

Butées à rotule sur rouleaux SKF

Pour des performances longue durée





La marque SKF acquiert une nouvelle dimension et apporte encore plus à ses clients.

Tout en continuant à s'imposer comme référence mondiale en matière de roulements haute qualité, SKF s'est progressivement orienté vers la fourniture de solutions complètes, en axant ses efforts sur les avancées technologiques, le support technique et les services, afin d'offrir une plus grande valeur ajoutée à ses clients.

Ces solutions sont conçues pour procurer au client des moyens d'optimiser sa productivité : outre des produits de pointe adaptés aux différentes applications, SKF propose désormais des outils performants de simulation et d'aide à la conception, des conseils, des programmes efficaces de maintenance des machines et les techniques les plus modernes de gestion des approvisionnements.

Aujourd'hui, la marque SKF représente bien plus qu'un simple gage de qualité en matière de roulements.

SKF – the knowledge engineering company

Sommaire

A Informations produits

- 3 Compensation des défauts d'alignement et reprise de charges radiales et axiales très élevées**
- 3 Quand les butées à rotule sur rouleaux sont supérieures
- 4 Les avantages des butées à rotule sur rouleaux SKF**
- 5 Les roulements SKF Explorer définissent de nouvelles références
- 6 Gamme inégale**
- 8 Butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer – pour des performances élevées**
- 10 Pour supporter des charges combinées élevées**

B Recommandations

- 12 Choix de la taille de la butée**
- 14 Conception des montages**
- 14 Montages de butées à rotule à simple effet
- 14 Montages de butées à rotule à double effet
- 16 Jeu axial et précharge
- 18 Montages de butées pour vitesses élevées
- 18 Montages de butées pour vitesses lentes
- 18 Rigidité
- 18 Conception des pièces adjacentes
- 19 Joints
- 20 Montages conventionnels**
- 20 Montages à simple effet
- 21 Montages à double effet
- 24 Lubrification et maintenance**
- 24 Lubrification à l'huile
- 26 Lubrification à la graisse
- 28 Maintenance

30 Montage et démontage

- 30 Montage
- 30 Démontage

32 Des services pour un partenariat durable

C Caractéristiques des butées

34 Caractéristiques des roulements – généralités

36 Tableau des produits

D Informations complémentaires

44 Produits SKF associés

46 SKF – the knowledge engineering company

Compensation des défauts d'alignement et reprise de charges radiales et axiales très élevées

Les butées à rotule sur rouleaux conviennent tout particulièrement aux applications lourdes avec des charges radiales et des charges axiales agissant simultanément. En plus de leur capacité d'auto-alignement, elles acceptent des vitesses élevées aussi bien que des vitesses faibles. Leur construction permet différents degrés de rigidité.

La polyvalence est une caractéristique importante des butées à rotule sur rouleaux qui permettent des gains d'espace et des conceptions fiables et rentables. Les pages suivantes proposent des explications détaillées sur ce type de butée et la manière de l'utiliser.

Quand les butées à rotule sur rouleaux sont supérieures

De par leur conception, les butées à rotule sur rouleaux sont les seules butées pouvant supporter des charges radiales en plus des charges axiales. Les butées à rotule sur rouleaux constituent ainsi la solution idéale des applications devant supporter des charges radiales élevées en plus des charges axiales agissant simultanément. Cette capacité à supporter les charges radiales et axiales permet des conceptions économiques et peu encombrantes offrant une grande rigidité avec des charges très fortes. En plus de ces avantages, les butées à rotule sur rouleaux sont aussi les seules butées insensibles à la flexion de l'arbre et aux défauts d'alignement de l'arbre.

Grâce à leur angle de contact, elles peuvent remplacer avec succès les roulements à rouleaux coniques dans un certain nombre d'applications.

Alignement automatique

Les butées à rotule sur rouleaux sont insensibles aux défauts d'alignement de l'arbre par rapport au logement. Résultat : un réglage facile et sans frottement dans pratiquement toutes les conditions de fonctionnement.

Supporte les charges combinées

La butée est conçue pour supporter de très fortes charges axiales dans un sens ou de très fortes charges radiales et axiales combinées.

Modèle démontable

La procédure de montage est facilitée car la butée est séparable en deux parties. La rondelle-arbre avec cage et rouleaux peut être montée séparément de la rondelle logement.



Les avantages des butées à rotule sur rouleaux SKF

Durée de service supérieure

Un fonctionnement régulier et sans problème et une durée de service accrue sont le résultat d'une conception intérieure qui garantit aux pistes et rouleaux un équilibre optimal entre pression de contact et frottement.

Les butées à rotule sur rouleaux SKF sont des solutions parfaitement éprouvées sur le terrain et font l'objet de recherches continues pour améliorer leurs performances. Parmi les plus récentes innovations, citons les butées SKF Explorer qui ouvrent de nouveaux horizons pour l'avenir.

Large plage de vitesses

Le frottement interne faible permet aux butées de fonctionner aussi bien à des vitesses très faibles que très élevées. Les vitesses de certaines butées peuvent être multipliées par trois par rapport à la vitesse de référence par l'ajout de certaines caractéristiques de conception. À la base, les performances de vitesse dépendent du montage de la butée, de l'application et des conditions de fonctionnement.

Conception robuste

Conçues spécialement pour les conditions de fonctionnement les plus rudes, les butées à rotule sur rouleaux SKF sont d'une fiabilité à toute épreuve. Ces butées fabriquées en acier traité thermiquement selon procédé

unique SKF Xbite possèdent d'excellentes propriétés de résistance à la rupture et à l'usure. L'acier traité thermiquement selon le procédé unique SKF Xbite offre de surcroît une stabilité dimensionnelle élevée jusqu'à 200 °C.

Supporte les charges combinées

Les butées à rotule sur rouleaux peuvent supporter des charges radiales jusqu'à 55 % de la charge axiale agissant simultanément. Ceci signifie qu'une butée à rotule sur rouleaux peut souvent être utilisée en lieu et place d'une combinaison d'un roulement radial et d'une butée séparée.

Avantages

- Montage plus compact
- Poids moins élevé du montage
- Montage plus économique

Excellence d'alignement

En fonction des conditions de fonctionnement et des séries de roulements, les butées à rotule sur rouleaux SKF tolèrent des défauts d'alignement allant jusqu'à 3 degrés entre l'arbre et le logement sans diminution de leurs performances.



Avantages

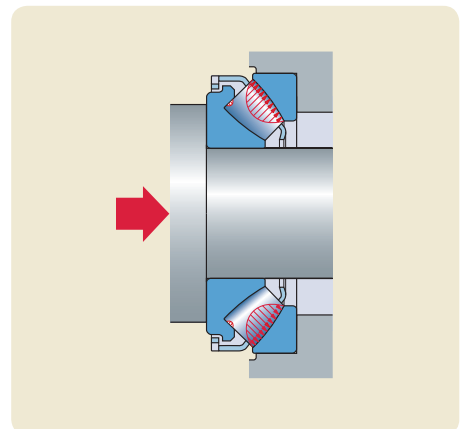
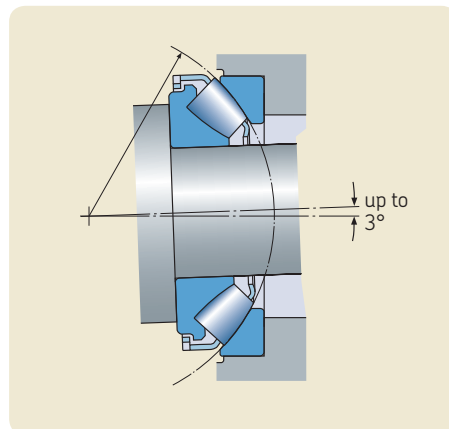
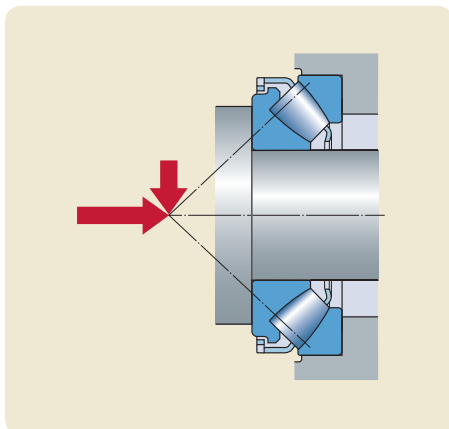
- Insensibles à certains défauts d'alignement de l'arbre
- Température de fonctionnement plus faible
- Longue durée de service
- Fiabilité élevée

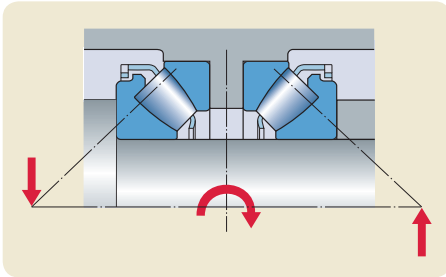
Supprime pratiquement les charges de bords

La capacité de charge extrêmement élevée et la quasi-disparition des charges de bord sont dues à l'optimisation de la relation entre les rouleaux et les pistes.

Avantages

- Longue durée de service
- Fiabilité élevée





Quand la rigidité compte

De par leur conception même, les butées à rotule sur rouleaux assurent un niveau de rigidité élevé. De plus, des rigidités momentanées élevées peuvent être atteintes quand deux butées à rotule sur rouleaux sont disposées en O (dos à dos). Ceci est dû à la distance élevée entre les centres de pression, là où les charges agissent.

Avantages

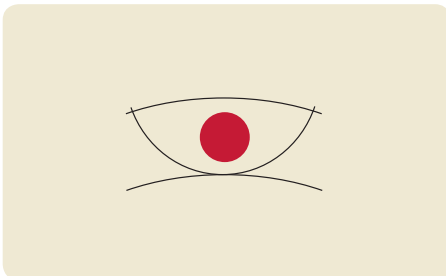
- Faible déformation des montages de butées pour charges axiales et radiales
- Faible déflexion des montages de butées pour contraintes de flexion
- Conception compacte

Moindre échauffement à vitesses élevées ...

Des contacts spéciaux d'extrémité de rouleau/épaulement des butées permettent de réduire les niveaux de contrainte et d'optimiser la formation instantanée d'un film lubrifiant. Le frottement réduit permet aux butées de beaucoup moins s'échauffer même dans des applications à grande vitesse.

... et frottement extrêmement faible à vitesses faibles

Le contact spécial d'extrémité de rouleau/épaulement est aussi très favorable aux performances à faible vitesse.



Avantages

- Haute productivité de la machine
- Fiabilité élevée
- Coûts de maintenance réduits au minimum
- Diminution de la consommation d'énergie

Cages aux performances élevées

Les butées à rotule sur rouleaux SKF sont conçues pour des conditions difficiles. Les robustes cages métalliques ont été développées pour profiter pleinement du lubrifiant dans les contacts de glissement même en cas de lubrification insuffisante.

Avantages

- Convient aussi bien aux applications à vitesses faibles qu'élevées
- Supporte les températures les plus élevées

Haute fiabilité opérationnelle

Une fiabilité opérationnelle élevée est essentielle à un fonctionnement sans souci et une durée de vie accrue. C'est pourquoi la fiabilité est une notion clé de la philosophie de conception de SKF. L'exemple le plus récent est la butée à rotule sur rouleaux SKF Explorer, la plus solide et la plus fiable butée à rotule sur rouleaux du marché.

Avantages

- Durée de service plus longue
- Coûts de maintenance inférieurs
- Allongement du temps de bon fonctionnement des machines

Les roulements SKF Explorer définissent de nouvelles références

Les butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer sont le résultat d'années de recherche intensive menée par une équipe internationale de scientifiques et ingénieurs SKF. Le butée SKF ainsi mise au point a établi un nouveau standard de performances. Elle assure une durée de service accrue et un fonctionnement plus régulier.

La désignation des butées à rotule sur rouleaux de la classe de performance des butées SKF Explorer est en bleu dans le tableau des produits.

• Acier

L'acier amélioré et ultra-propre garantit une durée de service accrue même en cas de charges plus élevées.

• Traitement thermique

Le traitement thermique unique SKF améliore de manière significative la résistance à la rupture et à l'usure.

• Fabrication

Des procédés de fabrication de haute précision permettent la production de butées au fonctionnement régulier et optimisent les effets du lubrifiant entre les surfaces de contact.

• Géométrie interne

Une micro-géométrie optimisée des contacts roulants permet une meilleure distribution des contraintes et une réduction des frottements.

Les butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer assurent des performances plus élevées pour une même taille comme indiqué en détails à partir de la **page 8**.



Gamme inégalée

La gamme standard des butées à rotule sur rouleaux SKF commence avec un diamètre d'alésage de 60 mm et va jusqu'à un alésage de 1 600 mm. Des dimensions supérieures sont disponibles sur demande.

Trois séries de butées pour une large gamme d'applications

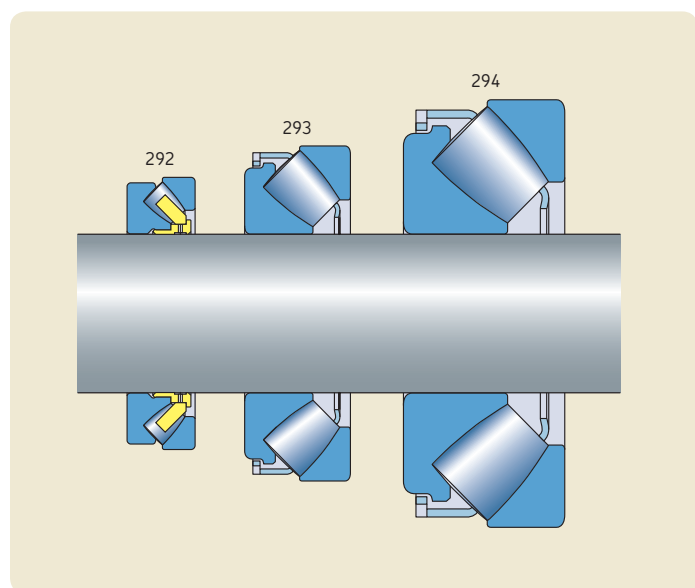
Les butées standard couvrent une large plage de dimensions dans trois séries dimensionnelles 292, 293 et 294 conformément à la norme ISO. Elles sont conformes à des critères de sélection rigoureux

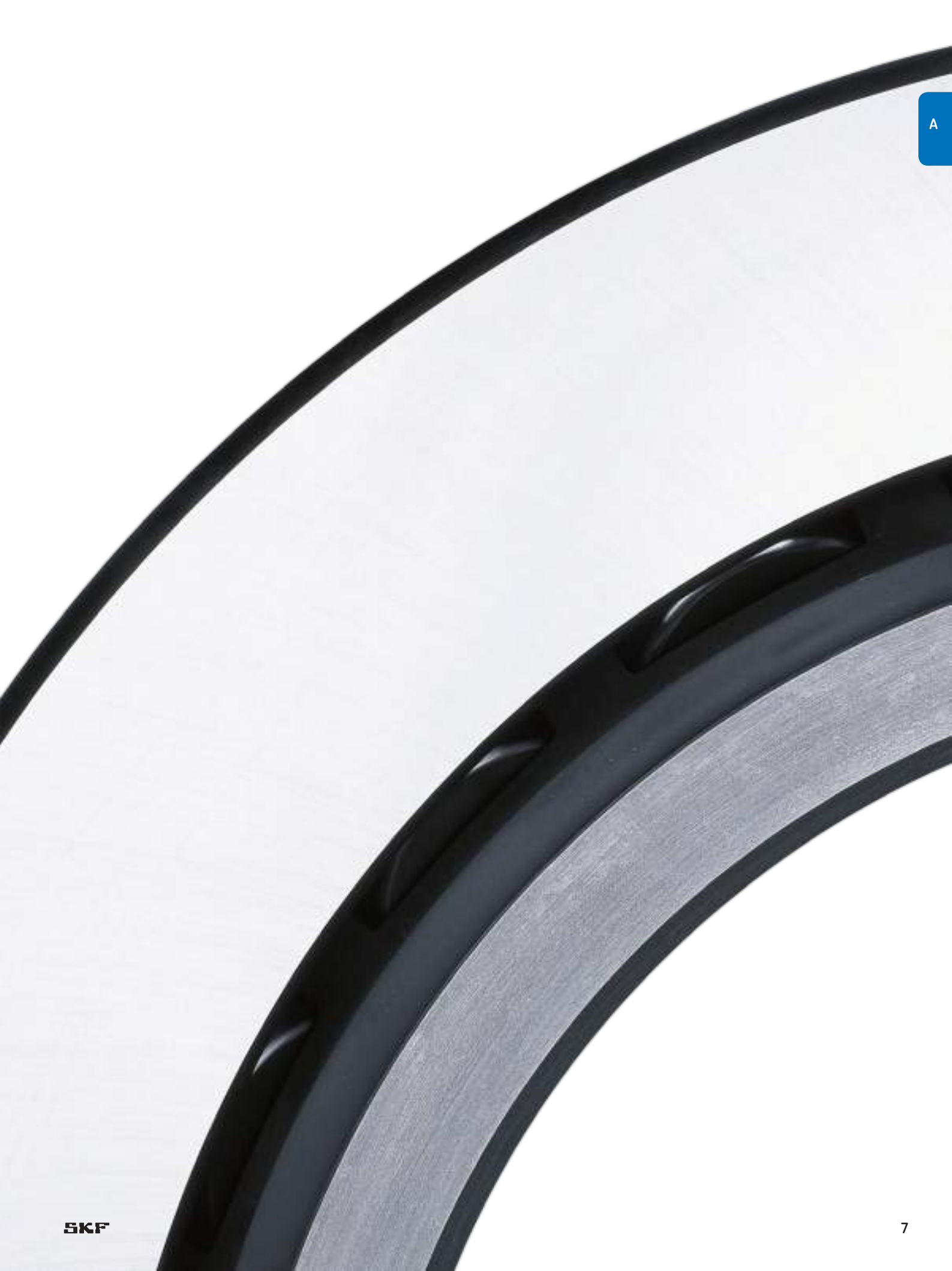
- capacité de charge
- vitesse de rotation
- espace disponible dans l'application.

Quand une très importante capacité de charge est requise, les butées des séries 293 et 294 constituent la solution idéale. La très petite section des butées de la série 292 présente de meilleures caractéristiques en termes de vitesse, d'encombrement et de poids.

Des équipements plus petits et plus économiques peuvent être conçus pour augmenter la durée de service des butées ou la production comme résultat de la très grande capacité de charge combinée des butées à rotule sur rouleaux SKF.

Ces butées peuvent fonctionner à des vitesses élevées même avec des charges très fortes.





Butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer – pour des performances élevées

Inventeur du roulement à rotule sur rouleaux il y a plus de soixante ans, SKF est toujours resté le premier fabricant au monde de ce type de roulements.

Aujourd'hui, les ingénieurs SKF issus de différentes disciplines ont mis en commun leurs connaissances et leurs expériences pour faire un grand pas en avant dans la technologie des roulements.

Et nous sommes fiers de mettre aujourd'hui à la disposition de nos clients la technologie des roulements de demain. Les roulements SKF Explorer représentent une avancée décisive en termes de performances. L'analyse des interactions entre les différents composants des roulements a permis aux scientifiques de chez SKF d'optimiser les effets de la lubrification et de minimiser le frottement, l'usure et la contamination.

La classe de performances de SKF Explorer est le fruit de nombreuses années de recher-

ches intensives menées par une équipe internationale de chercheurs et ingénieurs SKF. Elle comprend un grand nombre d'améliorations.

- **Matériau plus performant**

Le nouvel acier des roulements SKF Explorer est exceptionnellement propre et homogène. Il forme une excellente structure qui contribue à une répartition optimale des contraintes dans le matériau.

- **Procédé de traitement thermique exclusif SKF**

Pour tirer pleinement profit de l'acier amélioré utilisé pour les roulements SKF Explorer, SKF a développé une méthode de traitement thermique exclusive pour développer la résistance du roulement à l'usure tout en conservant la bonne résistance à la température et la ténacité des roulements.

- **Nouveaux procédés de fabrication de précision**

Des procédés de fabrication améliorés ont permis à SKF de proposer des tolérances plus serrées pour tous les paramètres essentiels des roulements. De plus, la texture de surface des roulements SKF Explorer permet de maintenir un film lubrifiant adéquat entre les surfaces de contact.

- **Nouvelles connaissances sur les roulements**

Grâce à un logiciel de pointe développé par SKF, ses ingénieurs d'études ont pu pousser l'analyse de la dynamique interne des roulements à un niveau jamais atteint. Cela a ouvert la voie à de nombreuses améliorations des conceptions qui ont été intégrées dans les roulements SKF Explorer pour optimiser les contacts éléments roulants/pistes.



Le résultat : une durée de service accrue des roulements

Toutes ces améliorations contribuent à une augmentation significative de la durée de service et de la fiabilité des roulements. Ceci est prouvé par un calcul à l'aide de la formule la durée de vie SKF. Les propriétés des roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer se manifestent par

- l'augmentation des charges dynamiques de base et
- une meilleure résistance à la contamination, résultant en un coefficient plus élevé de correction de la durée a_{SKF} .

Les excellentes performances des butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer peuvent être utilisées de différentes manières en fonction des exigences de l'application.

Allonger la durée de service des conceptions existantes
Remplacez le roulement utilisé par un roulement SKF Explorer de même taille pour

- augmenter la durée de vie
- augmenter la durée de disponibilité des machines
- améliorer la sécurité
- réduire les coûts de maintenance.

Conserver une puissance identique pour les nouvelles conceptions
Utilisez un roulement SKF Explorer de dimension inférieure pour

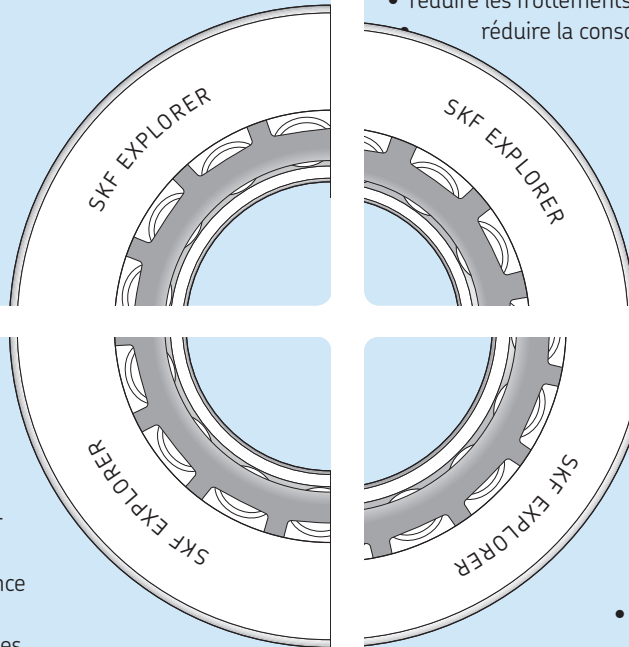
- réduire les dimensions hors-tout et, par conséquent, les coûts de matière et le poids
- accroître les vitesses
- parvenir à un fonctionnement plus régulier et plus silencieux
- réduire les frottements et la consommation d'énergie
réduire la consommation de lubrifiant.

Augmenter la puissance des conceptions existantes
Remplacez le roulement utilisé par un roulement SKF Explorer de même taille, maintenant la durée de disponibilité des machines pour

- augmenter la densité de puissance
- accroître les charges
- éviter des modifications coûteuses de la conception.

Augmenter la densité de puissance des nouvelles conceptions
Utilisez un roulement SKF Explorer de plus petite section et de diamètre extérieur identique pour

- utiliser un arbre plus rigide, voire un arbre creux
- disposer d'un ensemble de conception plus rigide et plus économique
- augmenter la durée du système du fait de la plus grande rigidité.



Pour supporter des charges combinées élevées

La recherche d'une longue durée de service, d'une grande fiabilité, d'une maintenance limitée et de la possibilité de concevoir des butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer.

De plus, la faculté à compenser des charges axiales très fortes ou des charges combinées très élevées a rendu indispensables les butées à rotule sur rouleaux SKF dans de nombreuses applications.

Les butées à rotule sur rouleaux sont souvent utilisées par les secteurs industriels indiqués ci-dessous. D'autres applications comprennent les ponts, les grues, les éoliennes, les moteurs électriques et hydrauliques et les robots.

Industries

- Usinage des métaux
- Plastiques
- Marine
- Réducteurs industriels
- Pâtes et papiers
- Manutention
- Pompes et compresseurs
- Mines et construction

Exigences

- Fiabilité
- Durée de service accrue
- Grande capacité de charge
- Insensibles aux défauts d'alignement
- Maintenance minimale
- Coûts d'exploitation réduits
- Assistance technique

Solution





© Great Lakes Group, Cleveland, Ohio



Choix de la taille de la butée

Durée de vie d'une butée

La méthode SKF de détermination de la durée constitue le meilleur moyen d'analyser l'allongement de la durée apporté par les butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer. Cette méthode s'inscrit dans le droit fil de la théorie de la durée en fatigue développée par Lundberg et Palmgren. Elle est cependant plus adéquate pour prévoir la durée des roulements. La méthode SKF de détermination de la durée a été d'abord présentée comme la Nouvelle théorie de la durée de vie SKF en 1989. Pour les roulements à rouleaux

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} L_{10}$$

ou

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

Si la vitesse est constante, il est souvent préférable de calculer la durée exprimée en heures de fonctionnement à l'aide de la formule suivante

$$L_{nmh} = a_1 a_{SKF} \frac{1\,000\,000}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

où

L_{nm} = durée nominale SKF (à 100 – n^1 % de fiabilité), millions de tours

L_{nmh} = durée nominale SKF (à 100 – n^1 % de fiabilité), heures de fonctionnement

L_{10} = durée nominale (à 90 % de fiabilité), millions de tours

a_1 = facteur de correction relatif à la fiabilité (→ **tableau 1**)

a_{SKF} = facteur de correction de la durée de vie SKF (→ **diagramme 1**)

C = charge dynamique de base, kN

P = charge dynamique équivalente, kN

n = vitesse de rotation, tr/min

Le facteur a_{SKF}

Le facteur a_{SKF} représente une relation complexe entre la charge, la contamination et la lubrification. Les valeurs de a_{SKF} peuvent être obtenues à partir du **diagramme 1** pour différentes valeurs de η_c (P_u/P) et κ , où

η_c = facteur pour niveau de contamination

P_u = limite de fatigue de roulement

P = charge dynamique équivalente

κ = rapport de viscosité du lubrifiant

Le **diagramme 1** est valable pour les lubrifiants sans additifs EP. Pour les butées autres que les butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer, les valeurs en noir sur l'axe x doivent être utilisées. Pour les butées SKF Explorer, les valeurs en bleu doivent être utilisées. En effet, il a été jugé opportun de multiplier η_c (P_u/P) par 1,4 pour les roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer afin d'exprimer l'allongement de la durée de ces roulements, ce que reflètent les valeurs en bleu.

Des informations détaillées sont disponibles dans le Catalogue général SKF et dans le Catalogue technique interactif SKF sur le site www.skf.com.

Charge dynamique équivalente

Une butée à rotules sur rouleaux est généralement disposée de telle façon que, dans le montage, les faux-ronds de rotation n'affectent pas la répartition de la charge. Pour les

butées à rotule sur rouleaux soumises à des charges dynamiques, à condition que $F_r \leq 0,55 F_a$

$$P = 0,88 (F_a + 1,2 F_r)$$

Quand les faux-ronds dans le montage affectent la distribution de charge sur la butée, à condition que $F_r \leq 0,55 F_a$

$$P = F_a + 1,2 F_r$$

Si $F_r > 0,55 F_a$, contactez le Service Applications Techniques SKF.

Charge statique équivalente

Pour les butées à rotule sur rouleaux soumises à des charges statiques, si $F_r \leq 0,55 F_a$,

$$P_0 = F_a + 2,7 F_r$$

Si $F_r > 0,55 F_a$, contactez le Service Applications Techniques SKF.

Montages avec charges axiales dans les deux sens

Les informations ci-dessus sont valables pour les montages ne comprenant qu'une seule butée ; quand la charge axiale change de sens, il est nécessaire d'utiliser deux butées, souvent deux butées à rotule sur rouleaux montées selon une disposition en O ou en X. Dans certains cas, la charge radiale est compensée par un roulement radial et les butées à rotule sur rouleaux sont radialement libres et préchargées par ressort (→ **fig. 4, page 15**) pour assurer que le roulement déchargé axialement est soumis à la charge minimale requise (→ section "Caractéristiques des roulements – généralités", à partir de la **page 34**).

La durée de vie de la paire est alors calculée comme la durée de vie d'un ensemble roulements.

Tableau 1

Valeurs du coefficient d'ajustement de la durée de vie a_1

Fiabilité %	Défaillance de défaillance n %	SKF durée nominale L_{nm}	Coefficient a_1
90	10	L_{10m}	1
95	5	L_{5m}	0,62
96	4	L_{4m}	0,53
97	3	L_{3m}	0,44
98	2	L_{2m}	0,33
99	1	L_{1m}	0,21

¹⁾ Le facteur n représente la probabilité de défaillance, c.-à-d. la différence entre la fiabilité requise et 100 %

Charges radiales

Dans la mesure où les pistes sont placées à un certain angle par rapport à l'axe de la butée, une force axiale est appliquée quand une butée à rotule sur rouleaux est soumise à une charge radiale.

Quand les butées sont placées radialement et soumises à des charges combinées avec $F_r > 0,55 F_a$, cette charge axiale interne doit être considérée quand la charge équivalente est calculée pour chaque butée.

Pour calculer la charge équivalente dans de tels cas, contactez le Service Applications Techniques SKF.

Comparaison butées SKF Explorer et butées SKF antérieures

La meilleure preuve des améliorations dont les butées à rotule sur rouleaux SKF Explorer ont bénéficié sur le plan des performances est apportée par le calcul de la durée de vie.

Exemple

Les conditions de fonctionnement d'une butée standard antérieure 29332 E et de la nouvelle butée SKF Explorer sont

- charge dynamique équivalente $P = 126 \text{ kN}$
- rapport de viscosité $\kappa = 2$
- coefficient de contamination $\eta_c = 0,4$.

Caractéristiques catalogue

- Ancienne butée standard
 - taux de charge dynamique $C = 1\ 010 \text{ kN}$
 - limite de fatigue $P_u = 375 \text{ kN}$
- Butée SKF Explorer
 - taux de charge dynamique $C = 1\ 180 \text{ kN}$
 - limite de fatigue $P_u = 375 \text{ kN}$

La durée de vie de chaque butée est alors calculée

Ancienne butée standard

Pour $\eta_c (P_u/P) = 0,4 (375/126) = 1,2$ à partir des valeurs indiquées en noir sur l'axe x du **diagramme 1** et de $\kappa = 2$

$$a_{SKF} = 3,0$$

La durée devient donc

$$L_{10m} = a_{SKF} (C/P)^{10/3} = 3,0 (1\ 010/126)^{10/3}$$

$$L_{10m} = 3\ 090 \text{ millions de tours}$$

Butée SKF Explorer

Pour $\eta_c (P_u/P) = 0,4 (375/126) = 1,2$ à partir des valeurs indiquées en bleu sur l'axe du **diagramme 1** et de $\kappa = 2$

$$a_{SKF} = 5,5$$

La durée devient donc

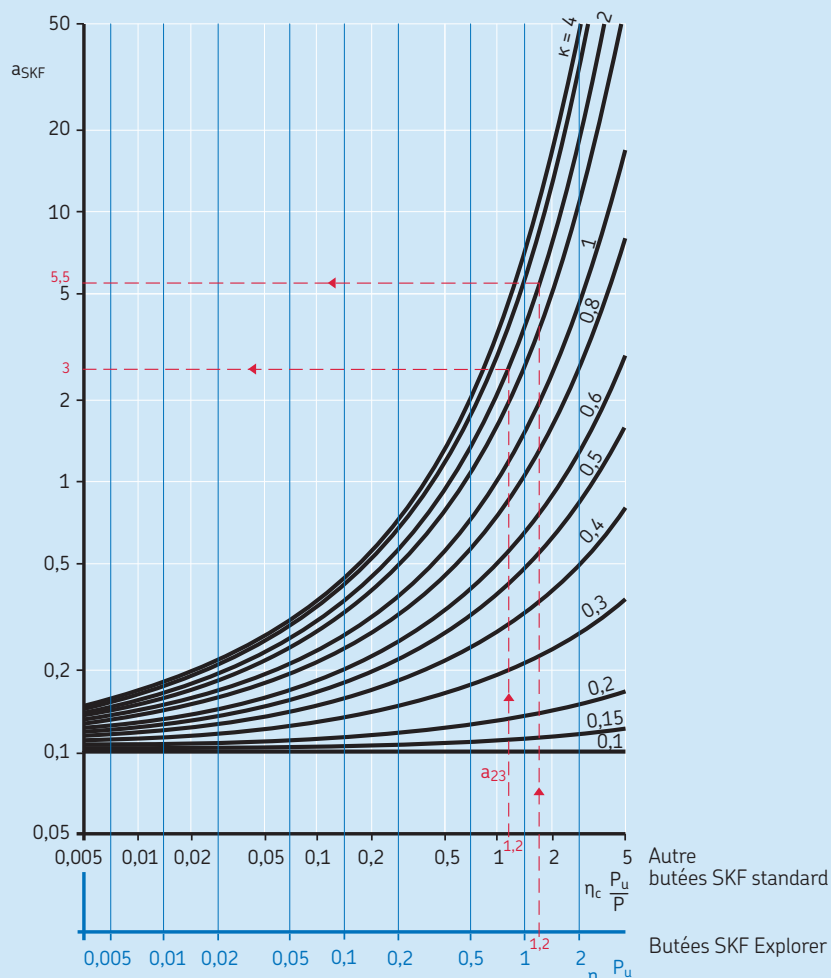
$$L_{10m} = a_{SKF} (C/P)^{10/3} = 5,5 (1\ 180/126)^{10/3}$$

$$L_{10m} = 9\ 520 \text{ millions de tours}$$

Dans ce cas, la durée de vie de la butée SKF Explorer comparée à celle de l'ancienne butée standard est de $9\ 520/3\ 090 = 3,08$ c.-à-d. trois fois plus longue.

Diagramme 1

Facteur a_{SKF} pour butées à rouleaux



Si $\kappa > 4$, utilisez la courbe pour $\kappa = 4$
Comme la valeur de $\eta_c (P_u/P)$ tend vers zéro, a_{SKF} tend vers 0,1 pour toutes les valeurs de κ

Conception des montages

Montages de butées à rotule à simple effet

Une butée à rotule sur rouleaux à simple effet peut supporter un arbre avec un roulement radial quand

- la charge axiale est dans un sens seulement et
- la charge axiale totale sur le roulement n'est jamais inférieure à la charge axiale minimale requise (→ page 35).

La butée à rotule sur rouleaux maintient l'arbre axialement et radialement dans un sens (→ fig. 1). Un roulement radial assure un maintien radial à l'autre bout.

Quand l'arbre est supporté par deux roulements radiaux, la butée à rotule sur rouleaux doit être déchargée radialement. Si la charge axiale peut tomber sous la charge minimale requise, la butée à rotule sur rouleaux doit être préchargée par un ressort (→ fig. 2).

Pour des charges axiales très élevées, un montage selon disposition en T peut être utilisé pour répartir la charge sur les butées (→ fig. 7, page 22).

Montages de butées rotule à double effet

Les butées à rotule sur rouleaux montées par paires pour des charges axiales s'exerçant dans les deux sens peuvent être montées selon une disposition en O ou en X pour éviter d'avoir à utiliser un roulement radial. L'élimi-

Montage à simple effet pour charges combinées avec une seule butée à rotule sur rouleaux

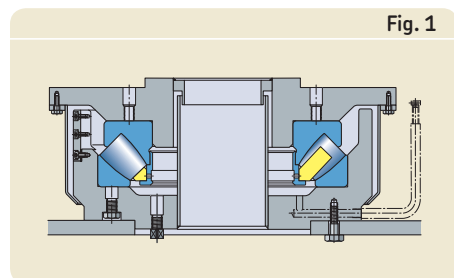


Fig. 1

nation du roulement radial permet également d'éviter les frottements normalement observés entre le roulement radial et la butée.

Sans précharge par ressort

Les butées à rotules sur rouleaux SKF utilisés à des vitesses modérées peuvent être montées en paires pour maintenir l'arbre axialement et radialement sans précharge axiale par ressort.

Comme les roulements à rouleaux coniques, les butées à rotule sur rouleaux SKF peuvent être montées avec un ajustement serré dans le logement pour éliminer tout risque de corrosion de contact pouvant autrement amener une usure.

Les valeurs pour le jeu axial autorisé sont indiquées dans la section "Jeu axial et précharge", à partir de la page 16.

Le suffixe VU029, désignant une conception interne spécifique, est indiqué pour les montages de butées à rotule sur rouleaux en opposition avec jeu axial.

Avec précharge par ressort

Les butées à rotule sur rouleaux SKF fonctionnant à des vitesses élevées doivent être préchargées par ressort pour assurer la charge minimale requise et éviter tout grippage (→ fig. 3).

Les montages à précharge par ressort peuvent être serrés radialement ou radialement libres.

Quand le montage à butées à rotule sur rouleaux est radialement libre, un autre roulement doit être utilisé pour la fixation radiale. Des rondelles de butées doivent alors être montées selon un jeu radial approprié afin

Montage de butées à simple effet avec une seule butée à rotule sur rouleaux préchargée par ressort et deux roulements radiaux

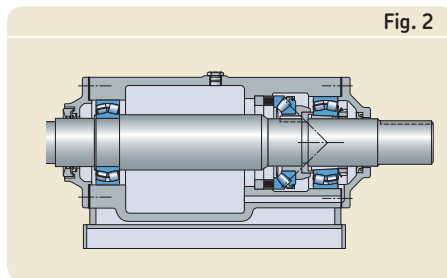
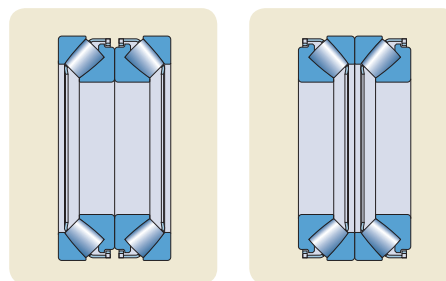


Fig. 2



Disposition en X

Disposition en O

que la charge radiale ne puisse pas agir sur les butées à rotule (→ fig. 3).

Pour les défauts d'alignement admissibles de quelques milliradians, les règles suivantes peuvent être appliquées

- jeu radial $\Delta_h \geq 0,5$ mm quand $D \leq 250$ mm
- jeu radial $\Delta_h \geq 0,002 D$ quand $D > 250$ mm.

Si l'angle maximal de défaut d'alignement est connu, le jeu radial minimal requis dans le logement de chaque butée (→ fig. 4) peut être obtenu plus précisément de

$$\Delta_h > 2 L_1 \sin \gamma_s + \Delta_{oc}$$

$$\Delta_h > 2 L_2 \sin \gamma_s + \Delta_{oc}$$

Montage de butées à double effet préchargé par ressort – les butées à rotule sur rouleaux sont radialement libres

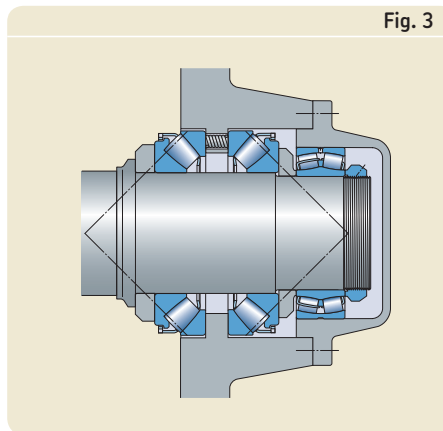
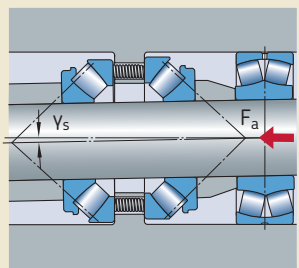
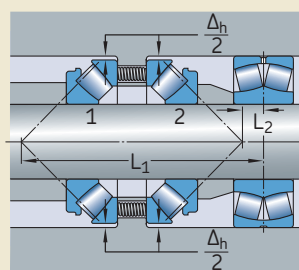


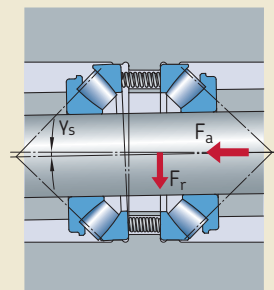
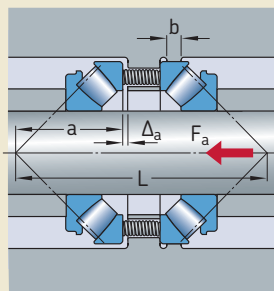
Fig. 3

Fig. 4



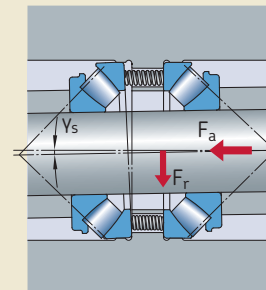
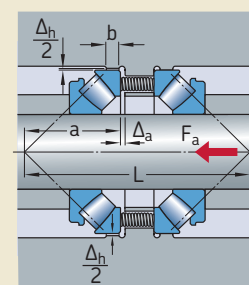
Montage de butées à rouleaux à double effet préchargé par ressort, radialement libre

Fig. 5



Montage de butées à rouleaux à double effet préchargé par ressort avec une butée radialement libre et l'autre serrée radialement

Fig. 6



Montage de butées à rouleaux à double effet préchargé par ressort, avec les deux butées serrées radialement

où

Δ_h = jeu radial minimal entre le roulement et le logement, mm

L_1 = distance entre le centre du roulement radial et le centre de pression de la butée 1, mm

L_2 = distance entre le centre du roulement radial et le centre de pression de la butée 2, mm

γ_s = défaut d'alignement angulaire, rad

Δ_{oc} = la somme du jeu radial interne et l'ajustement libre du logement du roulement radial, mm

Précharge par ressort avec un roulement serré radialement et un roulement radialement libre

Des montages dont le roulement chargé axialement est serré radialement et l'autre est radialement libre sont souvent utilisés (→ fig. 5).

Une butée opposée à rotule sur rouleaux radialement libre peut accepter un défaut d'alignement important et permettre d'utiliser les caractéristiques d'auto-alignement d'un montage apparié.

La rondelle du logement étant supportée par des ressorts, elle bascule. Aucun glisse-

ment et aucun frottement ne se produit entre la rondelle et le logement. Cependant, il est important que le jeu radial dans le logement soit approprié afin que la rondelle ne soit pas en contact avec le logement. Si le jeu axial Δ_a dans le logement est connu, le défaut d'alignement autorisé sera

$$\gamma_s = \frac{2 \Delta_a a}{L D}$$

où

γ_s = défaut d'alignement angulaire de l'arbre, rad

Δ_a = jeu axial de logement, mm

a = distance entre le centre de pression et la face de la rondelle du logement de la butée déchargée, mm

L = distance entre les centres de pression des butées, mm

D = rondelle de logement hors diamètre, mm

L'équation ci-dessus est valable pour les montages de butées en O et en X. Pour déterminer le jeu nécessaire, la formule ci-dessus pour Δ_h peut être utilisée quand Δ_{oc} est omis.

Précharge par ressort quand les deux butées sont serrées radialement

Si les deux butées sont serrées radialement, un centrage sans conflit de l'arbre est obtenu dans la mesure où le roulement chargé axialement accepte aussi la charge radiale (→ fig. 6).

Si le jeu axial et le jeu radial sont sélectionnés selon les règles suivantes, ce montage pourra accepter des défauts d'alignement sans augmenter les charges sur les butées.

Dans ce cas, le mouvement radial nécessaire du roulement le moins chargé peut être effectué par le basculement de la rondelle-logement plutôt que par un mouvement radial dans le logement.

Le jeu axial requis pour un défaut d'alignement d'arbre donné se calcule comme suit

$$\Delta_a = \frac{\gamma_s L D}{2 a}$$

Le jeu de logement radial correspondant requis est

$$\Delta_h = \frac{v_s L}{a} \left(\frac{v_s L D}{2a} + b \right)$$

où

b = largeur du support radial, mm

Jeu axial et précharge

En fonction de l'application, les butées à rotule sur rouleaux d'un montage peuvent comporter un jeu axial de fonctionnement ou une précharge.

Quand une application verticale comprend une simple butée à rotule sur rouleaux, la charge de la masse de l'arbre agit comme une précharge sur la butée pour soutenir et positionner l'arbre radialement et axialement dans une direction (→ fig. 1, page 14).

Le roulement radial à l'autre extrémité de l'arbre doit avoir une certaine liberté axiale pour accepter la dilatation thermique et la contraction de l'arbre.

Quand l'arbre est supporté par deux roulements radiaux, la butée à rotule sur rouleaux doit être déchargée radialement. Si la charge axiale peut tomber sous la charge minimale requise, le roulement doit être préchargé par un ressort (→ fig. 2, page 14).

Jeu axial

Dans la mesure où une butée à rotule sur rouleaux est démontable, le jeu axial ne peut être obtenu qu'après le montage ; il est déterminé en ajustant la butée contre une seconde butée qui assure la fixation dans l'autre sens.

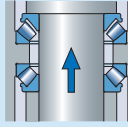
Montages de butées à rotule sur rouleaux à double effet avec deux butées à rotule sur rouleaux sur un arbre horizontal ou vertical

Pour les montages sans charge par ressort et fonctionnant à des vitesses modérées, les recommandations pour le jeu interne axial maximal par rapport à la hauteur du roulement après le montage sont indiquées dans la fig. 7.

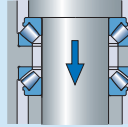
Modification du jeu en raison de différences de température

Généralement, l'arbre et les rondelles-arbres ont une température de fonctionnement supérieure à celle du logement et des rondelles-logements. Cette différence de température influe sur le jeu de fonctionnement de la butée.

Série	$\Delta_a/H^{1)}$		
	Arbre horizontal	Arbre vertical	
292	0,0012	0,0022	0
293	0,0010	0,0026	0,0001
294	0,0026	0,0038	0,0004



Rondelle-logement non chargée²⁾
– face vers le bas



Rondelle-logement non chargée
– face vers le haut

¹⁾ Δ_a = jeu axial résiduel après montage, mm
H = hauteur d'un palier, mm
²⁾ Si $F_r > 0,64 F_a$, les règles pour la rondelle-logement non chargée, face vers le haut, s'appliquent si l'arbre est vertical. Cependant, les valeurs indiquées doivent être multipliées par le facteur deux dans la mesure où, sous charge radiale, le jeu est partagé de manière égale entre les roulements. Pour la conception de montage décrite à la section "Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combiné avec une butée à billes" (→ fig. 9, page 23), Les valeurs listées dans la section «Arbre vertical - face vers le bas» sont valables.

Recommandations pour un jeu axial maximal par rapport à la hauteur de butée pour des montages de butées à double effet sans précharge par ressort – deux butées à rotule sur rouleaux sur un arbre horizontal ou vertical

Pour un montage en X, la dilatation radiale et la dilatation axiale réduisent le jeu de la butée.

Pour un montage en O, la dilatation radiale réduit le jeu alors que la dilatation axiale augmente le jeu dans la butée. La sélection d'une distance spécifique entre les deux butées permet à la dilatation radiale et la dilatation axiale de s'annuler l'une l'autre et le jeu n'est ainsi que marginalement affecté.

Précharge axiale

Dans certaines applications, une précharge axiale est utilisée pour donner une plus grande rigidité au montage, augmenter l'exactitude de rotation de l'arbre ou allonger la durée de service des roulements. Dans d'autres applications, la précharge est utilisée pour assurer la charge minimale requise pour éviter tout endommagement des butées par le glissement des rouleaux sur les pistes.

Détermination de la précharge

La précharge peut être exprimée comme une force ou comme une distance.

Des valeurs empiriques pour le niveau optimal de la force de la précharge peuvent être obtenues à partir de montages éprouvés, et appliquées à des conceptions similaires. Cependant, pour les conceptions nouvelles, SKF recommande de calculer la force de précharge et, si possible, de vérifier ces calculs en effectuant des tests. La fiabilité du calcul

dépend surtout du degré de concordance entre les conditions réelles et les hypothèses faites sur les conditions de température en service et sur le comportement élastique des éléments associés, en premier lieu le logement.

Lorsque l'on détermine la précharge, on calcule d'abord la force de précharge de fonctionnement requise pour obtenir une combinaison optimale de rigidité, de durée la butée et de fiabilité en service. La précharge de montage à froid peut ensuite être calculée. La précharge appropriée, à la température de service, dépend de la charge appliquée à la butée. Pour une butée à rotule sur rouleaux soumise à une charge radiale, une force agissant dans la direction axiale sera induite dans le roulement. Cette force doit être supportée par une autre butée en face dans la direction opposée. Cette charge doit être prise en compte quand la force de précharge est calculée (→ section "Charges radiales", page 13).

Pour les butées à rotule sur rouleaux à précharge par ressort, la force totale du ressort et toutes les charges de la masse d'un arbre vertical doivent être identifiées afin que la charge sur la butée soit toujours égale ou supérieure à la charge axiale minimale requise. Quatre ressorts peuvent être utilisés pour des butées de moindre dimensions et d'avantage pour les butées plus grandes afin d'assurer le support adéquat et d'empêcher toute déformation de la rondelle-logement.

Pour déterminer la valeur appropriée de la force de la précharge et le nombre de ressorts pour la précharge par ressort, contactez le Service Applications Techniques SKF.

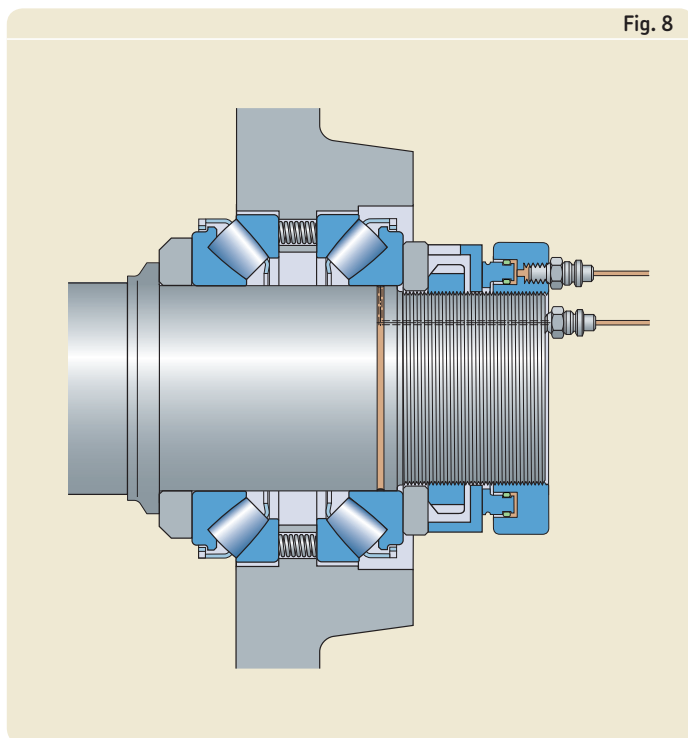
Réglage du jeu et de la précharge

Dans des montages en X, le jeu et la précharge sont réglés en ajustant les rondelles-logements qui, dans la plupart des cas, permettent un ajustement libre et sont donc faciles à bouger. La position requise est obtenue en plaçant des cales entre le logement et le couvercle.

Pour les montages en O, la rondelle-arbre, qui généralement est ajustée serrée, est difficile à déplacer. Dans ce cas, l'utilisation de la méthode à pression d'huile SKF peut faciliter le réglage.

En cas de précharge, cette méthode, combinée avec un écrou hydraulique SKF HVM de type E peut être utilisé (→ **fig. 8**). Une fois que la rondelle a été chauffée et montée près de sa position correcte, la force de précharge est appliquée à la rondelle-arbre par une pression d'huile spécifique dans l'écrou hydraulique pendant que de l'huile est injectée entre la rondelle et l'arbre. La rondelle est ainsi poussée sur la position correcte. La précharge de l'écrou hydraulique doit être maintenue jusqu'au relâchement de la pression d'injection de l'huile quand la rondelle atteint l'ajustement serré requis avec l'arbre.

Cependant, l'utilisation de la méthode à pression d'huile nécessite que l'arbre soit préparé avec les conduits et rainures nécessaires (→ section "Démontage", à partir de la **page 30**).



Réglage de la précharge requise en utilisant la méthode à pression d'huile et un écrou hydraulique SKF

Montages de butées pour vitesses élevées

Les butées à rotule sur rouleaux SKF ont une capacité intégrée pour les vitesses élevées. Quelques modifications de la conception interne et quelques précautions spéciales pour la lubrification, le refroidissement et la précharge suffisent pour utiliser les butées à des vitesses trois fois supérieures à la vitesse de référence indiquée dans le catalogue (environ une fois et demi la vitesse limite).

Un montage de butées pour un défribrreur à friction à vitesse très élevée est montré à la **fig. 9**.

Dans cette application, une charge axiale extrêmement élevée est partagée également par deux butées à rotule sur rouleaux montées en T et la précharge est appliquée par deux pistons hydrauliques. Avant de construire ou d'utiliser des machines à des vitesses supérieures à la vitesse de référence thermique, consultez le Service Applications Techniques SKF.

Montages de butées pour vitesses lentes

Pour les applications telles que les préchauffages à air verticaux et les extrudeuses, les vitesses peuvent être aussi basses que 0,5 à 5 tr/min pour des charges très élevées par exemple $P = 0,1 C_0$. Les huiles de viscosité élevée et avec additifs se sont révélées très efficaces pour ce type d'application. Pour plus d'informations, veuillez contacter le Service Applications Techniques SKF.

Les applications basse vitesse telles que les ponts et pivots de grue sont considérées comme statiques et les butées doivent être calculées avec un facteur de sécurité statique de $s_0 \approx 4$ ou plus.

Rigidité

Certaines machines nécessitent des montages plus rigides. Les butées à rotule sur rouleaux SKF répondent à ces diverses exigences et peuvent être montées pour assurer différents niveaux de rigidité.

Dans les montages en O, les centres de pression des butées sont éloignés pour garantir un montage très rigide acceptant les contraintes de flexion aussi bien que les charges axiales et radiales (\rightarrow **fig. 10**).

Le montage en X n'est pas très rigide en raison de la distance plus courte entre les centres de pression. Cependant, la rigidité est similaire pour la charge axiale et la charge radiale respectivement (\rightarrow **fig. 11**).

Dans les montages en X, les roulements peuvent être placés de manière à ce que leurs centres de pression coïncident. Le montage complet devient auto-aligneur mais avec une rigidité similaire dans le sens axial et le sens radial.

Conception des pièces adjacentes

Support des rondelles-logements

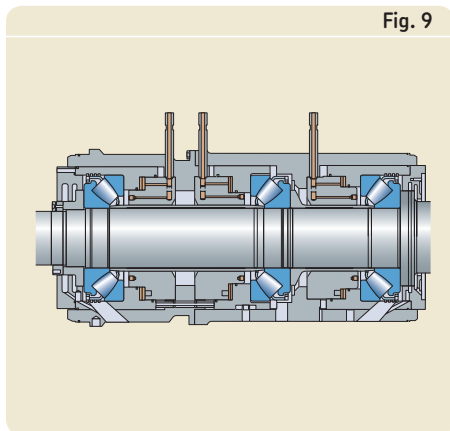
Pour optimiser les performances des butées soumises à de fortes charges axiales, il est essentiel que celles-ci possèdent des supports suffisamment solides pour éviter toute déformation des rondelles-logements.

Les dimensions des pièces adjacentes $d_{a \min}$ et $D_{a \max}$ indiquées dans le tableau des produits, à partir de la **page 36**, s'appliquent aux charges axiales $F_a \leq 0,1 C_0$.

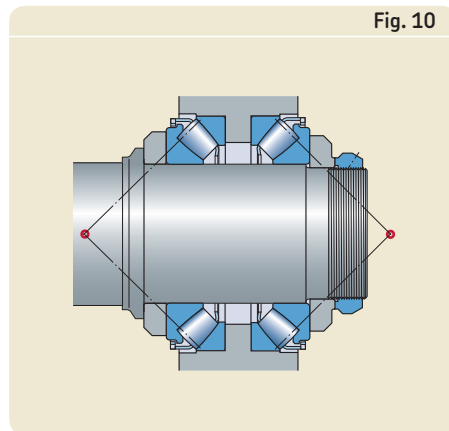
Si les butées sont soumises à des charges élevées, il peut être nécessaire pour les rondelles-logements d'être soutenues sur toute leur largeur ($d_a = d_1$ et $D_a = D_1$). À des charges élevées, $P > 0,1 C_0$, l'alésage de la rondelle-arbre doit être soutenu complètement par l'arbre, de préférence par un ajustement serré. La rondelle-logement doit aussi être soutenue radialement (\rightarrow **fig. 12**).

Pour davantage d'informations sur les dimensions des supports de rondelles, contactez le Service Applications Techniques SKF.

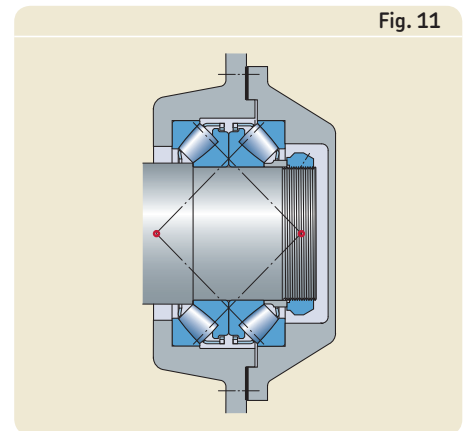
Dimensions d'arbres et de logements pour le support des rondelles-logements



Joint radial CRW1 avec pression sur le ressort pour montages à lubrification par huile



Les joints V-rings protègent efficacement contre toute pénétration de polluants



Joint

La durée de service d'une butée dépend en grande partie de l'efficacité des joints d'étanchéité. Les joints retiennent le lubrifiant et empêchent la pénétration des polluants.

La sélection d'un type de joint dépend des conditions de fonctionnement et des considérations environnementales telles que

- le type de lubrification
- la vitesse de glissement des surfaces d'étanchéité
- un arbre vertical ou horizontal
- le degré du défaut d'alignement
- le type de polluant
- les conditions thermiques.

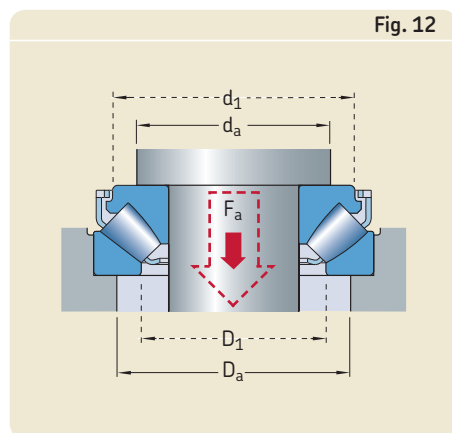
Des informations détaillées sur la sélection du type de joint sont disponibles dans le catalogue SKF "Industrial shaft seals (Joints d'étanchéité industriels pour arbres)".

Joint pour la lubrification à la graisse

Les graisses sont relativement faciles à garder dans les montages de butées. Résultat : les exigences sur les joints des butées sont relativement modérées.

Les joints radiaux SKF sans ressorts de retenue, de types HM et HMA, conviennent à des vitesses de glissement relativement lentes. Les joints doivent être montés de manière à ce que la lèvre fasse face au roulement. Les joints V-rings ou les joints axiaux à ressort, par exemple le modèle CRW1, conviennent également pour retenir la graisse.

Dimensions d'arbres et de logements pour le support des rondelles-logements



Pour les applications demandant une relubrification fréquente, la lèvre d'au moins un joint sera orientée du côté opposé à la graisse pour permettre une évacuation des excès de graisse par la lèvre d'étanchéité.

D'avantage d'informations sur les dispositifs d'étanchéité sont disponibles dans la section "Lubrification à la graisse", à partir de la page 26.

Joint pour lubrification à l'huile

Les huiles de lubrification sont plus difficiles à retenir à l'intérieur du montage que les graisses. C'est la raison pour laquelle on utilise presque exclusivement des joints radiaux à ressort, comme les types CRW1, CRWH1, HMS4 ou HDS3 de SKF. Généralement, les joints radiaux CRW1 avec lèvre d'étanchéité à action hydrodynamique sont appropriés (→ fig. 13). Ils sont également appelés SKF WAVE.

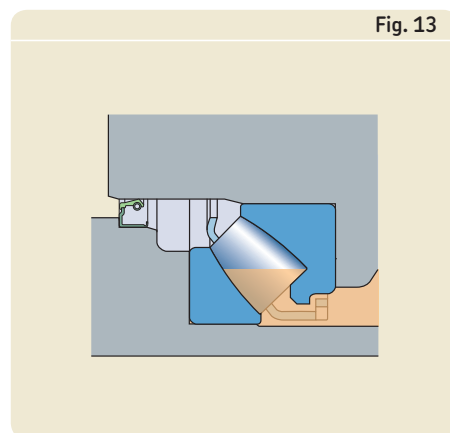
La lèvre WAVE de SKF a un bord de forme sinusoïdale qui exerce une action de pompage à l'intérieur comme à l'extérieur, quel que soit le sens de rotation de l'arbre.

De par leur conception interne, les butées à rotule sur rouleaux créent une action de pompage qui doit être considérée lors de la sélection des joints (→ section "Lubrification et maintenance", à partir de la page 24).

Exclusion des polluants

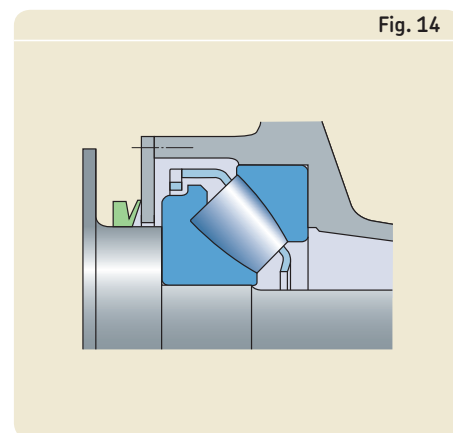
Les joints V-rings protègent efficacement contre toute pénétration de polluants. Ils tournent avec l'arbre, assurent un rôle de déflecteur et réalisent l'étanchéité sur une surface située à angle droit de l'arbre (→ fig. 14).

Joint radial CRW1 avec pression sur le ressort pour montages à lubrification par huile



Les joints radiaux, c.-à-d. la conception CRW1, principalement destinés à empêcher toute pénétration de polluants, doivent être montés avec la lèvre pointée loin de la butée.

Les joints V-rings protègent efficacement contre toute pénétration de polluants



Montages conventionnels

Pour utiliser au maximum les caractéristiques des butées à rotule sur rouleaux, elles doivent être appliquées correctement. Un des avantages des butées à rotule sur rouleaux est qu'elles admettent des forces radiales et axiales dans les deux sens. C'est pourquoi une butée à rotule sur rouleaux est souvent utilisée dans les applications combinant des charges radiales et axiales.

La butée correctement montée fonctionne sans problème aussi longtemps que $F_r \leq 0,55 F_a$. Si la butée doit accepter une charge radiale élevée, $F_r > 0,55 F_a$, elle doit être combinée avec un autre roulement. Ce second roulement peut être une butée à rotule sur rouleaux mais d'autres types de roulement peuvent aussi être utilisés. Dans les applications avec une butée à rotule sur rouleaux montée radialement libre et des charges risquant de ne pas atteindre les minimaux requis, des ressorts doivent être ajoutés pour précharger la butée.

Des montages conventionnels avec butées à rotule sur rouleaux sont montrés ci-dessous.

Montages à simple effet

Montage avec une seule butée à rotule sur rouleaux, guidée radialement sur un arbre vertical

Quand une butée à rotule sur rouleaux est chargée axialement avec au moins la charge minimale requise, elle peut être utilisée seule pour supporter des charges axiales et radiales (→ **fig. 1**). Cependant, le roulement à l'autre extrémité de l'arbre doit être un roulement radial.

Ce montage convient quand la charge axiale agit toujours dans une direction. Des applications types sont les moteurs électriques, les pivots de grue et les ponts.

Montage avec une seule butée à rotule sur rouleaux, radialement libre sur un arbre horizontal ou vertical

Dans cet exemple, la butée à rotule sur rouleaux est à précharge par ressort et supporte la charge axiale principale. L'arbre est soutenu par deux roulements radiaux dont un est dans la direction opposée (→ **fig. 2**). Ce montage

convient quand la charge axiale dans une direction est dominante. Les principales applications concernent les pignons, les pompes et les ventilateurs.

Montage avec une seule butée à rotule sur rouleaux, guidée radialement sur un arbre vertical

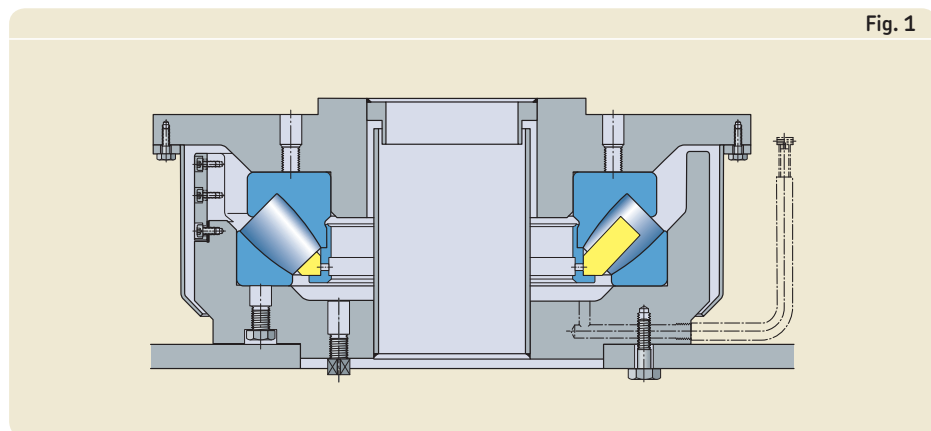


Fig. 1

Montage avec une seule butée à rotule sur rouleaux, radialement libre sur un arbre horizontal ou vertical

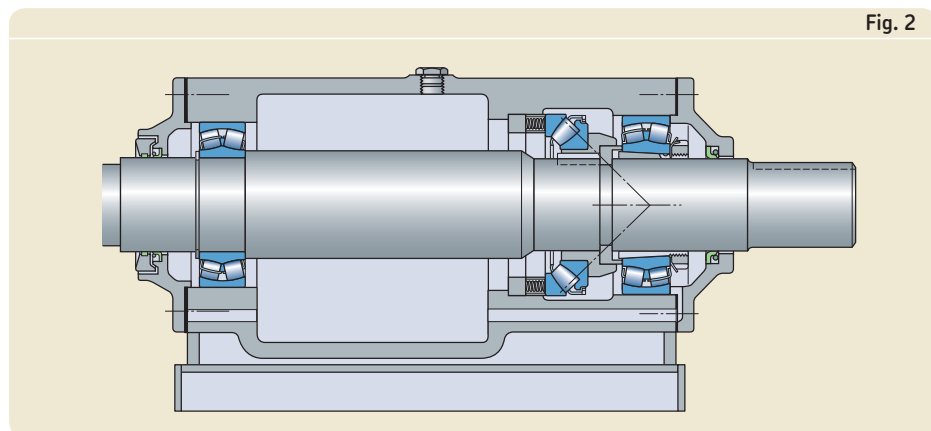


Fig. 2

Montages à double effet

Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, radialement libres selon une disposition en O ou en X

Les butées de ces montages peuvent supporter des charges axiales dans les deux sens.

La charge axiale minimale est assurée par la précharge par ressort des rondelles-logements. Les charges radiales sont supportées par un roulement radial séparé (→ fig. 3).

Le roulement de palier libre à l'autre extrémité de l'arbre est un roulement radial.

Ce montage convient aux charges axiales s'exerçant dans les deux sens en combinaison avec des charges radiales élevées et pour des applications à des vitesses relativement élevées. Les principales applications concernent les réducteurs industriels et les laminoirs.

Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, radialement serrées selon une disposition en O ou en X

Les rondelles-logements des deux butées peuvent être montées avec un ajustement libre ou un ajustement serré dans le logement. Les butées supportent des charges axiales dans les deux sens en combinaison avec des charges radiales s'exerçant simultanément. Elles sont montées avec un certain jeu axial interne (→ fig. 4).

Le roulement de palier libre à l'autre extrémité de l'arbre est un roulement radial.

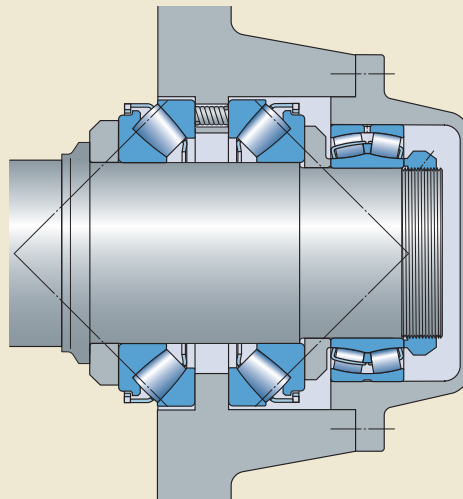
Ce montage offre une solution compacte pour les applications avec charges axiales dans les deux sens et charges radiales s'exerçant simultanément. Il convient tout particulièrement aux applications à vitesse modérée. Les principales applications concernent les propulseurs marins et les gros moteurs électriques.

Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, une assurant le support radial et l'autre radialement libre

Les butées de ce montage peuvent être disposées en O (→ fig. 5) ou en X. La butée à guidage radial accepte les charges axiales et radiales alors que l'autre butée à ressort est radialement libre dans le logement. Le roulement de palier libre à l'autre extrémité de l'arbre est un roulement radial.

Le montage convient à des charges radiales et pour des charges axiales élevées dans un sens et une légère charge occasionnelle dans le sens opposé. Le montage peut aussi être

Fig. 3



Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, radialement libres selon une disposition en O

Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, radialement serrées selon une disposition en O (a) ou en X (b)

Fig. 4

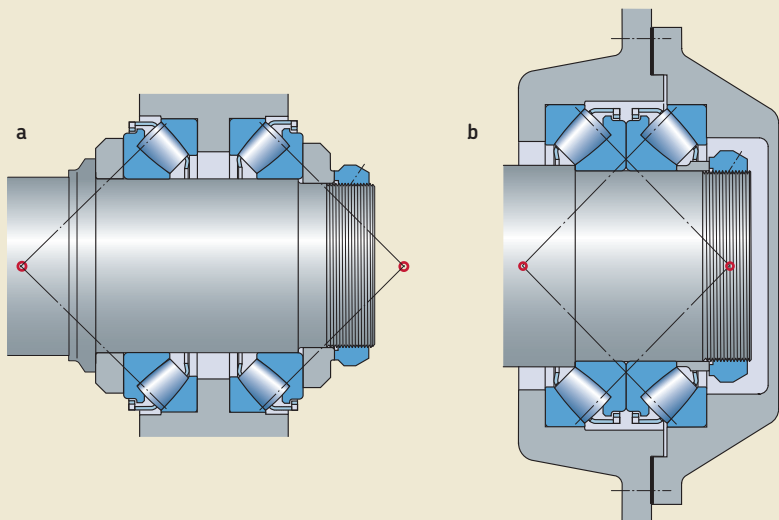
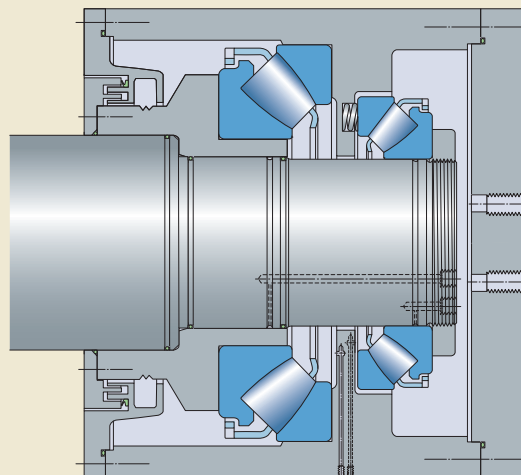


Fig. 5



Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux, une assurant le support radial et l'autre radialement libre

utilisé pour des applications à vitesse relative élevée. Les principales applications concernent les défibreurs à friction et les petites turbines à eau horizontales.

Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combinée avec un roulement à rotule sur rouleaux – centre de pression commun

Les roulements de ce montage sont montés de manière à obtenir un centre de pression et s'auto-alignent. La butée à rotule sur rouleaux est radialement libre et supporte des charges axiales uniquement. Les charges radiales sont supportées par le roulement à rotule sur rouleaux. La charge axiale minimale sur la butée à rotule sur rouleaux est obtenue par la charge du ressort sur la rondelle-logement (→ fig. 6). Le roulement de palier libre à l'autre extrémité de l'arbre est un roulement radial.

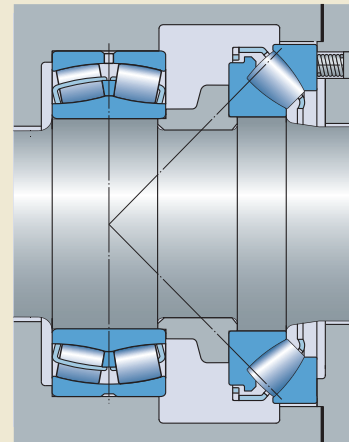
Ce montage convient à des charges radiales et pour des charges axiales élevées dans un sens et une légère charge axiale occasionnelle dans le sens opposé. Ceci s'applique aux applications à vitesse élevée et à faible vitesse. Les principales applications concernent les montages de butées d'hélices, les hydropulseurs et les pompes.

Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux montées en T

Pour des charges axiales très élevées, deux butées à rotule sur rouleaux montées en T peuvent être utilisées. La charge est partagée de manière égale par les deux butées grâce à deux pistons hydrauliques. Les butées à rotule sur rouleaux sont radialement libres et l'arbre est soutenu radialement par deux roulements radiaux (→ fig. 7).

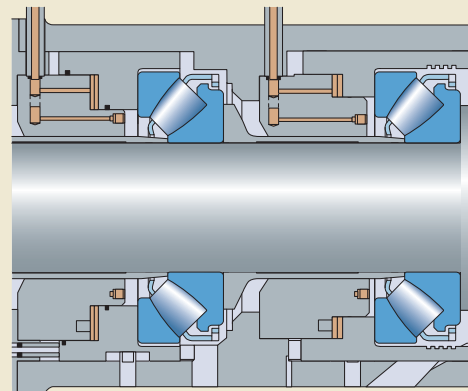
Une des butées du montage en T peut aussi être utilisée pour le support radial avec une troisième butée à rotule sur rouleaux qui assure le guidage de l'arbre dans l'autre sens.

Fig. 6



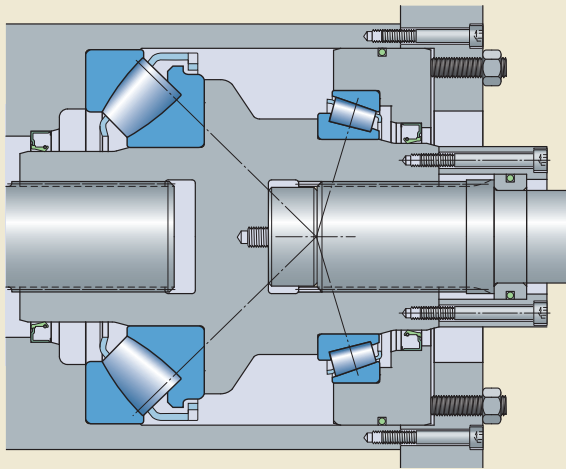
Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combinée avec un roulement à rotule sur rouleaux – centre de pression commun

Fig. 7



Montage avec deux butées à rotule sur rouleaux montées en T

Fig. 8



Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combiné avec un roulement à rouleaux coniques

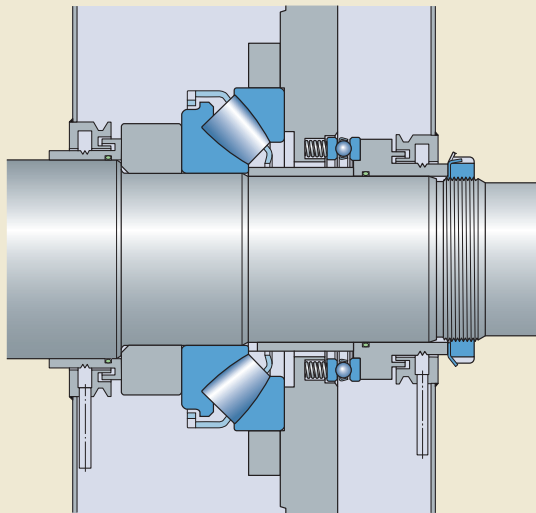
Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combiné avec un roulement à rouleaux coniques

Les deux éléments de ce montage sont guidés radialement, non préchargés et montés en X. Chaque élément peut supporter une charge axiale dans un sens uniquement. La butée qui est axialement chargée supporte aussi la charge radiale simultanée (→ fig. 8). Si un roulement de palier libre est nécessaire à l'autre extrémité de l'arbre, un roulement radial doit être utilisé.

Le montage convient à des charges axiales dans les deux sens en combinaison avec des charges radiales. La charge axiale dominante est supportée par la butée à rotule sur rouleaux.

Les principales applications concernent les moteurs hydrauliques et les machines de moulage par injection.

Fig. 9



Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combiné avec une butée à billes

Montage avec une butée à rotule sur rouleaux combiné avec une butée à billes

La butée à rotule sur rouleaux de ce montage est guidée radialement et supporte des charges radiales et axiales. Pour fournir la charge axiale minimale requise, une butée à billes est ajustée contre la butée à rotule sur rouleaux à l'aide de ressorts (→ fig. 9). Le roulement de palier libre à l'autre extrémité de l'arbre est un roulement radial.

Ce montage convient à des charges axiales dominantes agissant dans un seul sens. Les principales applications concernent les turbines à eau et les chaudières à pâte.

Lubrification et maintenance

Lubrifiants

Il est généralement recommandé de lubrifier les butées à rotule sur rouleaux avec de l'huile ou de la graisse contenant des additifs extrême pression (EP).

Effet de pompage

En raison de leur conception intérieure, les butées à rotule sur rouleaux génèrent un effet de pompage qui peut être exploité pour favoriser la circulation d'huile lorsque l'effet de pompage doit être pris en considération lors du choix du lubrifiant et des étanchéités (→ **diagramme 1**).

Viscosité de l'huile

La sélection d'une huile ou d'une graisse est principalement basée sur la viscosité requise pour lubrifier le roulement de manière adéquate. La viscosité d'un lubrifiant dépend de la température et diminue au fur et à mesure que la température augmente. Pour former

un film d'huile suffisamment épais dans la zone de contact entre éléments roulants et pistes, l'huile doit présenter une certaine viscosité minimale à la température de fonctionnement normale.

Pour déterminer la viscosité de lubrifiant appropriée à une température de fonctionnement donnée, utilisez les informations fournies dans le Catalogue général SKF ou le Catalogue technique interactif SKF en ligne à l'adresse www.skf.com.

Propreté

La propreté est très importante pour les performances des roulements à rotule. Ceci est indiqué dans la méthode SKF de détermination de la durée de vie (→ section "Choix des dimensions de la rotule", à partir de la **page 12**).

Lubrification à l'huile

L'huile est la méthode de lubrification recommandée pour les butées à rotule sur rouleaux, particulièrement dans les applications avec charge statique, par ex. les pivots de pont, pour éviter tout endommagement des butées par les vibrations quand la rotation est arrêtée.

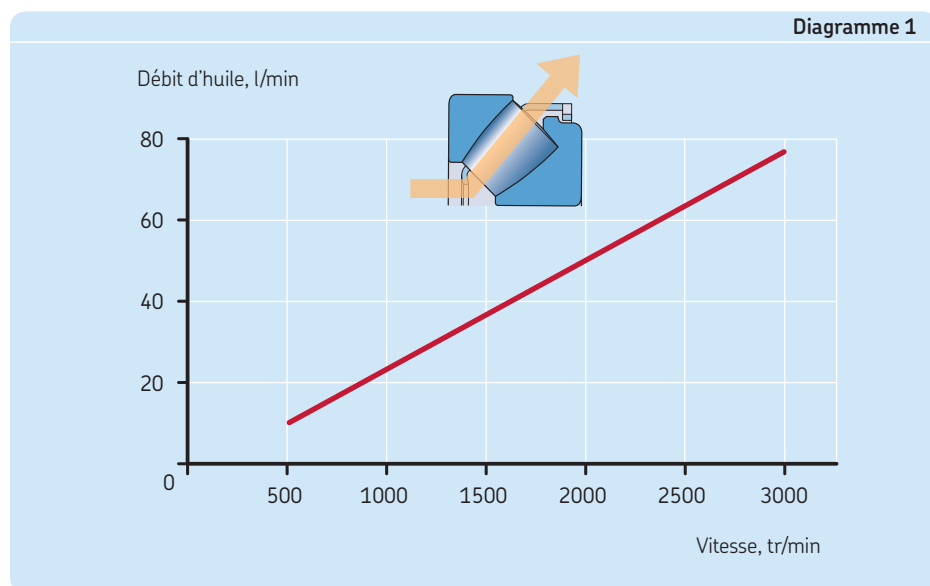
La lubrification par bain d'huile doit être sélectionnée quand le besoin en refroidissement du roulement est modéré.

La lubrification par circulation d'huile doit être sélectionnée quand la température de fonctionnement est élevée.

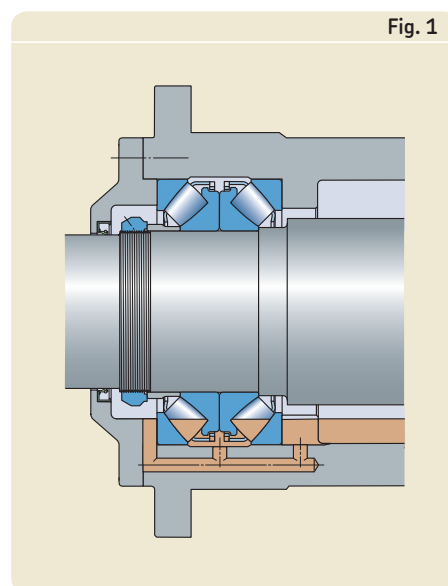
Quelle que soit la méthode de lubrification par huile choisie, il doit toujours y avoir un conduit de communication entre les réservoirs d'huile des deux côtés de la butée (→ **fig. 1**).

Pour davantage d'informations sur les tailles appropriées des canaux d'amenée d'huile, contactez le Service Applications Techniques SKF.

Effet de pompage dans les butées à rotule sur rouleaux (exemple d'un roulement 29420 E)



Un conduit de communication assure un niveau égal d'huile des deux côtés des roulements



Lubrification par bain d'huile

La lubrification par bain d'huile est particulièrement appropriée pour les arbres verticaux. L'effet de pompage du roulement peut être utilisé pour forcer l'huile à travers le roulement.

Niveaux d'huile

Le niveau d'huile recommandé pour un arbre vertical est montré dans la **fig. 2**.

Pour les roulements montés sur un arbre horizontal, le niveau d'huile doit se trouver à la distance "a" du centre du roulement (**→ fig. 3**).

$$a = 0,5 d_m \pm 2 \text{ mm pour } d < 200 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 d_m + 0 \text{ à } + 5 \text{ mm pour } d \geq 200 \text{ mm}$$

où

$$d_m = \text{diamètre moyen du roulement} \\ = 0,5 (d + D), \text{ mm}$$

$$d = \text{diamètre d'alésage du roulement, mm}$$

$$D = \text{diamètre extérieur du roulement, mm}$$

Cependant, pour des applications à vitesse moyenne ou faible, le roulement peut être totalement immergé dans l'huile.

Lubrification par circulation d'huile

Dans de nombreux cas, l'effet de pompage d'une butée à rotule sur rouleaux est suffisant pour assurer une circulation d'huile suffisamment efficace pour refroidir le roulement.

Si l'effet de pompage ne suffit pas, il peut s'avérer nécessaire de faire circuler l'huile à l'aide d'une pompe. La direction de la circulation de l'huile doit coïncider avec l'effet de pompage de la butée à rotule sur rouleaux.

Plus la température de fonctionnement est élevée et plus l'huile de lubrification oxyde rapidement. Une augmentation de la température du roulement signifie également que la viscosité de l'huile est réduite et que le film de lubrifiant est plus fin.

La lubrification avec huile de circulation permet de prolonger les intervalles de renouvellement de l'huile.

Pour améliorer la propreté, l'huile doit être nettoyée par un filtre avant d'être repompée vers la butée (**→ fig. 4**).

Refroidissement

À des vitesses modérées, un simple circuit de refroidissement peut être installé en montant des tubes de refroidissement dans le réservoir d'huile. Pour les applications à vitesse élevée et en cas de températures ambiantes élevées, le débit d'huile requis pour maintenir une température de fonctionnement appropriée doit être déterminé.

Un refroidissement efficace est important les butées à rotule sur rouleaux doivent fonctionner à des vitesses très élevées.

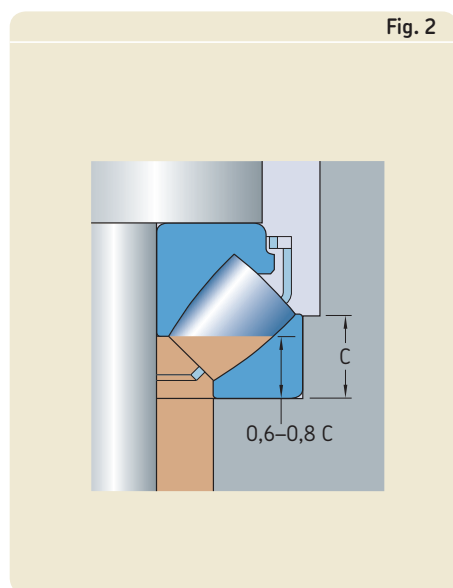
Le refroidissement peut être assuré via un système de refroidissement dans un circuit de circulation d'huile (**→ fig. 4**).

Pour définir les débits d'huile nécessaires, contactez le Service Applications Techniques SKF.

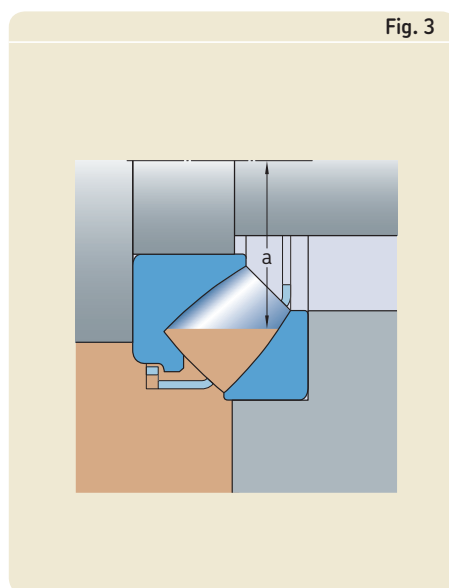
Chauffage

Quand la température ambiante est basse, par exemple pour les applications de pont et pivot, il peut être nécessaire de chauffer l'huile afin d'obtenir la viscosité appropriée pour pomper le lubrifiant vers la butée.

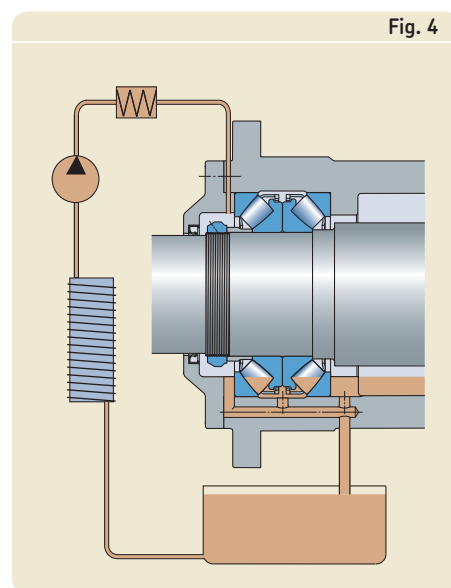
Niveau d'huile recommandé pour les applications à arbre vertical



Niveau d'huile recommandé pour les applications à arbre horizontal



Système de circulation d'huile avec dispositif de refroidissement et filtre



Lubrification à la graisse

En cas de lubrification à la graisse, les contacts des extrémités de rouleau/épaulement des butées doivent être correctement alimentés en lubrifiant. En fonction de l'application, le roulement et le logement doivent être complètement remplis de graisse avant le démarrage initial puis à intervalles réguliers selon un calendrier de relubrification.

Il est important que l'excès de graisse puisse sortir de la butée (→ **figs. 5 et 6**).

Arbre vertical

Pour conserver la graisse dans le montage d'une butée sur un arbre vertical, une étanchéité radiale doit être positionnée sous la butée. La conduite d'arrivée de la graisse est positionnée sur le côté de la rondelle de logement (→ **fig. 5**).

Arbre horizontal

Le système d'étanchéité des arbres horizontaux doit être conçu de manière à permettre à la graisse neuve de traverser la butée. La graisse usagée est alors évacuée sur le côté de la rondelle-arbre (→ **fig. 6**).

Graisses appropriées

Les graisses SKF les plus appropriées à la lubrification des butées à rotule sur rouleaux sont listées dans le **tableau 1**. Leurs caractéristiques techniques sont indiquées dans le **tableau 2**.

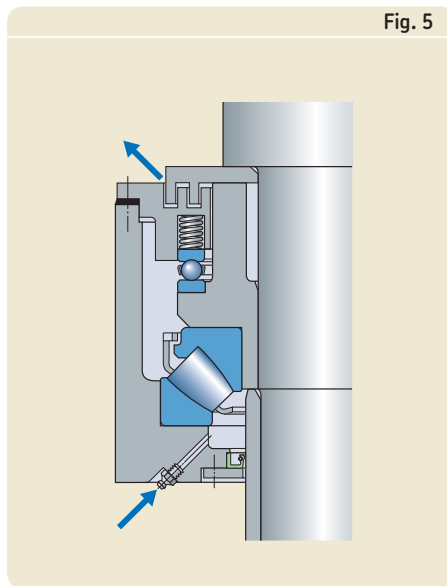
Intervalle de relubrification

Une lubrification correcte nécessite une relubrification à intervalles réguliers. Attention à ne pas trop graisser la butée : risque d'augmentation de la température de fonctionnement !

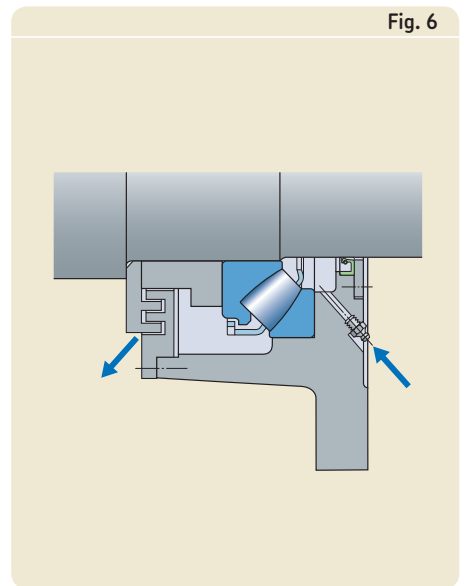
Les intervalles de relubrification t_f pour des conditions de fonctionnement normales sont indiqués dans le **diagramme 2**. Le diagramme est valable pour les butées des arbres horizontaux fonctionnant dans des conditions propres.

La valeur de l'axe x est obtenue à partir de $4 n d_m$ ($4 \times$ vitesse de fonctionnement \times diamètre moyen de la butée).

La valeur t_f est ensuite dérivée en fonction de l'intensité de la charge selon le rapport de charge C/P . L'intervalle de relubrification t_f est une valeur estimée et valable pour



Système d'étanchéité pour un arbre vertical – le trou d'admission de la graisse est positionné juste sous le roulement



Système d'étanchéité pour arbre horizontal – le trou d'admission de la graisse est positionné sur le côté du roulement

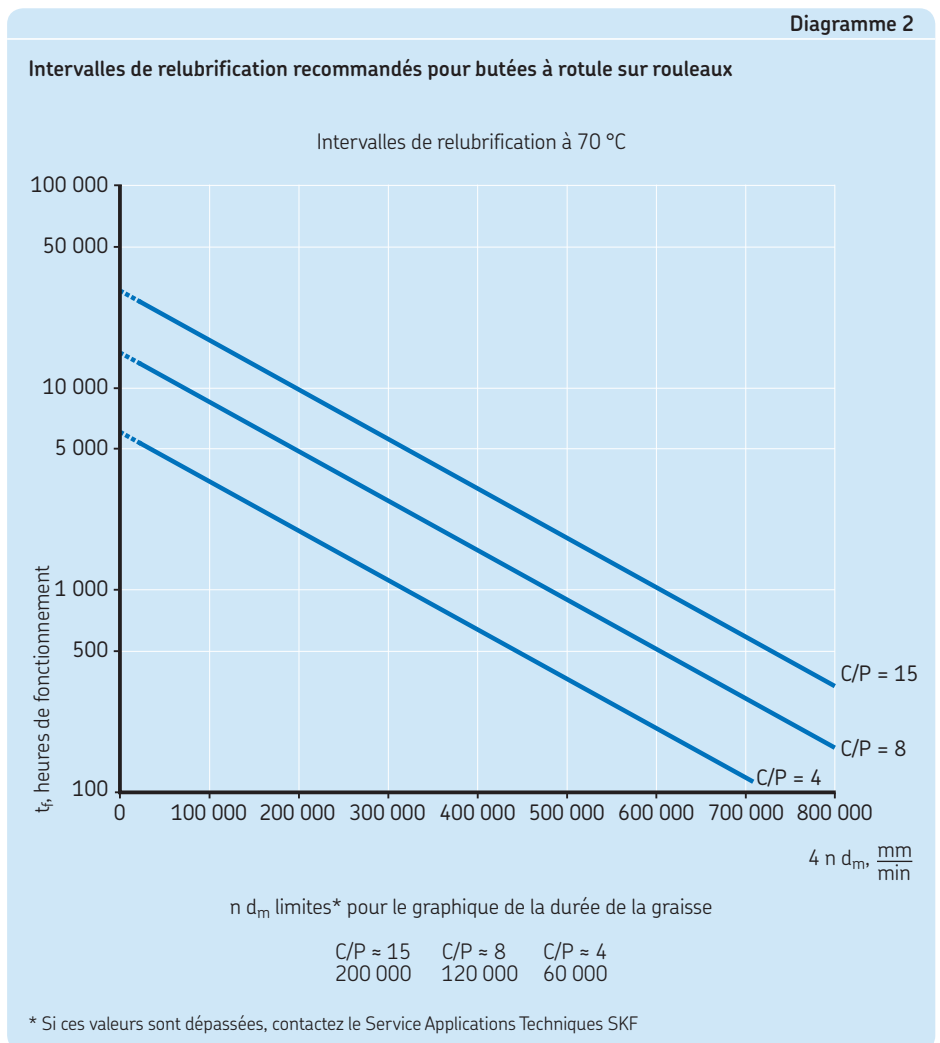


Tableau 1

Graisses standard SKF pour butées à rotule sur rouleaux

Désignation de la graisse	Conditions de fonctionnement du roulement				Charge élevée	Bonnes propriétés antirouille	Résistance à l'eau
	Vitesses très élevées	Vitesse très basse et/ou mouvements oscillants	Faibles couples et frottements	Vibrations élevées			
LGEP 2	o	o	–	+	+	+	+
LGHB 2	o	+	–	+	+	+	+
LGEM 2	–	+	–	+	+	+	+
LGEV 2	–	+	–	+	+	+	+
LGWM 1	o	o	o	–	+	+	+

+ = Très bien adapté o = Approprié – = Non approprié

Pour plus d'informations, veuillez contacter le Service Applications Techniques SKF

Tableau 2

Spécifications techniques

Désignation de la graisse	Description	Classe NLGI	Epaississant	Type d'huile de base	Viscosité de l'huile de base (mm ² /s)		Plage de températures ¹⁾ (°C)	
					40 °C	100 °C	LTL	HTPL
LGEP 2	Charge élevée	2	Lithium	Minérale	200	16	–20	+110
LGHB 2	Viscosité élevée EP température élevée	2	Sulfonate de calcium complexe	Minérale	400–450	26,5	–20	+150
LGEM 2	Forte viscosité avec lubrifiants solides	2	Lithium	Minérale	500	32	–20	+120
LGEV 2	Très forte viscosité avec lubrifiants solides	2	Lithium/calcium	Minérale	1 020	58	–10	+120
LGWM 1	EP – basse température	1	Lithium	Minérale	200	16	–30	+110

LTL Limite de température inférieure

HTPL Limite de performances de température supérieure

Pour une température de fonctionnement fiable et une bonne utilisation de la graisse, → le Catalogue général SKF 6000, section "Lubrification – Plage de températures – Le concept de feux tricolores de SKF", à partir de la **page 232**

- une température de fonctionnement de 70 °C en utilisant une graisse à base d'huile minérale de première qualité avec un savon de lithium,
- une rondelle-arbre tournante et
- un arbre horizontal.

Afin de tenir compte du vieillissement précoce de la graisse dû aux augmentations de température, SKF recommande de diviser par deux les intervalles de relubrification obtenus à partir du diagramme pour chaque augmentation de 15 °C de la température des roulements entre 70 °C et la limite de température de fonc-

tionnement pour la graisse. Pour les butées à rotule sur rouleaux, n'augmentez pas les intervalles de relubrification pour les températures de fonctionnement inférieures à 70 °C.

- Pour les butées sur arbres verticaux avec la rondelle-arbre en haut, les intervalles obtenus à partir du diagramme doivent être divisés par deux.
- Pour une rondelle-logement tournante, la lubrification à l'huile est recommandée.
- Pour les butées sur arbres verticaux avec la rondelle-arbre en bas, contactez le Service Applications Techniques SKF.

Si la valeur déterminée t_f à partir du diagramme se révèle insuffisante pour une application spécifique

- contrôlez la teneur en eau et la contamination de la graisse
- vérifiez la température de fonctionnement du roulement
- réfléchissez à l'utilisation d'une autre graisse
- vérifiez les conditions de l'application comme la charge, le désalignement, etc.

Pour établir des intervalles de relubrification corrects des butées à rotule sur rouleaux utilisées dans des positions critiques des industries de transformation, une procédure interactive est recommandée. Il est conseillé de procéder tout d'abord à une lubrification plus fréquente et de s'en tenir strictement aux quantités de graisse recommandées (→ "Processus de relubrification" ci-dessous).

Avant de regraisser, vérifiez l'apparence de la graisse usée et le degré de contamination due aux impuretés et à l'eau. SKF recommande également un contrôle complet des joints pour détecter tout signe d'usure, de dommage et toute fuite. Lorsque l'état de la graisse et des éléments associés est jugé satisfaisant, l'intervalle de lubrification peut être graduellement augmenté.

Processus de relubrification

Les processus de relubrification les plus courants pour les butées à rotule sur rouleaux sont les remplissages d'appoint et une lubrification continue. Le choix dépend des conditions de fonctionnement.

- Pour de nombreuses applications, le remplissage d'appoint, plus pratique, est le processus préféré : il peut être effectué alors que la machine fonctionne et assure une température de stabilisation inférieure à celle des systèmes à lubrification continue.
- Si les intervalles de graissage sont de courte durée, une relubrification continue est recommandée en raison des risques de pollution.

Quand différents types de roulement sont utilisés sur un même arbre, il est courant d'appliquer l'intervalle individuel de relubrification le plus bas calculé pour tous les roulements. Vous trouverez ci-dessous les directives et les quantités de graisse pour les processus de relubrification.

Appoints

Les quantités correctes des remplissages d'appoint peuvent être obtenues dans

$$G_p = 0,005 D H$$

où

G_p = quantité de graisse à ajouter lors de l'appoint, g

D = diamètre extérieur du roulement, mm

H = hauteur du roulement, mm

Pour faciliter l'introduction du lubrifiant à l'aide d'une pompe, un raccord de graissage doit être monté sur le palier (→ figs. 5 et 6, page 26).

Pour que le remplacement de la graisse usée s'effectue correctement, il est important que l'appoint soit réalisé lorsque la machine fonctionne. Si la machine est à l'arrêt, il faut faire tourner le roulement pendant l'appoint.

Quand un système de lubrification centralisé est utilisé, la graisse doit être pompée à la température ambiante la plus basse.

SKF recommande de remplacer toute la graisse après environ 5 remplissages d'appoint.

Relubrification continue

En raison du risque de mise en émulsion de la graisse et donc de l'augmentation des températures, la relubrification continue n'est recommandée que pour des vitesses de fonctionnement basses, n_{dm} valeurs inférieures à 75 000. La quantité pour la relubrification par unité de temps est dérivée de l'équation pour G_p (voir ci-dessous) en répartissant cette quantité sur les intervalles de relubrification.

Maintenance

La maintenance correcte des butées est un facteur clé pour garantir le bon fonctionnement des équipements. Une planification à long terme, l'utilisation de techniques et d'outils de maintenance professionnels combinés à éventail adéquat d'accessoires pour roulements sont des éléments essentiels.

Des informations supplémentaires sur la maintenance des butées à rotule sur rouleaux sont disponibles dans le "Manuel pour la maintenance des roulements" de SKF ou en ligne à l'adresse www.aptitudexchange.com.

Les points à vérifier durant le fonctionnement

Le contrôle de l'état de la machine durant le fonctionnement et la planification de la maintenance sont importants. Les roulements sont des composants vitaux pour la plupart des machines et la surveillance de leur état est un élément important de la maintenance préventive. Un grand nombre de systèmes de d'équipements sont disponibles pour surveiller les roulements.

Cependant, pour des raisons pratiques, toutes les fonctions de la machine ne sont pas surveillées par des instruments sophistiqués. Demeurer attentif aux "indicateurs de problè-

me" tels que les bruits, les augmentations de température et de vibration, etc., permet de détecter les éventuels problèmes.

Ecoute

Les butées en bon état de fonctionnement produisent un bruit de "ronnement" régulier. Des bruits de broyage, de grincement et des sons irréguliers indiquent généralement un mauvais état des roulements.

Les butées endommagées produisent des bruits irréguliers et élevés. Des instruments tels que le stéthoscope électronique SKF permettent une "écoute" plus précise et aident à détecter tout dommage à un stade précoce.

Estimation de la température

Contrôlez continuellement la température autour de la butée. Toute modification de la température indique un dysfonctionnement si les conditions de fonctionnement n'ont pas été altérées. La température peut être contrôlée à l'aide d'un thermomètre SKF.

Après la relubrification, une augmentation naturelle de la température peut se produire pendant un jour ou deux.

Contrôle visuel

Contrôlez l'état des joints près de la butée pour vous assurer qu'ils fonctionnent de manière satisfaisante et qu'ils n'ont pas laissé pénétrer les polluants. Les fuites d'huile indiquent généralement des joints usés, des défectueux ou des embouts desserrés. Contrôlez le montage de la butée et remplacez immédiatement les joints usés.

Une décoloration ou un noircissement indiquent généralement que le lubrifiant contient des impuretés.

Lubrification à la graisse

Il est conseillé d'effectuer la relubrification durant le fonctionnement du roulement. Relubrifiez avec de petites quantités à chaque fois.

Nettoyer périodiquement pour éliminer la graisse usagée ou évacuez-la au niveau des bouchons de vidange. Lors de la lubrification, maintenez toujours les polluants loin de la graisse.

Lubrification par bain d'huile

Contrôlez le niveau d'huile ; en cas de besoin, remplissez ou remplacez par de l'huile de même type. Prélevez un échantillon de l'huile usagée et comparez-la avec de l'huile neuve. Si l'échantillon semble trouble, il contient peut-être de l'eau et doit être remplacé.

De l'huile de couleur sombre indique la présence de saletés ou que l'huile a commencé à carboniser. Nettoyez la butée et remplacez l'huile par de l'huile de même type.

Maintenance conditionnelle des roulements en fonctionnement

Il est conseillé de contrôler systématiquement l'état des butées. Un manque de lubrifiant, des charges excessive, des températures de fonctionnement élevées et des erreurs de montage peuvent contribuer à des défaillances des butées. Une maintenance conditionnelle systématique permet de détecter très tôt les butées endommagées (→ fig. 9). Il est alors plus facile de planifier leur remplacement.

SKF peut vous aider à sélectionner le système de surveillance qui convient à votre application, à assurer la formation de votre personnel et à installer le système (→ pages 32 et 33).

Préparé pour une analyse des vibrations

L'endommagement des butées peut être identifié par la fréquence de défaillance. Pour simplifier l'analyse des vibrations, l'emballage des butées à rotule sur rouleaux SKF est marqué par les données spécifiques requises pour l'analyse des dommages (→ fig. 10).



Fig. 9

SKF propose une gamme de différents instruments pour la maintenance conditionnelle. Citons, par exemple, la gamme de systèmes portables de contrôle de fiabilité machine MARLIN destinés à une analyse rapide et fiable des vibrations

L'emballage des butées à rotule sur rouleaux SKF comporte les données d'analyse des vibrations



Fig. 10

Montage et démontage

Montage

Montage avec ajustement serré

Les butées à rotule sur rouleaux SKF sont séparables. La rondelle-logement et la rondelle arbre sont donc montées séparément (→ **fig. 1**).

Une ou les deux rondelles peuvent avoir un ajustement serré.

Suivant si l'ajustement serré est sur l'arbre ou dans le logement, la rondelle-arbre ou le logement devront être chauffés pour le montage.

Pour monter une rondelle sur un arbre avec un ajustement serré, chauffez la rondelle pour amener sa température de 80 à 90 °C environ au-dessus de celle de l'arbre. Vous pouvez utiliser un appareil de chauffage par induction SKF (→ **fig. 2**), une armoire chauffante ou un bain d'huile.

Le montage peut être simplifié encore plus en utilisant la méthode à pression d'huile SKF. Cependant, l'arbre doit être équipé des gorges de distribution d'huile et des conduites nécessaires pour que cette méthode puisse être utilisée (→ **tableau 1**).

Les butées à rotule sur rouleaux sont séparables et donc plus faciles à monter

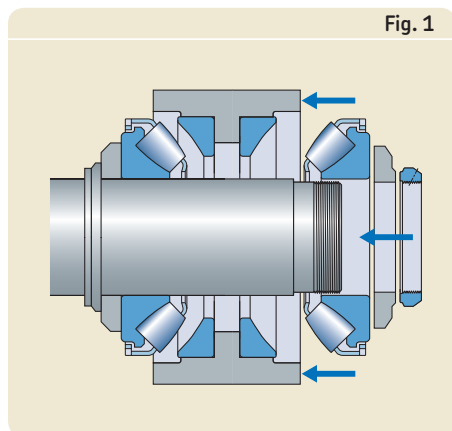


Fig. 1

Butées à double effet – butées à rotule sur rouleaux appariées

Les butées à rotule sur rouleaux montées par paires doivent être ajustées selon un jeu axial ou préchargées durant l'assemblage (→ section "Jeu axial et précharge", à partir de la **page 16**).

Dans certains cas, la position correcte des roulements doit être déterminée à partir des mesures des hauteurs de roulements et des composants adjacents avant le montage.

Des instructions de montage et de démontage nouvelles et détaillées pour les butées à rotule sur rouleaux SKF sont disponibles en ligne à l'adresse www.skf.com/mount.



SKF propose une large gamme de chauffages par induction pour faciliter le montage d'un roulement sur un arbre avec un ajustement serré



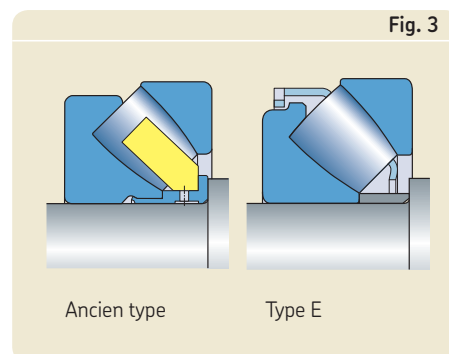
Fig. 2

Remplacement des butées quand les forces axiales sont transmises via la face interne de la rondelle-arbre

Généralement, quand une butée à rotule sur rouleaux d'un certain type est remplacée par une butée correspondante d'un autre type, il est important de considérer l'introduction d'un manchon-entretoise ou de modifier le manchon disponible.

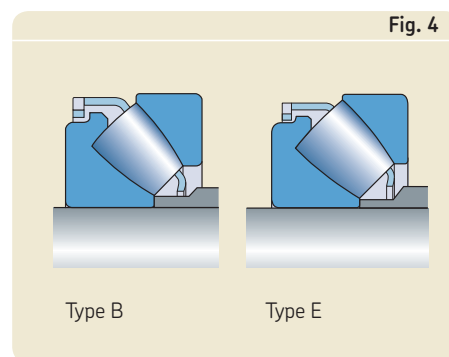
Quand une butée à rotule sur rouleaux SKF avec une cage usinée doit être remplacée par une butée de type E avec une cage en acier trempé et que des forces axiales sont transmises via le manchon de guidage de la cage, il est nécessaire d'insérer une entretoise entre l'épaulement de l'arbre et la rondelle-arbre (→ **fig. 3**).

Si une butée SKF de type précédent B montée avec une entretoise doit être remplacée, l'entretoise doit généralement être modifiée (→ **fig. 4**).



Ancien type

Type E



Type B

Type E

Pour les butées à rotule sur rouleaux SKF, les dimensions des entretoises appropriées sont disponibles dans le tableau **page 36**.

Démontage

Dépose de la rondelle-arbre

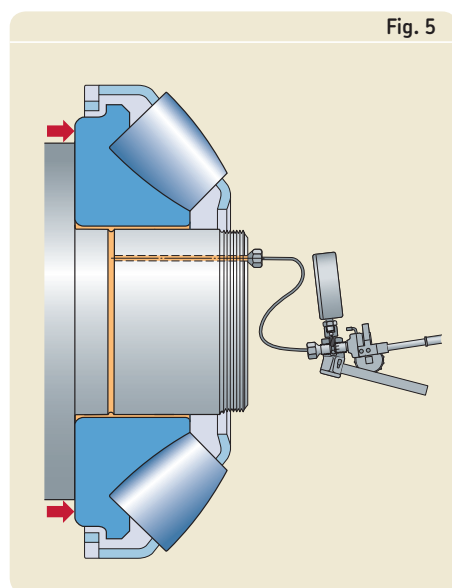
Une force considérable est nécessaire pour retirer une rondelle montée avec un ajustement serré. Les rondelles des butées de tailles moyennes et petites peuvent généralement être retirées avec un outil de démontage mécanique ou hydraulique.

Utilisation de méthode à pression d'huile SKF pour le démontage des butées à rotule sur rouleaux

L'utilisation de méthode à pression d'huile SKF (→ **fig. 5**), en combinaison avec un outil de démontage approprié simplifie la dépose des rondelles-arbre de grandes dimensions.

Cette méthode repose sur l'injection d'huile sous haute pression entre l'alésage de la rondelle et la surface de la portée de l'arbre jusqu'à la séparation des deux surfaces. Le film d'huile qui se forme réduit considérablement la force requise pour le démontage. Cependant, ceci nécessite que l'arbre possède des conduites d'huile et les gorges nécessaires pour ce type de démontage. Les dimensions sont disponibles dans le **tableau 1**.

L'utilisation de la méthode à pression d'huile SKF simplifie le démontage d'une rondelle-arbre très serrée sur l'arbre



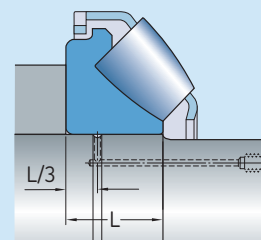
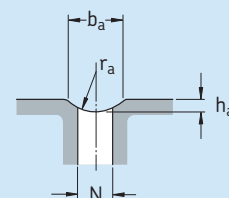
En raison de la forme irrégulière et de la hauteur sectionnelle de la rondelle-arbre, la gorge doit être placée à l'endroit le plus large de la section transversale. Ceci correspond approximativement au tiers de la hauteur de la rondelle mesurée depuis la face externe (→ **tableau 1**).

Si la rondelle-arbre doit être déplacée sur une longue distance sur l'arbre, plus d'une gorge et plus d'un conduit peuvent être nécessaires. Pour que la rondelle ne se bloque pas, l'arbre doit, si possible, être conçu pour un ajustement libre.

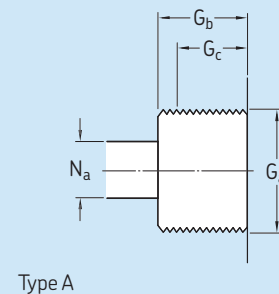
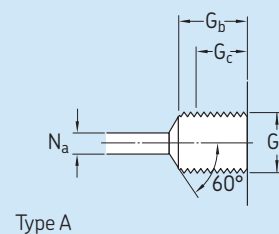
Tableau 1

Dimensions recommandées pour les conduits d'arrivée d'huile, les gorges et les trous filetés pour la connexion de l'alimentation en huile

Diamètre d'arbre au-dessus de	jusqu'à incl.	Dimensions			
		b_a	h_a	r_a	N
mm		mm			
100	100	3	0,5	2,5	2,5
	150	4	0,8	3	3
	200	4	0,8	3	3
200	250	5	1	4	4
	250	5	1	4	4
	300	6	1,25	4,5	5
400	500	7	1,5	5	5
	500	8	1,5	6	6
	650	10	2	7	7
800	1 000	12	2,5	8	8



Filetage G_a	Type	Dimensions		N_a
		G_b	$G_c^{(1)}$ max	
-		mm		
M 6	A	10	8	3
G 1/8	A	12	10	3
G 1/4	A	15	12	5
G 3/8	B	15	12	8
G 1/2	B	18	14	8
G 3/4	B	20	16	8

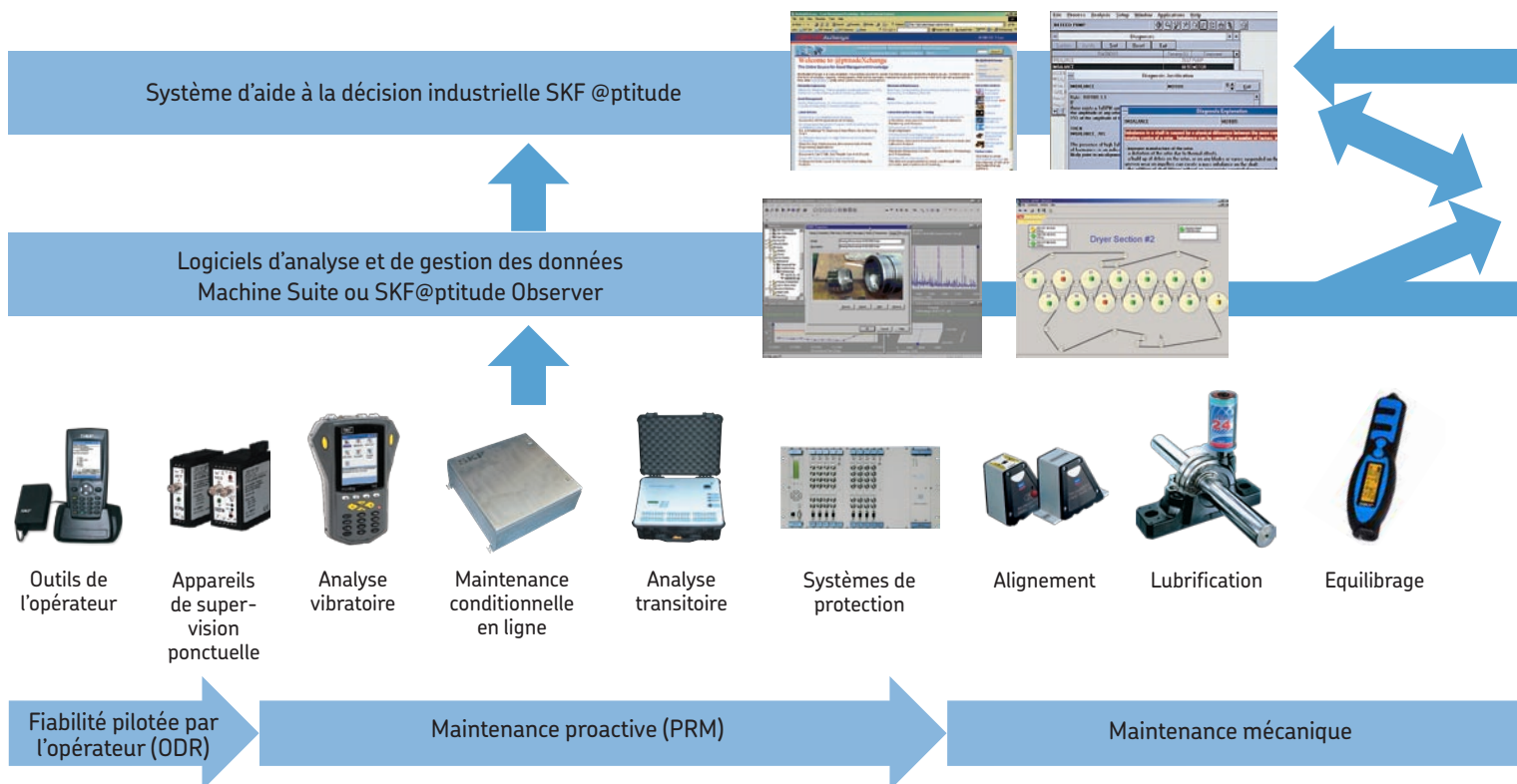


¹⁾ Longueur effective du filetage

Des services pour un partenariat durable



Plate-forme intégrée pour optimiser l'efficacité de l'outil de production



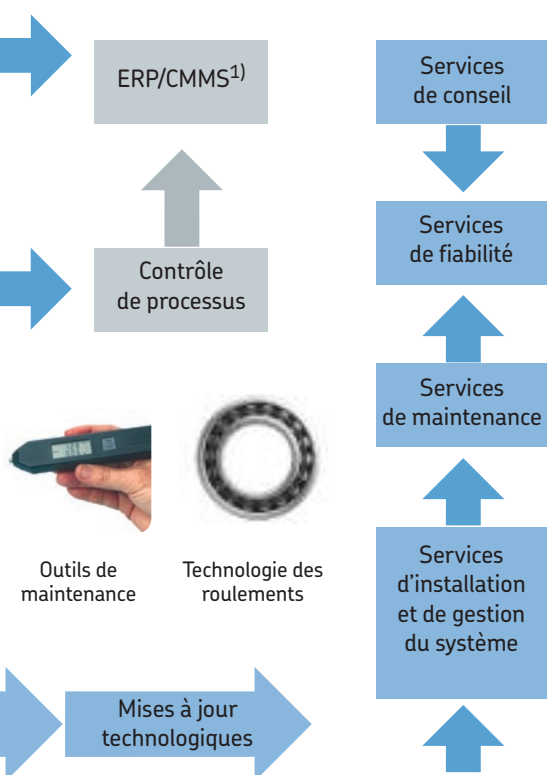
SKF Reliability Systems offre du matériel d'acquisition des données, des logiciels de maintenance conditionnelle, des systèmes d'aide à la décision et des services de fiabilité et de logistique.

Basé sur plus d'un siècle d'expérience des machines tournantes, le savoir-faire de SKF s'étend des composants à une compréhension approfondie des technologies requises pour améliorer les processus de fabrication.

Ce sont ces connaissances que SKF met à profit pour vous accompagner vers une conception plus efficace de vos machines et vous proposer des solutions de maintenance vous permettant de maintenir vos machines en parfait état de fonctionnement.



B



Les concepts de SKF pour apporter de la valeur au client

Fort d'une expérience dans pratiquement tous les secteurs industriels, SKF est en mesure d'offrir des solutions qui vont au-delà de la simple maintenance pour améliorer les performances et la productivité des machines. Grâce à notre concept Total Shaft Solutions, les clients peuvent profiter pleinement de nos compétences approfondies qui englobent notamment

- l'analyse des causes de défaillances
- des évaluations de la maintenance
- la maintenance prédictive et préventive
- la gestion de la lubrification et de la filtration
- la maintenance et la surveillance d'équipements – ventilateurs, pompes, réducteurs et broches
- équilibrage de précision
- l'alignement de précision
- des formations spécifiques aux applications
- des améliorations des composants et de la technologie
- des services d'installation et de réparation.

Un autre concept SKF englobe une conception plus large de l'amélioration de la fiabilité des machines ; il s'agit de l'Asset Efficiency Optimization (AEO). L'AEO repose sur le principe selon lequel les machines et les équipements doivent être considérés comme des actifs de production à part entière. Les programmes de SKF qui se

fondent sur une approche systémique pour gérer ces actifs de production incluent

- fiabilité pilotée par l'opérateur (ODR)
- maintenance proactive (PRM)
- les solutions de maintenance intégrée, qui englobent des programmes contractuels tout compris.

Pour plus d'informations sur les compétences et services offerts par SKF, contactez votre représentant local SKF.

SKF associe ses propres produits, services et connaissances à ceux d'autres fournisseurs pour mettre en place un programme de fiabilité complet basé sur des objectifs personnalisés.

¹⁾ Enterprise Resource Planning/Computerized Maintenance Management System.

Caractéristiques des butées – généralités

Dimensions

Les dimensions d'encombrement des butées à rotule sur rouleaux SKF sont conformes à la norme ISO 104:2002.

Tolérances

Les butées à rotule sur rouleaux SKF sont produites en version standard dans la classe de tolérances normale selon la norme ISO 199:2005.

Cependant, la tolérance standard SKF pour la hauteur H est considérablement plus stricte que la tolérance indiquée par ISO (→ **tableau 1**). Pour les roulements SKF Explorer, elle est encore plus stricte.

Cages

Les butées identifiées par le suffixe E jusqu'à la taille 68 comprise ont une cage à fenêtres en acier embouti. Toutes les autres butées ont une cage usinée en laiton ou en acier guidée par une douille sertie dans l'alésage de la

rondelle-arbre. Pour toutes les butées, la cage (et le manchon) forme un ensemble solidaire des rouleaux et de la rondelle-arbre.

Défaut d'alignement

De par leur conception, les butées à rotule sur rouleaux ont une capacité d'auto-alignement, c'est-à-dire qu'elles peuvent tolérer les défauts d'alignement entre l'arbre et le logement et les flexions de l'arbre pendant le fonctionnement.

Lorsque la charge augmente, le déversement admissible diminue. Les valeurs indiquées dans le **tableau 2** peuvent être autorisées s'il y a un défaut d'alignement constant relatif à la rondelle-logement.

En pratique, ceci signifie aucun problème pour la grande majorité des applications.

La possibilité d'utiliser complètement ce défaut d'alignement dépend de la conception du montage, du type des joints, etc.

Il est également conseillé de prendre contact avec le Service Applications SKF lors de la conception de montages où la rondelle-logement est la rondelle tournante ou lorsque la rondelle-arbre risque d'être soumise à des oscillations.

Vitesses

Il y a une limite à la vitesse de fonctionnement des butées à rotule sur rouleaux. Généralement, la température de service autorisée du lubrifiant définit cette limite. Si des dispositifs de refroidissement sont utilisés et si le lubrifiant est utilisé correctement, la limite est définie par les propriétés de la cage.

Vitesses de référence

La vitesse de référence définie pour une butée donnée représente la vitesse, dans des conditions de fonctionnement et un flux thermique spécifiés, à laquelle un équilibre s'établit entre la chaleur générée par le frottement dans la butée et la chaleur qui s'échappe de celle-ci via l'arbre, le logement et, éventuellement, le lubrifiant. Les conditions de référence pour atteindre cet équilibre sont celles de la norme ISO 15312:2003.

Il est possible de faire fonctionner des butées à rotule sur rouleaux à des vitesses supérieures si la lubrification adéquate peut être atteinte (frottement réduit au minimum) et si des dispositifs de refroidissement sont utilisés.

Vitesses limites

La vitesse maximale admissible dépend des demandes des applications à vitesses élevées et tient compte de facteurs tels que la résistance de la cage, la précision de fonctionnement, la stabilité de la cage et les forces gyroscopiques s'exerçant sur les rouleaux.

Il est possible de faire fonctionner les butées à rotule sur rouleaux à des vitesses supérieures aux vitesses limites indiquées dans les tableaux des butées. Cependant, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des butées avec des caractéristiques spéciales telles qu'une exactitude de rotation accrue. Dans ces cas, veuillez contacter le Service Applications Techniques SKF.

Tableau 1

Diamètre d'alésage de la butée d		Tolérance de hauteur (H) SKF	
au-des- sus de	jusq. incl.	max	min
mm		µm	
50	80	0	-125/-100 ¹⁾
80	120	0	-150/-100 ¹⁾
120	180	0	-175/-125 ¹⁾
180	250	0	-200/-125 ¹⁾
250	315	0	-225/-150 ¹⁾
315	400	0	-300/-200 ¹⁾
400	500	0	-400
500	630	0	-500
630	800	0	-630
800	1 000	0	-800
1 000	1 250	0	-1 000
1 250	1 600	0	-1 200

¹⁾ Valable pour les butées SKF Explorer

Tableau 2

Déviation d'alignement angulaire permise			
Rapport Série	Déviation d'alignement permise en soutenant le chargement P_0 ¹⁾		
	0,05 C_0	0,15 C_0	> 0,3 C_0
– degrés			
292 (E)	2	1,5	1
293 (E)	2,5	1,5	0,3
294 (E)	3	1,5	0,3

¹⁾ $P_0 = 0 F_a + 2,7 F_r$

Influence de la température de fonctionnement sur les matériaux de la butée

Toutes les butées à rotule sur rouleaux SKF sont soumises à un traitement thermique spécial et peuvent donc être utilisées à des températures jusqu'à +200 °C.

Charge minimale

Pour garantir des performances satisfaisantes, les butées à rotule sur rouleaux, comme tous les roulements à billes et à rouleaux, doivent toujours être soumises à une charge minimale, en particulier si elles tournent à vitesse élevée ou si elles sont soumises à de fortes accélérations ou à des changements rapides du sens de la charge. Dans de telles circonstances, les forces d'inertie agissant sur les rouleaux et la cage et le frottement qui s'exerce au niveau du lubrifiant peuvent avoir un effet néfaste sur les conditions de rotation du montage et entraîner des mouvements de glissement préjudiciables entre les rouleaux et les chemins de roulement.

La charge axiale minimale requise pour les butées à rotule sur rouleaux peut être estimée à l'aide de la formule

$$F_{am} = 1,8 F_r + A \left(\frac{n}{1000} \right)^2$$

où

F_{am} = charge axiale minimale, kN

F_r = composante radiale de la charge pour les butées soumises à une charge combinée, kN

C_0 = charge statique de base, kN

A = facteur de charge minimale
(→ tableau des produits)

n = vitesse de rotation, tr/min

Si $1,8 F_r < 0,0005 C_0$ il faut utiliser $0,0005 C_0$ dans l'équation ci-dessus au lieu de $1,8 F_r$.

Pour des vitesses supérieures à la vitesse de référence ou lors d'un démarrage à basse température ou encore lorsque le lubrifiant est extrêmement visqueux, des charges minimales supérieures peuvent même être requises. Le poids des composants supportés par le roulement, combiné aux forces extérieures, dépasse généralement la charge minimale requise. Dans le cas contraire, la butée à rotule sur rouleaux doit être préchargée, par exemple à l'aide de ressorts.

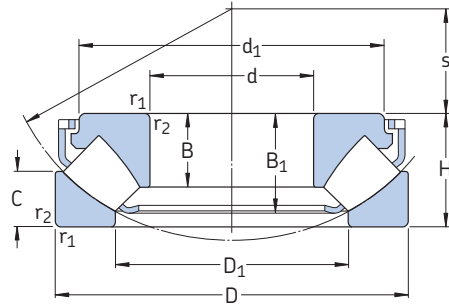
Cependant, quand une butée à rotule sur rouleaux est guidée radialement et montée avec un ajustement libre, la charge axiale minimale peut être réduite dans certaines conditions. Contactez le Service Applications Techniques SKF pour obtenir les conseils nécessaires.

Désignations auxiliaires

Les suffixes souvent utilisés pour identifier certaines caractéristiques des butées à rotule sur rouleaux SKF sont expliqués ci-dessous.

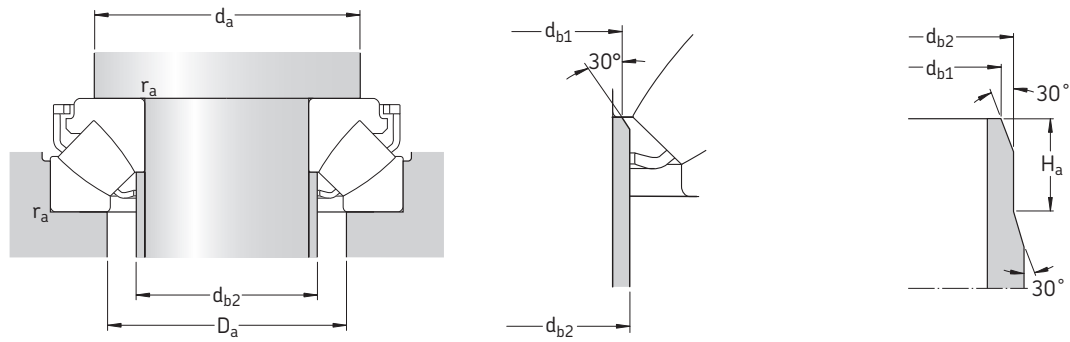
E	Conception intérieure optimisée et cage en acier de type à fenêtres
EF	Conception intérieure optimisée et cage massive en acier
EM	Conception intérieure optimisée et cage massive en laiton
N1	Une encoche d'arrêt en rotation dans la rondelle-logement
N2	Deux encoches d'arrêt à 180° l'une de l'autre dans la rondelle-logement
VE447	Rondelle-arbre avec trois trous filetés équidistants sur une face pour système de levage
VE447E	Comme VE447, avec trois boulons à anneaux appropriés
VE632	Rondelle-logement avec trois trous filetés équidistants sur une face pour système de levage
VU029	Caractéristique de conception interne pour roulements fonctionnant sous des charges combinées sans précharge par ressorts et réglés sur un jeu axial spécial

Butées à rotule sur rouleaux
d 60 – 190 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue P_u	Facteur de charge axiale A	Vitesses de base		Masse	Désignation
d	D	H	C	C_0			Vitesse de référence	Vitesse limite		
mm			kN		kN	–	tr/min	kg	–	
60	130	42	390	915	114	0,080	2 800	5 000	2,20	29412 E
65	140	45	455	1 080	137	0,11	2 600	4 800	3,20	29413 E
70	150	48	520	1 250	153	0,15	2 400	4 300	3,90	29414 E
75	160	51	600	1 430	173	0,19	2 400	4 000	4,70	29415 E
80	170	54	670	1 630	193	0,25	2 200	3 800	5,60	29416 E
85	150	39	380	1 060	129	0,11	2 400	4 000	2,75	29317 E
	180	58	735	1 800	212	0,31	2 000	3 600	6,75	29417 E
90	155	39	400	1 080	132	0,11	2 400	4 000	2,85	29318 E
	190	60	815	2 000	232	0,38	1 900	3 400	7,75	29418 E
100	170	42	465	1 290	156	0,16	2 200	3 600	3,65	29320 E
	210	67	980	2 500	275	0,59	1 700	3 000	10,5	29420 E
110	190	48	610	1 730	204	0,28	1 900	3 200	5,30	29322 E
	230	73	1 180	3 000	325	0,86	1 600	2 800	13,5	29422 E
120	210	54	765	2 120	245	0,43	1 700	2 800	7,35	29324 E
	250	78	1 370	3 450	375	1,1	1 500	2 600	17,5	29424 E
130	225	58	865	2 500	280	0,59	1 600	2 600	9,00	29326 E
	270	85	1 560	4 050	430	1,6	1 300	2 400	22,0	29426 E
140	240	60	980	2 850	315	0,77	1 500	2 600	10,5	29328 E
	280	85	1 630	4 300	455	1,8	1 300	2 400	23,0	29428 E
150	215	39	408	1 600	180	0,24	1 800	2 800	4,30	29230 E
	250	60	1 000	2 850	315	0,77	1 500	2 400	11,0	29330 E
	300	90	1 860	5 100	520	2,5	1 200	2 200	28,0	29430 E
160	270	67	1 180	3 450	375	1,1	1 300	2 200	14,5	29332 E
	320	95	2 080	5 600	570	3	1 100	2 000	33,5	29432 E
170	280	67	1 200	3 550	365	1,2	1 300	2 200	15,0	29334 E
	340	103	2 360	6 550	640	4,1	1 100	1 900	44,5	29434 E
180	250	42	495	2 040	212	0,40	1 600	2 600	5,80	29236 E
	300	73	1 430	4 300	440	1,8	1 200	2 000	19,5	29336 E
	360	109	2 600	7 350	710	5,1	1 000	1 800	52,5	29436 E
190	320	78	1 630	4 750	490	2,1	1 100	1 900	23,5	29338 E
	380	115	2 850	8 000	765	6,1	950	1 700	60,5	29438 E

Les désignations des roulements SKF Explorer sont indiquées en bleu

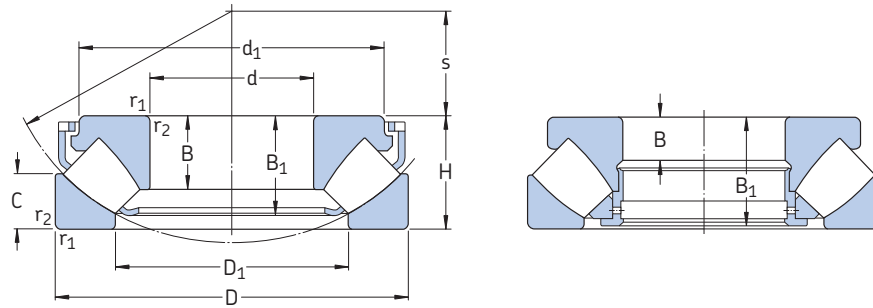


Dimensions

Cotes de montage

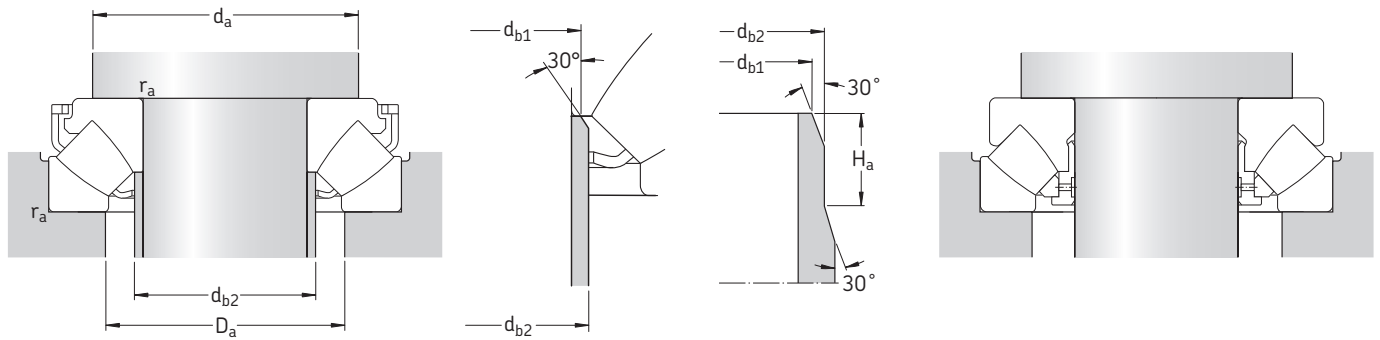
d	d ₁	D ₁	B	B ₁	C	r _{1,2} min	s	d _a min	d _{b1} max	d _{b2} max	H _a min	D _a max	r _a max
mm								mm					
60	112,2	85,5	27	36,7	21	1,5	38	90	67	67	–	107	1,5
65	120,6	91,5	29,5	39,8	22	2	42	100	72	72	–	117	2
70	129,7	99	31	41	23,8	2	44,8	105	77,5	77,5	–	125	2
75	138,3	105,5	33,5	45,7	24,5	2	47	115	82,5	82,5	–	133	2
80	147,2	112,5	35	48,1	26,5	2,1	50	120	88	88	–	141	2
85	134,8	109,5	24,5	33,8	20	1,5	50	115	90	90	–	129	1,5
	155,8	121	37	51,1	28	2,1	54	130	94	94	–	151	2
90	138,6	115	24,5	34,5	19,5	1,5	53	120	95	95	–	134	1,5
	164,6	127,5	39	54	28,5	2,1	56	135	99	99	–	158	2
100	152,3	127,5	26,2	36,3	20,5	1,5	58	130	107	107	–	147	1,5
	182,2	141,5	43	57,3	32	3	62	150	110	110	–	175	2,5
110	171,1	140	30,3	41,7	24,8	2	63,8	145	117	117	–	164	2
	199,4	155,5	47	64,7	34,7	3	69	165	120,5	129	–	193	2,5
120	188,1	154	34	48,2	27	2,1	70	160	128	128	–	181	2
	216,8	171	50,5	70,3	36,5	4	74	180	132	142	–	209	3
130	203,4	165,5	36,7	50,6	30,1	2,1	75,6	175	138	143	–	194	2
	234,4	184,5	54	76	40,9	4	81	195	142,5	153	–	227	3
140	216,1	177	38,5	54	30	2,1	82	185	148	154	–	208	2
	245,4	194,5	54	75,6	41	4	86	205	153	162	–	236	3
150	200,4	176	24	34,3	20,5	1,5	82	180	154	154	14	193	1,5
	223,9	190	38	54,9	28	2,1	87	195	158	163	–	219	2
	262,9	207,5	58	80,8	43,4	4	92	220	163	175	–	253	3
160	243,5	203	42	60	33	3	92	210	169	176	–	235	2,5
	279,3	223,5	60,5	84,3	45,5	5	99	235	175	189	–	270	4
170	251,2	215	42,2	61	30,5	3	96	220	178	188	–	245	2,5
	297,7	236	65,5	91,2	50	5	104	250	185	199	–	286	4
180	234,4	208	26	36,9	22	1,5	97	210	187	187	14	226	1,5
	270	227	46	66,2	35,5	3	103	235	189	195	–	262	2,5
	315,9	250	69,5	96,4	53	5	110	265	196	210	–	304	4
190	285,6	243,5	49	71,3	36	4	110	250	200	211	–	280	3
	332,9	264,5	73	101	55,5	5	117	280	207	223	–	321	4

Butées à rotule sur rouleaux
d 200 – 420 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue P_u	Facteur de charge axiale A	Vitesses de base		Masse	Désignation
d	D	H	C	C_0			Vitesse de référence	Vitesse limite		
mm			kN		kN	–	tr/min	kg	–	
200	280	48	656	2 650	285	0,67	1 400	2 200	9,30	29240 E
	340	85	1 860	5 500	550	2,9	1 000	1 700	29,5	29340 E
	400	122	3 200	9 000	850	7,7	850	1 600	72,0	29440 E
220	300	48	690	3 000	310	0,86	1 300	2 200	10,0	29244 E
	360	85	2 000	6 300	610	3,8	1 000	1 700	33,5	29344 E
	420	122	3 350	9 650	900	8,8	850	1 500	75,0	29444 E
240	340	60	799	3 450	335	1,1	1 100	1 800	16,5	29248
	380	85	2 040	6 550	630	4,1	1 000	1 600	35,5	29348 E
	440	122	3 400	10 200	930	9,9	850	1 500	80,0	29448 E
260	360	60	817	3 650	345	1,3	1 100	1 700	18,5	29252
	420	95	2 550	8 300	780	6,5	850	1 400	49,0	29352 E
	480	132	4 050	12 900	1 080	16	750	1 300	105	29452 E
280	380	60	863	4 000	375	1,5	1 000	1 700	19,5	29256
	440	95	2 550	8 650	800	7,1	850	1 400	53,0	29356 E
	520	145	4 900	15 300	1 320	22	670	1 200	135	29456 E
300	420	73	1 070	4 800	465	2,2	900	1 400	30,5	29260
	480	109	3 100	10 600	930	11	750	1 200	75,0	29360 E
	540	145	4 310	16 600	1 340	26	600	1 200	140	29460 E
320	440	73	1 110	5 100	465	2,5	850	1 400	33,0	29264
	500	109	3 350	11 200	1 000	12	750	1 200	78,0	29364 E
	580	155	4 950	19 000	1 530	34	560	1 100	175	29464 E
340	460	73	1 130	5 400	480	2,8	850	1 300	33,5	29268
	540	122	2 710	11 000	950	11	600	1 100	105	29368
	620	170	5 750	22 400	1 760	48	500	1 000	220	29468 E
360	500	85	1 460	6 800	585	4,4	750	1 200	52,0	29272
	560	122	2 760	11 600	980	13	600	1 100	110	29372
	640	170	5 350	21 200	1 630	43	500	950	230	29472 EM
380	520	85	1 580	7 650	655	5,6	700	1 100	53,0	29276
	600	132	3 340	14 000	1 160	19	530	1 000	140	29376
	670	175	5 870	24 000	1 860	55	480	900	260	29476 EM
400	540	85	1 610	8 000	695	6,1	700	1 100	55,5	29280
	620	132	3 450	14 600	1 200	20	530	950	150	29380
	710	185	6 560	26 500	1 960	67	450	850	310	29480 EM
420	580	95	1 990	9 800	815	9,1	630	1 000	75,5	29284
	650	140	3 740	16 000	1 290	24	500	900	170	29384
	730	185	6 730	27 500	2 080	72	430	850	325	29484 EM

Les désignations des roulements SKF Explorer sont indiquées en bleu

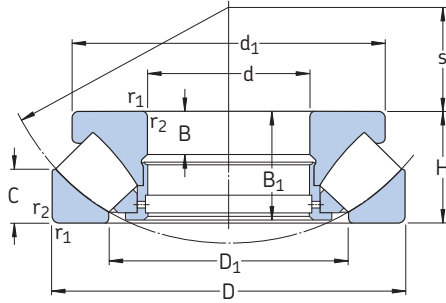


Dimensions

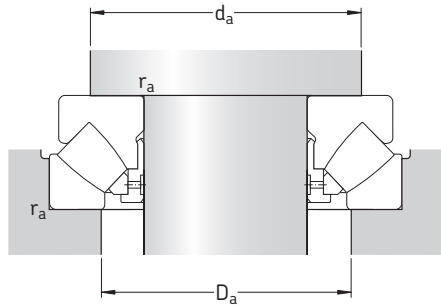
Cotes de montage

d	\underline{d}_1	\underline{D}_1	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	\underline{d}_a min	\underline{d}_{b1} max	\underline{d}_{b2} max	\underline{H}_a min	\underline{D}_a max	\underline{r}_a max
mm								mm					
200	260,5	232,5	30	43,4	24	2	108	235	206	207	17	253	2
	304,3	257	53,5	76,7	40	4	116	265	211	224	–	297	3
	350,7	277,5	77	107,1	59,4	5	122	295	217,5	234	–	337	4
220	280,5	251,5	30	43,4	24,5	2	117	255	224,5	227	17	271	2
	326,3	273,5	55	77,7	41	4	125	285	229	240	–	316	3
	371,6	300	77	107,4	58,5	6	132	315	238	254	–	358	5
240	330	283	19	57	30	2,1	130	290	–	–	–	308	2
	345,1	295,5	54	77,8	40,5	4	135	305	249	259	–	336	3
	391,6	322	76	107,1	59	6	142	335	258	276	–	378	5
260	350	302	19	57	30	2,1	139	310	–	–	–	326	2
	382,2	324	61	86,6	46	5	148	335	273	286	–	370	4
	427,9	346	86	119	63	6	154	365	278	296	–	412	5
280	370	323	19	57	30,5	2,1	150	325	–	–	–	347	2
	401	343	62	86,7	45,5	5	158	355	293	305	–	390	4
	464,3	372	95	129,9	70	6	166	395	300	320	–	446	5
300	405	353	21	69	38	3	162	360	–	–	–	380	2,5
	434,1	372	70	98,9	51	5	168	385	313	329	–	423	4
	485	392	95	130,3	70,5	6	175	415	319	340	–	465	5
320	430	372	21	69	38	3	172	380	–	–	–	400	2,5
	454,5	391	68	97,8	53	5	180	405	332	347	–	442	4
	520,3	422	102	139,4	74,5	7,5	191	450	344	367	–	500	6
340	445	395	21	69	37,5	3	183	400	–	–	–	422	2,5
	520	428	40,6	117	59,5	5	192	440	–	–	–	479	4
	557,9	445	112	151,4	84	7,5	201	475	363	386	–	530	6
360	485	423	25	81	44	4	194,5	430	–	–	–	453	3
	540	448	40,5	117	59,5	5	202	460	–	–	–	500	4
	580	474	63	164	83,5	7,5	210	495	–	–	–	550	6
380	505	441	27	81	42	4	202	450	–	–	–	473	3
	580	477	45	127	63,5	6	216	495	–	–	–	535	5
	610	494	67	168	87,5	7,5	222	525	–	–	–	580	6
400	526	460	27	81	42,2	4	212	470	–	–	–	493	3
	596	494	43	127	64	6	225	510	–	–	–	550	5
	645	525	69	178	89,5	7,5	234	550	–	–	–	615	6
420	564	489	30	91	46	5	225	500	–	–	–	525	4
	626	520	49	135	67,5	6	235	535	–	–	–	580	5
	665	545	70	178	90,5	7,5	244	575	–	–	–	635	6

Butées à rotule sur rouleaux
d 440 – 900 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue P_u	Facteur de charge axiale A	Vitesses de base		Masse	Désignation
d	D	H	C	C_0			Vitesse de référence	Vitesse limite		
mm			kN		kN	–	tr/min	kg	–	
440	600	95	2 070	10 400	850	10	630	1 000	78,0	29288
	680	145	4 490	19 300	1 560	35	480	850	180	29388 EM
	780	206	7 820	32 000	2 320	87	380	750	410	29488 EM
460	620	95	2 070	10 600	865	11	600	950	81,0	29292
	710	150	4 310	19 000	1 500	34	450	800	215	29392
	800	206	7 990	33 500	2 450	110	380	750	425	29492 EM
480	650	103	2 350	11 800	950	13	560	900	98,0	29296
	730	150	4 370	19 600	1 530	36	450	800	220	29396
	850	224	9 550	39 000	2 800	140	340	670	550	29496 EM
500	670	103	2 390	12 500	1 000	15	560	900	100	292/500
	750	150	4 490	20 400	1 560	40	430	800	235	293/500
	870	224	9 370	40 000	2 850	150	340	670	560	294/500 EM
530	710	109	3 110	15 300	1 220	22	530	850	115	292/530 EM
	800	160	5 230	23 600	1 800	53	400	750	270	293/530
	920	236	10 500	44 000	3 100	180	320	630	650	294/530 EM
560	750	115	2 990	16 000	1 220	24	480	800	140	292/560
	980	250	12 000	51 000	3 550	250	300	560	810	294/560 EM
600	800	122	3 740	18 600	1 460	33	450	700	170	292/600 EM
	900	180	7 530	34 500	2 600	110	340	630	405	293/600
	1 030	258	13 100	56 000	4 000	300	280	530	845	294/600 EM
630	850	132	4 770	23 600	1 800	53	400	670	210	292/630 EM
	950	190	8 450	38 000	2 900	140	320	600	485	293/630 EM
	1 090	280	14 400	62 000	4 150	370	260	500	1 040	294/630 EM
670	900	140	4 200	22 800	1 660	49	380	630	255	292/670
	1 150	290	15 400	68 000	4 500	440	240	450	1 210	294/670 EM
710	1 060	212	9 950	45 500	3 400	200	280	500	660	293/710 EM
	1 220	308	17 600	76 500	5 000	560	220	430	1 500	294/710 EF
750	1 000	150	6 100	31 000	2 320	91	340	560	325	292/750 EM
	1 120	224	9 370	45 000	3 050	190	260	480	770	293/750
	1 280	315	18 700	85 000	5 500	690	200	400	1 650	294/750 EF
800	1 060	155	6 560	34 500	2 550	110	320	530	380	292/800 EM
	1 180	230	9 950	49 000	3 250	230	240	450	865	293/800
	1 360	335	20 200	93 000	5 850	820	190	360	2 025	294/800 EF
850	1 120	160	6 730	36 000	2 550	120	300	500	425	292/850 EM
	1 440	354	23 900	108 000	7 100	1 100	170	340	2 390	294/850 EF
900	1 520	372	26 700	122 000	7 200	1 400	160	300	2 650	294/900 EF

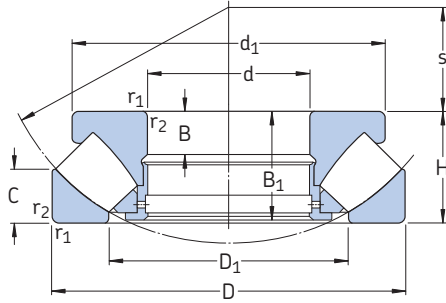


Dimensions

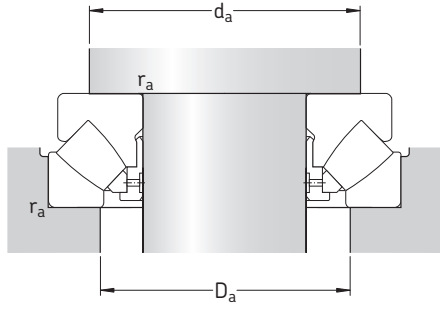
Cotes de montage

d	d_1	D_1	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	D_a max	r_a max
								mm		
440	585	508	30	91	46,5	5	235	520	545	4
	626	540	49	140	70,5	6	249	560	605	5
	710	577	77	199	101	9,5	257	605	675	8
460	605	530	30	91	46	5	245	540	565	4
	685	567	50	144	72,5	6	257	585	630	5
	730	596	77	199	101,5	9,5	268	630	695	8
480	635	556	33	99	53,5	5	259	570	595	4
	705	591	50	144	73,5	6	270	610	655	5
	770	625	88	216	108	9,5	280	660	735	8
500	654	574	33	99	53,5	5	268	585	615	4
	725	611	50	144	74	6	280	630	675	5
	795	648	86	216	110	9,5	290	685	755	8
530	675	608	32	105	56	5	285	620	655	4
	772	648	53	154	76	7,5	295	670	715	6
	840	686	89	228	116	9,5	308	725	800	8
560	732	644	37	111	61	5	302	655	685	4
	890	727	99	241	122	12	328	770	850	10
	600	760	688	39	117	60	5	321	700	735
840		720	65	174	89	7,5	340	755	810	6
940		769	99	249	128	12	349	815	900	10
630	810	723	50	127	62	6	338	740	780	5
	880	761	68	183	92	9,5	359	795	860	8
	995	815	107	270	137	12	365	860	950	10
670	880	773	45	135	73	6	361	790	825	5
	1045	864	110	280	141	15	387	905	1000	12
	710	985	855	74	205	103	9,5	404	890	960
1110		917	117	298	149	15	415	965	1070	12
750		950	858	50	144	74	6	409	880	925
	1086	910	76	216	109	9,5	415	935	1000	8
	1170	964	121	305	153	15	436	1015	1120	12
800	1010	911	52	149	77	7,5	434	935	980	6
	1146	965	77	222	111	9,5	440	995	1060	8
	1250	1034	123	324	165	15	462	1080	1185	12
850	1060	967	47	154	82	7,5	455	980	1030	6
	1315	1077	142	342	172	15	507	1160	1270	12
	900	1394	1137	147	360	186	15	518	1215	1320

Butées à rotule sur rouleaux
d 950 – 1 600 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue P_u	Facteur de charge axiale A	Vitesses de base		Masse	Désignation
d	D	H	C	C_0			Vitesse de référence	Vitesse limite		
mm			kN		kN	–	tr/min	kg	–	
950	1 250	180	8 280	45 500	3 100	200	260	430	600	292/950 EM 294/950 EF
	1 600	390	28 200	132 000	7 800	1 700	140	280	3 065	
1 000	1 670	402	31 100	140 000	8 650	1 900	130	260	3 380	294/1000 EF
1 060	1 400	206	10 500	58 500	3 750	330	220	360	860	292/1060 EF 294/1060 EF
	1 770	426	33 400	156 000	8 500	2 300	120	240	4 280	
1 180	1 520	206	10 900	64 000	3 750	390	220	340	950	292/1180 EF
1 250	1 800	330	24 800	129 000	7 500	1 600	130	240	2 770	293/1250 EF
1 600	2 280	408	36 800	200 000	11 800	3 800	90	160	5 375	293/1600 EF



C

Dimensions

Cotes de montage

d	d_1	D_1	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	D_a max	r_a max
mm								mm		
950	1 185	1 081	58	174	88	7,5	507	1 095	1 155	6
	1 470	1 209	153	377	191	15	546	1 275	1 400	12
1 000	1 531	1 270	155	389	190	15	599	1 350	1 490	12
1 060	1 325	1 211	66	199	100	9,5	566	1 225	1 290	8
	1 615	1 349	192	412	207	15	610	1 410	1 555	12
1 180	1 450	1 331	83	199	101	9,5	625	1 345	1 410	8
1 250	1 685	1 474	148	319	161	12	698	1 540	1 640	10
1 600	2 130	1 885	166	395	195	19	894	1 955	2 090	15

Produits SKF associés

L'équipement le mieux adapté

Pour obtenir une durée de vie maximale et des performances optimales des butées à rotule sur rouleaux SKF, il est essentiel qu'elles soient montées correctement.

SKF propose une gamme extrêmement complète d'outils de montage, de démontage et de maintenance des butées, par exemple des appareils de chauffage par induction, des pompes hydrauliques, des écrous hydrauliques, etc.

Graisse de lubrification

Des roulements de haute qualité nécessitent une graisse de haute qualité. Des recherches et des essais intensifs ainsi que des tests rigoureux et une longue expérience pratique sont à la base du développement de toutes les graisses SKF. Elles ont la même qualité élevée où que vous soyez, dans le monde entier.

Les graisses SKF les plus utilisées pour les butées à rotule sur rouleaux sont indiquées dans les **tableaux 1 et 2, page 27**.

Logement spécial pour les arbres de transmission des navires

SKF propose une large gamme de supports d'arbre de transmission pour navires. Ils sont conçus pour un roulement à rotule sur rouleaux combiné à une butée à rotule sur rouleaux.

Équipements de maintenance conditionnelle

Des roulements de dimensions correctes et montés correctement sont des composants de toute fiabilité. Cependant, pour un certain nombre d'applications, il est recommandé de surveiller l'état des roulements pour éliminer tout risque de panne imprévue. Ceci peut se produire, par exemple, en cas de conditions de fonctionnement particulièrement exigeantes.

La maintenance conditionnelle permet de détecter très tôt tout éventuel endommagement des roulements et donc de planifier le remplacement des roulements durant les périodes d'arrêt de la machine.

SKF fournit des équipements pour la maintenance conditionnelle périodique et continue.

SKF propose une large gamme de graisses de lubrification pour roulements dans différents emballages pour s'adapter à différents besoins





Le thermomètre électronique à usage général SKF, ThermoPen TMTP 200



Le stéthoscope électronique facile à utiliser TMST 3 de SKF est un instrument destiné à détecter les roulements détériorés. Ce kit comprend une cassette de démonstration



SKF propose une large gamme d'outils hydrauliques afin de faciliter le montage et le démontage des roulements à rouleaux

SKF – the knowledge engineering company

Inventeur du roulement à rotule sur billes mis au point il y a un siècle, SKF n'a dès lors cessé d'évoluer pour s'imposer aujourd'hui comme une véritable entreprise d'ingénierie capable de créer des solutions uniques pour ses clients à partir de cinq plates-formes technologiques. Ces plates-formes couvrent bien sûr les roulements, les ensembles-roulements et les solutions d'étanchéité, mais aussi d'autres domaines : les lubrifiants et systèmes de lubrification, d'une importance déterminante pour la durée de vie des roulements dans de nombreuses applications, la mécatronique qui combine connaissances mécaniques et électroniques pour obtenir une plus grande efficacité des systèmes de mouvement linéaire et des solutions instrumentées, et toute une gamme de services, depuis l'aide à la conception et la logistique jusqu'à la maintenance conditionnelle et aux systèmes de fiabilité.

Même si ses activités se sont diversifiées, SKF conserve sa position de leader mondial en matière de conception, fabrication et commercialisation des roulements mais aussi d'autres produits complémentaires comme les joints radiaux. SKF occupe, par ailleurs, une place de plus en plus importante sur le marché des produits pour mouvement linéaire, roulements de précision pour applications aéronautiques, broches de machines-outils

et services de maintenance d'installations de production.

Le Groupe SKF est certifié pour l'ensemble des sites dans le monde par la norme environnementale internationale ISO 14001 ainsi que par OHSAS 18001, référentiel international de la gestion de la santé et de la sécurité. Les différentes Divisions ont également obtenu une certification qualité en accord avec les normes ISO 9001 et d'autres exigences spécifiques du client.

Avec plus de 100 sites de production à l'échelle mondiale et des unités commerciales dans 70 pays, SKF est véritablement une organisation internationale. De plus, la présence de SKF sur le marché électronique et 15 000 distributeurs et partenaires commerciaux répartis à travers le monde contribuent à rapprocher le Groupe de ses clients pour la fourniture tant de produits que de services. Concrètement, les solutions SKF sont toujours disponibles là où nos clients en ont besoin, quand ils en ont besoin. Dans l'ensemble, la marque et l'entreprise SKF affichent une santé plus florissante que jamais. En tant qu'entreprise d'ingénierie, nous mettons à votre disposition des compétences de niveau international en matière de produits, des ressources intellectuelles et une vision particulière pour vous guider vers la réussite.

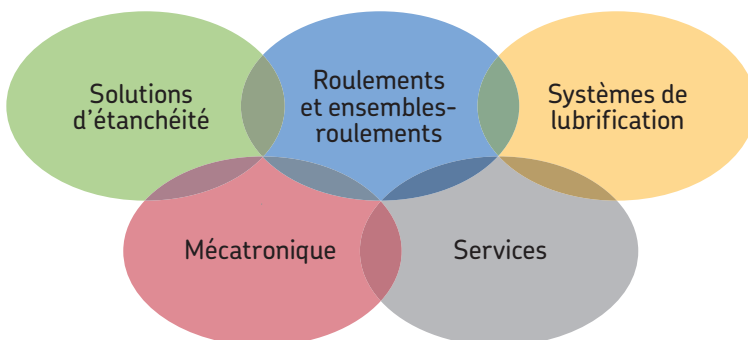


© Airbus – photo: e'm company, H. Goussé

L'avènement de la technologie by-wire

Du fly-by-wire au work-by-wire en passant par le drive-by-wire, SKF dispose de compétences uniques concernant la technologie by-wire actuellement en plein essor. SKF a été le premier à exploiter la technologie fly-by-wire (commandes de vol électriques) et travaille en collaboration étroite avec tous les leaders de l'industrie aéronautique. A titre d'exemple, pratiquement tous les avions Airbus sont équipés de systèmes SKF by-wire en ce qui concerne les commandes de vol.

SKF est également leader de la technologie by-wire dans le domaine de l'automobile. En partenariat avec des ingénieurs de l'industrie automobile, le Groupe a mis au point deux concept-cars dont les systèmes de direction et de freinage reposent sur des composants mécatroniques SKF. D'autres recherches menées dans le secteur de la technologie by-wire ont conduit à la production d'un chariot élévateur dont la totalité des commandes repose sur des systèmes mécatroniques en remplacement des systèmes hydrauliques classiques.





Exploitation de l'énergie éolienne

Le secteur de l'énergie éolienne actuellement en plein essor apporte des solutions écologiques aux besoins d'électricité. SKF travaille en partenariat avec les leaders mondiaux du secteur pour développer des turbines performantes et fiables à partir d'une large gamme de roulements de grandes dimensions hautement spécialisés et de systèmes de maintenance conditionnelle qui permettent d'allonger la durée de vie des équipements de parcs éoliens, y compris dans les environnements les plus éloignés et les plus hostiles.



Fiabilité en environnements extrêmes

Au cours des hivers rigoureux, notamment dans les pays nordiques, des températures négatives extrêmes peuvent provoquer un grippage des roulements de boîtes d'essieu ferroviaires lié à une lubrification insuffisante. SKF a donc mis au point une nouvelle famille de lubrifiants synthétiques formulés pour conserver une viscosité constante, y compris en cas de températures extrêmes. Les connaissances de SKF permettent aux fabricants et aux utilisateurs finaux de surmonter les problèmes de performances liés aux températures extrêmes, négatives ou positives. Des produits SKF sont ainsi à l'œuvre dans des environnements aussi variés que les fours et les installations de surgélation d'usines de transformation des aliments.



Un aspirateur plus propre

Le moteur électrique et ses roulements sont des éléments clés de la plupart des appareils électroménagers. SKF travaille au côté des fabricants d'électroménager pour les aider à améliorer les performances et réduire les coûts, l'encombrement et la consommation d'énergie de leurs produits. Récemment, cette collaboration a par exemple permis de mettre au point une nouvelle génération d'aspirateurs offrant une puissance d'aspiration décuplée. Les connaissances de SKF concernant la technologie des roulements de petite taille sont également mises en application au profit des fabricants d'outils électriques et d'équipements de bureau.



La R&D à 350 km/h

Parallèlement aux très réputées installations de recherche et développement de SKF basées en Europe et aux États-Unis, les courses de Formule 1 offrent une opportunité unique de repousser les limites de la technologie des roulements. Depuis plus de 50 ans, Oles produits, techniques et connaissances de SKF contribuent à la renommée de la Scuderia Ferrari dans le monde de la F1. (Une Ferrari de compétition typique compte plus de 150 composants SKF.) Les enseignements tirés sur ce terrain sont ensuite appliqués aux produits proposés aux constructeurs automobiles et au secteur des pièces de rechange au niveau mondial.



Optimiser l'efficacité de l'outil de production

Par l'intermédiaire de sa division SKF Reliability Systems, SKF offre une gamme complète de produits et services d'optimisation de l'efficacité de l'outil de production, depuis le matériel et les logiciels de maintenance conditionnelle jusqu'aux stratégies de maintenance, en passant par l'assistance technique et des programmes de fiabilité machine. Pour optimiser leur efficacité et dynamiser leur productivité, certaines entreprises industrielles optent pour une Solution de maintenance intégrée : tous les services fournis par SKF sont inclus dans un seul contrat forfaitaire basé sur les performances.



Planifier une croissance durable

Par nature, les roulements contribuent à préserver l'environnement dans la mesure où ils permettent aux machines de fonctionner de manière plus efficace, en consommant moins d'énergie et de lubrifiant. En améliorant la performance de ses propres produits, SKF contribue à l'avènement d'une nouvelle génération de produits et d'équipements haute performance. Dans l'optique de préparer l'avenir et le monde que nous laisserons à nos enfants, la politique Environnement, santé et sécurité du Groupe SKF et les techniques de fabrication sont développées et mises en œuvre de manière à protéger et à préserver les ressources naturelles limitées de la terre. Nous oeuvrons pour une croissance durable et respectueuse de l'environnement.



© SKF, @ptitude WAVE et MARLIN ont des marques déposées du Groupe SKF.

™ SKF Explorer et Total Shaft Solutions ont des marques du Groupe SKF.

© Groupe SKF 2009

Le contenu de cette publication est soumis au copyright de l'éditeur et sa reproduction, même partielle, est interdite sans autorisation. Le plus grand soin a été apporté à l'exactitude des informations contenues dans cette publication, mais SKF décline toute responsabilité pour les pertes ou dommages directs ou indirects découlant de l'utilisation du contenu du présent document.

PUB BU/P2 06104 FR · Novembre 2009

Imprimé en Suède sur papier respectueux de l'environnement.

skf.com