

CATALOGUE GENERAL

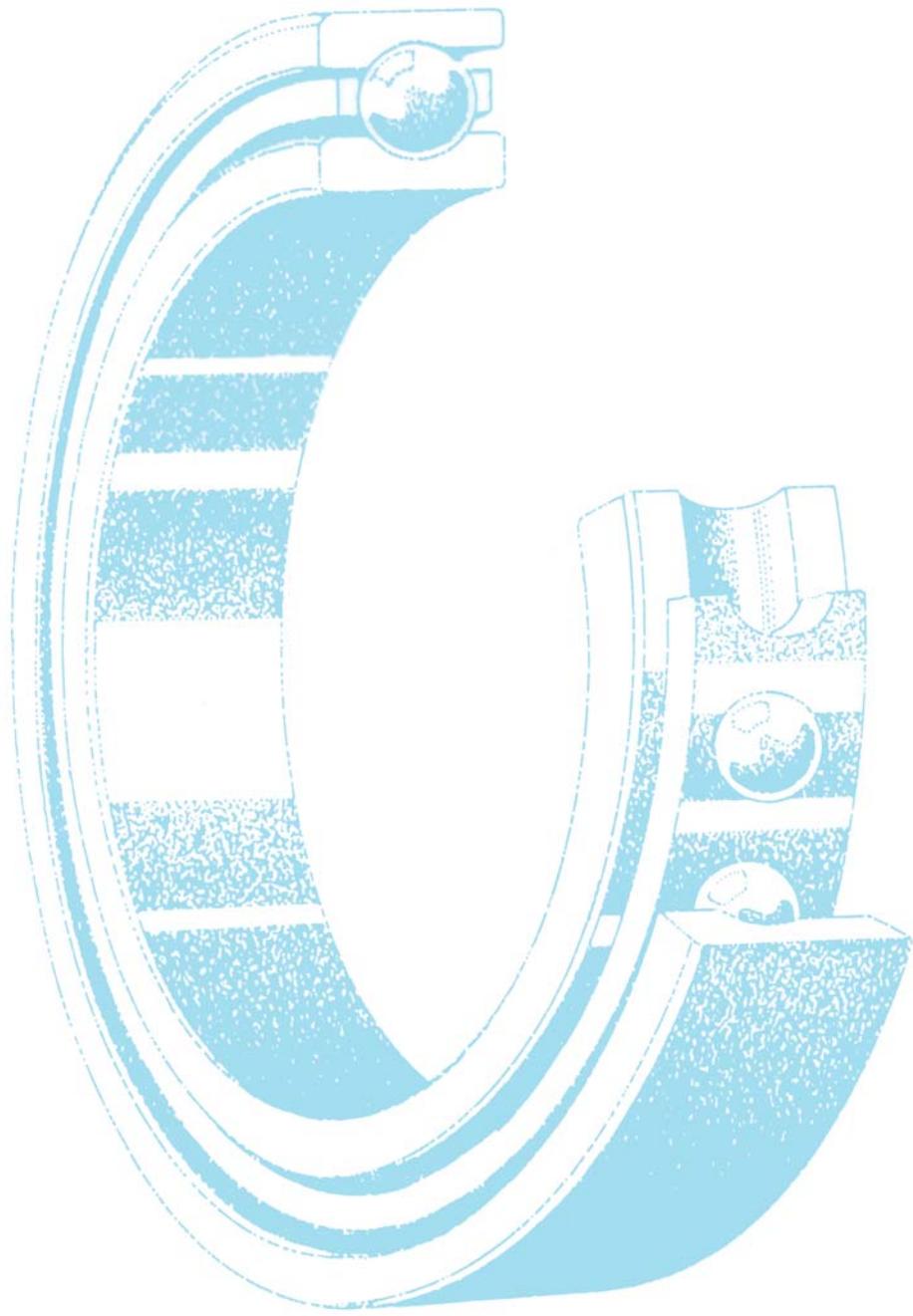


TABLE DES MATIERES

PRESENTATION

Le Groupe	pag.	1
La technologie	pag.	2
Les roulements à billes de haute précision SNFA pour machines-outils et applications industrielles.....	pag.	9
Le produit	pag.	10
Le système de qualité	pag.	11
La gamme de production	pag.	12
Symbolisation	pag.	13

CARACTERISTIQUES DES ROULEMENTS

Formes de construction	pag.	14
Matériaux des composants.....	pag.	15
Précision (Tableaux ABEC 5 - ABEC 7 - ABEC 9)	pag.	16
Angle de contact	pag.	17
Vitesse limite	pag.	18
Température de fonctionnement	pag.	19
Vibrations - Niveau de Bruit	pag.	20

CALCULS

Calcul de la durée de vie théorique "L10"; Capacité de charge dynamique "C33"	pag.	21
Contrôle statique du roulement; Capacité de charge statique "C0"	pag.	26

JEUX DE ROULEMENT

Appariements	pag.	28
Particularités des roulements appariés SNFA	pag.	30
Roulements Universels "U"	pag.	31
Précharge.....	pag.	32
Charge de décollement	pag.	33
Rigidité	pag.	34
Entretoises	pag.	35

MONTAGE

Tolérances de montage	pag.	36
Diamètres des appuis et rayons de raccordement des portées	pag.	39
Diamètres des appuis et rayons de raccordement des roulements	pag.	41



LUBRIFICATION

But de la lubrification	pag. 43
Lubrification à la graisse	pag. 43
Lubrification à l'huile	pag. 46
Etanchéités	pag. 52

MANIPULATION ET MARQUAGE DES ROULEMENTS

Manipulation des roulements	pag. 54
Serrage des bagues des roulements	pag. 55
Marquage des roulements	pag. 59

Série dimensionnelle ISO et production SNFA	pag. 62
Code d'identification des roulements	pag. 63

TABLEAUX DES PRODUITS

Tableaux des roulements SNFA	
- Séries SEA - SEB - EX - E 200	pag. 65
Roulements pour paliers de vis à billes	
- Séries BS 200 et BS Spéciaux	pag. 89
Cartouches pour vis à billes	
- Séries BSDU - BSQU - BSQU/1	pag. 93
Roulements pour vitesses particulièrement élevées	
- Séries VEB, VEX, ED	pag. 96
Roulements "NS" avec billes en céramique	pag. 109
Roulements en exécution "H1"	pag. 112
Cartouches "HBB"	pag. 113

Exemples d'applications des roulements	pag. 115
---	----------

Tableau de correspondance des roulements SNFA avec d'autres marques	pag. 121
--	----------



le Groupe

Présentation du Groupe SNFA

Depuis 1953 le Groupe SNFA est spécialisé dans la fabrication des roulements à billes et à rouleaux de haute et très haute précision, en investissant constamment dans la recherche et l'évolution technologique de ses produits.

Avec la croissance de l'activité et en ayant pour objectif d'atteindre les plus hauts niveaux, SNFA s'est progressivement organisé en une structure centrée sur deux grandes familles de produits:

- **Roulements à billes et à rouleaux cylindriques de haute et très haute précision destinés aux Industries Aéronautiques et Spatiales .**
- **Roulements à billes de haute et très haute précision pour Applications Industrielles .**

UNITE DE PRODUCTION

Roulements aéronautiques:
SNFA S.A.S
FRANCE

*Roulements à billes
de haute précision:*

SNFA BEARINGS LTD
ROYAUME-UNI

SOMECAT S.p.A.
ITALIE



UNITE DE VENTE

SNFA S.A.S
FRANCE

SNFA BEARINGS LTD
ROYAUME-UNI

SOMECAT S.p.A.
ITALIE

SNFA
Präzisions – Wälzlager Vertrieb GmbH
ALLEMAGNE

SNFA S.A.
SUISSE



La technologie...

Les opérations de **rectification** et de **superfinition** des bagues des roulements sont réalisées par un cycle de plusieurs opérations sur toutes les surfaces des bagues.

L'importance de ces opérations nécessite l'utilisation de rectifieuses spéciales C.N.C de haute qualité et d'appareils de contrôle spécifiques.



Les machines, les appareils de contrôle et les procédés correspondants répondent aux critères les plus modernes nécessaires à la fabrication de produits de haute précision et de qualité.

Le **tournage** des bagues est réalisé à partir de tubes, barres ou bien de pièces forgées.

L'élément commun est la matière première (acier 100Cr6) qui, indépendamment de la forme brute, doit être de haute qualité, avec absence d'inclusions.



Dans le domaine de la haute précision, **SNFA** occupe une place de leader grâce à la reconnaissance de sa qualité, de ses prestations et de la fiabilité de ses roulements.

Cette performance illustre la production de toutes les sociétés du Groupe **SNFA** qui, s'intégrant entre elles avec différents types de produits, sont capables d'offrir une gamme de roulements pour les différents secteurs de l'industrie, de l'aéronautique et du spatial.

Afin de satisfaire une demande croissante de roulements techniquement très évolués, l'étude de projets, l'expérimentation, la fabrication et les contrôles ont lieu dans le cadre d'une structure dotée de ressources adéquates.



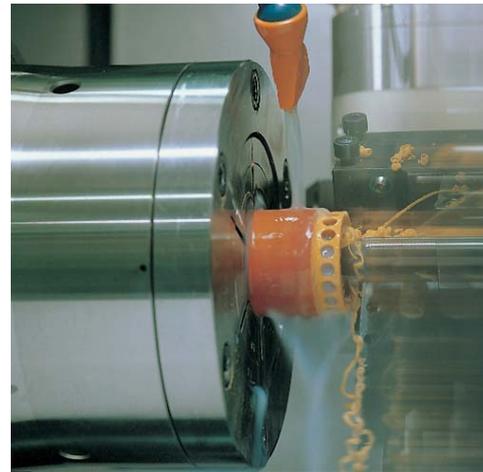


...la technologie...

L'**appairage** est l'opération qui permet de former un Groupe de deux ou plusieurs roulements, en réalisant simultanément la **pré-charge** prédéterminée.

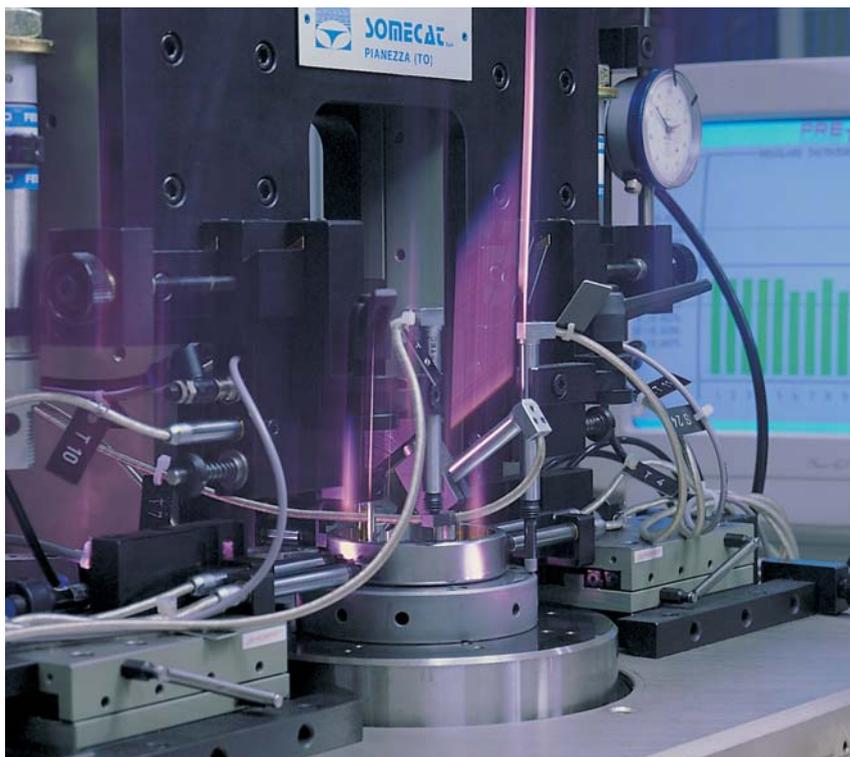
L'exactitude et l'uniformité de la précharge sont de rigueur afin d'obtenir un fonctionnement régulier du Groupe de roulements.

L'appairage personnalisé SNFA, réalisé avec la plus grande rigueur, est obtenu en effectuant un désaffleurement des roulements adapté à la charge axiale demandée.



Les cages en textile-résine stratifié sont réalisées à partir des tubes.

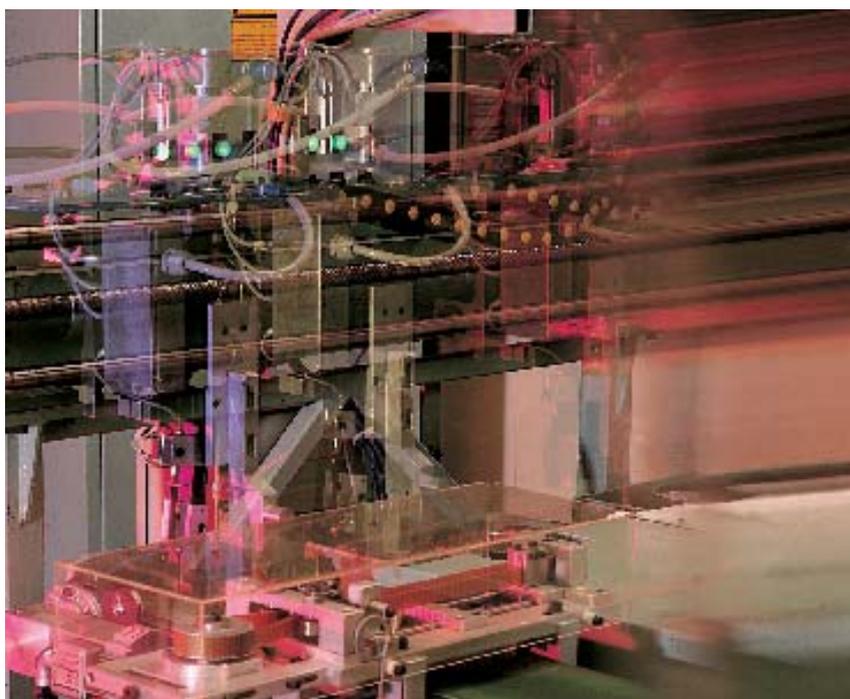
Le bon comportement dynamique de cet important composant du roulement dépend de l'homogénéité du matériel et d'une bonne géométrie.



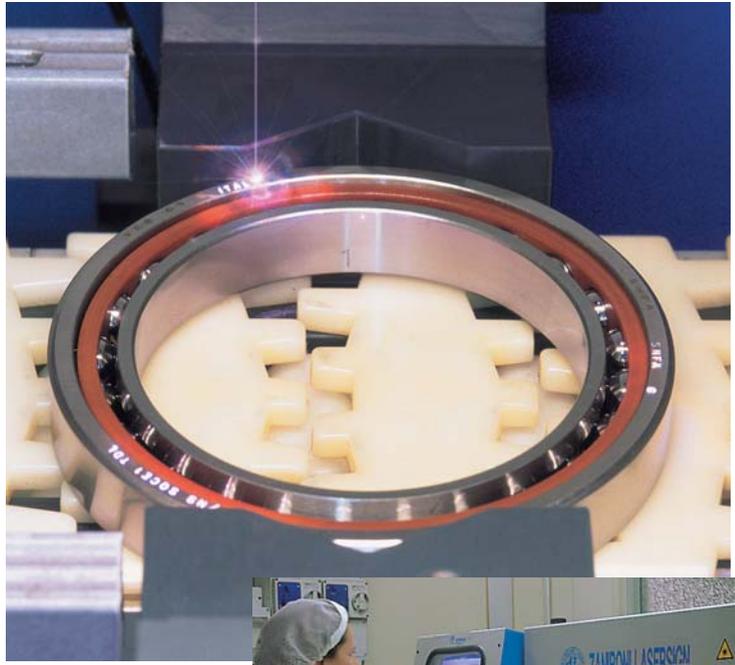
Lors de la réception finale un contrôle à 100% des bagues est effectué.

Des appareils spécialement conçus pour cette opération, mesurent automatiquement et simultanément tous les paramètres géométriques des bagues avec un haut degré de précision.

Les valeurs mesurées sont mémorisées afin d'effectuer une analyse qualitative.



L'**assemblage** des différents éléments présélectionnés (bagues, cage et billes) est effectué au moyen d'une installation automatisée à induction électromagnétique, étudiée et mise au point par SNFA, permettant de contrôler la dilatation de la bague extérieure du roulement.



...la technologie.

Le **marquage** permet l'identification complète du produit, toutes les caractéristiques du roulement sont ainsi inscrites: type, série, alésage, classe de précision, matériau de la cage, angle de contact, appariement et précharge. Pour réaliser cette opération SNFA utilise des appareils à rayons laser, gérés par ordinateur.

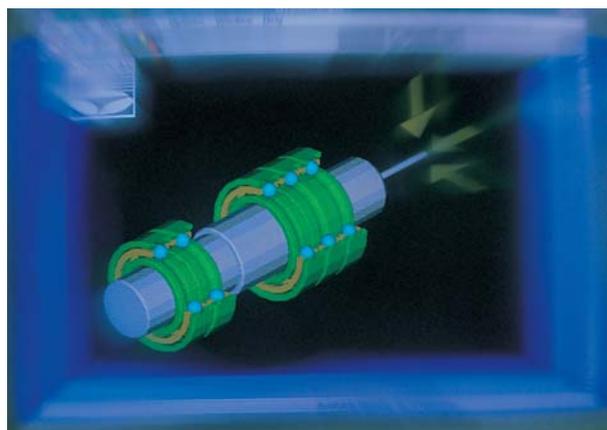


Le degré de propreté est essentiel pour la vie du roulement; aussi le procédé de **lavage** est réalisé par des machines et des instruments spécifiques dans un contexte qui préserve l'environnement.

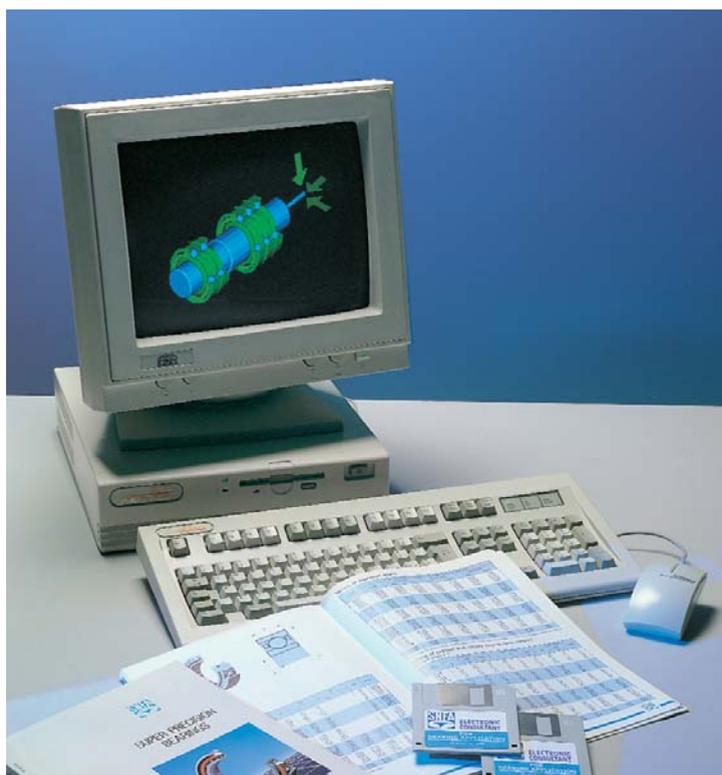


En attente de livraison, le stockage des roulements se fait dans un magasin avec une température et un taux d'humidité contrôlés en permanence.

Les programmes de calcul sophistiqués et les essais finalisés en laboratoire sont primordiaux pour le développement correct du produit. Tous les critères faisant référence aux normes ISO 9000 pour l'assurance qualité sont respectés et suivis lors du déroulement de cette activité.



Le développement d'un produit ne peut se faire sans expérience. Tous les essais fonctionnels réalisés dans les laboratoires de SNFA sont destinés à la recherche de nouvelles solutions et à l'acquisition de connaissances innovantes afin de satisfaire au maximum les exigences de l'utilisateur.



Assistance à la clientèle

SNFA met à la disposition de sa clientèle toute son expérience pour un choix optimum de roulements et des prestations fonctionnelles en phase de projet.

Avec l'utilisation du Catalogue Général SNFA électronique, utilisable sur micro-ordinateur, SNFA aide au choix des roulements et à l'exécution des calculs.

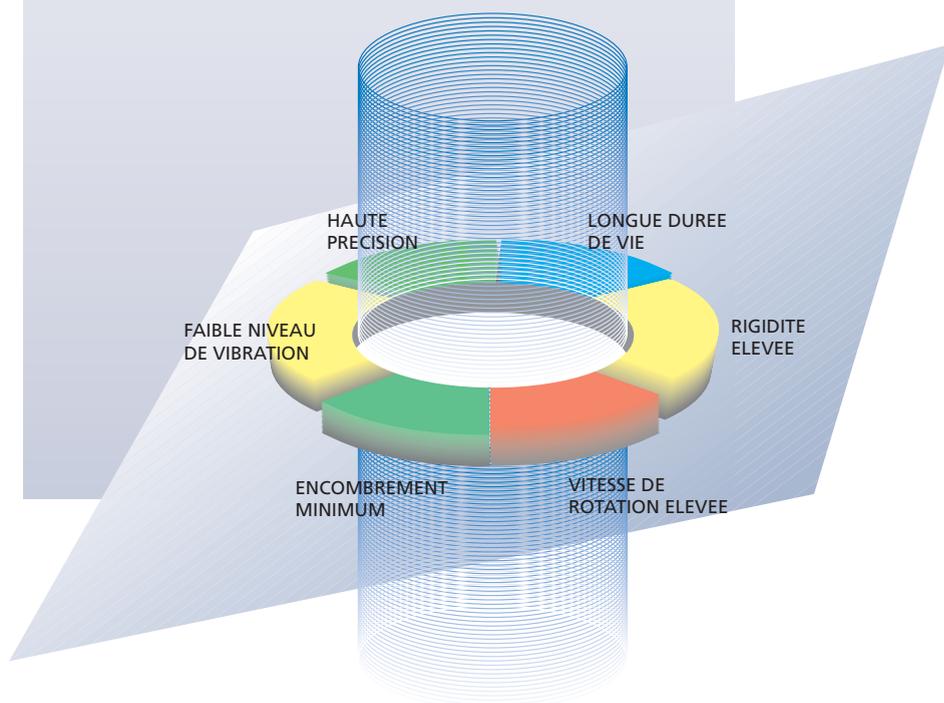


ISO 9002-Cert. n° 002671





ROULEMENTS A BILLES A CONTACT OBLIQUE DE HAUTE PRECISION



Les roulements à billes de haute précision SNFA pour machines-outils et applications industrielles

Ce catalogue présente toute la gamme de production SNFA : **roulements à billes à contact oblique, de haute précision.**

Vendus dans le monde entier, les roulements SNFA sont destinés à être utilisés soit en "première monte" soit en pièces de rechange, dans le secteur des machines-outils et dans tout autre secteur, chaque fois qu'une rotation précise, silencieuse, avec un faible couple de frottement est nécessaire.

Appréciés pour leur niveau technique et leur qualité, les roulements sont directement commercialisés par **l'Organisation SNFA** qui compte parmi ses objectifs prioritaires celui d'offrir à sa clientèle un service de qualité de haut niveau.





Le Produit

SNFA, depuis son origine, a toujours eu pour but d'atteindre les niveaux les plus avancés de spécialisation dans l'étude de projets, le développement et la fabrication de roulements destinés à la haute précision.

Les différentes séries de ce catalogue se différencient entre elles par leur configuration et leurs dimensions: elles sont constituées par des roulements avec des dimensions comprises entre **6 mm** (diamètre d'alésage) et **380 mm** (diamètre extérieur).

L'interchangeabilité étant de première importance, les caractéristiques techniques des roulements sont faites dans le respect des Normes Internationales et elles évoluent au fur et à mesure de leurs publications.

Toute la production des roulements SNFA est conforme aux standards suivants:

- cotes d'encombrement, arrondis	AFBMA Std 20	(équivalent à ISO 15)
- tolérances dimensionnelles	AFBMA Std 20	(équivalent à ISO 492)
- tolérances fonctionnelles	AFBMA Std 20	(équivalent à ISO 492)



Le Système de Qualité

SNFA est certifiée ISO 9002 depuis 1994

Le Système de Qualité est un élément fondamental de l'organisation de l'entreprise dans le processus de production qui consolide les niveaux qualitatifs répondant aux attentes du marché.

Dans cette optique, les Sociétés du Groupe SNFA ont également porté une attention toute particulière sur la **SECURITE** et **L'ENVIRONNEMENT** et, en particulier sur les **HOMMES**, lesquels, impliqués dans des programmes de formation, forment la base opérationnelle du Système et contribuent à la réalisation de la **QUALITE TOTALE**.

La gamme de production

La gamme des produits SNFA (voir tableau ci-après) inclue:

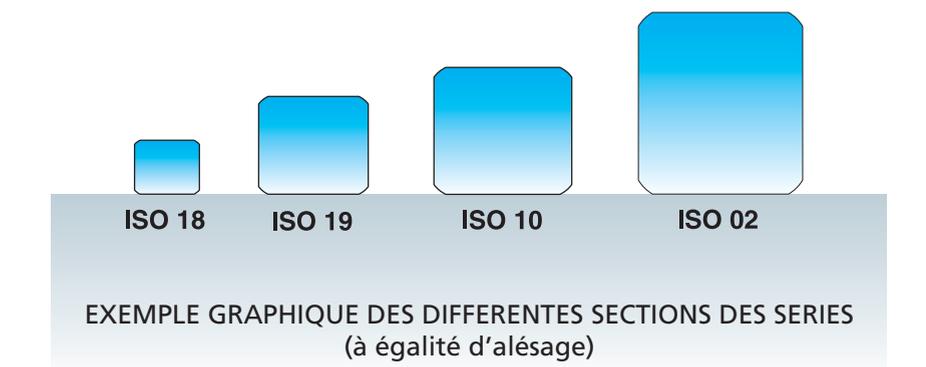
- les séries **SEA - SEB - EX - E 200**, qui se différencient entre elles sur le plan dimensionnel;
- les séries **VEB** et **VEX**, étudiées spécialement pour des vitesses très élevées;
- les séries **BS 200** et **BS Spéciale**, avec angle de contact de **62°**, utilisées dans les paliers de vis à billes.
- la série **ED**, avec bague intérieure démontable, est produite uniquement sur demande spécifique comme "pièce de rechange".

Toutes les séries sont produites selon la classe de précision **AFBMA**, (voir paragraphe Précision).

Tous les roulements et en particulier ceux étudiés pour la haute vitesse, peuvent être livrés dans la version "**NS**", roulements équipés avec **billes en céramique**.

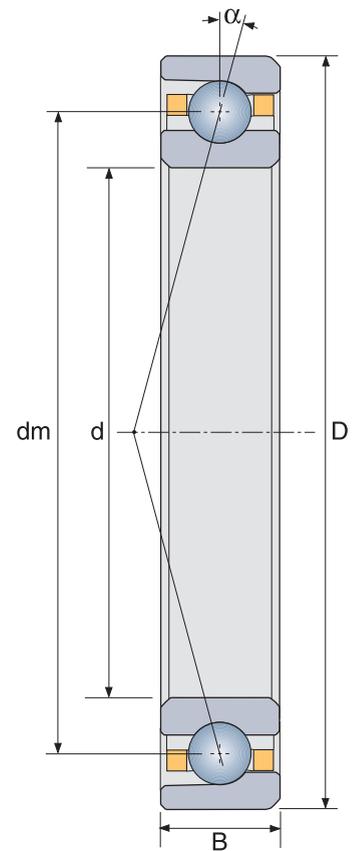
Par ailleurs, la gamme SNFA inclue pour les paliers de vis à billes, les cartouches **BSDU - BSQU - BSQU / 1** équipées de roulements "**BS 200**".

Série SNFA	Série dimensionnelle ISO	Caractéristiques
SEA	18	Capacité de charge modérée Vitesse jusqu'à 1.500.000 ndm (huile)
SEB	19	Bonne capacité de charge Vitesse jusqu'à 1.500.000 ndm (huile)
VEB	19	Bonne capacité de charge Vitesse au-delà de 2.000.000 ndm (huile)
EX	10	Capacité de charge élevée Vitesse jusqu'à 1.500.000 ndm (huile)
VEX	10	Bonne capacité de charge Vitesse au-delà de 2.000.000 ndm (huile)
E200	02	Capacité de charge très élevée Vitesse jusqu'à 1.500.000 ndm (huile)
BS200	02	Charge axiale prépondérante Rigidité et capacité de charge axiale élevée. Vitesse 400.000 ndm (graisse)
BS (spéciales)	-	Identiques aux BS 200
ED	10	Bague intérieure démontable Vitesse au-delà de 2.000.000 ndm (huile)



Symbolisation

d	: Alésage du roulement	mm
D	: Diamètre extérieur du roulement	mm
B	: Epaisseur du roulement	mm
Z	: Nombre de billes	-
Ø	: Diamètre de bille	mm
α	: Angle de contact	degrés
dm	: Diamètre primitif du roulement	mm
C₃₃	: Capacité de charge dynamique	daN
C₀	: Capacité de charge statique	daN
Pr	: Précharge	daN
La	: Limite de charge axiale statique	daN
Ra	: Rigidité axiale	daN / μm
Vh	: Vitesse maximum pour une lubrification minimum à l'huile	tr / min
Vg	: Vitesse maximum pour une lubrification à la graisse	tr / min
Cr	: Couple de frottement	daN · mm
Poids	: Poids d'un roulement	kg
n	: Vitesse de rotation	tr / min
ndm	: Facteur de vitesse	tr / min · mm



Les autres symboles indiqués dans ce catalogue seront spécifiés au cours des paragraphes suivants.

CARACTERISTIQUES DES ROULEMENTS

Formes de construction

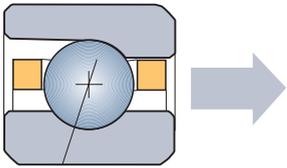
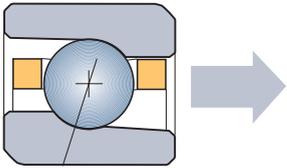
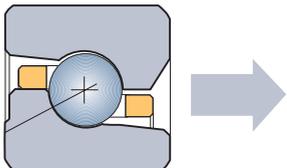
Les roulements à contact oblique offrent le meilleur compromis vitesse-rigidité sous l'action de charges combinées. Grâce à leur forme particulière, ils permettent d'atteindre des vitesses de rotation très élevées, produit ndm (nombre de toursdiamètre primitif) supérieur à $2,5 \cdot 10^6$.

Leur forme asymétrique permet le montage d'une cage monobloc et l'introduction d'une grande quantité de billes, afin d'assurer des capacités élevées de charge et de rigidité.

Ces roulements sont en mesure de supporter, simultanément, des charges radiales et axiales élevées. Ils doivent être montés par groupe de deux ou plus, opposés et préchargés, avec ou sans entretoises de façon rigide ou élastique.

Les roulements SNFA, en fonction de leurs formes et de leurs dimensions sont classés en séries homogènes qui permettent une identification facile du produit et un choix approprié pour des exigences d'applications spécifiques.

Dessin représentatif de la section du roulement

	Code forme	Série SNFA	Caractéristiques
	E-SE	SEA SEB EX E 200	Cage centrée sur bague extérieure Bague extérieure asymétrique Bague intérieure symétrique Roulement non démontable $\alpha = 15^\circ$ et 25° $\alpha = 18^\circ$ *
	VE	VEB VEX	Cage centrée sur bague extérieure Bague extérieure asymétrique Bague intérieure asymétrique Roulement non démontable $\alpha = 15^\circ$ et 25° $\alpha = 12^\circ$ et 18° *
	BS	BS 200 BS (spéciaux)	Cage centrée sur bague extérieure Bague extérieure asymétrique Bague intérieure asymétrique Roulement non démontable $\alpha = 62^\circ$

* disponible sur demande

Matériaux des composants

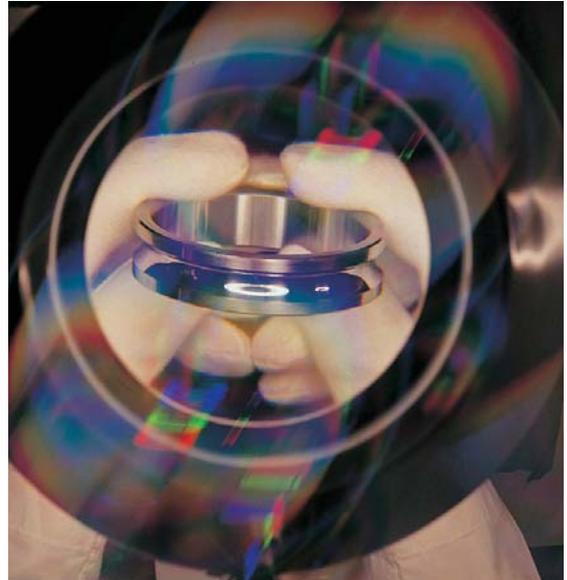
Bagues intérieures et extérieures, billes

Les roulements SNFA sont fabriqués en acier au chrome ISO 100Cr6, dégazé sous vide ou de qualité équivalente.

Il s'agit d'un matériau de grande pureté qui garantit une très grande fiabilité.

Trempé à coeur et stabilisé selon un cycle qui prévoit également un cycle de refroidissement, il permet d'atteindre une température de fonctionnement voisine de 160°C, sans compromettre la stabilité dimensionnelle ni la dureté.

Pour les applications de hautes performances, les roulements SNFA peuvent être équipés avec des billes en céramique. Voir paragraphe "roulements NS".



Cages

Le matériau le plus communément employé est un matériau stratifié textile-résine.

Ce matériau avec un coefficient de frottement bas, permet la réalisation de cages "massives", précises, adaptées aux hautes vitesses.

Certaines séries de roulements sont équipées avec des cages en polyamide 6.6 renforcé de fibre de verre.

Ces cages sont obtenues par moulage à injection, elles présentent un coefficient de frottement réduit, sont résistantes et ont un excellent comportement en particulier avec une lubrification à la graisse.

Ces deux matériaux sont identifiés respectivement avec les suffixes "**C**" et "**P**", dans la désignation des roulements.

Sur demande particulière, les roulements SNFA peuvent être équipés de cages en laiton, dans ce cas le suffixe de la désignation du roulement sera "**L**".



Précision

Tolérances dimensionnelles et fonctionnelles des roulements ABEC 5 - ABEC 7 - ABEC 9 (norme AFBMA)

Bague intérieure

(Valeurs en microns)

Alésage en mm		> 0	> 10	> 18	> 30	> 50	> 80	> 120	> 150	> 180	> 250	> 315	> 400
		≤ 10	≤ 18	≤ 30	≤ 50	≤ 80	≤ 120	≤ 150	≤ 180	≤ 250	≤ 315	≤ 400	≤ 500
Δ_{dmp}	ABEC 5	-5	-5	-6	-8	-9	-10	-13	-13	-15	-18	-23	
	ABEC 7	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-10	-12			
	ABEC 9	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-4	-5	-7	-7	-8			
K_{ia}	ABEC 5	4	4	4	5	5	6	8	8	10	13	15	
	ABEC 7	2.5	2.5	3	4	4	5	6	6	8			
	ABEC 9	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5	5			
S_{ia}	ABEC 5	7	7	8	8	8	9	10	10	13	15	20	
	ABEC 7	3	3	4	4	5	5	7	7	8			
	ABEC 9	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5	5			
S_d	ABEC 5	7	7	8	8	8	9	10	10	11	13	15	
	ABEC 7	3	3	4	4	5	5	6	6	7			
	ABEC 9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	4	5			
V_{Bs}	ABEC 5	5	5	5	5	6	7	8	8	10	13	15	
	ABEC 7	2.5	2.5	2.5	3	4	4	5	5	6			
	ABEC 9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	4	5			
Δ_{Bs}	ABEC 5	-40	-80	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300	-350	-400	
	ABEC 7	-40	-80	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300			
	ABEC 9	-40	-80	-120	-120	-150	-200	-250	-300	-350			
Δ_{B1s}	ABEC 5	-250	-250	-250	-250	-250	-380	-380	-380	-500	-500	-630	
	ABEC 7	-250	-250	-250	-250	-250	-380	-380	-380	-500			

Bague extérieure

(Valeurs en microns)

Diam. extérieur en mm		> 0	> 6	> 18	> 30	> 50	> 80	> 120	> 150	> 180	> 250	> 315	> 400
		≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 50	≤ 80	≤ 120	≤ 150	≤ 180	≤ 250	≤ 315	≤ 400	≤ 500
Δ_{Dmp}	ABEC 5	-5	-5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15	-18	-20	-23
	ABEC 7	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-15	
	ABEC 9	-2.5	-2.5	-4	-4	-4	-5	-5	-7	-8	-8	-10	
K_{ea}	ABEC 5	5	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	23
	ABEC 7	3	3	4	5	5	6	7	8	10	11	13	
	ABEC 9	1.5	1.5	2.5	2.5	4	5	5	5	7	7	8	
S_{ea}	ABEC 5	8	8	8	8	10	11	13	14	15	18	20	23
	ABEC 7	5	5	5	5	5	6	7	8	10	10	13	
	ABEC 9	1.5	1.5	2.5	2.5	4	5	5	5	7	7	8	
S_D	ABEC 5	8	8	8	8	8	9	10	10	11	13	13	15
	ABEC 7	4	4	4	4	4	5	5	5	7	8	10	
	ABEC 9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	4	5	7	
V_{Cs}	ABEC 5	5	5	5	5	6	8	8	8	10	11	13	15
	ABEC 7	2.5	2.5	2.5	2.5	3	4	5	5	7	7	8	
	ABEC 9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	4	5	7	
Δ_{Cs} Δ_{C1s}	ABEC 5	<i>Valeurs identiques à celles de la bague intérieure correspondante</i>											
	ABEC 7												

Δ_{dmp} = Ecart d'un diamètre moyen d'alésage dans un plan isolé ($\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$).

Δ_{Dmp} = Ecart d'un diamètre extérieur moyen dans un plan isolé ($\Delta_{Dmp} = D_{mp} - D$).

K_{ia}, K_{ea} = Faux-rond de rotation respectivement de la B. I. et de la B. E. sur roulement assemblé.

S_{ia}, S_{ea} = Battement axial de la face de référence respectivement de la B. I. et de la B. E. par rapport au chemin de roulement, sur roulement

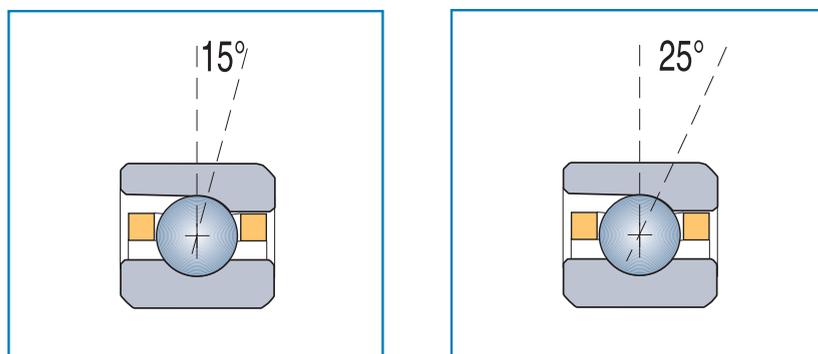
assemblé.

S_d = Battement axial de la face de référence de la bague intérieure par rapport à l'alésage.

S_D = Erreur d'orthogonalité de la surface extérieure par rapport à la face de référence de la bague extérieure.

V_{Bs}, V_{Cs} = Variation de la largeur respectivement de la B. I. et de la B. E..

Δ_{Bs}, Δ_{Cs} = Ecart d'une largeur isolée respectivement de la B. I. et de la B. E. ($\Delta_{Bs} = B_s - B$ etc.)



DESSINS EXECUTIONS CE1 et CE3

Angle de contact

Dans un roulement à billes à contact oblique la ligne qui joint les points de contact de la bille avec la bague extérieure et la bague intérieure, sous l'effet d'une poussée axiale, forme un certain angle « α » (angle de contact) avec le plan perpendiculaire à l'axe du roulement.

Dans les roulements à billes contact oblique SNFA, cet angle a la valeur nominale de 12°, 15°, 18° ou 25° selon les séries.

Dans les séries BS 200 et BS Spéciaux, pour permettre de supporter des charges axiales élevées, l'angle de contact a la valeur nominale de 62°.

Pendant le fonctionnement, le comportement des roulements à billes, à contact oblique, est très influencé par la valeur de l'angle de contact « α ».

En général, on peut affirmer que plus l'angle de contact augmente, plus la rigidité axiale du roulement augmente au détriment de la rigidité radiale; de plus, un angle de contact élevé peut produire un effet néfaste aux très hautes vitesses de rotation.

Le choix de l'angle de contact exige donc une étude attentive de l'application, en tenant compte des caractéristiques finales désirées.



ANGLE DE CONTACT	CODE SNFA
12°	0
15°	1
18°	2
25°	3
62°	62

Vitesse limite

De tous les roulements, le roulement à billes à contact oblique est celui qui peut fournir les performances les plus élevées en vitesses de rotation.

Les vitesses des roulements SNFA indiquées dans ce catalogue, sont des vitesses maximum pouvant être atteintes en fonctionnement continu, avec une température stabilisée sans risque d'endommagement majeur (**Vitesse de référence thermique**).

La température acceptable varie en fonction du type de lubrification, pour une lubrification à la graisse, de part la détérioration du lubrifiant, elle est inférieure d'environ 65% à celle d'une lubrification à l'huile.

Les limites de température ayant fait référence lors de la détermination des vitesses des roulements SNFA, sont inférieures à celles utilisées pour les roulements classiques, ceci afin de garantir les caractéristiques de haute précision et de fiabilité.

Les limites de vitesse des roulements varient en fonction de leur série ou bien selon leur configuration interne.

Les autres éléments qui conditionnent la limite de vitesse du roulement sont:

- La précharge.
- La précision.
- La composition du groupe et le type d'appariement. Les appariements réalisés en face à face (**FF, TF, 3TF, TFT**) sont les plus pénalisés en ce qui concerne la limite de vitesse.
- L'angle de contact.

Les vitesses maximales indiquées dans les tableaux "données caractéristiques" sont des vitesses pour des roulements à l'unité et appariés, lubrifiés à l'huile (air-huile, brouillard d'huile) et en classe de précision ABEC 7.

Les valeurs correspondantes aux séries VEB et VEX sont données pour une classe de précision ABEC 9. Pour le calcul de la vitesse des roulements dans d'autres variantes appliquer les facteurs correcteurs correspondants indiqués ci-dessous.

Caractéristiques roulement	Précision			Angle de contact		Lubrification	
	9	7	5	15°	25°	Huile	Graisse
Coefficients correcteurs	1,1	1	0,9	1	0,9	1	0,65

La vitesse maximum ne peut être obtenue que par une bonne réalisation de l'environnement du montage des roulements.

En conséquence les paramètres suivants devront être respectés:

- portées et éléments de blocage des roulements effectués selon les tolérances appropriées; voir paragraphe "Tolérances de montage";
- bon équilibrage dynamique des parties tournantes;
- lubrification efficace.

Température de fonctionnement

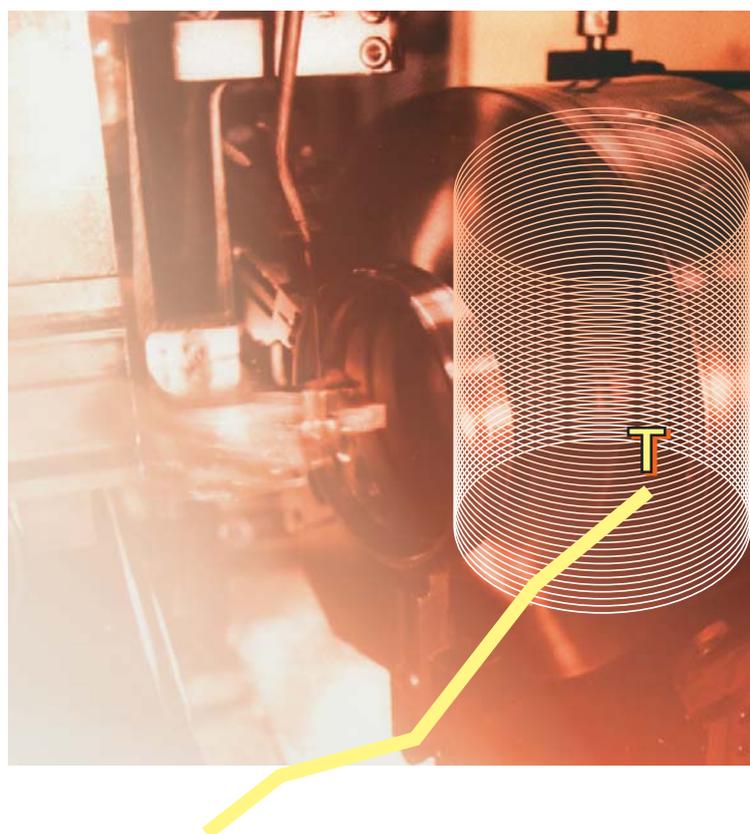
La limite maximale de température de fonctionnement d'un roulement, entendue comme valeur au dessous de laquelle il ne se produit pas de modifications géométriques et structurales, change selon les matériaux employés.

Les bagues et les billes des roulements à billes à contact oblique SNFA sont stabilisés à une température de 160°C, les cages en textile-résine stratifié "C" ou en polyamide 6.6 "P", peuvent atteindre une température de fonctionnement de 120°C.

Pendant le fonctionnement la température interne du roulement atteint des valeurs supérieures à celles relevées par des capteurs fixés à proximité des bagues extérieures, provoquant ainsi un échauffement dans la zone de contact billes-piste et un grippage du roulement, il convient donc que la température relevée sur le capteur soit bien en dessous des valeurs indiquées ci-dessus.

Une température voisinant les 55°C sur les bagues extérieures entraîne une détérioration rapide de la graisse lorsque la lubrification est faite par ce moyen.

Avec une lubrification à l'huile, les limites de température sont plus élevées et varient en fonction du système adopté.





Contrôle du niveau de bruit et des vibrations

Cette opération est effectuée à la demande et sur tous les roulements destinés à fonctionner avec un ndm (produit de la vitesse maxi par le diamètre primitif du roulement) important, un contrôle sur la rotation correcte du roulement fini est réalisé ultérieurement.

L'appareil utilisé permet de contrôler les vibrations sur trois bandes de fréquences spécifiques et analyse les différents spectres de ces dernières.

Vibrations - Niveau de Bruit

Les niveaux de vibrations et de bruit d'un roulement reflètent la qualité de ses composants et leur degré de propreté.

Le contrôle sur les roulements SNFA est effectué lors de la phase finale de production avec un équipement spécifique sur trois bandes de fréquence afin d'obtenir une garantie ultérieure de leur bonne exécution.

Cet équipement permet en outre d'effectuer une analyse des vibrations sur des spectres de fréquence pour étudier le comportement de chaque composant du roulement.

Les fréquences caractéristiques des roulements sont en étroite relation avec leur dessin, elles peuvent être calculées avec les formules suivantes:

$$\begin{aligned}
 \text{BPFO} &= f \cdot \frac{z}{2} \cdot \left(1 - \frac{\Phi}{dm} \cos \alpha \right) && \text{(Hz)} \\
 \text{BPFI} &= f \cdot \frac{z}{2} \cdot \left(1 + \frac{\Phi}{dm} \cos \alpha \right) && \text{(Hz)} \\
 \text{BSF} &= \frac{f}{2} \cdot \left(\frac{dm}{\Phi} - \frac{\Phi}{dm} \cos^2 \alpha \right) && \text{(Hz)} \\
 \text{FTF} &= \frac{f}{2} \cdot \left(1 - \frac{\Phi}{dm} \cos \alpha \right) && \text{(Hz)}
 \end{aligned}$$

BPFO: Fréquence de passage des billes sur la bague extérieure.

BPFI: Fréquence de passage des billes sur la bague intérieure.

BSF: Fréquence de rotation des billes sur leur propre axe.

FTF: Fréquence de rotation de la cage.

où "f" est la fréquence de rotation des bagues du roulement en Hz.

Il arrive que, lors d'une application déterminée les roulements soient bruyants, dans ce cas les causes les plus probables sont:

- équilibrage insuffisant des parties tournantes;
- géométrie des éléments de blocage du roulement incorrecte;
- présence de particules étrangères provenant de l'environnement extérieur.

Calcul de la durée de vie théorique L₁₀ Capacité de charge dynamique C₃₃

(Norme ISO 281)

Principe

La durée de vie d'un roulement est donnée en fonction du nombre de tours ou des heures de fonctionnement que le roulement peut atteindre avant les premiers signes de dégradation.

Si on exclue l'endommagement que le roulement peut subir du aux différentes erreurs de formes et de position, la détérioration des roulements peut se caractériser par: l'usure, le grippage, des empreintes permanentes, l'échauffement, la fatigue de la matière due aux efforts cycliques du travail (dégradation, érosion des pistes).

Ces phénomènes étant complexes et fréquents, il n'existe pas de méthode de calcul fiable faisant référence à leur évaluation.

Concernant la détérioration due à la fatigue de la matière des pistes, il existe une théorie dérivée de la méthode de calcul selon la norme ISO 281.

Dans les applications où les roulements sont soumis à des hautes vitesses de rotation (broches, électrobroches de haute fréquence), la détérioration est surtout provoquée par échauffement et grippage.

Dans ces cas il est nécessaire d'apporter lors de l'étude un soin tout particulier à la réduction de la puissance dissipée, à une bonne lubrification et au refroidissement, même si dans certains cas il peut se manifester une perte de la capacité de charge du roulement.

Ce principe, en phase de projet, permettra de vérifier que le roulement défini peut supporter la charge de travail sans manifestation significative de fatigue, en calculant la "durée théorique L₁₀" selon les indications de la norme ISO 281.

Calcul

Selon la norme ISO 281, la durée de vie théorique d'un groupe "i" de roulements à billes, de même type et de même angle de contact est obtenue par les formules suivantes:

$$L_{10} = \left(\frac{K \cdot C_{33}}{P_e} \right)^3 \quad (\text{millions de révolutions})$$
$$L_{10h} = \frac{(L_{10} \cdot 10^6)}{(60 \cdot n)} \quad (\text{heures})$$

- L₁₀** Durée de vie théorique de base, en millions de révolutions, avec probabilité de détérioration de 10%.
- L_{10h}** Durée de vie théorique de base, en heures, avec probabilité de détérioration de 10%
- C₃₃** Capacité de charge dynamique d'un roulement (daN), cette charge (axiale ou radiale) correspond à une durée de 1 million de révolutions avec une probabilité de détérioration de 10%.
- La norme ISO 281 donne une formule pour calculer la valeur C₃₃ de roulements avec bagues et billes en acier de bonne qualité, en fonction de la même géométrie interne des roulements, ces valeurs sont indiquées sur les tableaux des roulements.
- K** Facteur de majoration de la capacité de charge pour un groupe "i" de roulements: **k = i^{0.7}**
- P_e** Charge dynamique équivalente (daN), charge exerçant le même effet sur la durée de vie que la charge axiale Fa et la charge radiale Fr, appliquée sur le groupe "i" de roulements.
- F_a** Charge axiale agissant sur le groupe de roulements (daN).
- F_r** Charge radiale agissant sur le groupe de roulements (daN).
- n** Vitesse de rotation (tr/min).

Nota

- Selon la norme ISO 281 on peut calculer la capacité ($K \cdot C_{33}$) pour un groupe de roulements du même type et de même angle de contact. Dans le cas d'un montage dissymétrique (roulements de charge et de précharge différents), il est nécessaire d'évaluer soit la charge agissant sur le roulement de charge, soit celle agissant sur le roulement de précharge et de calculer séparément la durée de vie du groupe.

- La "durée de vie de base" L_{10} et L_{10h} est définie d'après la charge, la vitesse et le C_{33} .

La norme ISO 281 donne la possibilité d'évaluer des durées de vie qui tiennent compte d'autres facteurs.

Ces durées indiquées L_{10a} et L_{10ha} , sont obtenues en multipliant la "durée de vie de base" par un coefficient correcteur "a".

Il est possible de calculer ce facteur en tenant compte de:

- la viscosité et le degré de pureté du lubrifiant;
- le degré de pureté de l'acier;
- la limite de fatigue de l'acier.

Dans ce cas et tenant compte de l'incertitude des renseignements, consulter notre Service Technique.

- La méthode de calcul ISO 281 est valable pour les roulements avec billes en acier et pour des vitesses de rotation telles que les forces centrifuges sur les billes soient négligeables en comparaison des efforts produits par les charges de travail.

Afin de pouvoir vérifier une telle hypothèse, il est nécessaire d'utiliser un programme de calcul informatique, disponible auprès du Service Technique SNFA, ce programme est basé sur la même théorie que la détérioration due à la fatigue dérivée de la norme ISO 281.

Calcul de la charge dynamique équivalente P_e

(Norme ISO 281)

Le valeur de la charge dynamique équivalente est définie par:

$$P_e = X F_r + Y F_a \quad (\text{daN})$$

Les valeur de X et Y sont mentionnées dans le tableau.

Dans le cas d'un jeu de roulements préchargés:

1) Si le palier est soumis à une charge radiale seule, la charge axiale est égale à la précharge:

$$F_a = P_r \quad (\text{daN})$$

2) Si le palier est soumis à une charge extérieure combinée axiale et radiale:

- si le groupe est préchargé rigidement:
 - a) si $F_a \text{ extérieure} \leq 3 P_r$ prendre $F_a = 2/3 F_a \text{ extérieure} + P_r$
 - b) si $F_a \text{ extérieure} > 3 P_r$ prendre $F_a = F_a \text{ extérieure}$
- si les roulements sont préchargés par ressorts:

$$F_a = F_a \text{ extérieure} + P_r \text{ ressorts}$$

Valeur de X et Y pour le calcul de la charge dynamique équivalente
Roulement seul ou en Tandem (T)

α	$\frac{F_a}{i C_o}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
			X	Y	X	Y
15°	0,015	0,38	1	0	0,44	1,47
	0,029	0,40				1,40
	0,058	0,43				1,30
	0,087	0,46				1,23
	0,12	0,47				1,19
	0,17	0,50				1,12
	0,29	0,55				1,02
	0,44	0,56				1,00
	0,58	0,56				1,00
	25°	-				0,68
62°	-	2,65	2,06	0,54	0,98	1

Durée de vie L₁₀ combinée

Cette durée de vie est calculée lorsque le roulement fait l'objet d'un cycle de travail dont les données sont toutes connues (charges **F**, vitesse de rotation **n**, pourcentage d'utilisation **u**) comme noté ci-après:

F1	n1	U1
F2	n2	U2
F3	n3	U3
.....
F _n	n _n	U _n

Pour calculer la durée de vie L₁₀ d'un roulement en fonction de son cycle de travail, on peut évaluer la durée de vie du roulement en appliquant la formule ci-après:

$$L_{10} = \frac{100}{\frac{U_1}{L_{10_1}} + \frac{U_2}{L_{10_2}} + \dots + \frac{U_n}{L_{10_n}}}$$

Facteur de fiabilité (Norme ISO 281)

La durée théorique L₁₀ signifie que 10% des roulements peuvent avoir une durée inférieure à la limite calculée.

Quand un degré de fiabilité supérieur à 90% est demandé, la durée devra être multipliée par les coefficients correcteurs, ci-dessous, relatifs à la fiabilité demandée:

Fiabilité	Symbole	Facteur
50%	L50	= 5
90%	L10	= 1
95%	L5	= 0.62
96%	L4	= 0.53
97%	L3	= 0.44
98%	L2	= 0.33
99%	L1	= 0.21

} · L₁₀

Ces coefficients sont le résultat d'une théorie issue de la norme ISO 281, laquelle indique que la distribution statistique de la détérioration par fatigue d'une population de roulements identiques, dans les mêmes conditions de travail suit une loi bien définie appelée: "**Distribution de Weibull**".

Contrôle statique du roulement

Capacité de charge statique C_0

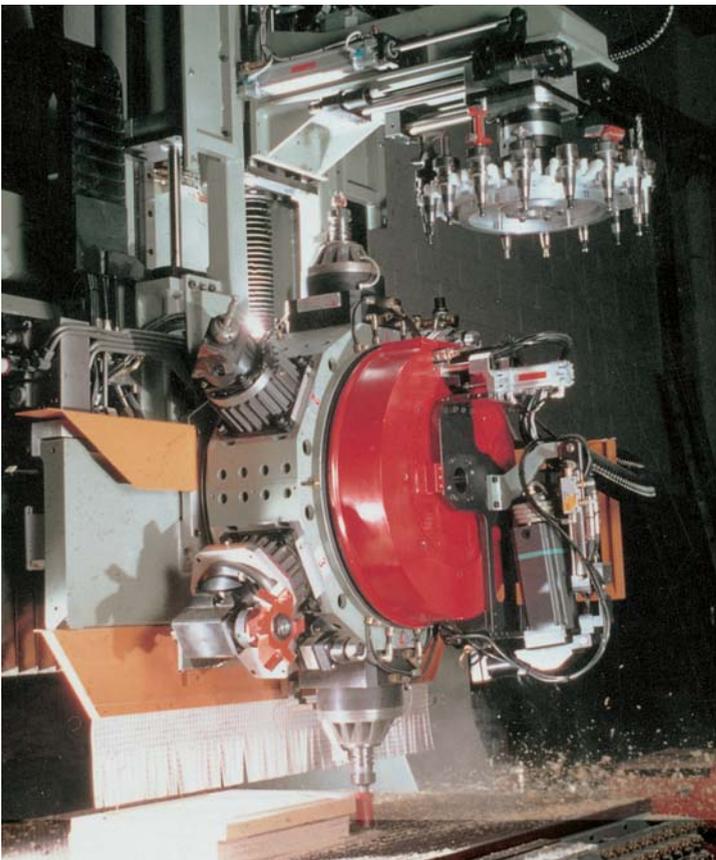
La capacité de charge statique (**C_0**) est prise en compte dans les cas de roulements chargés en position d'arrêt, pour des rotations inférieures à un tour complet ou bien dans le cas de charges élevées de courte durée sans subir des détériorations.

Cette capacité peut être contrôlée dans le cas d'un montage de roulements de broche lorsque une extraction d'outil est effectuée afin de savoir si les roulements supportent cet effort d'extraction.

Des charges statiques supérieures à la capacité du roulement, peuvent provoquer sur les roulements à billes à contact oblique des déformations permanentes (brinelling).

La capacité C_0 est considérée purement radiale pour un roulement radial et purement axiale et centrée pour tout roulement chargé axialement.

Les valeurs C_0 sont indiquées dans les tableaux des roulements.



Contrôle statique et charge statique équivalente P_o

Le contrôle statique a pour but de vérifier que des charges extérieures exceptionnelles agissant sur un roulement ou un groupe de "i" roulements, ne provoquent pas de déformations permanentes sur les pistes (brinelling).

Les charges extérieures ayant une composante radiale F_r et une axiale F_a , doivent être transformées en une charge statique équivalente P_o , pour être comparées avec la capacité de charge statique C_o du roulement ou du groupe.

On entend par charge statique équivalente P_o , la charge (radiale pour un roulement chargé radialement et axiale pour un roulement chargé axialement), qui une fois appliquée peut provoquer le même endommagement que celui engendré par la charge réelle.

Selon la norme ISO, on obtient P_o suivant la formule ci-après:

$$P_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a$$

Avec:

F_r Charge radiale réelle (daN)

F_a Charge axiale réelle (daN)

X_o Facteur relatif à la charge radiale

Y_o Facteur relatif à la charge axiale

Les valeurs de X_o et Y_o sont mentionnées dans le tableau 1 pour les roulements à l'unité ou en Tandem (T) et dans le tableau 2 pour les roulements Dos à Dos (DD) ou Face à Face (FF).

Tableau 1 - Roulement seul
ou en Tandem (T)

α	X_o	Y_o
15°	0,50	0,46
25°	0,50	0,38

Tableau 2 - Roulements en Dos à Dos
(DD) ou Face à Face (FF)

α	X_o	Y_o
15°	1	0,92
25°	1	0,76

La capacité d'un roulement à supporter une charge statique est vérifiée quand la condition mentionnée dans la relation suivante est respectée:

$$i \cdot C_o / P_o \geq S_o$$

où:

i Nombre de roulements du groupe avec les charges F_a et F_r

$i \cdot C_o$ Capacité de charge statique du groupe de "i" roulements

S_o Facteur de sécurité égal à:

$S_o = 2$ fonctionnement régulier

$S_o = 3$ sollicitations statiques très fréquentes.

La méthode de calcul par ordinateur est basée sur l'évaluation des sollicitations des zones de contact entre les billes et les pistes, en fonction des charges externes et de la déformation de l'arbre, pour une application particulière ou un montage "hybride" (avec billes céramique), consulter notre Service Technique.

JEUX DE ROULEMENTS

Appariements

L'une des particularités les plus importantes des roulements à billes à contact oblique de haute précision, est de permettre la constitution de "Jeux" formés de deux roulements ou plus, avec des capacités de charges et de rigidité fortement augmentées, sans pénalité sensible de la vitesse atteinte par un seul roulement.

Le montage en **Duplex** offre la possibilité de monter deux roulements combinés avec différentes configurations.

La page suivante illustre les **montages multiplex**, utilisés dans des applications caractérisées par des charges de travail élevées.

Le désaffleurement existant entre les roulements appariés détermine le jeu axial positif ou négatif (Précharge) du groupe.

La précharge des roulements à billes à contact oblique de haute précision a un rôle fonctionnel de très grande importance.

Jeux constitués de deux roulements - DUPLEX

Dos à Dos (DD)

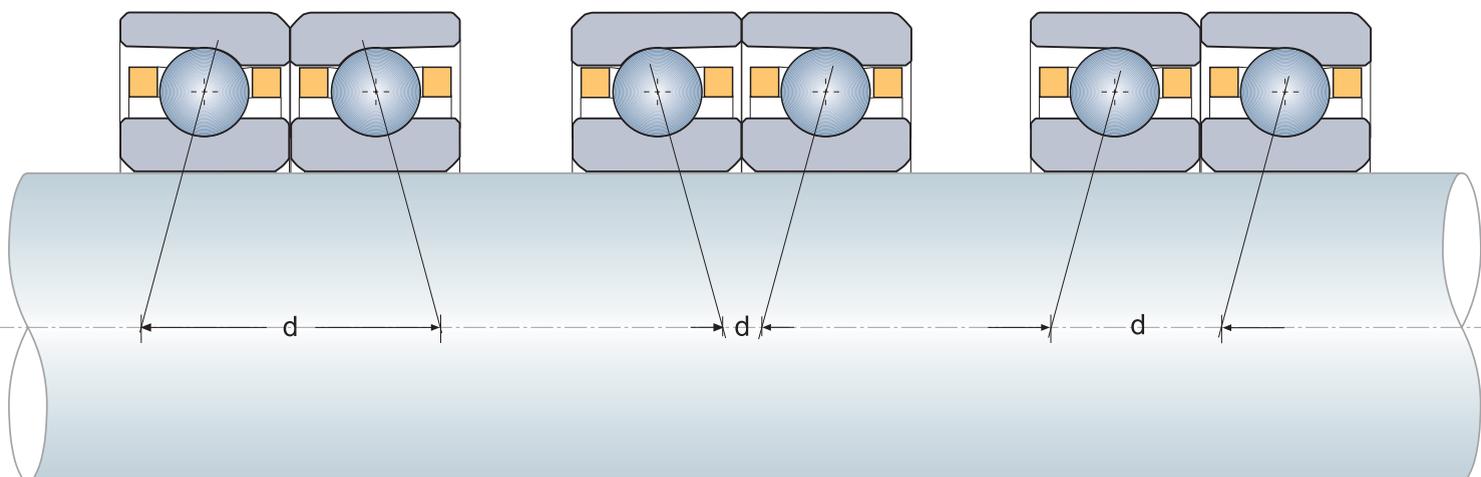
- Appariement en opposition.
- Il permet de supporter les charges radiales et axiales combinées et réversibles.
- Aptitude à supporter un couple de reversement en fonction de l'écartement effectif (d).
- Ces roulements admettent au montage une précharge à déterminer pour chaque application.
- L'angle de contact des deux roulements peut être différent.

Face à Face (FF)

- Il diffère de l'appariement Dos à Dos par son aptitude inférieure à supporter un couple de reversement.
- L'écartement effectif (d) plus petit réduit la rigidité du système et permet d'accepter plus facilement des défauts d'alignement des logements.

Tandem (T)

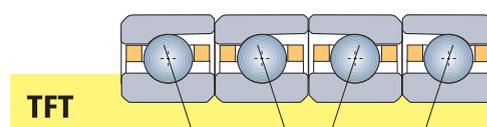
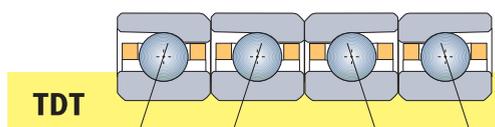
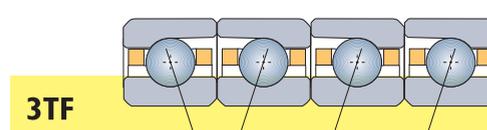
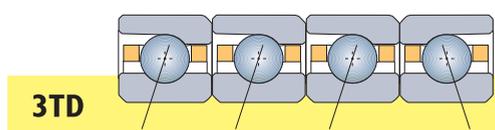
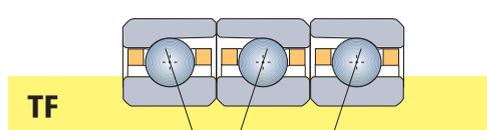
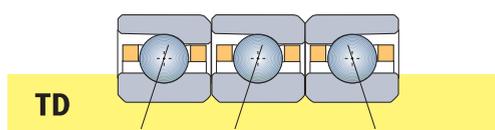
- Appariement qui permet de supporter de fortes charges axiales dans une seule direction.
- Dans la plupart des cas, il est nécessaire de précharger au moyen de ressorts.
- Les valeurs des charges radiales qui peuvent être supportées et la rigidité radiale sont fonction de la valeur de la précharge adoptée. Dans ce cas, les angles de contact des deux roulements doivent être rigoureusement égaux.



Montages MULTIPLEX

Dans le cas de broches fortement chargées ou si une grande rigidité axiale ou radiale est demandée, le montage DUPLEX peut être remplacé par un montage MULTIPLEX.

Exemples de montages multiplex:



Groupes formés par des roulements de type différent

Les montages DUPLEX et MULTIPLEX peuvent être constitués en mélangeant les angles de contact et/ou les types de roulement (dimensions et séries).

La seule règle qui gouverne ces montages concerne les groupes en Tandem qui doivent être composés de roulements identiques.

Les principaux avantages que ces montages peuvent offrir sont:

- Meilleure utilisation de la place disponible en optimisant les roulements pour obtenir une plus grande capacité de charge et une meilleure rigidité.
- Possibilité d'employer des précharges plus faibles qui permettent:
La réduction de la température de fonctionnement avec les mêmes charges d'usinage et la même vitesse.
- L'augmentation de la vitesse maximale avec des charges égales (par exemple, si le montage est constitué de roulements de charge avec un angle de contact de 25° et ceux de précharge avec un angle de 15°, on peut réduire la précharge du jeu sans baisser la valeur de la charge de décollement Pd).

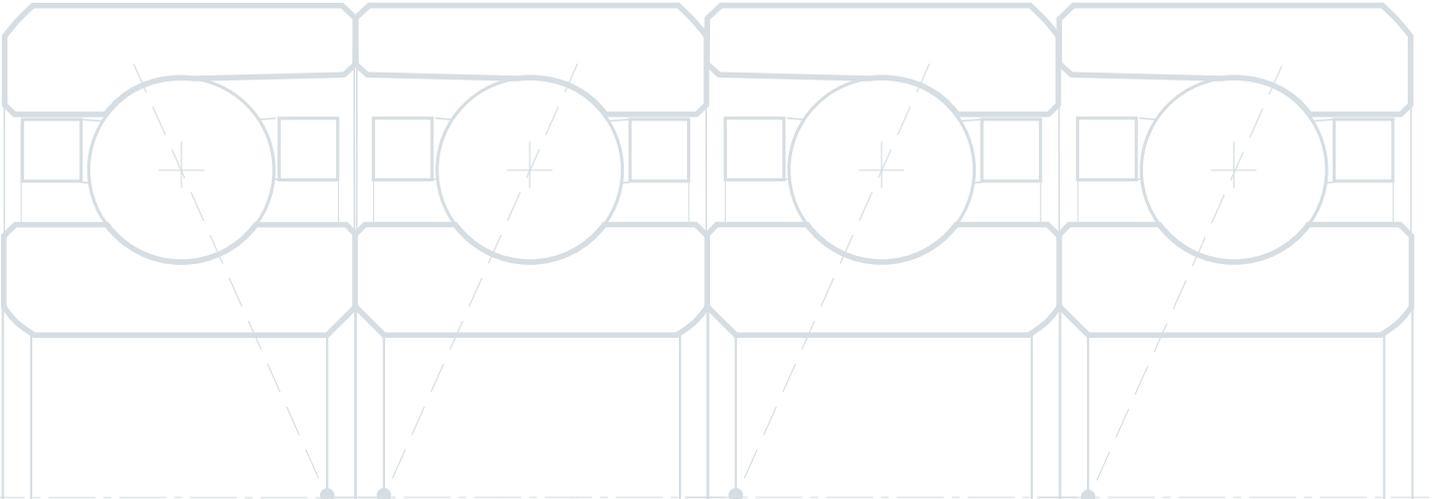
Cette solution peut être une alternative à l'augmentation de la précharge et elle peut être employée pour réduire le nombre de roulements dans le jeu.

- Réduction de l'encombrement (le roulement de précharge peut avoir un encombrement plus petit que celui du roulement de charge).

Exemple de désignation:

EX 80 7CE3 T / EX 75 7CE1 DL

Jeu de 3 roulements formé de 2 roulements de la Série EX, en Tandem, alésage 80 mm, avec angle de contact de 25° et d'un roulement de la Série EX, alésage de 75 mm, avec angle de contact de 15°, opposé en Dos à Dos, précharge légère.



Particularités des roulements appariés SNFA

Les performances des roulements appariés dépendent en grande partie du soin apporté à la réalisation du roulement unitaire.

Afin de satisfaire une telle exigence, les "jeux" des roulements constitués SNFA sont réalisés avec les caractéristiques suivantes:

- Grande précision de la précharge, grâce à une tolérance très réduite de l'interstice entre les roulements;
- Uniformité de l'angle de contact;
- Dispersion minimum des alésages et des diamètres extérieurs (égale au maximum à 1/3 de la tolérance relative à leur classe de précision).

Les recommandations suivantes sont à respecter lorsque l'on utilise un jeu de roulements SNFA:

- Ne pas mélanger les roulements appartenant à différents jeux;
- Monter le jeu de roulements en respectant le positionnement individuel (Ex: Tandem / Tandem - Dos à Dos), la position relative des roulements d'un jeu de deux ou plus, est repérée sur le diamètre extérieur par un "V" tracé sur toute la surface du jeu.

Le faux rond maximum d'excentrage des bagues extérieures des roulements se trouve sur la bissectrice du "V", **lequel a la pointe orientée dans le sens de la poussée axiale préférentielle (F_a) agissant sur les bagues intérieures.**

Roulements Universels "U"

Ces roulements universels "U", livrés à l'unité se caractérisent par un alignement des faces des bagues intérieure et extérieure sous un effort de précharge déterminée, telle que légère (L), moyenne (M) ou forte (F).

Selon la précharge attribuée, ces roulements portent le suffixe "UL, UM, UF".

Lorsqu'un utilisateur a le souci de réduire ses stocks ou lorsque son choix sur un type de montage n'est pas arrêté, il est possible d'approvisionner des roulements "universels" plutôt qu'en Tandem (T), Face à Face (FF) ou Dos à Dos (DD).

De part leurs caractéristiques de construction, la précharge pour les jeux composés de roulements universels "U", s'obtient en multipliant la précharge du roulement unitaire "U", par les coefficients ci-dessous indiqués:

Appariement	Coefficient
DD - FF	1,00
TD - TF	1,35
3TD - 3TF	1,60
TDT - TFT	2,00

Bien que les tolérances d'exécution des alésages et des diamètres des roulements universels SNFA, soient extrêmement réduites (angle de contact, dimensions d'encombrement, interstice obtenue sous précharge), ces roulements n'offrent pas la même garantie de précision de précharge que celle des jeux constitués spécialement à cet effet.

Les roulements universels composés en jeux de deux (Duplex) et en fonction de la précharge appliquée, portent la dénomination **DUL, DUM et DUF**.

Les avantages qu'offrent ces roulements sont les suivants:

- les roulements d'une même paire peuvent être combinés entre eux sous n'importe quelle configuration (DD, FF, T);
- la différence de l'angle de contact entre deux roulements est minime (avantage significatif pour la configuration en tandem);
- les dimensions des alésages et des diamètres ne s'écartent pas l'un de l'autre de plus de 1/3 de la tolérance permise par la classe de précision.

Les roulements Duplex Universels, de jeux différents, ne peuvent être changés entre eux.

Les valeurs de **précharge** et de **rigidité**, indiquées dans les tableaux sont données uniquement pour des roulements "appariés SNFA", pour des jeux asymétriques (TD -TF) formés de roulements Simplex Universels, ces valeurs devront être calculées, en tenant compte à chaque fois des coefficients correcteurs de précharge indiqués ci-dessus.

Angle de contact et précharge

Le contrôle de l'angle de contact effectué sur le roulement assemblé est réalisé à 100% avec un appareil spécial dont le degré de précision est inférieur à 30'.

La précharge personnalisée des roulements formant un groupe de deux ou de plusieurs unités est mesurée à l'aide d'appareils étudiés et élaborés par SNFA, permettant ainsi un contrôle rigoureux du désaffleurement.

L'erreur maximale de l'interstice de précharge entre deux roulements opposés est inférieure à 1µm.



Précharge

La précharge est un facteur qui revêt une grande importance dans la définition d'un appariement; en effet, sa valeur a une influence directe sur les charges de travail applicables, sur la rigidité et sur la vitesse maximale de fonctionnement des roulements.

On peut définir la précharge comme une charge axiale appliquée d'une façon permanente sur les roulements, afin d'assurer le contact entre les billes et les pistes, en réduisant les déflexions dues aux charges extérieures. Cette charge est appliquée généralement à l'aide d'un autre roulement, soit par un élément élastique, soit par "interstice".

Dans le premier cas, une série de ressorts hélicoïdaux ou de rondelles élastiques est intercalée entre les deux roulements ou entre le roulement et le logement.

Avec ce type de précharge, la différence entre la dilatation thermique longitudinale de l'arbre et du logement se traduit par une variation de la flèche des ressorts hélicoïdaux ou des rondelles élastiques.

Si les ressorts sont bien choisis, cette différence de flèche conduit à une variation de précharge minimale.

L'application d'une précharge par "interstice" consiste à réduire, par serrage axial des bagues, la distance qui existe entre les faces des bagues intérieures ou extérieures.

Avec ce type de précharge, la différence de dilatation thermique entre l'arbre et le logement peut produire une variation de précharge qui peut être néfaste. Afin de minimiser cet effet, l'écartement des roulements doit être défini de telle façon que les dilatations axiales et radiales se compensent.

Les précharges proposées indiquées dans les tableaux des données des roulements sont: légères (**L**), moyennes (**M**) et fortes (**F**). Une précharge spéciale (**S**), peut être réalisée pour des applications spécifiques.

La vitesse maximale correspondante à chaque type de précharge est également indiquée dans les tableaux des données des roulements.

Pendant le fonctionnement la précharge peut être supérieure à celle préconisée à l'origine. Cette incidence est due:

- à l'interférence des bagues dans leur logement;
- à la dilatation différentielle des bagues et des billes du fait de la température et de la force centrifuge;
- aux effets dynamiques des billes.

Dans ces cas et pour éviter la détérioration prématurée du roulement, il est conseillé d'appliquer une précharge initiale plus basse afin qu'elle rejoigne la valeur prévue une fois le régime atteint.

Charge de décollement

Dans un groupe de roulements préchargés, la charge de décollement "**Pd**" correspond à la charge axiale extérieure limite au-delà de laquelle on a l'annulation totale de la précharge.

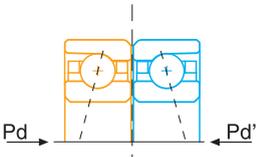
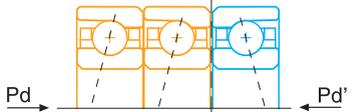
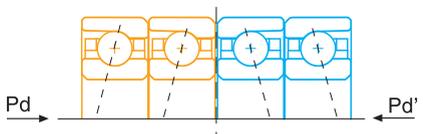
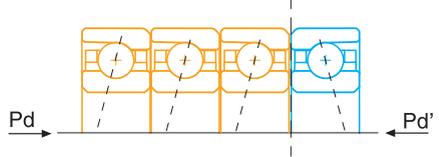
Au-delà de cette limite, le roulement de précharge peut subir une détérioration rapide, conséquence de la perte de contact entre les billes et les pistes et de la manifestation relative d'un effet de glissement à l'intérieur du roulement même.

Dans la pratique, ce phénomène ne se manifeste pas de façon significative, car il suffit de la présence d'une charge radiale, si minime soit-elle, pour éviter cette perte de contact entre les billes et les pistes.

Dans certaines applications de machines-outils où la charge axiale de travail est prédominante et orientée en un seul sens, on peut augmenter la limite de charge de décollement "**Pd**" en utilisant une paire ou un groupe de roulements avec des angles de contact différents (C3/C1).

Dans une paire, par exemple, le roulement le plus rigide axialement (C3) supportera la poussée de travail et celui le moins rigide axialement (C1) constituera l'élément de réaction.

Les limites de charge de décollement peuvent être calculées à l'aide des valeurs indiquées ci-dessous:

CONFIGURATION		ANGLE DE CONTACT	
Roulements de charge α_1	Roulements de précharge α_2	$\alpha_1 = \alpha_2$	$\alpha_1 = 25^\circ; \alpha_2 = 15^\circ$
DD			
		$Pd = 2,83 \cdot Pr$ $Pd' = 2,83 \cdot Pr$	$Pd = 5,9 \cdot Pr$ $Pd' = 1,75 \cdot Pr$
TD			
		$Pd = 4,16 \cdot Pr$ $Pd' = 2,08 \cdot Pr$	$Pd = 9,85 \cdot Pr$ $Pd' = 1,45 \cdot Pr$
TDT			
		$Pd = 2,83 \cdot Pr$ $Pd' = 2,83 \cdot Pr$	$Pd = 5,9 \cdot Pr$ $Pd' = 1,75 \cdot Pr$
3TD			
		$Pd = 5,4 \cdot Pr$ $Pd' = 1,8 \cdot Pr$	$Pd = 13,66 \cdot Pr$ $Pd' = 1,33 \cdot Pr$

Nota:

- Pr, précharge du groupe.

- Le tableau reporté ci-dessus peut aussi être utilisé pour les correspondances des configurations "face" (FF, TF, TFT, 3TF) en attribuant simplement à Pd, la valeur Pd'.

Rigidité

Rigidité axiale

La valeur **Ra** (daN/μm) d'un roulement définit la charge qui provoque une déflexion axiale de 1μm.

Dans une paire ou un groupe de roulements, la valeur Ra peut être définie comme le rapport entre la charge de décollement Pd et la déflexion axiale δa2 des roulements de précharge, sous l'effet d'une force axiale égale à la précharge (fig.1).

La rigidité axiale Ra est constante tant que la charge extérieure ne dépasse pas la valeur de la charge de décollement Pd.

La rigidité axiale est fonction de la précharge et de l'angle de contact, elle augmente si ces 2 facteurs augmentent.

Quand on connaît les courbes de déflexion axiale des roulements, il est possible d'établir la valeur de la rigidité axiale et de la charge de décollement, graphiquement de la façon suivante:

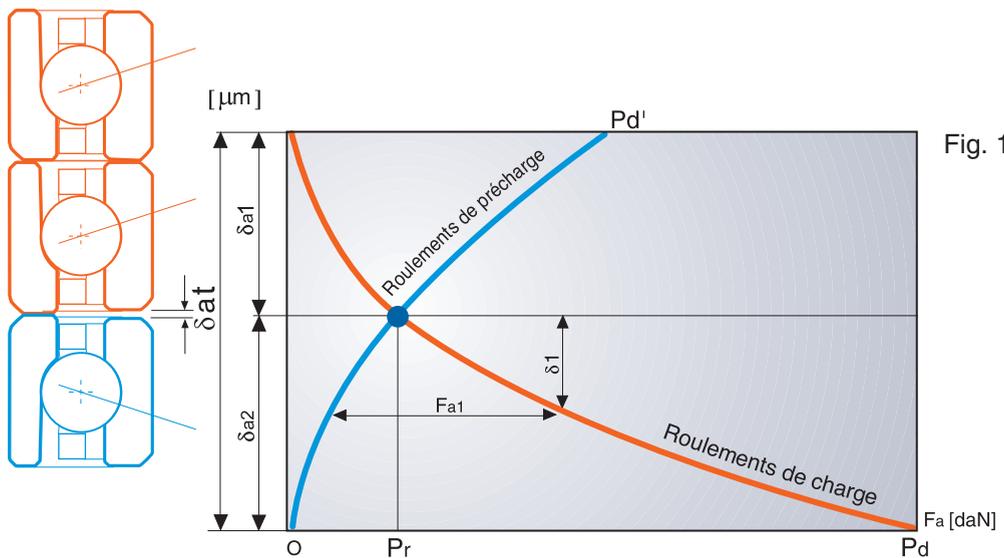


Fig. 1

δat : Déflexion axiale des roulements, équivalente à la précharge (Interstice de précharge).

δ1 : Déflexion axiale du groupe sous l'effet d'une charge axiale Fa1.

δa1 : Déflexion axiale des roulements de charge d'un groupe préchargé.

δa2 : Déflexion axiale des roulements de précharge dans un groupe préchargé.

$$R_a = \frac{F_{a1}}{\delta_1} = \frac{P_d}{\delta_{a2}}$$

Rigidité radiale

La rigidité radiale "**Rr**" des roulements est fonction de l'angle de contact et de la précharge. Contrairement à la rigidité axiale, elle diminue si l'angle de contact augmente et n'est pas constante, mais varie en fonction du rapport entre la charge axiale et radiale externes appliquées sur le roulement.

La valeur de la rigidité radiale d'une paire de roulements (Dos à Dos ou Face à Face) peut être approximativement calculée de la façon suivante:

$$\begin{aligned} \alpha = 15^\circ & \quad R_r = 6 \cdot R_a & \quad \text{où: } R_a = \text{Rigidité axiale} \\ \alpha = 25^\circ & \quad R_r = 2 \cdot R_a & \quad \text{où: } R_r = \text{Rigidité radiale} \end{aligned}$$

Entretoises

On réalise la plupart des montages en intercalant des entretoises entre les roulements de charge et de précharge afin d'obtenir les avantages suivants:

- plus grand moment d'encastrement, en éloignant les points d'application des charges;
- meilleure dispersion thermique générée par les roulements;
- créer de la place pour les buses de lubrification ou pour les réserves de graisse.

La réalisation des entretoises demande un soin particulier pour assurer:

- le parallélisme et la planéité des faces en respectant des tolérances réduites (voir Tolérances des roulements);
- la même largeur des entretoises extérieure et intérieure (pour cela, il est conseillé de rectifier et de roder les faces en même temps), afin de ne pas modifier la précision et la précharge d'origine des roulements;
- le bon équilibrage de l'entretoise tournante.

Pour éviter le risque de détérioration des surfaces des entretoises pendant le montage et le fonctionnement, il est préconisé d'utiliser des matériaux appropriés avec une dureté >45HRC, ou d'effectuer une trempe à cœur.

Ci-après quelques exemples de matériaux préconisés pour réaliser des entretoises:

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| - ISO 100 Cr6 (SAE 52100): | Trempé à cœur |
| - UNI 38 Ni Cr Mo 4 (SAE 9840): | Trempé et Revenu |
| - UNI 18 Ni Cr Mo 5 (SAE 4320): | Cémenté et Trempé |

La réalisation des entretoises peut être plus ou moins complexe, selon leur utilisation.

Si la lubrification doit s'effectuer à l'huile, les entretoises, peuvent avoir la forme d'un déflecteur afin de faciliter le passage de l'huile à travers les roulements et obtenir un bon retour.

Dans tous les cas, les entretoises ne doivent jamais constituer un obstacle pour le libre passage du lubrifiant.

La configuration des entretoises à un rôle secondaire, lorsque la lubrification est faite à la graisse. Il est toutefois nécessaire que les entretoises aient une forme telle qu'elle permette l'évacuation de l'excédent de graisse, surtout pendant la phase de rodage.

Si l'on veut modifier la précharge, on peut opérer comme indiqué ci-après:

Montages DD: - Réduire l'épaisseur de l'entretoise intérieure pour augmenter la précharge.
- Réduire l'épaisseur de l'entretoise extérieure pour réduire la précharge.

Montages FF: - Réduire l'épaisseur de l'entretoise extérieure pour augmenter la précharge.
- Réduire l'épaisseur de l'entretoise intérieure pour réduire la précharge.

Ces valeurs de précharge intermédiaires peuvent être calculées avec la formule suivante:

$$\delta a = 2 \cdot 10^{-3} \cdot Pr^{2/3} \cdot Z^{-2/3} \cdot \emptyset^{-1/3} \cdot \text{SIN}\alpha^{-5/3}$$

où: δa = déflexion axiale (mm)
 Pr = précharge (daN)
 Z = nombre des billes
 \emptyset = diamètre des billes (mm)
 α = angle de contact (degré)

Dans le cas de montages MULTIPLEX, il faut considérer que la déflexion δa du groupe de roulements en TANDEM, sous l'action de la précharge, est inférieure à la déflexion du roulement à l'unité. La déflexion du groupe en TANDEM sera donc:

$$\delta a_{(TANDEM)} = W \cdot \delta a_{(A\ L'UNITE)}$$

où:

Nombre de roulements en TANDEM	1	2	3	4
W	1	0,63	0,48	0,40

Le valeur de l'entretoise de précharge sera donc:

$$\delta a_t = \delta a_1 + \delta a_2$$

où: δa_t = Interstice total de précharge
 δa_1 = Déflexion des roulements de charge
 δa_2 = Déflexion des roulements de précharge

La valeur de l'entretoise pour la modification de la précharge sera donc donnée par la différence entre les valeurs δa_t relatives à la précharge d'origine et à celle que l'on veut réaliser.

MONTAGE

Tolérances de montage

Tolérances d'exécution des portées d'arbres et logements

Les tolérances des portées des roulements ont une importance capitale, aussi bien pour le montage des roulements que sur le plan fonctionnel.

Dans le secteur des machines-outils, les roulements à contact oblique SNFA se montent principalement sur les broches, électrobroches, éléments d'entraînement ainsi que sur les paliers de vis à billes, avec en règle générale l'arbre tournant.

Les tableaux ci-après indiquent les tolérances des portées d'arbres et logements, en conformité par rapport aux tolérances d'exécution des roulements.

Les roulements à contact oblique SNFA se montent également dans des applications autres que la machine-outil, qui requièrent précision, haute vitesse de rotation et fiabilité élevée.

Pour des conditions de fonctionnement spéciales, telles que température élevée, charges tournantes, rotation de la bague extérieure du roulement, emploi de matériaux particuliers, etc..., le service technico-commercial SNFA se tient à votre disposition pour l'étude de tolérances spécifiques.

Arbres et logements pour roulements de précision ABEC 7 - ABEC 9

Diamètre nominal de l'arbre en mm	\geq	6	10	18	30	50	80	120	180	250
	$<$	10	18	30	50	80	120	180	250	315
Tolérances de l'arbre en μm		0	0	0	0	0	+2	+3	+4	+5
		-4	-4	-4	-5	-5	-4	-5	-6	-7
ISO		-	-	h3	-	h3	-	-	-	-

Diamètre nominal du logement en mm	\geq	10	18	30	50	80	120	180	250	315
	$<$	18	30	50	80	120	180	250	315	400
Palier fixe	Tolérances en μm	+5	+6	+7	+8	+7	+9	+11	+13	+15
		0	0	0	0	-3	-3	-3	-3	-3
	ISO	H4	H4	H4	H4	-	-	-	-	-
Palier coulissant	Tolérances en μm	+7	+8	+9	+10	+10	+12	+14	+16	+18
		+2	+2	+2	+2	0	0	0	0	0
	ISO	-	-	-	-	H4	H4	H4	H4	H4

N.B. Pour des applications spéciales consulter notre Service Technique

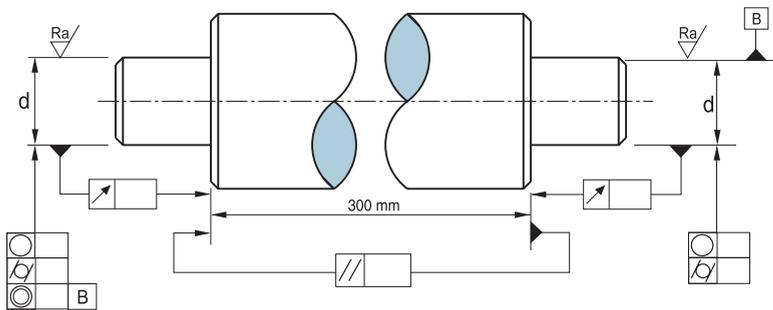
Arbres et logements pour roulements de précision ABEC 5

Diamètre nominal de l'arbre en mm	\geq	6	10	18	30	50	80	120	180	250
	$<$	10	18	30	50	80	120	180	250	315
Tolérances de l'arbre en μm		0	0	0	0	0	+3	+4	+5	+6
		-5	-5	-6	-7	-8	-7	-8	-9	-10
ISO		-	h4	h4	h4	h4	-	-	-	-

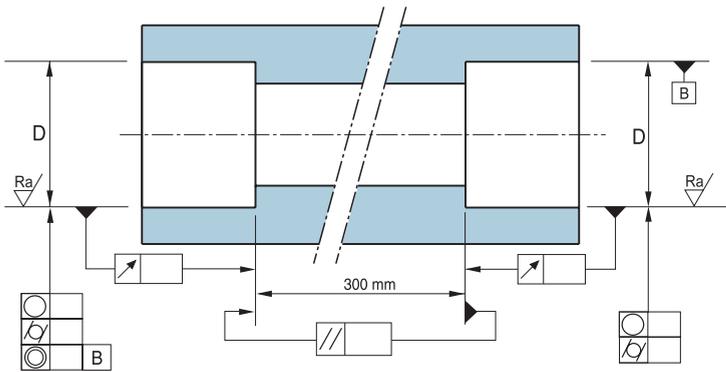
Diamètre nominal du logement en mm	\geq	10	18	30	50	80	120	180	250	315
	$<$	18	30	50	80	120	180	250	315	400
Palier fixe	Tolérances en μm	+8	+9	+11	+13	+12	+14	+16	+19	+21
		0	0	0	0	-3	-4	-4	-4	-4
	ISO	H5	H5	H5	H5	-	-	-	-	-
Palier coulissant	Tolérances en μm	+10	+11	+13	+15	+15	+18	+20	+23	+25
		+2	+2	+2	+2	0	0	0	0	0
	ISO	-	-	-	-	H5	H5	H5	H5	H5

N.B. Pour des applications spéciales consulter notre Service Technique

Erreurs de forme et de position (Ecart théorique maximum tolérés)



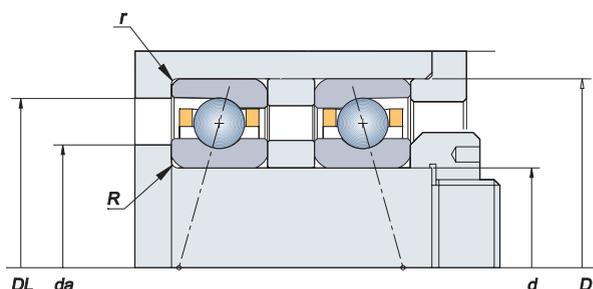
ISO 1101		ABEC 5	ABEC 7	ABEC 9
○	Circularité	$\frac{IT\ 3}{2}$	$\frac{IT\ 2}{2}$	$\frac{IT\ 1}{2}$
⊘	Cylindricité	$\frac{IT\ 3}{2}$	$\frac{IT\ 2}{2}$	$\frac{IT\ 1}{2}$
↗	Battement	IT 3	IT 2	IT 1
//	Parallélisme	IT 3	IT 2	IT 1
◎	Concentricité	IT 4	IT 3	IT 2
Ra	Rugosité	0,4 μm	0,4 μm	0,2 μm



ISO 1101		ABEC 5	ABEC 7	ABEC 9
○	Circularité	$\frac{IT\ 3}{2}$	$\frac{IT\ 2}{2}$	$\frac{IT\ 1}{2}$
⊘	Cylindricité	$\frac{IT\ 3}{2}$	$\frac{IT\ 2}{2}$	$\frac{IT\ 1}{2}$
↗	Battement	IT 3	IT 2	IT 1
//	Parallélisme	IT 3	IT 2	IT 1
◎	Concentricité	IT 4	IT 3	IT 2
Ra	Rugosité	0,8 μm	0,4 μm	0,4 μm

Diamètre nominal en mm	≥	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315
	<	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
Intervalles de tolérances en μm	IT 0	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	-	-
	IT 1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7
	IT 2	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9
	IT 3	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13
	IT 4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18

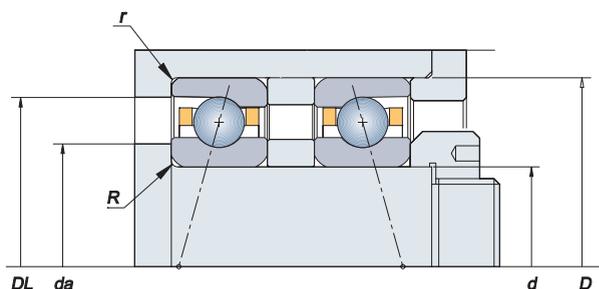
Diamètres des appuis et rayons de raccordement des portées



d	SERIE SEA					SERIE SEB					SERIE EX					SERIE E 200					
	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	
6											17	8.5	14.5	0.15	0.3						
7											19	9.5	16.5	0.15	0.3	22	11.0	19.0	0.15	0.3	
8											22	11.0	19.0	0.15	0.3	24	11.0	21.0	0.15	0.3	
9											24	12.5	20.5	0.15	0.3	26	13.0	23.0	0.15	0.3	
10	19	12.0	17.0	0.1	0.3						26	13.5	22.5	0.15	0.3	30	14.5	25.5	0.3	0.6	
12	21	14.0	19.0	0.1	0.3						28	15.0	25.0	0.15	0.3	32	16.5	27.5	0.3	0.6	
15	24	17.0	22.0	0.1	0.3						32	19.0	28.5	0.15	0.3	35	18.5	31.5	0.3	0.6	
17	26	19.0	24.0	0.1	0.3	30	19.5	27.5	0.15	0.3	35	20.5	31.5	0.15	0.3	40	21.5	35.5	0.3	0.6	
20	32	23.0	29.0	0.1	0.3	37	24.0	33.5	0.15	0.3	42	24.5	37.5	0.3	0.6	47	26.5	40.5	0.6	1.0	
25	37	28.0	34.0	0.1	0.3	42	29.0	38.5	0.15	0.3	47	29.0	43.0	0.3	0.6	52	30.5	46.5	0.6	1.0	
30	42	33.0	39.0	0.1	0.3	47	34.0	43.5	0.15	0.3	55	34.5	50.5	0.3	1.0	62	36.5	55.5	0.6	1.0	
35	47	38.0	44.0	0.1	0.3	55	39.5	50.5	0.3	0.6	62	40.5	56.5	0.3	1.0	72	44.0	63.0	0.6	1.1	
40	52	43.0	49.0	0.1	0.3	62	44.5	57.5	0.3	0.6	68	46.0	62.0	0.3	1.0	80	49.0	71.0	0.6	1.1	
45	58	48.5	54.5	0.1	0.3	68	50.0	63.0	0.3	0.6	75	50.5	69.5	0.3	1.0	85	54.0	76.0	0.6	1.1	
50	65	53.5	61.5	0.1	0.3	72	54.0	68.0	0.3	0.6	80	55.5	74.5	0.3	1.0	90	57.5	83.0	0.6	1.1	
55	72	58.5	68.5	0.1	0.3	80	59.5	75.5	0.3	1.0	90	61.5	83.5	0.6	1.1	100	63.0	92.0	1.0	1.5	
60	78	63.5	74.5	0.1	0.3	85	64.5	80.5	0.3	1.0	95	66.5	88.5	0.6	1.1	110	71.5	100.5	1.0	1.5	
65	85	69.5	80.5	0.3	0.6	90	69.5	85.5	0.3	1.0	100	71.5	93.5	0.6	1.1	120	76.5	108.5	1.0	1.5	
70	90	74.5	85.5	0.3	0.6	100	75.5	94.5	0.3	1.0	110	77.5	103.0	0.6	1.1	125	81.5	113.5	1.0	1.5	
75	95	79.5	90.5	0.3	0.6	105	80.5	99.5	0.3	1.0	115	82.5	108.0	0.6	1.1	130	86.5	118.5	1.0	1.5	
80	100	84.5	95.5	0.3	0.6	110	85.5	104.5	0.3	1.0	125	88.0	117.0	0.6	1.1	140	92.5	128.0	1.0	2.0	
85	110	90.5	104.5	0.3	1.0	120	91.5	113.5	0.6	1.1	130	93.0	122.0	0.6	1.1	150	98.5	137.0	1.0	2.0	
90	115	95.5	109.5	0.3	1.0	125	96.5	118.5	0.6	1.1	140	100.5	130.0	1.0	1.5	160	103.0	147.0	1.0	2.0	
95	120	100.5	114.5	0.3	1.0	130	101.5	123.5	0.6	1.1	145	104.0	136.0	1.0	1.5	170	112.0	153.0	1.1	2.1	
100	125	105.5	119.5	0.3	1.0	140	107.5	133.0	0.6	1.1	150	109.0	141.0	1.0	1.5	180	116.0	164.0	1.1	2.1	
105	130	110.5	124.5	0.3	1.0						160	115.0	150.0	1.0	2.0	190	122.0	173.0	1.1	2.1	
110	140	116.5	134.0	0.3	1.0	150	117.5	143.0	0.6	1.1	170	121.0	159.0	1.0	2.0	200	130.0	181.0	1.1	2.1	
120	150	126.5	144.0	0.3	1.0	165	128.0	157.0	0.6	1.1	180	131.0	169.0	1.0	2.0	215	143.0	192.0	1.1	2.1	
130	165	138.0	157.0	0.6	1.1	180	140.0	170.0	0.6	1.5	200	143.0	188.0	1.0	2.0	230	152.0	209.0	1.5	3.0	
140	175	148.0	167.0	0.6	1.1	190	151.0	180.0	0.6	1.5	210	153.0	198.0	1.0	2.0	250	165.0	225.0	1.5	3.0	
150	190	159.0	181.0	0.6	1.1	210	161.0	199.0	1.0	2.0	225	164.0	212.0	1.0	2.1						
160						220	171.0	209.0	1.0	2.0	240	175.0	226.0	1.0	2.1						
170						230	181.0	219.0	1.0	2.0	260	188.0	242.0	1.0	2.1						
180						250	192.0	238.0	1.0	2.0	280	201.0	259.0	1.0	2.1						
190						260	202.0	248.0	1.0	2.0	290	211.0	269.0	1.0	2.1						
200						280	215.0	266.0	1.0	2.1	310	220.0	290.0	1.0	2.1						
220						300	234.0	286.0	1.0	2.1	340	242.0	319.0	1.5	3.0						
240						320	254.5	305.5	1.0	2.1	360	262.0	339.0	1.5	3.0						
260						360	278.5	342.0	1.0	2.1											
280						380	299	361	1.0	2.1											

Valeurs en mm

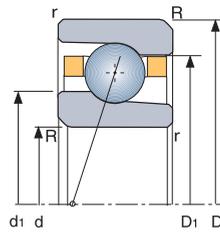
Diamètres des appuis et rayons de raccordement des portées



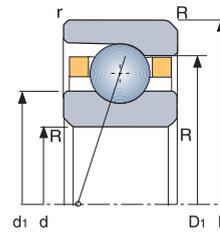
d	SERIE VEB					SERIE VEX					SERIE BS 200					SERIE BS (spéciale)					
	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	D	d _{amin}	DL _{max}	r _{max}	R _{max}	
6						17	8.5	14.5	0.15	0.3											
7						19	9.5	16.5	0.15	0.3											
8	19	10.5	16.5	0.15	0.3	22	11.0	19.0	0.15	0.3											
9						24	12.5	20.5	0.15	0.3											
10	22	13.0	19.0	0.15	0.3	26	13.5	22.5	0.15	0.3											
12	24	15.0	21.0	0.15	0.3	28	15.0	25.0	0.15	0.3	32	17.0	26.5	0.6	0.6						
15	28	17.5	25.5	0.15	0.3	32	19.0	28.5	0.15	0.3	35	20.0	30.0	0.6	0.6						
17	30	19.5	27.5	0.15	0.3	35	20.5	31.5	0.15	0.3	40	23.0	34.0	0.6	0.6						
20	37	24.0	33.5	0.15	0.3	42	24.5	37.5	0.3	0.6	47	27.0	40.0	0.6	1.0	47	27.0	40.0	1.0	1.0	
25	42	29.0	38.5	0.15	0.3	47	29.5	42.0	0.3	0.6	52	32.0	45.0	0.6	1.0	62	34.0	53.5	1.0	1.0	
30	47	34.0	43.5	0.15	0.3	55	36.5	48.5	0.3	1.0	62	39.0	53.5	0.6	1.0	62	39.0	53.5	1.0	1.0	
35	55	39.5	50.5	0.3	0.6	62	41.5	55.5	0.3	1.0	72	45.0	61.5	0.6	1.1	72	45.0	61.5	1.1	1.1	
40	62	44.5	57.5	0.3	0.6	68	47.0	61.0	0.3	1.0	80	51.0	69.0	0.6	1.1						
45	68	50.0	63.0	0.3	0.6	75	53.0	67.0	0.3	1.0	85	56.0	74.0	0.6	1.1						
50	72	54.0	68.0	0.3	0.6	80	57.5	72.5	0.3	1.0	90	61.0	79.0	0.6	1.1						
55	80	59.5	75.5	0.3	1.0	90	64.5	80.5	0.6	1.1											
60	85	64.5	80.5	0.3	1.0	95	69.5	85.5	0.6	1.1	110	74.0	96.0	0.6	1.5						
65	90	69.5	85.5	0.3	1.0	100	74.0	91.0	0.6	1.1											
70	100	75.5	94.5	0.3	1.0	110	80.5	99.5	0.6	1.1											
75	105	80.5	99.5	0.3	1.0	115	85.5	104.5	0.6	1.1	130	91.0	114.0	0.6	1.5						
80	110	85.5	104.5	0.3	1.0	125	91.5	113.5	0.6	1.1											
85	120	91.5	113.5	0.6	1.1	130	96.5	118.5	0.6	1.1											
90	125	96.5	118.5	0.6	1.1	140	104.0	126.0	1.0	1.5											
95	130	101.5	123.5	0.6	1.1	145	107.3	132.5	1.0	1.5											
100	140	107.5	133.0	0.6	1.1	150	112.5	137.5	1.0	1.5											
105																					
110						170	127.5	152.5	1.0	2.0											
120						180	135.5	164.0	1.0	2.0											
130																					
140																					
150																					
160																					
170																					
180																					
190																					
200																					
220																					
240																					
260																					
280																					

Valeurs en mm

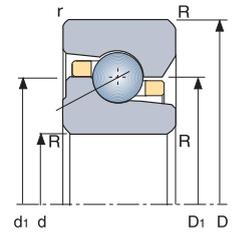
Diamètres des appuis et rayons de raccorde- ment des roulements



SERIE VE



SERIE SE - E

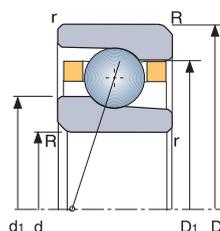


SERIE BS

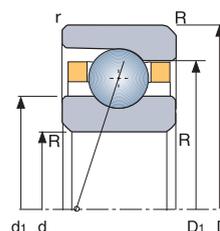
d	SERIE SEA					SERIE SEB					SERIE EX					SERIE E 200				
	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}
6											17	9.2	14.0	0.15	0.3					
7											19	10.3	15.7	0.15	0.3	22	12.1	17.9	0.15	0.3
8											22	12.1	17.9	0.15	0.3	24	13.1	18.8	0.15	0.3
9											24	13.6	19.4	0.15	0.3	26	14.8	21.3	0.15	0.3
10	19	13.1	16.1	0.1	0.3						26	15.4	20.6	0.15	0.3	30	16.3	23.7	0.3	0.6
12	21	15.1	18.1	0.1	0.3						28	17.0	23.3	0.15	0.3	32	18.0	26.0	0.3	0.6
15	24	18.1	21.1	0.1	0.3						32	20.7	26.9	0.15	0.3	35	20.8	29.1	0.3	0.6
17	26	20.1	23.0	0.1	0.3	30	21.1	25.9	0.15	0.3	35	22.7	29.3	0.15	0.3	40	24.2	32.8	0.3	0.6
20	32	24.1	28.1	0.1	0.3	37	25.7	32.0	0.15	0.3	42	27.2	34.8	0.3	0.6	47	29.0	38.0	0.6	1.0
25	37	29.1	33.1	0.1	0.3	42	30.7	36.4	0.15	0.3	47	31.7	40.3	0.3	0.6	52	33.8	43.2	0.6	1.0
30	42	34.1	38.1	0.1	0.3	47	35.8	41.4	0.15	0.3	55	37.9	47.2	0.3	1.0	62	40.3	51.7	0.6	1.0
35	47	39.1	43.1	0.1	0.3	55	41.7	48.3	0.3	0.6	62	43.9	53.2	0.3	1.0	72	47.8	59.2	0.6	1.1
40	52	44.1	48.1	0.1	0.3	62	47.2	54.8	0.3	0.6	68	49.2	58.8	0.3	1.0	80	53.3	66.8	0.6	1.1
45	58	49.6	53.6	0.1	0.3	68	52.7	60.3	0.3	0.6	75	54.3	65.7	0.3	1.0	85	58.8	71.5	0.6	1.1
50	65	55.1	60.0	0.1	0.3	72	56.7	65.3	0.3	0.6	80	59.3	70.8	0.3	1.0	90	62.4	77.7	0.6	1.1
55	72	60.7	66.5	0.1	0.3	80	62.8	72.3	0.3	1.0	90	65.8	79.2	0.6	1.1	100	69.0	86.1	1.0	1.5
60	78	65.7	72.5	0.1	0.3	85	67.8	77.3	0.3	1.0	95	70.8	84.2	0.6	1.1	110	77.4	94.6	1.0	1.5
65	85	71.7	78.5	0.3	0.6	90	72.8	82.3	0.3	1.0	100	75.8	89.2	0.6	1.1	120	83.0	102.0	1.0	1.5
70	90	76.7	83.5	0.3	0.6	100	79.3	90.5	0.3	1.0	110	82.4	97.6	0.6	1.1	125	88.0	107.0	1.0	1.5
75	95	81.7	88.5	0.3	0.6	105	84.3	95.5	0.3	1.0	115	87.4	102.6	0.6	1.1	130	93.0	112.0	1.0	1.5
80	100	86.7	93.5	0.3	0.6	110	89.3	100.5	0.3	1.0	125	94.0	111.0	0.6	1.1	140	99.4	120.6	1.0	2.0
85	110	93.2	102.1	0.3	1.0	120	96.0	109.2	0.6	1.1	130	99.0	116.0	0.6	1.1	150	106.0	129.0	1.0	2.0
90	115	98.2	107.1	0.3	1.0	125	101.0	114.2	0.6	1.1	140	106.4	123.6	1.0	1.5	160	113.9	136.4	1.0	2.0
95	120	103.2	112.1	0.3	1.0	130	106.0	119.2	0.6	1.1	145	110.5	129.5	1.0	1.5	170	120.1	144.9	1.1	2.1
100	125	108.2	117.0	0.3	1.0	140	112.4	127.5	0.6	1.1	150	115.5	134.5	1.0	1.5	180	126.5	153.5	1.1	2.1
105	130	113.2	122.0	0.3	1.0						160	122.0	143.6	1.0	2.0	190	132.3	162.7	1.1	2.1
110	140	119.8	130.6	0.3	1.0	150	122.4	137.5	0.6	1.1	170	128.5	151.5	1.0	2.0	200	139.7	170.3	1.1	2.1
120	150	129.8	140.6	0.3	1.0	165	134.0	151.0	0.6	1.1	180	138.5	161.5	1.0	2.0	215	152.3	182.7	1.1	2.1
130	165	141.8	153.2	0.6	1.1	180	146.4	163.6	0.6	1.5	200	151.7	178.3	1.0	2.0	230	162.8	197.1	1.5	3.0
140	175	151.3	163.7	0.6	1.1	190	156.4	173.6	0.6	1.5	210	161.7	188.3	1.0	2.0	250	177.0	213.0	1.5	3.0
150	190	163.3	176.7	0.6	1.1	210	168.6	191.5	1.0	2.0	225	173.2	201.8	1.0	2.1					
160						220	178.6	201.5	1.0	2.0	240	185.0	215.0	1.0	2.1					
170						230	188.6	211.5	1.0	2.0	260	199.0	231.0	1.0	2.1					
180						250	201.7	228.4	1.0	2.0	280	212.9	247.2	1.0	2.1					
190						260	211.7	238.4	1.0	2.0	290	222.9	257.2	1.0	2.1					
200						280	224.8	255.2	1.0	2.1	310	234.1	275.9	1.0	2.1					
220						300	244.8	275.2	1.0	2.1	340	257.2	302.8	1.5	3.0					
240						320	264.8	295.2	1.0	2.1	360	277.2	322.8	1.5	3.0					
260						360	291.0	329.1	1.0	2.1										
280						380	311.0	349.0	1.0	2.1										

Valeurs en mm

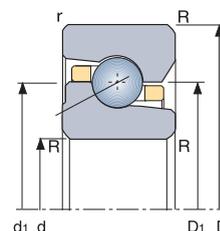
Diamètres des appuis et rayons de raccorde- ment des roulements



SERIE VE



SERIE SE - E



SERIE BS

d	SERIE VEB					SERIE VEX					SERIE BS 200					SERIE BS (spéciale)					
	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	D	d1	D1	r _{min}	R _{min}	
6						17	9.2	14.0	0.15	0.3											
7						19	10.3	15.7	0.15	0.3											
8	19	11.3	15.7	0.15	0.3	22	12.1	17.9	0.15	0.3											
9						24	13.6	19.4	0.15	0.3											
10	22	14.0	17.9	0.15	0.3	26	15.4	20.6	0.15	0.3											
12	24	16.0	19.9	0.15	0.3	28	17.0	23.3	0.15	0.3	32	22.0	22.1	0.6	0.6						
15	28	19.1	23.9	0.15	0.3	32	20.7	26.9	0.15	0.3	35	25.0	25.1	0.6	0.6						
17	30	21.1	25.9	0.15	0.3	35	22.7	29.3	0.15	0.3	40	28.5	28.6	0.6	0.6						
20	37	25.7	32.0	0.15	0.3	42	27.2	34.8	0.3	0.6	47	33.5	33.6	0.6	1.0	47	33.5	33.6	1.0	1.0	
25	42	30.7	36.4	0.15	0.3	47	32.2	39.8	0.3	0.6	52	38.5	38.6	0.6	1.0	62	46.0	46.1	1.0	1.0	
30	47	35.8	41.4	0.15	0.3	55	38.7	46.3	0.3	1.0	62	46.0	46.1	0.6	1.0	62	46.0	46.1	1.0	1.0	
35	55	41.7	48.3	0.3	0.6	62	44.2	52.8	0.3	1.0	72	53.5	53.6	0.6	1.1	72	53.5	53.6	1.1	1.1	
40	62	47.2	54.8	0.3	0.6	68	49.7	58.2	0.3	1.0	80	60.0	60.1	0.6	1.1						
45	68	52.7	60.3	0.3	0.6	75	55.7	64.2	0.3	1.0	85	65.0	65.1	0.6	1.1						
50	72	56.7	65.3	0.3	0.6	80	60.2	69.8	0.3	1.0	90	70.0	70.1	0.6	1.1						
55	80	62.8	72.3	0.3	1.0	90	67.7	77.3	0.6	1.1											
60	85	67.8	77.3	0.3	1.0	95	72.7	82.3	0.6	1.1	110	85.0	85.1	0.6	1.5						
65	90	72.8	82.3	0.3	1.0	100	77.3	87.7	0.6	1.1											
70	100	79.3	90.5	0.3	1.0	110	84.3	95.3	0.6	1.1											
75	105	84.3	95.5	0.3	1.0	115	89.3	100.7	0.6	1.1	130	102.5	102.7	0.6	1.5						
80	110	89.3	100.5	0.3	1.0	125	95.8	109.2	0.6	1.1											
85	120	96.0	109.2	0.6	1.1	130	100.8	114.2	0.6	1.1											
90	125	101.0	114.2	0.6	1.1	140	108.3	121.7	1.0	1.5											
95	130	106.0	119.2	0.6	1.1	145	112.4	127.6	1.0	1.5											
100	140	112.4	127.5	0.6	1.1	150	117.4	132.6	1.0	1.5											
105																					
110						170	132.4	147.6	1.0	2.0											
120						180	141.4	158.6	1.0	2.0											
130																					
140																					
150																					
160																					
170																					
180																					
190																					
200																					
220																					
240																					
260																					
280																					

Valeurs en mm



Graissage des roulements

Afin d'obtenir de meilleures conditions de propreté, SNFA peut fournir toute sa gamme de roulements graissés.

Cette opération réalisée immédiatement après le lavage est effectuée dans une ambiance protégée et avec des appareils spécifiques en assurant ainsi un dosage précis.

LUBRIFICATION

But de la lubrification

La lubrification d'un roulement a pour but d'assurer les fonctions suivantes:

- Empêcher le contact direct des éléments de roulement (billes - bagues) et de glissement (cages).
- Evacuer les calories générées par le frottement.
- Protéger le roulement contre la pénétration de corps étrangers.
- Protéger le roulement contre la corrosion.

Lubrification à la graisse

Le système de lubrification à la graisse est très répandu, car il est intéressant par sa simplicité et par son économie d'emploi.

Lorsque les conditions d'utilisation (vitesse, température, propreté), rentrent dans les limites indiquées par le fabricant de graisse, les roulements n'exigent pas d'entretien particulier, ni d'adjonctions successives de graisse: à cet égard on peut parler de **"lubrification à vie"**.

Le choix du type de graisse est primordial pour le bon fonctionnement des roulements avec un effet déterminant sur:

- . la température de fonctionnement,
- . la durée,
- . la protection,
- . le niveau de bruit.

Les types de graisses disponibles sur le marché sont nombreux et ont des caractéristiques particulières qui les rendent appropriées pour plusieurs exigences d'emploi.

Vitesse, charge et température de fonctionnement sont des paramètres qui conditionnent le bon choix de la graisse.

Les roulements fonctionnant à des températures plutôt élevées, par exemple, ceux utilisés dans les électrobroches, doivent être lubrifiés avec une graisse qui ne se détériore pas et dont l'huile de base possède deux qualités fondamentales: viscosité adéquate et propriété anti-usure élevée.

Il est conseillé d'utiliser les graisses ayant les caractéristiques indiquées ci-dessous:

APPLICATION		GRAISSE		
Vitesse (ndm)	Charge	Viscosité apparente (m Pas)	Consistance NLGI	Base
jusqu'à 600.000	Légère/Moyenne	3.000	2	Lithium
jusqu'à 600.000	Elevée	4.000	2	Calcium/Lithium
jusqu'à 900.000	Moyenne	3.000/4.000	2	Calcium/Baryum/Lithium
au delà de 900.000	Légère	3.500/5.000	2	Calcium/Baryum/Lithium

Durée d'utilisation de la graisse

L'efficacité de la graisse se dégrade dans le temps, c'est le résultat des conditions de fonctionnement (température, sollicitations dynamiques, degré de pollution) et des caractéristiques chimiques et physiques.

Evaluer ces phénomènes est aussi un problème; par conséquent le calcul de la durée "**Lg**" d'utilisation de la graisse (en heures) est surtout basé sur des données statistiques.

Sur le diagramme de la fig.2 sont reportés les éléments pour une meilleure évaluation de la durée des graisses synthétiques de bonne qualité et dans d'excellentes conditions de fonctionnement à température modérée (ex: broches avec entraînement par courroie), la partie inférieure du diagramme, concerne les applications pour lesquelles la présence d'une autre source de chaleur (par ex. électrobroche) augmente sensiblement la température du roulement avec un effet préjudiciable sur le lubrifiant.

Dans les applications où la température de fonctionnement est élevée, la durée de vie des roulements est plus tributaire de la graisse que des phénomènes de fatigue des matériaux.

Rodage

Les roulements lubrifiés à la graisse doivent obligatoirement effectuer une période de rodage, afin d'obtenir une répartition homogène de la graisse et d'éviter l'échauffement trop important du roulement pendant le fonctionnement.

La méthode pour réaliser un bon rodage consiste à augmenter progressivement la vitesse par paliers, en stabilisant la température à chaque palier, avant de passer à la vitesse supérieure et cela jusqu'à obtention de la vitesse finale.

Il existe une autre méthode de rodage, réalisée par une séquence intensive de cycles (mise en marche - rotation - arrêt) selon un programme déterminé. Cette procédure permet une réduction du temps de rodage, mais elle demande toutefois une assistance très assidue; par conséquent il est préférable de l'utiliser uniquement qu'en cas de gestion automatisée.

Elle est déconseillée lorsque les roulements doivent fonctionner dans des conditions de vitesses élevées.

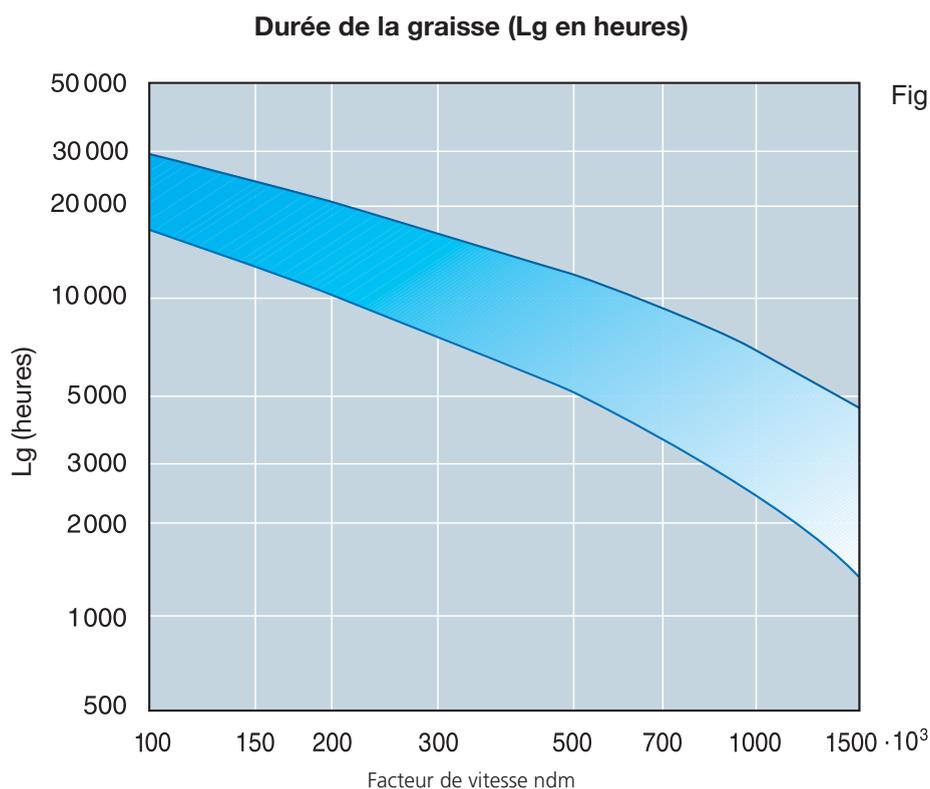


Fig. 2

Quantité de graisse

La quantité de graisse conseillée est fonction du type, de l'alésage et de la vitesse de fonctionnement du roulement.

Elle est calculée en multipliant la **"quantité de graisse de base"** de la fig.4 (définie par le type et l'alésage du roulement) par le facteur **K** de la fig.3, fonction du **ndm** (produit de la vitesse maxi par le diamètre primitif du roulement).

Facteur K

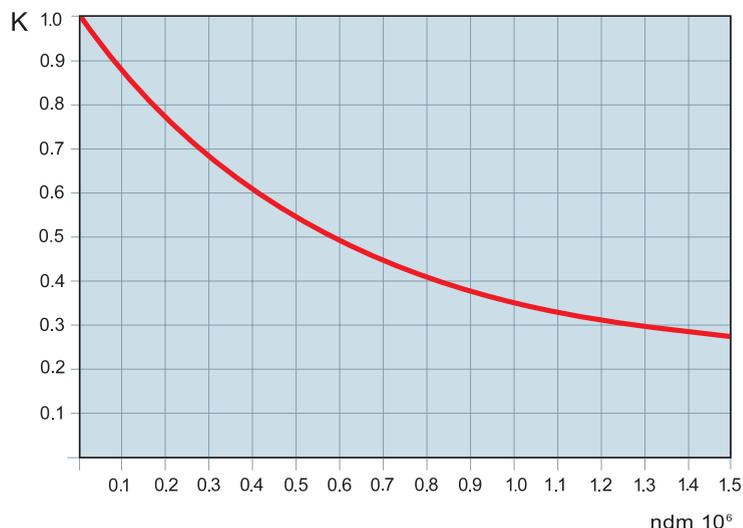


Fig. 3

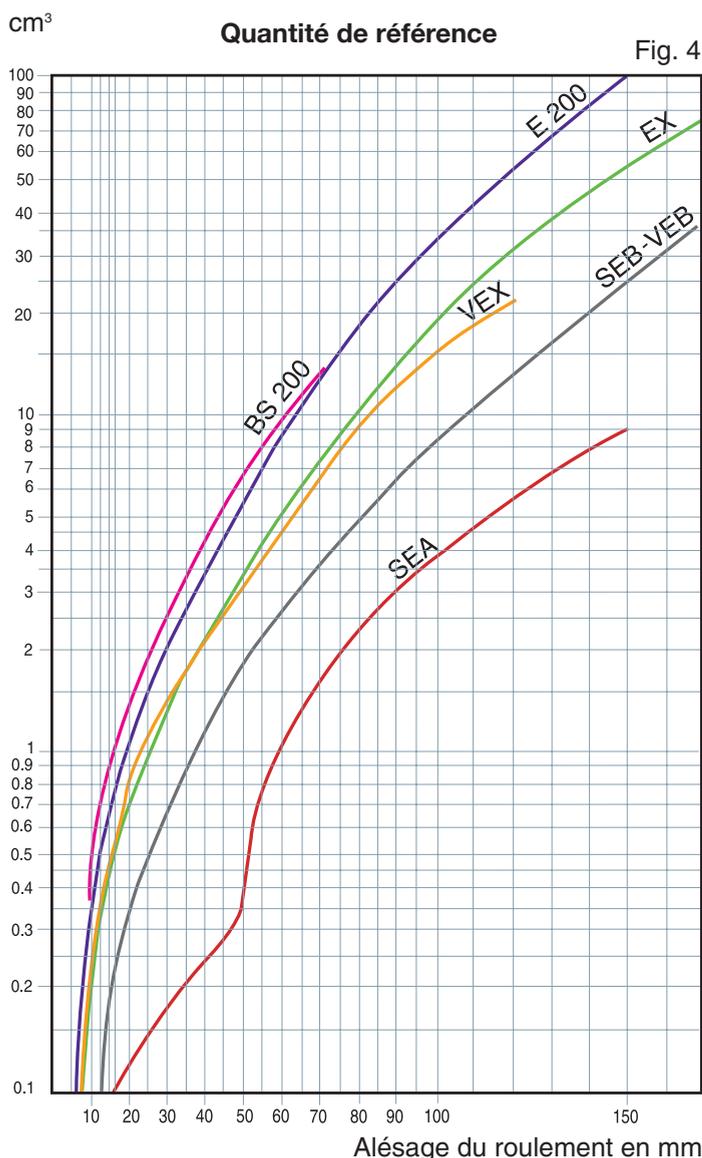


Fig. 4

Roulements livrés graissés

A la demande, les roulements SNFA, peuvent être livrés graissés avec le type et la quantité de graisse adéquate.

Cette opération, réalisée après montage des roulements, offre des avantages opérationnels et économiques pour l'utilisateur, par ailleurs, elle assure une précision quantitative et qualitative ainsi qu'une parfaite distribution de la graisse dans les roulements.

Lubrification à huile

Lorsque la vitesse de fonctionnement d'un roulement dépasse les limites admises pour la lubrification à la graisse, il faut recourir à la lubrification à l'huile.

Dans le secteur de la machine-outil les systèmes les plus utilisés sont:

- l'injection d'huile;
- le brouillard d'huile;
- la lubrification minimale (air - huile, uniquement huile).

Lubrification par injection d'huile

On emploie ce système de lubrification quand les roulements doivent fonctionner avec des vitesses et des charges très élevées ou bien dans des conditions qui ne permettent pas la lubrification par brouillard d'huile et qui nécessitent le maintien d'une faible température.

Dans ce cas, l'huile sous pression est injectée dans les roulements par des gicleurs, avec une vitesse du jet d'environ 15 m/sec, pour surmonter la barrière de turbulence créée par la cage et les billes.

En raison du débit d'huile considérable, on doit prévoir des canaux d'évacuation pour éviter un engorgement et une surchauffe des roulements.

La quantité d'huile refroidie traversant les roulements, en plus d'assurer une bonne lubrification, abaisse la chaleur générée par le "travail", tout en maintenant une température de l'ensemble sur des valeurs contrôlées.

On doit prévoir aussi, un système de filtration efficace, un échangeur capable de dissiper la chaleur prélevée aux roulements, ainsi qu'une réserve d'huile suffisante pour éviter plus de trois passages complets toutes les heures de tout le contenu du réservoir. Des passages fréquents ne permettent pas une bonne dissipation de la chaleur et une décantation des corps étrangers et pourraient causer en outre un vieillissement précoce de l'huile.

Ce système demande une mise au point soignée ainsi qu'une série de composants d'un certain coût. Il est donc conseillé de l'employer exclusivement dans les cas de réelle nécessité.

Concernant le calcul de la quantité d'huile, il existe des règles qui tiennent compte du type de roulement (série et diamètre primitif) et de la configuration du montage.

Le degré de viscosité de l'huile pour ce type de lubrification est prescrit par les normes **ISO VG 10** ou **ISO VG 15**.

Degré de viscosité ISO	Viscosité cinématique moyenne à 40°C mm ² /s (cSt)	Limite de viscosité cinématique à 40°C mm ² /s (cSt)	
		minimum	maximum
VG 2	2.2	1.98	2.42
VG 3	3.2	2.88	3.52
VG 5	4.6	4.14	5.06
VG 7	6.8	6.12	7.48
VG 10	10.0	9.00	11.00
VG 15	15.0	13.50	16.50
VG 22	22.0	19.80	24.20
VG 32	32.0	28.80	35.20
VG 46	46.0	41.40	50.60
VG 68	68.0	61.20	74.80
VG 100	100.0	90.00	110.00
VG 150	150.0	135.00	165.00

Alésage (mm)	>		50	120
	≤	50	120	280
Quantité d'huile (l/h)		2 ... 24	15 ... 120	60 ... 300

Lubrification par brouillard d'huile

Ce type de lubrification est particulièrement employé dans les applications où l'on atteint des hautes vitesses, en assurant les paramètres suivants:

- bon niveau de rendement;
- température modérée, réduction de puissance;
- rationalité et coût limité de l'installation;
- simplicité de conception de la broche (canalisations, entretoises, etc ...);
- bonne protection des roulements contre les agents extérieurs polluants (par un effet répulsif du brouillard d'huile sous pression).

Bien que ce type de lubrification soit réalisée selon des normes bien précises (les constructeurs des systèmes "brouillard d'huile" sont aptes à fournir les données spécifiques de ce genre de matériel) on doit prendre en considération les caractéristiques et la vitesse du roulement à lubrifier.

L'huile recommandée pour la lubrification par brouillard d'huile est du type **ISO VG 32** (voir tableau page 46).

Lubrification minimale air - huile

L'une des particularités de ce système, est l'utilisation d'une huile synthétique très visqueuse (généralement **ISO VG68**), qui, même en petite quantité, assure la présence d'un film séparateur entre les corps roulants et les pistes du roulement.

Une faible résistance du roulement des billes et un excellent comportement de l'ensemble, même en présence de fortes charges est ainsi obtenu.

Les raisons qui rendent ce système modérément polluant sont les suivantes:

- faible consommation d'huile;
- effet nébulisant contrôlé.

Dans ce système, l'air (élément convoyeur) et l'huile arrivent sur le roulement par l'intermédiaire de **gicleurs latéraux (fig. 5) ou bien au travers de l'alésage de la bague extérieure du roulement** (exécution H1) sans se mélanger dans le circuit.

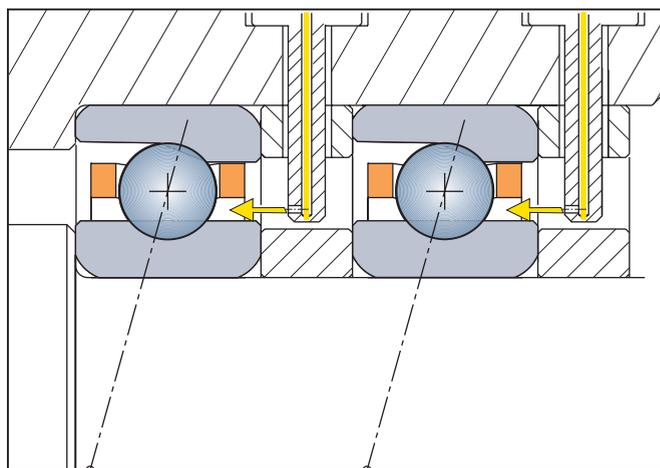
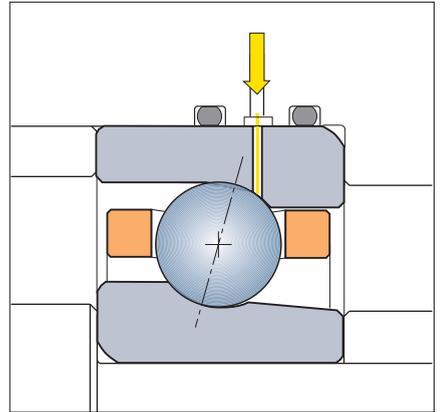


Fig. 5



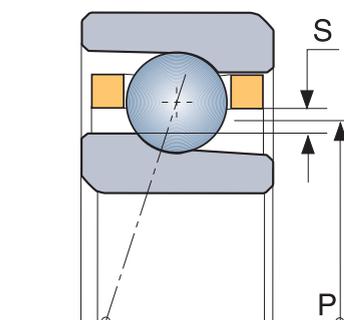
SERIE VEX AVEC EXECUTION "H1"



Position des gicleurs

Dans tous les types de lubrification à l'huile, l'efficacité maximum est obtenue lorsque les gicleurs sont placés de façon à assurer une lubrification correcte du roulement, l'huile devant être injectée entre la bague intérieure et la cage afin d'assurer un minimum de turbulences.

Il est recommandé que les gicleurs soient positionnés selon le tableau suivant:



Valeurs "P" et "S" pour la lubrification à l'huile

Diamètre d	SERIE									
	SEA		SEB - VEB		EX		VEX		E 200	
	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
6					10.10	0.90	10.10	0.90		
7					11.30	1.00	11.30	1.00	13.10	1.00
8			12.10	0.85	13.30	1.20	13.30	1.20	13.80	0.70
9					14.80	1.20	14.80	1.20	16.10	1.30
10	13.40	0.30	14.80	0.75	16.40	1.00	16.40	1.00	17.90	1.55
12	15.40	0.30	16.80	0.75	18.20	1.20	18.20	1.20	19.60	1.60
15	18.40	0.30	19.80	1.15	21.90	1.20	21.90	1.20	22.30	1.45
17	20.40	0.30	22.00	0.90	24.10	1.35	24.10	1.35	25.70	1.55
20	24.50	0.35	26.70	1.05	28.70	1.50	28.70	1.50	30.80	1.75
25	29.50	0.35	31.80	1.05	33.50	1.75	33.80	1.65	35.50	1.65
30	34.50	0.35	36.80	1.00	39.70	1.90	40.30	1.65	42.40	2.05
35	39.50	0.35	43.00	1.25	45.70	1.90	46.10	1.90	49.90	2.05
40	44.50	0.35	48.70	1.45	51.10	1.90	51.60	1.85	55.80	2.50
45	50.00	0.35	54.20	1.45	56.60	2.30	57.60	1.85	60.90	2.10
50	55.60	0.45	58.40	1.65	61.60	2.30	62.30	2.10	65.20	2.75
55	61.30	0.55	64.60	1.85	68.10	2.30	69.60	1.90	72.20	3.15
60	66.40	0.65	69.60	1.85	73.10	2.30	74.60	1.85	80.20	2.80
65	72.40	0.65	74.50	1.75	78.10	2.30	79.30	2.05	86.00	3.00
70	77.40	0.65	81.50	2.20	85.20	2.80	86.50	2.15	91.00	3.00
75	82.40	0.65	86.50	2.15	90.20	2.80	91.50	2.25	95.80	2.75
80	87.40	0.65	91.50	2.15	97.00	3.00	98.50	2.70	102.70	3.30
85	94.10	0.90	98.60	2.55	102.00	3.00	103.50	2.70	110.00	4.00
90	99.10	0.90	103.50	2.50	109.50	3.10	111.00	2.65	116.00	2.05
95	104.10	0.90	108.50	2.50	113.60	3.10	115.40	3.05	123.80	3.70
100	109.10	0.90	115.40	3.00	118.80	3.25	120.40	3.05	130.30	3.75
105	114.60	1.40			126.00	4.00			137.20	4.85
110	120.90	1.10	125.40	2.95	132.80	4.25	135.40	3.05	144.40	4.65
120	130.90	1.10	137.40	3.40	142.80	4.25	144.90	3.50	157.20	4.85
130	144.00	2.20	149.80	3.40	157.10	5.40			168.60	5.70
140	153.20	1.85	159.80	3.35	167.10	5.40			182.50	5.50
150	165.60	2.20	173.30	4.65	178.90	5.65				
160			183.30	4.65	190.80	5.75				
170			193.30	4.65	204.50	5.50				
180			207.40	5.65	219.50	6.55				
190			217.30	5.60	229.00	6.05				
200			231.10	6.30	240.30	6.20				
220			251.10	6.30	264.10	6.90				
240			271.00	6.20	283.60	6.40				
260			298.90	7.95						
280			318.3	7.30						

Dimensions "P" et "S" en mm

Influence du niveau de contamination du lubrifiant sur le comportement et sur la durée de vie des roulements.

Le degré de propreté des roulements conditionne aussi bien, leur durée de vie que leur efficacité, il est donc important que les roulements puissent fonctionner dans une application exempte d'impuretés.

Avec une **lubrification à la graisse**, on demande aux protections la plus grande efficacité, afin d'éviter la pénétration d'impuretés dans les roulements, pendant leur graissage et leur fonctionnement. Ces protections devront être d'autant plus efficaces lorsque le roulement travaille dans un environnement polluant (voir paragraphe "Etanchéités").

Avec la **lubrification à huile**, les recommandations précédentes restent valables, mais d'autres sont à respecter et notamment pour contrôler le **niveau de contamination du lubrifiant**.

Dans un système à recirculation d'huile, par exemple, le niveau de contamination dépendra du taux d'entrée des impuretés et du rendement de filtration, et donc, de l'équilibre entre le nombre de particules qui circulent dans le fluide et le nombre de particules éliminées par filtration.

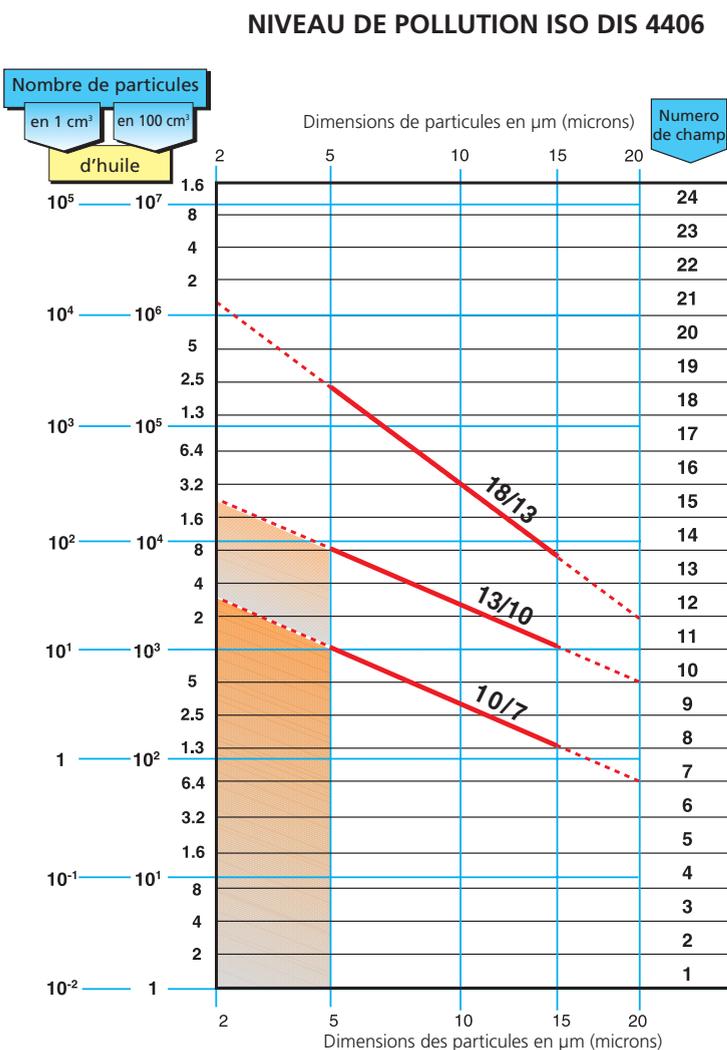


Fig. 6

Il existe par ailleurs un autre risque de pollution, non constitué de particules solides mais de fluides (fluide réfrigérant, huile de coupe, etc...) qui altère les propriétés du lubrifiant, avec des préjudices, dont les causes peuvent être éliminées au niveau de la conception.

Pour les particules polluantes, des classifications sont disponibles qui en déterminent les dimensions et les quantités limites pour un volume unitaire.

En nous référant à la classification **ISO DIS 4406** (fig.6) dans le secteur de la haute précision, et en particulier à celui des électrobroches avec fortes sollicitations, il est conseillé de ne pas dépasser un **niveau de pollution 10/7 pour les broches neuves et 13/10 après un long fonctionnement**, avec une dimension des particules ne dépassant jamais 5 µm.



Etanchéités

Le rendement du système de protection a une importance décisive pour la durée de vie du roulement.

Le choix du système de protection doit être basé sur les caractéristiques de l'ambiance extérieure du roulement, de sa position, du type de lubrification employé et de la vitesse de fonctionnement.

Parmi les systèmes de protection existants, le plus simple est celui qui est appliqué par frottement où le joint en caoutchouc ou en matériau similaire est en contact avec l'arbre.

Cette solution, engendrant des frottements, est exclue dans les applications à haute vitesse, où la protection des roulements est obtenue sans contact direct entre les composants statiques et ceux en rotation.

Le degré de pollution change selon les conditions d'emploi. Dans le secteur des machines-outils, où l'application des roulements à billes à contact oblique est très répandue, on relève la présence d'huile de coupe, de poudres abrasives, de copeaux, etc..., en quantité variable. L'efficacité de la protection devra être fonction de l'état ambiant.

Les étanchéités ci-après représentées sont courantes dans l'industrie des machines-outils, mais sont également valables pour d'autres secteurs lorsque les conditions de travail sont similaires.

Fig. 7

L'étanchéité du roulement est créée par un couvercle, ayant des sections libres de passage très réduites avec l'arbre.

Cette solution est valable dans un environnement moyennement poussiéreux, mais déconseillée en présence de liquide, elle est souvent réalisée à proximité des roulements postérieurs, côté commande.

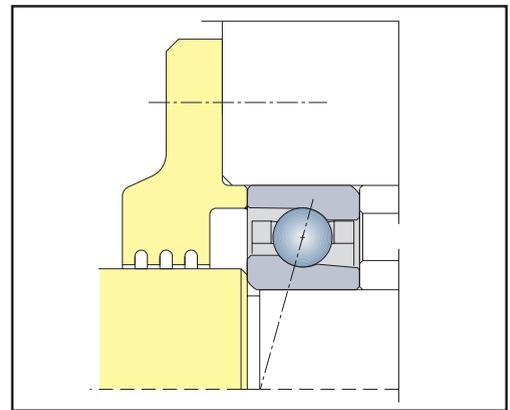


Fig. 8

Cette protection est légèrement plus complexe que la précédente, mais plus efficace de part la présence d'un obstacle interne, formé de bagues élastiques, qui s'adaptent sur la portée statique.

Ces bagues élastiques ne doivent pas frotter sur les éléments tournants.

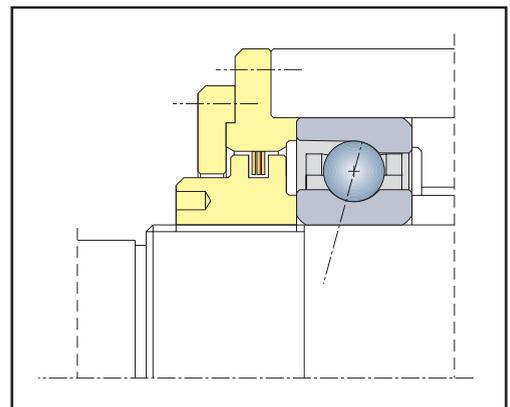
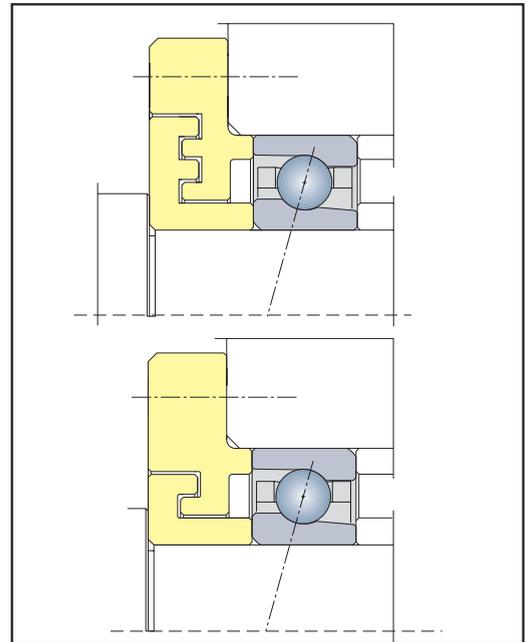


Fig.9 et Fig.10

Protections avec **labyrinthe de type "simple" et "multiple"**, plus élaborées que les précédentes mais plus efficaces, spécialement utilisées en présence de liquide (jets) et de poussière modérée.

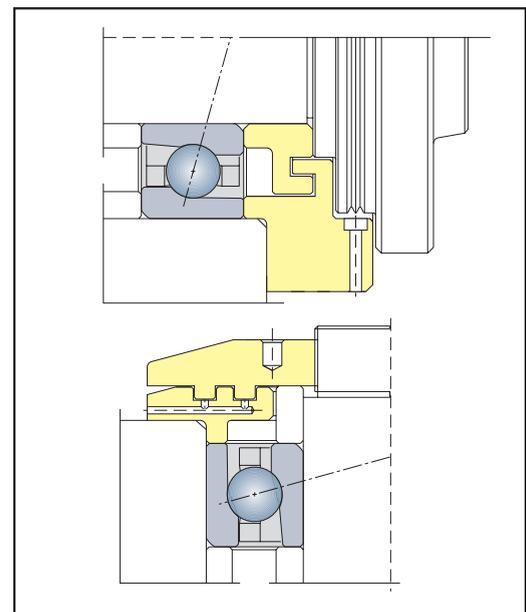


9 - 10

Fig. 11 et Fig.12

Dans ces exemples, les labyrinthes de type simple et multiple sont réalisés avec un **drainage** pour l'évacuation des liquides éventuels qui auraient pu s'introduire ou qui se seraient formés par condensation.

Le couvercle supérieur, représenté dans la fig. 12 (axe vertical) fait office de **bague centrifugeuse** et assure une protection supplémentaire contre les éventuelles impuretés externes.



11- 12

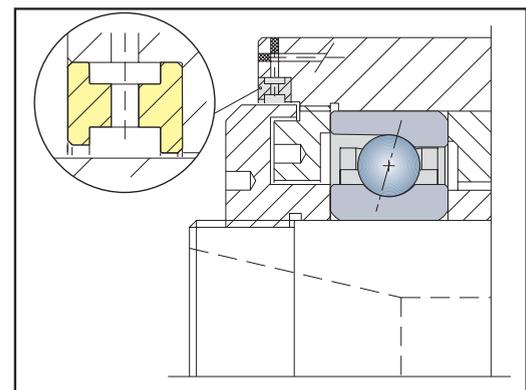
Fig. 13

Cette protection est très efficace grâce à la présence d'une **barrière d'air sous pression** ($p = 0,2$ bar) pénétrant dans le labyrinthe.

Ce système, particulièrement adapté pour la lubrification à la graisse, prévoit l'envoi d'air filtré et déshumidifié au moyen d'une canalisation spécifique.

Dans les applications avec lubrification à huile, les roulements fonctionnant dans une ambiance pressurisée, l'efficacité de la protection est moins impérative.

Avec un système de lubrification à l'huile, il est indispensable d'éviter toute forme de pollution surtout si un circuit de recirculation est prévu.



13

MANIPULATIONS ET MARQUAGE DES ROULEMENTS

Manipulation des roulements

Les roulements à contact oblique, de haute précision SNFA, sont produits dans des conditions ambiantes contrôlées pendant toutes les phases de la fabrication, opérations de montage et emballage incluses.

Les utilisateurs peuvent exploiter complètement les caractéristiques du roulement en suivant les quelques règles fondamentales ci-après pour la manipulation et le montage:

- **Garder les roulements dans leur emballage d'origine à l'abri de l'humidité.**
- **Planifier les séquences de montage.**
- **Contrôler l'exécution et le degré de propreté des parties en contact avec le roulement, entretoises incluses.**
- **Comparer les indications de l'emballage du roulement avec celles mentionnées sur le plan.**
- **N'ouvrir les emballages des roulements qu'au moment du montage.**
- **Employer des outils adéquats pour le déconditionnement.**
- **Quand le lubrifiant utilisé est la graisse, il faut l'introduire en quantité exacte et la répartir uniformément. Lorsqu'il s'agit de graisses synthétiques, on doit laver les roulements, afin d'éviter l'éventuelle incompatibilité avec l'huile de protection des roulements, pour cela utiliser des produits filtrés et compatibles avec l'environnement et les métaux. Pour le séchage, utiliser de l'air comprimé filtré et séché.**
- **Se rapporter aux instructions mentionnées sur la feuille explicative qui accompagne le roulement, pour les modalités relatives au montage de ceux-ci.**



Serrage des bagues des roulements

Les bagues des roulements sont serrées axialement au moyen d'écrous ou de couvercles qui doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- Précision géométrique élevée.
- Bonne résistance mécanique aux sollicitations statiques et dynamiques.
- Maintien du serrage (éventuellement par un système anti-débloquant), ne provoquant aucune déformation des bagues des roulements.

Il est important de s'assurer que la valeur "Pa" correspondante à l'effort de serrage soit correcte. La valeur de serrage "Pa" doit satisfaire les exigences suivantes:

- Maintenir la précharge et éviter que des microdéplacements entre bagues et appuis ne se produisent sous les charges en fonctionnement (fretting corrosion), ce qui se traduirait par de la surchauffe ou de la corrosion des faces de contact.
- Rester dans les limites acceptables de la résistance mécanique des supports.
- Ne pas déformer les pièces d'appui (par exemple une déformation des entretoises entraîne une variation de la précharge).

Compte tenu des exigences particulières énumérées ci-dessus et de leurs paramètres incertains, cette valeur "Pa" peut être calculée suivant la formule indiquée ci-après.

Calcul de la force axiale de serrage Pa

On obtient la valeur Pa en utilisant la formule suivante:

Pa = Fs + (Ncp · Fc) + Pr	<i>Où:</i>	Pa	Effort axial de serrage (daN)
		Fs	Effort axial minimum de serrage (daN)
		Fc	Effort axiale de montage (daN)
		Pr	Précharge (daN)
		Ncp	Nombre de roulements de précharge

Les valeurs Fs et Fc sont indiquées sur les pages suivantes, elles sont fonction de la série et de l'alésage du roulement. Les valeurs de précharge Pr standard (Légère, Moyenne, Forte) sont indiquées dans les tableaux correspondants des roulements. Toute valeur de précharge spéciale sera indiquée dans la référence du roulement (Exemple: SEB 60 7 CE 1 DD 96 **daN**)

Calcul du couple de serrage C

Une fois déterminée la valeur de serrage axiale Pa, la valeur du couple de serrage C (daN · mm) doit être calculée comme suit:

C = K · Pa	pour un blocage avec écrou
C = K · Pa / Nb	pour un blocage avec couvercle par des vis

K: facteur en fonction du filetage; voir page 58. **Nb:** nombre de vis sur le couvercle.

Recommandations: Les valeurs du couple de serrage calculées selon la formule indiquée sont uniquement valables pour:

- A) Le blocage des roulements monté avec les tolérances SNFA préconisées dans ce catalogue.
- B) Le blocage uniquement des roulements et des entretoises en excluant tout autre composant (exemple: roues dentées).
- C) Charge axiale maximum de travail inférieure à 2 · Pa.
- D) Écrous ou vis de blocage de bonne qualité, avec filetage légèrement huilé.

Pour des applications spéciales, consulter notre service Technico-Commercial.

Valeurs "Fs" et "Fc" pour le calcul de la force axiale de serrage

SERIE SEA			SERIE SEB			SERIE VEB		
d	Fs	Fc	d	Fs	Fc	d	Fs	Fc
6			6			6		
7			7			7		
8			8			8	33	28
9			9			9		
10	37	24	10			10	50	28
12	43	21	12			12	60	28
15	55	18	15			15	65	28
17	60	16	17	75	28	17	75	28
20	95	25	20	130	40	20	130	40
25	120	21	25	160	34	25	160	34
30	140	18	30	190	30	30	190	30
35	160	21	35	260	44	35	260	44
40	180	18	40	310	50	40	310	50
45	240	19	45	380	48	45	380	48
50	290	18	50	310	38	50	310	38
55	330	23	55	410	43	55	410	43
60	330	24	60	450	40	60	450	40
65	470	26	65	480	37	65	480	37
70	500	24	70	650	50	70	650	50
75	550	23	75	650	48	75	650	48
80	550	30	80	700	65	80	700	65
85	750	55	85	900	90	85	900	90
90	800	50	90	950	85	90	950	85
95	800	48	95	1000	85	95	1000	85
100	850	46	100	1200	100	100	1200	100
105	900	45	105					
110	1100	60	110	1300	90			
120	1200	60	120	1600	120			
130	1700	90	130	2300	160			
140	1600	80	140	2400	150			
150	2100	100	150	2700	180			
			160	2800	170			
			170	3000	160			
			180	3700	220			
			190	3900	260			
			200	4800	320			
			220	5200	290			
			240	5700	270			
			260	7700	400			
			280	8300	400			

Valeurs "Fs" et "Fc" pour le calcul de la force axiale de serrage

SERIE VEX			SERIE EX			SERIE E 200		
d	Fs	Fc	d	Fs	Fc	d	Fs	Fc
6	26	40	6	26	43	6		
7	31	38	7	31	41	7	49	55
8	45	46	8	45	49	8	49	60
9	60	46	9	60	49	9	65	60
10	65	50	10	65	55	10	85	70
12	70	44	12	70	47	12	100	70
15	100	46	15	100	49	15	95	60
17	100	45	17	100	49	17	130	70
20	160	60	20	160	65	20	230	85
25	180	50	25	180	50	25	240	75
30	250	55	30	250	55	30	340	80
35	330	75	35	330	75	35	550	120
40	410	75	40	410	75	40	600	120
45	450	75	45	450	75	45	700	120
50	500	65	50	500	65	50	600	100
55	600	80	55	600	80	55	750	110
60	650	75	60	650	75	60	1100	130
65	700	70	65	700	70	65	1300	130
70	850	80	70	850	80	70	1400	130
75	900	75	75	900	75	75	1500	130
80	1100	120	80	1100	120	80	1700	190
85	1100	140	85	1100	140	85	1900	250
90	1600	170	90	1600	170	90	1900	250
95	1400	150	95	1400	150	95	2700	300
100	1500	140	100	1500	140	100	2700	310
105			105	1700	160	105	3100	330
110	2000	180	110	2000	180	110	3700	360
120	2200	190	120	2200	190	120	4500	430
			130	2700	270	130	4800	450
			140	2900	250	140	5900	500
			150	3400	270			
			160	3800	290			
			170	5100	350			
			180	6400	450			
			190	6800	500			
			200	6600	550			
			220	7900	600			
			240	8600	550			
			260					
			280					

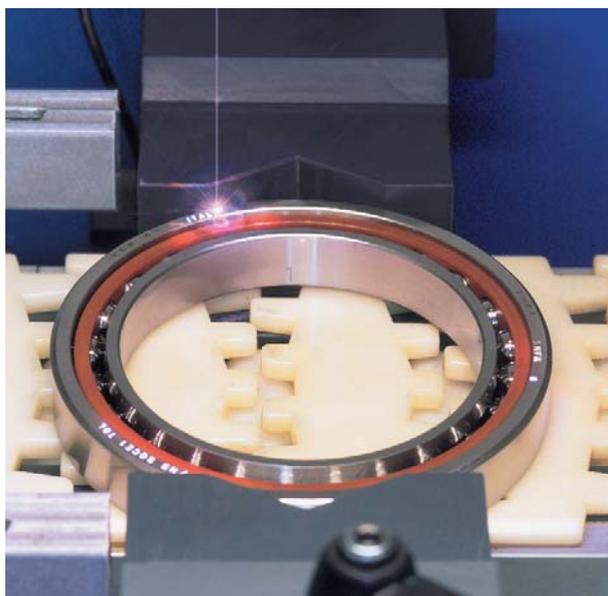
Valeurs "Fs" et "Fc" pour le calcul de la force axiale de serrage

SERIE BS 200			SERIE ED		
d	Fs	Fc	d	Fs	Fc
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
12	120	75	12	70	44
15	140	75	15	100	46
17	190	80	17	100	45
20	260	95	20	130	55
25	320	95	25	160	45
30	480	95			
35	650	130			
40	800	140			
45	900	130			
50	1000	130			
55					
60	1500	150			
65					
70					
75	2100	210			

Facteur "K" pour le calcul du couple de serrage

FILETAGE	FACTEUR "K"		FILETAGE	FACTEUR "K"
	ECROU	VIS		ECROU
M 4		0.8	M 70	9.0
M 5		1.0	M 75	9.6
M 6		1.2	M 80	10.0
M 8		1.6	M 85	11.0
M 10	1.4	2.0	M 90	11.0
M 12	1.6	2.4	M 95	12.0
M 14	1.9	2.7	M 100	12.0
M 15	2.0	2.9	M 105	13.0
M 16	2.1	3.1	M 110	14.0
M 17	2.2		M 120	15.0
M 20	2.6		M 130	16.0
M 25	3.2		M 140	17.0
M 30	3.9		M 150	18.0
M 35	4.5		M 160	19.0
M 40	5.1		M 170	21.0
M 45	5.8		M 180	22.0
M 50	6.4		M 190	23.0
M 55	7.0		M 200	24.0
M 60	7.6		M 220	26.0
M 65	8.1		M 240	27.0
			M 260	29.0
			M 280	32.0

Nota: Les valeurs "K" sont uniquement valables avec un filetage fin



Marquage des roulements

Roulements simples et groupes de roulements.

Sur une face de la bague extérieure, les roulements à contact oblique portent les marquages suivants (les symboles utilisés figurent en caractères gras):

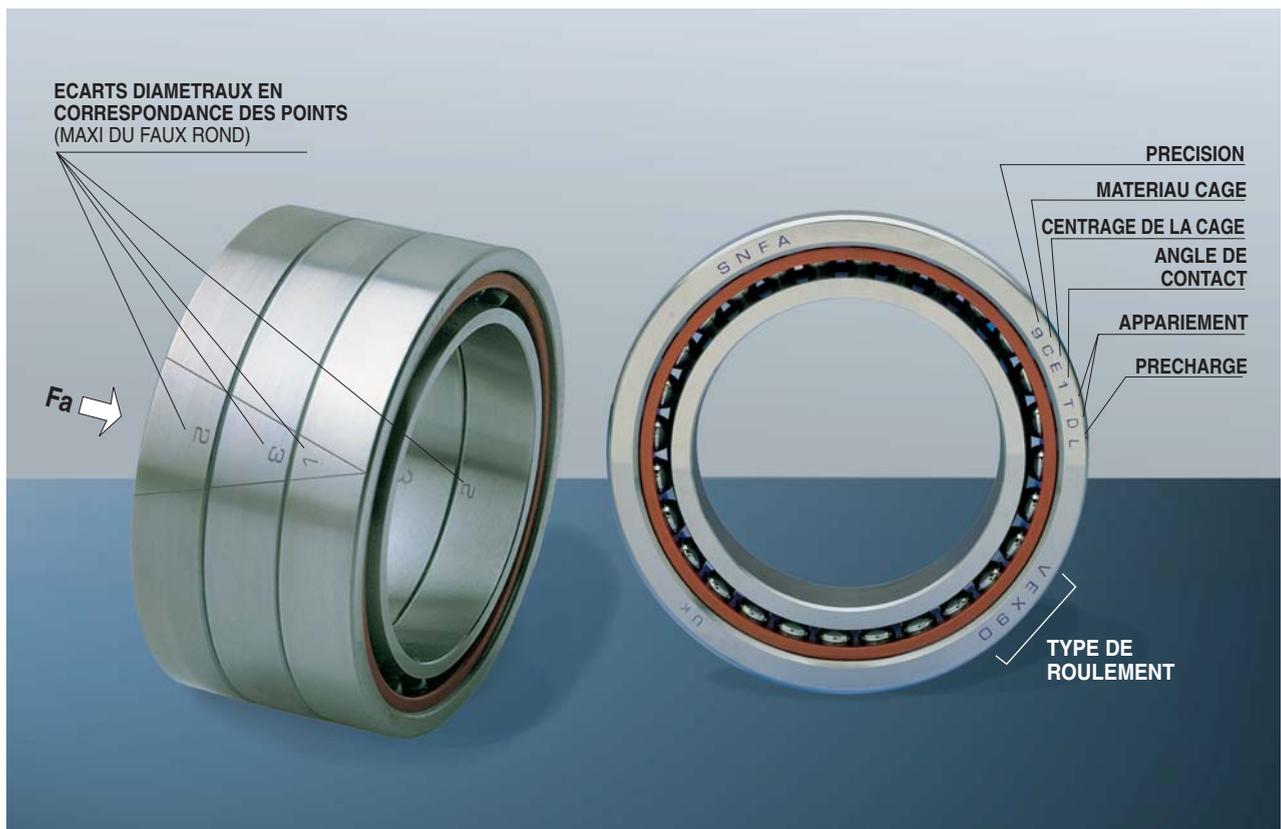
• Marque:	SNFA
• Origine de fabrication:	ITALY UK
• Type de roulement:	SEA... SEB... EX... E2... VEB... VEX... BS2.. ED...
• Classe de précision:	
ABEC 5	5
ABEC 7	7
Précision spéciale	(ex.: SQ)
ABEC 9	9
• Matériau de la cage:	
Stratifié, textile - résine	C
Polyamide	P
Laiton	L
• Centrage de la cage:	
Sur la bague extérieure	E
Sur la bague intérieure	I

• Angle de contact nominal:	
12°	0
15°	1
18°	2
25°	3
62°	62
• Type d'appariement:	
Tandem	T
Dos à Dos	DD
Tandem - Dos à Dos	TD
Face à face	FF
Tandem - Face à face	TF
Tandem - Dos - Tandem	TDT
Tandem - Face - Tandem	TFT
Duplex Universel	DU
Universel	U
• Valeur de précharge	
Légère	L
Moyenne	M
Forte	F
Spéciale	
la valeur nominale est indiquée en daN	

Dans un jeu constitué, la désignation complète du jeu (type du roulement, classe de précision, angle de contact, appariement, précharge) est indiquée sur un seul roulement composant le jeu.
 Sur les roulements restants, seul apparaît un marquage partiel (type de roulement, marque et pays d'origine: SNFA - Italy, SNFA - U.K).

L'écart négatif en microns, par rapport à la cote nominale, soit de l'alésage, soit du diamètre extérieur de chaque roulement, est indiqué sur les diamètres en correspondance du point du faux rond maximum d'excentrage.

En plaçant cette zone à 180°, par rapport au faux rond maximum d'excentrage de l'arbre ou du logement, on réalise la concentricité maximum.
 D'autres repères peuvent figurer sur les faces des bagues, mais ne sont utiles qu'au fabricant du roulement.



Nota: Le faux rond maximum d'excentrage des bagues extérieures des roulements se trouve sur la bissectrice du "V", lequel a la pointe orientée dans le sens de la poussée axiale préférentielle "Fa", agissant sur les bagues intérieures.
 Pour un jeu de trois roulements ou plus le numéro matricule est porté sur chacun des roulements.



Boîtes

Le conditionnement des roulements est fonction de leur constitution, soit à l'unité, soit en jeu. Lorsque les roulements sont unitaires, ils sont livrés dans leur boîte, dans le cas où les roulements sont conditionnés en jeu, ils peuvent être livrés: soit dans une même boîte si les dimensions le permettent ou bien dans des boîtes unitaires reliées entre elles par un ruban adhésif.

Sur les étiquettes sont portées les renseignements suivants:

- **Désignation du roulement.**
- **Référence de l'huile de protection.**
- **Référence de la graisse.** (lorsque les roulements sont livrés graissés par SNFA)
- **Date de conditionnement.**
- **Numéro de série.** (lorsqu'il s'agit d'un roulement appartenant à un jeu de trois ou plus)
- **Angle de contact effectif.**

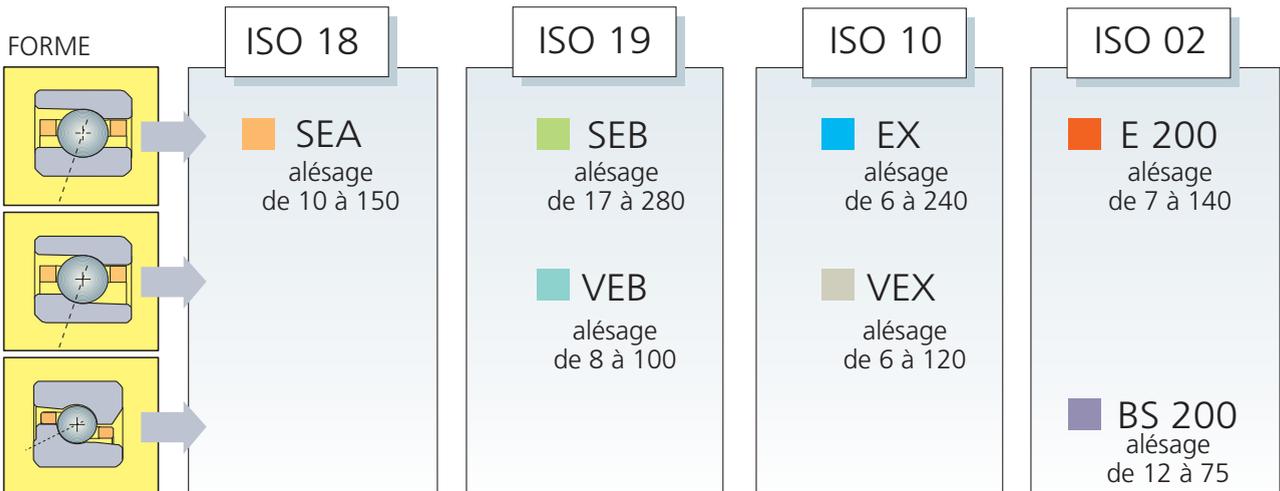
Les boîtes sont réalisées en carton, et portent en plus du logo SNFA, la description du produit:

Roulements de haute précision (en quatre langues).

Lorsque les roulements sont équipés de billes en céramique, les boîtes se différencient par une étiquette rouge avec l'inscription "**ceramic**".

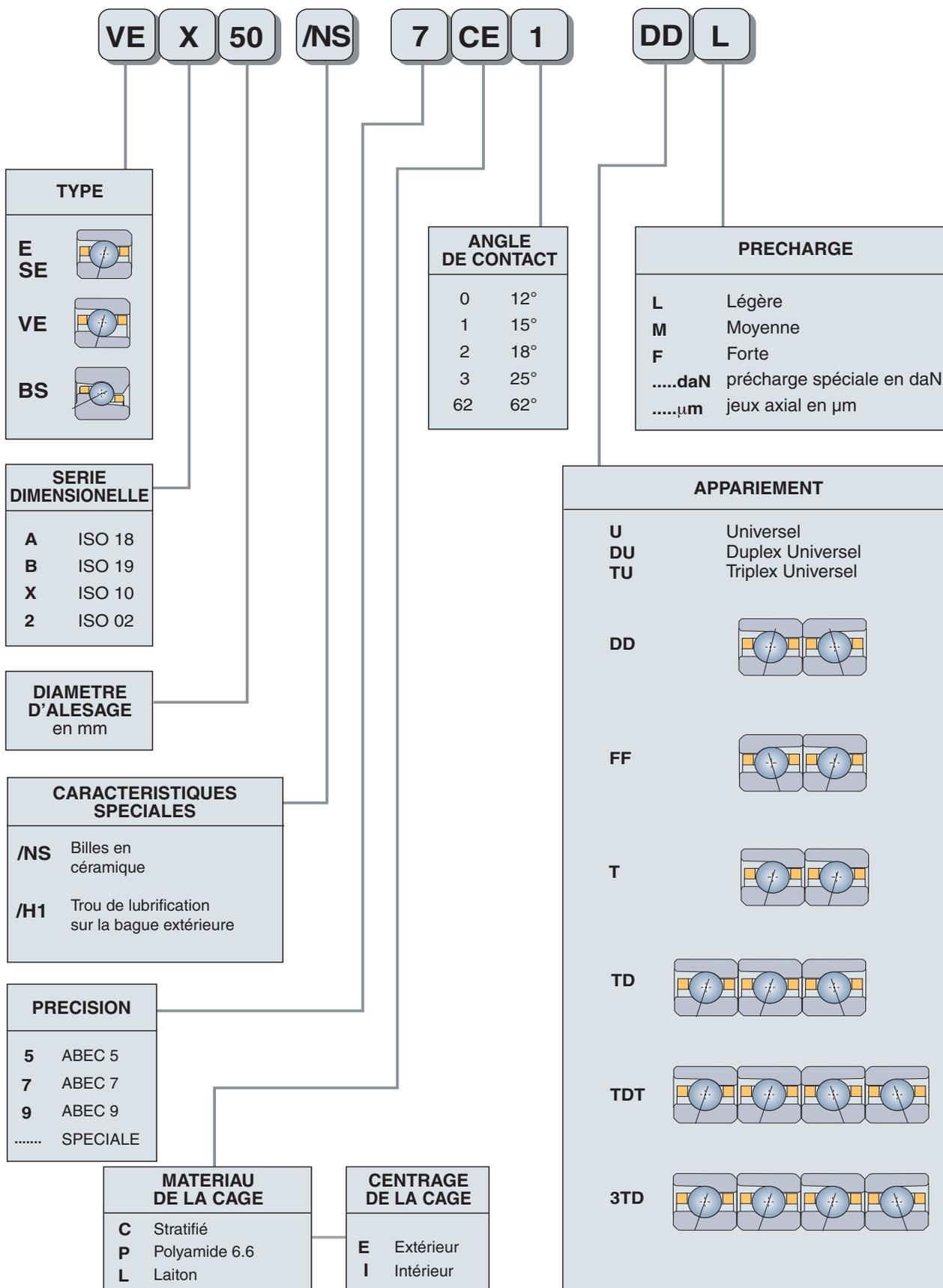
CERAMIC

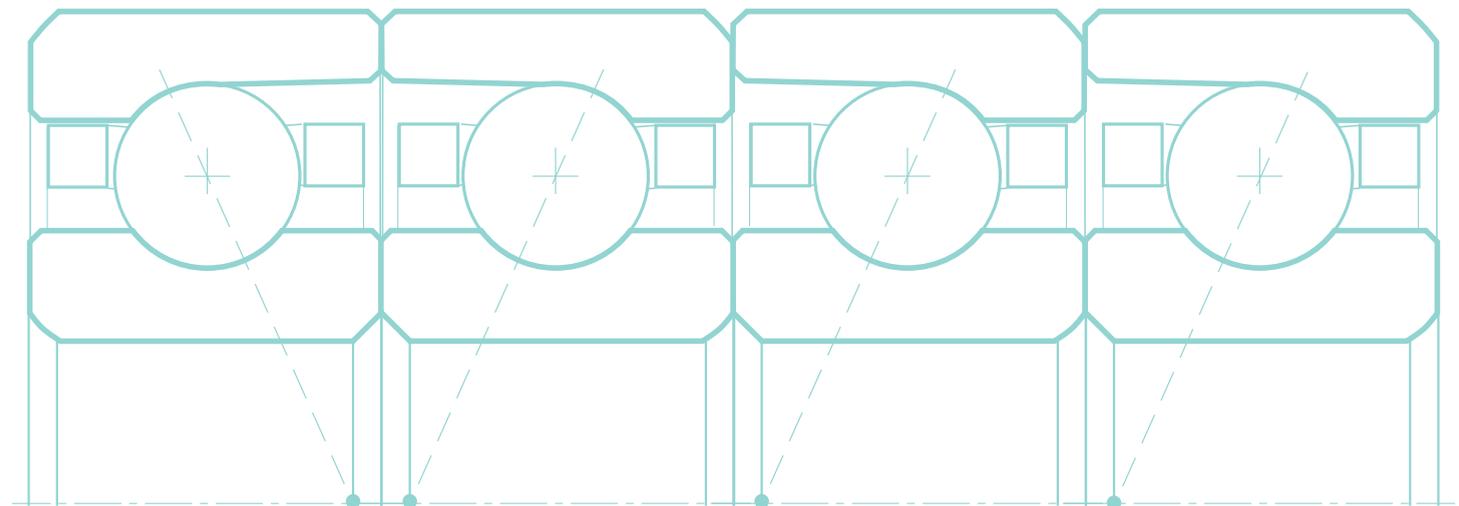
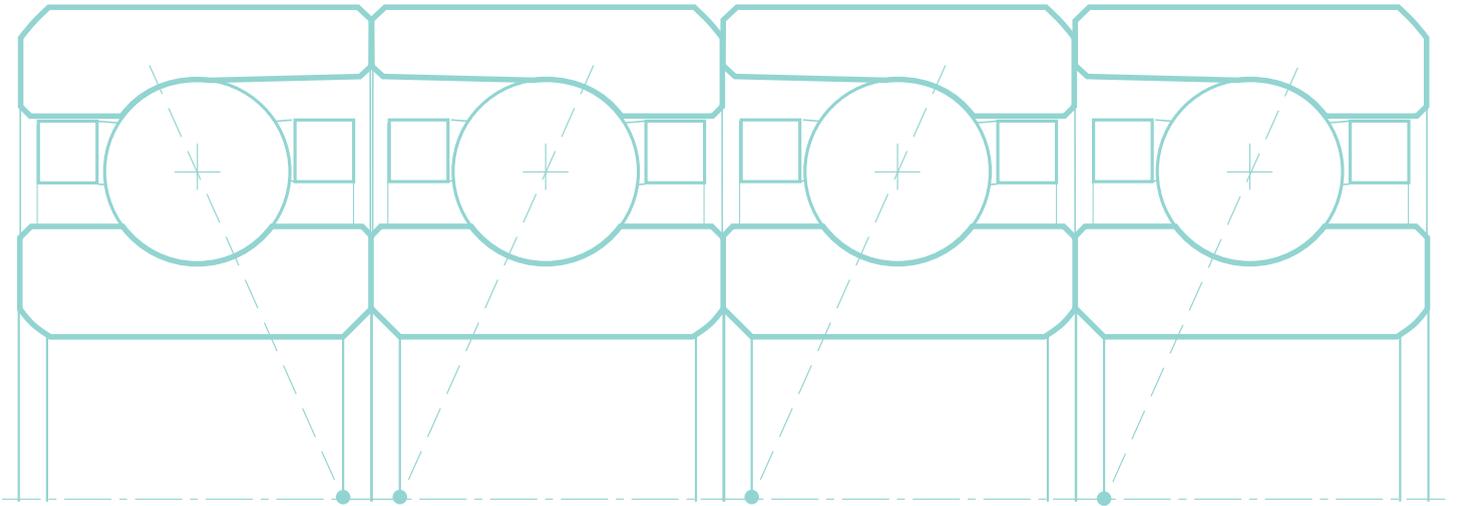
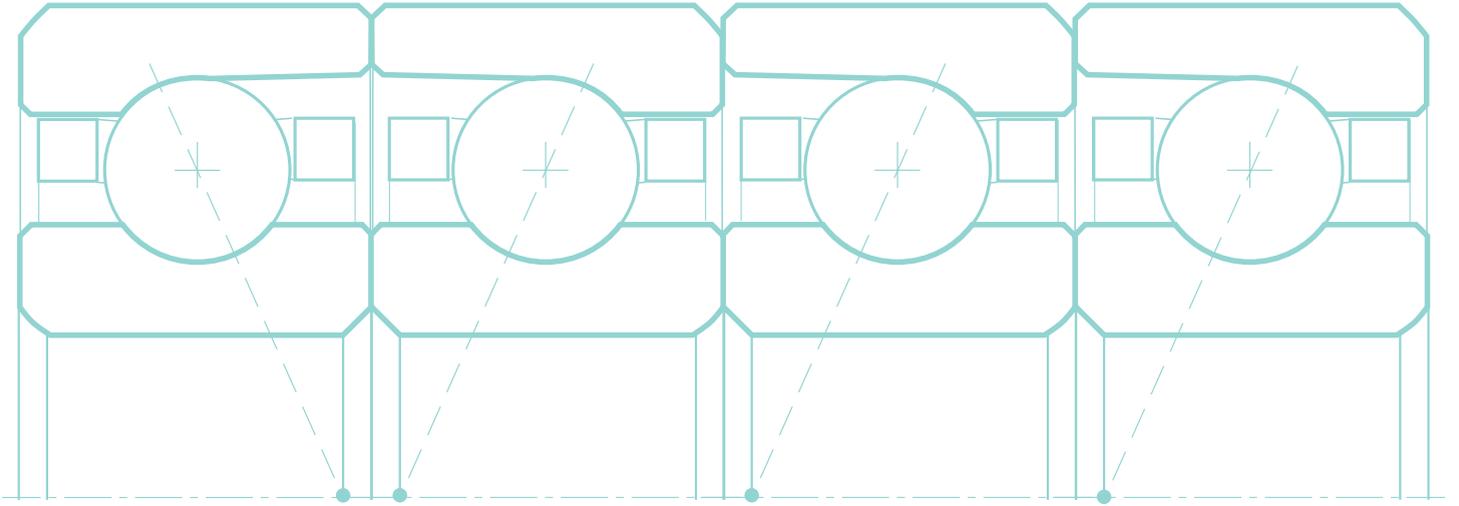
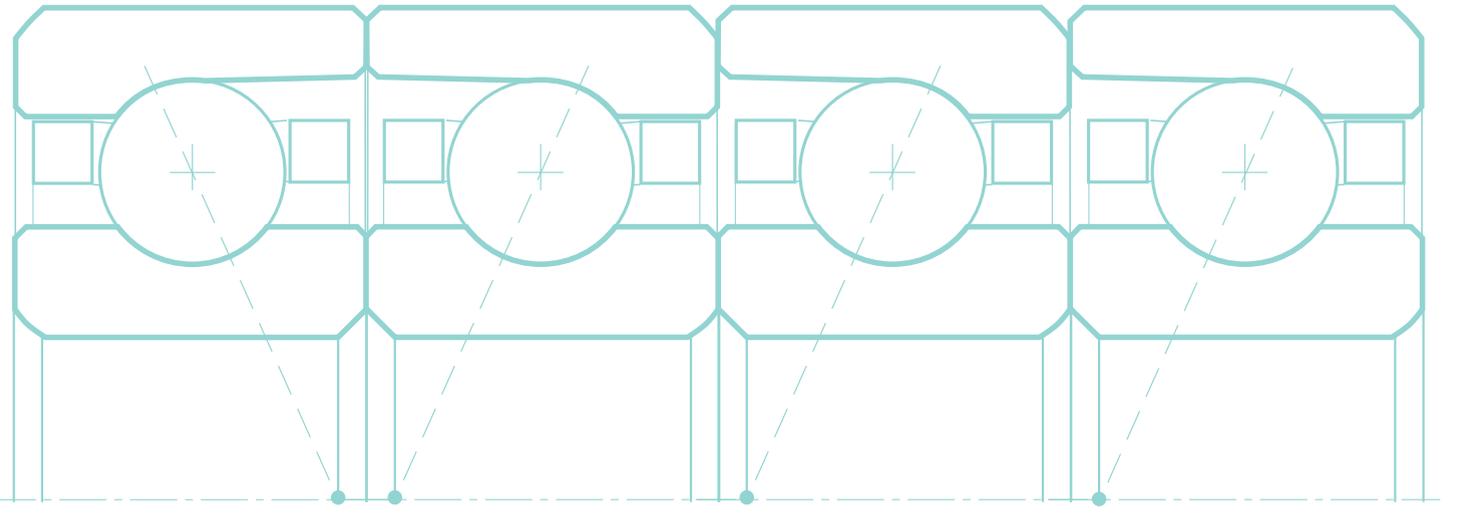
Série dimensionnelle ISO et production SNFA



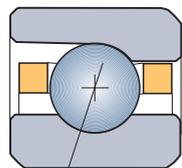
∅ ALES.	D B		D B		D B		D B	
6	13	3.5	15	5	■ ■ 17	6	19	6
7	14	3.5	17	5	■ ■ 19	6	22	7
8	16	4	■ 19	6	■ ■ 22	7	■ 24	8
9	17	4	20	6	■ ■ 24	7	■ 26	8
10	■ 19	5	■ 22	6	■ ■ 26	8	■ 30	9
12	■ 21	5	■ 24	6	■ ■ 28	8	■ ■ 32	10
15	■ 24	5	■ 28	7	■ ■ 32	9	■ ■ 35	11
17	■ 26	5	■ ■ 30	7	■ ■ 35	10	■ ■ 40	12
20	■ 32	7	■ ■ 37	9	■ ■ 42	12	■ ■ 47	14
25	■ 37	7	■ ■ 42	9	■ ■ 47	12	■ ■ 52	15
30	■ 42	7	■ ■ 47	9	■ ■ 55	13	■ ■ 62	16
35	■ 47	7	■ ■ 55	10	■ ■ 62	14	■ ■ 72	17
40	■ 52	7	■ ■ 62	12	■ ■ 68	15	■ ■ 80	18
45	■ 58	7	■ ■ 68	12	■ ■ 75	16	■ ■ 85	19
50	■ 65	7	■ ■ 72	12	■ ■ 80	16	■ ■ 90	20
55	■ 72	9	■ ■ 80	13	■ ■ 90	18	■ 100	21
60	■ 78	10	■ ■ 85	13	■ ■ 95	18	■ ■ 110	22
65	■ 85	10	■ ■ 90	13	■ ■ 100	18	■ ■ 120	23
70	■ 90	10	■ ■ 100	16	■ ■ 110	20	■ ■ 125	24
75	■ 95	10	■ ■ 105	16	■ ■ 115	20	■ ■ 130	25
80	■ 100	10	■ ■ 110	16	■ ■ 125	22	■ 140	26
85	■ 110	13	■ ■ 120	18	■ ■ 130	22	■ 150	28
90	■ 115	13	■ ■ 125	18	■ ■ 140	24	■ 160	30
95	■ 120	13	■ ■ 130	18	■ ■ 145	24	■ 170	32
100	■ 125	13	■ ■ 140	20	■ ■ 150	24	■ 180	34
105	■ 130	13	■ 145	20	■ ■ 160	26	■ 190	36
110	■ 140	16	■ 150	20	■ ■ 170	28	■ 200	38
120	■ 150	16	■ 165	22	■ ■ 180	28	■ 215	40
130	■ 165	18	■ 180	24	■ 200	33	■ 230	40
140	■ 175	18	■ 190	24	■ 210	33	■ 250	42
150	■ 190	20	■ 210	28	■ 225	35	■ 270	45
160	200	20	■ 220	28	■ 240	38	290	48
170	215	22	■ 230	28	■ 260	42	310	52
180	225	22	■ 250	33	■ 280	46	320	52
190	240	24	■ 260	33	■ 290	46	340	55
200	250	24	■ 280	38	■ 310	51	360	58
220	270	24	■ 300	38	■ 340	56	400	65
240	300	28	■ 320	38	■ 360	56	440	72
260	320	28	■ 360	46	400	65	480	80
280	350	33	■ 380	46	420	65	500	80

Code d'identification des roulements

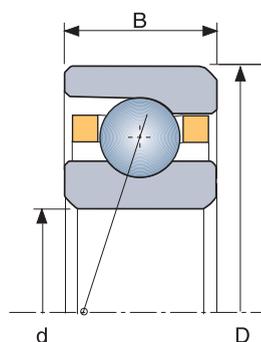




SEA
ISO 18

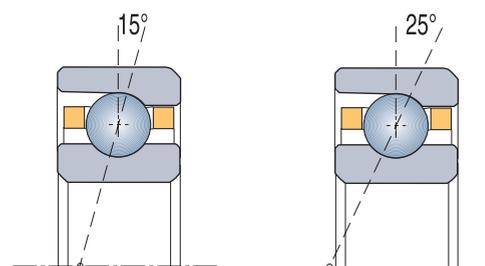


série **SEA** ISO 18



SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
						SEA 10	10	19	5	
SEA 12	12	21	5	14	2.38	210	150	200	143	0.006
SEA 15	15	24	5	17	2.38	235	189	220	179	0.007
SEA 17	17	26	5	18	2.38	240	200	230	193	0.010
SEA 20	20	32	7	17	3.17	390	340	370	320	0.018
SEA 25	25	37	7	20	3.17	420	410	400	390	0.021
SEA 30	30	42	7	23	3.17	450	480	425	450	0.026
SEA 35	35	47	7	26	3.17	470	550	445	520	0.028
SEA 40	40	52	7	29	3.17	490	620	465	590	0.031
SEA 45	45	58	7	31	3.17	500	670	470	630	0.039
SEA 50	50	65	7	30	3.97	750	1 000	710	950	0.051
SEA 55	55	72	9	29	4.76	1 045	1 380	985	1 310	0.081
SEA 60	60	78	10	28	5.55	1 370	1 800	1 290	1 700	0.100
SEA 65	65	85	10	29	5.55	1 375	1 890	1 295	1 780	0.126
SEA 70	70	90	10	31	5.55	1 410	2 030	1 330	1 920	0.134
SEA 75	75	95	10	33	5.55	1 450	2 170	1 365	2 050	0.142
SEA 80	80	100	10	35	5.55	1 485	2 320	1 395	2 180	0.151
SEA 85	85	110	13	30	7.14	2 200	3 220	2 070	3 040	0.266
SEA 90	90	115	13	31	7.14	2 210	3 350	2 090	3 160	0.279
SEA 95	95	120	13	32	7.14	2 245	3 470	2 110	3 280	0.292
SEA 100	100	125	13	34	7.14	2 305	3 710	2 165	3 500	0.310
SEA 105	105	130	13	35	7.14	2 320	3 830	2 180	3 610	0.320
SEA 110	110	140	16	32	8.73	3 235	5 200	3 041	4 880	0.505
SEA 120	120	150	16	35	8.73	3 365	5 700	3 160	5 400	0.550
SEA 130	130	165	18	35	9.53	3 920	6 800	3 690	6 400	0.770
SEA 140	140	175	18	35	10.32	4 550	7 900	4 270	7 500	0.800
SEA 150	150	190	20	35	11.11	5 200	9 200	4 880	8 700	1.100

Pour dimensions supérieures consulter notre service technico-commercial



Vitesse maximum de base (V_h)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 7 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge avec ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
SEA 10	109 000	87 000	78 300	71 000	63 900	43 000	38 700
SEA 12	95 500	76 000	68 400	63 000	56 700	38 000	34 200
SEA 15	80 500	64 000	57 600	53 000	44 700	32 000	28 800
SEA 17	73 000	58 000	52 200	48 000	43 200	29 000	26 100
SEA 20	60 000	48 000	43 200	39 000	35 100	24 000	21 600
SEA 25	50 000	40 000	36 000	33 000	29 700	20 000	18 000
SEA 30	43 000	34 000	30 600	28 000	25 200	17 000	15 300
SEA 35	37 500	30 000	27 000	25 000	22 500	15 000	13 500
SEA 40	33 000	27 000	24 300	22 000	19 800	13 500	12 150
SEA 45	29 500	24 000	21 600	19 000	17 100	12 000	10 800
SEA 50	26 500	21 000	18 900	17 000	15 300	10 500	9 500
SEA 55	23 500	19 000	17 100	15 500	14 000	9 500	8 600
SEA 60	21 500	17 000	15 300	14 000	12 600	8 500	7 700
SEA 65	20 000	16 000	14 400	13 000	11 700	8 000	7 200
SEA 70	18 500	15 000	13 500	12 000	10 800	7 500	6 800
SEA 75	17 500	14 000	12 600	11 500	10 400	7 000	6 300
SEA 80	16 000	13 000	11 700	10 500	9 500	6 500	5 900
SEA 85	15 000	12 000	10 800	9 500	8 600	6 000	5 400
SEA 90	14 000	11 000	9 900	9 000	8 100	5 500	5 000
SEA 95	13 500	10 500	9 500	8 500	7 700	5 300	4 800
SEA 100	13 000	10 000	9 000	8 000	7 200	5 000	4 500
SEA 105	12 200	9 600	8 600	7 700	7 100	4 800	4 300
SEA 110	11 500	9 200	8 300	7 500	6 900	4 600	4 200
SEA 120	10 500	8 400	7 600	6 800	6 300	4 200	3 800
SEA 130	9 500	7 600	6 900	6 200	5 500	3 800	3 400
SEA 140	8 800	7 100	6 400	5 700	5 100	3 500	3 100
SEA 150	8 100	6 500	5 800	5 200	4 700	3 200	2 800

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$

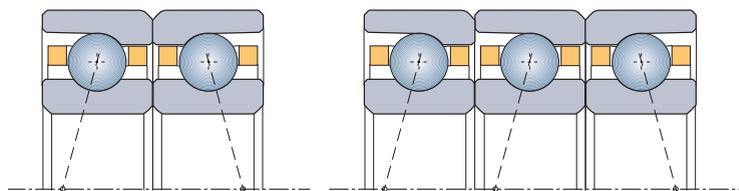
Vitesse max ABEC 9 = $V_h \cdot 1,1$ - Vitesse max ABEC 5 = $V_h \cdot 0,9$

Vitesse max Tandem = Vitesse unité $\cdot 0,9$

Valeur de précharge et rigidité

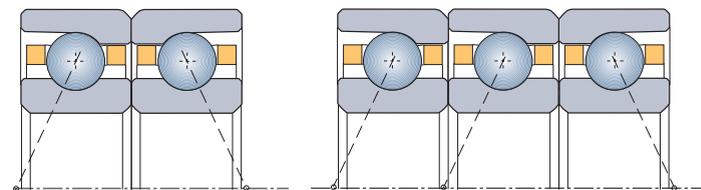
Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)

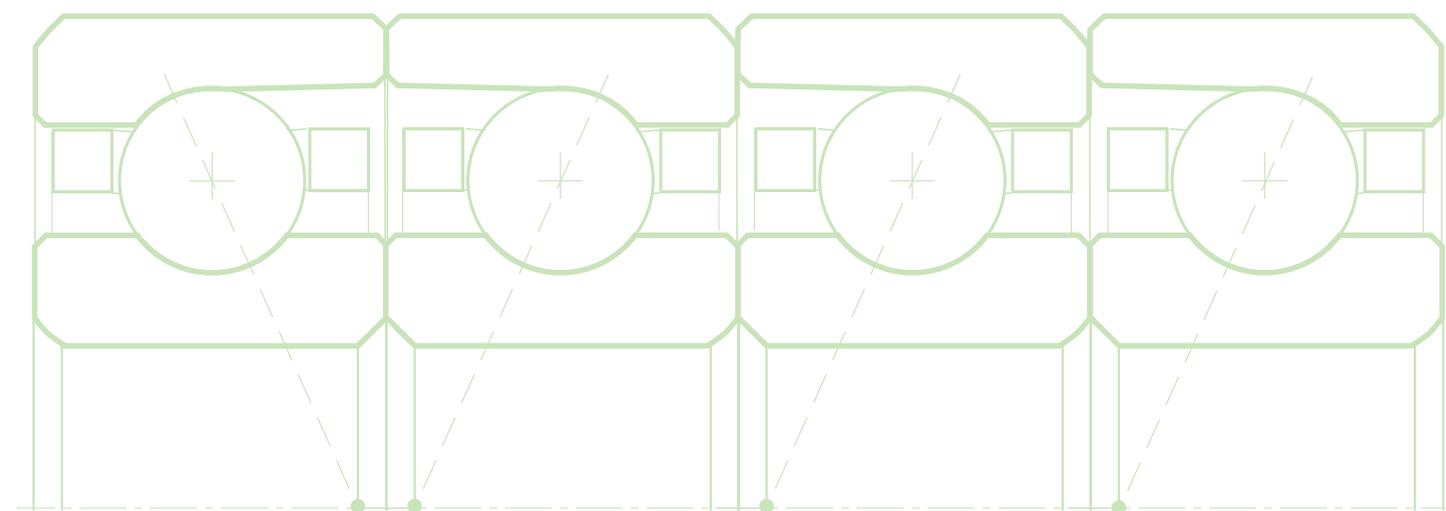
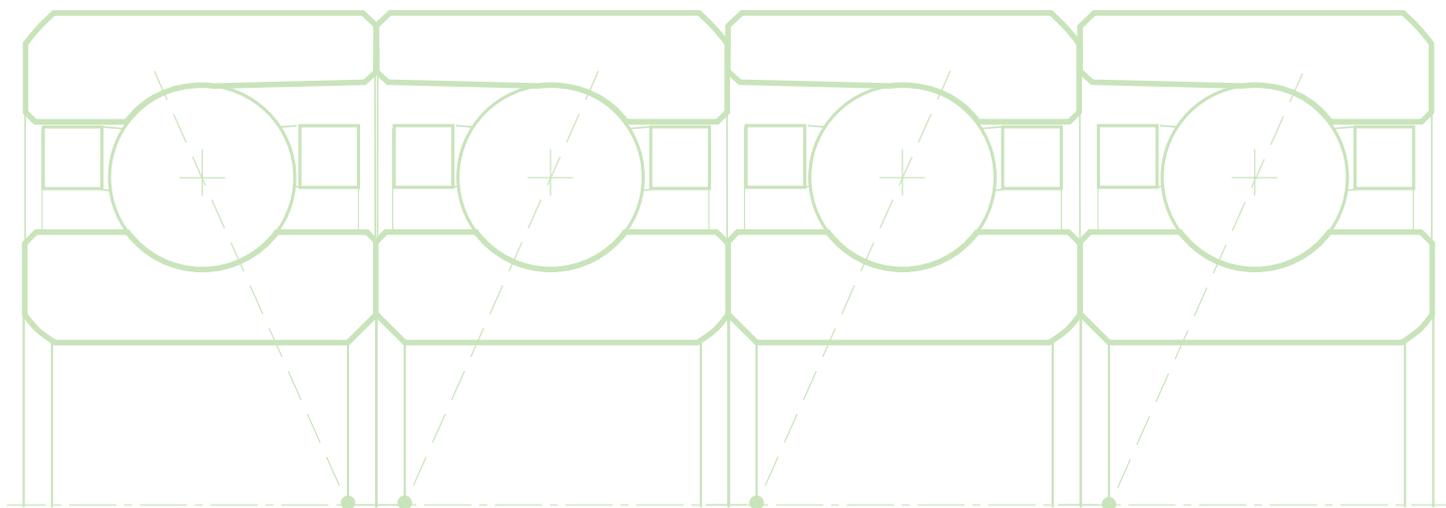
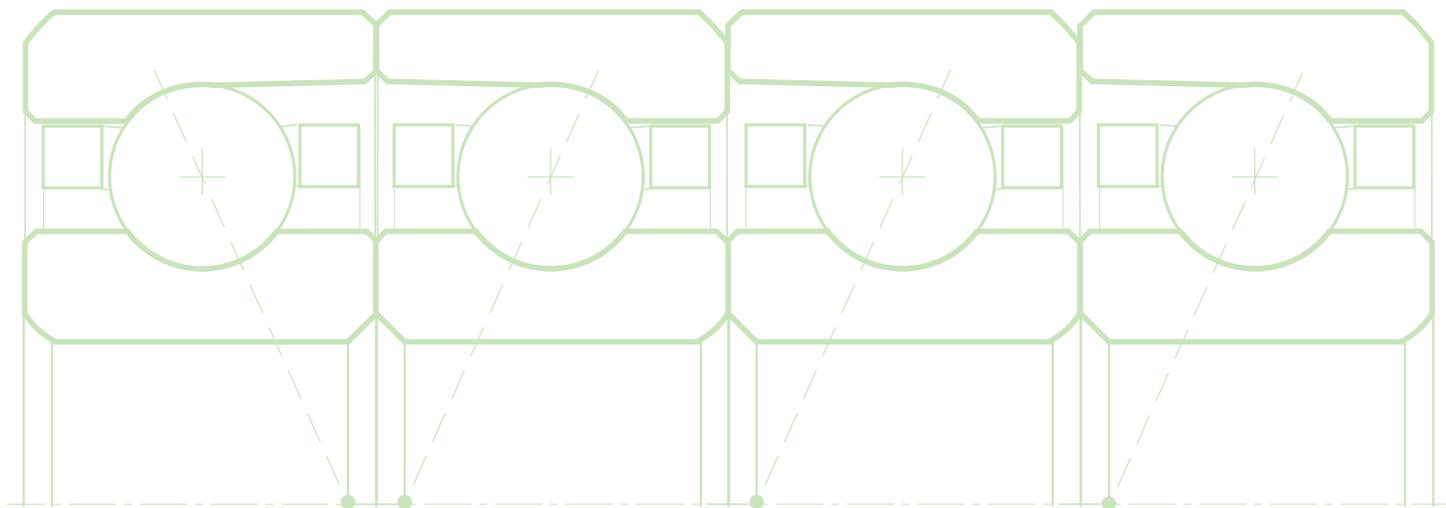
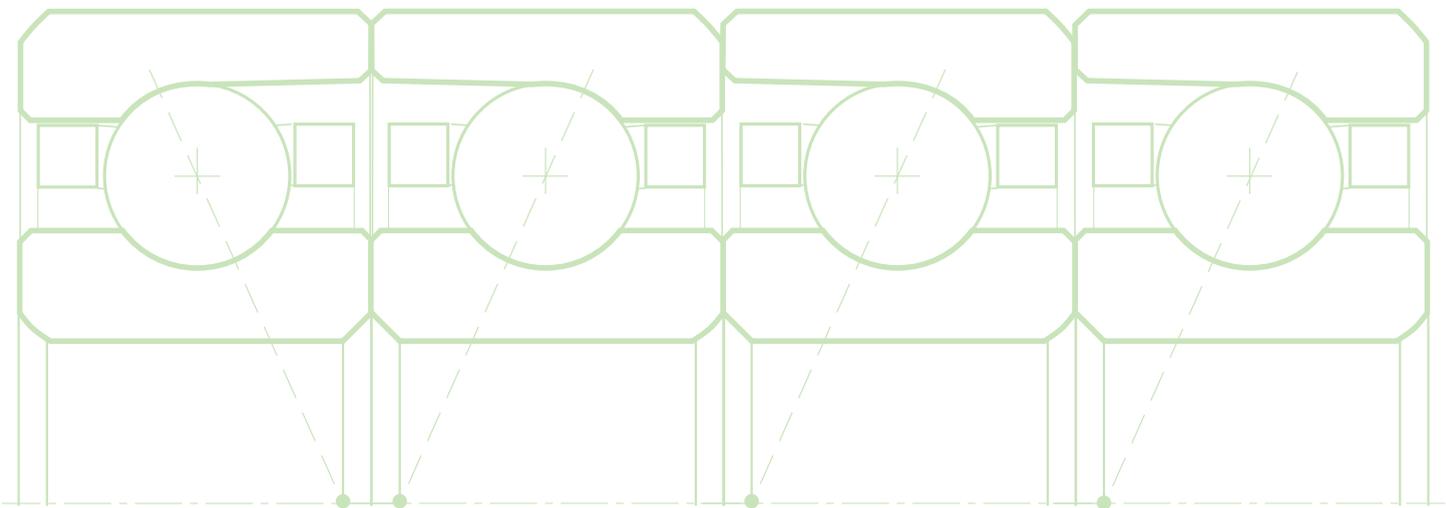


SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
SEA 10	1.0	1.0	1.5	3.0	1.5	2.2	6.0	1.9	2.8
SEA 12	1.1	1.2	1.7	3.3	1.7	2.5	6.6	2.2	3.2
SEA 15	1.2	1.4	2.1	3.6	2.0	3.0	7.2	2.5	3.7
SEA 17	1.2	1.5	2.1	3.7	2.1	3.1	7.5	2.7	3.9
SEA 20	2.0	1.8	2.7	6.0	2.6	3.9	12.0	3.3	4.9
SEA 25	2.2	2.1	3.1	6.6	3.0	4.4	13.2	3.8	5.6
SEA 30	2.3	2.3	3.4	7.0	3.4	5.0	14.0	4.3	6.3
SEA 35	2.5	2.6	3.8	7.5	3.7	5.5	15.0	4.7	7.0
SEA 40	2.6	2.8	4.2	7.8	4.1	6.0	15.5	5.1	7.6
SEA 45	2.7	3.0	4.4	8.0	4.3	6.3	16.0	5.4	8.0
SEA 50	4.0	3.6	5.3	12.0	5.2	7.7	24.0	6.5	9.6
SEA 55	5.5	4.2	6.1	16.5	6.0	8.8	33.0	7.5	11.1
SEA 60	7.0	4.7	6.8	21.0	6.7	9.9	42.0	8.4	12.4
SEA 65	7.1	4.8	7.0	21.5	7.0	10.2	43.0	8.7	12.8
SEA 70	7.3	5.0	7.4	22.0	7.3	10.7	44.0	9.2	13.5
SEA 75	7.6	5.4	7.8	22.5	7.7	11.2	45.0	9.6	14.2
SEA 80	7.8	5.7	8.2	23.5	8.1	11.9	47.0	10.2	15.0
SEA 85	11.5	6.2	9.2	34.5	9.0	13.2	69.0	11.3	16.7
SEA 90	11.6	6.4	9.4	35.0	9.2	13.6	70.0	11.6	17.1
SEA 95	11.7	6.6	9.6	35.5	9.5	13.9	71.0	11.9	17.6
SEA 100	12.0	6.9	10.1	36.0	9.9	14.6	72.0	12.5	18.4
SEA 105	13.0	7.2	10.6	39.0	10.4	15.3	78.0	13.1	19.3
SEA 110	16.0	7.7	11.4	50.0	11.3	16.7	100.0	14.3	21.0
SEA 120	18.0	8.5	12.6	55.0	12.4	18.3	110.0	15.6	23.0
SEA 130	20.5	9.2	13.6	61.5	13.3	19.6	123.0	16.8	24.7
SEA 140	24.0	10.0	14.7	72.0	14.4	21.2	144.0	18.2	26.7
SEA 150	27.0	10.6	15.7	82.0	15.4	22.7	163.0	19.4	28.5

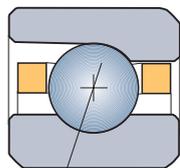
Valeur de précharge et rigidité
 Angle de contact = 25°
 (Roulements avec précharge rigide)



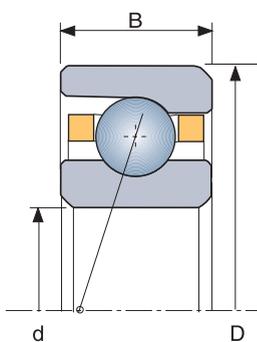
SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
SEA 10	1.6	2.8	4.0	4.8	4.0	5.8	10.0	5.1	7.5
SEA 12	1.7	3.2	4.6	5.3	4.5	6.7	10.5	5.7	8.4
SEA 15	1.9	3.8	5.4	5.8	5.5	7.8	11.5	6.8	9.9
SEA 17	2.0	4.0	5.7	6.0	5.7	8.2	12.0	7.1	10.4
SEA 20	3.2	4.9	7.1	10.0	7.0	10.4	20.0	9.0	13.1
SEA 25	3.5	5.8	8.1	10.5	8.0	11.7	21.0	10.0	14.8
SEA 30	3.7	6.6	9.1	11.0	8.9	13.1	22.0	11.3	16.5
SEA 35	3.9	6.9	10.0	11.5	9.8	14.4	23.0	12.5	18.2
SEA 40	4.0	7.5	10.9	12.0	11.0	15.7	24.0	13.5	19.8
SEA 45	4.1	8.2	11.5	12.5	11.8	16.7	25.0	14.4	21.0
SEA 50	6.0	9.4	13.8	18.0	13.3	19.8	36.0	16.9	25.0
SEA 55	8.7	11.1	16.2	26.0	15.9	23.3	52.0	20.0	29.3
SEA 60	11.4	12.3	18.2	34.0	17.8	26.2	68.0	22.6	33.0
SEA 65	11.5	13.0	18.7	34.5	18.4	26.9	69.0	23.2	33.9
SEA 70	11.7	13.7	19.6	35.0	19.3	28.3	70.0	24.4	35.7
SEA 75	12.0	14.2	20.7	36.0	20.4	29.8	72.0	25.4	37.5
SEA 80	12.3	15.0	21.7	37.0	21.4	31.3	74.0	26.8	39.4
SEA 85	18.3	16.6	24.3	55.0	23.9	35.0	110.0	30.1	44.1
SEA 90	18.4	17.3	24.8	55.5	24.5	35.9	111.0	30.8	45.1
SEA 95	18.6	17.5	25.5	56.0	25.1	36.7	112.0	31.6	46.3
SEA 100	19.0	18.5	26.7	57.0	26.4	38.5	114.0	32.2	48.5
SEA 105	20.0	18.8	27.7	60.0	27.2	40.0	120.0	34.2	50.3
SEA 110	26.0	20.6	30.4	80.0	30.1	44.2	160.0	37.9	55.8
SEA 120	28.0	22.5	33.1	85.0	32.6	47.9	170.0	41.0	60.4
SEA 130	32.5	24.4	35.8	98.0	35.2	51.8	196.0	44.3	65.3
SEA 140	38.0	26.4	38.8	114.0	38.0	55.9	228.0	47.9	70.5
SEA 150	43.0	28.2	41.4	130.0	40.7	59.9	259.0	51.2	75.4



SEB
ISO 19

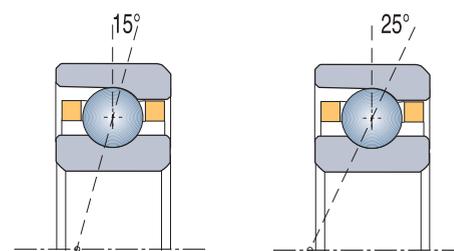


série **SEB** ISO 19



SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
* EB 10 * EB 12 * EB 15 SEB 17	17	30	7	13	3.97	510	370	485	350	0.016
* les séries EB10 - EB12 - EB15 sont respectivement remplacées par les séries VEB10 - VEB12 - VEB15										
SEB 20	20	37	9	14	4.76	745	580	705	550	0.036
SEB 25	25	42	9	15	4.76	765	650	735	620	0.042
SEB 30	30	47	9	17	4.76	815	750	765	720	0.049
SEB 35	35	55	10	18	5.55	1 115	1 090	1 050	1 030	0.075
SEB 40	40	62	12	18	6.35	1 420	1 420	1 340	1 350	0.110
SEB 45	45	68	12	20	6.35	1 495	1 600	1 415	1 520	0.130
SEB 50	50	72	12	21	7.14	1 925	2 110	1 820	2 010	0.130
SEB 55	55	80	13	22	7.94	2 415	2 730	2 280	2 590	0.178
SEB 60	60	85	13	24	7.94	2 520	3 020	2 375	2 860	0.192
SEB 65	65	90	13	25	7.94	2 550	3 180	2 400	3 010	0.202
SEB 70	70	100	16	24	9.52	3 515	4 330	3 315	4 110	0.338
SEB 75	75	105	16	25	9.52	3 570	4 560	3 360	4 320	0.357
SEB 80	80	110	16	26	9.52	3 620	4 780	3 410	4 520	0.376
SEB 85	85	120	18	25	11.11	4 735	6 200	4 460	5 900	0.532
SEB 90	90	125	18	26	11.11	4 810	6 500	4 530	6 100	0.558
SEB 95	95	130	18	27	11.11	4 880	6 800	4 595	6 400	0.584
SEB 100	100	140	20	26	12.70	6 145	8 400	5 795	8 000	0.801
SEB 110	110	150	20	28	12.70	6 340	9 200	5 970	8 700	0.861
SEB 120	120	165	22	26	14.28	7 515	10 700	7 100	10 200	1.193
SEB 130	130	180	24	28	14.28	7 750	11 700	7 280	11 100	1.628
SEB 140	140	190	24	30	14.28	7 995	12 600	7 540	12 000	1.730
SEB 150	150	210	28	24	19.05	12 080	17 500	11 400	16 600	2.555
SEB 160	160	220	28	26	19.05	12 610	19 100	11 895	18 100	2.713
SEB 170	170	230	28	27	19.05	12 790	20 000	12 050	18 900	2.848
SEB 180	180	250	33	25	22.22	16 315	24 900	15 340	23 600	4.225
SEB 190	190	260	33	26	22.22	16 560	26 100	15 600	24 700	4.410
SEB 200	200	280	38	24	25.40	20 255	31 100	19 160	29 400	5.100
SEB 220	220	300	38	26	25.40	20 695	34 100	19 825	32 300	6.500
SEB 240	240	320	38	29	25.40	22 200	38 400	20 900	36 300	7.500
SEB 260	260	360	46	26	31.75	29 050	52 900	27 360	50 100	12.000
SEB 280	280	380	46	27	31.75	29 300	55 400	27 600	52 500	13.000

Pour dimensions supérieures consulter notre service-commercial



Vitesse maximum de base (Vh)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 7 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge avec ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
* EB 10 * EB 12 * EB 15 SEB 17	66 500	53 000	47 700	43 500	39 200	26 500	23 850
* les séries EB10 - EB12 - EB15 sont respectivement remplacées par les séries VEB10 - VEB12 - VEB15							
SEB 20	54 500	43 500	39 200	35 500	32 000	22 000	19 800
SEB 25	46 000	37 000	33 300	30 000	27 000	18 500	16 700
SEB 30	40 000	32 000	28 800	26 000	23 400	16 000	14 400
SEB 35	34 000	27 000	24 300	22 500	20 300	13 500	12 200
SEB 40	30 000	23 500	21 200	19 500	17 600	12 000	10 800
SEB 45	27 000	21 500	19 400	17 500	15 800	10 500	9 500
SEB 50	24 500	19 500	17 600	16 000	14 400	9 500	8 600
SEB 55	22 000	17 500	15 800	14 500	13 100	8 500	7 700
SEB 60	20 500	16 500	14 900	13 500	12 200	8 000	7 200
SEB 65	19 000	15 500	14 000	12 500	11 300	7 500	6 800
SEB 70	17 500	14 000	12 600	11 500	10 400	7 000	6 300
SEB 75	16 000	13 000	11 700	10 500	9 500	6 500	5 900
SEB 80	15 000	12 000	10 800	10 000	9 000	6 000	5 400
SEB 85	14 000	11 000	9 900	9 000	8 100	5 500	5 000
SEB 90	13 000	10 500	9 500	8 500	7 700	5 300	4 800
SEB 95	12 500	10 000	9 000	8 000	7 200	5 000	4 500
SEB 100	12 000	9 500	8 600	7 500	6 800	4 700	4 300
SEB 110	11 000	8 500	7 700	7 000	6 300	4 300	3 900
SEB 120	10 000	7 500	6 800	6 500	5 900	3 800	3 500
SEB 130	9 000	7 000	6 300	5 500	4 950	3 500	3 150
SEB 140	8 000	6 500	5 900	5 300	4 800	3 200	2 900
SEB 150	7 500	6 000	5 400	4 800	4 400	2 900	2 650
SEB 160	7 000	5 500	5 000	4 500	4 100	2 700	2 450
SEB 170	6 500	5 200	4 700	4 200	3 800	2 600	2 350
SEB 180	6 000	4 700	4 300	3 800	3 450	2 300	2 100
SEB 190	5 500	4 400	4 000	3 600	3 250	2 200	2 000
SEB 200	5 000	4 100	3 700	3 300	3 000	2 000	1 800
SEB 220	4 500	3 700	3 350	3 000	2 700	1 800	1 650
SEB 240	4 300	3 500	3 150	2 800	2 550	1 750	1 550
SEB 260	3 850	3 150	2 850	2 550	2 300	1 550	1 400
SEB 280	3 500	2 800	2 500	2 300	2 000	1 400	1 250

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$

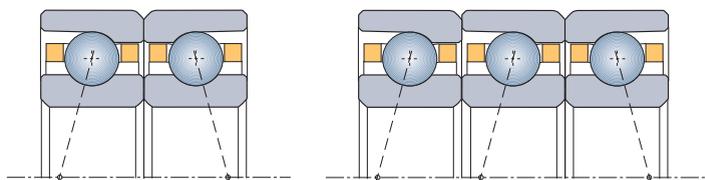
Vitesse max ABEC 9 = $V_h \cdot 1,1$ - Vitesse max ABEC 5 = $V_h \cdot 0,9$

Vitesse max Tandem = Vitesse unité $\cdot 0,9$

Valeur de précharge et rigidité

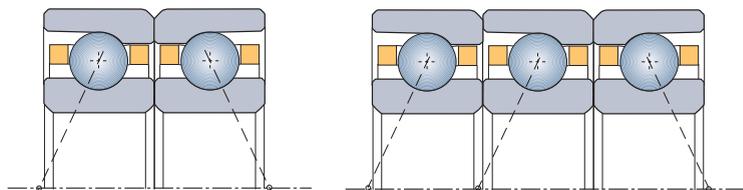
Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)

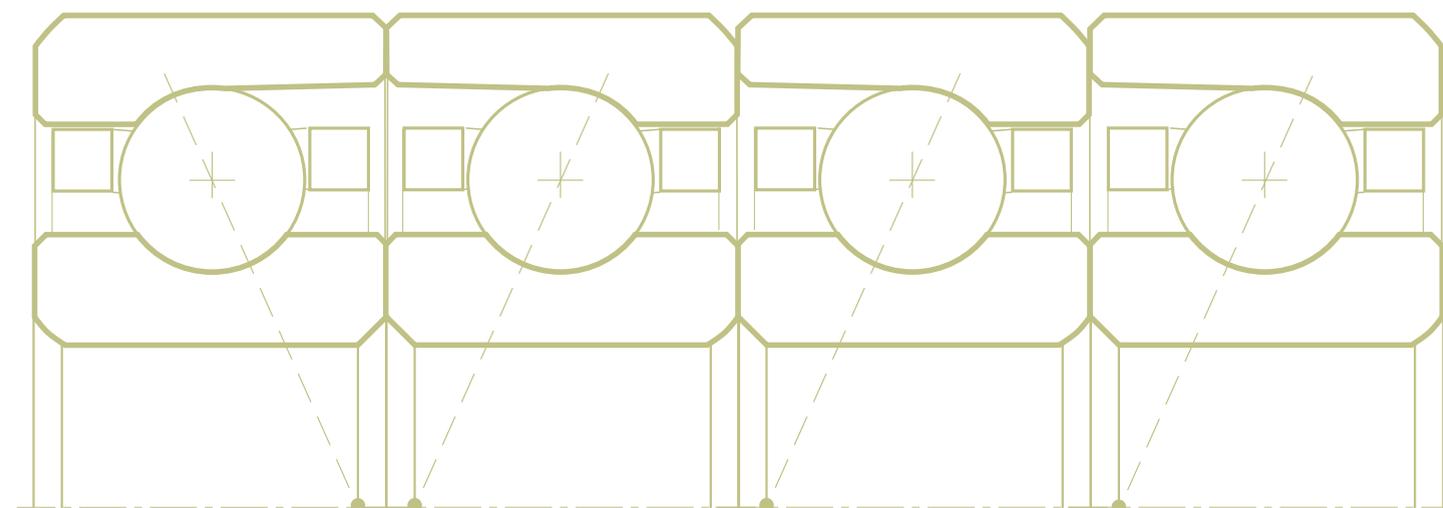
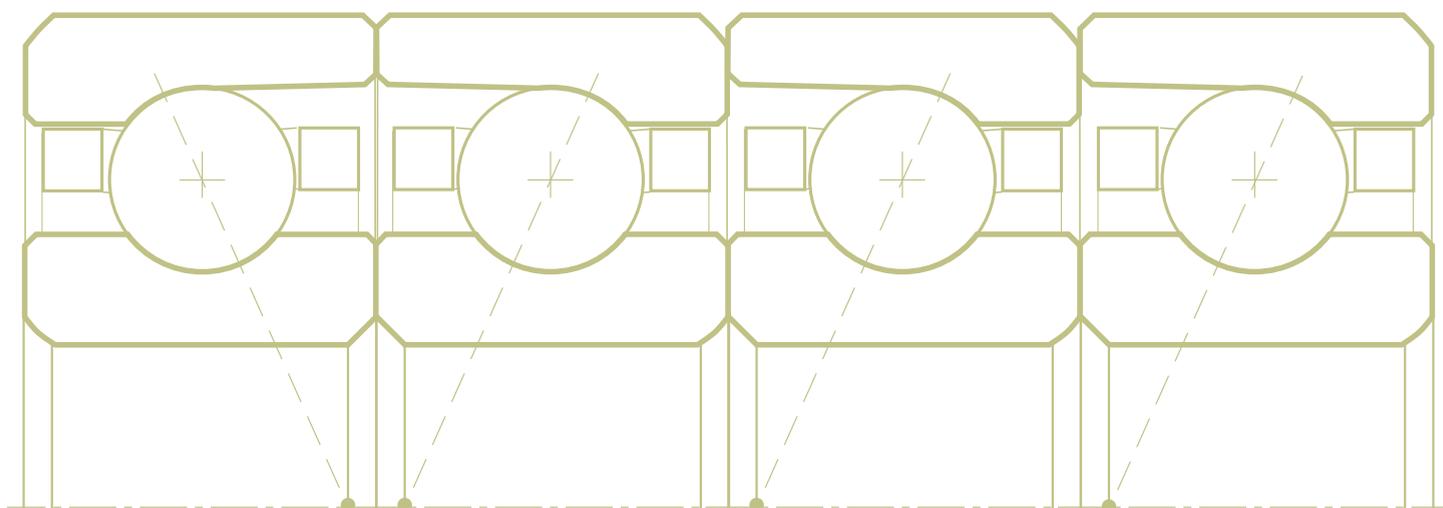
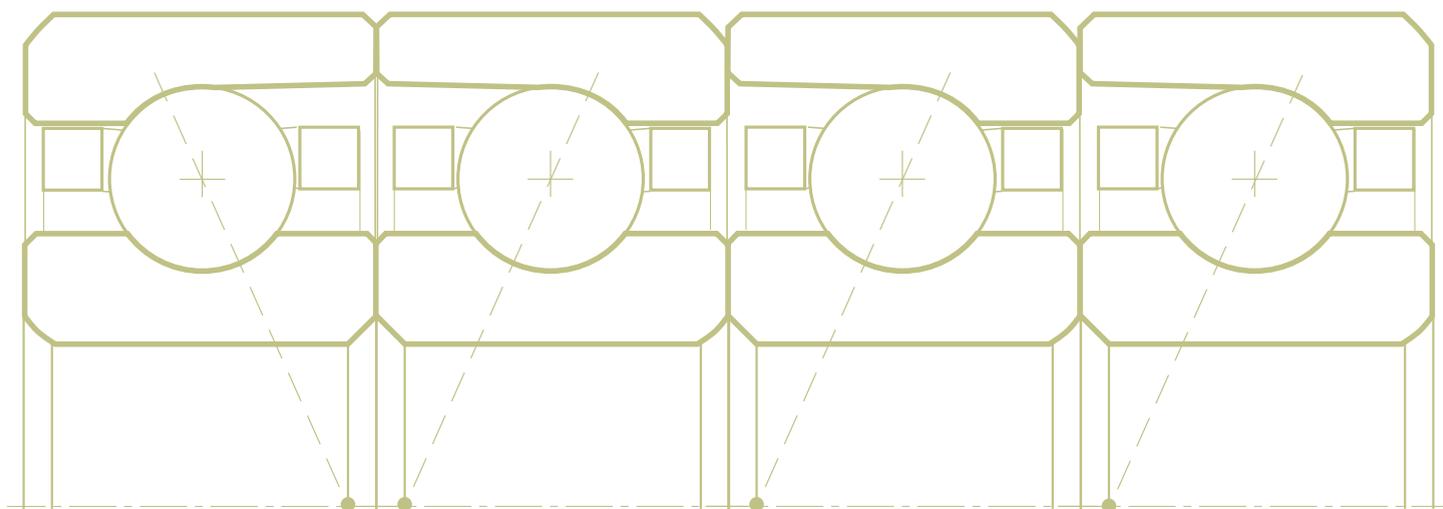
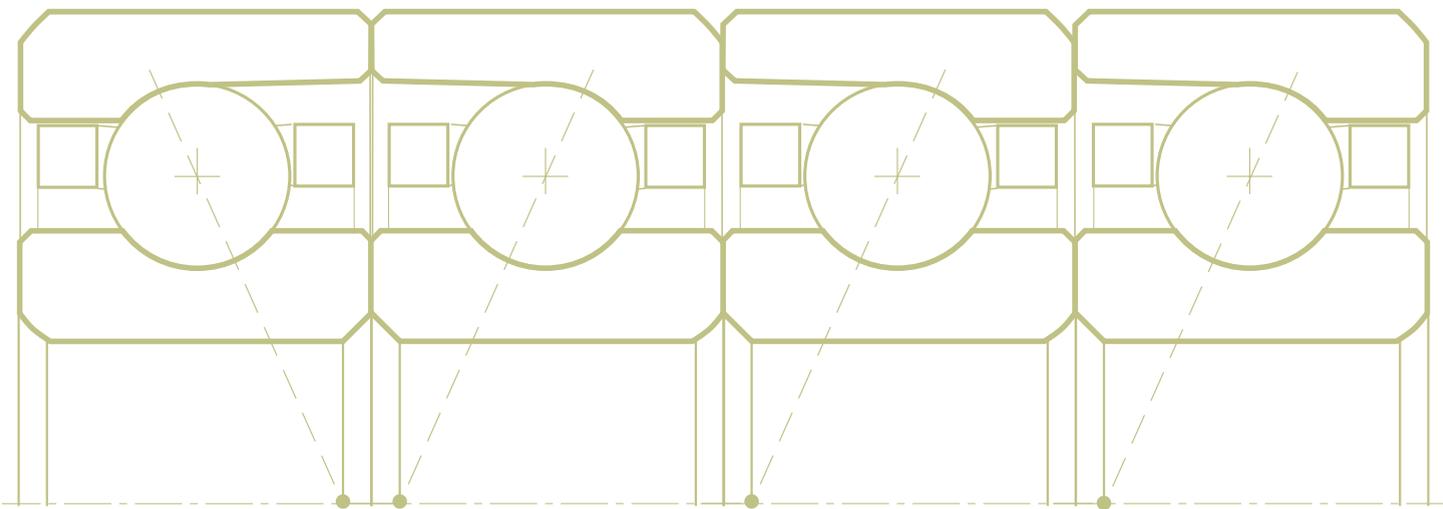


SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
* EB 10 * EB 12 * EB 15 SEB 17	2.6	1.8	2.6	8.0	2.6	3.8	16.0	3.3	4.8
	* les séries EB10 - EB12 - EB15 sont respectivement remplacées par les séries VEB10 - VEB12 - VEB15								
SEB 20	3.9	2.3	3.4	11.5	3.3	4.8	23.0	4.1	6.1
SEB 25	4.0	2.4	3.6	12.0	3.5	5.1	24.0	4.4	6.5
SEB 30	4.2	2.7	3.9	12.5	3.8	5.6	25.0	4.8	7.1
SEB 35	5.8	3.3	4.8	17.5	4.7	6.9	35.0	5.9	8.7
SEB 40	7.4	3.7	5.4	22.3	5.3	7.8	44.5	6.7	9.9
SEB 45	8.0	4.3	6.0	24.0	6.2	8.6	48.0	7.8	10.8
SEB 50	10.0	4.7	6.9	30.0	6.8	10.0	60.0	8.5	12.5
SEB 55	12.5	5.4	7.9	38.0	7.8	11.5	76.0	9.8	14.5
SEB 60	13.0	5.8	8.5	39.0	8.3	12.3	78.0	10.5	15.5
SEB 65	13.5	6.0	8.8	40.0	8.6	12.8	80.0	10.9	16.0
SEB 70	18.5	6.8	10.1	55.0	9.8	14.7	110.0	12.5	18.5
SEB 75	18.5	7.1	10.5	56.0	10.2	15.1	112.0	12.9	19.0
SEB 80	19.0	7.4	10.8	57.0	10.6	15.7	114.0	13.4	19.7
SEB 85	24.5	8.3	12.2	74.0	11.8	17.6	148.0	15.0	22.1
SEB 90	25.0	8.5	12.5	75.0	12.1	18.1	150.0	15.4	22.7
SEB 95	25.5	8.7	12.9	76.5	12.5	18.7	153.0	15.9	23.4
SEB 100	32.0	9.6	14.2	96.0	13.8	20.5	192.0	17.5	25.8
SEB 110	33.0	10.2	15.1	99.0	14.7	21.8	198.0	18.6	27.4
SEB 120	39.3	10.8	15.8	118.0	15.5	22.8	236.0	19.6	28.8
SEB 130	40.5	11.4	16.8	122.0	16.5	24.3	244.0	20.8	30.6
SEB 140	41.8	12.0	17.8	125.5	17.4	25.6	251.0	22.0	32.3
SEB 150	63.2	13.1	19.4	189.5	19.0	27.9	379.0	23.9	35.2
SEB 160	66.0	14.0	20.7	198.0	20.3	29.9	396.0	25.6	37.6
SEB 170	67.0	14.5	21.3	201.0	20.9	30.8	402.0	26.4	38.8
SEB 180	85.4	15.7	23.1	256.0	22.7	33.4	512.0	28.6	42.0
SEB 190	87.0	16.2	23.9	260.0	23.4	34.4	520.0	29.5	43.4
SEB 200	106.0	17.2	26.1	318.0	24.8	37.2	636.0	31.2	47.0
SEB 220	108.0	18.2	26.9	325.0	26.3	38.8	650.0	33.2	48.9
SEB 240	115.0	20.0	29.5	350.0	29.0	42.7	700.0	36.6	53.8
SEB 260	152.0	22.0	32.4	456.0	31.7	46.7	912.0	40.0	58.9
SEB 280	154.0	22.7	33.4	460.0	32.7	48.1	920.0	41.2	60.6

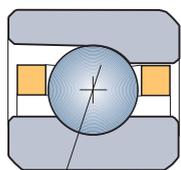
Valeur de précharge et rigidité
Angle de contact = 25°
(Roulements avec précharge rigide)



SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
* EB 10 * EB 12 * EB 15 SEB 17	4.3	4.8	7.0	13.0	6.9	10.2	26.0	8.7	12.8
	* les séries EB10 - EB12 - EB15 sont respectivement remplacées par les séries VEB10 - VEB12 - VEB15								
SEB 20	6.2	6.0	8.9	18.5	8.7	12.8	37.0	11.0	16.1
SEB 25	6.4	6.5	9.4	19.0	9.2	13.5	38.0	11.5	17.0
SEB 30	6.7	7.0	10.4	20.0	9.8	14.9	40.0	12.7	18.8
SEB 35	9.3	8.7	12.7	28.0	12.5	18.3	56.0	15.6	23.0
SEB 40	12.0	10.0	14.4	36.0	14.1	20.8	72.0	17.8	26.2
SEB 45	12.5	10.4	15.7	37.5	16.0	22.6	75.0	19.5	28.5
SEB 50	16.0	12.6	18.3	48.0	17.8	26.4	96.0	22.5	33.2
SEB 55	20.0	14.3	21.1	60.0	20.5	30.5	120.0	26.0	38.3
SEB 60	21.0	15.4	22.7	63.0	22.1	32.9	126.0	28.0	41.3
SEB 65	21.0	15.8	23.4	63.5	22.8	33.8	127.0	28.8	42.5
SEB 70	29.0	18.3	26.9	88.0	26.2	39.0	176.0	33.2	48.9
SEB 75	30.0	18.9	27.8	89.0	27.1	40.3	178.0	34.3	50.6
SEB 80	30.0	19.4	28.7	90.0	27.9	41.5	180.0	35.3	52.0
SEB 85	39.5	21.8	32.2	118.0	31.3	46.5	236.0	39.6	58.4
SEB 90	40.0	22.5	33.2	120.0	32.3	48.1	240.0	40.9	60.3
SEB 95	40.5	23.2	34.3	122.0	33.4	49.6	244.0	42.2	62.2
SEB 100	51.0	25.5	37.7	153.0	36.7	54.6	306.0	46.4	68.4
SEB 110	53.0	27.1	40.0	158.0	39.0	58.0	316.0	49.3	72.7
SEB 120	62.8	28.5	41.9	188.0	41.0	60.4	376.0	51.7	76.1
SEB 130	64.4	30.2	44.4	193.0	43.5	64.0	386.0	54.8	80.6
SEB 140	66.7	32.0	47.0	200.0	46.1	67.8	400.0	58.1	85.5
SEB 150	100.8	34.8	51.2	302.0	50.2	73.8	604.0	63.2	93.0
SEB 160	105.0	37.2	54.7	315.0	53.7	79.0	630.0	67.6	99.5
SEB 170	107.0	38.4	56.5	320.0	55.3	81.4	640.0	69.7	102.5
SEB 180	135.6	41.5	61.1	407.0	60.0	88.2	814.0	75.5	111.1
SEB 190	138.0	43.0	63.1	414.0	61.9	91.0	828.0	78.0	114.7
SEB 200	169.0	45.5	71.0	508.0	65.7	99.5	1 016.0	82.7	127.8
SEB 220	175.0	48.5	71.4	526.0	70.0	103.1	1 052.0	88.3	129.9
SEB 240	185.0	53.2	78.3	555.0	76.7	112.9	1 110.0	96.6	142.2
SEB 260	242.0	58.2	85.7	726.0	84.0	123.7	1 452.0	105.8	155.8
SEB 280	244.0	59.9	88.2	732.0	86.4	127.0	1 460.0	109.0	160.0

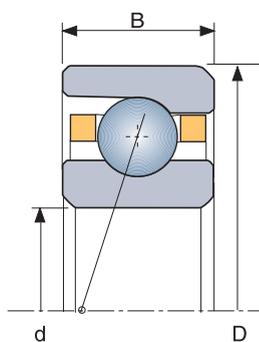


EX
ISO 10



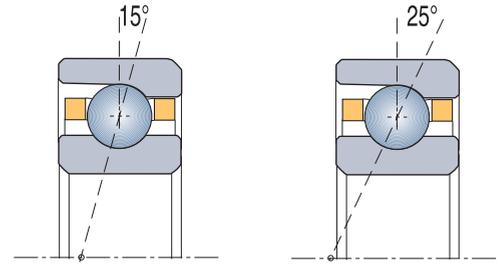
série **EX** ISO 10

EX ISO 10



SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
EX 6	6	17	6	8	3.17	160	61	155	59	0.006
EX 7	7	19	6	8	3.57	198	77	191	75	0.008
EX 8	8	22	7	8	3.97	311	150	300	145	0.011
EX 9	9	24	7	9	3.97	341	176	328	169	0.014
EX 10	10	26	8	10	4.37	433	240	416	230	0.018
EX 12	12	28	8	10	4.76	507	280	488	270	0.019
EX 15	15	32	9	12	4.76	576	360	550	350	0.028
EX 17	17	35	10	12	5.55	761	480	728	460	0.037
EX 20	20	42	12	12	6.35	967	640	924	610	0.064
EX 25	25	47	12	13	7.14	1 261	890	1 203	850	0.075
EX 30	30	55	13	13	7.94	1 520	1 110	1 450	1 060	0.108
EX 35	35	62	14	15	7.94	1 950	1 730	1 846	1 650	0.135
EX 40	40	68	15	16	7.94	2 015	1 900	1 885	1 810	0.190
EX 45	45	75	16	15	9.52	2 770	2 510	2 630	2 400	0.228
EX 50	50	80	16	16	9.52	2 860	2 730	2 700	2 600	0.246
EX 55	55	90	18	16	11.11	3 720	3 680	3 520	3 510	0.360
EX 60	60	95	18	17	11.11	3 835	3 980	3 630	3 780	0.384
EX 65	65	100	18	18	11.11	3 940	4 270	3 740	4 060	0.408
EX 70	70	110	20	18	12.70	5 160	5 500	4 880	5 200	0.580
EX 75	75	115	20	19	12.70	5 290	5 900	5 000	5 600	0.613
EX 80	80	125	22	18	14.28	6 360	7 000	6 010	6 700	0.826
EX 85	85	130	22	19	14.28	6 540	7 500	6 180	7 100	0.868
EX 90	90	140	24	21	14.28	6 790	8 400	6 400	7 900	1.145
EX 95	95	145	24	20	15.87	8 020	9 700	7 590	9 200	1.160
EX 100	100	150	24	21	15.87	8 255	10 300	7 760	9 800	1.211
EX 105	105	160	26	20	17.46	9 700	11 800	9 150	11 200	1.535
EX 110	110	170	28	20	19.05	11 400	13 900	10 780	13 200	1.942
EX 120	120	180	28	21	19.05	11 620	14 800	10 970	14 100	2.055
EX 130	130	200	33	20	22.22	15 020	19 000	14 180	18 000	3.080
EX 140	140	210	33	21	22.22	15 340	20 200	14 480	19 100	3.280
EX 150	150	225	35	21	23.81	17 370	23 100	16 390	22 000	4.030
EX 160	160	240	38	21	25.40	19 500	26 300	18 400	25 000	5.000
EX 170	170	260	42	21	26.99	21 190	29 800	19 990	28 300	6.650
EX 180	180	280	46	22	28.57	23 630	35 000	22 290	33 300	9.000
EX 190	190	290	46	23	28.57	24 120	36 900	22 750	35 100	9.460
EX 200	200	310	51	20	34.92	30 290	46 600	28 600	44 400	12.200
EX 220	220	340	56	20	38.10	34 140	55 600	32 240	52 900	15.600
EX 240	240	360	56	22	38.10	35 930	62 000	33 930	58 900	17.250

Pour dimensions supérieures consulter notre service technico-commercial



Vitesse maximum de base (V_h)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 7 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge avec ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
EX 6	160 000	127 900	115 000	104 000	93 500	64 000	57 500
EX 7	141 500	113 200	101 800	92 000	82 700	56 600	50 900
EX 8	121 000	96 500	87 000	78 500	70 600	48 300	43 500
EX 9	109 500	87 400	78 700	71 000	63 900	43 700	39 300
EX 10	100 500	80 500	72 500	65 400	58 900	40 300	36 200
EX 12	90 500	72 200	65 000	58 700	52 800	36 100	32 500
EX 15	76 500	61 200	55 000	49 700	44 700	30 600	27 500
EX 17	69 000	55 200	49 700	44 900	40 400	27 600	24 800
EX 20	58 000	46 400	41 800	37 700	33 950	23 200	20 900
EX 25	50 000	40 000	36 000	32 500	29 250	20 000	18 000
EX 30	42 500	34 000	30 600	27 650	24 900	17 000	15 300
EX 35	31 500	25 200	22 700	20 500	18 500	12 600	11 400
EX 40	28 000	22 600	20 400	18 400	16 600	11 300	10 200
EX 45	25 000	20 200	18 200	16 400	14 800	10 100	9 100
EX 50	23 000	18 500	16 700	15 100	13 600	9 300	8 400
EX 55	20 500	16 500	14 900	13 400	12 100	8 300	7 500
EX 60	19 000	15 400	13 900	12 500	11 300	7 700	7 000
EX 65	18 000	14 300	12 900	11 700	10 600	7 200	6 500
EX 70	16 500	13 100	11 800	10 600	9 600	6 500	5 900
EX 75	15 500	12 300	11 100	10 000	9 000	6 200	5 600
EX 80	14 000	11 300	10 200	9 200	8 300	5 700	5 200
EX 85	13 500	10 700	9 700	8 700	7 900	5 400	4 900
EX 90	12 500	10 000	9 000	8 100	7 300	5 000	4 500
EX 95	12 000	9 500	8 600	7 800	7 100	4 800	4 400
EX 100	11 500	9 100	8 200	7 400	6 700	4 600	4 200
EX 105	10 500	8 500	7 700	6 900	6 300	4 300	3 900
EX 110	10 000	8 000	7 200	6 500	5 900	4 000	3 600
EX 120	9 000	7 400	6 700	6 000	5 400	3 700	3 400
EX 130	8 500	6 600	6 000	5 400	4 900	3 300	3 000
EX 140	7 500	6 200	5 600	5 000	4 500	3 100	2 800
EX 150	7 000	5 700	5 200	4 600	4 200	2 900	2 650
EX 160	6 500	5 300	4 800	4 300	3 900	2 600	2 350
EX 170	6 000	4 800	4 400	3 900	3 600	2 400	2 200
EX 180	5 500	4 400	4 000	3 600	3 300	2 200	2 000
EX 190	5 200	4 200	3 800	3 400	3 100	2 100	1 900
EX 200	4 800	3 800	3 500	3 200	2 900	1 900	1 750
EX 220	4 250	3 400	3 100	2 800	2 600	1 700	1 550
EX 240	3 900	3 100	2 800	2 500	2 300	1 600	1 450

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$
 Vitesse max Tandem = Vitesse unité $\cdot 0,9$

Vitesse max ABEC 9 = $V_h \cdot 1,1$ - Vitesse max ABEC 5 = $V_h \cdot 0,9$

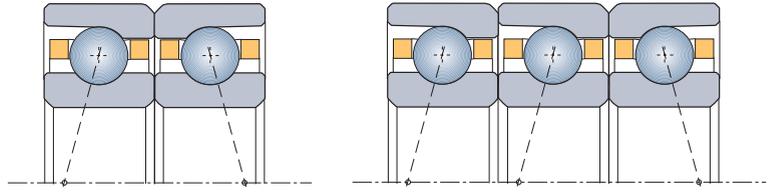
EX

ISO 10

Valeur de précharge et rigidité

Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)

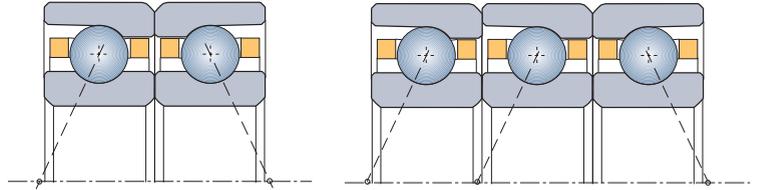


SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
EX 6	0.8	0.8	1.1	2.5	1.2	1.7	5.0	1.5	2.1
EX 7	1.0	0.9	1.3	3.0	1.3	1.9	6.0	1.6	2.4
EX 8	1.6	1.1	1.6	5.0	1.6	2.3	10.0	2.0	2.9
EX 9	1.8	1.2	1.7	5.5	1.7	2.4	11.0	2.1	3.0
EX 10	2.3	1.5	2.1	7.0	2.1	3.1	14.0	2.7	3.9
EX 12	2.7	1.5	2.2	8.0	2.2	3.2	16.0	2.8	4.0
EX 15	3.0	1.9	2.7	9.0	2.7	4.0	18.0	3.4	5.0
EX 17	4.0	2.2	3.2	12.0	3.2	4.6	24.0	4.0	5.8
EX 20	5.0	2.3	3.3	15.0	3.3	4.8	30.0	4.2	6.0
EX 25	6.5	3.0	4.3	19.5	4.2	6.2	39.0	5.3	7.8
EX 30	8.0	3.3	4.8	24.0	4.7	6.9	48.0	6.0	8.7
EX 35	10.0	3.8	5.8	30.5	5.6	8.3	61.0	7.1	10.4
EX 40	10.5	4.1	6.1	32.0	5.9	8.7	63.5	7.4	11.0
EX 45	14.0	4.6	6.8	42.5	6.7	9.8	85.0	8.4	12.3
EX 50	14.5	4.8	7.3	44.0	6.9	10.5	88.0	8.8	13.2
EX 55	19.5	5.6	8.3	58.5	8.2	12.0	117.0	10.2	15.1
EX 60	20.0	5.9	8.8	60.5	8.6	12.6	120.5	10.8	15.9
EX 65	21.0	6.3	9.2	62.0	9.1	13.3	124.0	11.4	16.8
EX 70	27.0	7.1	10.4	80.0	10.2	15.0	160.0	12.8	18.9
EX 75	27.5	7.4	10.9	82.0	10.7	15.7	164.0	13.5	19.8
EX 80	33.0	7.9	11.7	98.5	11.5	16.9	197.0	14.4	21.2
EX 85	34.0	8.3	12.2	101.0	12.0	17.7	202.0	15.1	22.2
EX 90	36.0	9.0	13.3	107.0	13.0	19.1	214.0	16.8	24.1
EX 95	42.0	9.6	14.1	127.0	13.8	20.3	253.0	17.4	25.6
EX 100	43.0	10.0	14.7	130.0	14.4	21.1	259.0	18.1	26.6
EX 105	50.0	10.5	15.7	150.0	15.1	22.2	300.0	19.0	28.0
EX 110	59.0	11.4	16.7	177.0	16.4	23.9	354.0	20.7	30.4
EX 120	60.0	11.8	17.4	180.0	17.1	25.1	360.0	21.5	31.6
EX 130	78.0	13.2	19.4	234.0	19.0	27.9	468.0	23.9	35.2
EX 140	80.0	13.7	20.2	240.0	19.8	29.1	480.0	24.9	36.6
EX 150	90.0	14.6	21.5	270.0	21.0	30.9	540.0	26.5	39.0
EX 160	102.0	15.5	22.9	306.0	22.4	33.0	612.0	28.2	41.5
EX 170	110.0	16.3	23.9	330.0	24.5	34.5	660.0	29.6	43.5
EX 180	123.0	17.7	26.1	369.0	25.6	37.6	738.0	32.2	47.4
EX 190	126.0	18.4	27.1	378.0	26.6	39.1	756.0	33.5	49.2
EX 200	160.0	19.4	28.6	480.0	28.0	41.2	960.0	35.3	51.9
EX 220	180.0	20.8	30.6	540.0	30.0	44.1	1 080.0	37.8	55.6
EX 240	190.0	22.6	33.2	570.0	32.5	47.9	1 140.0	41.0	60.3

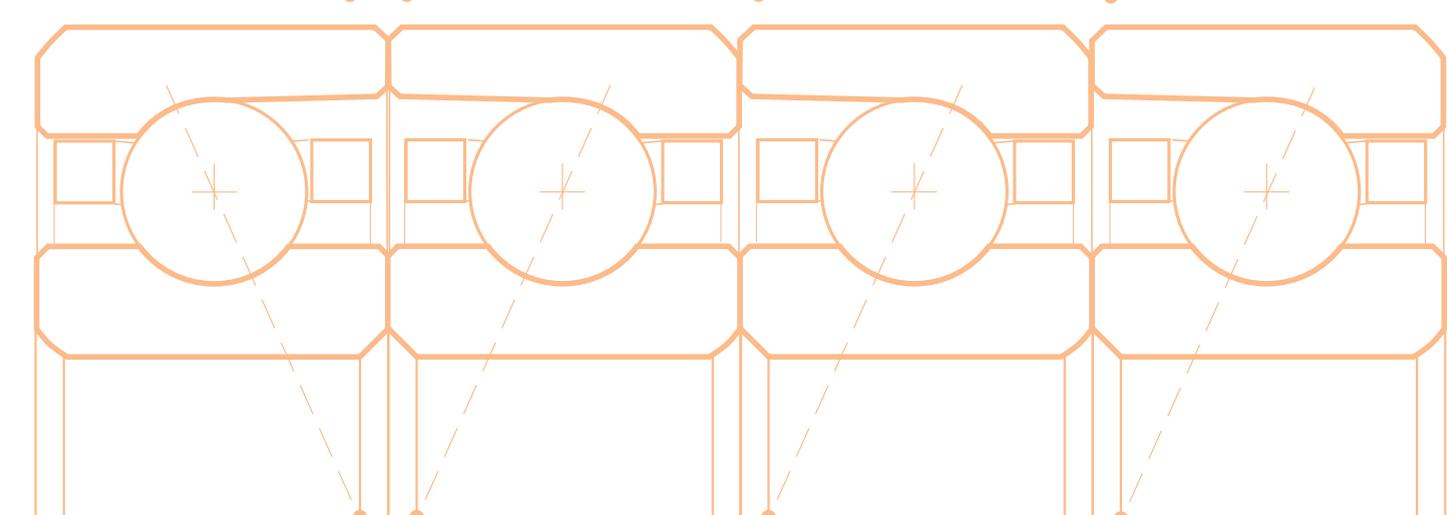
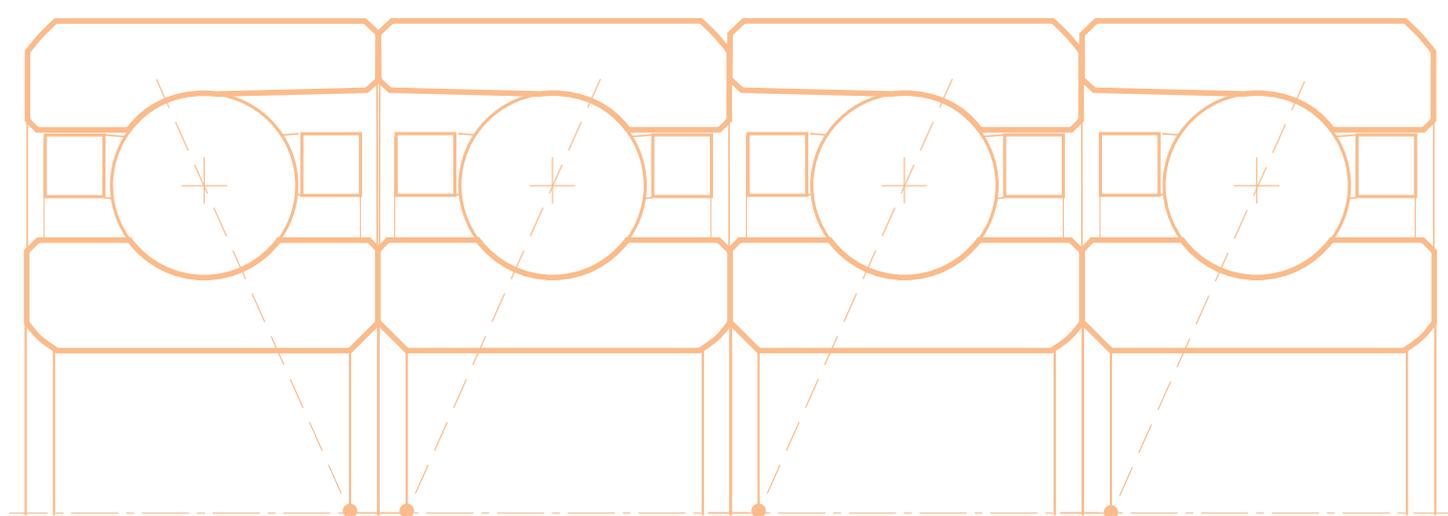
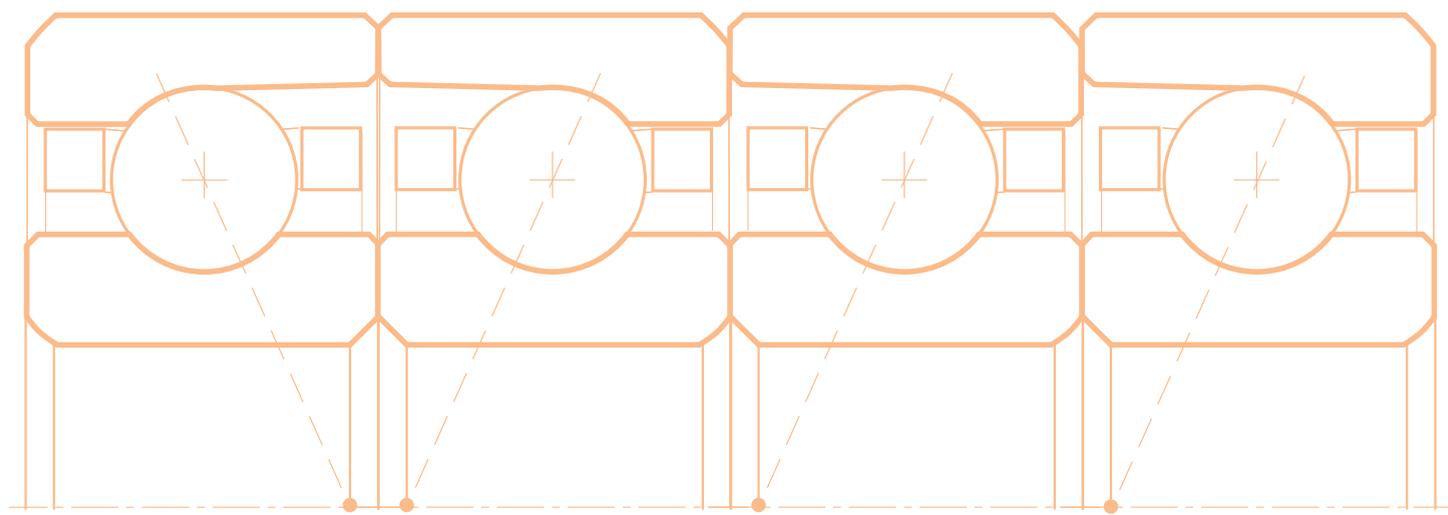
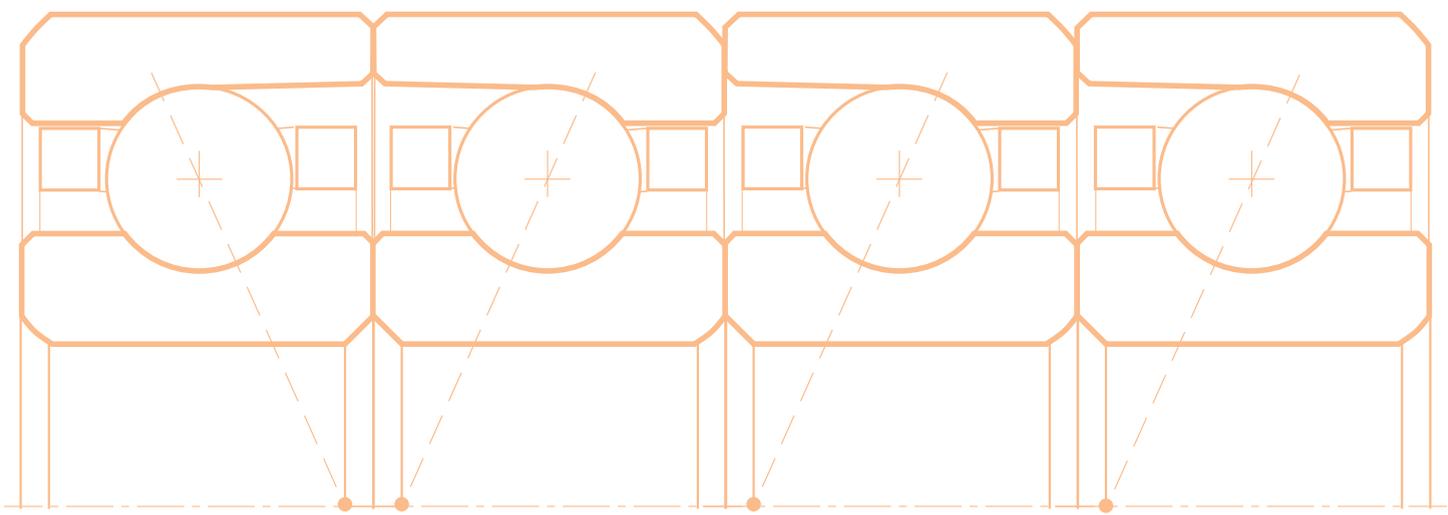
EX

ISO 10

Valeur de précharge et rigidité
 Angle de contact = 25°
 (Roulements avec précharge rigide)

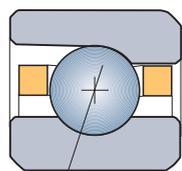


SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
EX 6	1.5	2.2	3.3	4.0	3.2	4.6	8.0	4.0	5.8
EX 7	1.7	2.5	3.6	5.0	3.5	5.1	10.0	4.5	6.5
EX 8	2.5	2.9	4.2	8.0	4.3	6.2	16.0	5.4	7.9
EX 9	3.0	3.0	4.5	9.0	4.4	6.5	18.0	5.5	8.2
EX 10	3.5	3.9	5.7	11.0	5.7	8.3	22.0	7.1	10.5
EX 12	4.5	4.0	5.9	13.0	5.8	8.4	26.0	7.2	10.6
EX 15	5.0	5.0	7.4	15.0	7.3	10.7	30.0	9.1	13.5
EX 17	6.5	5.8	8.5	19.5	8.4	12.3	39.0	10.6	15.5
EX 20	8.0	6.0	8.8	24.0	8.7	12.7	48.0	11.0	16.0
EX 25	10.5	7.9	11.5	32.0	11.4	16.7	64.0	14.3	21.0
EX 30	13.0	8.7	12.8	38.5	12.5	18.4	77.0	15.8	23.2
EX 35	16.5	10.4	15.2	49.0	14.8	22.0	98.0	18.6	27.7
EX 40	17.0	10.9	16.1	51.0	15.8	23.3	102.0	19.9	29.3
EX 45	23.0	12.3	18.1	69.0	17.8	26.2	137.0	22.4	33.0
EX 50	23.5	13.1	19.1	70.5	18.8	27.7	141.0	23.7	34.9
EX 55	31.5	14.9	22.1	94.0	21.6	31.8	188.0	27.2	40.1
EX 60	32.5	15.9	23.4	97.0	23.0	33.8	194.0	28.9	42.6
EX 65	33.0	16.7	24.6	99.0	24.1	35.5	199.0	30.4	44.7
EX 70	42.5	18.9	27.8	128.0	27.3	40.1	255.0	34.3	50.5
EX 75	43.5	19.7	29.0	131.0	28.5	41.9	262.0	35.9	52.8
EX 80	52.5	21.1	30.1	157.5	30.4	44.7	315.0	38.3	56.3
EX 85	54.0	22.0	32.3	162.0	31.7	46.6	323.0	40.0	58.7
EX 90	57.0	23.8	35.3	171.0	34.4	50.6	341.0	43.1	63.8
EX 95	67.0	25.2	37.2	202.0	36.5	53.7	404.0	45.7	67.7
EX 100	69.0	26.4	38.8	207.0	38.1	56.0	415.0	48.0	70.6
EX 105	80.0	27.7	40.8	240.0	40.0	58.0	480.0	50.4	74.1
EX 110	95.0	30.2	44.4	285.0	43.6	64.1	570.0	54.9	80.8
EX 120	97.0	31.4	46.2	291.0	45.3	66.7	582.0	57.1	84.0
EX 130	125.0	34.9	51.3	375.0	50.3	74.0	750.0	63.4	93.2
EX 140	128.0	36.3	53.4	384.0	52.4	77.0	768.0	66.0	97.0
EX 150	144.0	38.6	56.8	432.0	55.7	82.0	864.0	70.2	103.3
EX 160	162.0	41.0	60.4	486.0	59.2	87.1	972.0	74.6	109.7
EX 170	176.0	43.1	63.3	528.0	62.1	91.4	1 056.0	78.3	115.1
EX 180	197.0	47.0	69.1	591.0	67.8	99.7	1 182.0	85.4	125.6
EX 190	200.0	48.7	71.8	600.0	70.2	103.2	1 200.0	88.4	130.1
EX 200	250.0	51.0	75.1	750.0	73.6	108.3	1 500.0	92.8	136.5
EX 220	280.0	54.6	80.3	840.0	78.7	115.8	1 680.0	99.2	145.9
EX 240	300.0	59.5	87.6	900.0	85.9	126.3	1 800.0	108.2	159.1



E 200

ISO 02

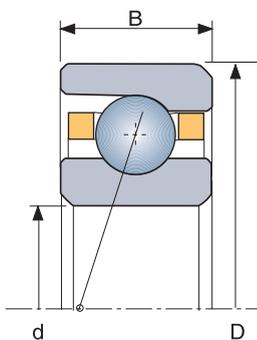


série **E 200** ISO 02



E 200

ISO 02

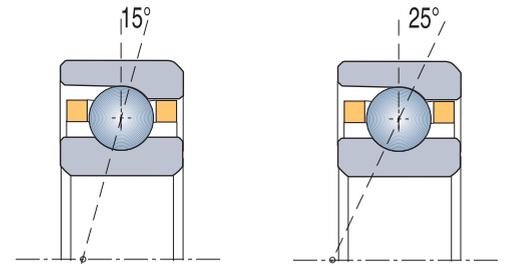


SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
						E 207	7	22	7	
E 208	8	24	8	7	4.76	455	230	440	220	0.016
E 209	9	26	8	9	4.76	550	320	530	300	0.021
E 210	10	30	9	8	5.55	655	370	640	360	0.029
E 212	12	32	10	9	5.55	720	440	695	420	0.035
E 215	15	35	11	9	6.35	915	570	885	550	0.042
E 217	17	40	12	9	7.14	1 140	720	1 090	700	0.060
E 220	20	47	14	11	7.14	1 315	940	1 260	910	0.105
E 225	25	52	15	12	7.94	1 720	1 290	1 640	1 230	0.125
E 230	30	62	16	12	9.52	2 350	1 850	2 250	1 770	0.194
E 235	35	72	17	14	9.52	2 600	2 270	2 480	2 170	0.300
E 240	40	80	18	14	11.11	3 430	3 050	3 280	2 920	0.359
E 245	45	85	19	15	11.11	3 590	3 350	3 410	3 200	0.414
E 250	50	90	20	14	12.70	4 370	4 010	4 150	3 830	0.442
E 255	55	100	21	14	14.28	5 560	5 000	5 300	4 830	0.591
E 260	60	110	22	15	14.28	5 770	5 600	5 490	5 300	0.782
E 265	65	120	23	15	15.87	6 800	6 800	6 490	6 500	0.980
E 270	70	125	24	16	15.87	7 085	7 400	6 730	7 100	1.084
E 275	75	130	25	17	15.87	7 345	8 000	6 980	7 600	1.188
E 280	80	140	26	17	17.46	8 960	9 600	8 490	9 100	1.417
E 285	85	150	28	16	19.05	9 830	10 700	9 330	10 200	1.755
E 290	90	160	30	15	22.22	12 490	13 200	11 920	12 700	2.212
E 295	95	170	32	17	20.64	11 780	13 400	11 190	12 800	2.720
E 200/100	100	180	34	16	23.81	14 740	16 400	14 050	15 700	3.267
E 200/105	105	190	36	16	25.40	17 030	18 600	16 190	17 800	4.000
E 200/110	110	200	38	17	25.40	17 670	20 100	16 760	19 100	4.630
E 200/120	120	215	40	18	25.40	17 900	21 700	16 900	20 700	5.600
E 200/130	130	230	40	17	28.57	20 400	25 600	19 400	24 400	6.300
E 200/140	140	250	42	18	30.16	23 140	30 400	21 900	29 000	8.260

Pour dimensions supérieures consulter notre service technico-commercial

E 200

ISO 02



Vitesse maximum de base (Vh)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 7 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge avec ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
E 207	109 000	87 000	78 300	71 000	63 900	44 000	39 600
E 208	98 500	78 800	71 000	64 600	58 200	39 400	35 500
E 209	90 000	72 000	64 800	59 000	53 100	36 000	32 400
E 210	78 500	63 000	56 700	51 000	45 900	31 000	27 900
E 212	71 500	57 000	51 300	46 000	41 400	28 500	25 700
E 215	62 500	50 000	45 000	40 000	36 000	25 000	22 500
E 217	55 000	44 000	39 600	35 500	32 000	22 000	19 800
E 220	46 500	37 000	33 300	30 000	27 000	18 500	16 700
E 225	40 000	32 000	28 800	26 000	23 400	16 000	14 400
E 230	33 500	27 000	24 300	21 500	19 400	13 500	12 200
E 235	28 500	23 000	20 700	18 500	16 700	11 500	10 400
E 240	25 500	20 000	18 000	16 500	14 900	10 000	9 000
E 245	23 000	18 500	16 700	15 000	13 500	9 000	8 100
E 250	21 500	17 000	15 300	14 000	12 600	8 500	7 700
E 255	19 000	15 000	13 500	12 500	11 300	7 500	6 800
E 260	17 500	14 000	12 600	11 000	9 900	7 000	6 300
E 265	16 000	12 500	11 300	10 000	9 000	6 300	5 700
E 270	15 000	12 000	10 800	9 500	8 600	6 000	5 400
E 275	14 000	11 000	9 900	9 000	8 100	5 500	5 000
E 280	13 000	10 500	9 500	8 500	7 700	5 200	4 700
E 285	12 000	10 000	9 000	8 000	7 200	4 800	4 400
E 290	11 500	9 000	8 100	7 500	6 800	4 500	4 100
E 295	10 500	8 500	7 700	7 000	6 300	4 200	3 800
E 200/100	10 000	8 000	7 200	6 500	5 900	4 000	3 600
E 200/105	9 300	7 500	6 800	6 100	5 500	3 700	3 400
E 200/110	9 000	7 000	6 300	5 500	5 000	3 600	3 200
E 200/120	8 200	6 600	5 900	5 300	4 700	3 200	2 900
E 200/130	7 500	6 000	5 400	4 800	4 400	3 000	2 700
E 200/140	6 700	5 300	4 800	4 400	4 000	2 700	2 400

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$

Vitesse max ABEC 9 = $V_h \cdot 1,1$ - Vitesse max ABEC 5 = $V_h \cdot 0,9$

Vitesse max Tandem = Vitesse unité $\cdot 0,9$

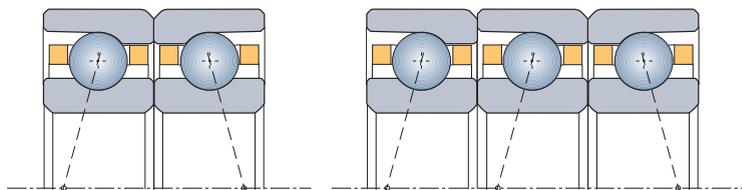
E 200

ISO 02

Valeur de précharge et rigidité

Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)



SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
E 207	2.0	1.2	1.7	6.0	1.7	2.5	12.0	2.2	3.2
E 208	2.3	1.2	1.8	7.0	1.8	2.6	14.0	2.2	3.2
E 209	2.9	1.5	2.3	8.7	2.2	3.3	17.0	2.8	4.1
E 210	3.5	1.6	2.4	10.5	2.3	3.4	21.0	2.9	4.3
E 212	3.5	1.8	2.6	11.5	2.5	3.7	23.0	3.2	4.7
E 215	4.8	2.0	2.9	14.4	2.8	4.2	28.8	3.6	5.3
E 217	6.0	2.3	3.3	18.0	3.2	4.8	36.0	4.0	6.0
E 220	7.0	2.7	4.0	21.0	3.9	5.7	42.0	4.9	7.2
E 225	9.0	3.2	4.8	27.0	4.7	6.9	54.0	5.9	8.6
E 230	12.0	3.8	5.6	36.5	5.5	8.1	73.0	6.9	10.1
E 235	13.5	4.4	6.4	41.0	6.3	9.2	82.0	7.9	11.6
E 240	18.0	5.0	7.4	54.5	7.2	10.7	109.0	9.2	13.5
E 245	18.7	5.3	7.9	56.0	7.7	11.4	112.0	9.7	14.3
E 250	22.8	5.7	8.4	68.5	8.2	12.1	137.0	10.4	15.3
E 255	29.0	6.4	9.5	87.0	9.3	13.7	174.0	11.7	17.2
E 260	30.5	6.9	10.1	92.0	9.9	14.6	184.0	12.5	18.4
E 265	35.5	7.5	11.0	107.0	10.8	15.9	214.0	13.5	20.0
E 270	37.0	7.9	11.6	111.0	11.4	16.8	222.0	14.3	21.1
E 275	38.5	8.3	12.3	115.0	12.0	17.7	230.0	15.0	22.3
E 280	46.0	9.1	13.4	138.0	13.2	19.4	276.0	16.6	24.4
E 285	51.5	9.3	13.8	154.5	13.5	19.9	309.0	17.0	25.1
E 290	65.5	10.2	15.1	196.0	14.7	21.7	392.0	18.6	27.4
E 295	61.5	10.7	15.7	185.0	15.6	22.6	370.0	19.3	28.5
E 200/100	77.0	11.5	17.0	231.0	16.5	24.5	462.0	21.0	30.9
E 200/105	89.0	12.4	18.2	267.0	17.9	26.3	534.0	22.5	33.1
E 200/110	92.0	13.0	19.2	276.0	18.8	27.7	552.0	23.7	34.9
E 200/120	95.0	13.7	20.2	280.0	19.6	28.9	560.0	24.7	36.4
E 200/130	107.0	14.3	21.0	320.0	20.6	30.2	641.0	25.9	38.1
E 200/140	121.0	15.7	23.1	363.0	22.7	33.3	726.0	28.6	42.0

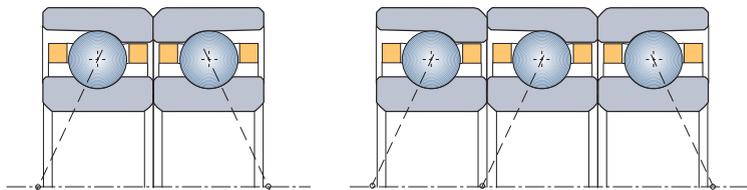
E 200

ISO 02

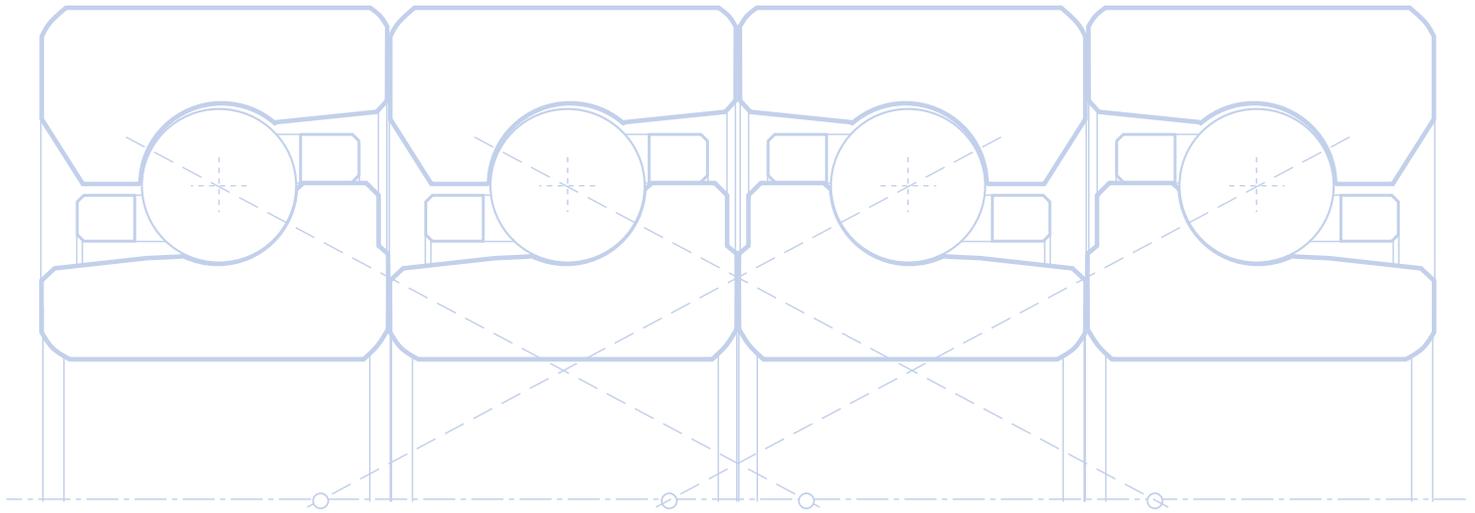
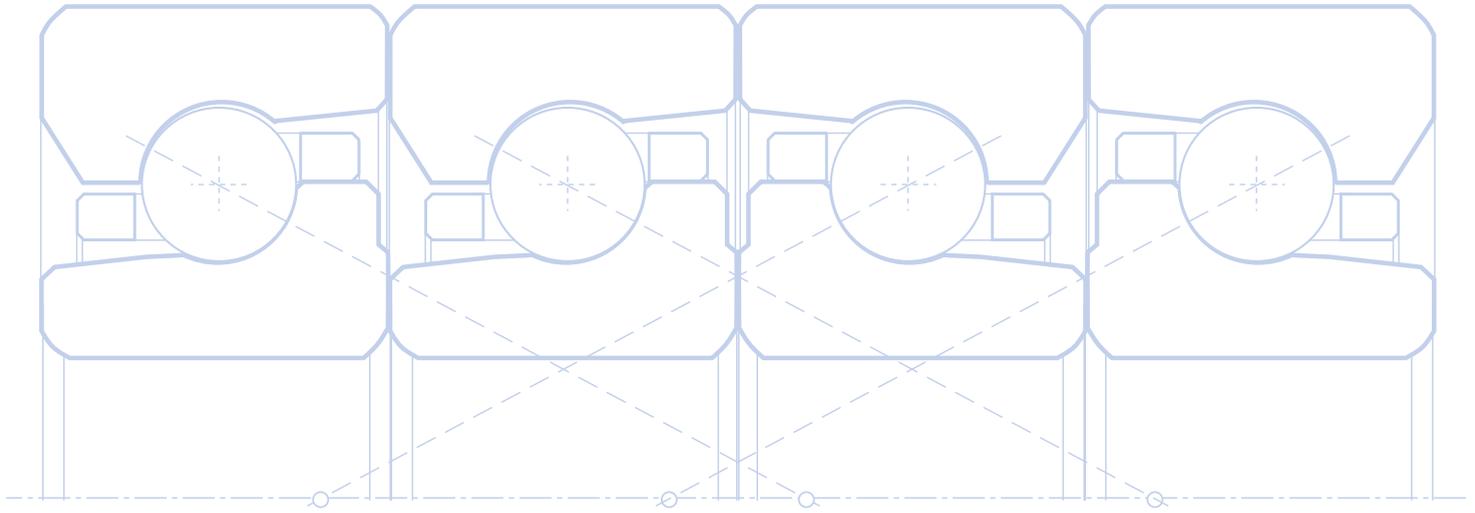
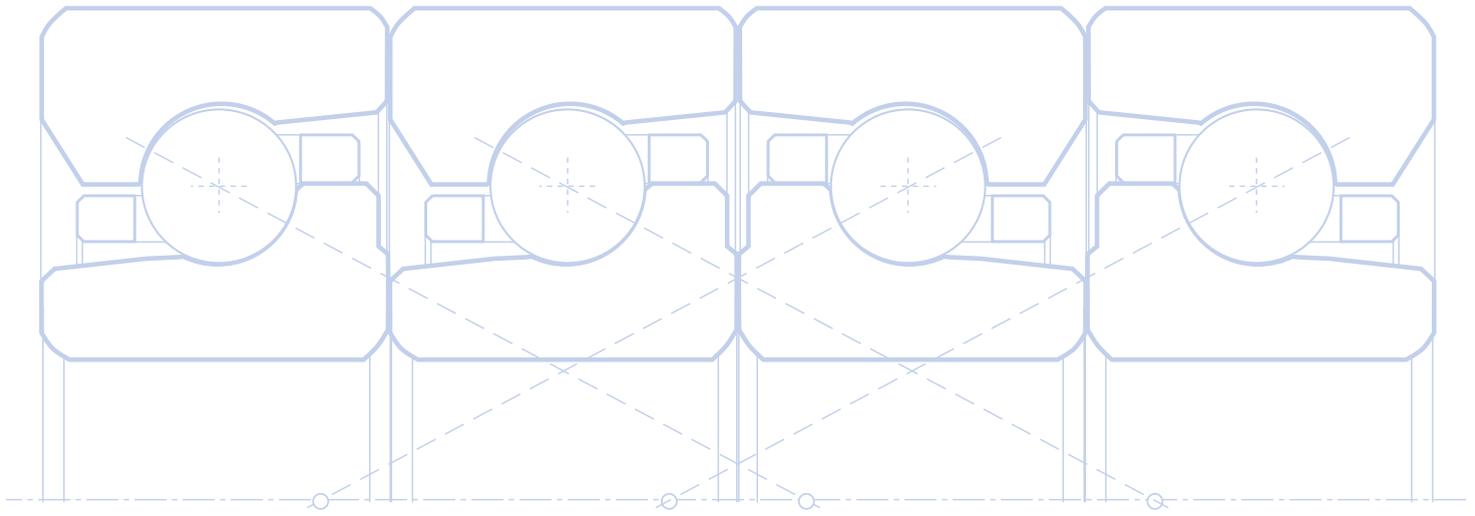
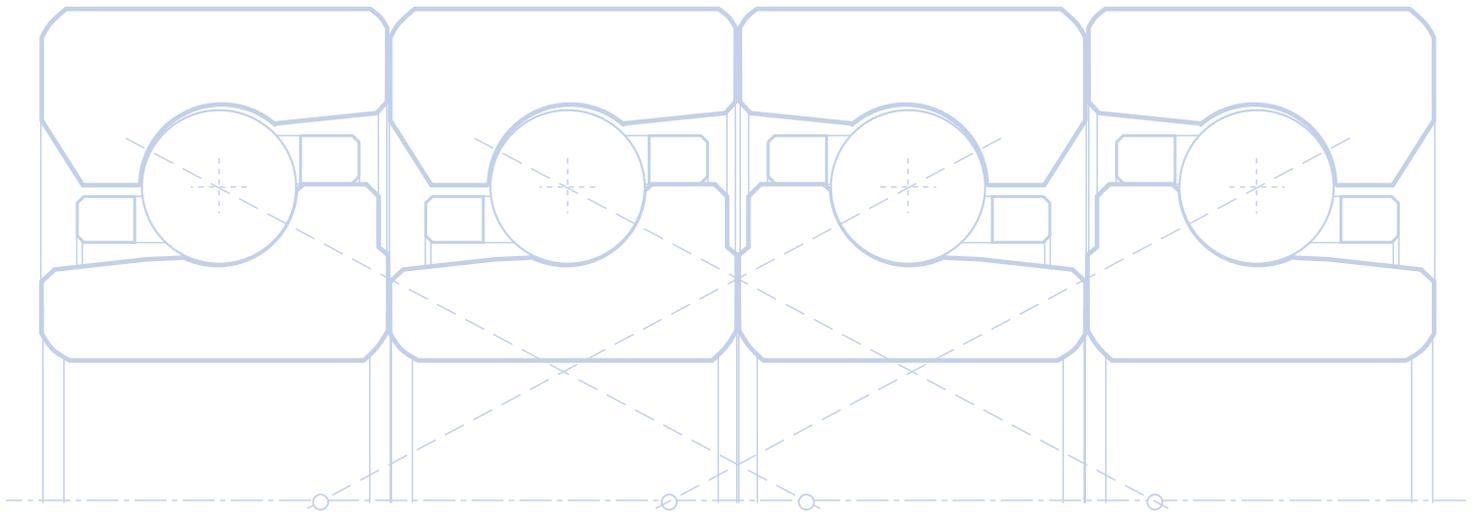
Valeur de précharge et rigidité

Angle de contact = 25°

(Roulements avec précharge rigide)



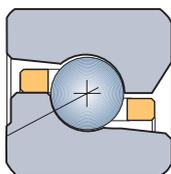
SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
E 207	3.0	3.1	4.5	9.0	4.4	6.5	18.0	5.6	8.2
E 208	3.5	3.1	4.6	10.5	4.5	6.7	21.0	5.7	8.4
E 209	4.7	4.1	6.0	14.0	5.9	8.7	28.0	7.4	10.9
E 210	5.6	4.3	6.2	17.0	6.6	9.0	34.0	7.6	11.4
E 212	6.0	4.8	6.9	18.5	6.8	10.0	37.0	8.6	12.6
E 215	8.0	5.4	7.9	23.7	7.7	11.4	47.4	9.7	14.3
E 217	9.6	6.0	8.8	29.0	8.6	12.7	58.0	10.9	16.0
E 220	11.5	7.2	10.6	34.0	10.3	15.0	68.0	13.0	19.2
E 225	15.0	8.7	12.8	44.0	12.4	18.3	87.0	15.6	23.0
E 230	20.0	10.1	14.9	60.0	14.6	21.5	120.0	18.3	27.1
E 235	22.0	11.7	17.1	66.5	16.7	24.6	132.5	21.0	31.0
E 240	29.5	13.4	19.7	88.0	19.3	28.4	176.0	24.3	35.0
E 245	30.0	14.1	20.9	90.0	20.4	30.1	180.0	25.8	37.9
E 250	36.7	15.3	22.3	110.0	21.8	32.1	220.0	27.5	40.5
E 255	46.0	17.0	25.0	138.0	24.5	36.1	276.0	30.9	45.4
E 260	48.0	18.0	26.6	144.0	26.0	38.3	288.0	32.8	48.2
E 265	57.3	20.0	29.2	172.0	28.6	42.1	344.0	36.0	53.0
E 270	59.5	21.2	30.8	178.5	30.1	44.5	357.0	38.0	56.0
E 275	61.7	22.0	32.5	185.0	31.8	46.9	370.0	39.3	59.1
E 280	75.0	24.3	35.8	225.0	35.1	51.6	450.0	44.2	65.1
E 285	82.5	24.8	36.5	247.5	35.8	52.7	495.0	45.0	66.4
E 290	105.3	27.2	40.0	316.0	38.9	57.7	632.0	49.3	72.6
E 295	99.0	27.9	41.5	297.0	40.6	59.9	594.0	51.2	75.5
E 200/100	124.2	30.7	45.1	372.5	44.2	65.1	745.0	55.7	82.0
E 200/105	143.0	32.8	48.3	429.0	47.4	69.7	858.0	59.7	87.8
E 200/110	148.0	34.6	50.9	444.0	49.9	73.4	888.0	62.9	92.5
E 200/120	150.0	36.1	53.1	450.0	52.1	76.6	900.0	65.6	96.5
E 200/130	171.0	37.8	55.6	513.0	54.5	80.1	1 027.0	68.6	101.0
E 200/140	194.0	41.6	61.3	582.0	60.0	88.4	1 164.0	75.7	111.3



BS 200 - BS

ISO 02

SPECIAUX



série **BS 200** ISO 02 - **BS** SPECIAUX

Roulements pour vis à billes

Les roulements **BS 200 (ISO 02)** et **BS spéciaux**, sont particulièrement adaptés pour des applications avec présence de fortes charges axiales. Leur rigidité et leur capacité de charge axiale élevées, sont obtenues par l'angle de contact de 62° .

Les roulements BS sont construits en classe ABEC 7, avec une erreur de rotation axiale réduite ($2,5 \mu\text{m}$).

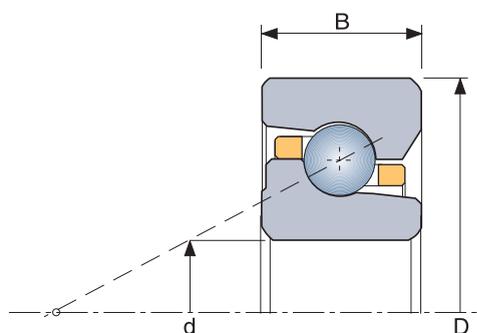
Ce haut degré de précision se traduit par:

- un couple constant et une rotation uniforme même en présence d'une précharge élevée.
- une erreur de translation limitée;
- une température de fonctionnement modérée.

Comme pour les autres roulements à billes à contact oblique de précision, les roulements BS peuvent être fournis à l'unité ou bien en jeux, afin de satisfaire tous les cas d'applications.

BS 200

ISO 02

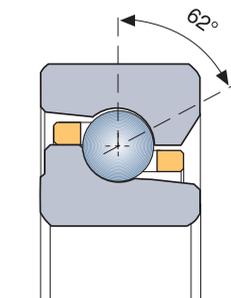


SNFA	d	D	B	z	Ø	C33	C0	Vh		Poids
								Paire	Jeu de quatre	
BS 212	12	32	10	10	4.76	945	1 440	9 000	7 600	0.037
BS 215	15	35	11	12	4.76	1 025	1 760	8 000	6 800	0.047
BS 217*	17	40	12	12	5.55	1 365	2 380	7 000	6 000	0.069
BS 220	20	47	14	13	6.35	1 820	3 380	6 000	5 000	0.111
BS 225	25	52	15	15	6.35	1 937	3 970	5 200	4 400	0.138
BS 230	30	62	16	16	7.14	2 460	5 400	4 400	3 700	0.220
BS 235	35	72	17	17	7.94	3 055	7 100	3 800	3 200	0.320
BS 240	40	80	18	18	8.73	3 745	9 100	3 400	2 900	0.400
BS 245	45	85	19	19	8.73	3 785	9 700	3 100	2 600	0.460
BS 250	50	90	20	20	8.73	3 835	10 300	2 900	2 400	0.520
BS 260	60	110	22	19	11.11	5 805	15 800	2 400	2 000	0.860
BS 275	75	130	25	24	11.11	6 400	20 200	2 000	1 700	1.500

* Exclusivement sur commande

BS

(speciaux)

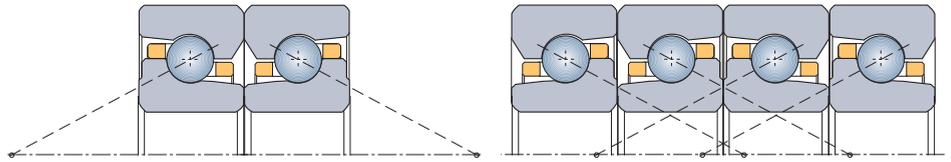


SNFA	d	D	B	z	Ø	C33	C0	Vh		Poids
								Paire	Jeu de quatre	
BS 20/47	20	47	15	13	6.35	1 820	3 380	6 000	5 000	0.128
BS 25/62	25	62	15	16	7.14	2 460	5 400	4 400	3 700	0.242
BS 30/62	30	62	15	16	7.14	2 460	5 400	4 400	3 700	0.217
BS 35/72	35	72	15	17	7.94	3 055	7 100	3 800	3 200	0.282

Vitesse max à la graisse = Vh • 0,65

BS 200

ISO 02

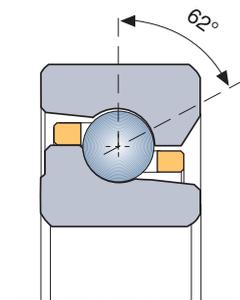


SNFA	PAIRE				JEU DE QUATRE				Voilage faces max (µm)
	Pr	Ra	La	Cr	Pr	Ra	La	Cr	
BS 212	100	42	625	2.8	200	84	1 250	5.6	2.5
BS 215	120	50	755	4	240	100	1 510	8	2.5
BS 217*	165	58	1 030	6	330	116	2 060	12	2.5
BS 220	230	72	1 450	10	460	144	2 900	20	2.5
BS 225	270	83	1 670	12	540	166	3 340	23	2.5
BS 230	360	100	2 260	19	720	200	4 520	37	2.5
BS 235	475	118	2 960	33	950	236	5 920	67	2.5
BS 240	600	137	3 790	41	1 200	274	7 580	81	2.5
BS 245	640	145	4 020	47	1 280	290	8 040	92	2.5
BS 250	680	153	4 220	53	1 360	306	8 440	106	2.5
BS 260	1 040	185	6 500	88	2 080	370	13 000	176	2.5
BS 275	1 310	233	7 600	169	2 620	466	15 200	338	2.5

* Exclusivement sur commande

BS

(speciaux)



SNFA	PAIRE				JEU DE QUATRE				Voilage faces max (µm)
	Pr	Ra	La	Cr	Pr	Ra	La	Cr	
BS 20/47	230	72	1 450	10	460	144	2 900	20	2.5
BS 25/62	360	100	2 260	19	720	200	4 520	37	2.5
BS 30/62	360	100	2 260	19	720	200	4 520	37	2.5
BS 35/72	475	118	2 960	33	950	236	5 920	67	2.5

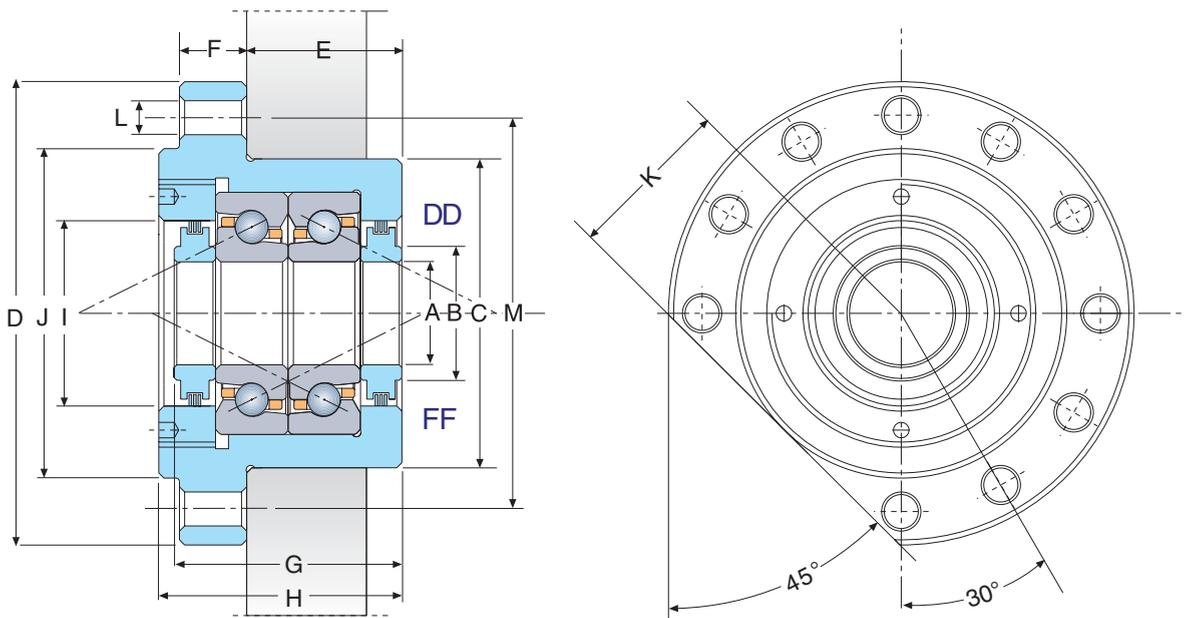
Cartouches pour vis à billes - Séries BSDU - BSQU - BSQU /1

Les cartouches BSDU et BSQU, offrent une solution judicieuse pour les montages dans les vis à billes, ces cartouches sont équipées de roulements de la série BS 200 et peuvent être livrées avec 2 ou 4 roulements.

Ces cartouches permettent un montage aisé tout en conservant une grande précision et une rigidité élevée, elles sont livrées graissées.

Les cartouches spéciales BSQU/1, sont fournies sur demande, elles se distinguent des séries standards BSQU de par la position des fixations sur la collerette, elles sont également livrées avec 4 roulements de la série BS 200 et quelle que soit la configuration.

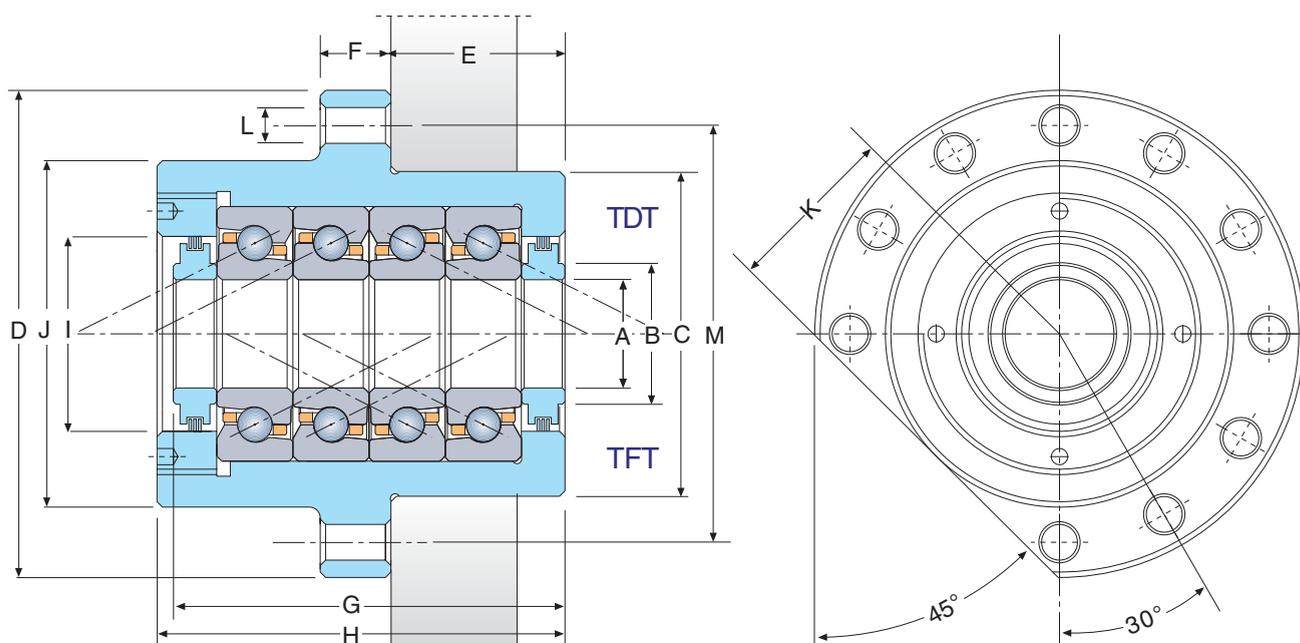
Cartouche avec roulements pour vis à billes, série BSDU



Diam. Arbre mm	SNFA	Dimensions: ± 0,13 mm														C33	Co	Cr	Ra	Battement axial µm	Poids	Vg*
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M								
20	BSDU 220 DD 230	20.000	26.0	60.000	90.0	32.0	13.0	44.260	47.0	36.0	64.0	32.0	6.6	76.0	1820	3380	10	72	2.5	1.1	3900	
	BSDU 220 FF 230	19.996		59.987				43.240														
25	BSDU 225 DD 270	25.000	34.0	80.000	120.0	32.0	15.0	50.260	52.0	36.0	88.0	44.0	9.2	102.0	1937	3970	12	83	2.5	2.3	3400	
	BSDU 225 FF 270	24.996		79.987				49.240														
30	BSDU 230 DD 360	30.000	41.0	80.000	120.0	32.0	15.0	50.260	52.0	50.0	88.0	44.0	9.2	102.0	2460	5400	19	100	2.5	2.3	2850	
	BSDU 230 FF 360	29.996		79.987				49.240														
35	BSDU 235 DD 475	35.000	46.0	90.000	130.0	32.0	15.0	50.260	52.0	60.0	98.0	49.0	9.2	113.0	3055	7100	33	118	2.5	3.2	2500	
	BSDU 235 FF 475	34.995		89.987				49.240														
40	BSDU 240 DD 600	40.000	55.0	124.000	165.0	43.5	17.0	64.260	66.0	66.0	128.0	64.0	11.4	146.0	3745	9100	41	137	2.5	6.1	2200	
	BSDU 240 FF 600	39.995		123.982				63.240														
45	BSDU 245 DD 640	45.000	66.0	124.000	165.0	43.5	17.0	64.260	66.0	76.0	128.0	64.0	11.4	146.0	3785	9700	47	145	2.5	5.9	2000	
	BSDU 245 FF 640	44.995		123.982				63.240														
50	BSDU 250 DD 680	50.000	66.0	124.000	165.0	43.5	17.0	64.260	66.0	76.0	128.0	64.0	11.4	146.0	3835	10300	53	153	2.5	5.7	1900	
	BSDU 250 FF 680	49.995		123.982				63.240														

Les trois derniers chiffres de la référence indiquent la valeur de la précharge en daN. Une valeur de précharge différente peut être obtenue sur demande.
* Vitesse maxi pour lubrification à la graisse. La cartouche est fournie lubrifiée avec une graisse synthétique de haute qualité.

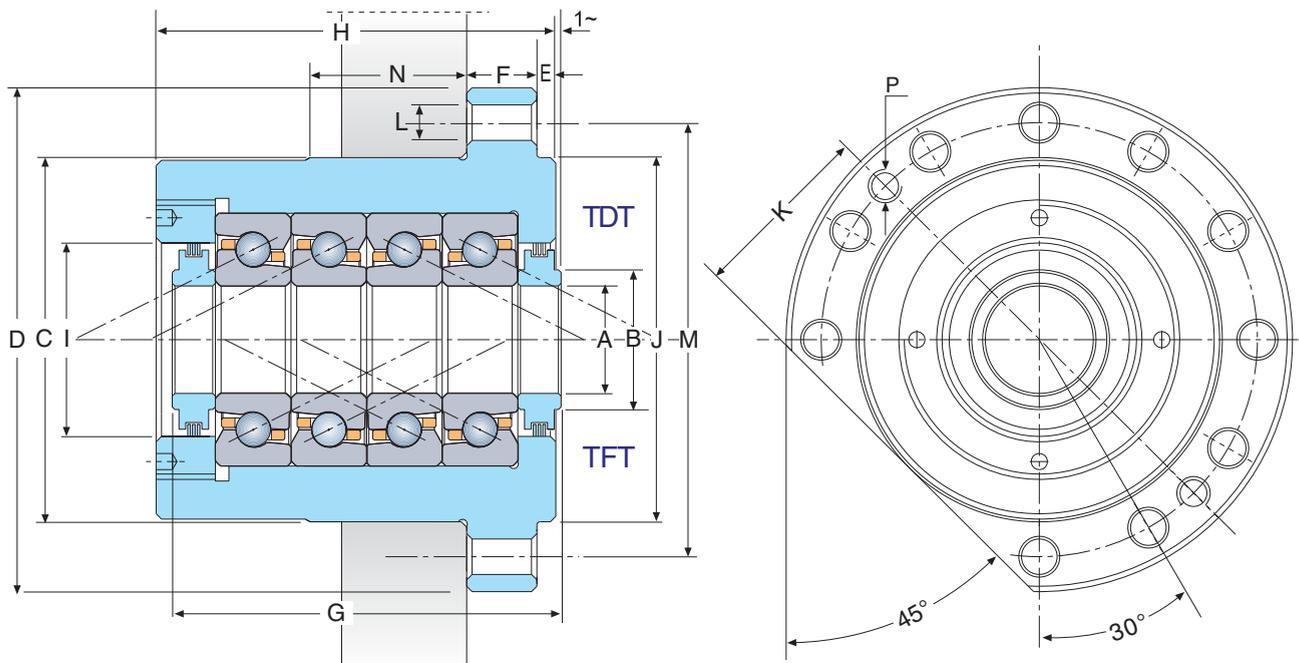
Cartouche avec roulements pour vis à billes, série BSQU



Diam. Arbre mm	SNFA	Dimensions ± 0,13 mm													C ₃₃	C ₀	C _r	R _a	Battement axial μm	Poids	Vg*
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M							
20	BSQU 220 TDT 460	20.000	26.0	60.000	90.0	32.0	13.0	74.260	77.0	36.0	64.0	32.0	6.6	76.0	2950	6760	20	144	2.5	1.7	3250
	BSQU 220 TFT 460	19.996		59.987				72.740													
25	BSQU 225 TDT 540	25.000	34.0	80.000	120.0	32.0	15.0	80.260	82.0	40.0	88.0	44.0	9.2	102.0	3140	7940	23	166	2.5	3.5	2850
	BSQU 225 TFT 540	24.996		79.987				78.740													
30	BSQU 230 TDT 720	30.000	41.0	80.000	120.0	32.0	15.0	82.260	84.0	50.0	88.0	44.0	9.2	102.0	3985	10800	37	200	2.5	3.5	2400
	BSQU 230 TFT 720	29.996		79.987				80.740													
35	BSQU 235 TDT 950	35.000	46.0	90.000	130.0	32.0	15.0	84.260	86.0	60.0	98.0	49.0	9.2	113.0	4950	14200	67	236	2.5	4.6	2100
	BSQU 235 TFT 950	34.995		89.987				82.740													
40	BSQU 240 TDT 1200	40.000	55.0	124.000	165.0	43.5	17.0	104.260	106.0	66.0	128.0	64.0	11.4	146.0	6070	18200	81	274	2.5	9.7	1900
	BSQU 240 TFT 1200	39.995		123.982				102.740													
45	BSQU 245 TDT 1280	45.000	66.0	124.000	165.0	43.5	17.0	104.260	106.0	76.0	128.0	64.0	11.4	146.0	6130	19400	92	290	2.5	9.4	1700
	BSQU 245 TFT 1280	44.995		123.982				102.740													
50	BSQU 250 TDT 1360	50.000	66.0	124.000	165.0	43.5	17.0	104.260	106.0	76.0	128.0	64.0	11.4	146.0	6210	20600	106	306	2.5	9.1	1550
	BSQU 250 TFT 1360	49.995		123.982				102.740													

Les trois derniers chiffres de la référence indiquent la valeur de la précharge en daN. Une valeur de précharge différente peut être obtenue sur demande.
* Vitesse maxi pour lubrification à la graisse. La cartouche est fournie lubrifiée avec une graisse synthétique de haute qualité.

Cartouche avec roulements pour vis à billes, série BSQU/1



Diam. Arbre mm	SNFA	Dimensions: ± 0,13 mm														C ₃₃	C ₀	C _r	R _a	Battement axial µm	Poids	Vg*	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N								P
30	BSQU 230/1 TDT 720	30.000	41.0	88.000	120.0	3.5	15.0	86.260	86.0	50.0	88.0	45.0	9.2	102.0	35.0	M8x 1.25	3985	10800	37	200	2.5	3.7	2400
	BSQU 230/1 TFT 720	29.996		87.985				84.740															
40	BSQU 240/1 TDT 1200	40.000	55.0	128.000	165.0	4.0	24.0	106.260	106.0	66.0	128.0	65.5	11.4	146.0	35.0	M10x 1.5	6070	18200	81	274	2.5	10.0	1900
	BSQU 240/1 TFT 1200	39.995		127.982				104.740															
50	BSQU 250/1 TDT 1360	50.000	66.0	128.000	165.0	4.0	24.0	106.260	106.0	76.0	128.0	65.5	11.4	146.0	35.0	M10x 1.5	6210	20600	106	306	2.5	9.3	1550
	BSQU 250/1 TFT 1360	49.995		127.982				104.740															
60	BSQU 260/1 TDT 2080	60.000	80.0	145.000	185.0	20.5	25.0	114.260	114.0	92.0	145.0	74.5	11.4	165.0	40.0	M10x 1.5	9400	31600	176	370	2.5	12.3	1300
	BSQU 260/1 TFT 2080	59.993		144.982				112.740															

Les trois derniers chiffres de la référence indiquent la valeur de la précharge en daN. Une valeur de précharge différent peut être obtenue sur demande.

* Vitesse maxi pour lubrification à la graisse. La cartouche est fournie lubrifiée avec une graisse synthétique de haute qualité.



Roulements pour vitesses particulièrement élevées Séries VEB - VEX - ED

Pour atteindre des performances de vitesses particulièrement élevées demandées lors d'applications très particulières, SNFA a développé les séries **VEB (ISO 19) et VEX (ISO 10)**.

Au cours de l'étude et de la mise au point de ces séries, les différents problèmes qui caractérisent les applications à haute vitesse ont été analysés, en particulier les effets dynamiques et thermiques ainsi que les problèmes liés à la lubrification, sans oublier les autres particularités importantes qui sont la capacité de charge; la rigidité.

Les roulements VEB et VEX permettent de larges possibilités d'utilisation quel que soit le type de lubrification utilisé à l'huile ou à la graisse.

Les vitesses indiquées dans les tableaux sont valables pour des conditions de fonctionnement optimales.

Avec des roulements ayant une précharge rigide, de telles vitesses sont valables tant que les conditions de fonctionnement ne comportent pas d'augmentations sensibles de précharge engendrées par des effets thermiques.

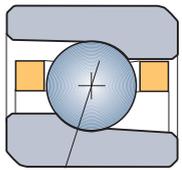
Lors de certaines applications (ex: électrobroches) la chaleur transmise par le moteur augmente sensiblement la précharge des roulements en pénalisant la vitesse.

Pour éviter ce problème et afin de ne pas avoir un endommagement précoce, il est conseillé de monter les roulements dans leurs portées, sans efforts, avec une précharge initiale inférieure à celle indiquée sur le catalogue qui, pendant le fonctionnement atteindra la valeur prévue.

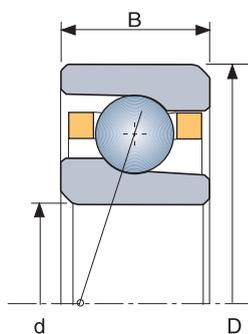
Les roulements VEB et VEX dans l'exécution NS/H1 (billes en céramique et bague extérieure avec trou de lubrification air-huile) offrent la solution idéale pour atteindre les vitesses maximales.

La lubrification minimale air-huile, la précharge contrôlée constante, l'exécution soignée de la portée des roulements et un équilibrage parfait des parties tournantes sont le complément indispensable pour atteindre un bon résultat avec des roulements **VEB et VEX**.

VEB
ISO 19

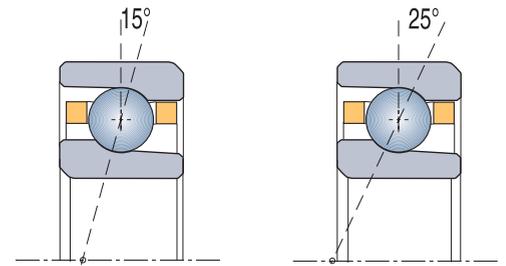


série **VEB** ISO 19



SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
						VEB 8	8	19	6	
VEB 10	10	22	6	11	3.17	210	95	198	91	0.009
VEB 12	12	24	6	12	3.17	220	107	210	102	0.010
VEB 15	15	28	7	12	3.97	330	166	310	158	0.015
VEB 17	17	30	7	13	3.97	340	184	330	175	0.016
VEB 20	20	37	9	14	4.76	500	290	480	270	0.036
VEB 25	25	42	9	16	4.76	540	340	510	320	0.040
VEB 30	30	47	9	18	4.76	580	390	540	370	0.050
VEB 35	35	55	10	19	5.55	790	560	750	540	0.075
VEB 40	40	62	12	19	6.35	1 000	740	950	700	0.100
VEB 45	45	68	12	21	6.35	1 050	830	1 000	780	0.130
VEB 50	50	72	12	21	7.14	1 310	1040	1 240	980	0.130
VEB 55	55	80	13	21	7.94	1 590	1 280	1 500	1 220	0.170
VEB 60	60	85	13	23	7.94	1 670	1 420	1 580	1 340	0.190
VEB 65	65	90	13	24	7.94	1 690	1 500	1 600	1 420	0.200
VEB 70	70	100	16	22	9.52	2 260	1 950	2 130	1 850	0.320
VEB 75	75	105	16	23	9.52	2 300	2 050	2 170	1 950	0.340
VEB 80	80	110	16	24	9.52	2 340	2 160	2 210	2 040	0.360
VEB 85	85	120	18	23	11.11	3 050	2 790	2 880	2 640	0.500
VEB 90	90	125	18	24	11.11	3 110	2 930	2 940	2 770	0.540
VEB 95	95	130	18	25	11.11	3 170	3 070	2 990	2 900	0.560
VEB 100	100	140	20	24	12.70	3 970	3 810	3 760	3 610	0.770

Pour dimensions supérieures consulter notre service technico-commercial



Vitesse maximum de base (V_h)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 9 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge aver ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
VEB 8	184 000	147 000	132 000	119 000	107 000	72 700	65 500
VEB 10	155 000	124 000	112 000	100 000	90 300	61 300	55 200
VEB 12	137 000	110 000	99 000	89 000	80 100	54 400	49 000
VEB 15	115 000	91 900	82 700	74 400	66 900	45 500	40 900
VEB 17	105 000	84 000	75 600	68 000	61 200	41 500	37 400
VEB 20	86 200	69 100	62 200	55 900	50 300	34 100	30 700
VEB 25	73 100	58 600	52 700	47 400	42 600	29 000	26 100
VEB 30	63 400	50 800	45 700	41 100	37 000	25 100	22 600
VEB 35	54 100	43 300	39 000	35 000	31 500	21 400	19 300
VEB 40	47 500	38 100	34 300	30 800	27 700	18 800	16 900
VEB 45	42 700	34 200	30 800	27 700	24 900	16 900	15 200
VEB 50	39 500	31 600	28 500	25 600	23 000	15 600	14 100
VEB 55	35 500	28 500	25 600	23 000	20 700	14 100	12 700
VEB 60	33 000	26 400	23 800	21 400	19 200	13 100	11 800
VEB 65	30 800	24 600	22 200	19 900	17 900	12 200	11 000
VEB 70	27 900	22 400	20 100	18 100	16 300	11 100	9 900
VEB 75	26 300	21 000	18 900	17 000	15 300	10 400	9 400
VEB 80	24 800	19 900	17 900	16 100	14 500	9 800	8 800
VEB 85	22 900	18 300	16 500	14 800	13 300	9 100	8 200
VEB 90	21 800	17 400	15 700	14 100	12 700	8 600	7 800
VEB 95	20 700	16 600	14 900	13 400	12 100	8 200	7 400
VEB 100	19 300	15 500	13 900	12 500	11 300	7 700	6 900

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$

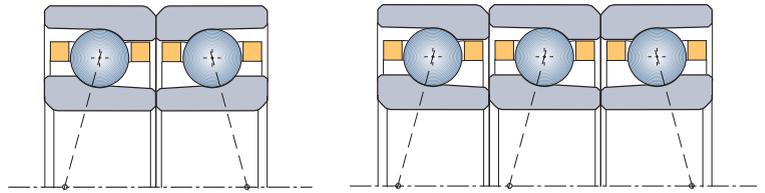
Vitesse max ABEC 7 = $V_h \cdot 0,9$

Vitesse max Tandem = Vitesse unité $\cdot 0,9$

Valeurs de précharge et rigidité

Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)

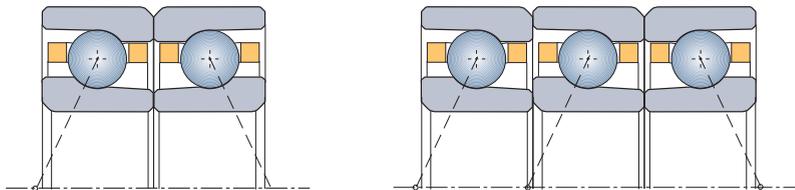


SNFA	Précharge légère L			Précharge moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
VEB 8	0.9	0.8	1.2	2.7	1.3	1.8	5.5	1.8	2.5
VEB 10	1.1	1.0	1.4	3.2	1.5	2.2	6.5	2.1	3.1
VEB 12	1.1	1.0	1.5	3.4	1.7	2.4	6.8	2.3	3.3
VEB 15	1.7	1.3	1.9	5.1	2.0	2.9	10.2	2.8	4.0
VEB 17	1.8	1.4	2.0	5.4	2.2	3.1	10.8	3.0	4.3
VEB 20	2.6	1.7	2.5	7.9	2.8	4.0	15.7	3.8	5.4
VEB 25	2.8	1.9	2.8	8.5	3.1	4.4	17.0	4.2	6.0
VEB 30	3.0	2.1	3.1	9.0	3.4	4.8	18.0	4.6	6.6
VEB 35	4.1	2.6	3.8	12.5	4.1	5.9	25.0	5.5	7.9
VEB 40	5.2	2.9	4.3	15.7	4.6	6.6	31.5	6.3	9.0
VEB 45	5.5	3.2	4.6	16.6	5.0	7.2	33.1	6.8	9.7
VEB 50	6.9	3.6	5.2	21.0	5.5	8.0	41.0	7.6	10.8
VEB 55	8.3	3.9	5.7	25.0	6.1	8.8	50.0	8.3	11.9
VEB 60	8.7	4.2	6.2	26.2	6.6	9.5	52.3	8.9	12.8
VEB 65	8.9	4.4	6.4	26.6	6.8	9.8	53.2	9.2	13.2
VEB 70	12.0	4.8	7.1	36.0	7.5	10.8	71.0	10.2	14.6
VEB 75	12.0	5.0	7.3	36.1	7.7	11.2	72.2	10.5	15.1
VEB 80	12.3	5.2	7.5	37.0	8.0	11.6	74.0	10.8	15.6
VEB 85	16.0	5.8	8.4	47.9	8.9	12.9	95.7	12.1	17.4
VEB 90	16.3	6.0	8.7	48.8	9.2	13.3	97.7	12.5	17.9
VEB 95	16.6	6.2	9.0	50.0	9.5	13.8	99.5	12.9	18.5
VEB 100	20.8	6.8	9.8	62.4	10.5	15.1	125.0	14.1	20.3

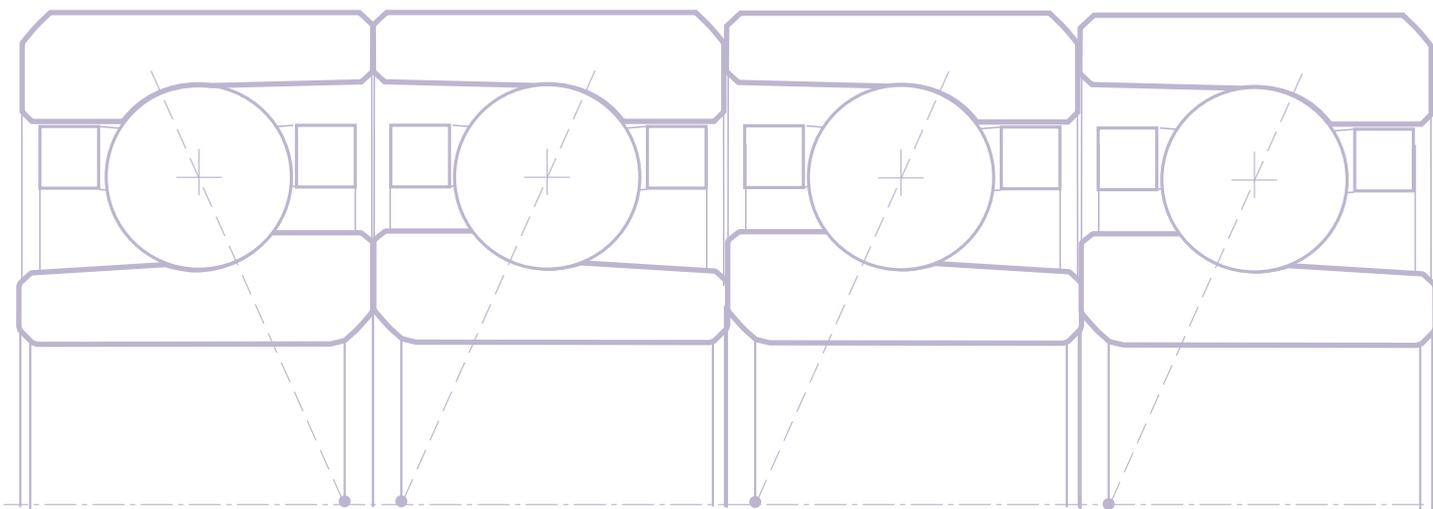
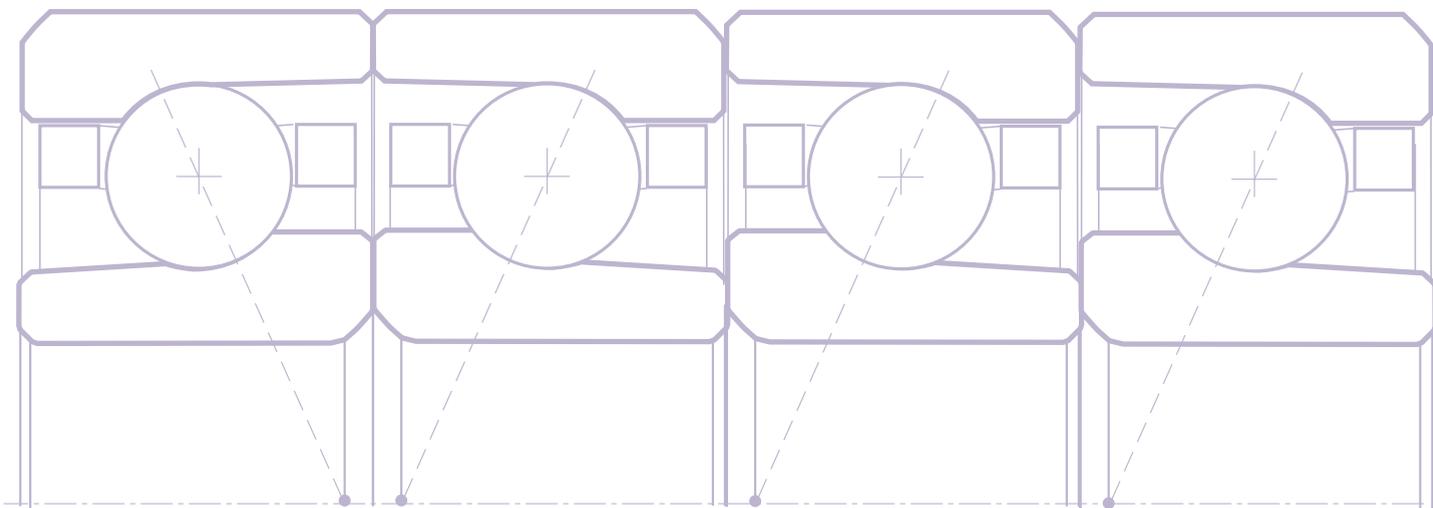
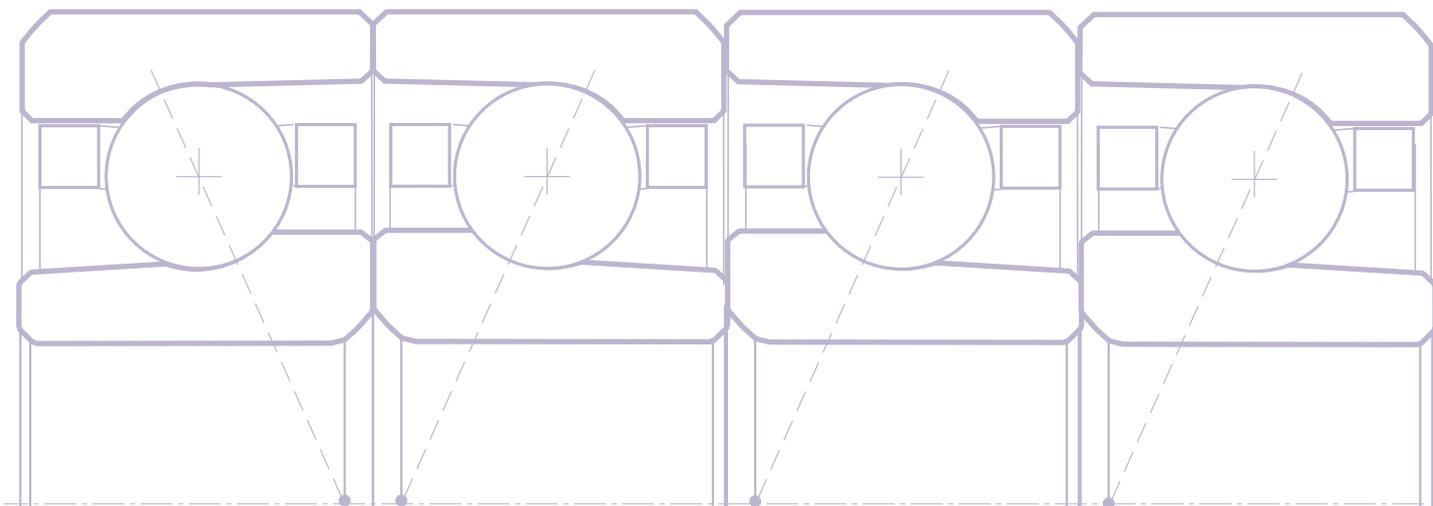
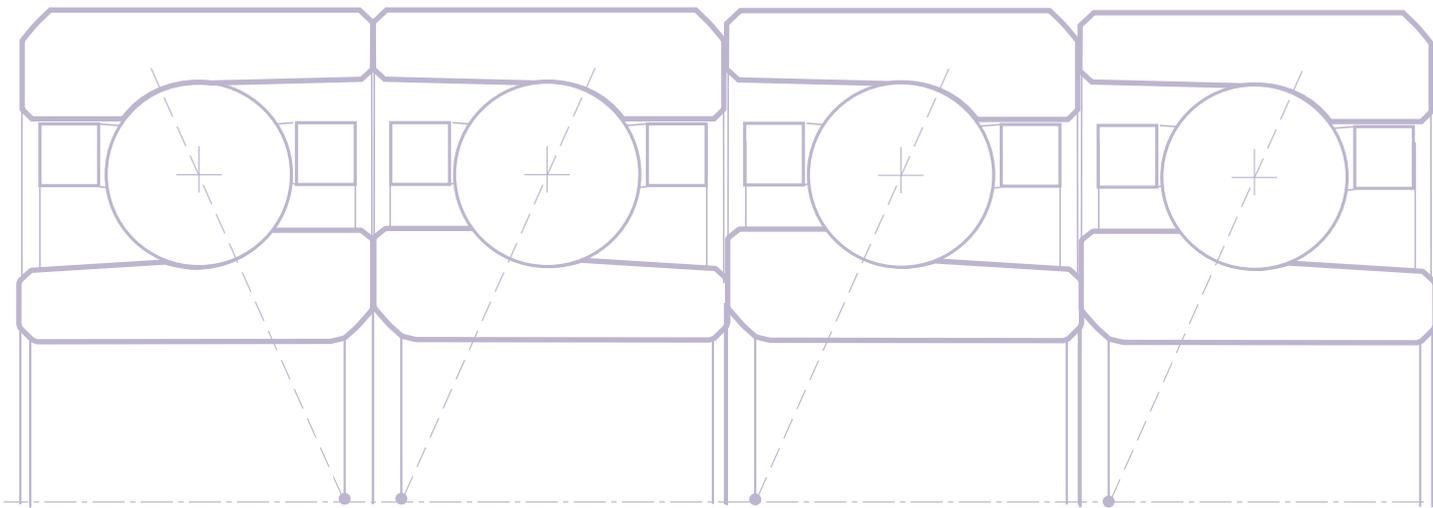
Valeurs de précharge et rigidité

Angle de contact = 25°

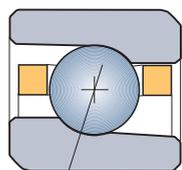
(Roulements avec précharge rigide)



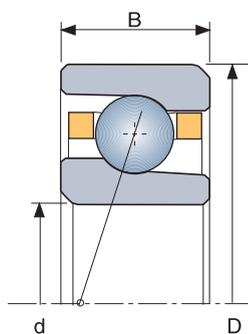
SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
VEB 10	1.7	2.4	3.5	5.0	3.5	5.2	10.0	4.6	6.7
VEB 12	1.8	2.6	3.8	5.5	3.9	5.7	11.0	5.1	7.4
VEB 15	2.8	3.2	4.7	8.4	4.8	7.0	17.0	6.3	9.2
VEB 17	2.9	3.4	5.0	8.7	5.1	7.5	17.5	6.7	9.8
VEB 20	4.2	4.3	6.3	13.0	6.5	9.5	25.0	8.4	12.2
VEB 25	4.5	4.8	7.1	14.0	7.3	10.7	27.0	9.4	13.7
VEB 30	4.8	5.4	7.8	14.5	8.0	11.6	29.0	10.4	15.1
VEB 35	6.6	6.5	9.5	20.0	9.6	14.1	40.0	12.5	18.2
VEB 40	8.4	7.3	10.8	25.0	10.9	15.9	50.5	14.2	20.6
VEB 45	8.8	8.0	11.7	26.5	11.8	17.3	52.9	15.4	22.4
VEB 50	11.0	8.9	13.1	33.0	13.2	19.3	66.0	17.2	25.0
VEB 55	13.3	9.8	14.4	40.0	14.6	21.3	80.0	18.9	27.6
VEB 60	13.9	10.6	15.6	41.8	15.7	23.0	83.6	20.4	29.7
VEB 65	14.2	11.0	16.1	42.5	16.3	23.8	85.0	21.1	30.7
VEB 70	19.0	12.1	17.8	57.0	17.9	26.2	113.0	23.3	33.9
VEB 75	19.2	12.5	18.4	57.7	18.6	27.2	115.0	24.1	35.1
VEB 80	19.5	13.0	19.0	59.0	19.2	28.1	117.0	24.9	36.3
VEB 85	25.5	14.5	21.3	76.5	21.5	31.4	153.0	27.8	40.5
VEB 90	26.0	15.0	22.0	78.0	22.2	32.5	156.0	28.8	41.9
VEB 95	26.5	15.5	22.8	79.5	23.0	33.6	159.0	29.7	43.3
VEB 100	33.2	17.0	25.0	99.6	25.2	36.8	199.0	32.6	47.5



VEX
ISO 10

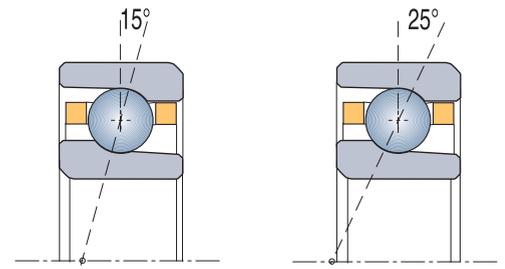


série **VEX** ISO 10



SNFA	d	D	B	z	Ø	15°		25°		Poids
						C33	C0	C33	C0	
						VEX 6	6	17	6	
VEX 7	7	19	6	8	3.57	198	77		0.008	
VEX 8	8	22	7	8	3.97	240	97		0.012	
VEX 9	9	24	7	9	3.97	260	113		0.015	
VEX 10	10	26	8	10	4.37	340	152		0.019	
VEX 12	12	28	8	10	4.76	390	182		0.021	
VEX 15	15	32	9	12	4.76	450	230		0.028	
VEX 17	17	35	10	12	5.55	600	310		0.035	
VEX 20	20	42	12	12	6.35	760	410		0.065	
VEX 25	25	47	12	14	6.35	840	500	800	480	0.078
VEX 30	30	55	13	17	6.35	950	630	900	600	0.110
VEX 35	35	62	14	17	7.14	1170	800	1110	770	0.150
VEX 40	40	68	15	19	7.14	1250	920	1180	870	0.190
VEX 45	45	75	16	21	7.14	1310	1040	1250	980	0.240
VEX 50	50	80	16	21	7.94	1600	1270	1510	1210	0.250
VEX 55	55	90	18	24	7.94	1710	1480	1620	1400	0.400
VEX 60	60	95	18	25	7.94	1740	1560	1650	1480	0.420
VEX 65	65	100	18	25	8.73	2080	1880	1970	1780	0.450
VEX 70	70	110	20	25	9.52	2430	2230	2300	2110	0.640
VEX 75	75	115	20	26	9.52	2670	2630	2520	2490	0.670
VEX 80	80	125	22	25	11.11	3470	3400	3290	3220	0.850
VEX 85	85	130	22	26	11.11	3540	3560	3340	3370	0.900
VEX 90	90	140	24	28	11.11	3670	3870	3470	3660	1.200
VEX 95	95	145	24	26	12.70	4520	4630	4270	4390	1.250
VEX 100	100	150	24	27	12.70	4600	4840	4350	4580	1.300
VEX 110	110	170	28	30	12.70	4830	5500	4560	5200	2.100
VEX 120	120	180	28	29	14.28	5900	6600	5600	6300	2.200

Pour dimensions supérieures consulter notre service technico-commercial



Vitesse maximum de base (Vh)

(pour roulements avec $\alpha = 15^\circ$ en ABEC 9 lubrifiés à l'huile)

SNFA	Précharge avec ressort	Précharge rigide					
		Légère L		Moyenne M		Forte F	
	Unité	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois	Paire	Jeu de trois
VEX 6	210 000	168 000	151 200	136 500	122 900	84 000	75 600
VEX 7	190 000	152 000	136 800	123 500	111 200	76 000	68 400
VEX 8	165 000	132 000	118 800	107 200	96 300	66 000	58 400
VEX 9	150 000	120 000	108 000	97 500	87 800	60 000	54 000
VEX 10	140 000	112 000	100 800	91 000	81 900	56 000	50 400
VEX 12	125 000	100 000	90 000	81 300	73 100	50 000	45 000
VEX 15	105 000	84 000	75 600	68 300	61 400	42 000	37 800
VEX 17	95 000	76 000	68 400	62 000	55 800	38 000	34 200
VEX 20	80 000	64 000	57 600	52 000	46 800	32 000	28 800
VEX 25	70 000	56 000	50 400	45 500	41 000	28 000	25 200
VEX 30	60 000	48 100	43 300	39 100	35 200	24 100	21 700
VEX 35	50 000	40 100	36 100	32 600	29 400	20 100	18 100
VEX 40	45 000	36 000	32 400	29 300	26 300	18 000	16 200
VEX 45	41 000	32 800	29 300	26 700	24 000	16 400	14 800
VEX 50	38 000	30 400	27 400	24 700	22 200	15 200	13 700
VEX 55	32 000	25 600	23 000	20 700	18 600	12 700	11 400
VEX 60	30 000	24 000	21 600	19 400	17 400	11 900	10 700
VEX 65	28 000	22 400	20 200	18 100	16 200	11 100	10 000
VEX 70	26 000	20 800	18 700	16 800	15 100	10 300	9 300
VEX 75	24 000	19 200	17 300	15 500	13 900	9 500	8 500
VEX 80	21 600	17 300	15 500	14 000	12 600	8 600	7 700
VEX 85	21 000	16 800	15 100	13 600	12 200	8 300	7 500
VEX 90	19 400	15 500	14 000	12 600	11 300	7 700	6 900
VEX 95	18 600	14 900	13 400	12 100	10 800	7 400	6 600
VEX 100	17 900	14 300	12 900	11 600	10 400	7 100	6 400
VEX 110	15 500	12 400	11 200	10 000	9 000	6 100	5 500
VEX 120	14 000	11 200	10 100	9 100	8 200	5 500	5 000

Vitesse max à la graisse = $V_h \cdot 0,65$ - Vitesse max $\alpha = 25^\circ = V_h \cdot 0,9$

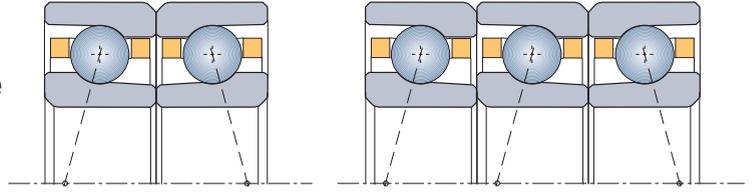
Vitesse max ABEC 7 = $V_h \cdot 0,9$

Vitesse max Tandem = $V_h \text{ unité} \cdot 0,9$

Valeurs de précharge et rigidité

Angle de contact = 15°

(Roulements avec précharge rigide)



SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
VEX 6	1.0	0.9	1.3	2.5	1.2	1.7	5.0	1.5	2.2
VEX 7	1.0	0.9	1.3	3.0	1.3	1.9	6.0	1.7	2.4
VEX 8	1.5	1.1	1.6	3.5	1.4	2.1	7.5	1.8	2.7
VEX 9	1.5	1.2	1.7	4.0	1.6	2.4	8.0	2.0	3.0
VEX 10	1.5	1.3	1.9	5.0	1.9	2.8	10.0	2.4	3.6
VEX 12	2.0	1.5	2.2	6.0	2.1	3.1	12.0	2.7	3.9
VEX 15	2.5	1.8	2.6	7.0	2.5	3.7	14.0	3.2	4.6
VEX 17	3.0	2.0	2.9	9.0	2.9	4.2	18.5	3.6	5.4
VEX 20	4.0	2.3	3.4	12.0	3.3	4.9	23.5	4.1	6.1
VEX 25	4.5	2.7	3.9	13.0	3.9	5.5	26.0	4.9	7.0
VEX 30	5.0	3.1	4.6	15.0	4.5	6.6	30.0	5.7	8.3
VEX 35	6.0	3.5	5.1	18.0	5.0	7.3	37.0	6.3	9.3
VEX 40	6.5	3.8	5.6	20.0	5.5	8.1	39.0	6.9	10.2
VEX 45	7.0	4.2	6.1	21.0	6.0	8.8	41.0	7.5	11.1
VEX 50	8.5	4.6	6.8	25.0	6.6	9.7	50.0	8.3	12.2
VEX 55	9.0	5.1	7.6	27.0	7.4	10.9	54.0	9.3	13.7
VEX 60	9.2	5.3	7.8	27.5	7.7	11.3	55.0	9.6	14.2
VEX 65	11.0	5.8	8.6	33.0	8.4	12.4	65.0	10.5	15.5
VEX 70	13.0	6.3	9.3	38.0	9.1	13.3	76.0	11.4	16.8
VEX 75	14.0	6.7	9.8	42.0	9.6	14.1	84.0	12.1	17.8
VEX 80	18.0	7.4	10.9	55.0	10.8	15.9	109.0	13.5	19.9
VEX 85	18.5	7.7	11.3	56.0	11.1	16.4	111.0	14.0	20.6
VEX 90	19.0	8.2	12.0	58.0	11.8	17.4	115.0	14.9	21.9
VEX 95	23.0	8.7	12.7	70.0	12.5	18.5	140.0	15.8	23.3
VEX 100	24.0	9.0	13.2	72.0	13.0	19.1	144.0	16.4	24.1
VEX 110	25.0	9.8	14.4	76.0	14.2	20.9	152.0	17.9	26.3
VEX 120	31.0	10.7	15.7	93.0	15.4	22.7	185.0	19.4	28.5

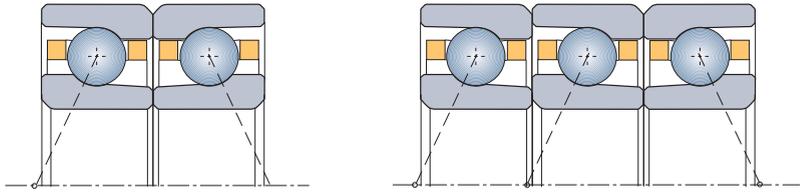
VEX

ISO 10

Valeurs de précharge et rigidité

Angle de contact = 25°

(Roulements avec précharge rigide)



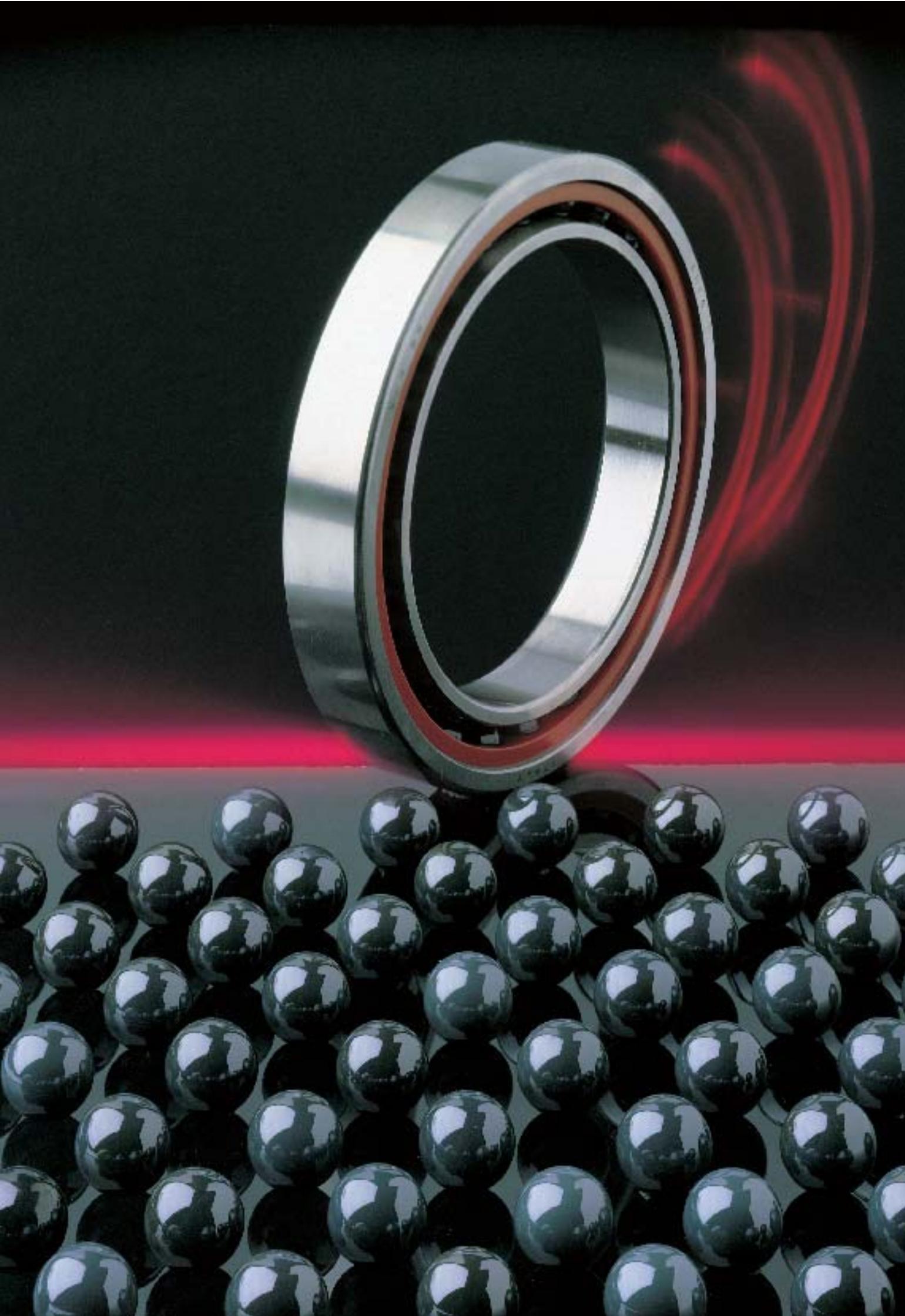
SNFA	Précharge Légère L			Précharge Moyenne M			Précharge Forte F		
	Pr	Ra		Pr	Ra		Pr	Ra	
		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois		Paire	Jeu de trois
VEX 25	7.0	6.9	10.2	21.0	10.0	14.7	43.0	12.7	18.7
VEX 30	8.0	8.2	12.1	24.0	11.9	17.5	48.0	15.0	22.0
VEX 35	10.0	9.2	13.6	30.0	13.3	19.6	59.0	16.7	24.6
VEX 40	10.5	10.1	14.9	31.0	14.5	21.3	63.0	18.4	27.0
VEX 45	11.0	11.0	16.1	33.0	15.8	23.3	66.0	19.9	29.3
VEX 50	13.0	12.0	17.7	40.0	17.5	25.7	80.0	22.0	32.4
VEX 55	14.0	13.5	19.8	43.0	19.6	28.8	86.0	24.7	36.3
VEX 60	15.0	14.2	20.8	44.0	20.3	29.8	87.0	25.4	37.4
VEX 65	17.0	15.2	22.4	52.0	22.1	32.5	104.0	27.9	41.0
VEX 70	20.0	16.6	24.4	61.0	24.0	35.3	122.0	30.3	44.5
VEX 75	22.0	17.5	25.8	67.0	25.4	37.4	134.0	32.0	47.2
VEX 80	28.0	19.5	28.7	85.0	28.2	41.5	170.0	35.6	52.3
VEX 85	29.0	20.3	29.8	89.0	29.4	43.3	178.0	37.1	54.6
VEX 90	30.0	21.5	31.7	92.0	31.3	46.0	184.0	39.4	58.0
VEX 95	38.0	23.2	34.1	113.0	33.3	49.0	227.0	42.0	61.9
VEX 100	39.0	24.0	35.3	115.0	34.4	50.6	231.0	43.4	63.8
VEX 110	40.0	25.9	38.2	121.0	37.5	55.2	242.0	47.2	69.5
VEX 120	49.0	28.2	41.5	148.0	40.8	60.0	295.0	51.3	75.5

ED

ISO -10

Roulement avec bague intérieure démontable

SNFA	d	D	B	z	Ø	Angle de contact = 15°			Poids
						C33	C0	Vh (ABEC7)	
ED 12	12	28	8	9	4.76	345	150	88 000	0.020
ED 15	15	32	9	11	4.76	395	190	74 500	0.029
ED 17	17	35	10	11	5.55	520	255	67 500	0.037
ED 20	20	42	12	10	7.14	765	375	56 000	0.063
ED 25	25	47	12	11	7.14	819	430	48 000	0.073



Roulements "NS" avec billes en céramique

En production courante dans le groupe SNFA, les roulements équipés de billes céramique appelés communément "hybrides", jouent un rôle important et décisif dans des applications où la vitesse et la température de fonctionnement sont importantes.

Les résultats positifs enregistrés dans différents secteurs ont donné une impulsion considérable à la demande de ce produit.

La céramique plus couramment utilisée pour la fabrication des billes est le Nitrure de Silicium (Si_3N_4). En combinant les excellentes caractéristiques physiques et mécaniques de ce matériel avec des procédés d'élaboration et de travail spécifiques, les billes produites se caractérisent par leur homogénéité et leur précision élevée, leur masse réduite, (environ 40% de celle de l'acier); leur dureté et leur bonne résistance à la fatigue (voir tableau comparatif).

Caractéristiques techniques du matériau				Nitrure de Silicium	Acier pour roulements
Densité	δ	[g/cm ³]		3,19	7,80
Coefficient de dilatation linéaire	α	[10 ⁻⁶ /°C]	20 - 1000 °C 20 - 300 °C	3,20 -	- 11
Module d'élasticité	E	[kN/mm ²]	20 °C	315	210
Coefficient de Poisson	ν			0,26	0,30
Dureté HV10			20 °C	1700	700
Résistance à la rupture	K _{IC}	[MN/m ^{1.5}]	20 °C	6 - 8	25
Conductibilité thermique	λ	[W/m °C]	20 °C	30-40	40-50
Température limite de fonctionnement		[°C]		ca. 1000	ca. 300
Dureté en température				bonne	mauvaise
Stabilité dimensionnelle				bonne	bonne
Résistance à la corrosion				bonne	mauvaise
Magnétisme				absent	présent
Isolation électrique				bonne	mauvaise

En comparaison avec les roulements à billes en acier, les roulements en exécution "NS" offrent les avantages suivants:

- durées supérieures, même en présence de charges élevées;
- disposition au grippage inférieure, en situation de lubrification critique;
- moins grande perte de puissance (fig. 14);
- température de fonctionnement plus basse (fig. 15);
- vitesse plus élevée aussi bien avec lubrification à huile qu'à la graisse;
- possibilité d'augmenter les limites d'accélération et décélération;
- plus grande rigidité statique et dynamique (fig. 16);
- usure moins importante (fig. 17).

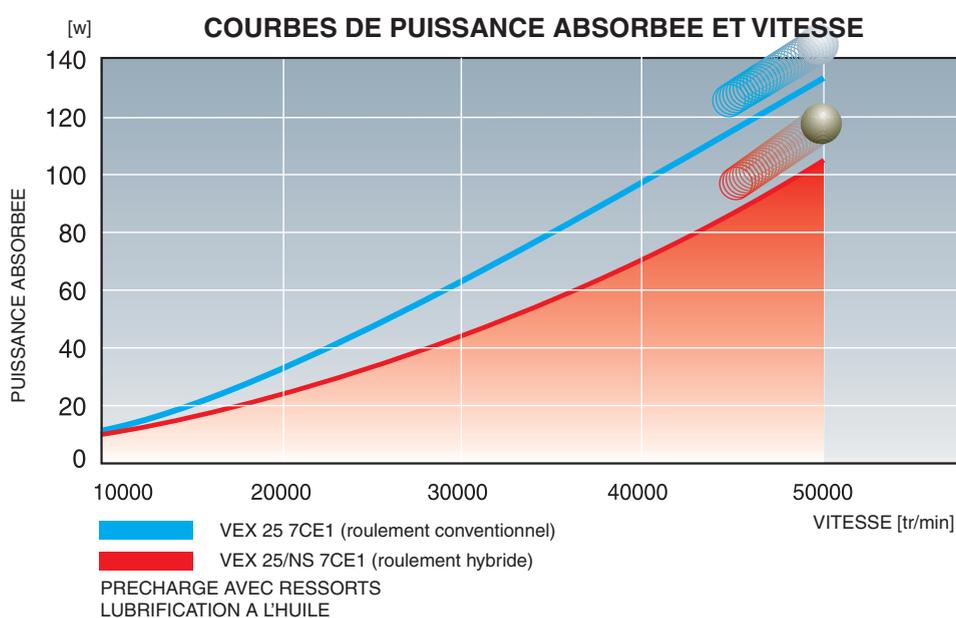


Fig. 14

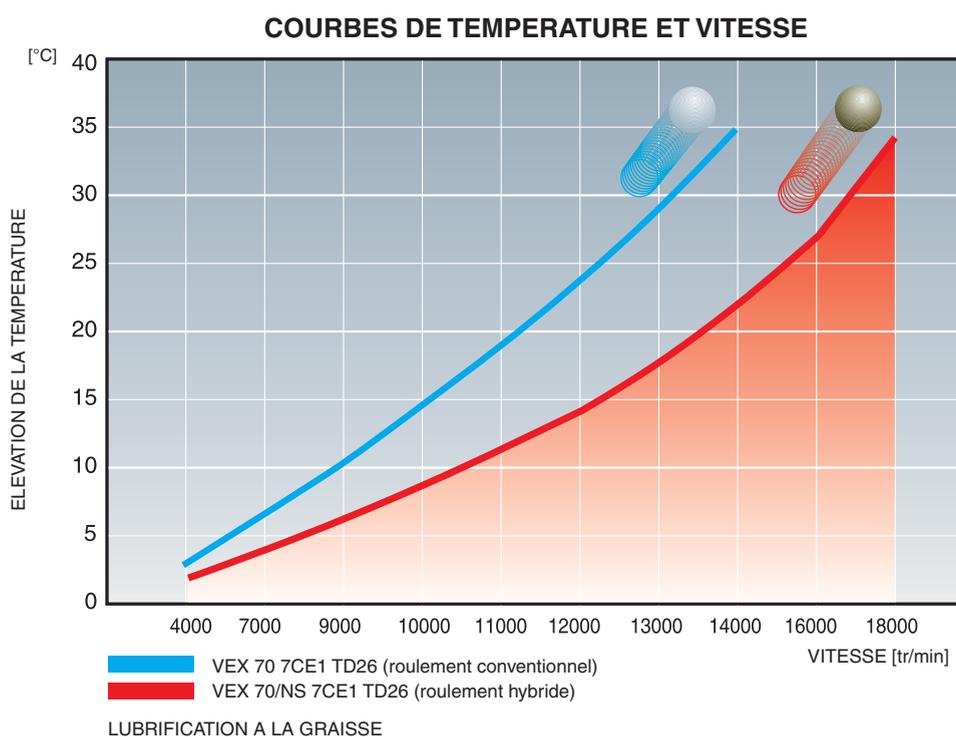


Fig. 15

COURBES DE RIGIDITE RADIALE ET VITESSE

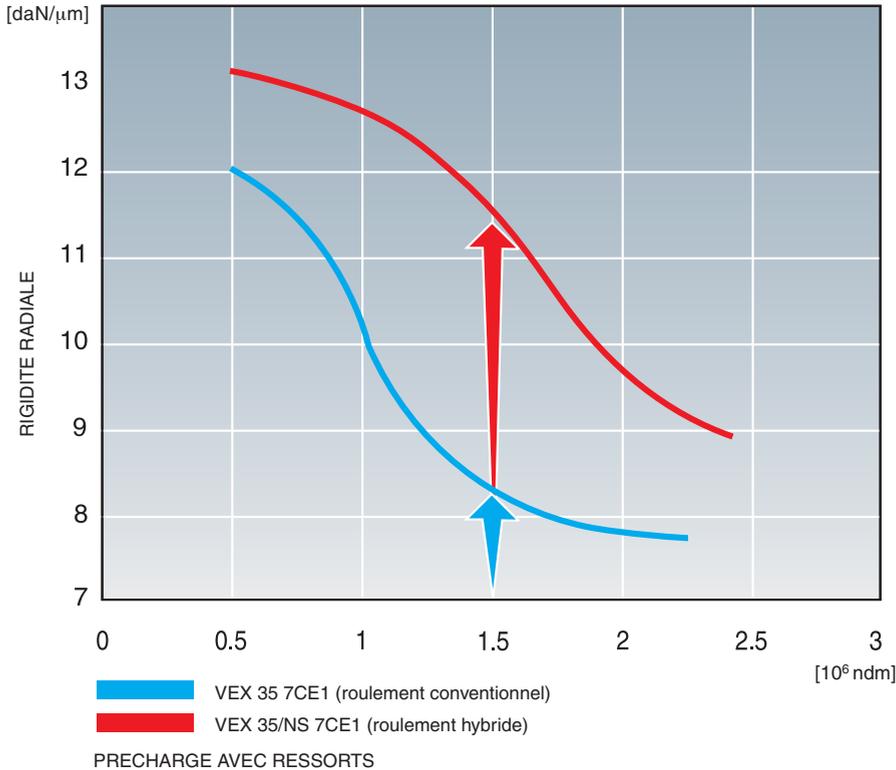


Fig. 16

L'expérience réelle et les essais réalisés en laboratoire ont démontré que la vitesse maximale pouvant être atteinte avec les roulements "hybrides" est de 15 à 30% supérieure à celle avec les roulements traditionnels. Les meilleurs avantages sont obtenus dans les applications avec une lubrification à la graisse caractérisées par une température de fonctionnement élevée.

La durée des roulements hybrides est deux fois ou plus supérieure à celle des roulements avec billes en acier. En réduisant la force centrifuge qui agit sur les billes, on obtient avec des grandes vitesses, des valeurs plus élevées.

Toutes les séries SNFA peuvent être équipées avec billes en céramique; toutefois ce sont les séries VEB et VEX spécialement étudiées pour les grandes vitesses qui exploitent le mieux les caractéristiques de ce matériau.

La désignation des roulements avec billes en céramique porte le suffixe "/NS", indiqué après la valeur du diamètre d'alésage.
 Ex.: VEX 50 / **NS** 9 CE1

USURE DES CHEMINS DE ROULEMENT

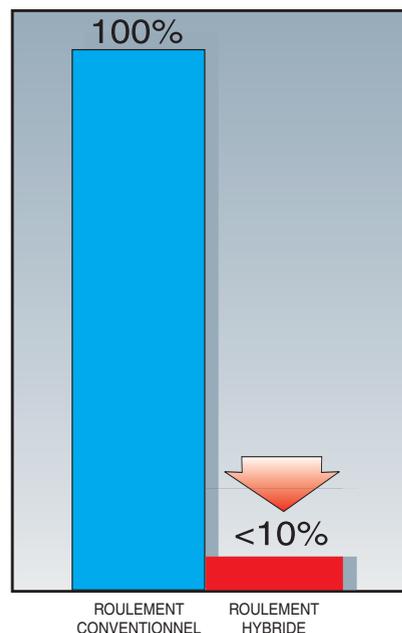


Fig. 17

Roulements en exécution "H1"

Cette désignation identifie tout roulement de la gamme SNFA, réalisé avec la bague extérieure munie de trous radiaux pour la lubrification minimale à huile.

Ce type de lubrification caractérisant surtout les applications à grande vitesse, l'exécution **H1** est particulièrement appropriée pour les séries VEB et VEX.

Les trous radiaux des roulements **H1** traversent radialement la bague extérieure (voir fig. 18) et se positionnent dans une zone très proche de celle du contact entre les billes et la piste de roulement.

EXECUTION "H1"

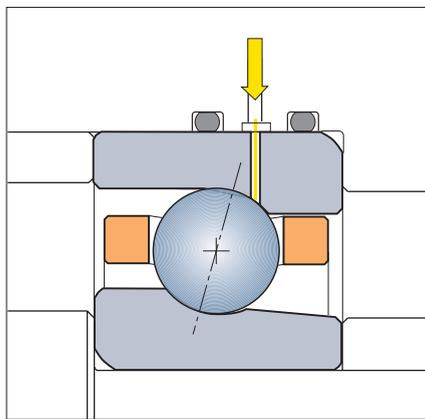


Fig. 18

Grâce à ces trous, le lubrifiant peut atteindre les zones les plus sollicitées du roulement sans dispersion du fluide par turbulences, en assurant la présence d'un film d'huile même aux vitesses maximales.

Les roulements "**H1**" s'intègrent parfaitement avec le système de lubrification minimale là où les caractéristiques de l'huile et de l'installation (centrale + circuit) revêtent une importance fondamentale pour atteindre de hautes performances.

Les avantages qu'offre une telle exécution sont: - un taux de pollution très réduit (formation de brouillard); - une basse consommation de lubrifiant; - une perte de rendement inférieure.

Le plus significatif étant la possibilité **d'atteindre de grandes vitesses (au-delà de 2.500.000 ndm) avec un haut degré de fiabilité.**

Le circuit d'alimentation de l'huile des roulements "**H1**" ne se différencie pratiquement pas de celui conventionnel pour la lubrification minimale.

Les petites quantités de lubrifiant en circulation demandent une exécution soignée des conduits (simples, directs, avec section si possible constante) et une bonne étanchéité afin d'éviter les baisses de pression.

Chaque roulement doit avoir son propre circuit d'alimentation.

Afin d'obtenir de bons résultats, le dessin de l'application doit être en conformité avec les caractéristiques des roulements "**H1**".

Consulter le service technique SNFA pour avoir de plus amples informations au cours de la phase de développement.

Exemple de désignation d'un roulement "**H1**":

- VEX 70 / **H1** 7CE1

Cartouches "HBB"

La cartouche "**HBB**" est un produit développé par SNFA pour le montage dans les broches ou électrobroches, de roulements montés avec un jeu au lieu d'une précharge.

Elle permet d'obtenir en fonctionnement, une précharge constante dans les applications, où il existe une vitesse exigeante et une grande différence de température entre l'arbre et le logement.

Le système particulier de précharge, fait à l'origine par SNFA, offre avec les cartouches "**HBB**", un fonctionnement optimal des roulements dans les conditions de travail ci-dessus indiquées, en assurant une grande fiabilité, une bonne rigidité et une parfaite stabilité.

Les cartouches sont livrées graissées à l'origine et nécessitent aucun entretien particulier quant à leur lubrification.

Ayant un encombrement réduit, les cartouches "**HBB**" peuvent s'utiliser dans une large gamme d'applications neuves ou existantes sans réel besoin de modifications.

Elles sont prévues avec deux roulements pour haute vitesse, disposés en Dos à Dos.
Pour cela il existe deux versions:

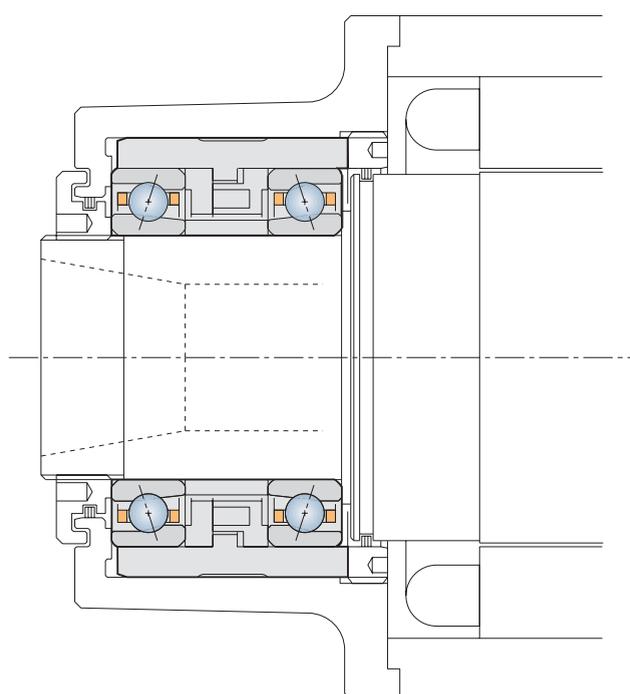
HBB .../1 et HBB .../2

Les roulements de la cartouches "**HBB**" peuvent être équipés avec billes en céramique.

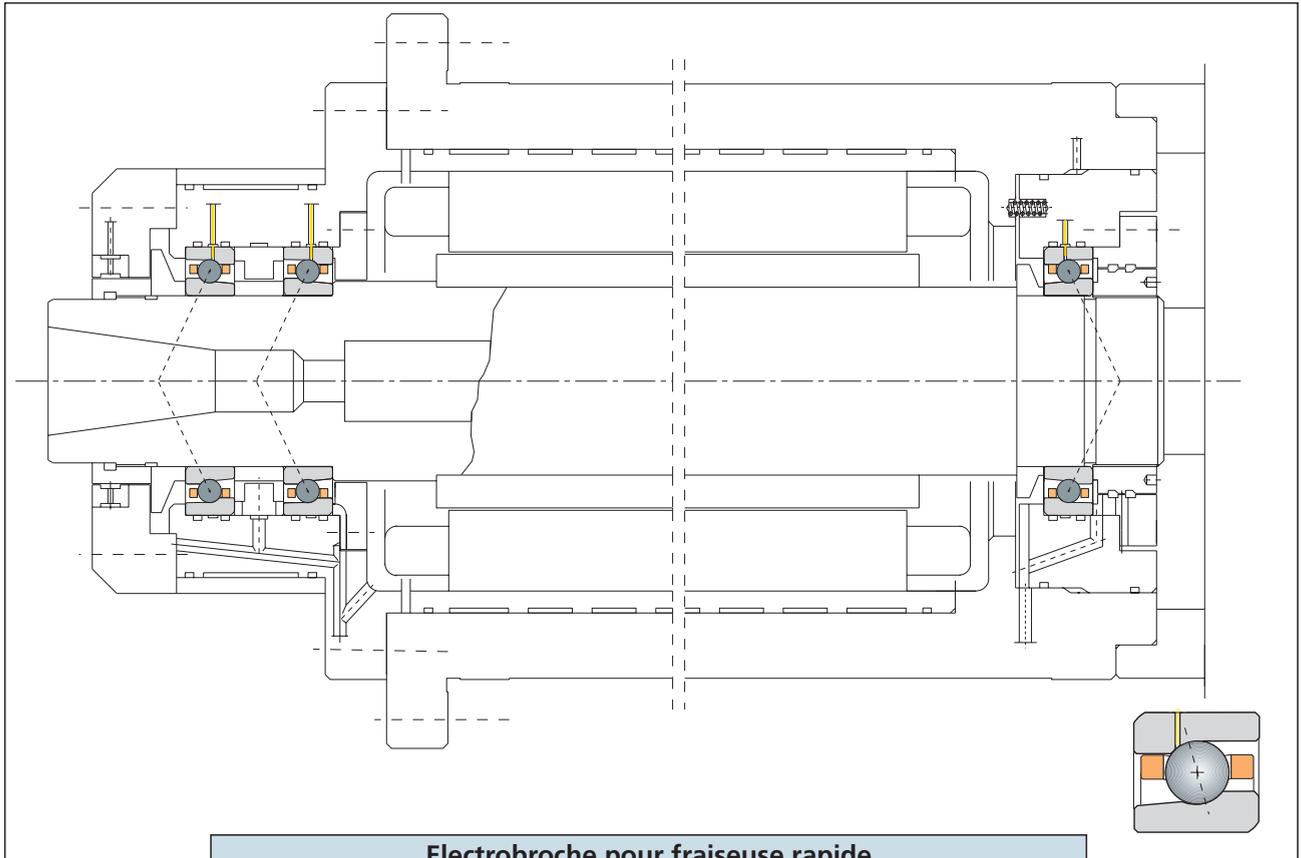
Voir figure ci-dessous pour le montage de ces cartouches.

S'agissant d'un produit spécial, celui-ci sera fourni exclusivement sur demande spécifique.

Cartouche HBB positionnée sur la partie antérieure d'une électrobroche

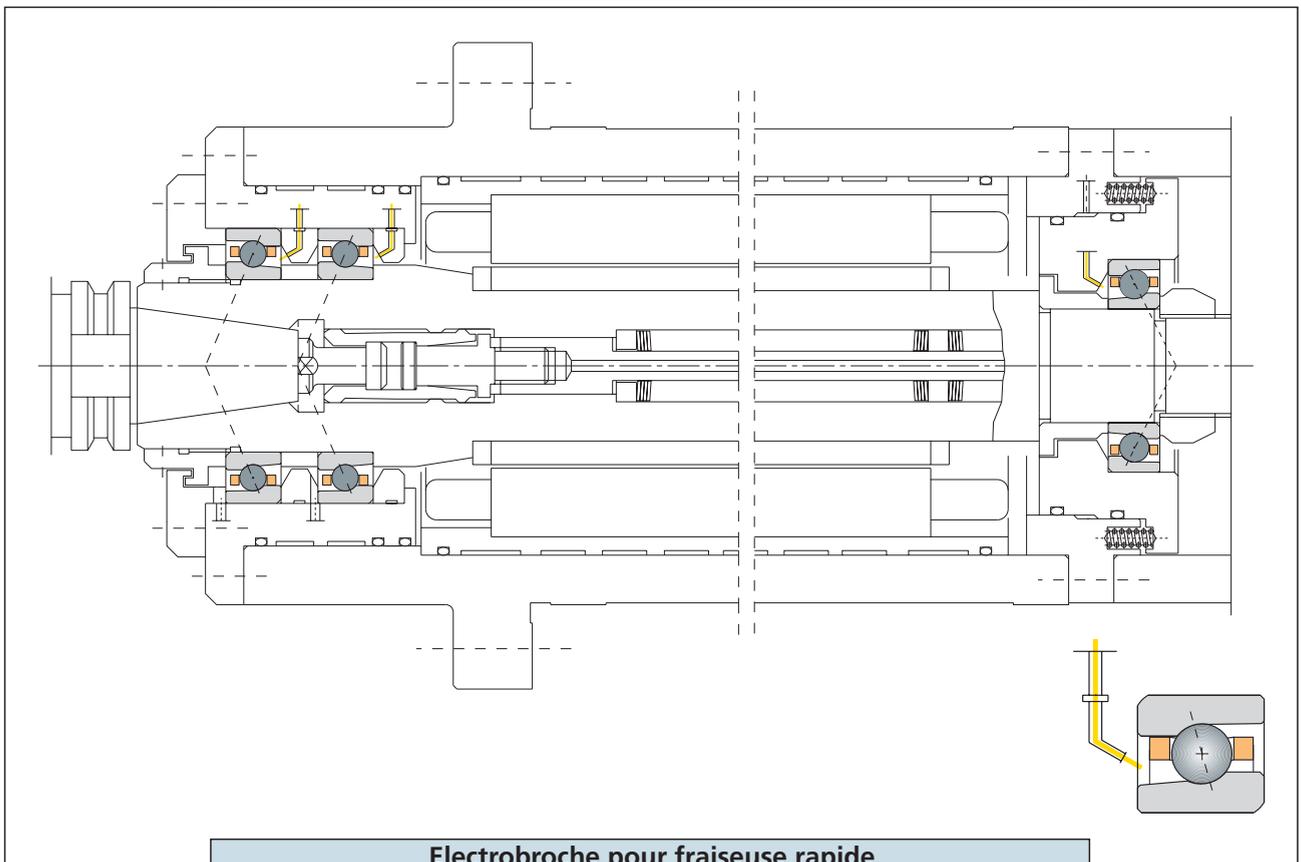


Exemples d'applications des roulements



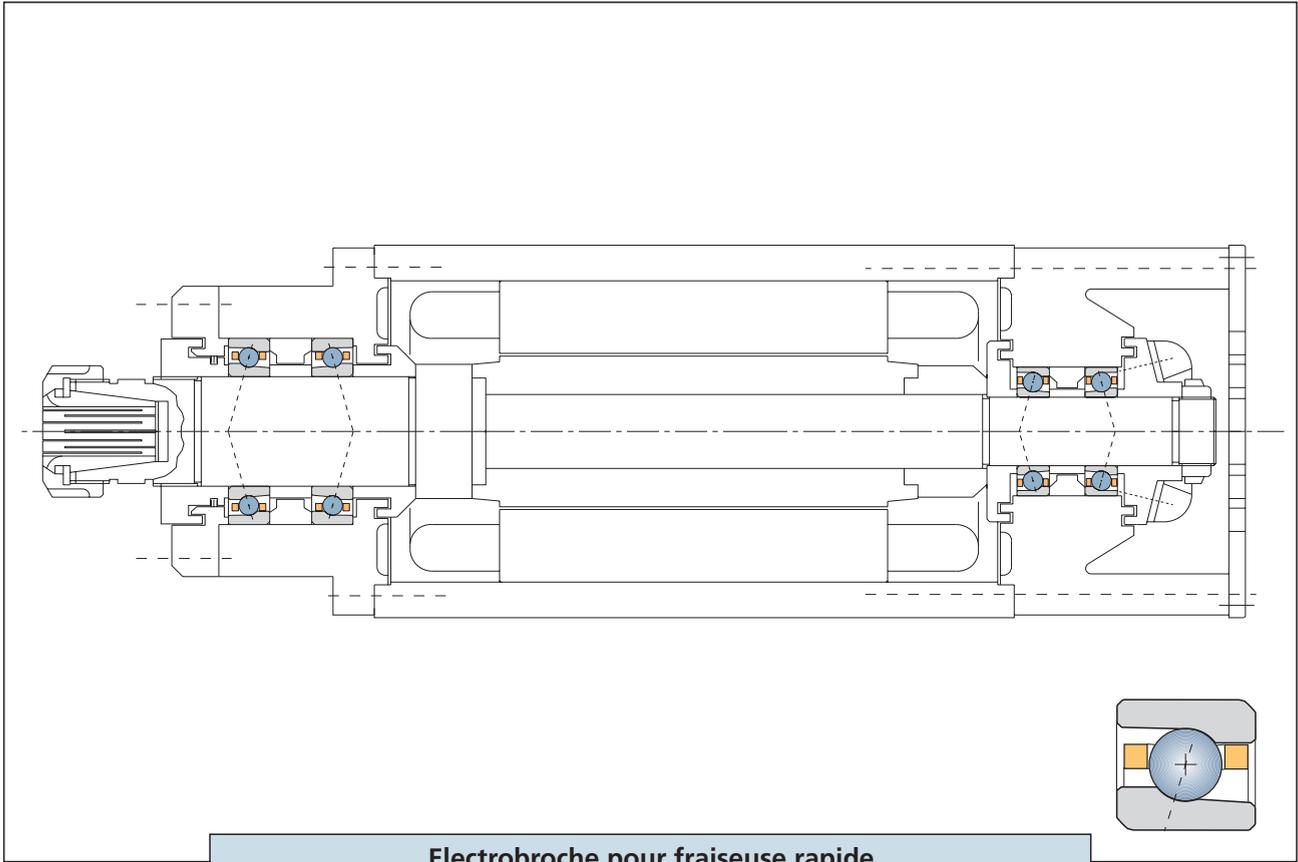
Electrobroche pour fraiseuse rapide

Roulements: Série VEX/NS/H1 - précharge variable
Lubrification air-huile au travers trou sur bague extérieure

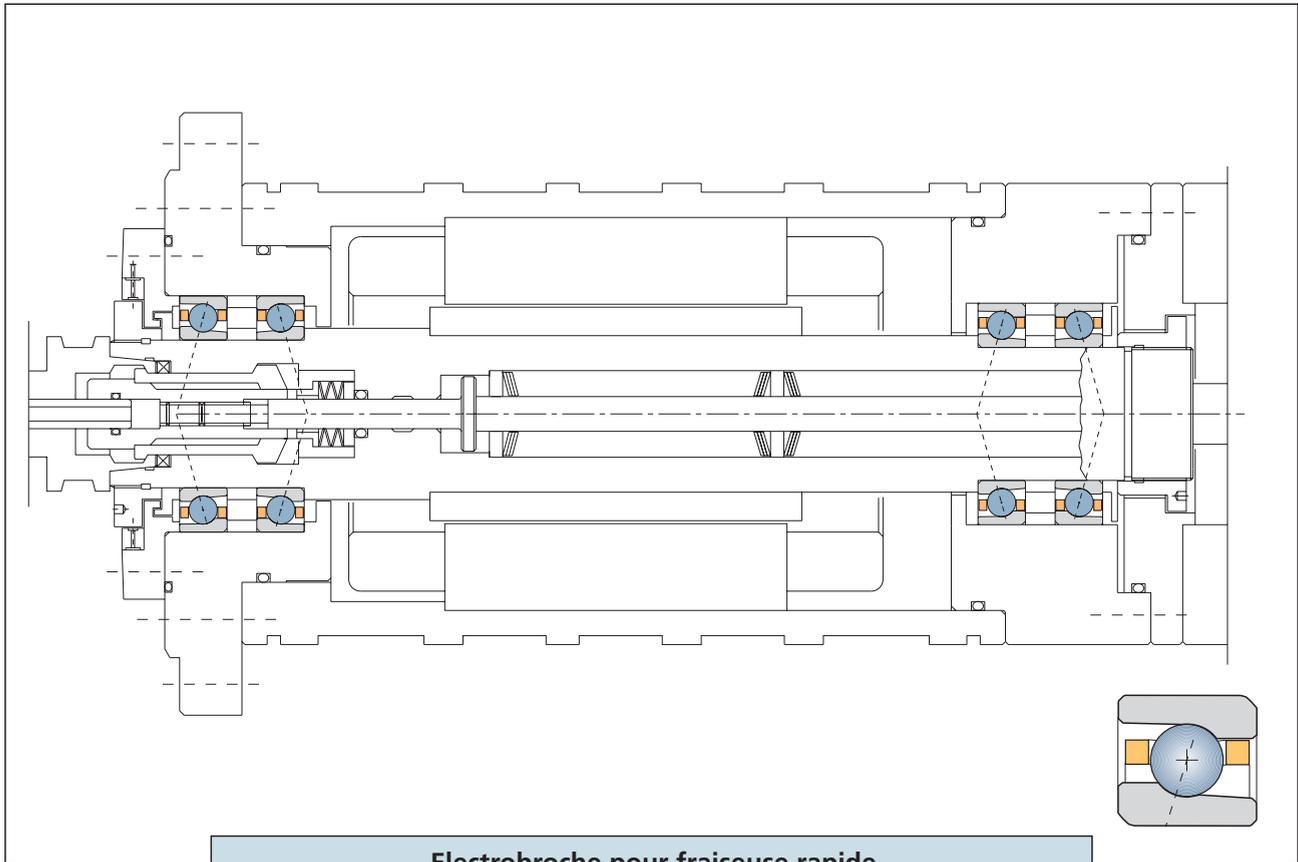


Electrobroche pour fraiseuse rapide

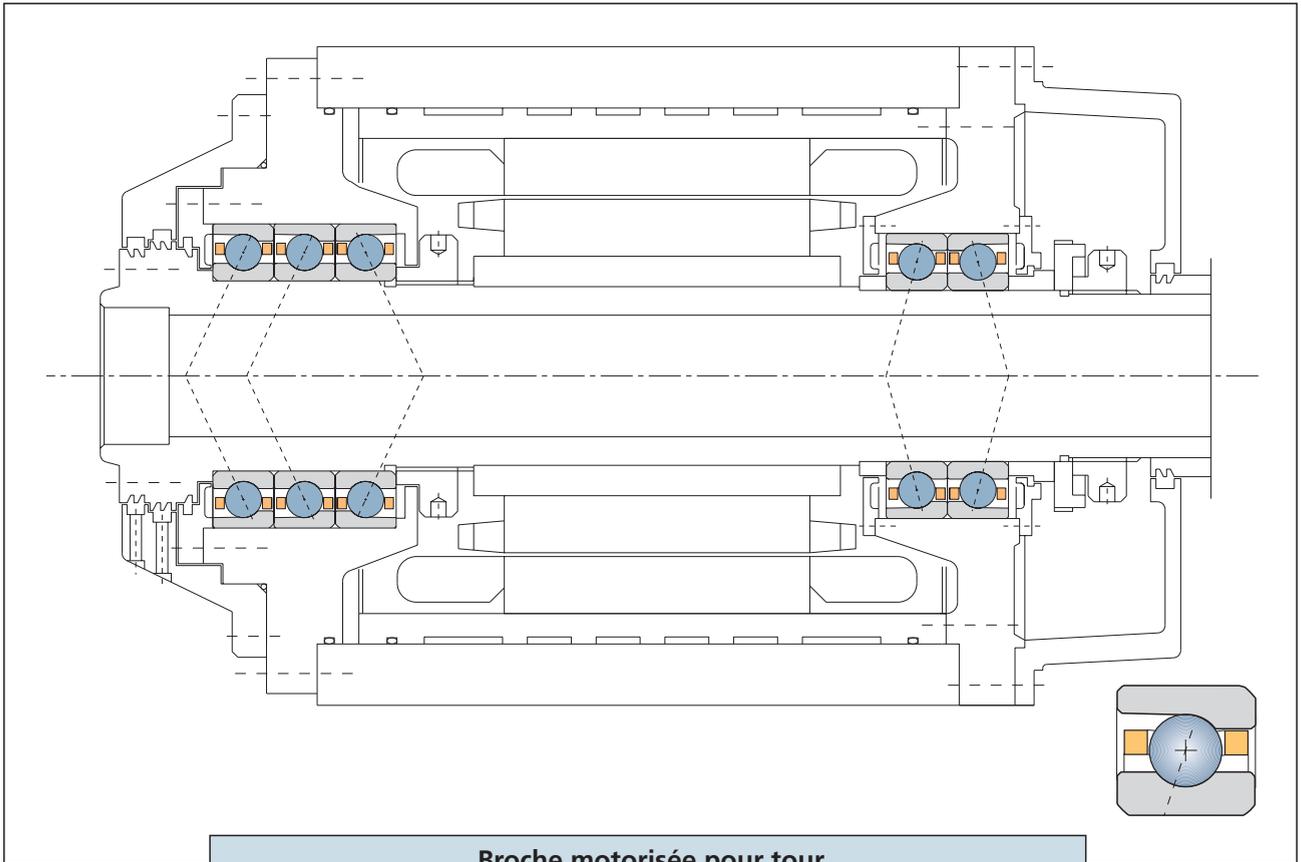
Roulements: Série VEX/NS - précharge variable
Lubrification air-huile avec gicleurs



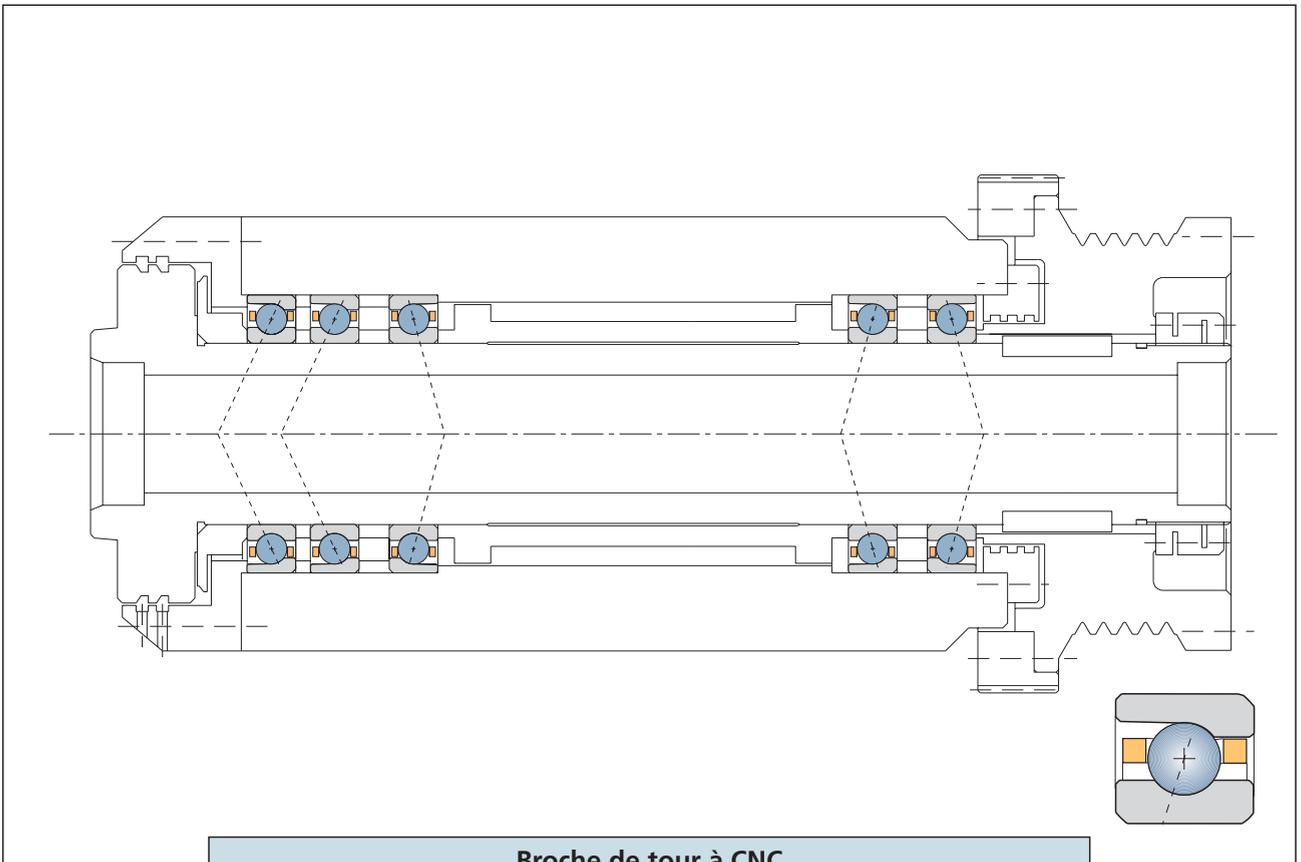
Electrobroche pour fraiseuse rapide
 Roulements: Série VEX - *Lubrification à la graisse*



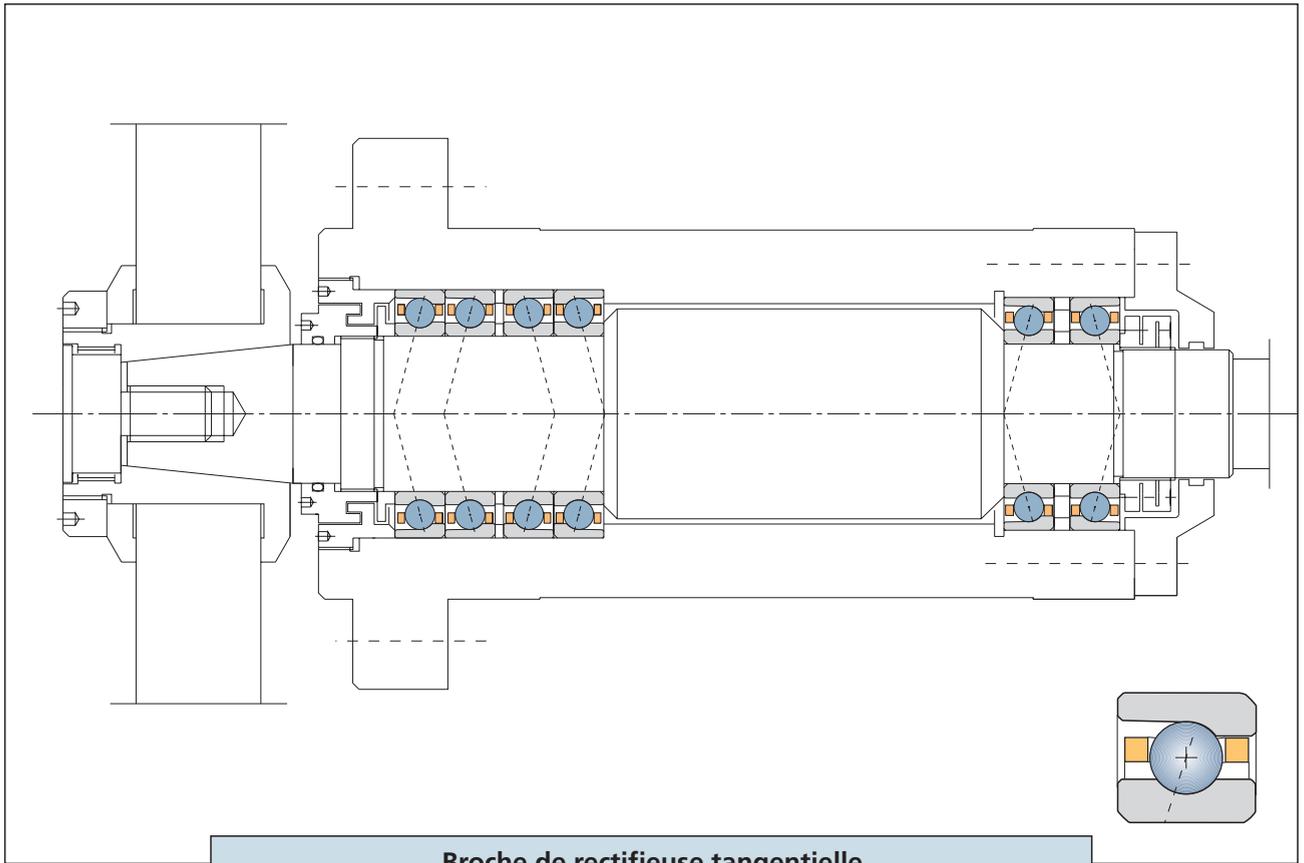
Electrobroche pour fraiseuse rapide
 Roulements: Série VEX - *Lubrification à la graisse*



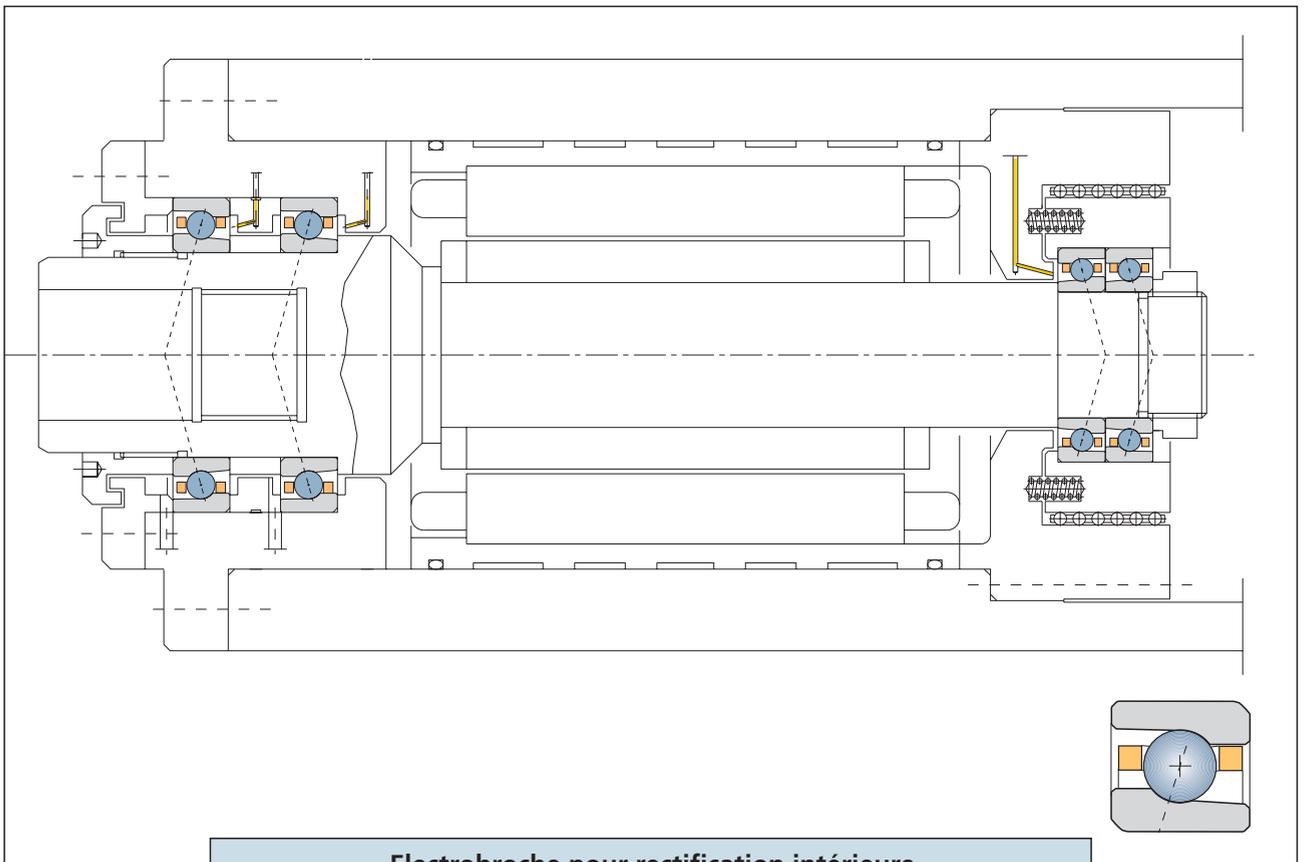
Broche motorisée pour tour
 Roulements: Série SEB et EX - *Lubrification à la graisse*



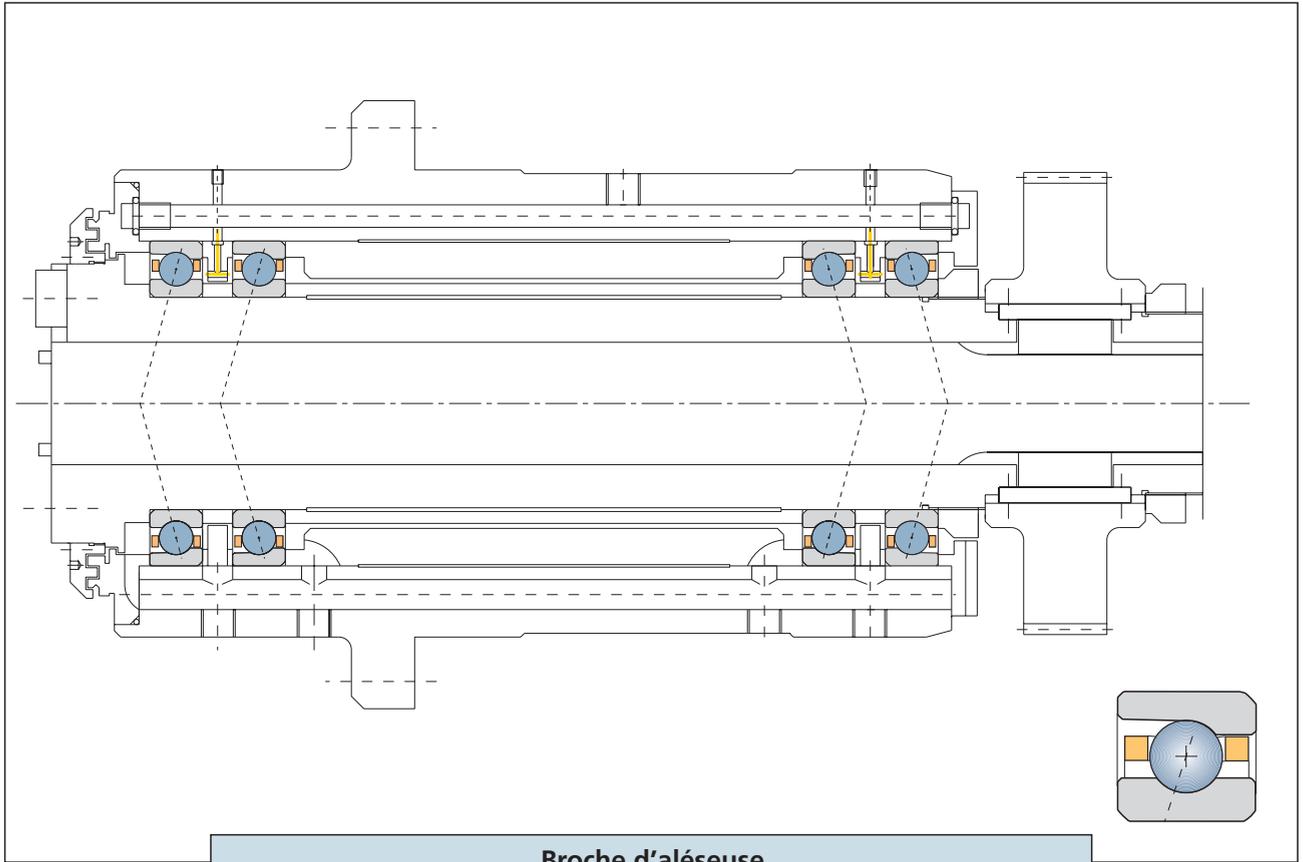
Broche de tour à CNC
 Roulements: Série EX - *Lubrification à la graisse*



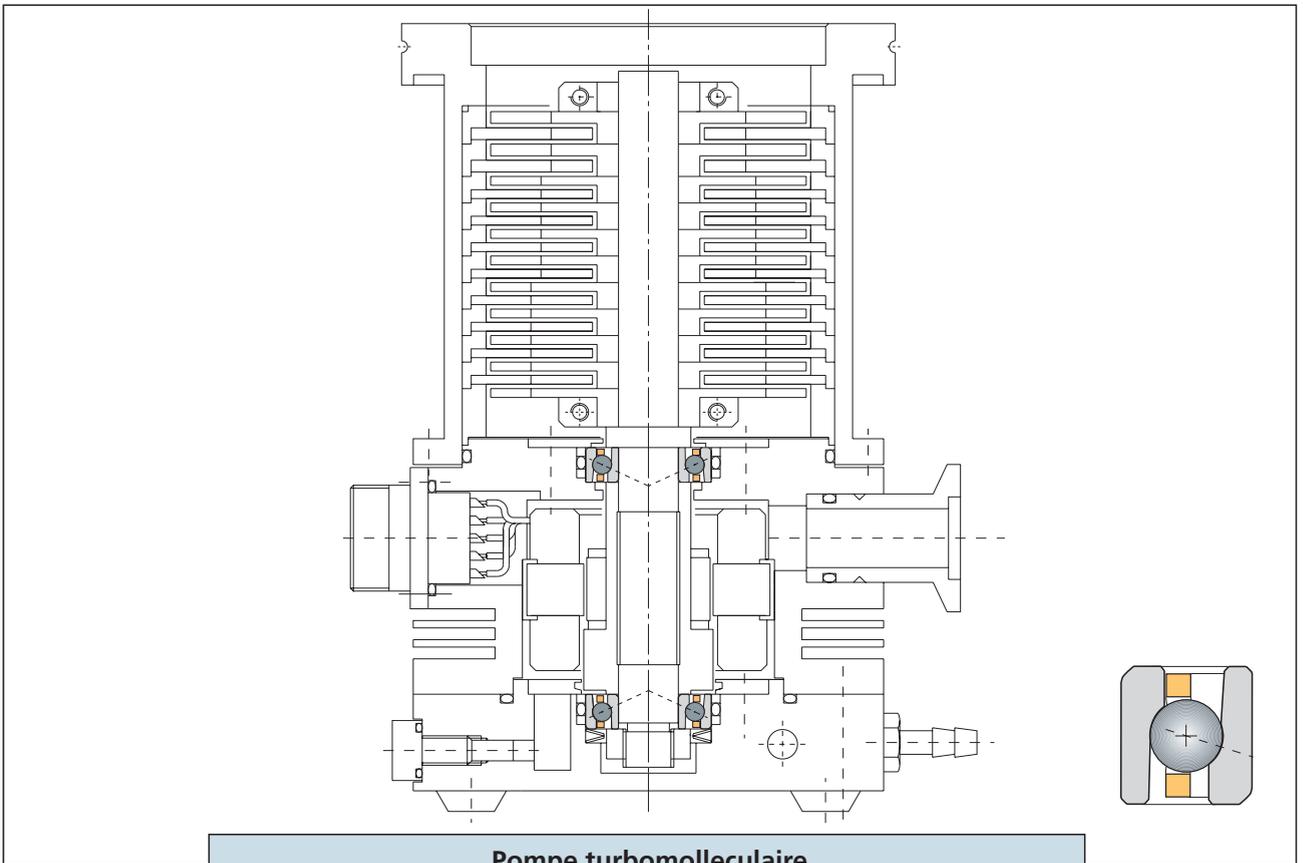
Broche de rectifieuse tangentielle
 Roulements: Série EX - *Lubrification à la graisse*



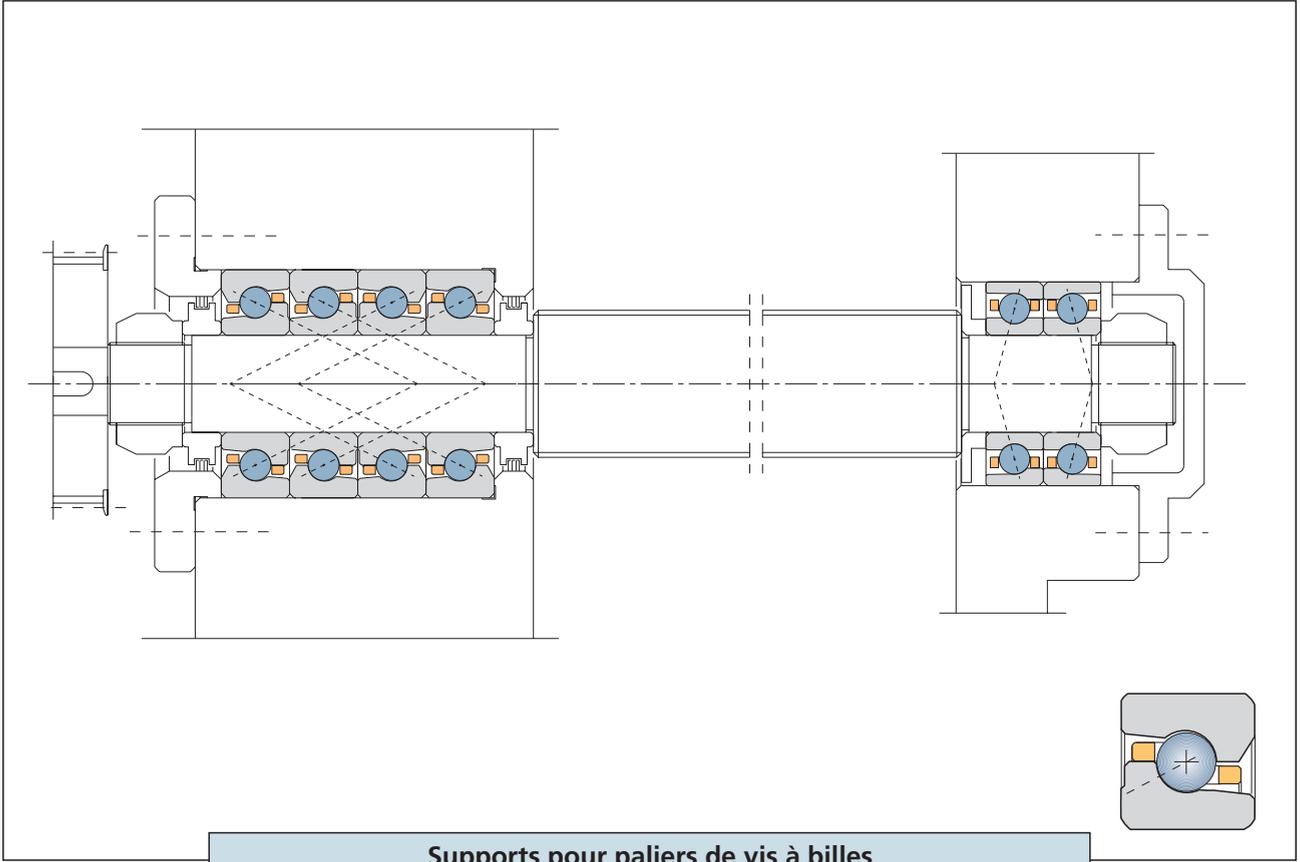
Electrobroche pour rectification intérieure
 Roulement: Série VEX - *Lubrification air - huile*



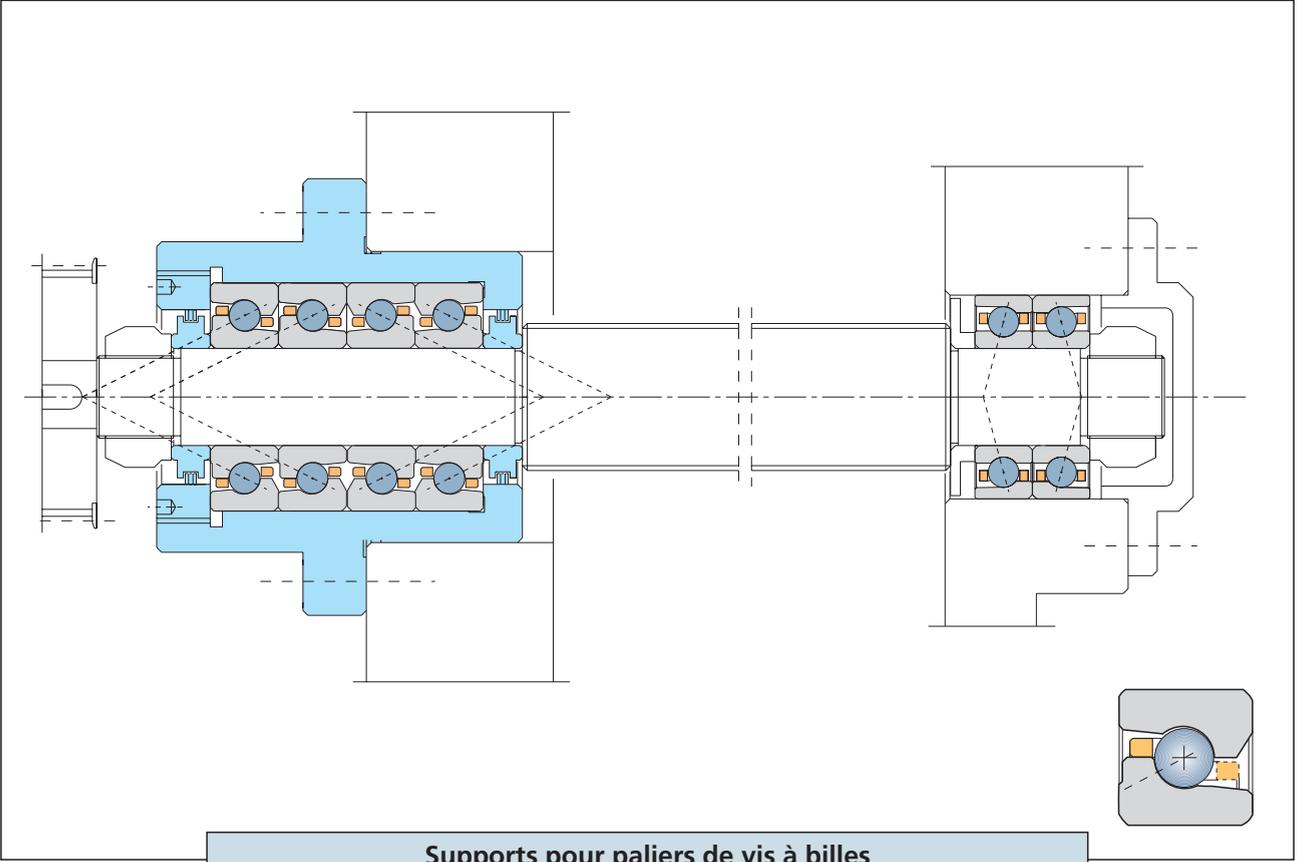
Broche d'aléuse
 Roulements: Série EX ou SEB - *Lubrification par injection d'huile*



Pompe turbomoléculaire
 Roulements: Série VEX/NS - *Lubrification à la graisse*



Supports pour paliers de vis à billes
 Roulements: Série BS 200 et Série E 200



Supports pour paliers de vis à billes
 Cartouche: Série BSQU équipée de roulements:
 Série BS 200 et roulements: Série E 200

Tableau de correspondance des roulements SNFA avec d'autres marques

Le tableau de correspondance ci-dessous est présenté à titre indicatif et ne peut garantir des performances identiques.

SERIE	SNFA	FAG BARDEN	FAFNIR	GMN	NSK	RHP	SKF	SNR	
ISO 18	SEA							71800	
ISO 19	SEB	B 71900	1900 H	9300 WI	S 61900	7900	7900	71900	71900
ISO 19 (AV)	VEB	HS 71900		99300 WN		BNC 19	S 7900	71900 CE	
ISO 10	EX	B 7000	100 H	9100 WI	S 6000	7000	7000	7000	7000
ISO 10 (AV)	VEX	HS 7000		99100 WN	SH 6000	BNC 10	S 7000	7000 CC 7000 CE	
ISO 02	E 200	B 7200	200 H	200 WI	S 6200	7200	7200	7200	7200
ISO 02	BS 200	76020						BSA 2	

AV = Grande vitesse

Le contenu de ce catalogue est une exclusivité **SNFA** et ne peut être reproduit même partiellement, sans son autorisation .

Ce contenu a été rédigé avec soin afin de fournir des données utiles et réalistes ; toutefois **SNFA** décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou omissions.

SNFA se réserve le droit d'y apporter toutes les modifications qu'elle jugera utiles à l'amélioration constante de ses roulements et de leurs performances .

Catalogue général SNFA - 6° édition - 1997



SNFA S.A.S

Zone Industrielle N° 2 - Batterie 900 - 59309 VALENCIENNES CEDEX
Téléphone 33(0)3 27235212 - Télex 132276 - Télécopie 33(0)3 27235297

SNFA Bearings Ltd

Charfield Wotton-under-Edge - Gloucestershire GL12 8SP
Telephone (01453) 843501 - Fax (01453) 842577

SNFA SNFA Präzisions – Wälzlager Vertrieb GmbH

Mollenbachstrasse 14 - 71229 LEONBERG - Postfach 1737 - 71207 LEONBERG
Telefon (07152) 9751-0 - Telefax (07152) 975125

SNFA S.A.

Route du Platy 5a, P.O. Box 34 - CH-1752 Villars-sur-Glâne 1
Phone (026) 4020766 - Fax (026) 4020614 - SWITZERLAND

SOMECAT S.p.A.

Via Savonera-Druento 15 - 10044 PIANEZZA (Torino)
Telefono +39-11-994.14.07 (ra) - Fax +39-11-984.58.04
Ligne directe service commercial: Tel. +39-11-994.16.06
Ligne directe service technique: Tel. +39-11-424.07.72 - Fax +39-11-450.94.54

SNFA S.A.S, SNFA Bearings Ltd, SNFA Präzisions – Wälzlager Vertrieb GmbH, SNFA S.A. et SOMECAT S.p.A.
sont des entreprises appartenant au Groupe SKF.

web site: <http://www.snfa.com>

123



SNFA est une marque déposée du Groupe SKF.