sans compter la faible génération de chaleur, il y a un effet de refroidissement d'air, ainsi la température est basse. ○ Nouvelle huile toujours alimentée, pas de détérioration d'huile. ○ Pas d'introduction de poussière ni de liquide de coupe. ○ La brume pulvérisée est peu polluante. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Coût plutôt élevé. ○ Confirmation difficile de l'alimentation réelle d'huile dans le roulement.

Lubrification à la Graisse

(1) Graisses Recommandées

Les graisses à base de lithium avec huile minérale comme huile de base ont de bonnes propriétés adhésives et d'excellentes caractéristiques pour les éléments roulants des roulements. Elles sont habituellement utilisables dans une gamme de température ambiante de -10°C à +110°C. Pour les broches à haute vitesse pour machine-outil, qui demandent une faible augmentation de température et une longue durée de vie, une graisse de consistance Grade No.2 avec une huile de base synthétique (diester, diester + huile minérale, etc...) est recommandée. Le tableau 6.2 énumère les marques et les propriétés des graisses largement répandues pour les broches de machine-outil et les principaux roulements support de vis à billes.

(2) Durée de Vie des Graisses

La durée de vie de la graisse dépend considérablement de la température de fonctionnement; il est donc nécessaire de garder une température basse du roulement (y compris la température ambiante) afin de prolonger la durée de vie de la graisse. Un large éventail de graisses hautes performances est utilisé pour les roulements de broches à haute vitesse ou

pour les roulements de broches motorisées.

L'équation suivante donne la durée de vie moyenne de ce type de graisse :

$$\log t = 6,12 - 1,4n/N_{\max} - (0,018 - 0,006n/N_{\max}) T$$

où t : Durée de vie moyenne (h)
 N_{\max} : Vitesse Limite (tr/mn)
 n : Vitesse de rotation (tr/mn)
 T : Température du roulement (°C)

(3) Quantité de Graisse pour les Roulements de Broches Haute Vitesse

Pour faire fonctionner les roulements à haute vitesse avec une lubrification à la graisse, la quantité recommandée à utiliser est de 10 à 20% du volume interne. Si trop de graisse est introduite pendant la procédure de rodage, une génération anormale de chaleur se produit et ceci peut détériorer la graisse. Pour éviter un tel risque, il est nécessaire de roder les broches pendant un temps suffisant. Basé sur son expérience, NSK a déterminé la quantité de graisse à utiliser, permettant ainsi une procédure de rodage facile qui fournira une lubrification optimale. Pour la quantité, référez-vous au tableau de la page 157.

Tableau 6.2 Propriétés des Graisses

Nom	Fabriquant	Savon	Huile	Viscosité de l'huile (cst) 40°C	Point de goutte (°C)	Plage de température d'utilisation (°C)	Principales applications
MTE	NSK	Complexe Barium	Ester	20	200	-30~+120	Rlts de broche à haute vitesse, Rlts à rouleaux cylindriques haute vitesse
MTS	NSK	Urée	Ester+Synthétique hydro carbone	22	220	-40~+130	Rlts de broche à haute vitesse
Isoflex NBU15	Klüber	Complexe Barium	Diester +minérale	20	250	-30~+120	Rlts pour broche principale
Isoflex NCA15	Klüber	Calcium spécial	Ester	23	180	-40~+130	Rlts pour broche principale
Mobilux 2	Mobil	Lithium	Minérale	26	190	-10~+110	Rlts pour tête de perçage et fraisage
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Lithium	Tétraester	37	208	-30~+130	Rlts pour broche principale
Staburags NBU8EP	Klüber	Complexe Barium	Minérale	105	220	-30~+130	Rlts à rouleaux cylindriques forte charge
Alvania 2	Shell	Lithium	Minérale	130	182	-10~+110	Rlts support de vis à billes
ENS	NSK	Di-urée	Tétraester	32	260	-40~+160	Rlts de moteur

6. LUBRIFICATION

Lubrification à l'Huile

(1) Lubrification par Brouillard d'Huile et Air-Huile (Lubrification avec Quantité d'Huile Minimale)

La lubrification par brouillard d'huile est une méthode de pulvérisation qui transforme l'huile en brume à l'aide d'air comprimé. La lubrification Air-Huile est une méthode d'alimentation d'huile sans interruption qui injecte l'huile dans un jet d'air comprimé à l'aide d'une valve de mélange déchargeant par intermittence une très petite quantité d'huile constante en utilisant un piston. La Fig. 6.2 montre la quantité recommandée d'huile pour les méthodes de lubrification décrites ci-dessus, chaque quantité étant définie pour un roulement.

En cas de lubrification par brouillard d'huile, il est nécessaire d'ajuster la quantité d'huile pour s'adapter aux effets du circuit de la tuyauterie, et des fuites générées autour des entretoises.

Consulter NSK dans les cas où la valeur de $d_m n$ est supérieure à 1 800 000, la quantité d'huile devant être augmentée.

Pour la position de la buse de lubrification, se reporter à la page 174.

(2) Lubrification par Jet d'Huile

La lubrification par jet d'huile est principalement employée pour les roulements à haute vitesse avec une valeur de $d_m n$ supérieure à un million. L'huile est pulvérisée sous pression constante par un ou plusieurs gicleurs qui débloquent directement dans les roulements. Lorsque le roulement tourne à vitesse élevée, l'air ambiant se trouve entraîné par le roulement et forme un mur d'air. La vitesse de sortie de l'huile de

chaque gicleur doit être supérieure de 20% à la vitesse tangentielle du diamètre extérieur de la bague intérieure du roulement. La lubrification par jet d'huile demande un débit important, il y a beaucoup de résistance, aussi il est nécessaire d'absorber la chaleur en utilisant une éjection d'huile large et sous pression.

Pour des roulements de broches de machine-outil, cette méthode est employée dans quelques applications pour stabiliser le fonctionnement à ultra haute vitesse (voir la fig. 6.3).

Pour la position de la buse de lubrification, se reporter à la page 174.

Fig. 6.2 Quantité d'huile recommandée en fonction de la dimension d'alésage des roulements (Quantité Minimale)

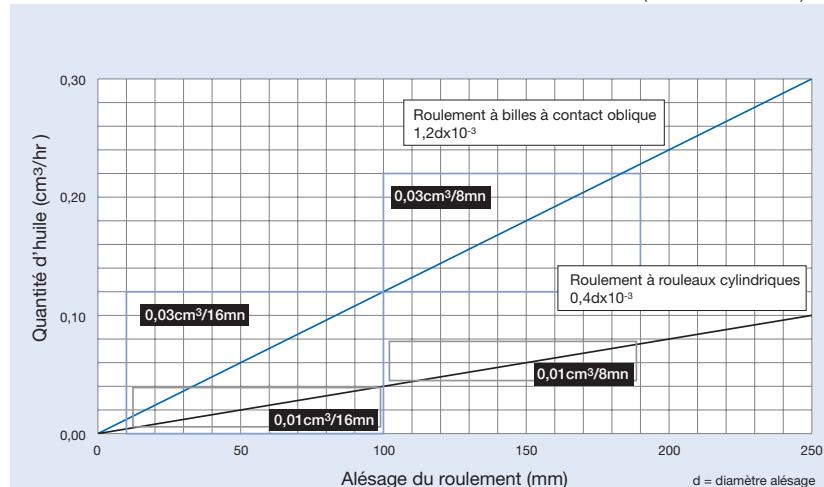
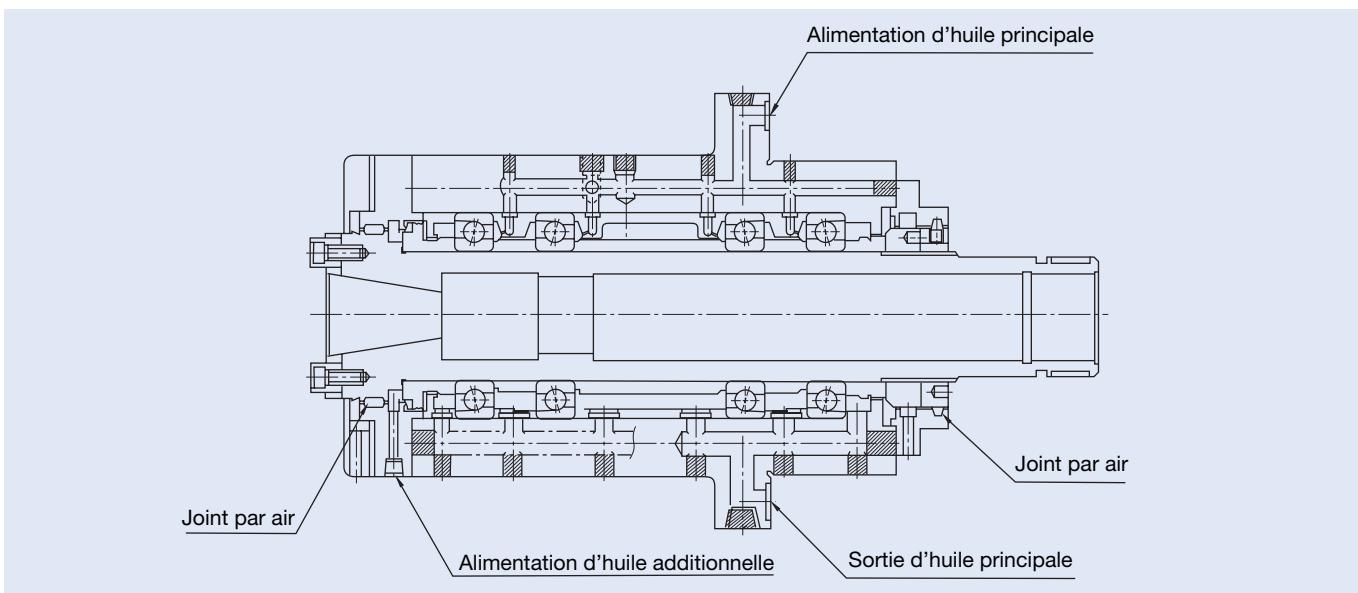


Fig. 6.3 Lubrification par Jet d'Huile dans une Broche.



Quantité de Graisse Recommandée pour les Roulements de Broche Haute Vitesse

Unité : cm³/Rlt

Référence Alésage	Diamètre Alésage (mm)	Rlt à contact oblique : 15% de l'espace libre				Rlt à rouleaux cylindriques : 10% de l'espace libre			
		BNR19 BER19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BER10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
5	5	–	–	0,03	–	–	–	–	–
6	6	–	0,04	0,07	–	–	–	–	–
7	7	–	0,07	–	–	–	–	–	–
8	8	–	0,12	0,10	–	–	–	–	–
00	10	0,06	0,13	0,16	–	–	–	–	–
01	12	0,06	0,14	0,23	–	–	–	–	–
02	15	0,11	0,18	0,29	–	–	–	–	–
03	17	0,13	0,24	0,41	–	–	–	–	–
04	20	0,23	0,44	0,68	–	–	–	–	–
05	25	0,27	0,52	0,85	–	–	–	4,0	–
06	30	0,31	0,69	1,20	0,58	–	–	6,0	4,0
07	35	0,48	0,98	1,70	0,78	–	–	8,0	6,0
08	40	0,75	1,20	2,10	0,92	–	–	1,0	7,0
09	45	0,83	1,50	2,60	1,20	–	–	1,3	1,0
10	50	0,91	1,60	3,00	1,20	–	–	1,4	1,1
11	55	1,10	2,40	3,90	1,70	–	–	2,0	1,5
12	60	1,20	2,60	4,80	1,80	–	–	2,1	1,6
13	65	1,30	2,60	5,70	1,90	–	–	2,2	1,6
14	70	2,10	3,60	6,50	2,80	–	–	3,2	2,4
15	75	2,30	3,60	7,00	2,90	–	–	3,5	2,5
16	80	2,40	5,10	8,70	3,80	–	–	4,7	3,5
17	85	3,50	5,30	11,00	4,00	–	–	4,9	3,7
18	90	3,60	6,60	13,00	5,50	–	–	6,5	4,5
19	95	3,60	6,80	16,00	5,70	–	–	6,6	4,7
20	100	4,90	7,20	19,00	6,10	5,4	4,5	6,8	4,9
21	105	5,10	9,00	23,00	7,60	5,6	4,6	9,3	5,9
22	110	5,20	12,00	27,00	9,10	5,7	4,8	11,0	7,5
24	120	7,90	12,00	31,00	9,80	8,4	6,5	12,0	8,1
26	130	9,00	18,00	34,00	15,00	11,0	8,5	18,0	12,4
28	140	9,90	20,00	42,00	17,00	12,0	9,3	20,0	12,9
30	150	14,00	25,00	53,00	22,00	24,0	14,0	23,0	–
32	160	16,00	34,00	–	26,00	20,0	15,0	29,0	–
34	170	14,00	42,00	–	33,00	21,0	15,0	38,0	–
36	180	22,00	51,00	–	46,00	28,0	23,0	51,0	–
38	190	27,00	47,00	–	50,00	30,0	24,0	54,0	–
40	200	39,00	76,00	–	61,00	44,0	35,0	69,0	–
44	220	42,00	–	–	–	37,0	–	–	–
48	240	41,00	–	–	–	40,0	–	–	–
52	260	77,00	–	–	–	70,0	–	–	–
56	280	80,00	–	–	–	75,0	–	–	–

La quantité de graisse pour un Rlt „xxTAC20(29)X(D)“ doit être identique à celle du Rlt à double rangée de rouleaux cylindriques, quand ils sont montés ensemble. Multiplier par 0,93 (densité) les quantités ci dessus pour obtenir la masse de graisse. Pour les butées à contact oblique pour vis à billes, voir page 100.

7. TOLERANCES DES ROULEMENTS

Les tolérances pour les dimensions principales et la précision d'exécution des roulements radiaux NSK sont spécifiées par les normes ISO 492/199/582/1132-1, et dans la norme JIS B 1514. En plus de ces tolérances, NSK fabrique des roulements à billes à contact oblique avec des classes de précision ABEC 5, 7, et 9 suivant l'Association des Fabricants d'American Bearing (ABMA), Standard 20.

Tableau 7.1

Précision	Bague Intérieure	Bague Extérieure	Position du comparateur
Faux rond de rotation de la bague intérieure sur roulement assemblé K_{ia}	Tournante	Stationnaire	A
Faux rond de rotation de la bague extérieure sur roulement assemblé K_{ea}	Stationnaire	Tournante	A
Battement axial de la face de référence (grande face) de la bague intérieure par rapport au chemin de roulement, sur Rlt assemblé S_{ia}	Tournante	Stationnaire	B ₁
Battement axial de la face de référence (grande face) de la bague extérieure par rapport au chemin de roulement, sur Rlt assemblé S_{ea}	Stationnaire	Tournante	B ₂
Battement axial de la face de référence (grande face, le cas échéant) de la bague intérieure par rapport à l'alésage S_d	Tournante	Stationnaire	C
Erreur d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face de référence (grande face) de la bague extérieure S_b	N/A	Tournante	D

Tolérance des Roulements Radiaux

Bague Intérieure

Tableau 7.2 Bague Intérieure (Classe 5)

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé Δ_{dmp} (1)	Variation de Diam. Alésage dans un plan radial isolé V_{dp} (1)			Variation du Diam. moyen d'alésage V_{dmp} (1)	Faux rond de rotation bague intérieure K_{ia}	Battement axial Bague Int./ Alésage S_d	Battement axial face ref bague int. / chemin de rlt S_{ia} (2)	Ecart d'une largeur isolée de la bague intérieure ΔB_s			Variation de largeur bague int. V_{B_s} (3)	
		Séries de Diamètres											
		9	0, 2, 3						max	max	max		
Sup. à inclus	sup.	inf.		max					sup.	inf.	max		
2,5	10	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	-250	
10	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	
18	30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	
30	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	
50	80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	
120	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-380	
180	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	
250	315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	-500	

Tableau 7.3 Bague Intérieure (Classe 4)

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé Δ_{dmp} (1)	Ecart d'un diamètre d'alésage isolé Δ_{ds} (1)			Variation de Diam. Alésage dans un plan radial isolé V_{dp} (1)	Variation du Diam. moyen d'alésage V_{dmp} (1)	Faux rond de rotation bague intérieure K_{ia}	Battement axial Bague Int./ Alésage S_d	Battement axial face ref bague int. / chemin de rlt S_{ia} (2)	Ecart d'une largeur isolée de la bague intérieure ΔB_s			Variation de largeur bague int. V_{B_s} (3)	
		Séries de Diamètres												
		9	0, 2, 3							max	max	max		
Sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max					sup.	inf.	max		
2,5	10	0	-4	0	-4	4	3	2,0	2,5	3	3	0	-40	-250
10	18	0	-4	0	-4	4	3	2,0	2,5	3	3	0	-80	-250
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	3,0	4	4	0	-120	-250
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3,0	4,0	4	4	0	-120	-250
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	4,0	5	5	0	-150	-250
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4,0	5,0	5	5	0	-200	-380
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5,0	6,0	6	7	0	-250	-380
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6,0	8,0	7	8	0	-300	-500

(1) Applicable aux roulements à alésage cylindrique.

(2) Applicable aux roulements à billes.

(3) Applicable aux bagues individuelles fabriquées pour les roulements combinés.

(4) La classe 3 est la classe de précision NSK. Les tolérances du diamètre d'alésage et du diamètre extérieur sont en classe 4. Les autres tolérances sont en classe 2.

Remarques : 1. La limite supérieure de tolérance des alésages cylindriques indiquée dans les tableaux n'est pas toujours valable de la face de la bague jusqu'à une distance de 1,2 fois le rayon du chanfrein.

2. Les classes ABEC5, ABEC7, et ABEC9 aux standards ABMA, sont respectivement équivalentes aux classes ISO (JIS) 5,4 et 2.

Les standards ABMA sont applicables aux roulements à billes à contact oblique.

Les définitions approximatives des éléments mesurés pour la précision d'exécution ainsi que les méthodes de mesure sont décrites dans le tableau 7.1. D'autres détails sont disponibles par la norme ISO 5593, par la norme JIS B 0104, vocabulaire des roulements à billes et par la norme JIS B 1515, pour les méthodes de mesure des roulements à billes.

Fig.7.1 Méthode de Mesure de la Précision

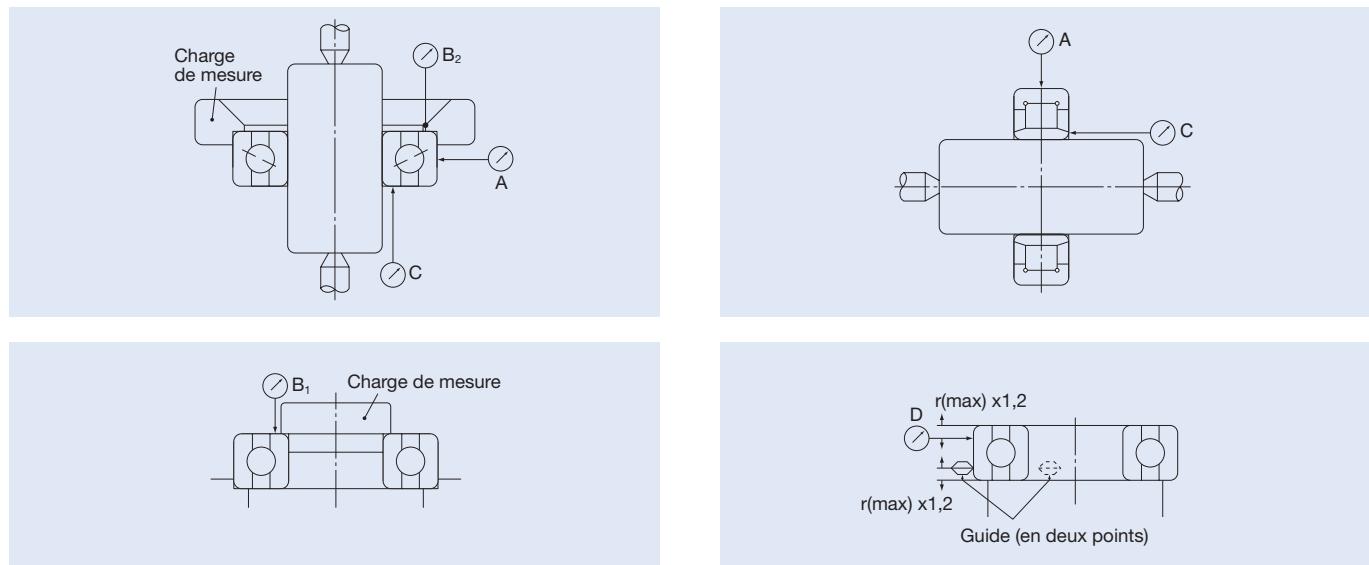


Tableau 7.4 Bague Intérieure (Classe 3) (1)

Unité : μm

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé $\Delta_{dmp}^{(1)}$		Ecart d'un diamètre d'alésage isolé $\Delta_{ds}^{(1)}$		Variation de Diam. Alésage dans un plan radial isolé $V_{dp}^{(1)}$	Variation du Diam. moyen d'alésage $V_{dmp}^{(1)}$	Faux rond de rotation bague intérieure K_{la}	Battrement axial face ref bague int. / chemin de rit $S_{la}^{(2)}$	Ecart d'une largeur isolée de la bague intérieure ΔB_s			Variation de largeur bague int. V_{B_s}	
	Sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.				max	sup.	inf.		
2,5 10	0	- 4	0	- 4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	- 40	- 250	1,5
10 18	0	- 4	0	- 4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	- 80	- 250	1,5
18 30	0	- 5	0	- 5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	- 120	- 250	1,5
30 50	0	- 6	0	- 6	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	- 120	- 250	1,5
50 80	0	- 7	0	- 7	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	0	- 150	- 250	1,5
80 120	0	- 8	0	- 8	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	- 200	- 380	2,5
120 150	0	- 10	0	- 10	7,0	3,5	2,5	2,5	2,5	0	- 250	- 380	2,5
150 180	0	- 10	0	- 10	7,0	3,5	5,0	4,0	5,0	0	- 250	- 380	4,0
180 250	0	- 12	0	- 12	8,0	4,0	5,0	5,0	5,0	0	- 300	- 500	5,0

Tableau 7.5 Bague Intérieure (Classe 2)

Unité : μm

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé $\Delta_{dmp}^{(1)}$		Ecart d'un diamètre d'alésage isolé $\Delta_{ds}^{(1)}$		Variation de Diam. Alésage dans un plan radial isolé $V_{dp}^{(1)}$	Variation du Diam. moyen d'alésage $V_{dmp}^{(1)}$	Faux rond de rotation bague intérieure K_{la}	Battrement axial face ref bague int. / chemin de rit $S_{la}^{(2)}$	Ecart d'une largeur isolée de la bague intérieure ΔB_s			Variation de largeur bague int. V_{B_s}	
	Sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.				max	sup.	inf.		
2,5 10	0	- 2,5	0	- 2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	- 40	- 250	1,5
10 18	0	- 2,5	0	- 2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	- 80	- 250	1,5
18 30	0	- 2,5	0	- 2,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	- 120	- 250	1,5
30 50	0	- 2,5	0	- 2,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	- 120	- 250	1,5
50 80	0	- 4,0	0	- 4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	0	- 150	- 250	1,5
80 120	0	- 5,0	0	- 5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	- 200	- 380	2,5
120 150	0	- 7,0	0	- 7,0	7,0	3,5	2,5	2,5	2,5	0	- 250	- 380	2,5
150 180	0	- 7,0	0	- 7,0	7,0	3,5	5,0	4,0	5,0	0	- 250	- 380	4,0
180 250	0	- 8,0	0	- 8,0	8,0	4,0	5,0	5,0	5,0	0	- 300	- 500	5,0

7. TOLERANCES DES ROULEMENTS

Tolérance des Roulements Radiaux

Baguage Extérieure

Tableau 7.6 Baguage Extérieure (Classe 5)

Unité : μm

Diamètre Extérieur D (mm)	Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé		Variation de Diam. Extérieur dans un plan radial isolé V_{Dp}	Variation du Diam. Ext. moyen V_{Dmp}	Faux rond de rotation baguage Extérieure K_{ea}	Erreurs d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face S_D	Batttement axial face ref. baguage ext. / chemin de rrt $S_{ea} (^\circ)$	Ecart d'une largeur isolée de la baguage extérieure Δ_{Cs}	Variation de largeur baguage ext. V_{Cs}							
	Séries de Diamètres															
	9	0, 2														
sup. à inclus	sup.	inf.	max	max	max	max	max	max	max							
6 18	0	- 5	5 4	3	5	8	8		5							
18 30	0	- 6	6 5	3	6	8	8		5							
30 50	0	- 7	7 5	4	7	8	8		5							
50 80	0	- 9	9 7	5	8	8	10		6							
80 120	0	- 10	10 8	5	10	9	11		8							
120 150	0	- 11	11 8	6	11	10	13		8							
150 180	0	- 13	13 10	7	13	10	14		8							
180 250	0	- 15	15 11	8	15	11	15		10							
250 315	0	- 18	18 14	9	18	13	18		11							
315 400	0	- 20	20 15	10	20	13	20		13							

Tableau 7.7 Baguage Extérieure (Classe 4)

Unité : μm

Diamètre Extérieur D (mm)	Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé		Variation de Diam. Extérieur dans un plan radial isolé V_{Dp}	Variation du Diam. Ext. moyen V_{Dmp}	Faux rond de rotation baguage Extérieure K_{ea}	Erreurs d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face S_D	Batttement axial face ref. baguage ext. / chemin de rrt $S_{ea} (^\circ)$	Ecart d'une largeur isolée de la baguage extérieure Δ_{Cs}	Variation de largeur baguage ext. V_{Cs}							
	Séries de Diamètres															
	9	0, 2														
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max	max	max	max	max							
6 18	0	- 4	0	- 4	4 3	2,0	3	4	5							
18 30	0	- 5	0	- 5	5 4	2,5	4	4	5							
30 50	0	- 6	0	- 6	6 5	3,0	5	4	5							
50 80	0	- 7	0	- 7	7 5	3,5	5	4	5							
80 120	0	- 8	0	- 8	8 6	4,0	6	5	6							
120 150	0	- 9	0	- 9	9 7	5,0	7	5	7							
150 180	0	- 10	0	- 10	10 8	5,0	8	5	8							
180 250	0	- 11	0	- 11	11 8	6,0	10	7	10							
250 315	0	- 13	0	- 13	13 10	7,0	11	8	10							
315 400	0	- 15	0	- 15	15 11	8,0	13	10	13							

(i) Applicable aux roulements à billes..

(i) La classe 3 est la classe de précision NSK. Les tolérances du diamètre d'alésage et du diamètre extérieur sont en classe 4. Les autres tolérances sont en classe 2.

Remarques : 1. La limite supérieure de tolérance des alésages cylindriques indiquée dans les tableaux n'est pas toujours valable de la face de la baguage jusqu'à une distance de 1,2 fois le rayon du chanfrein.

2. Les classes ABEC5, ABEC7, et ABEC9 aux standards ABMA, sont respectivement équivalentes aux classes ISO (JIS) 5,4 et 2.

Les standards ABMA sont applicables aux roulements à billes à contact oblique.

Tableau 7.8 Bague Extérieure (Classe 3)()

Unité : μm

Diamètre Extérieur D (mm)	Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé Δ_{Dmp}		Ecart d'un diamètre bague extérieure isolé Δ_{Ds}		Variation de Diam. Extérieur dans un plan radial isolé V_{Dp}	Variation du Diam. Ext. moyen V_{Dmp}	Faux rond de rotation bague Extérieure K_{ea}	Erre d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face S_D (i)	Battement axial face ref bague ext. / chemin de rlt $S_{ea}(i)$	Ecart d'une largeur isolée de la bague extérieure Δ_{Cs}	Variation de largeur bague ext. V_{Cs}
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max	max	max	max	max		max
6 18	0	- 4	0	- 4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5
18 30	0	- 5	0	- 5	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	Egal à la valeur de la bague intérieure (Δ_{Bs}) pour une même référence de roulement.	1,5
30 50	0	- 6	0	- 6	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
50 80	0	- 7	0	- 7	4,0	2,0	4,0	1,5	4,0		1,5
80 120	0	- 8	0	- 8	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
120 150	0	- 9	0	- 9	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
150 180	0	-10	0	-10	7,0	3,5	5,0	2,5	5,0		2,5
180 250	0	-11	0	-11	8,0	4,0	7,0	4,0	7,0		4,0
250 315	0	-13	0	-13	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0		5,0
315 400	0	-15	0	-15	10,0	5,0	8,0	7,0	8,0		7,0

Tableau 7.9 Bague Extérieure (Classe 2)

Unité : μm

Diamètre Extérieur D (mm)	Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé Δ_{Dmp}		Ecart d'un diamètre bague extérieure isolé Δ_{Ds}		Variation de Diam. Extérieur dans un plan radial isolé V_{Dp}	Variation du Diam. Ext. moyen V_{Dmp}	Faux rond de rotation bague Extérieure K_{ea}	Erre d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face S_D (i)	Battement axial face ref bague ext. / chemin de rlt $S_{ea}(i)$	Ecart d'une largeur isolée de la bague extérieure Δ_{Cs}	Variation de largeur bague ext. V_{Cs}
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max	max	max	max	max		max
6 18	0	- 2,5	0	- 2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5
18 30	0	- 4,0	0	- 4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	Egal à la valeur de la bague intérieure (Δ_{Bs}) pour une même référence de roulement.	1,5
30 50	0	- 4,0	0	- 4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
50 80	0	- 4,0	0	- 4,0	4,0	2,0	4,0	1,5	4,0		1,5
80 120	0	- 5,0	0	- 5,0	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
120 150	0	- 5,0	0	- 5,0	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
150 180	0	- 7,0	0	- 7,0	7,0	3,5	5,0	2,5	5,0		2,5
180 250	0	- 8,0	0	- 8,0	8,0	4,0	7,0	4,0	7,0		4,0
250 315	0	- 8,0	0	- 8,0	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0		5,0
315 400	0	-10,0	0	-10,0	10,0	5,0	8,0	7,0	8,0		7,0

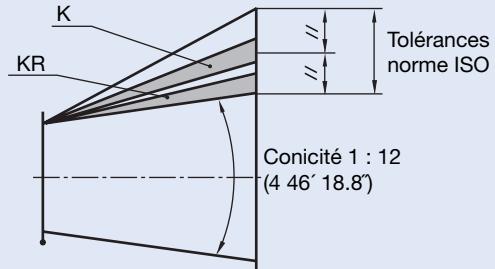
7. TOLERANCES DES ROULEMENTS

Tolérances des Alésages coniques des Roulements à Rouleaux Cylindriques

Tolérances des alésages coniques

La précision de l'alésage conique des roulements à rouleaux cylindriques est spécifiée selon la norme ISO. Cependant, dans cette norme, les tolérances sont plutôt larges. Pour les roulements à rouleaux cylindriques de classe-précision, NSK a établi ses propres tolérances, plus étroites. Comme à l'accoutumée, cependant, deux angles de cône sont disponibles dans la plage de tolérance ISO (voir la Fig.7.2).

Fig.7.2 Tolérances

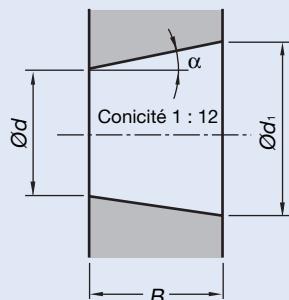


K : Tolérance originale NSK pour un alésage conique avec une plage très étroite, située au milieu de la tolérance ISO. Les tolérances dimensionnelles d'alésage sont identiques à celles de ISO.

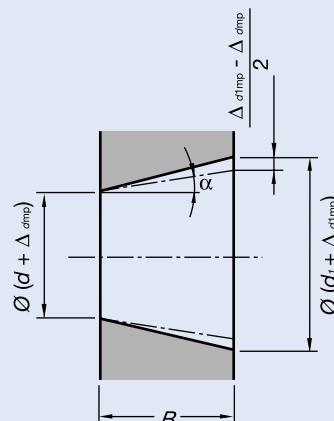
KR : Tolérance nouvellement créée pour les alésages coniques avec une plage très étroite qui est placée vers la limite inférieure de la tolérance ISO. Cette tolérance NSK est beaucoup plus étroite que ISO, permettant ainsi un montage plus facile.

Fig.7.3 Tolérances des Alésages Coniques

Alésage conique nominal



Variation de l'alésage conique



d : Diamètre nominal de l'alésage

d_1 : Diamètre nominal à la plus grande ouverture d'un alésage conique

$$d_1 = d + \frac{1}{12} B$$

Δ_{dmp} : Ecart du diamètre moyen à la plus petite ouverture théorique d'un alésage conique

Δ_{d1mp} : Ecart du diamètre moyen à la plus grande ouverture théorique d'un alésage conique

B : Largeur nominale de la bague intérieure

α : Demi-angle nominal au sommet du cône

$$\alpha = 2^\circ 23' 9.4''$$

$$= 2,38594^\circ$$

$$= 0,041643 \text{ rad}$$

Tableau 7.10 Alésages Coniques KR

d (mm)		Δ_{dmp}		(Référence) ⁽²⁾ $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		Unité : μm
De	à	sup.	inf.	sup.	inf.	V_{dp} ⁽¹⁾
18	30	+13	0	+3	0	4
30	50	+16	0	+3	0	5
50	80	+19	0	+4	0	6
80	120	+22	0	+5	0	7
120	180	+25	0	+7	0	9
180	250	+29	0	+9	0	12

(¹) Variation de diamètre de l'alésage dans un plan isolé, applicable à tous les plans radiaux des alésages coniques.

(²) Tolérance angulaire du cône, $4^\circ 46' 18.8''$ $^{+25''}$

Tableau 7.11 Alésages Coniques K

d (mm)		Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		Unité : μm
De	à	sup.	inf.	sup.	inf.	V_{dp} ⁽¹⁾
18	30	+21	0	+21	0	4
30	50	+25	0	+25	0	5
50	80	+30	0	+30	0	6
80	120	+35	0	+35	0	7
120	180	+40	0	+40	0	9
180	250	+46	0	+46	0	12
250	315	+52	0	+52	0	14
315	400	+57	0	+57	0	16
400	500	+63	0	+63	0	18

(¹) Variation de diamètre de l'alésage dans un plan isolé, applicable à tous les plans radiaux des alésages coniques.

7. TOLERANCES DES ROULEMENTS

Tolérances des Butées à Billes à Contact Oblique

Tolérances des Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse (Classe 4A⁽¹⁾ des séries BAR et BTR)

Tableau 7.12 Bague Intérieure

Unité : μm

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé Δ_{dmp}	Ecart d'un diamètre d'alésage isolé Δ_{ds}	Variation de Diam. Alésage dans un plan radial isolé V_{dp}		Variation du Diam. moyen d'alésage V_{dmp}	Faux rond de rotation bague intérieure K_{ia}	Battlement axial Bague Int./ Alésage S_d	Battlement axial face ref bague int. / chemin de rit S_{ia}	Variation de largeur bague int. V_{bs}	Ecart d'une largeur isolée de la bague intérieure $\Delta_{bs} (\Delta_{cs})$						
			Séries de Diamètres													
			9	0												
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max	max	max	max	max	sup. inf.						
- 50	0 - 6	0 - 6	6	5	3,0	4	4	4	3	0 - 300						
50 80	0 - 7	0 - 7	7	5	3,5	4	5	5	4	0 - 500						
80 120	0 - 8	0 - 8	8	6	4,0	5	5	5	4	0 - 500						
120 150	0 - 10	0 - 10	10	8	5,0	6	6	7	5	0 - 750						
150 180	0 - 10	0 - 10	10	8	5,0	6	6	7	5	0 - 750						
180 250	0 - 12	0 - 12	12	9	6,0	8	7	8	6	0 - 1000						

Tableau 7.13 Bague Extérieure

Unité : μm

Diamètre Extérieur d (mm)	Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé Δ_{dmp}	Ecart d'un diamètre bague extérieure isolé Δ_{ds}	Variation de Diam. Extérieur dans un plan radial isolé V_{dp}		Variation du Diam. Ext. moyen V_{dmp}	Faux rond de rotation bague Extérieure K_{ea}	Erreur d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face S_D	Battlement axial face ref bague ext. / chemin de rit S_{ea}	Variation de largeur bague ext. V_{cs}						
			Séries de Diamètres												
			9	0											
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	max	max	max	max	max	max					
- 80	-30 -37	-30 -37	7	5	3,5	5	4	5	3						
80 120	-40 -48	-40 -48	8	6	4,0	6	5	6	4						
120 150	-50 -59	-50 -59	9	7	5,0	7	5	7	5						
150 180	-50 -60	-50 -60	10	8	5,0	8	5	8	5						
180 250	-50 -61	-50 -61	11	8	6,0	10	7	10	7						
250 315	-60 -73	-60 -73	13	10	7,0	11	8	10	7						

Tolérances des Butées à Billes à Contact Oblique à Double Effet (Classe 7⁽²⁾ des séries TAC)

Tableau 7.14 Tolérances de la bague intérieure, bague extérieure et hauteur de la butée

Unité : μm

Diamètre Alésage d (mm)	Ecart d'un diamètre d'alésage isolé Δ_{ds}	Ecart d'une hauteur de butée à billes Δ_{ts}	Faux rond de rotation dans un ensemble bague int. (bague ext.) $K_{ia} (K_{ea})$	Battlement axial Bague Int./ Alésage S_d	Battlement axial face ref bague int. (bague ext.) par rapport au chemin de rit $S_{ia} (S_{ea})$					
						sup.	à inclus	sup.	inf.	max
- 30	0 - 5	0 - 300	5	4	3					
30 50	0 - 5	0 - 400	5	4	3					
50 80	0 - 8	0 - 500	6	5	5					
80 120	0 - 8	0 - 600	6	5	5					
120 180	0 - 10	0 - 700	8	8	5					
180 250	0 - 13	0 - 800	8	8	6					
250 315	0 - 15	0 - 900	10	10	6					
315 400	0 - 18	0 - 1200	10	12	7					

Tableau 7.15 Tolérance bague extérieure

Unité : μm

Diamètre Extérieur D (mm)	Ecart d'un diamètre bague extérieure isolé Δ_{ds}
sup. à inclus	sup. inf.
30 50	-25 - 41
50 80	-30 - 49
80 120	-36 - 58
120 180	-43 - 68
180 250	-50 - 79
250 315	-56 - 88
315 400	-62 - 98
400 500	-68 - 108
500 630	-76 - 120

(¹) Spécification NSK. Équivalent à la classe 4 ISO excepté pour les tolérances du diamètre extérieur de la bague extérieure.

(²) Spécification NSK.

Tolérances des Roulements à Billes à Contact Oblique Support de Vis à Billes

Applications Machine-Outil

Tableau 7.16 Séries TAC B

Unité : μm

Diamètre Alésage ou Extérieur (mm)	Ecart diamètre Alésage				Ecart diamètre Extérieur				Ecart Largeur Bague Intérieure	Battement axial bague int. ou ext. avec chemin de rit.
	Classes de Tolérance				Classes de Tolérance				Classes de Tolérance	Classes de Tolérance
	PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A PN7B	PN7A PN7B
sup. à inclus	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.
10 18	0	-4	0	-4	-	-	-	-	0	-120
18 30	0	-5	0	-4	-	-	-	-	0	-120
30 50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	0	-120
50 80	0	-7	0	-5	0	-7	0	-5	0	-150
80 120	0	-8	0	-6	0	-8	0	-6	0	-200

Remarque : L'écart de largeur de la bague extérieure est identique à celle de la bague intérieure pour un même roulement.

La classe PN7A est la classe de tolérance standard pour ces roulements. Ceci correspond à la classe 4 ISO pour les roulements à billes radiaux, mais pour le faux-rond des bagues intérieure et extérieure, des valeurs plus rigoureuses sont appliquées.

La classe PN7B, plus étroite, s'applique aux tolérances dimensionnelles des alésages et des diamètres extérieurs des roulements simple rangée à montage universel (SU).

Machines Electriques de Moulage par Injection

Tableau 7.17 séries TAC 02 et 03

Unité : μm

Diamètre Alésage ou Extérieur (mm)	Ecart diamètre Alésage				Ecart diamètre Extérieur				Ecart Largeur Bague Intérieure	Battement axial bague int. ou ext. avec chemin de rit.
	Classes de Tolérance				PN5D					
	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.
10 18	0	-5	-	-	0	-80	-	-	5	
18 30	0	-6	-	-	0	-120	-	-	5	
30 50	0	-8	0	-7	0	-120	-	-	8	
50 80	0	-9	0	-9	0	-150	-	-	8	
80 120	0	-10	0	-10	0	-200	-	-	8	
120 150	-	-	0	-11	-	-	-	-	-	
150 180	-	-	0	-13	-	-	-	-	-	
180 250	-	-	0	-15	-	-	-	-	-	
250 315	-	-	0	-18	-	-	-	-	-	

Remarque : L'écart de largeur de la bague extérieure est identique à celle de la bague intérieure pour un même roulement.

La classe PN5D est la classe de tolérance standard pour ces roulements. Ceci correspond à la classe 5 ISO pour les roulements à billes radiaux, mais pour le faux-rond des bagues intérieure et extérieure, des valeurs plus rigoureuses sont appliquées.

8. REALISATION DES ARBRES ET DES LOGEMENTS

Ajustement de l'Arbre et du Logement

Il est de la plus grande importance que les arbres et les logements soient assemblés avec précision afin de profiter pleinement des performances des roulements de précision; performances qui incluent la précision de rotation, le fonctionnement à haute vitesse, et la faible génération de température. Quand la bague intérieure ou la bague extérieure est montée sur un axe ou dans un logement avec une certaine inexactitude, la forme de l'axe ou du logement (excentricité) est transférée aux surfaces des

pistes du roulement et affecte la précision de rotation. Quand différentes combinaisons de roulements à billes à contact oblique sont employées, la cylindricité affecte la distribution de la précharge sur chaque roulement. Par conséquent, les composants associés doivent être aussi précis que possible.

Un assemblage de composants non conforme peut causer des déformations de la broche d'un tour de précision, ce qui peut affecter la qualité de l'usinage.

Tableau 8.1 Ajustement des Arbres (¹)

Type de Roulement	Diamètre ext. de l'arbre (mm)		Tolérance de l'arbre (²)		Diamètre extérieur(mm)		Serrage recommandé (³) (⁴) (mm)	
	de	à	min	max	min	max	min	max
Roulement de broche de machine-outil (⁵)	10	18	-0,003	0,000	0	0,0020T		
	18	50	-0,004	0,000	0	0,0025T		
	50	80	-0,005	0,000	0	0,0030T		
	80	120	-0,003	0,003	0	0,0040T		
	120	180	-0,004	0,004	0	0,0040T		
	180	250	-0,005	0,005	0	0,0050T		
Roulement à billes à contact oblique support de vis à billes	10	18	-0,008	0,000	—	—	—	—
	18	30	-0,009	0,000	—	—	—	—
	30	50	-0,011	0,000	—	—	—	—
	50	80	-0,013	0,000	—	—	—	—
	80	120	-0,015	0,000	—	—	—	—

Tableau 8.2 Ajustement des Logements(⁶)

Type de Roulement	Diamètre int. du logement (mm)		Tolérance du Logement (⁷)		Diamètre Alésage (mm)		Jeu recommandé (⁸) (⁹) (mm)	
	de	à	min	max	min	max	min	max
Roulement à contact oblique (Position fixe)	18	50	-0,0020	0,0020	0,002L	0,006L		
	50	80	-0,0025	0,0025	0,002L	0,006L		
	80	120	-0,0030	0,0030	0,003L	0,008L		
	120	180	-0,0040	0,0040	0,003L	0,008L		
	180	250	-0,0050	0,0050	0,005L	0,010L		
Roulement à contact oblique (Position libre)	18	50	0,0000	0,0040	0,006L	0,011L		
	50	80	0,0000	0,0050	0,006L	0,011L		
	80	120	0,0000	0,0060	0,009L	0,015L		
	120	180	0,0000	0,0080	0,009L	0,015L		
	180	250	0,0000	0,0100	0,015L	0,022L		
Roulement à rouleaux cylindriques	18	50	-0,0060	0,0000	0,002L	0,002T		
	50	80	-0,0070	0,0000	0,002L	0,002T		
	80	120	-0,0080	0,0000	0,002L	0,002T		
	120	180	-0,0090	0,0000	0,002L	0,002T		
	180	250	-0,0110	0,0000	0,002L	0,002T		
Butée à billes à contact oblique support de vis à billes	10	18	—	—	—	—	—	—
	18	30	—	—	—	—	—	—
	30	50	0,0000	0,016	—	—	—	—
	50	80	0,0000	0,019	—	—	—	—
	80	120	0,0000	0,022	—	—	—	—

(¹) Recommandation générale pour les broches de machines-outils sous conditions normales et pour des vitesses inférieures à 800 000 d_{mn} . Pour toute vitesse supérieure, fortes charges ou bague extérieure tournante, contacter NSK.

(²) Utiliser le serrage recommandé quand il est possible d'appairer le roulement à l'arbre ou le diamètre extérieur au logement. Sinon, utiliser les tolérances de diamètre extérieur de l'arbre ou de diamètre d'alésage du logement.

(³) S'applique aux roulements à contact oblique : 70XX, 79XX, 72XX, BNR et BER.

Butées à billes à contact oblique : BAR, BTR et TAC.

Roulements à rouleaux cylindriques : N10XX, NN30XX, NN39XX, NN49XX et NNU49XX.

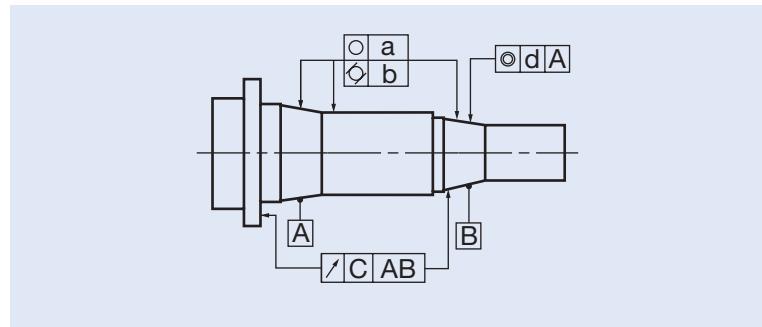
(⁴) T= serrage

L= jeu

Si la conicité de la bague intérieure d'un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques ne s'ajuste pas avec l'alésage conique de l'arbre, le jeu résiduel sera différent pour les deux rangées de rouleaux. Par conséquent, la charge ne sera pas soutenue normalement, et altérera la rigidité ou causera un mouvement irrégulier des rouleaux

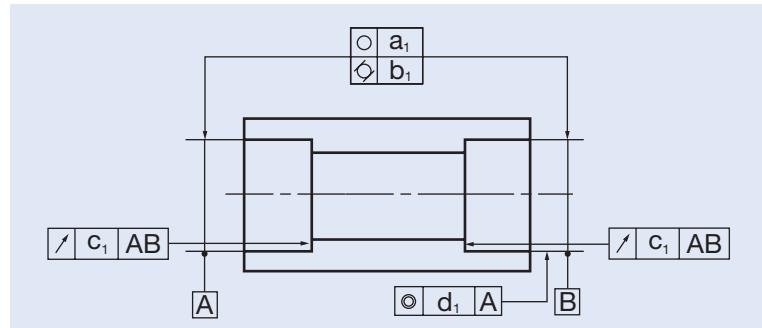
dus à la conicité de la gorge intérieure de la bague. Nous recommandons la mesure des pièces coniques associées aux roulements. La surface de contact devrait couvrir plus de 80% de la surface totale (à vérifier avec du Bleu de Prusse). La tolérance et l'état de surface sont indiqués dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 8.3 Tolérance et Etat de surface Moyenne des Arbres



Diamètre Arbre (mm)		Tolérance et Etat de Surface Moyenne (μm)									
		Excentricité (○)		Cylindricité (○)		Faux Rond (↗)		Concentricité (○)		Etat de Surface	
		a	b	a	b	c	d	R_a	R_a		
De	à	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
—	10	0,7	0,5	0,7	0,5	2,0	1,2	4	2,5	0,2	0,1
10	18	1,0	0,6	1,0	0,6	2,5	1,5	5	3,0	0,2	0,1
18	30	1,2	0,7	1,2	0,7	3,0	2,0	6	4,0	0,2	0,1
30	50	1,2	0,7	1,2	0,7	3,5	2,0	7	4,0	0,2	0,1
50	80	1,5	1,0	1,5	1,0	4,0	2,5	8	5,0	0,2	0,1
80	120	2,0	1,2	2,0	1,2	5,0	3,0	10	6,0	0,4	0,2
120	180	2,5	1,7	2,5	1,7	6,0	4,0	12	8,0	0,4	0,2
180	250	3,5	2,2	3,5	2,2	7,0	5,0	14	10,0	0,4	0,2
250	315	4,0	3,0	4,0	3,0	8,0	6,0	16	12,0	0,4	0,2

Tableau 8.4 Tolérance et Etat de surface Moyenne des Logements



Diamètre Alésage du Logement (mm)		Tolérance et Etat de Surface Moyenne (μm)									
		Excentricité (○)		Cylindricité (○)		Faux Rond (↗)		Concentricité (○)		Etat de Surface	
		a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	R_a	R_a		
De	à	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	18	1,0	0,6	1,0	0,6	2,5	1,5	5	3	0,4	0,2
18	30	1,2	0,7	1,2	0,7	3,0	2,0	6	4	0,4	0,2
30	50	1,2	0,7	1,2	0,7	3,5	2,0	7	4	0,4	0,2
50	80	1,5	1,0	1,5	1,0	4,0	2,5	8	5	0,4	0,2
80	120	2,0	1,2	2,0	1,2	5,0	3,0	10	6	0,8	0,4
120	180	2,5	1,7	2,5	1,7	6,0	4,0	12	8	0,8	0,4
180	250	3,5	2,2	3,5	2,2	7,0	5,0	14	10	0,8	0,4
250	315	4,0	3,0	4,0	3,0	8,0	6,0	16	12	1,6	0,8
315	400	4,5	3,5	4,5	3,5	9,0	6,5	18	13	1,6	0,8

8. REALISATION DES ARBRES ET DES LOGEMENTS

Dimensions de l'Epaulement et de son Rayon de Raccordement

Tableau 8.5 Dimensions de l'Epaulement et de son Rayon de Raccordement pour un Roulement à Billes à Contact Oblique

Unité : mm

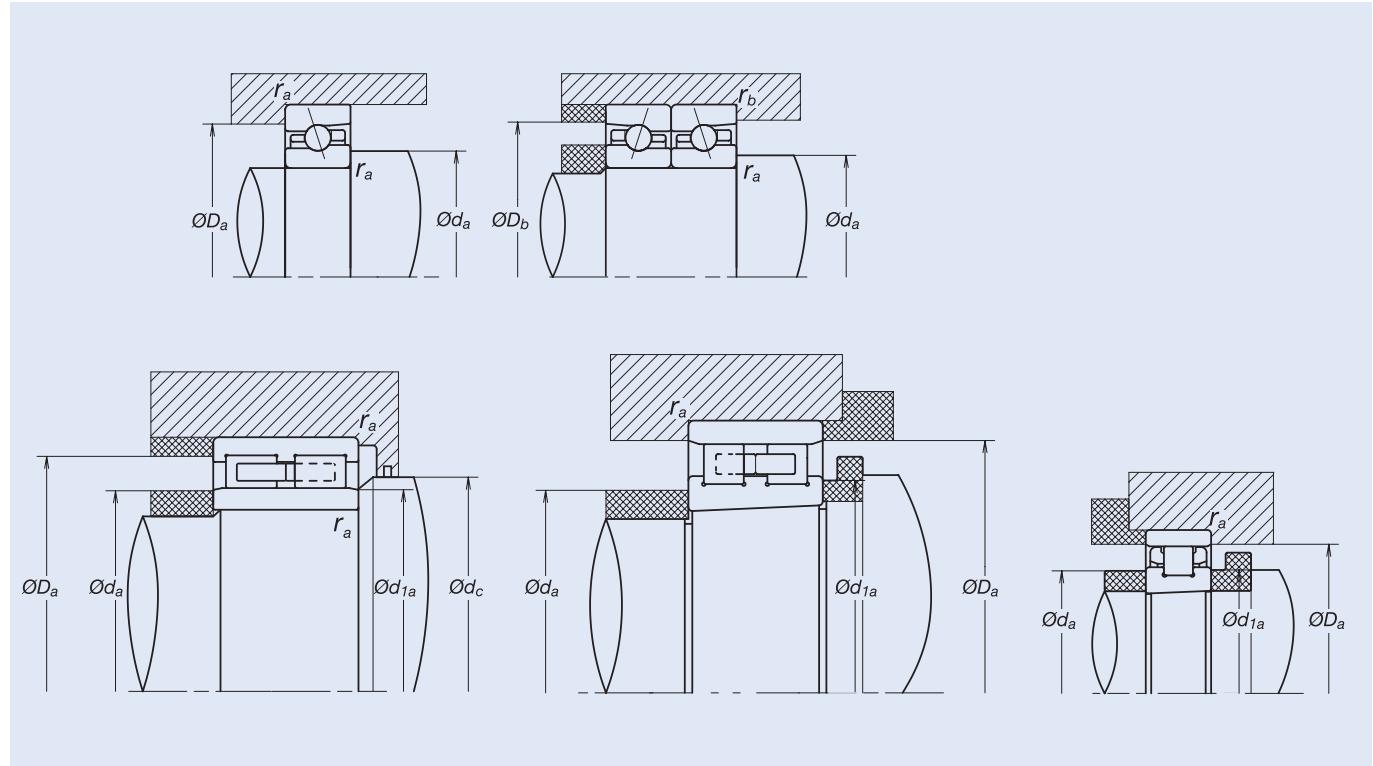
Diamètre Alésage Nominal	Série Dimensionnelle 19 79XX, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29X					Série Dimensionnelle 10 70XX, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					Série Dimensionnelle 02 72XX, BGR02				
	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5	13,5	—	0,3	—
6	—	—	—	—	—	8,5	14,5	—	0,3	—	8,5	16,5	—	0,3	—
7	—	—	—	—	—	9,5	16,5	—	0,3	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	10,5	19,5	—	0,3	—	10,5	21,5	—	0,3	—
10	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	15,0	25,0	27,5	0,6	0,3
12	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	17,0	27,0	29,5	0,6	0,3
15	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	20,0	30,0	32,5	0,6	0,3
17	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	22,0	35,0	37,5	0,6	0,3
20	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	25,0	37,0	39,5	0,6	0,30	26,0	41,0	42,0	1,0	0,5
25	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	30,0	42,0	44,5	0,6	0,30	31,0	46,0	47,0	1,0	0,5
30	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	36,0	49,0	50,0	1,0	0,50	36,0	56,0	57,0	1,0	0,5
35	40,0	50,0	52,5	0,6	0,30	41,0	56,0	57,0	1,0	0,50	42,0	65,0	67,0	1,0	0,6
40	45,0	57,0	59,5	0,6	0,30	46,0	62,0	63,0	1,0	0,50	47,0	73,0	75,0	1,0	0,6
45	50,0	63,0	65,5	0,6	0,30	51,0	69,0	70,0	1,0	0,50	52,0	78,0	80,0	1,0	0,6
50	55,0	67,0	69,5	0,6	0,30	56,0	74,0	75,0	1,0	0,50	57,0	83,0	85,0	1,0	0,6
55	61,0	74,0	75,0	1,0	0,50	62,0	83,0	85,0	1,0	0,60	64,0	91,0	94,0	1,5	0,8
60	66,0	79,0	80,0	1,0	0,50	67,0	88,0	90,0	1,0	0,60	69,0	101,0	104,0	1,5	0,8
65	71,0	84,0	85,0	1,0	0,50	72,0	93,0	95,0	1,0	0,60	74,0	111,0	114,0	1,5	0,8
70	76,0	94,0	95,0	1,0	0,50	77,0	103,0	105,0	1,0	0,60	79,0	116,0	119,0	1,5	0,8
75	81,0	99,0	100,0	1,0	0,50	82,0	108,0	110,0	1,0	0,60	84,0	121,0	124,0	1,5	0,8
80	86,0	104,0	105,0	1,0	0,50	87,0	118,0	120,0	1,0	0,60	90,0	130,0	134,0	2,0	1,0
85	92,0	113,0	115,0	1,0	0,60	92,0	123,0	125,0	1,0	0,60	95,0	140,0	144,0	2,0	1,0
90	97,0	118,0	120,0	1,0	0,60	99,0	131,0	134,0	1,5	0,80	100,0	150,0	154,0	2,0	1,0
95	102,0	123,0	125,0	1,0	0,60	104,0	136,0	139,0	1,5	0,80	107,0	158,0	163,0	2,0	1,0
100	107,0	133,0	135,0	1,0	0,60	109,0	141,0	144,0	1,5	0,80	112,0	168,0	173,0	2,0	1,0
105	112,0	138,0	140,0	1,0	0,60	115,0	150,0	154,0	2,0	1,00	117,0	178,0	183,0	2,0	1,0
110	117,0	143,0	145,0	1,0	0,60	120,0	160,0	164,0	2,0	1,00	122,0	188,0	193,0	2,0	1,0
120	127,0	158,0	160,0	1,0	0,60	130,0	170,0	174,0	2,0	1,00	132,0	203,0	208,0	2,0	1,0
130	139,0	171,0	174,0	1,5	0,80	140,0	190,0	194,0	2,0	1,00	144,0	216,0	223,0	2,5	1,0
140	149,0	181,0	184,0	1,5	0,80	150,0	200,0	204,0	2,0	1,00	154,0	236,0	243,0	2,5	1,0
150	160,0	200,0	204,0	2,0	1,00	162,0	213,0	218,0	2,0	1,00	164,0	256,0	263,0	2,5	1,0
160	170,0	210,0	214,0	2,0	1,00	172,0	228,0	233,0	2,0	1,00	174,0	276,0	283,0	2,5	1,0
170	180,0	220,0	224,0	2,0	1,00	182,0	248,0	253,0	2,0	1,00	188,0	292,0	301,0	3,0	1,5
180	190,0	240,0	244,0	2,0	1,00	192,0	268,0	273,0	2,0	1,00	198,0	302,0	311,0	3,0	1,5
190	200,0	250,0	254,0	2,0	1,00	202,0	278,0	283,0	2,0	1,00	208,0	322,0	331,0	3,0	1,5
200	212,0	268,0	273,0	2,0	1,00	212,0	298,0	303,0	2,0	1,00	218,0	342,0	351,0	3,0	1,5
220	242,0	282,0	287,0	2,0	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	263,0	301,0	306,0	2,0	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	283,0	341,0	345,0	2,0	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	304,0	360,0	365,0	2,0	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tableau 8.6 Dimensions de l'Epaulement et de son Rayon de Raccordement pour un Roulement à Rouleaux Cylindriques

Unité : mm

Diamètre Alésage Nominal	Série Dimensionnelle 19 NN39, NN49, NNU49					Série Dimensionnelle 10 (Double rangée) NN30XX					Série Dimensionnelle 10 (Simple rangée) N10XX				
	d_a (min)	d_{1a} (min)	d_c (min)	D_a (max)	r_a (max)	d_a (max)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)	d_a (min)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)		
25	—	—	—	—	—	29,0	29	43,0	42	0,6	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	35,0	36	50,0	50	1,0	35,0	36	51,0	49	
35	—	—	—	—	—	40,0	41	57,0	56	1,0	40,0	41	57,0	56	
40	—	—	—	—	—	45,0	46	63,0	62	1,0	45,0	46	63,0	62	
45	—	—	—	—	—	50,0	51	70,0	69	1,0	50,0	51	70,0	69	
50	—	—	—	—	—	55,0	56	75,0	74	1,0	55,0	56	75,0	74	
55	—	—	—	—	—	61,5	62	83,5	83	1,0	61,5	61	83,5	83	
60	—	—	—	—	—	66,5	67	88,5	88	1,0	66,5	66	88,5	88	
65	—	—	—	—	—	71,5	72	93,5	93	1,0	71,5	71	93,5	93	
70	—	—	—	—	—	76,5	77	103,5	102	1,0	76,5	76	103,5	102	
75	—	—	—	—	—	81,5	82	108,5	107	1,0	81,5	81	108,5	107	
80	—	—	—	—	—	86,5	87	118,5	115	1,0	86,5	86	118,5	115	
85	—	—	—	—	—	91,5	92	123,5	120	1,0	91,5	91	123,5	120	
90	—	—	—	—	—	98,0	99	132,0	129	1,5	098,0	97	132,0	129	
95	—	—	—	—	—	103,0	104	137,0	134	1,5	103,0	102	137,0	134	
100	106,5	108	115	133,5	131,0	1,0	108,0	109	142,0	139	1,5	108,0	107	142,0	139
105	111,5	113	120	138,5	136,0	1,0	114,0	115	151,0	148	2,0	114,0	114	151,0	148
110	116,5	118	125	143,5	141,0	1,0	119,0	121	161,0	157	2,0	119,0	119	161,0	157
120	126,5	128	137	158,5	154,5	1,0	129,0	131	171,0	167	2,0	129,0	129	171,0	167
130	138,0	140	148	172,0	169,0	1,5	139,0	141	191,0	185	2,0	139,0	140	191,0	185
140	148,0	150	158	182,0	180,0	1,5	149,0	151	201,0	195	2,0	149,0	150	203,5	194
150	159,0	162	171	201,0	197,0	2,0	161,0	162	214,0	209	2,0	—	—	—	—
160	169,0	172	182	211,0	207,0	2,0	171,0	172	229,0	222	2,0	—	—	—	—
170	179,0	182	192	221,0	217,0	2,0	181,0	183	249,0	239	2,0	—	—	—	—
180	189,0	193	205	241,0	234,0	2,0	191,0	193	269,0	258	2,0	—	—	—	—
190	199,0	203	217	251,0	245,5	2,0	201,0	203	279,0	268	2,0	—	—	—	—
200	211,0	214	228	269,0	261,0	2,0	211,0	214	299,0	285	2,0	—	—	—	—
220	231,0	234	—	289,0	281,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	251,0	254	—	309,0	302,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	271,0	275	—	349,0	338,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	291,0	295	—	369,0	358,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

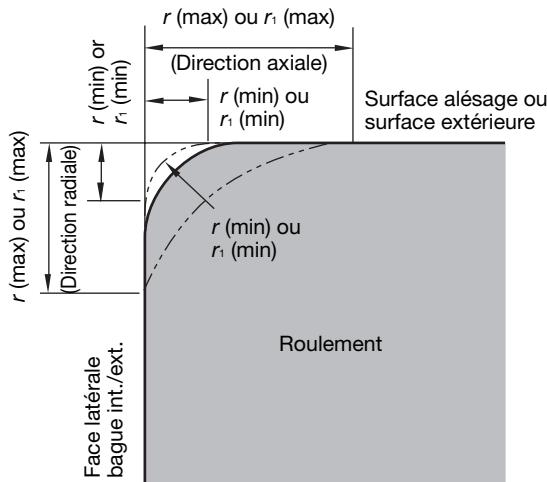
Fig. 8.1 Epaulement et Rayon de Raccordement



8. REALISATION DES ARBRES ET DES LOGEMENTS

Dimensions Limites des Arrondis et Rayon des Congés d'Arbre et de Logement

Fig. 8.2 Dimension de l'Arrondi



Remarque : La forme exacte de la surface de l'arrondi n'est pas fixée, mais sa projection dans un plan axial ne doit pas couper un arc de rayon r (min) ou r_1 (min), qui est tangent à la face latérale de la bague intérieure et à la surface de l'alésage, ou à la face latérale de la bague extérieure et la surface extérieure.

r : dimension arrondi de la bague int./ext.

r_1 : dimension arrondi de la bague int./ext.
(Face latérale)

Tableau 8.7 Dimensions Limites des Arrondis

Unité : mm

Dimension de l'arrondi pour les bagues Int/Ext r (min) ou r_1 (min)	Diamètre Alésage d		Dimension de l'arrondi pour les bagues Int/Ext r (min) ou r_1 (min)		Référence Rayon des congés d'arbre et de logement r_a
	de	à (inclus)	Direction Radiale	Direction Axiale (°)	
0,05	—	—	0,10	0,2	0,05
0,08	—	—	0,16	0,3	0,08
0,10	—	—	0,20	0,4	0,10
0,15	—	—	0,30	0,6	0,15
0,20	—	—	0,50	0,8	0,20
0,30	—	40	0,60	1,0	0,30
0,30	40	—	0,80	1,0	0,30
0,60	—	40	1,00	2,0	0,60
0,60	40	—	1,30	2,0	0,60
1,00	—	50	1,50	3,0	1,00
1,00	50	—	1,90	3,0	1,00
1,10	—	120	2,00	3,5	1,00
1,10	120	—	2,50	4,0	1,00
1,50	—	120	2,30	4,0	1,50
1,50	120	—	3,00	5,0	1,50

Dimension de l'arrondi pour les bagues Int/Ext r (min) ou r_1 (min)	Diamètre Alésage d		Dimension de l'arrondi pour les bagues Int/Ext r (min) ou r_1 (min)		Référence Rayon des congés d'arbre et de logement r_a
	de	à (inclus)	Direction Radiale	Direction Axiale (°)	
2,0	—	80	3,0	4,5	2,0
2,0	80	220	3,5	5,0	2,0
2,0	220	—	3,8	6,0	2,0
2,1	—	280	4,0	6,5	2,0
2,1	280	—	4,5	7,0	2,0
2,5	—	100	3,8	6,0	2,0
2,5	100	280	4,5	6,0	2,0
2,5	280	—	5,0	7,0	2,0
3,0	—	280	5,0	8,0	2,5
3,0	280	—	5,5	8,0	2,5
4,0	—	—	6,5	9,0	3,0
5,0	—	—	8,0	10,0	4,0
6,0	—	—	10,0	13,0	5,0
7,5	—	—	12,5	17,0	6,0
9,5	—	—	15,0	19,0	8,0
12,0	—	—	18,0	24,0	10,0
15,0	—	—	21,0	30,0	12,0
19,0	—	—	25,0	38,0	15,0

Note() Pour les roulements dont la largeur nominale est inférieure à 2 mm, la valeur de $r(\max)$ dans la direction axiale est la même que celle de la direction radiale.

Dimensions des Entretoises

Les dimensions des entretoises standard pour les roulements à billes à contact oblique (séries 19, 10, et 02) sont listées dans les tableaux suivants :

Informations additionnelles :

Matériau des entretoises : Acier (SUJ2) ou acier S##C

Lors de l'utilisation d'entretoises, le parallélisme des surfaces extrêmes doit être inférieur à 0,003 millimètre.

Séries 19

Entretoises Standard pour Séries Dimensionnelles 19 (79, BNR19, BER19, BGR19)

Unité : mm

Code Alésage	Diamètre Alésage	Diamètre Extérieur	Entretoise Bague Extérieure		Entretoise Bague Intérieure		Chanfrein Entretoise
			Diamètre Extérieur ⁽¹⁾	Alésage	Diamètre Extérieur	Alésage ⁽²⁾	
00	10	22	21,5	17,5	14,5	10,5	0,2
01	12	24	23,5	19,5	16,5	12,5	0,2
02	15	28	27,5	23,5	19,5	15,5	0,2
03	17	30	29,5	25,5	21,5	17,5	0,2
04	20	37	36,5	31,5	26,0	20,5	0,2
05	25	42	41,5	36,0	31,0	25,5	0,2
06	30	47	46,5	41,0	36,0	30,5	0,2
07	35	55	54,5	48,0	42,0	35,5	0,3
08	40	62	61,5	54,5	47,5	40,5	0,3
09	45	68	67,5	60,0	53,0	45,5	0,3
10	50	72	71,5	66,0	56,0	50,5	0,3
11	55	80	79,5	72,0	64,0	55,5	0,5
12	60	85	84,5	77,0	68,0	60,5	0,5
13	65	90	89,5	82,0	73,0	65,5	0,5
14	70	100	99,5	91,5	79,0	70,5	0,5
15	75	105	104,5	96,5	84,0	75,5	0,5
16	80	110	109,5	101,5	89,5	80,5	0,5
17	85	120	119,5	110,0	95,0	85,5	0,5
18	90	125	124,2	116,0	100,0	90,5	0,5
19	95	130	129,2	120,0	106,0	95,5	0,5
20	100	140	139,2	129,0	112,0	100,5	0,5
21	105	145	144,2	133,0	117,0	105,5	0,5
22	110	150	149,2	138,0	122,0	110,5	0,5
24	120	165	164,2	152,0	133,0	120,5	0,5
26	130	180	179,2	166,0	144,0	130,8	0,8
28	140	190	189,2	176,0	154,0	140,8	0,8
30	150	210	209,2	193,0	167,0	150,8	1,0
32	160	220	219,2	213,0	175,0	160,8	1,0
34	170	230	229,2	214,0	188,0	170,8	1,0
36	180	250	249,2	231,0	200,0	180,8	1,0
38	190	260	259,2	242,0	206,0	190,8	1,0
40	200	280	279,2	255,0	225,0	200,8	1,0

(¹) Pour les entretoises de bague extérieure sous lubrification par brouillard d'huile ou jet d'huile, le diamètre extérieur de l'entretoise est le même que le diamètre extérieur du roulement. Tolérance d'ajustement g5 recommandé, ou meilleur.

(²) Sous haute vitesse dépassant une valeur de $700\ 000\ d_m\ n$, le diamètre d'alésage des entretoises pour bague intérieure est le même que le diamètre d'alésage du roulement. Tolérance d'ajustement F6 recommandé, ou meilleur.

9. ENTRETOISES

Informations additionnelles :

Matériau des entretoises : Acier (SUJ2) ou acier S##C

Lors de l'utilisation d'entretoises, le parallélisme des surfaces extrêmes devrait être moins de 0,003 millimètre.

Séries10

Entretoises Standard pour Séries Dimensionnelles 10 (70, BNR10, BER10, BGR10)

Unité : mm

Code Alésage	Diamètre Alésage	Diamètre Extérieur	Entretoise Bague Extérieure		Entretoise Bague Intérieure		Chanfrein Entretoise
			Diamètre Extérieur ⁽¹⁾	Alésage	Diamètre Extérieur	Alésage ⁽²⁾	
00	10	26	25,5	21,5	14,5	10,5	0,2
01	12	28	27,5	23,5	17,0	12,5	0,2
02	15	32	31,5	27,0	20,0	15,5	0,2
03	17	35	34,5	29,5	23,0	17,5	0,2
04	20	42	41,5	35,0	27,0	20,5	0,3
05	25	47	46,5	40,5	32,0	25,5	0,3
06	30	55	54,5	47,5	38,0	30,5	0,5
07	35	62	61,5	54,0	43,0	35,5	0,5
08	40	68	67,5	60,0	48,0	40,5	0,5
09	45	75	74,5	66,0	55,0	45,5	0,5
10	50	80	79,5	71,0	60,0	50,5	0,5
11	55	90	89,5	81,0	66,0	55,5	0,5
12	60	95	94,5	86,0	69,0	60,5	0,5
13	65	100	99,5	91,0	74,0	65,5	0,5
14	70	110	109,5	98,0	83,0	70,5	0,5
15	75	115	114,5	105,0	85,0	75,5	0,5
16	80	125	124,2	112,0	93,0	80,5	0,5
17	85	130	129,2	117,0	99,0	85,5	0,5
18	90	140	139,2	126,0	104,0	90,5	0,8
19	95	145	144,2	131,0	109,0	95,5	0,8
20	100	150	149,2	136,0	114,0	100,5	0,8
21	105	160	159,2	144,0	121,0	105,5	1,0
22	110	170	169,2	153,0	128,0	110,5	1,0
24	120	180	179,2	166,0	136,0	120,5	1,0
26	130	200	199,2	177,0	150,0	130,8	1,0
28	140	210	209,2	190,0	160,0	140,8	1,0
30	150	225	224,2	203,0	172,0	150,8	1,2
32	160	240	239,2	217,0	183,0	160,8	1,2
34	170	260	259,2	230,5	199,5	170,8	1,2
36	180	280	279,2	250,0	210,0	180,8	1,2
38	190	290	289,2	261,0	221,0	190,8	1,2
40	200	310	309,2	278,0	232,0	200,8	1,2

(¹) Pour les entretoises de bague extérieure sous lubrification par brouillard d'huile ou jet d'huile, le diamètre extérieur de l'entretoise est le même que le diamètre extérieur du roulement. Tolérance d'ajustement g5 recommandé, ou meilleur.

(²) Sous haute vitesse dépassant une valeur de 700 000 $d_m n$, le diamètre d'alésage des entretoises pour bague intérieure est le même que le diamètre d'alésage du roulement. Tolérance d'ajustement F6 recommandé, ou meilleur.

Séries 02

Entretoises Standard pour Séries Dimensionnelles 02 (72, BGR02)

Unité : mm

Code Alésage	Diamètre Alésage	Diamètre Extérieur	Entretoise Bague Extérieure		Entretoise Bague Intérieure		Chanfrein Entretoise
			Diamètre Extérieur ⁽¹⁾	Alésage	Diamètre Extérieur	Alésage ⁽²⁾	
00	10	30	29,5	25	17	10,5	0,3
01	12	32	31,5	27	18	12,5	0,3
02	15	35	34,5	29	21	15,5	0,3
03	17	40	39,5	33	24	17,5	0,3
04	20	47	46,5	39	28	20,5	0,5
05	25	52	51,5	44	33	25,5	0,5
06	30	62	61,5	53	40	30,5	0,5
07	35	72	71,5	62	46	35,5	0,5
08	40	80	79,5	68	52	40,5	0,5
09	45	85	84,5	75	56	45,5	0,5
10	50	90	89,5	80	60	50,5	0,5
11	55	100	99,5	90	65	55,5	0,8
12	60	110	109,5	95	75	60,5	0,8
13	65	120	119,5	105	80	65,5	0,8
14	70	125	124,2	110	85	70,5	0,8
15	75	130	129,2	115	90	75,5	0,8
16	80	140	139,2	125	95	80,5	1,0
17	85	150	149,2	135	105	85,5	1,0
18	90	160	159,2	140	110	90,5	1,0
19	95	170	169,2	150	115	95,5	1,0
20	100	180	179,2	160	125	100,5	1,0
21	105	190	189,2	170	132	105,5	1,0
22	110	200	199,2	175	135	110,5	1,0
24	120	215	214,2	190	145	120,5	1,0
26	130	230	229,2	203	157	130,8	1,2
28	140	250	249,2	220	170	140,8	1,2
30	150	270	269,2	233	189	150,8	1,2

(¹) Pour les entretoises de bague extérieure sous lubrification par brouillard d'huile ou jet d'huile, le diamètre extérieur de l'entretoise est le même que le diamètre extérieur du roulement. Tolérance d'ajustement g5 recommandé, ou meilleur.

(²) Sous haute vitesse dépassant une valeur de $700\ 000\ d_m n$, le diamètre d'alésage des entretoises pour bague intérieure est le même que le diamètre d'alésage du roulement. Tolérance d'ajustement F6 recommandé, ou meilleur.

9. ENTRETOISES

Position de la Buse de Lubrification

Les tableaux suivants indiquent les positions de la buse pour des systèmes de lubrification air-huile, par brouillard d'huile, et par jet d'huile.

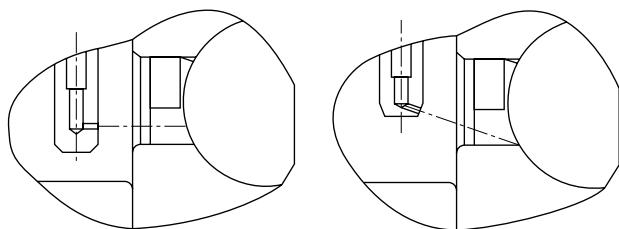
Code Alésage	Diamètre Alésage	Séries 79		Séries 70		Séries 72		N10XXMR (Séries Standard)		N10XXR (Séries ROBUST)		Unité : mm
		$\varnothing A$ (')	B	$\varnothing A$ (')	B	$\varnothing A$ (')	B	$\varnothing A$	B	$\varnothing A$	B	
00	10	14,5	0,4	16,1	0,5	18,1	0,5	—	—	—	—	
01	12	16,5	0,4	18,3	0,5	19,6	0,5	—	—	—	—	
02	15	20,0	0,5	21,3	0,5	22,6	0,7	—	—	—	—	
03	17	21,8	0,5	23,5	1,0	25,9	0,7	—	—	—	—	
04	20	26,1	0,5	28,2	1,0	30,5	1,0	—	—	—	—	
05	25	31,1	0,5	32,9	1,0	35,5	1,0	—	—	—	—	
06	30	36,1	0,5	39,5	1,0	42,4	1,0	39,7	1,2	—	—	
07	35	42,6	0,5	44,6	1,0	49,2	0,7	45,4	1,5	—	—	
08	40	47,9	0,5	50,0	1,0	55,5	0,7	50,6	1,5	—	—	
09	45	53,4	0,5	55,6	1,0	60,2	0,7	56,5	2,0	60,0	0,6	
10	50	57,9	0,5	60,6	1,0	65,2	1,0	61,5	2,0	64,5	1,3	
11	55	64,0	0,5	67,3	1,0	72,0	1,0	69,2	2,5	71,0	1,2	
12	60	69,0	0,5	72,5	1,0	79,0	0,7	74,3	2,5	76,5	1,2	
13	65	74,0	0,5	77,5	1,0	86,2	0,7	79,2	2,5	81,5	1,2	
14	70	80,9	0,7	83,7	1,0	90,9	0,7	86,6	3,0	89,0	1,5	
15	75	85,5	0,7	89,4	1,0	95,9	0,7	90,0	2,5	94,5	1,5	
16	80	90,5	0,7	96,5	1,0	102,8	0,7	98,5	3,0	101,0	2,0	
17	85	98,8	0,7	101,5	1,0	109,8	1,0	103,5	3,0	106,0	2,0	
18	90	102,8	0,7	108,6	1,0	116,7	1,0	109,0	3,0	—	—	
19	95	107,7	0,7	113,3	1,0	123,6	1,0	115,5	2,5	—	—	
20	100	116,0	0,7	118,6	1,0	130,6	1,0	119,0	2,5	—	—	
21	105	119,5	0,7	125,1	0,7	137,4	1,0	125,5	3,0	—	—	
22	110	124,5	0,7	131,9	0,7	144,4	1,0	134,0	3,0	—	—	
24	120	136,3	0,7	142,3	0,7	156,3	1,0	142,0	3,0	—	—	
26	130	149,3	0,7	156,2	1,0	168,9	1,0	156,0	4,5	—	—	
28	140	158,1	0,7	165,7	2,5	182,6	1,0	168,0	4,5	—	—	
30	150	171,8	0,7	178,1	2,5	196,5	1,0	—	—	—	—	
32	160	181,8	0,7	190,4	2,5	—	—	—	—	—	—	
34	170	191,8	0,7	203,4	2,5	—	—	—	—	—	—	
36	180	205,6	0,7	217,1	2,5	—	—	—	—	—	—	
38	190	215,4	0,7	227,1	2,5	—	—	—	—	—	—	
40	200	229,0	0,7	240,9	2,5	—	—	—	—	—	—	

(¹) Conforme à la norme DIN 628-6.

Attention

- Pour les roulements fonctionnant sous vitesse normale, une lubrification efficace peut être obtenue en positionnant la buse de lubrification sur le côté du roulement en direction de l'intérieur du roulement au niveau de la bague intérieure. Pour les hautes vitesses constantes, il est avantageux de positionner l'orifice de la buse de telle façon que le lubrifiant soit directement injecté à l'intérieur du roulement avec un angle de 15 à 20°. Contacter NSK pour plus d'informations.
- Un système approprié de drainage d'huile à partir du logement est nécessaire pour éviter un excès d'huile stagnante pouvant provoquer une anomalie due à une augmentation de température.
- Il est recommandé d'utiliser un filtre de 5 microns au maximum à l'arrivée de l'huile du système de lubrification.

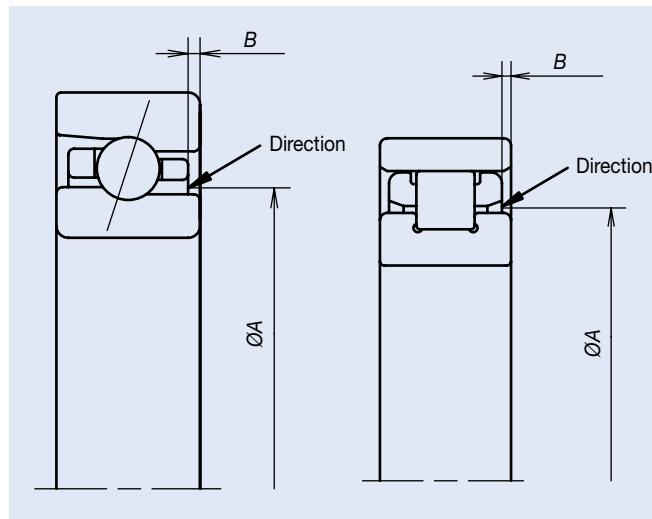
Fig. 9.1 Angle de la buse de lubrification



Unité : mm

Diamètre Alésage	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	$\varnothing A$	B										
6	—	—	—	—	—	—	9,0	0,4	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	10,5	0,4	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	12,0	0,5	—	—	—	—
10	—	—	—	—	13,5	0,4	14,5	0,5	17,0	1,0	—	—
12	—	—	—	—	15,5	0,4	16,5	0,5	18,0	0,5	—	—
15	—	—	—	—	18,5	0,5	20,0	1,0	21,0	1,0	—	—
17	—	—	—	—	20,5	0,5	22,5	1,5	24,0	0,5	—	—
20	—	—	—	—	25,0	0,8	26,5	0,8	28,3	0,5	—	—
25	31,0	0,5	—	—	30,0	0,8	31,5	0,8	33,2	1,0	—	—
30	35,5	0,5	39,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
35	42,0	0,5	44,5	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
40	48,0	0,5	50,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
45	53,0	0,5	55,5	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—
50	57,5	0,5	60,5	1,7	—	—	—	—	—	—	60,5	0,9
55	63,5	0,5	67,5	1,5	—	—	—	—	—	—	67,5	0,7
60	68,5	0,5	73,0	1,5	—	—	—	—	—	—	73,5	0,7
65	73,5	0,5	77,5	1,5	—	—	—	—	—	—	77,5	0,7
70	80,5	0,7	84,0	1,7	—	—	—	—	—	—	84,0	0,7
75	85,0	0,7	89,0	1,7	—	—	—	—	—	—	89,0	0,7
80	90,5	0,7	96,0	1,7	—	—	—	—	—	—	96,0	0,9
85	98,5	0,7	102,0	1,7	—	—	—	—	—	—	102,0	0,9
90	102,0	0,7	109,0	1,7	—	—	—	—	—	—	108,5	1,2
95	107,0	0,7	112,0	1,7	—	—	—	—	—	—	112,5	1,2
100	113,5	0,7	118,5	2,5	—	—	—	—	—	—	118,5	1,7
105	119,0	0,7	125,0	1,7	—	—	—	—	—	—	126,0	1,4
110	124,0	0,7	132,5	1,7	—	—	—	—	—	—	132,5	1,2
120	136,0	0,7	143,0	1,7	—	—	—	—	—	—	142,5	1,2
130	149,0	0,7	156,5	1,7	—	—	—	—	—	—	155,5	1,7
140	157,5	0,7	166,0	1,7	—	—	—	—	—	—	167,0	1,7
150	171,5	0,7	178,5	1,7	—	—	—	—	—	—	179,5	1,9
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190,0	2,0
170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	205,0	1,7
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218,0	2,0
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	228,0	2,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242,0	2,2

Fig. 9.2 Position et Direction de la Buse de Lubrification





Manipulation

des Roulements

Manipulation des Roulements

1. Montage	178-191
1. Nettoyage des Roulements et des Composants Associés	
2. Contrôle des Dimensions des Composants Associés	
3. Procédures de Montage	
4. Inspection après Montage	
2. Procédures de Rodage	192-193
3. Maintenance et Vérification	194-197

Montage

Procédures de Rodage

Maintenance et Vérification

1. MONTAGE

Introduction

Procédures de Montage

La méthode de montage des roulements affecte fortement leur précision, leur durée de vie et leurs performances. Il est recommandé aux Ingénieurs des Bureaux d'Etudes de se tenir informés de l'ensemble des précautions à prendre avec les roulements pour établir à ce sujet des règles couvrant les points suivants :

1. Nettoyage des roulements et des composants associés
2. Vérification des côtes et de l'état de surface des parties mécaniques associées aux roulements
3. Procédures de montage
4. Vérifications après montage

Les roulements ne doivent être déballés qu'au moment du montage. Cependant, les roulements pour applications haute vitesse doivent d'abord être nettoyés avec une huile propre filtrée afin d'enlever l'agent anti-corrosion.

Après ce nettoyage, ils doivent être protégés pour empêcher la corrosion. Les roulements pré-lubrifiés doivent être utilisés sans nettoyage préalable. Les procédures de montage des roulements dépendent de leur type et du type d'ajustement. Sachant que les roulements de précision sont largement employés sur un arbre tournant, leurs bagues intérieures exigent un ajustement serré. Les roulements avec alésage cylindrique sont habituellement montés à l'aide d'une presse (emmarchement forcé), ou en les chauffant pour dilater leur bague intérieure (serrage par contraction). La bague extérieure est en général montée dans le logement sans serrage. Dans les cas où la bague extérieure doit être montée serrée dans son logement, il peut y avoir lieu de faire ce montage à la presse.

Précautions à Prendre pour la Manipulation des Roulements

Les roulements sont des pièces mécaniques de haute précision, il convient de les traiter en conséquence. Même si des roulements de haute qualité sont utilisés, leurs performances ne seront pas exploitées s'ils ne sont pas manipulés avec précaution. Il faut donc observer les précautions essentielles suivantes :

- **Entreposer les roulements dans un environnement propre**

Même invisibles à l'oeil nu, les poussières et les saletés

peuvent endommager les roulements. Il faut donc les empêcher (ces poussières et saletés) de pénétrer dans les roulements, en maintenant ceux-ci et leur entourage aussi propres que possible.

- **Manipuler les roulements avec précaution**

Eviter tout choc violent pendant leur manipulation. Les chocs très violents peuvent provoquer des indentations permanentes sur les pistes de roulement et même des fissures et des fractures.

- **Employer des outils appropriés**

Toujours utiliser l'outillage approprié à la manutention des roulements. Ne pas utiliser de l'outillage traditionnel.

- **Prévenir la corrosion**

La manipulation des roulements à main-nue peut provoquer de la corrosion sur les surfaces des roulements à cause de la transpiration ou la présence d'autres produits polluants sur les mains. Toujours avoir les mains propres lors de la manipulation des roulements, et si possible porter des gants.

Méthode de Stockage

- Bien que les roulements soient enduits d'un agent anti-corrosion, puis enveloppés et emballés, il est impossible d'éviter complètement leur exposition à l'air. Stockez les roulements dans un endroit propre et évitez leur exposition à l'humidité et aux moisissures.
- Les roulements doivent être stockés dans un endroit propre, sec et bien aéré qui assure également la protection à la lumière directe du soleil. Stockez-les à plat dans un casier ou sur des étagères qui sont au moins à 30 centimètres du sol.
- Quand des roulements sont déballés pour contrôle d'acceptation, prendre toutes les mesures pour empêcher la formation de corrosion ou une quelconque contamination. Après inspection, suivez les directives données ci-dessus pour assurer le stockage approprié.

1. Nettoyage des Roulements

Les roulements livrés sont enduits d'un agent anti-corrosion pour les protéger pendant le transport. Après ouverture des boîtes, les roulements doivent être nettoyés afin d'enlever l'agent anti-corrosion. Quelques roulements, tels que les roulements étanches ou pré-graissés, doivent être employés sans nettoyage.

● Méthode de nettoyage

1. Utiliser du kérósène ou une huile légère pour le nettoyage des roulements.
2. Utiliser des réservoirs séparés pour le premier nettoyage et le nettoyage final. Chaque réservoir doit être équipé d'une grille pour empêcher le roulement d'être en contact direct avec le fond où peut se déposer une contamination quelconque.
3. Dans le premier réservoir de nettoyage, éviter de tourner les roulements. Après nettoyage des surfaces extérieures avec une brosse, sortir les roulements et les mettre dans le réservoir final de nettoyage.
4. Dans le réservoir final de nettoyage, tournez le roulement à la main. Assurez-vous que le liquide de nettoyage dans le réservoir est maintenu propre.
5. Enlevez l'excès de liquide de nettoyage des roulements après nettoyage. Les roulements sous lubrification classique à la graisse doivent être chargé en graisse. Pour les roulements sous lubrification par huile qui doivent être montés sur les broches de machine-outil, faire attention de ne pas faire tourner le roulement. Avant le montage, enduisez légèrement les surfaces intérieures et extérieures du roulement avec une mince couche d'huile de lubrification.

2. Vérification des côtes des composants mécaniques associés aux roulements

Vérification de l'arbre et du logement

- Les surfaces jointives du logement et de l'arbre doivent être nettoyées et examinées pour éliminer tout copeau ou bavure.
- Les côtes fonctionnelles de l'arbre et du logement doivent être vérifiées pour confirmer un ajustement correct des alésages et des diamètres extérieurs des

roulements. Les ajustements recommandés pour les diamètres des arbres et des logements sont énumérés à la page 166.

- Prenez les mesures et monter les roulements dans un endroit à température constante et contrôlée. Les pièces doivent être laissées jusqu'à ce qu'elles aient atteint une température constante et stable. En utilisant un micromètre ou un calibre à tampon, prendre des mesures en plusieurs points différents pour vérifier l'absence de différences significatives sur les valeurs. Les mesures recommandées pour la précision des arbres et des logements sont énumérées à la page 167.

Vérification des entretoises

Pour la broche principale, un parallélisme d'entretoise inférieur à 0,003mm est recommandé. Le parallélisme d'entretoise excédant cette recommandation conduira à un désalignement des roulements, entraînant de ce fait une perte de précision et un bruit de roulement.

3. Procédures de Montage

Qu'ils soient lubrifiés à la graisse ou par brouillard d'huile, les roulements une fois nettoyés sont destinés à être montés sur un arbre et dans un logement. Les procédures de montage varient en fonction de l'ajustement nécessaire sur la bague intérieure et extérieure. Par principe, dans le cas d'un roulement de machine-outil, c'est la bague intérieure qui tourne. Aussi cette bague est habituellement montée serrée, à la presse ou par contraction.

Les bagues extérieures sont montées avec un peu de jeu, ne nécessitant pas d'accessoire de montage. Le logement peut être chauffé pour rendre le montage plus facile.

Les roulements à alésage conique peuvent être montés directement sur un arbre conique. Pour les opérations à haute vitesse, l'utilisation de calibres GN est recommandée pour obtenir avec précision le jeu radial lors du montage. La page 184 fournit des détails sur la façon d'utiliser les calibres GN.

Les roulements sont montés avec un léger jeu dans les logements, aucun outil de montage n'est donc nécessaire. Pour un montage plus facile, il est possible de chauffer le logement.

1. MONTAGE

3.1. Montage des Roulements à Alésage Cylindrique

(1) Montage à la presse

Le montage à la presse est largement répandu pour de petits roulements. D'abord, appliquer une fine couche d'huile sur la portée de l'arbre avant le montage pour réduire la force de pression nécessaire.

Ensuite, placez une douille de montage sur la bague intérieure, comme illustré dans la fig. 1.1. Appliquez une pression régulière sur l'outil de montage de façon à faire glisser le roulement jusqu'à l'épaulement de l'arbre.

La douille de montage ne doit pas appuyer sur la bague extérieure afin de ne pas détériorer le roulement. En outre, l'usage du marteau est à proscrire pour le montage des roulements de précision.

Pour les roulements séparables, tels que les roulements à rouleaux cylindriques, les bagues intérieure et extérieure peuvent être montées sur l'arbre et dans le logement séparément. En assemblant les deux éléments, faire particulièrement attention à l'alignement correct des bagues intérieure et extérieure. Un assemblage négligent ou trop forcé peut causer des éraflures sur les surfaces de contact de roulement.

(2) Montage par Contraction

Pour emmancher à la presse des roulements de grande taille, il faut un effort considérable. C'est pourquoi on réalise souvent le montage par contraction thermique. Le roulement est d'abord chauffé pour dilater la bague intérieure avant son montage sur l'arbre. Cette méthode évite d'avoir à exercer un effort excessif sur le roulement, et permet le montage en peu de temps. La dilatation de la bague intérieure en fonction de la température est illustrée dans la fig. 1.2

Certaines précautions sont à prendre pour un tel montage par contraction :

1. Ne pas chauffer les roulements à plus de 120°C.
2. Les chauffer à une température dépassant de 20°C à 30°C la température permettant de les emmancher sans effort, car il faut tenir compte du refroidissement de la bague intérieure en cours de montage.
3. Après le montage, les roulements vont se contracter à la fois dans le sens radial et dans le sens axial sous l'effet du refroidissement. Il faut donc exercer une force d'appui sur le roulement pour l'appliquer fermement contre l'épaulement de l'arbre au moyen d'un dispositif de positionnement, pour éviter l'apparition d'un jeu entre l'épaulement et la bague.

Fig. 1.1 Montage à la Presse de la Bague Intérieure

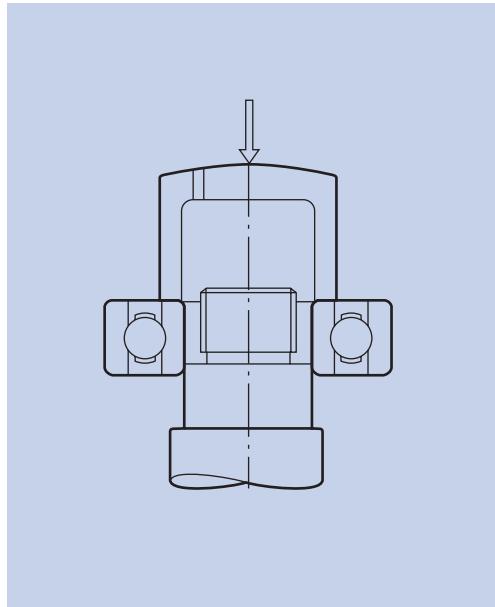
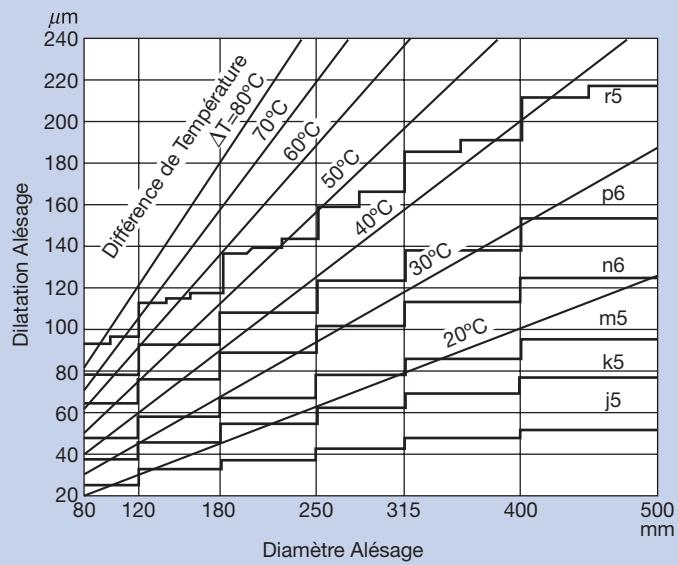


Fig. 1.2 Température et Dilatation de la Bague Intérieure



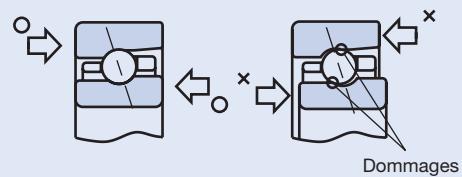
3.2. Précautions à prendre pour le Montage des Roulements à Billes à Contact Oblique

De part sa conception, un roulement à billes à contact oblique ne peut soutenir des charges que dans une seule direction. Par conséquent, en montant un roulement à billes à contact oblique sur un arbre ou dans le logement, soyez sûr qu'il ne subit pas de charge dans la mauvaise direction. Apporter une attention particulière à l'ordre du montage des combinaisons de roulements. Le montage sur l'axe et dans le logement est différent pour des combinaisons dos à dos ou face à face.

Combinaison Dos à Dos :

- (1) Ajuster les roulements sur l'arbre.
- (2) Régler l'écrou de serrage pour la précharge.
- (3) Insérer les roulements et l'arbre dans le logement et fixer le chapeau de maintien.

Fig. 1.3 Direction des Charges dans un roulement à Billes à Contact Oblique



Les charges appliquées dans les directions "x" provoquent des dommages au roulement.

Fig. 1.4 Montage d'une Combinaison Dos à Dos

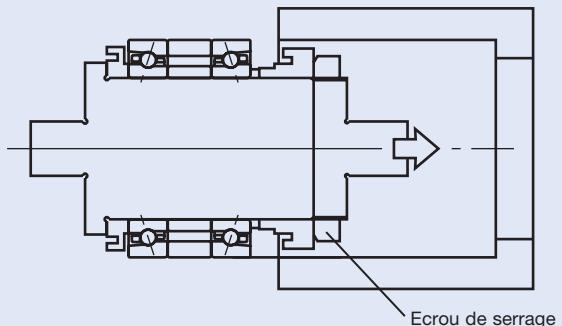
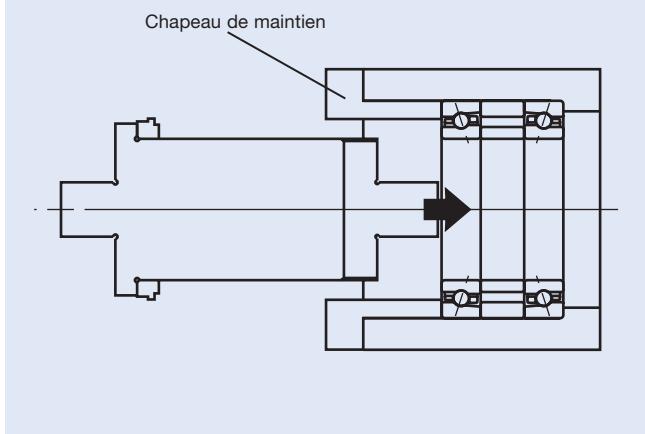


Fig. 1.5 Montage d'une Combinaison Face à Face



Inverser l'ordre de chaque étape pour le démontage.

1. MONTAGE

3.3. Blocage des Roulements

(1) Blocage de la bague intérieure

La bague intérieure est généralement fixée sur l'arbre en serrant l'écrou de serrage du roulement, ce qui explique pourquoi la perpendicularité du filetage et de la face sont très importants. Même si la précision est bonne, l'écart entre l'arbre et l'écrou peut avoir comme conséquence un faux-rond de l'écrou de serrage, causant la flexion de l'arbre et du roulement (voir la fig. 1.21, page 189). Par conséquent, faire les ajustements nécessaires assure une précision de rotation régulière.

Il est également important que l'écrou de serrage soit complètement vissé afin d'éliminer tout risque de desserrage. Pour plus d'informations sur le couple de serrage des écrous de serrage se référer au tableau 1.1.

Il y a un risque de balourd causé par le faux-rond créé par le désalignement entre l'écrou et le roulement. Il est courant de monter une entretoise entre l'écrou et le roulement afin de limiter ce risque. Toutefois cette entretoise peut amener l'écrou à se desserrer, nécessitant une vérification périodique.

Quand une entretoise large est employée dans une combinaison de roulements à billes à contact oblique et que le couple de serrage de l'écrou de serrage est excessif, l'entretoise de la bague intérieure peut se déformer et modifier la précharge à un niveau plus haut que prévu. Il est nécessaire de tenir compte de cette éventuelle déformation lors du réglage de la précharge.

(2) Blocage de la bague extérieure

Un chapeau de maintien fixé par des vis est généralement employé pour fixer la bague extérieure axialement. Si une vis est serrée excessivement, ou une combinaison de vis serrée inégalement, la bague extérieure peut être déformée.

Par exemple, la Fig. 1.6 montre la déformation possible de la piste de roulement de la bague extérieure provoquée par un serrage inégal du chapeau de maintien, la face externe de la bague extérieure étant compressée par le chapeau.

La Fig. 1.7 montre un exemple de la déformation de la piste de roulement de la bague extérieure suite à un serrage inadapté du chapeau de maintien.

La Fig. 1.8 montre la déformation de la surface de la piste de la bague extérieure, provoquée par le serrage sur un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques.

La déformation dépend du jeu des composants associés. On recommande d'ajuster le jeu entre le chapeau de maintien et la face externe du logement de 0,01 à 0,05 mm avant le serrage définitif des vis.

Fig. 1.6 Déformation de la piste de roulement causée par un serrage inégal

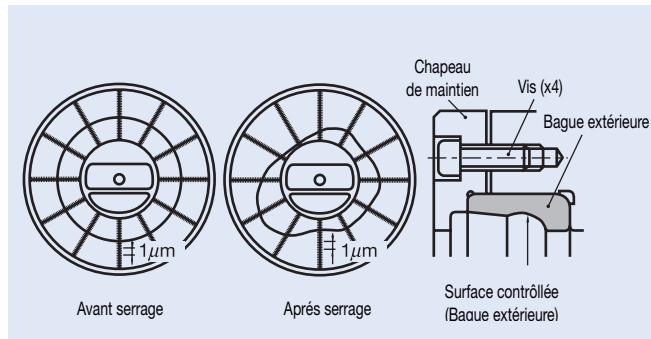


Fig. 1.7 Déformation de la piste de roulement causée par un serrage excessif

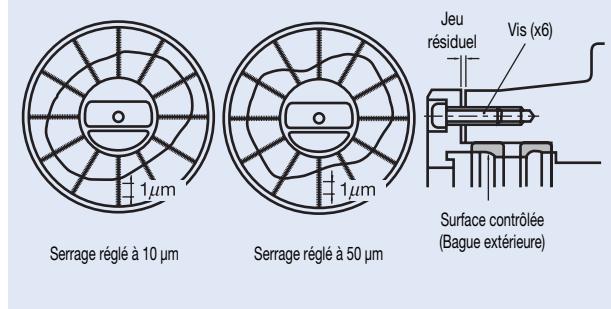


Fig. 1.8 Déformation de la bague extérieure d'un roulement à double rangée de rouleaux cylindriques causée par un serrage excessif

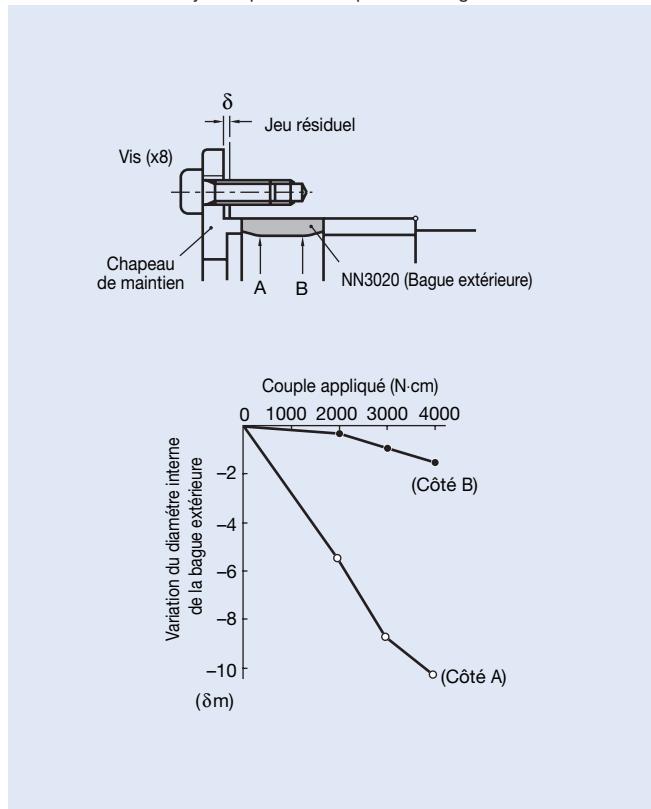


Tableau 1.1 Couple de serrage de l'écrou et Jeu entre le chapeau de maintien et le logement

Diamètre Alésage Rlt (mm)	Force de serrage de l'écrou (N)	Couple de serrage de l'écrou (N·m)	Jeu entre chapeau de maintien et logement (mm)
6		2	
8	1 500	2	
10		3	
12		7	
15	3 000	8	
17		9	
20		17	
25	4 900	21	
30		25	
35		57	
40	9 800	64	
45		72	
50		80	
55		132	0,01
60		142	
65	14 700	153	~0,03
70		166	
75		176	
80		251	
85		267	
90		281	
95		296	
100	19 600	311	
105		327	
110		343	
120		371	
130		403	
140		649	
150		695	
160		745	
170	29 400	796	
180		841	
190		886	0,03
200		932	~0,05
220		—	
240		—	
260	39 200	—	
280		—	
300		—	

Pour les applications à haute vitesse, quand l'ajustement avec serrage de l'arbre augmente, la valeur du couple de serrage de l'écrou doit également augmenter.

La force de serrage pour les butées à billes à contact oblique support de vis à billes doit être 2,5 à 3 fois la valeur de précharge.

● Equation de conversion du couple de serrage de l'écrou

$$T = 0,5F\{d_p \cdot \tan(p^* + \beta) + d_w \cdot \mu_w\} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

Les valeurs du couple de serrage de l'écrou dans le tableau sont calculées avec un coefficient de frottement de 0,15

- T : Couple de serrage de l'écrou [N·mm]
 F : Force de serrage de l'écrou [N]
 d_p : Diamètre effectif de l'écrou [mm]
 p^* : Angle de frottement de la surface de l'écrou $p^* = \tan^{-1}\mu_s$
 μ_s : Coefficient de frottement de la surface de l'écrou
 d_w : Couple résultant des frottements au niveau du filetage
 μ_w : Coefficient de frottement de la surface de l'écrou
 β : Angle d'hélice d'écrou
 $\beta = \tan^{-1}(pas/(3,142dp))$

● Equation de la force de pression

$$K = \mu \cdot P_m \cdot \pi \cdot d \cdot B \quad [\text{N}]$$

$$P_m = \frac{E}{2} \frac{\Delta d}{d} \frac{(1 - k^2)(1 - k_o^2)}{1 - k^2 k_o^2}$$

- μ : Coefficient de frottement à la surface de contact [=0,12]
 P_m : Pression de surface [MPa]
 d : Diamètre de l'arbre [mm]
 B : Largeur roulement [mm]
 Δ_d : Ajustement effectif [mm]
 E : Module de Young de l'acier [MPa]
 k : Rapport d'épaisseur ($k = d/D$)
 D_i : Diamètre de la piste de la bague intérieure [mm]
 k_o : Rapport d'épaisseur de l'arbre creux ($k_o = d_o/d$)
 d_o : Diamètre alésage de l'arbre creux [mm]

1. MONTAGE

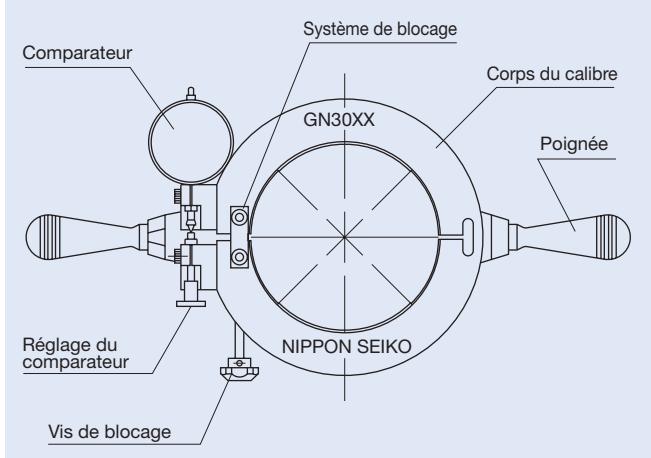
3.4. Montage des Roulements à Rouleaux Cylindriques

(1) Mesure du jeu radial des roulements à rouleaux cylindriques

Un calibre GN est un instrument de mesure de l'assemblage de la partie conique d'un arbre à un roulement à rouleaux cylindriques à alésage conique. Après le montage, le calibre GN est utilisé pour le réglage précis du jeu radial interne du roulement. Cet instrument est particulièrement efficace quand un roulement à rouleaux cylindriques est utilisé avec une précharge radiale.

La Fig.1.9 décrit les divers composants d'un calibre GN.

Fig.1.9 Calibre GN



Utilisation d'un calibre GN

(1) Insérer la bague extérieure dans le logement

L'ajustement recommandé entre la bague extérieure et le logement est : Jeu 2 m - Serrage 2 m

(2) Mise à zéro de la jauge cylindrique

Vérifier que les températures sont les mêmes pour la bague extérieure (insérée dans le logement), la bague intérieure et l'arbre. Puis, mesurez le diamètre d'alésage de la bague extérieure à quatre endroits différents. Faire la moyenne de ces mesures et mettre la jauge cylindrique à zéro (Fig.1.10).

(3) Ajuster le calibre GN à la valeur de la jauge cylindrique

Desserrer la vis du système de blocage du corps principal du calibre GN. Introduire la jauge cylindrique et avec la vis de blocage ajuster la mesure de la jauge sur zéro (Positionner le calibre GN verticalement pour éviter des erreurs dues à son poids).

(4) Réglage du comparateur à cadran du calibre GN

En utilisant les résultats de l'étape (3), employer la commande du pointeur pour ajuster l'aiguille du comparateur à cadran sur la marque rouge. Vérifier que la petite aiguille est près de 2 sur le cadran. (Correction de mesure pour la déformation élastique du rouleau due à la pression de mesure sur le calibre. Pour chaque mesure individuelle la correction a été déterminée par NSK).

Fig.1.10 Mise à zéro de la jauge cylindrique



Fig.1.11 Ajuster le calibre GN à la valeur de la jauge cylindrique



(5) Montage de la bague intérieure

Monter la bague intérieure sur l'arbre et serrer l'écrou de serrage légèrement. A ce stade, le roulement doit être nettoyé, mais pas encore enduit de graisse.

(6) Mise en place du calibre GN

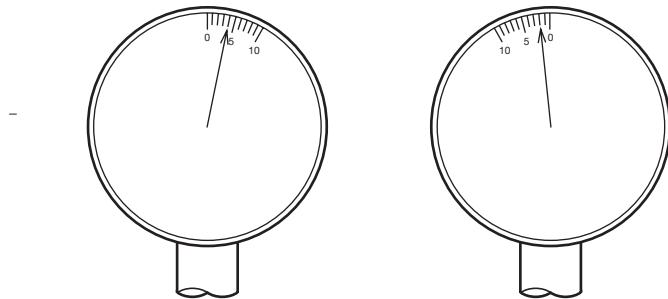
Régler la vis de blocage sur le calibre GN (de 0.2mm à 0.3mm sur le cadran) pour desserrer le calibre GN. Positionner le calibre GN au centre de la bague intérieure, la vis de réglage étant toujours dévissée.

(7) Lecture de l'échelle

Lisez la valeur indiquée sur le cadran du calibre.

Exemple 1 : Un décalage dans le sens horaire indique un jeu positif.

Exemple 2 : Un décalage dans le sens anti-horaire indique un jeu négatif.



(8) Exemple 1: L'aiguille sur „4“ dans le sens horaire correspond à un jeu radial de +0,002mm

Exemple 2: L'aiguille sur „2“ dans le sens anti-horaire correspond à un jeu radial de -0,001mm

Ajustement

Après les procédures de l'étape (6), utilisez la vis pour appliquer la valeur sur le cadran du calibre GN. Enlevez le calibre de la bague intérieure et serrez l'écrou de blocage. Répétez les étapes (6) à (8) jusqu'à ce que la mesure atteigne la valeur du jeu désiré.

(9) Réglage de l'entretoise

En utilisant une cale d'épaisseur, mesurer le jeu entre l'épaulement de l'arbre et la face extérieure côté grand diamètre du NN30XXKR. Mesurer à plus de trois endroits sur la circonférence, calculer la valeur moyenne et usiner l'entretoise à cette largeur.

Fig. 1.12 Montage de la bague intérieure

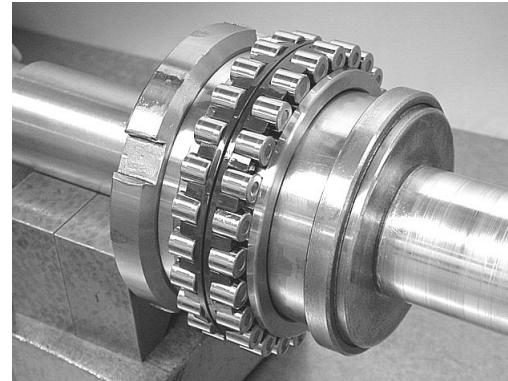


Fig. 1.13 Mise en place du calibre GN

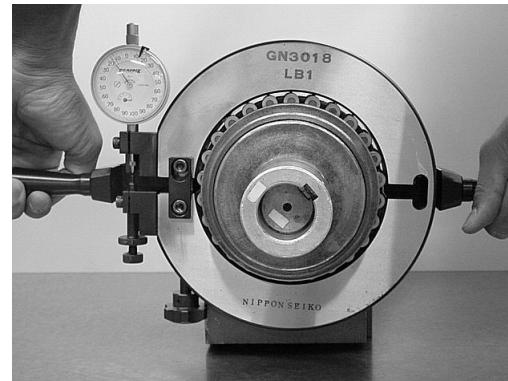


Fig. 1.14 Lecture de l'échelle

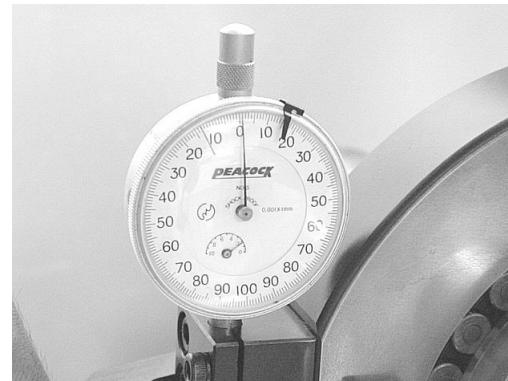


Fig. 1.15 Mesure de la largeur de l'entretoise



1. MONTAGE

(2) Mesure du jeu radial des roulements à rouleaux cylindriques (sans Calibre GN)

Sans l'utilisation de calibre GN, il est nécessaire d'ajuster la largeur d'entretoise en considérant les deux éléments suivants :

- Retrait du diamètre de la piste de roulement de la bague extérieure causé par le montage dans le logement (Δr_e)
- Expansion du diamètre de la piste de roulement de la bague intérieure causée par l'ajustement, qui inclut le rapport d'épaisseur de l'arbre creux (Δr_i)

● Calcul de Δr

La largeur finale (L_a) de l'entretoise, qui est utilisée pour établir le jeu radial final Δr après montage, peut être calculée comme suit :

$$L_a = L - K (\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e)$$

Tableau 1.2 Rapport d'épaisseur de l'arbre creux et Coefficient K

Rapport d'épaisseur de l'arbre creux k_0	Coefficient K
45 – 55%	14
55 – 65%	15
65 – 75%	16

● Calcul de Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

quand $\Delta r_e \geq 0$ on considère que $\Delta r_e = 0$

L_a : Largeur finale de l'entretoise pour l'établissement du jeu radial après montage

L : Largeur de la cale d'épaisseur (Résultat mesuré à l'étape (5) de la page 187)

Δr_m : Mouvement de la bague extérieure en direction radiale (Résultat mesuré à l'étape (4) de la page 187)

Δr : Jeu radial après montage

Δr_e : Retrait du diamètre de la piste de roulement de la bague extérieure causé par le montage

K : Coefficient (Valeur convertie qui inclue le retrait d'un arbre creux à alésage de conicité 1/12)

k_0 : $A/B \times 100$

A : diamètre alésage de l'arbre

B : diamètre extérieur de l'arbre

D_h : diamètre alésage du logement

D : diamètre extérieur de la bague extérieure (Se référer à la documentation du roulement)

h : Taux de retrait du diamètre de la piste de la bague extérieure

(0,62 pour les séries NN30 et N10)

(0,7 pour les séries NN39 et NN49)

Mesure du jeu radial Δr_m

- (1) Monter la bague intérieure sur la partie conique de l'arbre. (A ce stade, dégraissez la partie conique de l'arbre et la surface interne de la bague intérieure avec un dissolvant organique).
- (2) Placer la bague extérieure sur les rouleaux et positionner le comparateur sur le diamètre extérieur de la bague extérieure.
- (3) Taper légèrement sur l'entretoise et serrer l'écrou de serrage pour fixer la bague intérieure (fig. 1.16).
- (4) Bouger la bague extérieure de haut en bas et mesurer le déplacement radial de la bague extérieure avec le comparateur (* 1). Répéter les étapes (3) et (4) jusqu'à ce que le jeu de la bague extérieure (Δr_m) devienne environ 0,005mm (*2) (fig. 1.17).
- (5) Quand Δr_m est établi à environ 0,005mm, mesurer la distance de l'épaulement de l'arbre à la face intérieure de la bague intérieure (dimension L) avec une cale d'épaisseur (*3) (fig. 1.18).

Remarques

- (*1) Si la mesure prend trop de temps, la température de la bague extérieure a pu s'élever à la température de la main de l'opérateur ayant pour résultat une mesure incorrecte. Le port de gants est recommandé pour faire une mesure rapide.
- (*2) Si le jeu est excessif, la bague extérieure a pu être déformée en forme d'ellipse une fois serrée à la main. Ceci aurait comme conséquence une mesure incorrecte. Par conséquent, 0,005mm de jeu est acceptable. (0,005mm est la valeur à atteindre, mais 0,001mm à 0,002mm est également acceptable.)
- (*3) Pour la mesure de la dimension L, la valeur est obtenue en insérant la cale d'épaisseur dans la moitié gauche de la zone montrée dans la Fig.1.18 (cela est du à l'inclinaison qui se produit entre l'épaulement de l'arbre et la face externe de la bague intérieure.)

Fig.1.16 Insertion de la Bague Extérieure

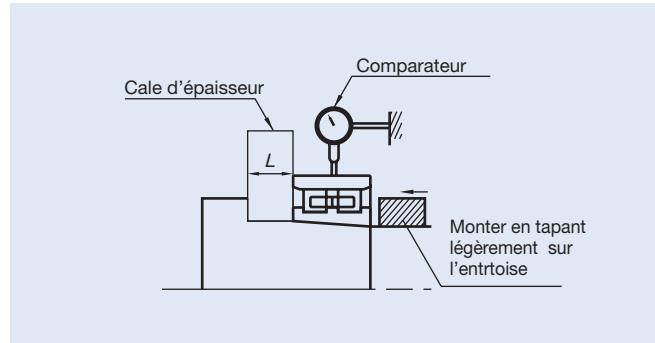


Fig.1.17 Mesure du Déplacement de la Bague Extérieure

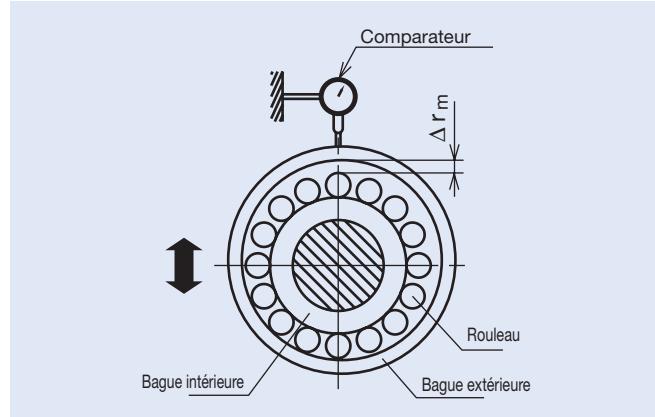
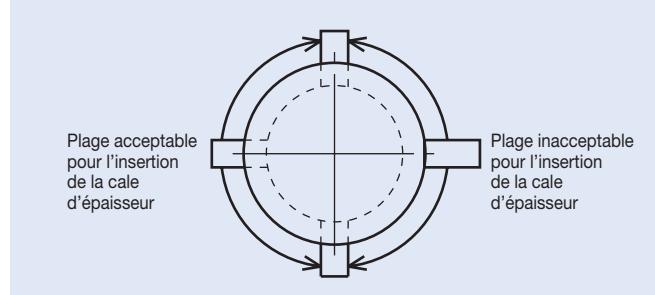


Fig.1.18 Mesure de la Largeur avec une Jauge Plate



(Exemple de calcul)

Réglage du jeu radial à $\Delta r = -0,002\text{mm}$ pour un roulement NN3020MBKR après montage.

Retrait du diamètre de la piste causé par le montage

$\Delta r_e = -0,004$ (Serrage) (Quand $\Delta r_e \geq 0$ on considère que $\Delta r_e = 0$)

Mouvement de la bague ext. (Résultat mesuré à l'étape (4)) $\Delta r_m = 0,007\text{mm}$

Largeur de la jauge plate (Résultat mesuré à l'étape (5))

$L = 20,55\text{mm}$

Largeur finale de l'entretoise

$$\begin{aligned} La &= 20,55 - 15 \times (0,007 - (-0,002) - 0,004) \\ &= 20,55 - 0,075 \\ &= 20,475 \end{aligned}$$

Attention à la notation algébrique

1. MONTAGE

3.5. Graissage

Procédure de graissage après nettoyage des roulements

Une élévation rapide de température peut se produire pendant le rodage initial en raison d'un graissage inapproprié. Il peut en résulter une longue période de rodage ou un grippage du roulement. Il est nécessaire de porter une attention particulière aux procédures de graissage et à la quantité de graisse appropriée. Les procédures recommandées sont les suivantes:

(1) Pré-inspection

Vérifiez qu'aucun corps étranger n'est à l'intérieur du roulement. Les roulements pour les broches à haute vitesse doivent être nettoyés, dégraissés et chargés en graisse. Pour les autres applications, enlevez tout agent anti-corrosion adhérant aux surfaces intérieures des roulements.

(2) Distributeur de graisse

Employez un distributeur de graisse, tel qu'une seringue en plastique pour une distribution précise de graisse. Si possible, employez un distributeur qui permet de mesurer les quantités précises de graisse.

(3) Quantité de graisse

Quantités recommandées de graisse pour des roulements de précision :

Roulements à billes à contact oblique pour broche de machine-outil à haute vitesse : $15\% \pm 2\%$ de l'espace libre.

Roulements à rouleaux cylindriques pour broche de machine-outil à haute vitesse : $10\% \pm 2\%$ de l'espace libre.

Roulements à billes pour moteurs : 20% à 30% de l'espace libre.

Recommandations de quantité de graisse pour les différents types de roulements à la page 157.

● Graissage des roulements à billes

- (1) Chargez en graisse le roulement entre les billes. Si une cage centrée sur la bague extérieure est employée, telle qu'une cage en résine phénolique, appliquez une couche mince de graisse sur la surface guidée.
- (2) Tournez le roulement à la main pour répartir la graisse sur les surfaces des pistes, des billes et de la cage.

● Graissage des roulements à rouleaux cylindriques

- (1) Enduire environ 80% de la quantité de graisse sur la piste de roulement des rouleaux. Évitez de mettre trop de graisse. La graisse sur l'alésage de la cage se répartit difficilement pendant le rodage, ayant comme conséquence une élévation rapide de la température ou une longue période de rodage.
- (2) Enduisez les rouleaux d'une fine couche de graisse, y compris les faces extérieures, les points de contact avec la cage, le long des évidements de chaque poche de celle-ci.
- (3) En utilisant les 20% restants de graisse, appliquez-en une fine couche à la surface de la piste de la bague extérieure.

Fig.1.19 Graissage d'un Roulement à Billes à Contact Oblique



Fig.1.20 Graissage d'un Roulement à Rouleaux Cylindriques



4. Vérification après montage

4.1. Précision de rotation

Un montage précis et la précision des composants associés sont indispensables pour assurer la précision en rotation de la broche de machine-outil.

1: Faux-rond de la face de la bague extérieure avec la piste de roulement pour les roulements à billes à contact oblique.

Régler à 0,002mm ou moins en tapant légèrement sur la face externe de la bague extérieure.

2: Inclinaison de la surface externe de la bague extérieure d'un roulement à billes à contact oblique.

Régler à 0,005mm ou moins en tapant légèrement sur l'écrou de serrage pour l'incliner. (Voir Fig. 1.21)

3. Concentricité de la partie arrière du logement de 0,010 mm ou moins

Si ces précisions ne peuvent être obtenues, démonter les roulements et vérifier de nouveau la précision des éléments.

Fig. 1.21 Inclinaison de l'écrou de serrage de l'arbre

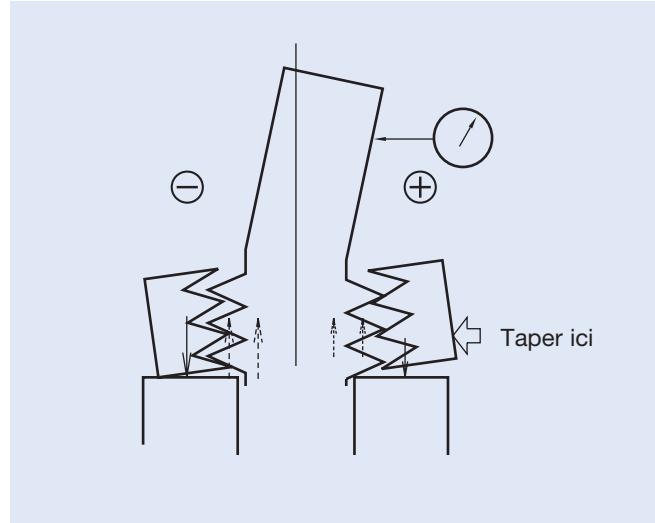
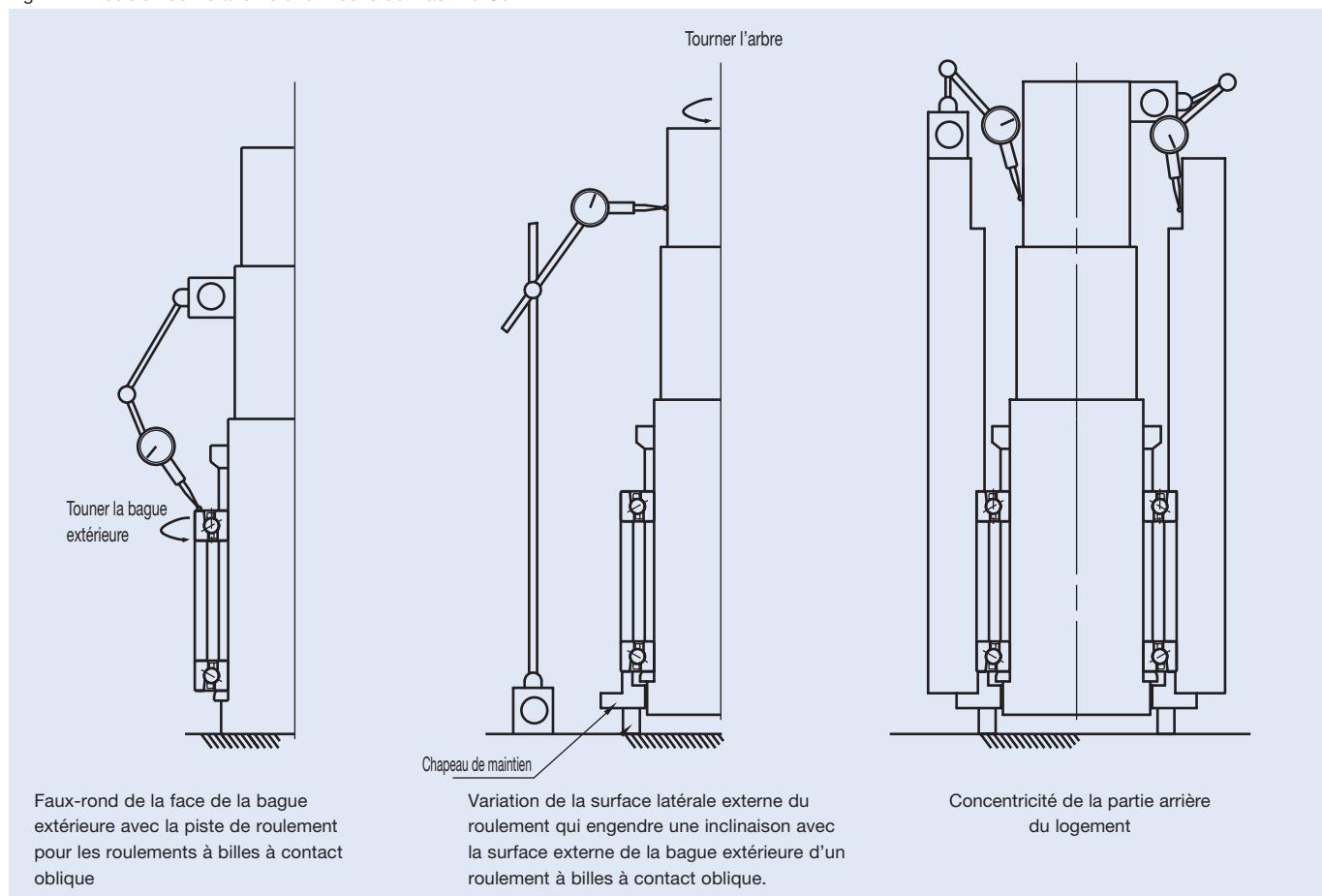


Fig. 1.22 Précision de Rotation d'une Broche de Machine-Outil



1. MONTAGE

4.2. Contrôle de la Précharge après Montage du Roulement

Si la précharge du roulement est trop élevée, la rigidité du roulement est augmentée, mais la génération de chaleur est également augmentée et dans des cas extrêmes, un grippage peut se produire. Par conséquent, il est nécessaire de contrôler soigneusement la précharge optimale pour répondre aux conditions de fonctionnement. Des méthodes de mesure de la précharge pour les roulements à billes à contact oblique sont présentées ci-dessous. Pour la précharge des roulements à rouleaux cylindriques, il est recommandé d'utiliser un calibre GN et de suivre la procédure décrite (page 184).

Mesure de la précharge pour les roulements à billes à contact oblique

Il y a trois méthodes pour vérifier la précharge des roulements après montage, la méthode par le couple de démarrage, la méthode par la rigidité axiale statique et la méthode par la fréquence propre. Les caractéristiques de ces méthodes sont récapitulées dans le tableau 1.3.

Tableau 1.3

	Méthode par le couple de démarrage	Méthode par la rigidité axiale statique	Méthode par la fréquence propre
Avantages	Utilisée pour précharge forte. Si le couple de démarrage est élevé, l'erreur de mesure est faible.	Utilisée pour précharge légère.	La précision de mesure est élevée. Bonne répétitivité.
Inconvénients	Ne pas utiliser si précharge légère. Si le couple de démarrage est faible, l'erreur de mesure est élevée.	Ne pas utiliser si précharge forte. L'équipement de chargement est à grande échelle. Mesure souvent affectée par la déformation des composants associés.	Influence élevée des conditions de fixation.

(1) Méthode par le couple de démarrage

[Caractéristiques]

Les roulements pour application haute vitesse sont souvent utilisés avec une précharge légère, aussi le couple de démarrage est faible et l'erreur de mesure est élevée.

[Méthode]

Le couple de démarrage est obtenu en mesurant la force tangentielle. (Voir Fig. 1.23)

La précharge après montage est obtenue à partir du rapport entre le couple de démarrage et la précharge initiale. (Voir Fig. 1.24)

Quand la formation du film d'huile dans la zone de contact de roulement est instable pendant la mesure, un gommage se produit. (La rotation ne commence pas, même sous une force tangentielle, et la rotation s'effectue soudainement si la force tangentielle est augmentée graduellement). Dans de telles circonstances, le couple tend à être plus élevé que celui initialement calculé. Par conséquent, un résultat de mesure excessif doit être exclu.

Fig. 1.23 Méthode Couple de démarrage

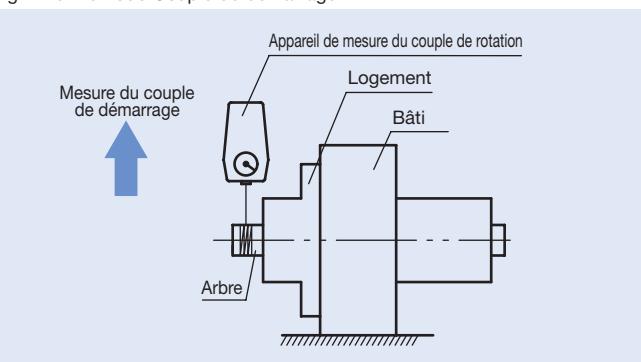
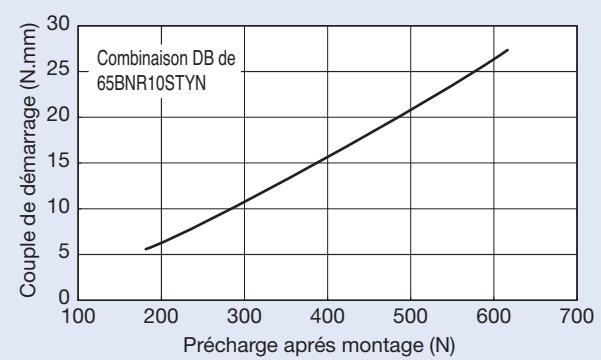


Fig. 1.24 Relation entre couple de démarrage et précharge



(2) Méthode par la rigidité axiale statique

[Caractéristiques]

Quand la rigidité axiale du roulement est élevée, la force axiale nécessaire pour la mesure devient très importante et un équipement de chargement est nécessaire. (Exemple : si la rigidité axiale est de 200N/μm, une charge de 2000N est nécessaire pour produire un déplacement de 10μm.) Quand la charge de mesure est importante, en dehors de la déformation élastique de l'intérieur du roulement, les effets de la déformation extérieure et de la déformation élastique des pièces associées sont ajoutés. La rigidité mesurée tend à être inférieure à la valeur théorique et une erreur intervient fréquemment.

[Méthode]

Une charge axiale est appliquée sur l'arbre et le déplacement axial est mesuré pour déterminer la précharge. (Voir Fig. 1.25 et 1.26)

(3) Méthode par la fréquence propre

[Caractéristiques]

La précision de mesure est la plus haute et la répétitivité est bonne, mais elle a tendance à être influencée par la nature de la fixation de la broche.

[Méthode]

L'arbre est mis en vibration dans la direction axiale et sa fréquence propre est mesurée en même temps. La précharge peut être obtenue avec l'équation du calcul de la fréquence propre. (Voir Fig. 1.27 et 1.28)

Mesure de la fréquence propre (F_z) de l'arbre principal en direction axiale

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1000$$

$$m = \frac{W}{g}$$

Conversion

Rigidité axiale de l'arbre principal

K_a : Coefficient de rigidité axiale du roulement ($N/m = 10^6 \times N/\mu m$)
 F_z : Fréquence propre (Hz)
 m : Masse de l'élément en rotation (kg)
 W : Poids de la broche (kg)
 g : Constante d'accélération 9,142

Conversion

Précharge après montage

Fig. 1.25 Méthode par la rigidité axiale statique

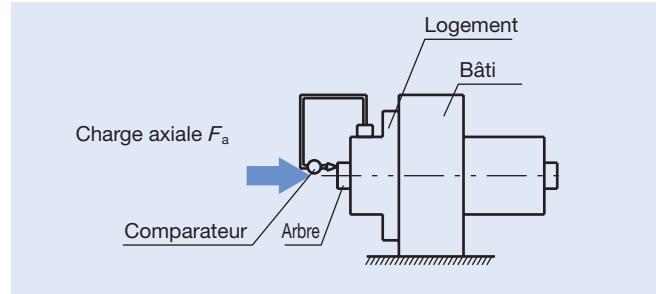


Fig. 1.26 Relation entre déplacement axial et précharge

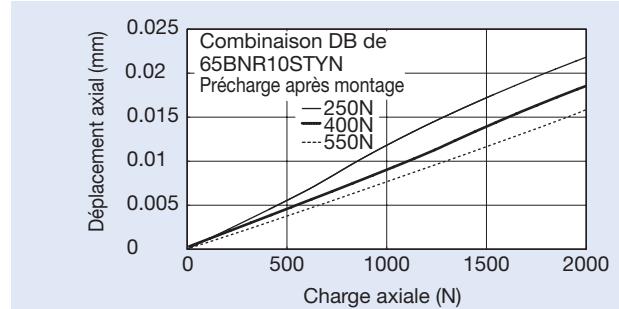


Fig. 1.27 Méthode par la fréquence propre

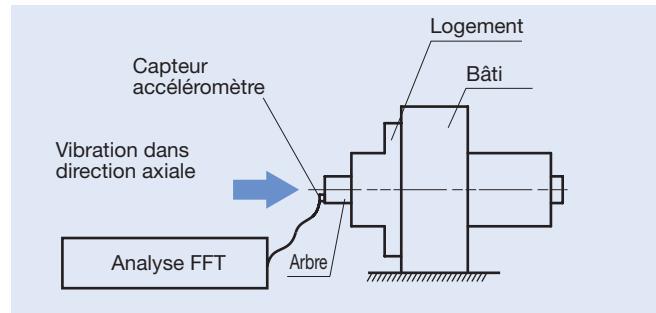
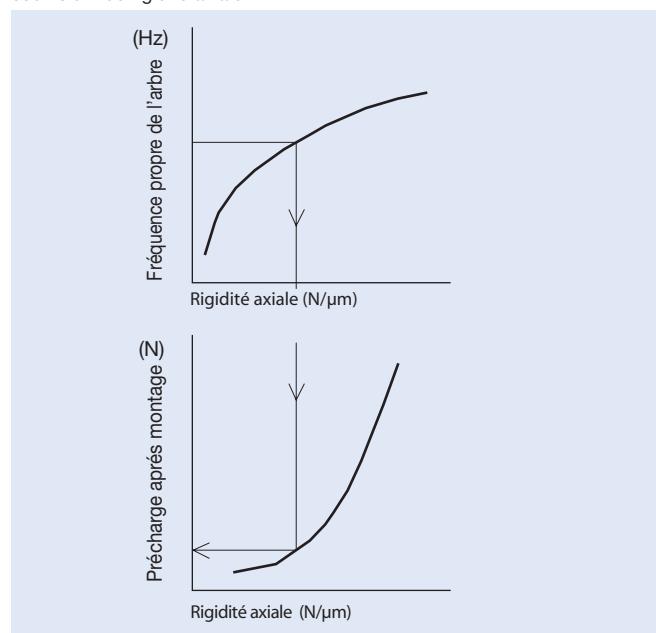


Fig. 1.28 Relation entre fréquence propre de l'arbre principal et du coefficient de rigidité axiale



2. PROCÉDURES DE RODAGE

Préparation

Le suivi de ces procédures de rodage est nécessaire après un montage correct du roulement.

● Equilibrage de l'arbre et de l'assemblage

Tout déséquilibre des éléments mobiles causera un effort répété ou des vibrations excessives dues à la force centrifuge. Cela vaut particulièrement pour les broches qui fonctionnent à une valeur $d_m n$ de 1,000,000 ou plus. Par conséquent il est impératif que les éléments de l'arbre soient parfaitement équilibrés.

● Entraînement de la broche

Pour les broches entraînées par courroie trapézoïdale, le désalignement ne doit pas être supérieur à 0,1mm. Pour les entraînements par engrenage, le désalignement ne doit pas être supérieur à 0,01mm.

Procédures de Rodage

Si la vitesse de fonctionnement augmente soudainement dès le montage du roulement, la température de fonctionnement s'élèvera abruptement, pouvant provoquer une défaillance du roulement. Les roulements lubrifiés à la graisse nécessitent un suivi particulier de la procédure de rodage. Augmenter la vitesse de fonctionnement par palier pour répartir complètement la graisse initialement chargée sur chaque surface des pistes de roulement. Le rodage doit s'effectuer dans les conditions de température ambiante de 15°C à 25°C, tout en surveillant la température des roulements. La température maximale du boîtier de la broche doit être fixée à environ 50°C. Ne pas dépasser 55°C. Si une augmentation rapide de la température se produit, arrêter provisoirement le rodage ou ralentir la vitesse pour faire baisser la température. Quelques broches comportent à la fois des roulements à rouleaux cylindriques et des roulements à billes à contact oblique. Sachant que les roulements à rouleaux cylindriques ont tendance à subir une augmentation de température plus rapide que celle des roulements à billes, les paliers d'augmentation de vitesse doivent être établis pour correspondre aux roulements à rouleaux.

[Attention]

Les broches lubrifiées par brouillard d'huile ou air-huile sont exposées à une éventuelle montée brutale de température en début de rodage ou lorsque la broche n'a pas fonctionné depuis longtemps. L'excédent d'huile récupéré dans les canalisations du circuit de lubrification peut inonder soudainement l'intérieur du roulement et entraîner un pic de température. Pour les roulements comportant ces types de lubrification, les procédures de rodage exigent bien moins de temps qu'une lubrification à la graisse, c'est pourquoi la lubrification par brouillard d'huile ou air-huile est fortement recommandée.

(1) Procédure de rodage en continu

[Caractéristique]

Le rodage en continu consiste à augmenter progressivement la vitesse de fonctionnement en partant d'un bas régime. Même si elle demande du temps, cette procédure permet aux opérateurs des machines de détecter plus facilement d'éventuels problèmes sur la broche et ainsi d'éviter des détériorations sur des roulements coûteux.

[Méthode]

La vitesse maximale de fonctionnement de l'application est obtenue en répétant plusieurs étapes lors d'un cycle.

Etape 1. Débuter avec une vitesse relativement basse.

Etape 2. Surveiller l'augmentation de température.

Etape 3. Attendre la stabilisation de la température.

Etape 4. Augmenter par palier la vitesse de rotation.

Répéter en continu le cycle ci-dessus jusqu'à l'obtention d'une température équilibrée à la vitesse maximale de fonctionnement et le diviser en dix sections afin de déterminer la vitesse optimale pour chaque section. Répéter ensuite le cycle ci-dessus pendant une à deux heures jusqu'à l'obtention de la vitesse optimale pour la section en question. Passer à la section suivante et répéter le cycle ci-dessus jusqu'à l'obtention de sa vitesse optimale.

Fig. 2.1 Evolution de la Température pendant le Rodage en continu

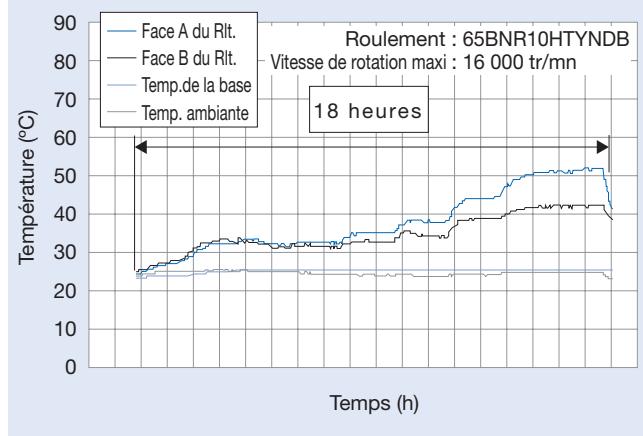
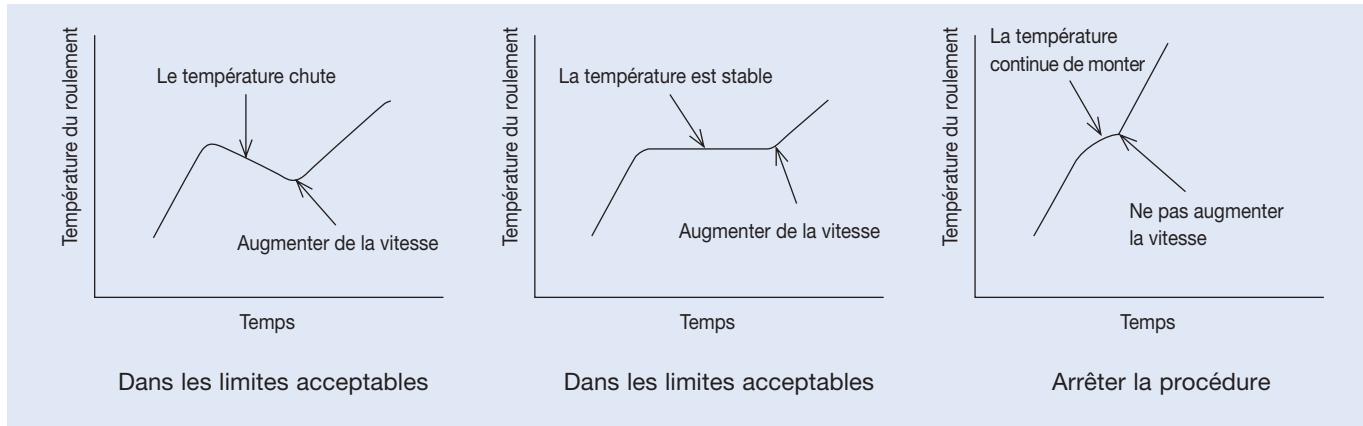


Fig. 2.2 Augmentation de la vitesse de Rotation pendant le Rodage en Continu



Augmenter la vitesse de rotation quand l'augmentation de température est stabilisée.

(2) Procédure de Rodage séquentiel

[Caractéristique]

Le rodage séquentiel consiste à arrêter l'opération afin de stabiliser la température avant qu'il n'y ait une élévation rapide de température provoquée par un apport soudain de graisse à l'intérieur du roulement pendant le rodage. Cette procédure réduit le temps nécessaire au rodage. Les procédures de rodage séquentiel diffèrent avec les machines et les combinaisons de roulements. Vérifier les combinaisons de roulements pour chaque application de broche.

[Méthode]

En premier lieu, prendre la vitesse maximale de fonctionnement et la diviser en huit ou dix sections pour déterminer la vitesse cible maximale pour chaque section. Chaque section est divisée en 10 cycles qui sont de l'ordre d'une minute chacun.

Pour chaque cycle, accélérez rapidement la broche pour atteindre la vitesse cible de la section en cours, puis décélérer pour arrêter. Répétez ce cycle environ 10 fois. Aller jusqu'à la prochaine section et répéter le cycle ci-dessus 10 fois pour la vitesse cible de cette nouvelle section, et ainsi de suite. La Fig. 2.3 donne l'élévation de la température d'un roulement avec une vitesse de rotation maximale de 16 000 tr/mn. La vitesse maximale a été divisée en 8 sections avec 10 cycles chacun d'accélérations et de décélérations rapides. La Fig. 2.4 donne l'exemple d'un cycle. Avant de commencer cette procédure, il est conseillé de faire tourner l'arbre lentement (500 tr/mn) pendant 15 minutes afin d'établir qu'il n'y a aucun problème sur la broche et de répartir la graisse dans les roulements. À la fin du rodage, on conseille de faire fonctionner la broche à sa vitesse maximale pendant 1 heure.

Fig. 2.3 Changement de la Température pendant le Rodage séquentiel

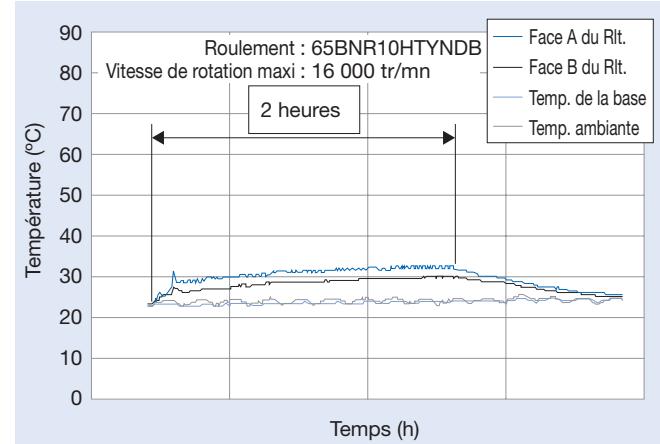
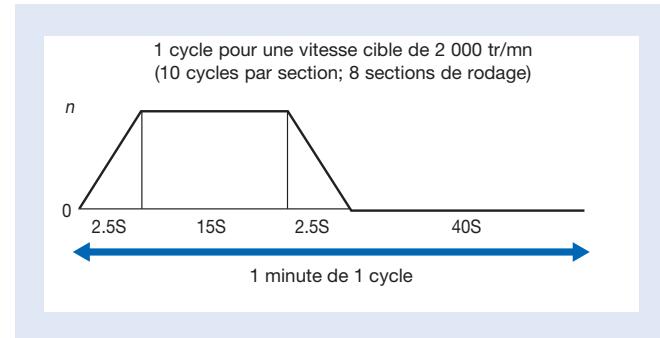


Fig. 2.4 Un Cycle pour le rodage séquentiel



3. MAINTENANCE ET VERIFICATION

Vérification

Après avoir terminé le montage, un essai de fonctionnement doit être effectué pour déterminer si le roulement a été monté correctement. On peut opérer manuellement pour les petits assemblages afin d'être certain qu'ils tournent sans à-coup. La vérification inclut le grippage éventuel causé par des corps étrangers, les défauts visibles, un couple inégal provoqué par un montage inadapté ou par une surface de montage inadéquate. D'autres éléments incluent un couple excessif causé par un jeu inadapté, des erreurs de montage ou des frottements de joint. Si aucune anomalie n'est constatée, alors un essai en fonctionnement peut être effectué. Pour les éléments à haute vitesse, effectuer les procédures de rodage avant l'essai (pages 192-193). Un premier essai en fonctionnement peut alors être effectué, lentement, sans charge. Faire un contrôle précis pour déterminer s'il y a ou non des anomalies. Si tout semble satisfaisant, alors augmenter progressivement la vitesse, la charge etc..., jusqu'à obtenir des conditions normales de fonctionnement.

Lors d'un test, vérifier tout bruit anormal, toute augmentation excessive de température du roulement, toute fuite, contamination des lubrifiants, etc... Si une anomalie est constatée, arrêter immédiatement le test et inspecter les machines. Si cela s'avère nécessaire, démonter le roulement pour le vérifier. Bien que la température de la partie extérieure du logement puisse généralement aider à déterminer la température du roulement, il est préférable de mesurer directement la température de la bague extérieure en utilisant des trous de lubrification comme accès.

La température du roulement doit augmenter progressivement jusqu'à un niveau régulier dans les 1 ou 2 heures suivant le démarrage de l'opération. S'il y a un problème dans le roulement, ou si une erreur a été commise au montage, la température du roulement peut augmenter rapidement et devenir anormalement élevée.

La cause de cette température anormale peut être une quantité excessive de lubrifiant, un jeu insuffisant, un montage incorrect, ou un frottement excessif des joints.

Pour les cas de fonctionnement à haute vitesse, un mauvais choix du type de roulement ou de méthode de lubrification peut également provoquer une augmentation anormale de la température.

Le bruit du roulement peut être vérifié avec un contrôleur de bruit ou d'autres instruments. Les conditions de fonctionnement anormales sont mise en évidence par un bruit métallique fort, ou tout autre bruit irrégulier. Les causes éventuelles de dysfonctionnement incluent une lubrification incorrecte, un mauvais alignement de l'arbre et du logement, ou la présence de corps étrangers dans le roulement.

Les causes des anomalies de fonctionnement et les contre-mesures appropriées sont énumérées dans le tableau 3.1.

■ NSK Bearing Monitor ■

Détecteur d'anomalies des roulements

Il est important de détecter suffisamment tôt les signes d'irrégularités lors du fonctionnement afin d'éviter de graves dégradations.

Le "NSK Bearing Monitor" est un instrument qui contrôle l'état du roulement et génère un avertissement des anomalies possibles. Cela permet d'éviter l'aggravation d'un problème.

Le "NSK Bearing Monitor" permet ainsi un entretien mieux adapté et réduit les coûts.

Tableau 3.1 Causes et Contre-mesures des Anomalies des Roulements

Anomalies		Causes possibles	Contre-mesures
Bruit	Son métallique important(1)	Charge anormale	Régler l'ajustement, le jeu interne, la précharge, la position de l'épaulement du logement, etc.
		Montage incorrect	Corriger l'alignement relatif à l'arbre et au logement, améliorer les conditions de montage.
		Lubrification insuffisante ou incorrecte	Refaire le plein de lubrifiant ou mettre un lubrifiant correct.
		Contact entre les parties tournantes	Modifier les joints labyrinthiques, etc.
	Son métallique intense	Défauts de surface, corrosion ou éraflures des chemins de roulement	Remplacer ou nettoyer le roulement, améliorer les joints et utiliser un lubrifiant propre.
		Indentation du métal	Remplacer le roulement et prendre soin du montage.
		Ecaillage sur les pistes	Remplacer le roulement.
	Son irrégulier	Jeu excessif	Régler l'ajustement, le jeu ou la précharge.
		Introduction de particules étrangères	Remplacer le roulement ou le nettoyer, améliorer les joints et utiliser un lubrifiant propre.
		Défauts ou écaillage des billes	Remplacer le roulement.
Augmentation de température anormale		Quantité excessive de lubrifiant	Réduire la quantité de lubrifiant ou prendre une graisse plus consistante.
		Lubrification insuffisante ou incorrecte	Refaire le plein en lubrifiant ou choisir un meilleur lubrifiant.
		Charge anormale	Améliorer l'ajustement, le jeu interne, la précharge, ou la position de l'épaulement du logement.
		Montage incorrect	Revoir l'alignement relatif de l'arbre et du logement ainsi que le mode de montage.
		Glissement des bagues, frottement excessif des joints	Revoir les joints, remplacer le roulement, revoir l'ajustement ou le montage.
Vibrations (Faux-rond de l'arbre)	Indentation des pistes	Indentation des pistes	Remplacer le roulement, prendre plus de précautions au montage.
		Ecaillage	Remplacer le roulement.
	Montage incorrect	Montage incorrect	Rectifier la perpendicularité de l'épaulement du logement ou de l'entretoise par rapport à l'arbre.
	Introduction de particules étrangères	Introduction de particules étrangères	Remplacer le roulement, ou le nettoyer, vérifier les joints.
Fuite ou décoloration du lubrifiant	Trop de lubrifiant. Introduction de particules étrangères ou de copeaux	Trop de lubrifiant. Introduction de particules étrangères ou de copeaux	Réduire la quantité de lubrifiant. Sélectionner une graisse plus consistante. Remplacer le roulement ou le lubrifiant. Nettoyer le logement et les parties adjacentes.

Note (1) Un crissement peut résulter de roulements à billes lubrifiés à la graisse ou de roulements à rouleaux cylindriques (taille moyenne ou large). C'est particulièrement vrai en hiver où les températures sont basses. En général, même si un crissement se produit, la température du roulement ne s'élèvera pas, laissant l'endurance du roulement ou la durée de vie de la graisse inchangées. Un tel roulement peut donc continuer à être utilisé. Si vous avez des questions concernant un bruit de crissement, prendre contact avec NSK.

3. MAINTENANCE ET VERIFICATION

Maintenance, Vérifications et Correction des défauts

Afin de maintenir les qualités d'origine d'un roulement aussi longtemps que possible, un entretien et un contrôle adapté doivent être effectués. Si les procédures sont respectées, beaucoup de problèmes de roulement peuvent être évités, la fiabilité, la productivité et le coût de fonctionnement de l'équipement contenant ces roulements sont tous améliorés.

Il est conseillé d'effectuer un entretien régulier conformément à ce que mentionne la procédure. Cet entretien régulier comprend la surveillance des conditions de fonctionnement, l'approvisionnement ou le remplacement des lubrifiants et une vérification régulière selon un calendrier établi.

Les éléments devant être régulièrement vérifiés en fonctionnement sont : les bruits de roulement, les vibrations, la température, et la lubrification. Si une anomalie est constatée lors du fonctionnement, il faut en déterminer la cause et y remédier en se référant au tableau 3.1.

Et si cela s'avère nécessaire, le roulement devra être entièrement démonté et examiné en détail.

Avaries des roulements et contre-mesures

Généralement, les roulements correctement utilisés perdurent au-delà de la durée de vie estimée.

Cependant, ils cassent souvent prématurément à cause d'erreurs qui pourraient être évitées.

Contrairement à la fatigue, une telle panne est causée par un montage défectueux, une mauvaise manipulation, une lubrification inadaptée, la présence d'un corps étranger, ou une élévation de température anormale.

Par exemple, les rayures sur les épaulements peuvent être causées par l'utilisation d'un lubrifiant inapproprié, d'un système de lubrification défectueux, de l'entrée de corps étrangers, d'erreurs de montage du roulement, d'un désalignement excessif de l'arbre, ou toute interaction de ces éléments. Ainsi, il est difficile de déterminer la cause réelle d'une panne prématurée. Si toutes les conditions sont connues antérieurement et au moment de la panne, y compris, les conditions de fonctionnement et l'environnement, alors en étudiant sa nature et ses raisons probables, on peut diminuer le nombre de pannes similaires futures. Les pannes les plus fréquentes, leurs raisons et les moyens d'y remédier sont listés dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2 Causes et Avaries des Roulements et Contre-mesures

Type de défaillance	Causes probables	Contre-mesures
Ecaillage Ecaillage d'un côté de la piste de roulement sur un roulement radial	Charge axiale anormale	L'un des roulement doit coulisser dans son logement afin de permettre la dilatation axiale de l'arbre.
Ecaillage distribué obliquement par rapport à la piste de roulement sur un roulement à billes. Ecaillage situé près du bord de la piste et sur les surfaces des éléments roulants sur un roulement à rouleaux	Montage incorrect, flexion de l'arbre, tolérances incorrectes de l'arbre et du logement	Effectuer le montage et le centrage avec soin, prendre un roulement ayant un jeu plus fort, revoir la perpendicularité de l'épaulement de l'arbre et celui du logement.
Ecaillage de la piste de roulement présentant des intervalles correspondant aux éléments roulants	Choc violent au montage, rouille sur un roulement laissé au repos	Effectuer le montage avec soin, et appliquer un produit anti-rouille si la machine reste longtemps à l'arrêt.
Ecaillage prématuré des pistes de roulement et des éléments roulants	Jeu insuffisant, charge excessive, lubrifiant incorrect, rouille, etc.	Adopter un serrage et un jeu approprié pour le roulement, choisir un lubrifiant convenable.
Ecaillage prématuré sur deux Rts appariés	Précharge excessive	Régler la valeur de la précharge.
Rayures Rayures ou usure entre une piste de roulement et les surfaces des éléments roulants	Graissage initial incorrect, graisse trop consistante et accélération trop forte au démarrage	Utiliser une graisse plus légère et éviter une accélération trop rapide.
Rayures ou usure entre les extrémités des rouleaux et l'épaulement d'une bague	Graissage inadapté, montage incorrect et poussée axiale importante	Prendre un lubrifiant approprié et modifier le montage.

Type de défaillance	Causes probables	Contre-mesures
Fissures		
Fissure de la bague extérieure ou intérieure	Choc violent, serrage excessif au montage, conicité de l'arbre, conicité incorrecte du manchon de serrage, rayon de raccordement trop fort, progression de critiques de fatigue thermique ou d'un écaillage	Etudier les charges subies par le roulement, modifier l'ajustement ou le serrage assuré par le manchon. Le rayon de raccordement de chaque épaulement doit être plus petit que le rayon de congé du roulement.
Fissure d'un élément roulant	Progression d'un écaillage, choc subi par l'épaulement au montage ou à la suite d'une chute au cours de la manutention	Traiter les roulements avec précaution au cours des manutentions et du montage.
Fracture de l'épaulement de la bague intérieure		
Fracture de la cage	Effort anormal sur la cage résultant d'un mauvais montage ou d'un graissage incorrect	Rectifier l'erreur de montage, vérifier le mode de lubrification et le lubrifiant utilisé.
Indentations		
Indentations sur la piste du même pas que les éléments roulants	Choc au montage ou charge excessive lorsque le roulement ne fonctionne pas	Manipuler le matériel avec soin.
Indentations sur la piste et sur les éléments roulants	Corps étrangers, tels que copeaux métalliques ou grains de sable	Nettoyer le logement, améliorer les joints, et utiliser un lubrifiant propre.
Usure anormale		
Faux brinelling (phénomène similaire au brinelling)	Vibration du roulement à l'arrêt au cours d'un transport ou oscillations de faible amplitude	Stabiliser la rigidité de l'arbre et du logement, lubrifier à l'huile, et réduire les vibrations en appliquant une précharge.
Fretting		
Usure partielle des portées avec de la poussière brune-rougeâtre	Légère usure des portées	Augmenter le serrage et enduire d'huile.
Usure d'une piste de roulement, des éléments roulants, des épaulements ou de la cage	Pénétration de corps étrangers, graissage incorrect, rouille	Améliorer les joints, nettoyer le logement, utiliser un lubrifiant propre.
Glissement		
Traces de glissement des bagues	Ajustement insuffisamment serré ou serrage du manchon insuffisant	Modifier l'ajustement ou serrer d'avantage l'entretoise intermédiaire.
Grippage		
Effets de décoloration et soudage des pistes de roulement, des éléments roulants et des épaulements	Jeu insuffisant, lubrification incorrecte ou erreur de montage	Revoir le jeu interne et l'ajustement du roulement, mettre une quantité adéquate de graisse appropriée ou augmenter le débit d'huile, améliorer le montage, modifier les composants associés.
Corrosion & Rouille		
Traces de rouille et de corrosion sur les surfaces et à l'intérieur du roulement	Condensation de l'humidité atmosphérique, fretting ou pénétration de substances corrosives (particulièrement les vapeurs de vernis, etc)	Assurer de bonnes conditions de stockage, éviter les fortes températures et l'humidité, appliquer un traitement anti-rouille en cas d'arrêt prolongé, sélectionner les vernis et graisses.

Appendices

Appendices

Tolérances pour les Diamètres d'Arbres	200
Tolérances pour les Diamètres d'Alésages des Logements	202
Valeurs des Tolérances Fondamentales IT	204
Tables de Conversion de Dureté	206
Propriétés Physiques et Mécaniques des Matériaux	207
Formulaire de Demande de Spécifications	209
Table de Conversion de l'Ancienne et Nouvelle Désignation NSK.....	210

APPENDICES

Tolérances pour les Diamètres d'Arbres

Diamètres (mm) A partir de à (inclus)		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
3	6	- 30 - 38	- 20 - 28	- 10 - 18	- 4 - 9	- 4 - 12	0 - 5	0 - 8	0 - 12	0 - 18	0 - 30	0 - 48	± 2,5	± 4
6	10	- 40 - 49	- 25 - 34	- 13 - 22	- 5 - 11	- 5 - 14	0 - 6	0 - 9	0 - 15	0 - 22	0 - 36	0 - 58	± 3	± 4,5
10	18	- 50 - 61	- 32 - 43	- 16 - 27	- 6 - 14	- 6 - 17	0 - 8	0 - 11	0 - 18	0 - 27	0 - 43	0 - 70	± 4	± 5,5
18	30	- 65 - 78	- 40 - 53	- 20 - 33	- 7 - 16	- 7 - 20	0 - 9	0 - 13	0 - 21	0 - 33	0 - 52	0 - 84	± 4,5	± 6,5
30	50	- 80 - 96	- 50 - 66	- 25 - 41	- 9 - 20	- 9 - 25	0 - 11	0 - 16	0 - 25	0 - 39	0 - 62	0 - 100	± 5,5	± 8
50	80	- 100 - 119	- 60 - 79	- 30 - 49	- 10 - 23	- 10 - 29	0 - 13	0 - 19	0 - 30	0 - 46	0 - 74	0 - 120	± 6,5	± 9,5
80	120	- 120 - 142	- 72 - 94	- 36 - 58	- 12 - 27	- 12 - 34	0 - 15	0 - 22	0 - 35	0 - 54	0 - 87	0 - 140	± 7,5	± 11,0
120	180	- 145 - 170	- 85 - 110	- 43 - 68	- 14 - 32	- 14 - 39	0 - 18	0 - 25	0 - 40	0 - 63	0 - 100	0 - 160	± 9	± 12,5
180	250	- 170 - 199	- 100 - 129	- 50 - 79	- 15 - 35	- 15 - 44	0 - 20	0 - 29	0 - 46	0 - 72	0 - 115	0 - 185	± 10	± 14,5
250	315	- 190 - 222	- 110 - 142	- 56 - 88	- 17 - 40	- 17 - 49	0 - 23	0 - 32	0 - 52	0 - 81	0 - 130	0 - 210	± 11,5	± 16,0
315	400	- 210 - 246	- 125 - 161	- 62 - 98	- 18 - 43	- 18 - 54	0 - 25	0 - 36	0 - 57	0 - 89	0 - 140	0 - 230	± 12,5	± 18,0
400	500	- 230 - 270	- 135 - 175	- 68 - 108	- 20 - 47	- 20 - 60	0 - 27	0 - 40	0 - 63	0 - 97	0 - 155	0 - 250	± 13,5	± 20,0
500	630	- 260 - 304	- 145 - 189	- 76 - 120	— —	- 22 - 66	— —	0 - 44	0 - 70	0 - 110	0 - 175	0 - 280	—	± 22,0
630	800	- 290 - 340	- 160 - 210	- 80 - 130	— —	- 24 - 74	— —	0 - 50	0 - 80	0 - 125	0 - 200	0 - 320	—	± 25,0
800	1 000	- 320 - 376	- 170 - 226	- 86 - 142	— —	- 26 - 82	— —	0 - 56	0 - 90	0 - 140	0 - 230	0 - 360	—	± 28,0
1 000	1 250	- 350 - 416	- 195 - 261	- 98 - 164	— —	- 28 - 94	— —	0 - 66	0 - 105	0 - 165	0 - 260	0 - 420	—	± 33,0
1 250	1 600	- 390 - 468	- 220 - 298	- 110 - 188	— —	- 30 - 108	— —	0 - 78	0 - 125	0 - 195	0 - 310	0 - 500	—	± 39,0
1 600	2 000	- 430 - 522	- 240 - 332	- 120 - 212	— —	- 32 - 124	— —	0 - 92	0 - 150	0 - 230	0 - 370	0 - 600	—	± 46,0

Unité : μm

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Diamètres (mm)	
												A partir de à (inclus)	
+ 3	+ 6	+ 8	+ 6	+ 9	+13	+ 9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23	+ 27	3	6
- 2	- 2	- 4	+ 1	+ 1	+ 1	+ 4	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 15		
+ 4	+ 7	+10	+ 7	+10	+16	+12	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28	+ 34	6	10
- 2	- 2	- 5	+ 1	+ 1	+ 1	+ 6	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 19		
+ 5	+ 8	+12	+ 9	+12	+19	+15	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34	+ 41	10	18
- 3	- 3	- 6	+ 1	+ 1	+ 1	+ 7	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 23		
+ 5	+ 9	+13	+11	+15	+23	+17	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41	+ 49	18	30
- 4	- 4	- 8	+ 2	+ 2	+ 2	+ 8	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 28		
+ 6	+11	+15	+13	+18	+27	+20	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50	+ 59	30	50
- 5	- 5	-10	+ 2	+ 2	+ 2	+ 9	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 34		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 60	+ 71	50	65
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 41		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 62	+ 73	65	80
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 43	+ 43		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73	+ 86	80	100
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 51		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 76	+ 89	100	120
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 54	+ 54		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 88	+103	120	140
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 63		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 90	+105	140	160
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 65	+ 65		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 93	+108	160	180
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 68	+ 68		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+106	+123	180	200
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 77	+ 77		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+109	+126	200	225
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 80	+ 80		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+113	+130	225	250
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 84	+ 84		
+ 7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+126	+146	250	280
-16	-16	-26	+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 94		
+ 7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+130	+150	280	315
-16	-16	-26	+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 98	+ 98		
+ 7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+144	+165	315	355
-18	-18	-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+108	+108		
+ 7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+150	+171	355	400
-18	-18	-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+114	+114		
+ 7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+ 63	+ 80	+108	+166	+189	400	450
-20	-20	-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+126	+126		
+ 7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+ 63	+ 80	+108	+172	+195	450	500
-20	-20	-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+132	+132		
—	—	—	—	+44	+70	—	+ 70	+ 88	+122	+194	+220	500	560
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+150	+150		
—	—	—	—	+44	+70	—	+ 70	+ 88	+122	+199	+225	560	630
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+155	+155		
—	—	—	—	+50	+80	—	+ 80	+100	+138	+225	+255	630	710
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+175	+175		
—	—	—	—	+50	+80	—	+ 80	+100	+138	+235	+265	710	800
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+185	+185		
—	—	—	—	+56	+90	—	+ 90	+112	+156	+266	+300	800	900
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+210	+210		
—	—	—	—	+56	+90	—	+ 90	+112	+156	+276	+310	900	1 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+220	+220		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+316	+355	1 000	1 120
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+250	+250		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+326	+365	1 120	1 250
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+260	+260		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+378	+425	1 250	1 400
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+300	+300		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+408	+455	1 400	1 600
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+330	+330		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+462	+520	1 600	1 800
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+492	+550		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+492	+550	1 800	2 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+400	+400		

APPENDICES

Tolérances pour les Diamètres d'Alésages des Logements

Diamètres (mm)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
A partir de à (inclus)													
10	18	+ 43 + 32	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 6 - 5	+ 10 - 8	± 5,5	± 9,0
18	30	+ 53 + 40	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 8 - 5	+ 12 - 9	± 6,5	± 10,5
30	50	+ 66 + 50	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+ 10 - 6	+ 14 - 11	± 8,0	± 12,5
50	80	+ 79 + 60	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+ 13 - 6	+ 18 - 12	± 9,5	± 15,0
80	120	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+ 16 - 6	+ 22 - 13	± 11,0	± 17,5
120	180	+110 + 85	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+ 18 - 7	+ 26 - 14	± 12,5	± 20,0
180	250	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+ 22 - 7	+ 30 - 16	± 14,5	± 23,0
250	315	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+ 25 - 7	+ 36 - 16	± 16,0	± 26,0
315	400	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+ 29 - 7	+ 39 - 18	± 18,0	± 28,5
400	500	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+ 33 - 7	+ 43 - 20	± 20,0	± 31,5
500	630	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	—	—	± 22,0	± 35,0
630	800	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	—	—	± 25,0	± 40,0
800	1 000	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	—	—	± 28,0	± 45,0
1 000	1 250	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	—	—	± 33,0	± 52,5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	—	—	± 39,0	± 62,5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	—	—	± 46,0	± 75,0
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	—	—	± 55,0	± 87,5

Unité : μm

K5			K6			K7			M5			M6			M7			N5			N6			N7			P6		P7		Diamètres (mm)	
																													A partir de		à (inclus)	
+ 2	+ 2	+ 6	- 6	- 9	- 12	- 4	- 4	0	- 12	- 15	- 18	- 5	- 4	0	- 17	- 20	- 23	- 9	- 9	- 5	- 15	- 11	- 26	- 29	10	18						
+ 1	+ 2	+ 6	- 8	- 11	- 15	- 5	- 4	0	- 14	- 17	- 21	- 21	- 21	- 21	- 24	- 28	- 31	- 12	- 11	- 7	- 18	- 14	- 31	- 35	18	30						
+ 2	+ 3	+ 7	- 9	- 13	- 18	- 5	- 4	0	- 16	- 20	- 25	- 24	- 24	- 24	- 28	- 33	- 37	- 13	- 12	- 8	- 21	- 17	- 37	- 42	30	50						
+ 3	+ 4	+ 9	- 10	- 15	- 21	- 6	- 5	0	- 19	- 24	- 30	- 28	- 28	- 28	- 33	- 39	- 45	- 15	- 14	- 9	- 26	- 21	- 45	- 51	50	80						
+ 2	+ 4	+ 10	- 13	- 18	- 25	- 8	- 6	0	- 23	- 28	- 35	- 33	- 33	- 33	- 38	- 45	- 52	- 18	- 16	- 10	- 30	- 24	- 52	- 59	80	120						
+ 3	+ 4	+ 12	- 15	- 21	- 28	- 9	- 8	0	- 27	- 33	- 40	- 39	- 39	- 39	- 45	- 52	- 61	- 21	- 20	- 12	- 36	- 28	- 61	- 68	120	180						
+ 2	+ 5	+ 13	- 18	- 24	- 33	- 11	- 8	0	- 31	- 37	- 46	- 45	- 45	- 45	- 51	- 60	- 70	- 25	- 22	- 14	- 41	- 33	- 70	- 79	180	250						
+ 3	+ 5	+ 16	- 20	- 27	- 36	- 13	- 9	0	- 36	- 41	- 52	- 50	- 50	- 50	- 57	- 66	- 79	- 27	- 25	- 14	- 47	- 36	- 79	- 88	250	315						
+ 3	+ 7	+ 17	- 22	- 29	- 40	- 14	- 10	0	- 39	- 46	- 57	- 55	- 55	- 55	- 62	- 73	- 87	- 30	- 26	- 16	- 51	- 41	- 87	- 98	315	400						
+ 2	+ 8	+ 18	- 25	- 32	- 45	- 16	- 10	0	- 43	- 50	- 63	- 60	- 60	- 60	- 67	- 80	- 95	- 33	- 27	- 17	- 55	- 45	- 95	- 108	400	500						
—	0	0	—	—	—	—	- 26	- 26	—	—	—	—	—	—	- 44	- 44	—	—	—	—	- 78	- 78	—	—	500	630						
—	0	0	—	—	—	—	- 30	- 30	—	—	—	—	—	—	- 88	- 114	—	—	—	—	- 122	- 148	—	—								
—	0	0	—	—	—	—	- 30	- 30	—	—	—	—	—	—	- 50	- 50	—	—	—	—	- 88	- 88	—	—	630	800						
—	0	0	—	—	—	—	- 34	- 34	—	—	—	—	—	—	- 56	- 56	—	—	—	—	- 100	- 100	—	—	800	1 000						
—	0	0	—	—	—	—	- 40	- 40	—	—	—	—	—	—	- 66	- 66	—	—	—	—	- 120	- 120	—	—	1 000	1 250						
—	0	0	—	—	—	—	- 48	- 48	—	—	—	—	—	—	- 78	- 78	—	—	—	—	- 140	- 140	—	—	1 250	1 600						
—	0	0	—	—	—	—	- 48	- 48	—	—	—	—	—	—	- 156	- 203	—	—	—	—	- 218	- 265	—	—								
—	0	0	—	—	—	—	- 58	- 58	—	—	—	—	—	—	- 92	- 92	—	—	—	—	- 170	- 170	—	—	1 600	2 000						
—	0	0	—	—	—	—	- 68	- 68	—	—	—	—	—	—	- 110	- 110	—	—	—	—	- 195	- 195	—	—	2 000	2 500						
—	0	0	—	—	—	—	- 68	- 68	—	—	—	—	—	—	- 110	- 110	—	—	—	—	- 195	- 195	—	—	2 000	2 500						
—	0	0	—	—	—	—	- 175	- 175	—	—	—	—	—	—	- 220	- 285	—	—	—	—	- 305	- 370	—	—								

APPENDICES

Valeurs des Tolérances Fondamentales IT

Dimension Nominale (mm)	Qualité								
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
A partir de à (inclus)	Tolérances (μm)								
— 3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25
3 6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30
6 10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36
10 18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43
18 30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	5,
30 50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62
50 80	2	3,0	5	8	13	19	30	46	74
80 120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87
120 180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100
180 250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115
250 315	6	8	12	16	23	32	52	81	130
315 400	7	9	13	18	25	36	57	89	140
400 500	8	10	15	20	27	40	63	97	155
500 630	9	11	16	22	30	44	70	110	175
630 800	10	13	18	25	35	50	80	125	200
800 1 000	11	15	21	29	40	56	90	140	230
1 000 1 250	13	18	24	34	46	66	105	165	260
1 250 1 600	15	21	29	40	54	78	125	195	310
1 600 2 000	18	25	35	48	65	92	150	230	370
2 000 2 500	22	30	41	57	77	110	175	280	440
2 500 3 150	26	36	50	69	93	135	210	330	540

- Remarques 1. Les catégories standard de tolérance IT14 à IT18 ne doivent pas être employées pour des tailles de base inférieures ou égales à 1mm.
2. Les valeurs pour les catégories standard de tolérance IT1 à IT5 pour des tailles de base supérieures à 500mm sont données à titre expérimental.

Qualité									Dimension Nominale (mm)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
Tolérances (μm)									A partir de	à (inclus)
40	60	100	140	260	400	600	1 000	1 400	—	3
48	75	120	180	300	480	750	1 200	1 800	3	6
58	90	150	220	360	580	900	1 500	2 200	6	10
70	110	180	270	430	700	1 100	1 800	2 700	10	18
84	130	210	330	520	840	1 300	2 100	3 300	18	30
100	160	250	390	620	1 000	1 600	2 500	3 900	30	50
120	190	300	460	740	1 200	1 900	3 000	4 600	50	80
140	220	350	540	870	1 400	2 200	3 500	5 400	80	120
160	250	400	630	1 000	1 600	2 500	4 000	6 300	120	180
185	290	460	720	1 150	1 850	2 900	4 600	7 200	180	250
210	320	520	810	1 300	2 100	3 200	5 200	8 100	250	315
230	360	570	890	1 400	2 300	3 600	5 700	8 900	315	400
250	400	630	970	1 550	2 500	4 000	6 300	9 700	400	500
280	440	700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000	500	630
320	500	800	1 250	2 000	3 200	5 000	8 000	12 500	630	800
360	560	900	1 400	2 300	3 600	5 600	9 000	14 000	800	1 000
420	660	1 050	1 650	2 600	4 200	6 600	10 500	16 500	1 000	1 250
500	780	1 250	1 950	3 100	5 000	7 800	12 500	19 500	1 250	1 600
600	920	1 500	2 300	3 700	6 000	9 200	15 000	23 000	1 600	2 000
700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000	17 500	28 000	2 000	2 500
860	1 350	2 100	3 300	5 400	8 600	13 500	21 000	33 000	2 500	3 150

APPENDICES

Table de Conversion de Dureté (Référence)

Dureté Rockwell Echelle C (1471N)	Dureté Vickers	Dureté Brinell		Dureté Rockwell		Dureté au rebondissement
		Bille Standard	Bille au Carbure de Tungstène	Echelle A Charge 588,4N avec cône diamant	Echelle B Charge 980,7N Bille 1,588mm	
68	940	—	—	85,6	—	97
67	900	—	—	85,0	—	95
66	865	—	—	84,5	—	92
65	832	—	739	83,9	—	91
64	800	—	722	83,4	—	88
63	772	—	705	82,8	—	87
62	746	—	688	82,3	—	85
61	720	—	670	81,8	—	83
60	697	—	654	81,2	—	81
59	674	—	634	80,7	—	80
58	653	—	615	80,1	—	78
57	633	—	595	79,6	—	76
56	613	—	577	79,0	—	75
55	595	—	560	78,5	—	74
54	577	—	543	78,0	—	72
53	560	—	525	77,4	—	71
52	544	500	512	76,8	—	69
51	528	487	496	76,3	—	68
50	513	475	481	75,9	—	67
49	498	464	469	75,2	—	66
48	484	451	455	74,7	—	64
47	471	442	443	74,1	—	63
46	458	432	432	73,6	—	62
45	446	421	421	73,1	—	60
44	434	409	409	72,5	—	58
43	423	400	400	72,0	—	57
42	412	390	390	71,5	—	56
41	402	381	381	70,9	—	55
40	392	371	371	70,4	—	54
39	382	362	362	69,9	—	52
38	372	353	353	69,4	—	51
37	363	344	344	68,9	—	50
36	354	336	336	68,4	(109,0)	49
35	345	327	327	67,9	(108,5)	48
34	336	319	319	67,4	(108,0)	47
33	327	311	311	66,8	(107,5)	46
32	318	301	301	66,3	(107,0)	44
31	310	294	294	65,8	(106,0)	43
30	302	286	286	65,3	(105,5)	42
29	294	279	279	64,7	(104,5)	41
28	286	271	271	64,3	(104,0)	41
27	279	264	264	63,8	(103,0)	40
26	272	258	258	63,3	(102,5)	38
25	266	253	253	62,8	(101,5)	38
24	260	247	247	62,4	(101,0)	37
23	254	243	243	62,0	100,0	36
22	248	237	237	61,5	99,0	35
21	243	231	231	61,0	98,5	35
20	238	226	226	60,5	97,8	34
(18)	230	219	219	—	96,7	33
(16)	222	212	212	—	95,5	32
(14)	213	203	203	—	93,9	31
(12)	204	194	194	—	92,3	29
(10)	196	187	187	—	90,7	28
(8)	188	179	179	—	89,5	27
(6)	180	171	171	—	87,1	26
(4)	173	165	165	—	85,5	25
(2)	166	158	158	—	83,5	24
(0)	160	152	152	—	81,7	24

Propriétés Physiques et Mécaniques des Matériaux

Application	Code matériau	Traitement thermique	Densité g/cm ³	Chaleur spécifique KJ/(kg·K)	Conductivité thermique W/(m·K)	Résistance électrique $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	Coefficient de dilatation linéaire $(\text{E} \sim 100) \times 10^{-6}/\text{C}$	Module de Young MPa	Point de flUAGE MPa	Résistance à la traction MPa	Elongation %	Dureté HB	Remarques	
Résistant	SUJ2	Trempe et revenu	7,83	0,47	46	22	12,5	208 000	1 370	1 570 ~1 960	Max. 0,5	650 ~740	Acier à roulement - type 2 - au chrome avec haute teneur en carbone	
	SUJ2	Recuit de globulisation	7,86						420	647	27	180		
	SCr420	Trempe et revenu à basse température	7,83		48	21	12,8		882	1 225	15	370	Acier au chrome	
	SAE4320 (SNCM420)	Trempe et revenu à basse température			44	20	11,7		902	1 009	16	**293 ~375	Acier Nickel-Chrome-Molybdène	
	SNCM815	Trempe et revenu à basse température	7,89		40	35	—		—	Min. *1 080	Min. *12	*311 ~375	Acier Nickel-Chrome-Molybdène	
	SUS440C	Trempe et revenu à basse température	7,68	7,86	0,46	24	60	206 000	1 860	1 960	—	**580	Acier Martensitaire inoxydable	
	SPCC	Recuit	0,47		59	15	—		Min. *275	Min. *32	—	Acier laminé à froid		
	S25C	Recuit	0,48		50	17	323		431	33	120	Acier au Carbone pour usage machine		
	HB _c 1		8,50		0,38	123	6,2		103 000	—	Min. *431	Min. *20	—	Pièce coulée en Laiton haute résistance

Notes : *Valeur à la norme JIS ou norme de référence.

**La dureté est habituellement exprimée en utilisant l'échelle C Rockwell, mais pour la comparaison, elle est convertie en dureté Brinell. Référence Les limites proportionnelles des aciers SUJ2 et Scr420 sont de 833 MPa (85 kgf/mm²) et de 440 MPa (45 kgf/mm²) respectivement.

APPENDICES

Application	Code matériau	Traitement thermique	Densité g/cm ³	Chaleur spécifique KJ/(kg·K)	Conductivité thermique W/(m·K)	Résistance électrique $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	Coefficient de dilatation linéaire $(\text{C}^{-1}) \times 10^{-6}/\text{K}$	Module de Young MPa	Point de fluage MPa	Résistance à la traction MPa	Elongation %	Dureté HB	Remarques
A r b r e	S45C	Trempe et revenu à 650°C	7,83	0,48	47	18	12,8	207 000	440	735	25	217	Acier au Carbone pour structure machine
	SCr430	Trempe et revenu à 520-620°C				22	12,5	208 000	Min. *637	Min. *784	Min. *18	*229 ~293	Acier au Chrome
	SCr440	Trempe et revenu à 520-620°C			45	23			Min. *784	Min. *930	Min. *13	*269 ~331	Acier au Chrome
	SCM420	Trempe et revenu à 150-200°C			48	21	12,8		—	Min. *930	Min. *14	*262 ~352	Acier au Chrome-Molybdène
	SNCM439	Trempe et revenu à 650°C			38	30	11,3	207 000	920	1 030	18	320	Acier Nickel-Chrome-Molybdène
	SC46	Normalisé			—	—	—	206 000	294	520	27	143	Acier à basse teneur en Carbone
L o g e m e n t	SUS420J2	Refroidissement à l'huile à 1038°C à l'air à 400°C	7,75	0,46	22	55	10,4	200 000	1 440	1 650	10	400	Acier Martensitique inoxydable
	FC200	N/A	7,30	0,50	43	—		98 000	—	Min. *200	—	Max. *217	Fonte grise
	FCD400	N/A	7,00	0,48	20	—	11,7		Min. *250	Min. *400	Min. *12	Max. *201	Fonte ductile
	A1100	Recuit	2,69	0,90	222	3,0	23,7	70 000	34	78	35	—	Aluminium léger
	AC4C	N/A	2,68	0,88	151	4,2	21,5	72 000	88	167	7	—	Alliage Aluminium pour moulage à cire perdue
	ADC10	N/A	2,74	0,96	96	7,5	22,0	71 000	167	323	4	—	Alliage Aluminium pour moulage sous pression
S u p p l i e r	SUS304	Recuit	8,03	0,50	15	72	15,7~16,8	193 000	245	588	60	150	Acier Austénitique inoxydable

Notes : *Valeur à la norme JIS ou norme de référence.

**La dureté est habituellement exprimée en utilisant l'échelle C Rockwell, mais pour la comparaison, elle est convertie en dureté Brinell.

Référence Les limites proportionnelles des aciers SUJ2 et Scr420 sont de 833 MPa (85 kgf/mm²) et de 440 MPa (45 kgf/mm²) respectivement.

Formulaire de Demande de Spécifications

Pour déterminer les roulements adaptés à votre application, entrez en contact avec NSK après avoir rempli ce formulaire :

Demande de spécifications concernant des roulements de précision

Entreprise _____

● Conditions de fonctionnement Type de machine [Centre d'usinage, Tour, Rectifieuse, Moteur, Autres ()]

Modèle _____

Position de roulement [Axe de broche principale, Support de vis à billes] [Palier fixe, Palier libre]

Position broche principale [Vertical, Horizontal, Autre ()]

Type de roulement Entourer toute l'application SVP.

Roulement à billes à contact oblique [Séries Standard, séries ROBUST BNR, séries ROBUST BER,] [séries ROBUST BGR]

Roulement à rouleaux cylindriques Butée à billes à contact oblique [Roulement simple rangée de rouleaux, Ultra haute vitesse] [séries ROBUST Double rangée de rouleaux cylindriques] [Séries TAC, séries ROBUST BAR, séries ROBUST BTR]

Roulement à billes à gorges profondes Roulement à billes support de vis à billes [Roulement à billes à gorges profondes Haute précision pour moteur] [Pour machine-outil, pour machine électrique de moulage à injection]

Combinaison [DB · DBD · DBB · DF · DFD · DFF · Autre ()]

Référence roulement NSK _____

Autre référence Fabricant _____

Alésage _____ mm Diamètre extérieur _____ mm Largeur totale _____ mm

Largeur bague ext. _____ mm Largeur bague int. _____ mm Classe de précision _____

Jeu _____

● Charges

Vitesse de rotation _____ min-1 Charge radiale _____ N Charge axiale _____ N

Moment _____ N · mm Force de déblocage _____ N

● Arbre et Logement

Tolérance de l'arbre _____ Tolérance du logement _____ Diamètre extérieur du logement _____ mm

Matériau de l'arbre _____ Matériau du logement _____ Diamètre alésage de l'arbre creux _____ mm

Mode d'entraînement _____ Méthode de refroidissement _____ Type de précharge _____
(Refroidissement bague Ext.: Oui, Non) (Précharge fixe ou constante)

Longueur entretoise _____ mm Température ambiante _____ °C

● Valeurs requises

Rigidité _____ N/um Précharge _____ N Durée de vie _____ heures

● Commentaires

Indiquer ici toute demande particulière, questions, ou commentaires :

Pièces jointes : (Oui) (Non)

Table de Conversion de l'Ancienne et Nouvelle Désignation NSK

Roulements	Nouvelle Ref.	Ancienne Ref.	Remarques
Roulements à Billes à Contact Oblique de Haute Précision	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN : Cage Polyamide PA46 centrée sur les billes
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	TY : Cage Polyamide PA66 centrée sur les billes
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	EL ← C2, L ← C7
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	M ← C8, H ← C9
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	
	70xxA5TYN	70xxA5TY	TYN : Cage Polyamide PA46 centrée sur les billes
	72xxA5TYN	72xxA5TY	TY : Cage Polyamide PA66 centrée sur les billes
	xxBNR19STYN	xxBNC19TY	
	xxBNR10STYN	xxBNC10TY	TYN : Cage Polyamide PA46 centrée sur les billes TY : Cage Polyamide PA66 centrée sur les billes
Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Vitesse	xxBNR19HTYN	xxBNC19SN24TY	
	xxBNR10HTYN	xxBNC10SN24TY	
Roulements à Billes à Contact Oblique Ultra Haute Précision	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR : Type non-séparable BNT : Type séparable
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
Roulements à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques	NN30xxTB	NN30xxT	TB : Cage résine PPS centrée sur les rouleaux TP : Cage résine PEEK guidée sur la bague ext. T : Cage Polyamide PA66 centrée sur les rouleaux
Rits à Double Rangée de Rouleaux Cylindriques Ultra Haute Vitesse	N10xxRSTP	N10xxBT	
Butées à Billes à Contact Oblique Haute Vitesse	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN : Cage Polyamide PA46 centrée sur les billes
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	TY : Cage Polyamide PA46 centrée sur les billes

Au cas où une nouvelle référence ne figurera pas dans votre conversion, entrez en contact avec NSK.

Comment Mesurer le Jeu Axial d'une Combinaison de Roulements à Contact Oblique

Dans le cas d'une combinaison DB :

Placer la paire de roulements sans entretoise intérieure sur un support, comme montré ci-dessous.

Mettre le poids de mesure sur la bague intérieure. Régler la jauge sur zéro.

Placer la paire de roulements sans l'entretoise extérieure sur un support (voir ci-dessous).

Mettre le poids de mesure sur la bague intérieure. Lire la mesure de la jauge. Cette valeur représente le jeu axial.

NB : Si la valeur est positive, il y a un jeu axial. Si la valeur est négative, il y a une pré-charge.

Dans le cas d'une combinaison DF :

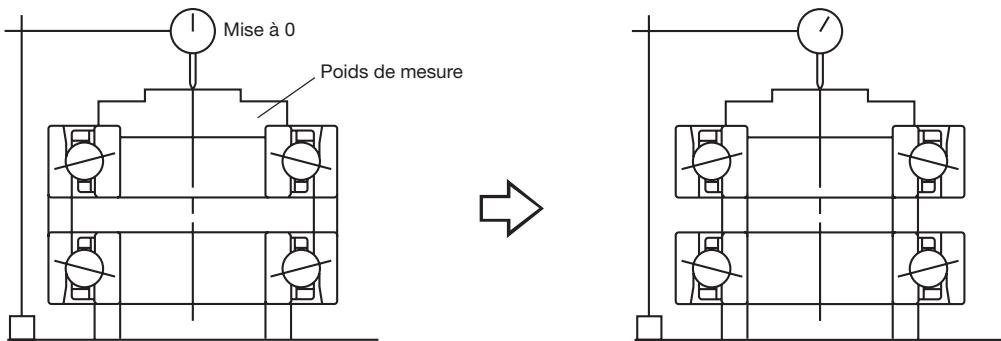
Répéter la procédure ci-dessus, mais l'entretoise et le support devront être dans la position inverse (voir schéma ci-dessous).

Si vous mesurez une rangée, le jeu axial de deux rangées sera obtenu en additionnant les valeurs de chaque rangée.

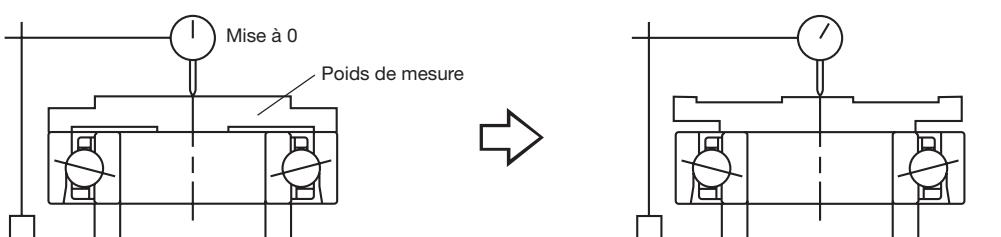
Se référer à la page 137, schéma 4.1 pour calculer l'entretoise.

Combinaison DB

2 rangées

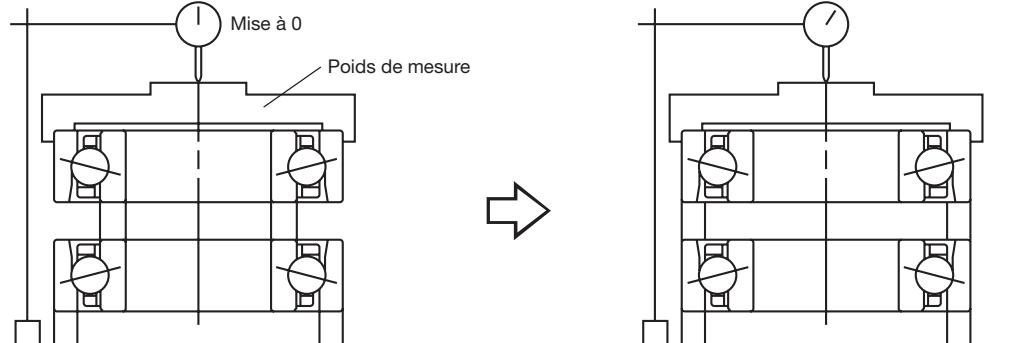


1 rangée

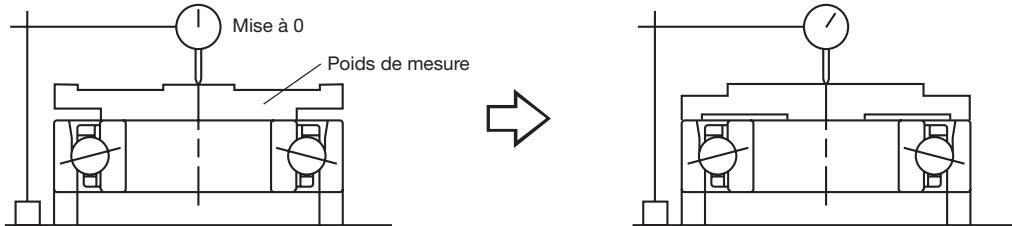


Combinaison DF

2 rangées



1 rangée



Worldwide Sales Offices and Manufacturing Plants

NSK LTD.—HEADQUARTERS, TOKYO, JAPAN www.nsk.com
OVERSEAS OS Nissei Bldg. 6-9, Ohsaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan
DEPARTMENT P: 03-3779-7690 F: 03-3779-7433 C: 81
ASIA BUSINESS STRATEGIC Nissei Bldg. 6-3, Ohsaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan
DIVISION/HEADQUARTERS P: 03-3779-7121 F: 03-3779-7433 C: 81

Africa

South Africa:

NSK SOUTH AFRICA (PTY) LTD.
JOHANNESBURG 25 Galaxy Avenue, Linbro Business Park, Sandton, 2146, Gauteng,
P.O. Box 1157, Kelvin, 2054 South Africa
P: (011) 458 3600 F: (011) 458 3608 C: 27

Asia and Oceania

Australia:

NSK AUSTRALIA PTY. LTD. www.nskaustralia.com.au
MELBOURNE 11 Dalmore Drive, Scoresby, Victoria 3179, Australia
P: (03) 9764-8302 F: (03) 9764-8304 C: 61
SYDNEY Unit 1, Riverside Centre, 24-28 River Road West, Parramatta, N.S.W. 2150, Australia
P: 02-9893-8322 F: 02-9893-8406 C: 61
BRISBANE 91 Wellington Road, East Ipswich, Queensland 4169, Australia
P: 07-3394-1308 F: 07-3393-2300 C: 61
ADELAIDE 64 Greenhill Road, Wayville, South Australia 5034, Australia
P: 08-8373-4811 F: 08-8373-1053 C: 61
PERTH Unit 4, 36 Port Kembla Drive, Bibra Lake, Western Australia 6163, Australia
P: 089-434-1311 F: 089-434-1318 C: 61

China:

NSK HONG KONG LTD.
HONG KONG Room 512, Wing On Plaza, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Hong Kong
P: 2739-9933 F: 2739-9323 C: 852
KUNSHAN NSK CO., LTD.
KUNSHAN 258 South Huang Pu Jiang Rd Kunshan E&T Development Zone Jiang Su 215335, China
P: 0512-5771-5654 F: 0512-5771-5689 C: 86
GUIZHOU HS NSK BEARINGS CO., LTD.
ANSHUN Dongjiao, Anshun, Guizhou, 561000, China
P: 0853-3521505 F: 0853-3522722 C: 86
NSK (SHANGHAI) TRADING CO., LTD.
SHANGHAI Room 826, No.1 Ji Long Road, Wai Gao Qiao Free Trade Zone, Shanghai, China
P: 021-62099051 F: 021-62099053 C: 86
NSK REPRESENTATIVE OFFICE www.nsk.com.cn
BEIJING Room 1001, Beijing Fortune Bldg., 5 Dong San Huan Bei Lu,
Chai Yang District, Beijing 100048, China
P: 010-65900161 F: 010-65900166 C: 86
SHANGHAI Room 1005, Shanghai International Trade Center 2200 Yan An Road (w.),
Shanghai, 200336, China
P: 21-6209-9051 F: 21-6209-9053 C: 86
GUANGZHOU Room 2701-02, Guangzhou International Electronics Tower 403,
Huan Shi Rd East, Guangzhou 510095, China
P: 020-8732-0582 F: 020-8732-0574 C: 86
ANSHUN Dongjiao, Anshun, Guizhou, 561000, China
P: 0853-3522522 F: 0853-3522552 C: 86
NSK (CHINA) INVESTMENT CO., LTD.
SHANGHAI Room 1007, Shanghai International Trade Center 2200 Yan An Road (W) Shanghai, 200336, China
P: 021-62099051 F: 021-62099053 C: 86

India:

RANE NASTECH LTD.
CHENNAI 14, Rajagopal Salai, Vallanchery Guduvancherry, Pin-603 202, India
P: 044-2433-4732 044-2434-3036, 3067 F: 044-2433-4733 C: 91
NSK REPRESENTATIVE OFFICE
CHENNAI 24, First Street, Centurion Road, Chennai, 600 018, India
P: 044-2433-4732, 044-2434-3066, 3067 F: 044-2433-4733 C: 91

Indonesia:

PT. NSK BEARINGS MANUFACTURING INDONESIA
JAKARTA PLANT Blok M-1, Kawasan Berikat, MM2100, Industrial Town, Cikarang Barat,
Bekasi 17520, Jawa Barat, Indonesia
P: 021-898-0155 F: 021-898-0156, 021-898-0183 C: 62

PT. NSK INDONESIA

JAKARTA Summittasit 6th Floor, Jl. Jend. Sudirman Kav, 61-62, Jakarta 12190 Indonesia
P: 021-252-3458 F: 021-252-3223 C: 62

Korea:

NSK KOREA CO., LTD. www.nsk.co.kr
SEOUL 9F (West Wing) Posco Center 892, Deachi 4 Dong Kangnam-Ku, Seoul, Korea
P: 02-3287-0300 F: 02-3287-0345, 0445 C: 82
CHANGWON 60, Songsan-Dong, Changwon, Kyungsangnam-Do, Korea
P: 055-285-9982 C: 82

Malaysia:

NSK BEARINGS (MALAYSIA) SDN. BHD.
KUALA LUMPUR 1001, Level 10, Uptown 2, 2 Jalan SS21/37, Damansara Uptown,
47400 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
P: 03-77223337 F: 03-77285543, 77287450 C: 60
PRAI 10, Lengkok Kikik 1, Taman Inderawasih, 13600 Prai, Penang, Malaysia
P: 04-39916763 F: 04-39918130 C: 60
JOHOR BAHRU Ground Floor, No. 27, Jalan Bakawali 50, Taman Johor Jaya,
81100 Johor Bahru, Johor, Malaysia
P: 07-35462800 F: 07-35462811 C: 60
KOTA KINABALU Lot 10, Lrg. Kurma 4, Likas Ind. Centre, 5 1/2 Miles, Jalan Tuaran,
88450 Inanam Sabah, Malaysia
P: 088-421260 F: 088-421261 C: 60

NSK MICRO PRECISION (M) SDN. BHD.
MALAYSIA PLANT No.43 Jalan Taming Dua, Taman Taming Jaya, 43300 Balakong, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
P: 03-961-6288 F: 03-961-6488 C: 60

New Zealand:

NSK NEW NEW ZEALAND LTD. www.nsk-rhp.co.nz
AUCKLAND 3 Te Apuna Place Mt. Wellington, Auckland, New Zealand
P: (09) 276-4992 F: (09) 276-4082 C: 64

Philippines:

NSK REPRESENTATIVE OFFICE
MANILA Unit 910, Philippine AXA Life Centre, 1286 Seno Gil Puyat Avenue,
Makati City 1200, Metro Manila, Philippines
P: 02-759-6246 F: 02-759-6249 C: 63

Singapore:

NSK INTERNATIONAL (SINGAPORE) PTE LTD.
SINGAPORE 2 Toh Guan Road East #02-02 Singapore 608837
P: (65) 6273 0357 F: (65) 6275 8937 C: 65

NSK SINGAPORE (PTE) LTD.
SINGAPORE 2 Toh Guan Road East #02-03 Singapore 608837
P: (65) 6278 1711 F: (65) 6273 0253 T: RS24058 C: 65

Taiwan:

TAIWAN NSK PRECISION CO., LTD.
TAIPEI 9th Fl., 34, Chung Shan N. Rd., Sec. 3, Taipei, Taiwan R.O.C.
P: 02-2591-0656 F: 02-2597-3101 C: 886
TAICHUNG 107-6, Sec. 2, Wenxu Rd., Taichung, Taiwan R.O.C.
P: 04-2311-7978 F: 04-2311-2627 C: 886

Thailand:

NSK BEARINGS (THAILAND) CO., LTD.
BANGKOK 25th Floor RS Tower, 12/16-77 Rachadaphisek Road, Dindaeng, Bangkok 10320, Thailand
P: 02-6412150-58 F: 02-6412161 C: 66

NSK BEARINGS MANUFACTURING (THAILAND) CO., LTD.
CHONBURI 700/43 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate T. Donhualor,
A. Mungchongkhan Chonburi 20000 Thailand
P: 038-450101-454016 F: (038) 450417, 454020 C: 66

SIAM NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.
CHACHOENGSAO 90 Moo 4, Wat Phra Industrial Estate, Km. 36 Bangna-Trad Road, Bangwao,
Bangpakong, Chachoengsao 24190, Thailand
P: (038) 522-343-350 F: 038-522-351 C: 66

Europe

NSK LTD.—EUROPE LTD. (EUROPEAN HEADQUARTERS) www.eu.nsk.com
MAIDENHEAD, UK Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB U.K.
P: 01628-509800 F: 01628-509808 C: 44

France:

NSK FRANCE S.A.S.
PARIS Quartier de l'Europe, 2 Rue Georges Guynemer, 78283 Guyancourt Cedex, France
P: 01 30 57 39 39 F: 01 30 57 00 01 C: 33

Germany:

NSK DEUTSCHLAND GMBH
DÜSSELDORF Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany
P: 02102-481-0 F: 02102-481-2290 C: 49

STUTTGART

Sielminger Str. 65, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany
P: 0711-79082-0 F: 0711-79082-289 C: 49

NSK PRECISION EUROPE GMBH

Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany
P: 02102-481-0 F: 02102-481-2290 C: 49

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.

Stielminger Strasse 65 D-70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany
P: 0711-79082-277 F: 0711-79082-289 C: 49

NEUWEG FERTIGUNG GMBH

Corporate Ehinger Strasse 5, D-89593 Munderkingen, Germany
Office/Plant P: 07393-540 F: 07393-3732 C: 49

Italy:

NSK ITALIA S.P.A.

MILANO Via Garibaldi, 215 20024 Garbagnate Milanese (MI), Italy
P: 02-99-5-15-9 F: 02-990-25-778, 02-990-28-373 C: 39

INDUSTRIA CUSCINETTI SPA

TOIRNO Via Girotta 4, 10080, S. Benigno C. se, Torino, Italy
P: 0119824811 F: 0119880284 C: 39

Netherlands:

NSK EUROPEAN DISTRIBUTION CENTRE B.V.

De Kroonstraat 38, 5048 AP Tilburg, Nederland
P: 013-4647647 F: 013-4647648 C: 31

Poland:

NSK EUROPE LTD., WARSAW LIAISON OFFICE

WARSAW LIAISON Przedwietlisko w Warszawie, ul. Migdalowa 4 lok. 73, 02-796 Warsaw, Poland
OFFICE P: 022-645-1525, 1526 F: 022-645-1529 C: 48

NSK ISKRA S.A.

CORPORATE UL, Warszawska 146, 25-734 Kielce, Poland
OFFICE/PLANT P: 041-330-3807 F: 041-330-3830 C: 48

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTER, POLAND OFFICE

UL, Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-366-5812 F: 041-366-5206 C: 48

Spain:

NSK SPAIN S.A.

BARCELONA C/ Tarragona, 161 Cuelpo Bajo, 2A Planta, 08014 Barcelona, Spain
P: 093-289-2763 F: 093-433-5776 C: 34

Turkey:

NSK BEARINGS MIDDLE EAST TRADING CO., LTD.

ISTANBUL Yali Mahallesi, Fevzi Cakmak Caddesi, Caglar Apartman No.11/4, Maltepe 81530, Istanbul, Turkey
P: 0216-442-7106 F: 0216-305-5505 C: 90

United Kingdom:

NSK BEARINGS EUROPE LTD.

PETERLEE 3 Brindley Road, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2JD U.K.
PLANT P: 0191-586-6111 F: 0191-586-3482 C: 44

DARLINGTON Darlington North West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2PW U.K.
P: 0191-518-0300 F: 0191-518-0305 C: 44

NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K.
P: 01636-605123 F: 01636-642083 C: 44

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE

NEWARK, UK Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K.
P: 01636-605123 F: 01636-643241 C: 44

NSK UK LTD.

NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K.
P: 01636-605123 F: 01636-643050 C: 44

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.

CORPORATE Silverstone Drive, Rowley's Green, Coventry, CV6 6PA U.K.
OFFICE P: 024-76-58588 F: 024-76-58589 C: 44

PETERLEE 67 Duxford Drive, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2RL U.K.
PLANT P: 0191-518-6400 F: 0191-518-6421 C: 44

North and South America

NSK AMERICAS, INC. (AMERICAN HEADQUARTERS)

ANN ARBOR, USA 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

Argentina:

NSK ARGENTINA SRL

BUENOS AIRES Calle San Lorenzo, 4292-Munro-Buenos Aires-Argentina
P: 11-4762-6556 F: 11-4762-6466 C: 54

Brazil:

NSK BRASIL LTD.A. www.br.nsk.com

SÃO PAULO Rua Treze de Maio, 1633-14° andar-Bela Vista São Paulo-SP, Brazil 01327-905
P: 011-3269-4723 F: 011-3269-4720 C: 55

SUZANO PLANT

Av. Vereador João Batista Filippi, 66-Vila Mafuz Suzano-SP, Brazil 08685-000
P: 011-4741-2700 F: 011-4748-2355 C: 55

BELO HORIZONTE

Rua Cecília 1431-4° andar-Edifício 405-Funcionários Belo Horizonte-MG, Brazil 30150-311
P: 031-3274-1000 F: 031-3274-1000 C: 55

JOINVILLE

Rua Blumenau, 178-sala 9-0-Industria Joinville-SC, Brazil 89204-250

PORTO ALEGRE

P: 047-422-5445/433-3627 F: 047-422-2817 C: 55

RECIFE

Av. Cristóvão Colombo, 1694-2a-Floresta Porto Alegre-RS, Brazil 90560-001
P: 051-3222-1234/3346-7851 F: 051-3222-2599 C: 55

Av. Conselheiro Aguiar, 278-6a-andar-conj. 604-Baia Viagem Recife-PE, Brazil 51020-020

P: 081-3326-3781 F: 081-3326-5047 C: 55

Canada:

NSK CANADA INC. www.ca.nsk.com

HEAD OFFICE 558 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada
P: 905-890-0740 F: 905-890-0434 C: 1

MONTREAL

2150-32E Avenue, Lachine, Quebec H8T 3H7, Canada
P: 514-633-1220 F: 514-633-8164 C: 1

TORONTO

5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada
P: 905-890-0561 F: 905-890-1938 C: 1

EDMONTON

9204-101-1151 F: 604-294-1407 C: 1

VANCOUVER

3353 Wayburn Drive, Burnaby, British Columbia V5G 4L4, Canada
P: 604-294-1151 F: 604-294-1407 C: 1

Mexico:

NSK RODAMIENTOS MEXICANA, S.A. DE C.V. www.mx.nsk.com

MEXICO CITY Minas Palacio No.42-6, Col. San Antonio Zomeyucan, Naucalpan de Juarez, C.P. 53750, Estado de Mexico, Mexico
P: 55-301-2741, 55-301-3115, 55-301-4762 F: 55-301-2244, 55-301-2865 C: 52

United States of America:

NSK CORPORATION www.nsk-corp.com

[CORPORATE OFFICE] ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

[NSK AMERICAN TECHNICAL CENTER]

ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, MI 48105-2703
P: 734-913-7500 F: 734-913-7852 C: 1

[BRANCHES AND DISTRIBUTION CENTERS]

CERRITOS 13200 South St., Cerritos, California 90703, U.S.A.
P: 562-926-2975 F: 562-926-3553 C: 1

PLAINFIELD

1581 S. Perry Road, Plainfield, Indiana 46168, U.S.A.
P: 317-837-8378 F: 317-837-7207 C: 1

[PLANTS]

ANN ARBOR 5400 South State Road, Ann Arbor, Michigan 48108-9794, U.S.A.
P: 734-996-4404 F: 734-996-4707 C: 1

CLARINDA

1100 North First Street, Clarinda, Iowa 51632-1983, U.S.A.
P: 712-542-5172 F: 712-542-4905 C: 1

FRANKLIN

300 South Drive, Franklin, Indiana 46431-9660, U.S.A.
P: 317-788-5000 F: 317-788-5310 C: 1

LIBERTY

1112 East Kitchell Road, Liberty, Indiana 47353-8985, U.S.A.
P: 765 458-5000 F: 765 458-7832 C: 1

NSK PRECISION AM

Bureaux de Vente NSK – Europe, Moyen-Orient et Afrique

France

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Afrique du Sud

NSK South Africa (Pty) Ltd.
27 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

**Allemagne, Autriche,
Suisse, Benelux, Scandinavie**

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Espagne

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2^a Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 932 89 27 63
Fax +34 934 33 57 76
info-es@nsk.com

Italie

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Moyen-Orient

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8205
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Royaume-Uni

NSK UK LTD.
Northern Road, Newark,
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Russie

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office I 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Turquie

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Site NSK Europe : www.nskeurope.fr

Site NSK Monde : www.nsk.com

