

PERFECT **RUNNING**

COUSSINETS KS PERMAGLIDE®

CATALOGUE : MATÉRIAUX, TYPES DE CONSTRUCTION,
TABLEAUX DES COTES



GRUPE MOTORSERVICE

QUALITÉ ET SERVICE AUPRÈS D'UN UNIQUE FOURNISSEUR

Le groupe Motorservice est l'organisation commerciale chargée des activités aftermarket mondiales de Rheinmetall Automotive. C'est l'un des premiers fournisseurs de composants moteurs pour le marché indépendant des pièces de rechange. Avec les marques haut de gamme Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components ainsi que la marque BF, Motorservice propose à ses clients une gamme large et profonde, de très grande qualité, auprès d'un unique fournisseur. Par ailleurs, Motorservice est partenaire commercial pour les coussinets sans entretien et à faible entretien KS PERMAGLIDE® et pour d'autres composants destinés à l'industrie et au commerce technique.



KS GLEITLAGER

Au sein du groupe KSPG, la société KS Gleitlager GmbH est le spécialiste pour éléments de glissement de très haute précision. Le lancement de nouvelles technologies de production et de traitement de surface, des produits novateurs ainsi qu'une véritable orientation client ont permis à KS Gleitlager de devenir un des leaders mondiaux dans le domaine des coussinets pour moteur et fonctionnant à sec (KS Permaglide®).



RHEINMETALL AUTOMOTIVE

ÉQUIPEMENTIER RENOMMÉ DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE INTERNATIONALE

Rheinmetall Automotive est la section Mobilité du groupe technologique Rheinmetall. Avec ses marques haut de gamme Kolbenschmidt, Pierburg et Motorservice, Rheinmetall Automotive se situe mondialement en tête des marchés respectifs dans les domaines de l'alimentation en air, de la réduction des émissions nocives et des pompes ainsi que dans le développement, la fabrication et la fourniture de pistons, de blocs-moteurs et de coussinets. Dans le cadre des innovations de Rheinmetall Automotive, les objectifs de motivation primordiaux sont la réduction des émissions de polluants et celle de la consommation de carburant, la fiabilité, la qualité et la sécurité.

Permaglide® est une marque déposée de KS Gleitlager GmbH

Rédaction :

Motorservice, technique d'application et marketing

Mise en page et production :

Motorservice, Marketing
DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn

Toute réimpression, duplication ou traduction, en totalité ou en partie, nécessite notre accord écrit préalable et l'indication des sources.

Sous réserve de modifications et de variations dans les illustrations. Toute responsabilité est exclue.

Editeur :

© MS Motorservice Deutschland GmbH

Responsabilité

Les informations contenues dans la présente brochure ont fait l'objet de recherches soigneuses. Toutefois, des erreurs peuvent s'y être glissées, certaines informations peuvent avoir été mal traduites ou omises, ou bien avoir changé depuis la date de rédaction. Par conséquent, nous ne garantissons pas l'exactitude, l'intégralité, l'actualité ou la qualité des informations transmises et déclinons toute responsabilité quant à celles-ci. Nous déclinons toute responsabilité quant aux dégâts directs ou indirects, matériels ou non matériels émanant de l'utilisation ou de la mauvaise utilisation d'informations, ou pour d'éventuelles informations erronées ou incomplètes contenues dans la présente brochure, à moins qu'une faute volontaire ou une négligence particulièrement grave puisse nous être imputée. Les noms, descriptions, références de produits, fabricants, etc. ne sont indiqués qu'à des fins de comparaison.

SOMMAIRE		PAGE
1	MOTORSERVICE – VOTRE FOURNISSEUR PREMIUM	5
2	VUE D'ENSEMBLE DES MATÉRIAUX	6
3	DÉSIGNATIONS ET UNITÉS	10
4	COUSSINETS KS PERMAGLIDE®	12
4.1	Introduction Matériaux P1	12
4.2	Introduction Matériaux P2	17
5	SÉLECTION DES MATÉRIAUX, INFORMATIONS SUR LES MATÉRIAUX	20
5.1	Coussinets P1	22
5.2	Coussinets P2	29
6	CALCUL DE LA DURÉE DE VIE NOMINALE	33
6.1	Formules pour calculer la durée de vie	33
7	DOMMAGES TYPIQUES DES COUSSINETS	41
8	CONCEPTION DU PALIER	44
8.1	Corps	44
8.2	Conception du partenaire de glissement	46
8.3	Jeu de coussinet, ajustage serré	46
9	MONTAGE DES COUSSINETS	53
10	TYPES DE CONSTRUCTION ET TABLEAUX DES COTES	57
10.1	Coussinets KS Permaglide®, sans entretien	59
10.2	Coussinets à collerette KS Permaglide®, sans entretien	65
10.3	Rondelles de guidage KS Permaglide®, sans entretien	67
10.4	Bandes KS Permaglide®, sans entretien	68
10.5	Coussinets KS Permaglide®, à faible entretien	69
10.6	Rondelles de guidage KS Permaglide®, à faible entretien	71
10.7	Bandes KS Permaglide®, à faible entretien	72
10.8	Fabrications spéciales KS Permaglide®	73
11	MÉTHODES DE CONTRÔLE	74
11.1	Contrôle de coussinets roulés	74
11.2	Retouche de la couche de glissement	75



1 MOTORSERVICE – VOTRE FOURNISSEUR PREMIUM

VENTE ET SERVICE TECHNIQUE CLIENTS

- Conseils avisés lors du traitement des commandes et des livraisons
- Catalogue en ligne avec outil de calcul, dessins CAD et vues en 3D
- Catalogues et informations produits, personnalisés sur demande avec votre adresse et votre logo
- Promotion des ventes : participation à des salons, échantillons de produits, matériel publicitaire et petits articles promotionnels
- La lettre « News » et le site Internet pour les dernières nouveautés : www.permaglide.de
- Conseil individualisé, calcul et dimensionnement des coussinets
- Formes spéciales selon vos spécifications

NOTRE EXPÉRIENCE À VOTRE PROFIT

- Plus de 30 années de compétence dans la fabrication de coussinets KS Permaglide®
- Normes de qualité les plus exigeantes de l'industrie automobile allemande
- Bancs d'essais pratiques répondant à vos besoins
- Développement de matériaux et de processus

PERFORMANCE LOGISTIQUE

- Disponibilité élevée et gestion des stocks
- Rapidité du traitement et de l'expédition des commandes

QUALITÉ ÉLEVÉE ET CONSTANTE

SERVICE TECHNIQUE COMPLET

DISPONIBILITÉ ÉLEVÉE ET GESTION DES STOCKS

**COUSSINETS KS PERMAGLIDE® –
POUR QUE TOUT FONCTIONNE
SANS LA MOINDRE FRICTION.**



2 VUE D'ENSEMBLE DES MATÉRIAUX

COUSSINETS P1 KS PERMAGLIDE®

- sans entretien
- adaptés pour le fonctionnement à sec

Paramètres Propriétés	Unité	P10, P11	P14	P147*
sans plomb	–	non	oui	oui
$p_{v\ max.}$	MPa · m/s	1,8	1,6	1,4
$p_{\ max.\ stat.}$	MPa	250	250	250
$p_{\ max.\ dyn.}$	MPa	56 à $v \leq 0,032$ m/s	56 à $v \leq 0,029$ m/s	56 à $v = 0,025$ m/s
$v_{\ max.}$	m/s	2 à $p \leq 0,90$ MPa	1 à $p \leq 1,60$ MPa	0,8 à $p \leq 1,75$ MPa
T	°C	-200 à +280	-200 à +280	-200 à +280

MATÉRIAUX KS PERMAGLIDE® P1



Matériau standard P10

- contient du plomb
- très faible tendance au stick-slip
- faible usure
- bonne résistance aux produits chimiques
- faible coefficient de frottement
- aucune tendance au soudage avec le métal
- bonne résistance au gonflement
- n'absorbe pas d'eau



Matériau standard P11

- contient du plomb
- résistance anticorrosion améliorée
- très bonne conductivité thermique et ainsi amélioration de la fiabilité
- antimagnétique
- toutes les autres propriétés comme P10



Matériau standard P14

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- très faible tendance au stick-slip
- faible usure
- faible coefficient de frottement
- aucune tendance au soudage avec le métal
- bonne résistance au gonflement

Matériau spécial P147*

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- très bonne résistance anticorrosion
- toutes les autres propriétés comme P14

* Sur demande

TYPES DE CONSTRUCTION KS PERMAGLIDE® P1

Coussinets PAP



PAP P10

Coussinets à collerette PAF



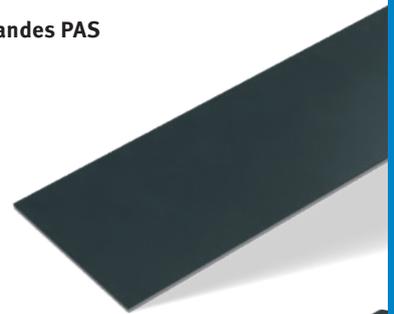
PAF P10

Rondelles de guidage PAW



PAW P10

Bandes PAS



PAS P10



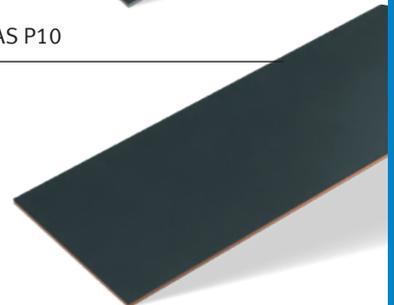
PAP P11



PAF P11



PAW P11



PAS P11



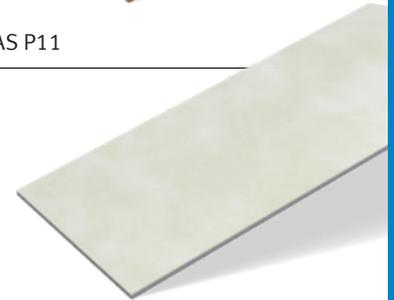
PAP P14, PAP P147*



PAF P14, PAF P147*



PAW P14, PAW P147*



PAS P14, PAS P147*

COUSSINETS P2 KS PERMAGLIDE®

- à faible entretien
- pour applications à lubrification par graisse ou liquide

Paramètres Propriétés	Unité	P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
sans plomb	–	non	oui
$PV_{max.}$	MPa · m/s	3	3,3
$p_{max.stat.}$	MPa	250	250
$p_{max.dyn.}$	MPa	70 à $v \leq 0,042$ m/s	70 à $v \leq 0,047$ m/s
$v_{max.}$	m/s	3 à $p \leq 1,00$ MPa	3,3 à $p \leq 1,00$ MPa
T	°C	-40 à +110	-40 à +110

MATÉRIAUX KS PERMAGLIDE® P2



Matériau standard P20

- contient du plomb
- avec réserves d'huile, prêtes à poser
- lubrification à vie possible
- faible usure
- peu sensible aux charges sur les bords
- bon amortissement
- insensible aux chocs
- bonne résistance aux produits chimiques

Matériau spécial P22*

- contient du plomb
- surface de glissement lisse, avec surépaisseur d'usinage
- toutes les autres propriétés comme P20

Matériau spécial P23*

- contient du plomb
- surface de glissement lisse, prête à poser
- toutes les autres propriétés comme P20

Matériau standard P200

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- avec réserves d'huile, prêtes à poser
- lubrification à vie
- faible usure
- très bonnes capacités de fonctionnement en mode dégradé
- insensible aux charges sur les bords et aux chocs
- bon amortissement
- bonne résistance aux produits chimiques

Matériau spécial P202*

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- surface de glissement lisse, avec surépaisseur d'usinage
- toutes les autres propriétés comme P20

Matériau spécial P203*

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- surface de glissement lisse, prête à poser
- toutes les autres propriétés comme P20

* Sur demande

TYPES DE CONSTRUCTION KS PERMAGLIDE® P2

Coussinets PAP



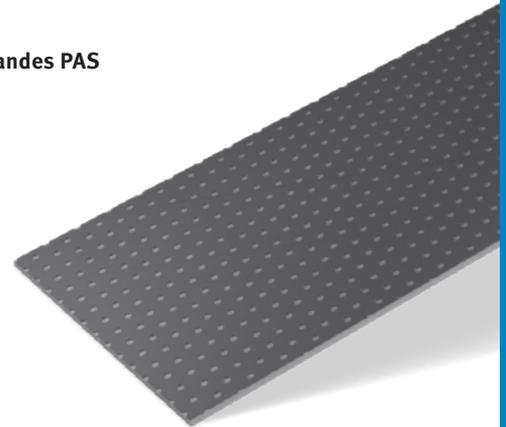
PAP P20, PAP P22*, PAP P23*, PAP P200,
PAP P202*, PAP P203*

Rondelles de guidage PAW



PAW P20, PAW P22*, PAW P23*,
PAW P200, PAW P202*, PAW P203*

Bandes PAS



PAS P20, PAS P22*, PAS P23*, PAS P200,
PAS P202*, PAS P203*

3 DÉSIGNATIONS ET UNITÉS

Sauf indication spécifique dans le texte, les grandeurs utilisées dans ce catalogue possèdent les désignations, unités et significations suivantes.

Symbole	Unité	Désignation
B	mm	largeur du coussinet, largeur totale de bande
B ₁	mm	largeur utile de bande
C _i	mm	chanfrein intérieur du coussinet (arête chanfreinée)
C _o	mm	chanfrein extérieur du coussinet
D _{FL}	mm	diamètre de la collerette
D _i	mm	diamètre intérieur du coussinet diamètre intérieur de la rondelle de guidage
D _{IE}	mm	diamètre intérieur du coussinet à l'état emboîté
D _o	mm	diamètre extérieur du coussinet diamètre extérieur de la rondelle de guidage
d _{ch}	mm	diamètre du logement de contrôle (mandrin de réglage)
d _G	mm	diamètre de l'alésage du corps
d _H	mm	diamètre intérieur de la bague auxiliaire
d _K	mm	diamètre du mandrin de calibrage
d _L	mm	diamètre de l'orifice de lubrification
d _W	mm	diamètre de l'arbre
d ₁	mm	diamètre de l'alésage de fixation dans la rondelle de guidage
d _{Ga}	mm	diamètre de l'évidement du corps pour la rondelle de guidage
F	N	charge de coussinet, force d'emboîtement
F _{ch}	N	force de contrôle
F _E	N	force d'emboîtement par mm de largeur de coussinet
F _{tot}	N	force d'emboîtement totale
f _G	mm	largeur de chanfrein sur le corps
f _A	–	facteur de correction – type de charge
f _L	–	facteur de correction – mouvement linéaire
f _p	–	facteur de correction – charge
f _R	–	facteur de correction – profondeur de rugosité
f _T	–	facteur de correction – température
f _v	–	facteur de correction – vitesse de glissement
f _W	–	facteur de correction – matériau

Symbole	Unité	Désignation
H	mm	course, mouvement linéaire
O	mm	diamètre primitif de référence de la rondelle de guidage
L	mm	longueur de bande
L _N	h	durée de vie nominale
m	g	masse
n	min ⁻¹	régime
n _{osc}	min ⁻¹	fréquence du mouvement oscillant
p	MPa	charge spécifique des coussinets
p _v	MPa · m/s	valeur p _v , produit de la charge spécifique des coussinets et de la vitesse de glissement
R, r	mm	rayon
R _z , R _a	μm	profondeur de rugosité
s ₁	mm	épaisseur du dos d'acier ou en bronze
s ₃	mm	épaisseur de paroi de la coussinet
s _{FL}	mm	épaisseur de la collerette
T	°C	température
t _{Ga}	mm	profondeur de l'évidement de corps
v	m/s	vitesse de glissement
x	mm	écart des lignes de mesure
z	mm	écart des demi-logements de contrôle
α _{Bz}	K ⁻¹	coefficient de dilatation à la chaleur du bronze
α _{acier}	K ⁻¹	coefficient de dilatation à la chaleur de l'acier
Δs	mm	jeu de coussinet théorique
Δz	mm	valeur mesurée dans le logement de contrôle
λ _{Bz}	W(mK) ⁻¹	conductivité thermique du bronze
λ _{acier}	W(mK) ⁻¹	conductivité thermique de l'acier
μ	–	coefficient de frottement
τ _S	N/mm ²	résistance au cisaillement
φ	°	angle d'oscillation

Les coussinets servent à recevoir et à transmettre les forces entre des composants mobiles l'un par rapport à l'autre. Ceci permet de déterminer la position des composants mobiles l'un par rapport à l'autre et de garantir la précision de guidage dans le mouvement. Les coussinets doivent satisfaire à de nombreuses exigences. Ils doivent supporter des charges mécaniques les plus importantes possibles tout en présentant une faible usure pendant leur durée de vie. De même, ils doivent supporter des vitesses de glissement élevées et être insensibles aux perturbations environnantes. La figure 1 illustre la complexité d'un système tribotechnique au centre duquel se trouve un coussinet.

Au niveau du type de fonctionnement, on distingue trois systèmes fonctionnels :

- Coussinets sans entretien et à rotation à sec
- Coussinets graissés, à faible entretien
- Coussinets fonctionnant en mode hydrodynamique

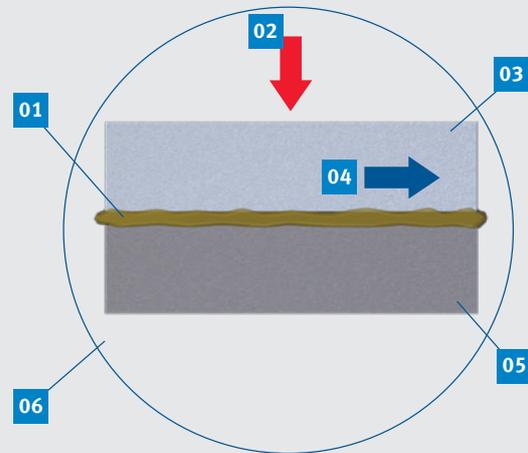
Les coussinets à commande hydrodynamique peuvent comparativement bien satisfaire aux différentes exigences. Il est ainsi possible, à l'aide de méthodes de calcul modernes, de dimensionner de façon optimale et sûre les coussinets, en particulier ceux à graissage par huile.

Les coussinets à faible entretien sont généralement graissés. La quantité de graisse utilisée au montage est généralement suffisante pour toute la durée de vie du coussinet. Si un coussinet graissé est utilisé dans des conditions extrêmes, un regraissage ultérieur est recommandé. Des intervalles de regraissage bien pensés peuvent prolonger sensiblement la durée de vie.

En raison des nombreuses grandeurs d'influence auxquelles un tel coussinet est soumis, le calcul de la durée de vie estimée de coussinets graissés présente toutefois des incertitudes et ne doit être considéré que comme une valeur recommandée. Souvent, la lubrification avec de l'huile ou de la graisse n'est pas possible ou autorisée. Dans de tels cas, des coussinets sans entretien et fonctionnant à sec sont utilisés. Ici aussi, le calcul de la durée de vie n'est pas forcément suffisamment précis. La pratique courante qui consiste à calculer la durée de vie à l'aide de méthodes simples en tenant compte des grandeurs d'influence (par ex. charge spécifique, vitesse de glissement, température, etc.) ne permet d'obtenir que des valeurs recommandées grossières. Pour cette raison, il est recommandé d'effectuer des tests pratiques afin de garantir une conception optimale des coussinets sans entretien et à rotation à sec ainsi que des coussinets à faible entretien.

Les sections suivantes traitent des modèles fonctionnels spéciaux de coussinets sans entretien et à faible entretien.

Influences dans un système tribotechnique



- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 01 Agent intermédiaire | 04 Mouvement relatif |
| 02 Contrainte | 05 Corps de base |
| 03 Corps antagoniste | 06 Conditions environnantes |

Conditions environnantes

- température, milieu, crasse

Contrainte

- intensité, type de contrainte (statique, dynamique)
- durée de la contrainte (continue, à intervalles), charge périphérique, charge ponctuelle

Corps antagoniste

- matériau, dureté, rugosité de la surface, conductivité thermique

Mouvement relatif

- rotatif, oscillant, linéaire
- vitesse de glissement, durée de mouvement

Agent intermédiaire

- lubrifiant solide, graisse, liquide, viscosité
- inaltérabilité

Corps de base

- matériau, dureté, rugosité de la surface, résistance à l'usure, capacité de fonctionnement de secours,
- résistance aux produits chimiques

Fig. 1 : Système tribotechnique

4 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®

4.1 INTRODUCTION MATÉRIAUX P1

4.1.1 GÉNÉRALITÉS

Le groupe P1 englobe les matériaux P10, P11, P14 et P147. Les matériaux P10 et P11 contiennent du plomb dans la couche de glissement en bronze et dans la masse de lubrifiant. Les P14 et P147 sont sans plomb.

4.1.2 STRUCTURE DES MATÉRIAUX

Les matériaux du groupe P1 se composent d'un dos d'acier ou en bronze, d'une couche de glissement frittée en bronze spécial avec une épaisseur de 0,2 mm à 0,35 mm et d'une charge de lubrifiant solide. La couche de glissement en bronze est frittée de manière à générer un volume poreux d'env. 30 %. Dans les interstices de la couche de glissement en bronze poreuse, un mélange de lubrifiants solides, généralement du PTFE avec des agents de charge, est roulé et fritté. Le mélange de lubrifiants solides remplit complètement les cavités et forme une couche de rodage de max. 0,03 mm d'épaisseur au-dessus de la couche de glissement en bronze (Fig. 2).

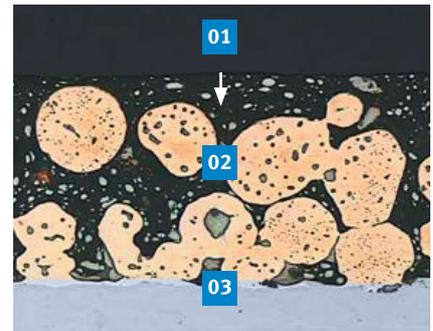


Fig. 2 : Système de couches P1

- 01 lubrifiant solide
- 02 couche de glissement en bronze
- 03 dos du coussinet

4.1.3 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Les coussinets P1 sans entretien et fonctionnant à sec traversent quatre phases durant leur durée de service (Fig. 3).

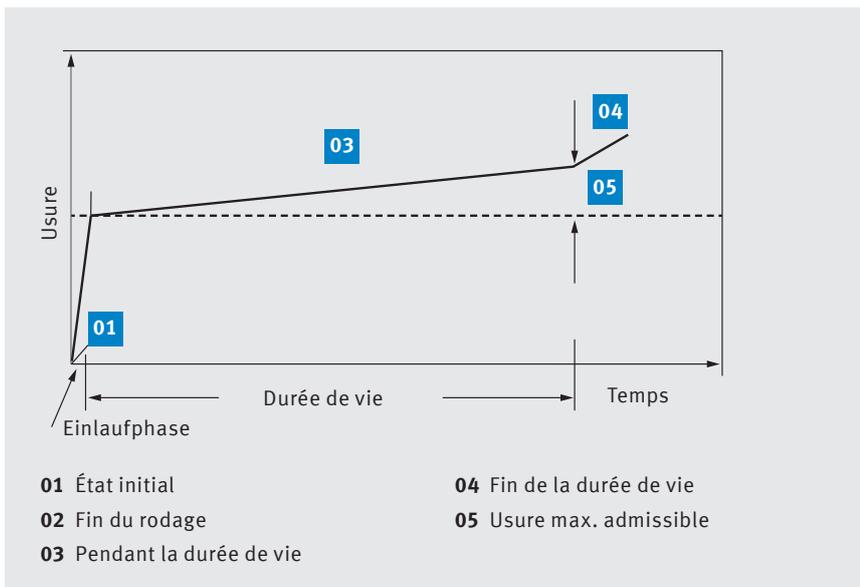


Fig. 3 : Courbe d'usure d'un coussinet P1 (schématique) /1/

État initial

Les cavités de la couche de glissement en bronze sont entièrement remplies de lubrifiant solide et la couche de rodage au-dessus de la couche en bronze est encore complète (Fig. 4).

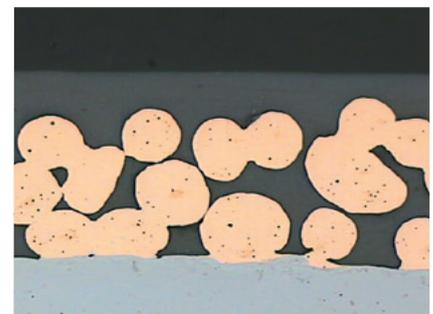


Fig. 4 : Composition de la surface de glissement à l'état initial

Rodage

Au début du mouvement de glissement, une partie de la couche de rodage est transférée sur le partenaire de glissement antagoniste (Fig. 6). Un film fermé de lubrifiant solide se forme sur le partenaire antagoniste et réduit ainsi sensiblement les frottements. Durant le rodage, une érosion de la matière, généralement comprise entre 0,005 mm et 0,030 mm, se produit sur la couche de glissement du coussinet. L'état de la surface de glissement à la fin de la période de rodage est représenté sur la Fig. 5.

Service continu

Quand le rodage est terminé, la durée d'utilisation proprement dite du coussinet commence. Elle dépend du collectif de charge, des conditions environnantes mais également du rapport volume de couche de glissement en bronze/volume de lubrifiant solide. Durant la durée de service, du lubrifiant solide neuf atteint sans cesse la zone de contact et remplace le lubrifiant usagé. Ce phénomène est dû avant tout aux différents coefficients de dilatation de la couche de glissement en bronze et du lubrifiant solide (rapport env. 1:5,5). Quand la couche de glissement s'échauffe en raison du frottement dans la zone de contact, la teneur en lubrifiant solide se dilate plus que la couche de glissement et lubrifie le partenaire de glissement antagoniste. Ceci abaisse le coefficient de frottement et la température du coussinet. Quand le lubrifiant présent est épuisé, un nouveau cycle commence. Une courbe type est représentée sur la Fig. 7. La composition de la surface de glissement pendant la durée de vie est représentée sur la Fig. 8.

Fin de la durée de vie

Le lubrifiant solide du système de coussinet n'est disponible que pour une période de temps limitée (définie par le volume de la couche poreuse de glissement en bronze frittée). Quand le volume de lubrifiant est épuisé, le coefficient de frottement augmente et l'intensité d'usure également. La limite d'usure admissible est alors généralement dépassée. Normalement, elle est pour les coussinets P1 $> 0,05$ mm. Quand la vitesse de glissement est élevée, il peut également se produire une surchauffe du coussinet et un grippage de l'arbre. L'état de la surface de glissement à la fin de la durée de vie est représenté sur la Fig. 9.

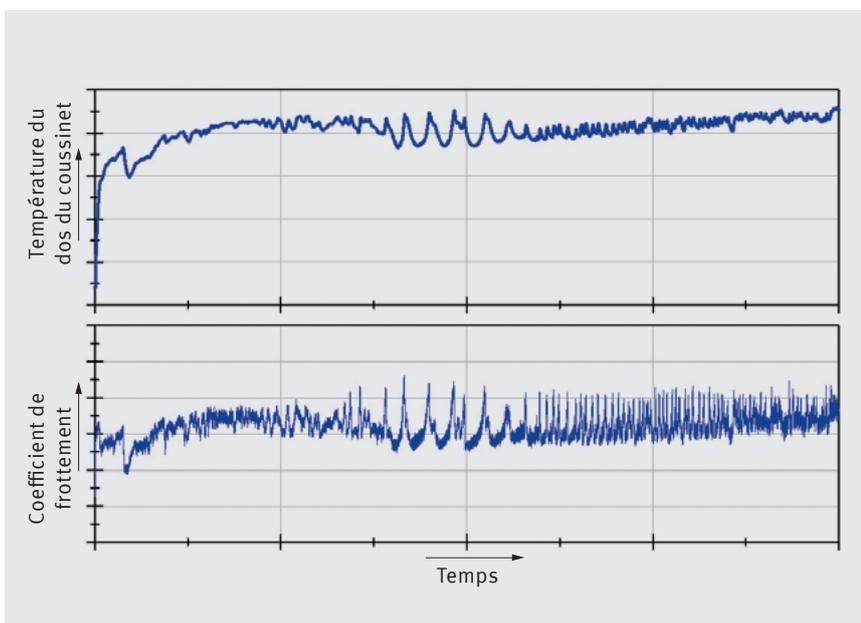


Fig. 7 : Comportement oscillant du coefficient de frottement et de la température

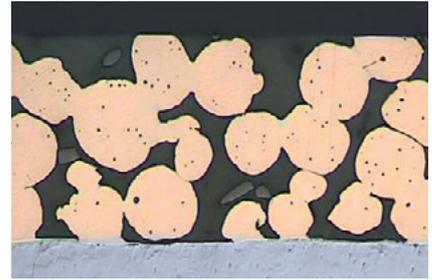


Fig. 5 : Composition de la surface de glissement à la fin du rodage

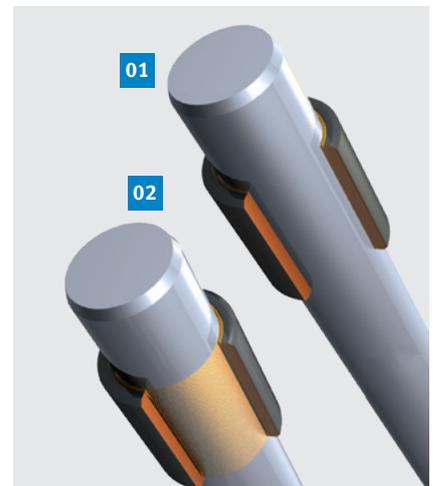


Fig. 6 : Transfert de matière

- 01 État initial
- 02 Fin du rodage

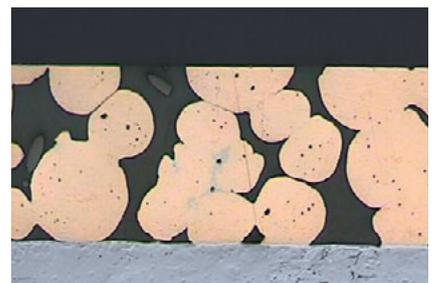


Fig. 8 : Composition de la surface de glissement pendant la durée de vie



Fig. 9 : Composition de la surface de glissement à la fin de la durée de vie

3.1.4 VALEURS LIMITES ET GRANDEURS D'INFLUENCE

La durée de vie et la sécurité de fonctionnement sont influencées par de nombreux paramètres, ceux-ci interagissant également entre eux. Les principales grandeurs d'influence et valeurs limites sont présentées dans ce qui suit.

Valeur pv maximale admissible

La valeur pv est le produit de la charge spécifique de coussinet p [MPa] et de la vitesse de glissement v [m/s]. Ces deux grandeurs sont liées. La Fig. 10 représente la valeur pv maximale admissible pour les coussinets P1 sous forme de courbe limite. Si la charge spécifique et la vitesse de glissement se trouvent au sein de cette courbe, le coussinet P1 peut être utilisé.

La courbe limite doit être interprétée de la façon suivante : pour la charge spécifique de coussinet p_{max} [MPa] et la vitesse de glissement associée v [m/s], un état d'équilibre thermique s'établit et le système de coussinet fonctionne encore de manière fiable. Si toutefois la charge ou la vitesse de glissement dépasse la courbe limite, l'équilibre thermique ne peut pas s'établir. L'intensité d'usure et la température augmentent. Le coussinet peut tomber en panne très rapidement.

Limites de fonctionnement communes :

P10, P11	0,03 m/s < v ≤ 2 m/s
	0,1 MPa < p ≤ 56 MPa
P14	0,03 m/s < v ≤ 1 m/s
	0,1 MPa < p ≤ 56 MPa
P147	0,03 m/s < v ≤ 0,8 m/s
	0,1 MPa < p ≤ 56 MPa

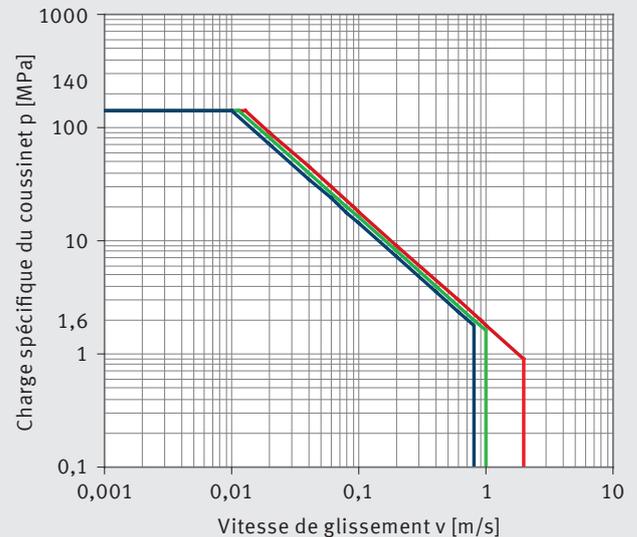


Fig. 10 : Valeur pv [MPa·m/s], courbe limite (valeurs valables à température ambiante)

Charge spécifique de coussinet

À la charge spécifique de coussinet et à la vitesse de glissement maximales admissibles, les valeurs de référence suivantes s'appliquent pour un coussinet P1 sans entretien fonctionnant à sec :

Charge spécifique maximale du coussinet p [MPa]	Vitesse de glissement v [m/s]		
	P10, P11	P14	P147
statique	250 MPa	–	–
charge ponctuelle au repos, mouvement homogène	140 MPa	≤ 0,013 m/s	≤ 0,010 m/s
charge ponctuelle au repos, mouvement rotatif, oscillant	56 MPa	≤ 0,032 m/s	≤ 0,025 m/s
charge ponctuelle, charge périphérique ; mouvement de gonflement, rotatif, oscillant	28 MPa	≤ 0,064 m/s	≤ 0,050 m/s

Tab. 1 : Valeurs de référence de la charge spécifique des coussinets

Vitesse de glissement

Pour les coussinets P1 sans entretien, contenant du plomb, la vitesse de glissement v en rotation à sec est limitée à max. 2 m/s. Pour les coussinets P1 sans plomb, la vitesse de glissement maximale $v_{max.}$ est d'1 m/s pour P14 et de 0,8 m/s pour P147. Sur un coussinet, la vitesse de glissement est la vitesse relative en m/s entre le coussinet et l'arbre. Elle est essentielle pour un système tribotechnique et est, avec la charge spécifique, déterminante pour le domaine d'utilisation d'un coussinet. Voir également Fig. 10 : Valeur p_v , courbe limite. Une vitesse de

glissement importante joue en particulier sur l'usure du coussinet. Une course de glissement importante pendant la durée de service engendre une usure également importante. La température du coussinet est également une grandeur dépendante de la vitesse de glissement. Si, en raison d'une vitesse de glissement trop importante, le système tribotechnique ne se trouve plus à l'équilibre thermique, la limite de charge admissible est dépassée.

Frottement, charge de coussinet, vitesse de glissement

Ces trois grandeurs sont liées. La corrélation suivante existe :

Charge spécifique des coussinets p [MPa]			Vitesse de glissement v [m/s]			Coefficient de frottement μ [1]		
140	jusqu'à 250	élevée	jusqu'à 0,001		faible	0,03	faible	
140	jusqu'à 60	↑	0,001	jusqu'à 0,005	↓	0,04	jusqu'à 0,07	↓
60	jusqu'à 10		0,005	jusqu'à 0,05		0,07	jusqu'à 0,1	
10	jusqu'à 1		0,050	jusqu'à 0,5		0,10	jusqu'à 0,15	
	jusqu'à 1		0,500	jusqu'à 2		0,15	jusqu'à 0,25	
		faible			élevée			

Tab. 2 : Coefficient de frottement (toutes les valeurs sont valables à 20 °C, surface antagoniste en acier, profondeur de rugosité R_z 0,8 à R_z 1,5)

Frottement et partenaire de glissement (matériau et surface)

La fiabilité et la durée de vie d'un coussinet sans entretien dépendent non seulement du collectif de charge mais également du matériau du partenaire de glissement et de sa surface. Les matériaux des partenaires de glissement ont une influence significative sur le comportement d'usure et ainsi sur la durée de vie d'un coussinet P1 sans entretien fonctionnant à sec. Pour la durée de vie, il est toujours avantageux d'employer sur le partenaire de glissement une surface de glissement durcie ou recouverte d'un revêtement spécial. Ceci est particulièrement important en cas de charge ou de vitesse de glissement élevée. La rugosité de surface du partenaire de glissement joue également un rôle important pour la fiabilité et la durée de vie d'un appariement de glissement.

Les conditions de frottement les plus favorables sont atteintes avec une rugosité de surface comprise entre R_z 0,8 et R_z 1,5. Quand la surface est trop lisse, le lubrifiant solide ne peut pas se fixer suffisamment sur le partenaire de glissement. Durant le mouvement de glissement, ceci entraîne sans cesse des phénomènes d'adhésion et, en raison d'effets stick-slip, des grincements et des dysfonctionnements.

Quand la surface du partenaire de glissement est trop rugueuse, le lubrifiant solide du coussinet ne suffit pas pour former un film fermé sur le partenaire de glissement. Une abrasion se produit avec frottement accru, augmentation de la température et de l'usure.

Frottement et température (température ambiante)

Afin de garantir la sécurité de fonctionnement et la durée de vie d'un système de coussinet sans entretien, il est important de savoir à quelle température de service il doit fonctionner. Cette information est nécessaire car les propriétés mécaniques du lubrifiant solide, ayant une influence majeure sur les performances d'un coussinet, changent avec la température. Jusqu'à une température de service d'env. 100 °C, le coefficient de frottement est légèrement inférieur à celui à température ambiante. Quand la température de service est sensiblement supérieure à 100 °C, cet effet s'inverse. Le coefficient de frottement augmente et peut être 50 % plus élevé que celui à température ambiante. Ceci change également la température du coussinet et en conséquence les propriétés mécaniques du lubrifiant solide. La partie du lubrifiant solide déterminante pour le frottement est le polymère PTFE. La résistance au cisaillement du PTFE est avant tout responsable de la formation et du maintien du film lubrifiant sur le partenaire de glissement. La résistance au cisaillement du PTFE dépend de la température (Fig. 11). Quand la température de service augmente, la résistance au cisaillement baisse. /2/

Si la sollicitation au cisaillement engendrée par le frottement dans la zone de contact est plus importante que la résistance au cisaillement du PTFE, le film lubrifiant se détache et peut entraîner une panne temporaire.

Mouvement de glissement et type de charge

Dans le cas d'un mouvement rotatif ou oscillant, le type de charge (ponctuelle ou périphérique) joue un rôle important. Une charge ponctuelle correspond à un arbre en mouvement et un corps fixe avec coussinet. Dans le cas d'une charge périphérique, le corps avec coussinet se déplace autour de l'arbre ou d'un axe fixe. Les mouvements rotatifs ou oscillants avec une charge homogène engendrent principalement l'usure. Le taux d'usure de paliers avec charge périphérique peut être sensiblement inférieur à celui de paliers avec charge ponctuelle. Si le palier est soumis à des changements de charge ou des vibrations à haute fréquence, une fatigue du matériau peut également se produire.

Dans le cas de mouvements linéaires, le coussinet balaie en général une zone assez longue du partenaire de glissement. Ceci permet de dissiper plus de chaleur de frottement via le partenaire de glissement. Pour cette raison, des vitesses de glissement plus élevées sont possibles par rapport aux mouvements rotatifs ou oscillants.

Fonctionnement en mode hydrodynamique

Les coussinets P1 peuvent également fonctionner dans des conditions hydrodynamiques. Le calcul correspondant est une prestation proposée par Motorservice.

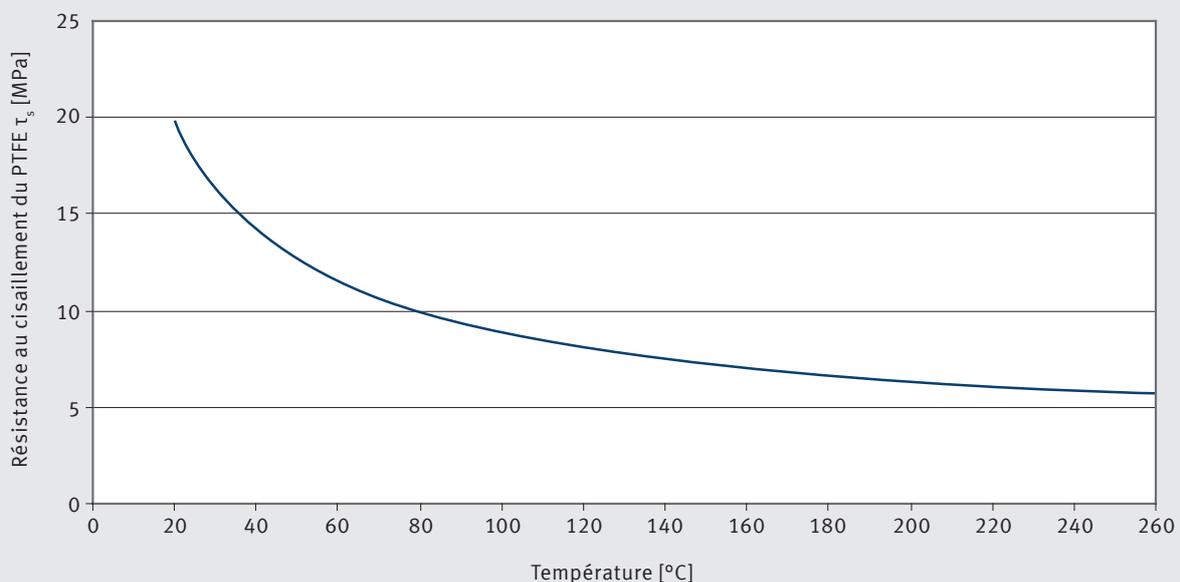


Fig. 11 : Résistance au cisaillement du PTFE τ_s en fonction de la température

4.2 INTRODUCTION MATÉRIAUX P2

4.2.1 STRUCTURE DES MATÉRIAUX

Le coussinet P2 se compose d'un dos d'acier, d'une couche de jonction en bronze de 0,2 mm à 0,35 mm d'épaisseur et d'une matière thermoplastique avec des agents de charge comme couche de glissement. La couche de glissement en plastique est fixée dans les cavités (volume poreux ~ 50 %) de la couche de jonction en bronze et forme au-dessus de celle-ci, suivant les applications, une couche de 0,08 mm à 0,2 mm d'épaisseur.

Il existe au sein du groupe de matériaux P2 deux types de couches de glissement :

- P20, P22, P23 contenant du plomb
- P200, P202, P203 sans plomb

L'épaisseur et le profilage de la couche de glissement peuvent également varier. Pour plus de renseignements à ce sujet, voir dans les fiches techniques des matériaux de ce catalogue.

4.2.2 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Les coussinets P2 à faible entretien sont utilisés en général avec une lubrification à vie. Au montage, les poches de graissage présentes dans la surface de glissement sont complètement remplies de lubrifiant (graisse).

Rodage

Au début du mouvement de glissement, la graisse présente dans la surface de glissement se transfère sur le partenaire de glissement antagoniste (arbre). Les deux surfaces de glissement sont ainsi séparées par une fine couche de lubrifiant. Durant le mouvement de glissement, le coefficient de frottement baisse et peut prendre des valeurs comprises entre 0,02 et 0,15. Dans le même temps, les surfaces de glissement du coussinet et de l'allié de lubrification s'adaptent l'une à l'autre : les inégalités de matériau sont supprimées. L'abrasion s'emmagine principale-

ment dans les poches de graissage et n'est tout d'abord pas importante pour l'usure.

Service continu

Grâce à la conception des poches de graissage (selon DIN ISO 3547), la quantité de lubrifiant est suffisante pour la durée de service. Le coefficient de frottement et la température restent presque constants pendant une période prolongée. Le taux d'usure est faible. Ceci est valable pour les contraintes faibles à moyennes. Dans le cas de contraintes importantes ou de conditions d'utilisation difficiles, il est recommandé de regraisser régulièrement les paliers. Des intervalles de regraissage bien pensés réduisent le taux d'usure. Ceci permet une amélioration de la sécurité de fonctionnement et un allongement de la durée de vie.

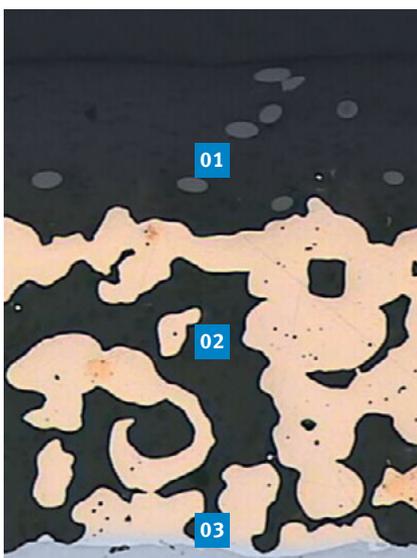


Fig. 12 : Système de couches P2

- 01 Couche de glissement
- 02 Couche de jonction
- 03 Dos du coussinet

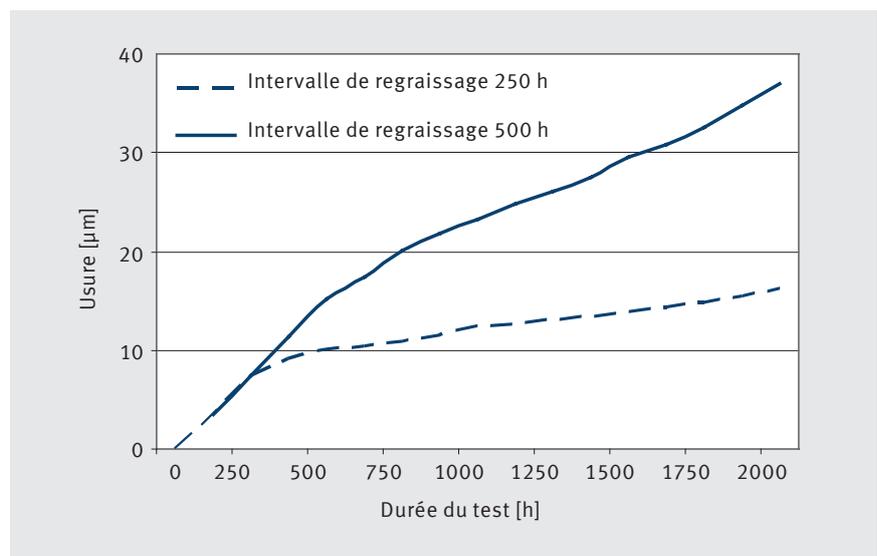


Fig. 13 : Courbe d'usure d'un coussinet P2 (schématique)

Fin de la durée de vie

Sur les coussinets lubrifiés à vie, le volume de lubrifiant est épuisé après une longue durée de service et une profondeur d'usure correspondante. Suivant le type de graisse et les conditions environnantes, les performances du lubrifiant baissent petit à petit (vieillessement). Cela signifie que le coefficient de frottement, la température du coussinet et l'usure augmentent de manière surproportionnelle. Le coussinet s'échauffe et tombe en panne. Un phénomène similaire se

produit également sur les paliers avec regraissage. Le regraissage du palier allonge sensiblement sa durée de vie mais le volume d'accueil des poches de graissage est fortement réduit par la profondeur d'usure. La quantité de lubrifiant pouvant être stockée est insuffisante. En outre, le volume disponible est également réduit par les résidus d'abrasion de la matière qui s'accumulent dans les poches de graissage. Des pannes similaires à celles des coussinets lubrifiés à vie sont constatés.

4.2.3 VALEURS LIMITES ET GRANDEURS D'INFLUENCE

La durée de vie et la sécurité de fonctionnement d'un coussinet à faible entretien dépendent non seulement des conditions de service et environnantes mais également des conditions de lubrification (graisse, huile). Généralement, plusieurs grandeurs interviennent simultanément et interagissent entre elles. Les principales grandeurs d'influence et valeurs limites sont présentées dans ce qui suit.

Valeur pv maximale admissible

La valeur pv est le produit de la charge spécifique du coussinet p [MPa] et de la vitesse de glissement v [m/s]. Ces deux grandeurs sont liées. La Fig. 14 représente la valeur pv maximale admissible pour coussinets P2 graissés sous forme de courbe limite. Si la charge spécifique et la vitesse de glissement se trouvent au sein de cette courbe, un coussinet P2 graissé peut être utilisé.

La courbe limite doit être interprétée de la façon suivante : pour la charge spécifique de coussinet p [MPa] et la vitesse de glissement associée v [m/s], un état d'équilibre s'établit et le système de coussinet fonctionne encore de manière fiable. Si toutefois la charge ou la vitesse de glissement dépasse la courbe limite, l'équilibre thermique ne peut pas s'établir. L'intensité d'usure et la température augmentent. Le coussinet tombe en panne très rapidement. Les coussinets P2 doivent être lubrifiés. Suivant le lubrifiant, la durée de vie peut s'allonger. La courbe limite représentée est valable pour une graisse à base d'huile minérale saponifiée au lithium et une température de 20 °C.

Plage de validité pour le calcul de la durée de vie :

Plage de validité	Plage de validité
P20	$0,04 \text{ m/s} < v \leq 3 \text{ m/s}$
	$0,1 \text{ MPa} < p \leq 70 \text{ MPa}$
P200	$0,04 \text{ m/s} < v \leq 3,3 \text{ m/s}$
	$0,1 \text{ MPa} < p \leq 70 \text{ MPa}$

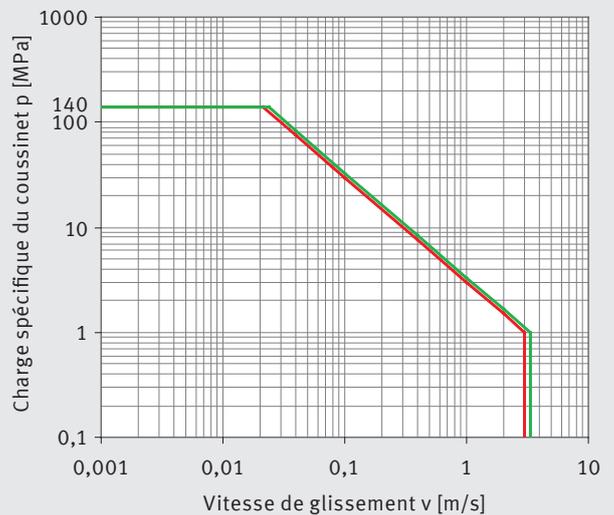


Fig. 14 : Valeurs pv, courbes limites P20, P200 graissage à 20 °C

Charge spécifique de coussinet

À la charge spécifique du coussinet et à la vitesse de glissement maximales admissibles, les valeurs de référence suivantes s'appliquent pour un coussinet P2 à faible entretien :

Charge spécifique maximale du coussinet p [MPa]	Vitesse de glissement v [m/s]	
	P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
statique	250 MPa	–
charge ponctuelle au repos, mouvement homogène	140 MPa	≤ 0,021 m/s
charge ponctuelle au repos, mouvement rotatif, oscillant	70 MPa	≤ 0,043 m/s
charge ponctuelle, charge périphérique ; mouvement de gonflement, rotatif, oscillant	35 MPa	≤ 0,086 m/s
charge limite (Fig. 14)	1,0 MPa	max. 3,0 m/s

Tab. 3 : Valeurs de référence de la charge spécifique du coussinet

Vitesse de glissement

Pour les coussinets P2 à faible entretien et contenant du plomb, la vitesse de glissement max. admissible v est limitée pour un graissage à 3,0 m/s. Pour les coussinets P2 à faible entretien et sans plomb, la vitesse de glissement max. admissible est de 3,3 m/s. La vitesse de glissement représente ici la vitesse relative entre le coussinet et le partenaire de glissement. Elle est essentielle pour un système tribotechnique et est, avec la charge spécifique p , déterminante pour le domaine d'utilisation d'un coussinet. Une vitesse de glissement importante joue en particulier sur l'usure du coussinet. Une course de glissement importante pendant la durée de service engendre une usure également importante. Si la vitesse de glissement dépasse la valeur autorisée, le système de coussinet n'est plus en équilibre thermique. Risque de dysfonctionnements, voire de pannes.

Graissage

La durée de vie d'un coussinet P2 dépend également de la graisse utilisée. En particulier le coefficient de frottement, la charge admissible et la température de service varient suivant la graisse. La résistance au vieillissement joue également un rôle important pour assurer un fonctionnement sans problème.

Graisses appropriées :

- Graisses au lithium (inaltérables)
- Graisses au baryum (bonne adhésion)
- Graisses d'aluminium (bonne mouillabilité)

Des intervalles de re-lubrification bien pensés allongent la durée de vie et améliorent la sécurité de fonctionnement (Fig. 13).

Frottement et partenaire de glissement (matériau et surface)

La fiabilité et la durée de vie d'un palier à faible entretien dépendent non seulement du collectif de charge mais également du matériau du partenaire de glissement et de sa surface. Les matériaux des partenaires de glissement ont une influence sensible sur la durée de vie (voir Tab. 24). La rugosité de surface du partenaire de glissement joue également un rôle important pour la fiabilité et la durée de vie d'un appariement de glissement. Des profondeurs de rugosité de R_z 0,8 à R_z 1,5 constituent des conditions optimales. Des profondeurs de rugosité plus élevées risquent d'entraîner une abrasion avec usure accrue malgré la présence de graisse comme lubrifiant.

Température

Jusqu'à env. 70 °C, les coussinets P2 sont insensibles à la température. Quand celle-ci dépasse sensiblement cette valeur, les performances du coussinets chutent rapidement. La limite d'utilisation pratique est de 110 °C. Une température d'utilisation de 140 °C est possible, mais brièvement et pour une charge de coussinet très faible. Tenir également compte de la résistance à la température du lubrifiant utilisé (par ex. type de graisse).

* Sur demande

Mouvement de glissement et charge

Dans le cas d'un mouvement rotatif ou oscillant, le type de charge (ponctuelle ou périphérique) joue un rôle important. Une charge ponctuelle correspond à un arbre en mouvement et un corps fixe avec coussinet. Dans le cas d'une charge périphérique, le corps avec coussinet se déplace autour de l'arbre fixe. Les mouvements rotatifs ou oscillants avec une charge homogène engendrent principalement l'usure. Si le palier est soumis à des changements de charge ou des vibrations à haute fréquence, une fatigue du matériau peut également se produire.

Dans le cas de mouvements linéaires, le coussinet balaie en général une zone assez longue du partenaire de glissement. Ceci permet de dissiper plus de chaleur de frottement via le partenaire de glissement. Pour cette raison, des vitesses de glissement plus élevées sont possibles par rapport aux mouvements rotatifs ou oscillants.

Fonctionnement en mode hydrodynamique

Les coussinets P2 peuvent également fonctionner dans des conditions hydrodynamiques. Dans ce cas, une couche de glissement sans poche de graissage est nécessaire. Les coussinets sans poche de graissage existent en version prête à poser ou sur demande avec possibilité de retoucher le diamètre intérieur du coussinet. En raison de la complexité du problème, Motorservice propose le calcul des coussinets fonctionnant en mode hydrodynamique comme prestation.

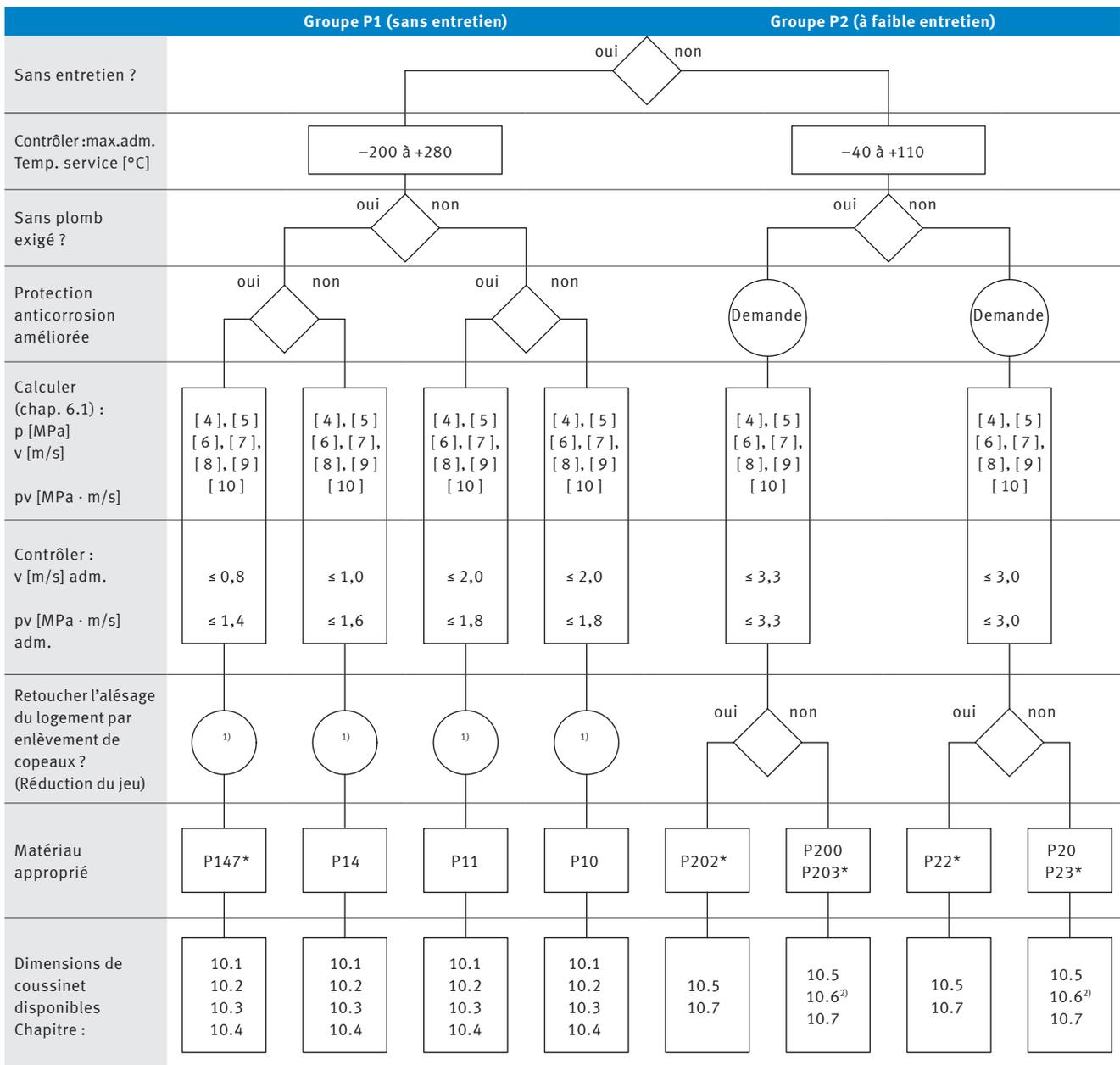


5 SÉLECTION DES MATÉRIAUX, INFORMATIONS SUR LES MATÉRIAUX

Schéma de sélection des matériaux

Valable pour les coussinets fonctionnant à sec ou graissés. Pour le mode hydrodynamique, le calcul et la sélection des matériaux sont des services proposés par Motorservice.

Grandeurs d'entrée		
Les grandeurs d'entrée ci-contre sont habituellement données dans le cahier des charges ou bien sont calculées (arbre). En première approximation, la largeur du coussinet en fonction de l'arbre doit être déterminée provisoirement sur ce schéma.	<ul style="list-style-type: none"> charge de coussinet [MPa] diamètre de l'arbre [mm] nombre de tours [min⁻¹] angle de pivotement [°] fréquence de pivotement [min⁻¹] largeur du coussinet [mm] 	



¹⁾ Les bagues du groupe P1 ne peuvent pas être retouchées par enlèvement de copeaux. Un calibrage sans enlèvement de copeaux est possible, mais réduit la durée de vie (Tab. 37)

²⁾ N'est valable que pour le matériau P20/P200

* sur demande

5.1 COUSSINET P1

5.1.1 P10, P11 ... SANS ENTRETIEN ET ROBUSTES

Description succincte

Les P10 et P11 sont des matériaux de glissement robustes contenant du plomb présentant des performances tribotechniques exceptionnelles. Ils sont conçus pour des applications sans entretien fonctionnant à sec mais peuvent également être utilisés dans les systèmes à lubrification par liquide. L'emploi de graisse comme lubrifiant en contact avec le P10, P11 n'est possible que dans certaines conditions et n'est pas recommandé.

Fabrication du matériau

La charge de lubrifiant solide est fabriquée par une procédure de mélange spécialement optimisée. En parallèle, de la poudre de bronze est agglomérée par frittage en continu sur le dos en acier ou en bronze comme couche de glissement. La couche de glissement ainsi obtenue présente une épaisseur de 0,2 à 0,35 mm et un volume poreux d'env. 30 %. Ensuite, les cavités sont remplies de lubrifiant solide par imprégnation. Cette étape est réalisée de manière à obtenir sur la couche de glissement une couche de rodage à base de lubrifiant solide de max. 0,03 mm d'épaisseur. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont configurées puis la précision d'épaisseur exigée pour le matériau composite est générée à l'aide de paires de rouleaux commandées.

Fabrication du coussinet

Des éléments de glissement de différentes formes sont fabriqués par découpage, estampage et façonnage à partir de P10, P11. Types de construction standard :

- coussinets cylindriques
- coussinets à collerette
- rondelles de guidage
- bandes

Les coussinets en P10 reçoivent pour finir un traitement anticorrosion (sur le dos, les surfaces avant et de choc).

Exécution standard : étain

Épaisseur de couche : env. 0,002 mm

Sur demande, les coussinets P10 sont disponibles avec un dépôt de protection anticorrosion amélioré « zinc transparent et passivé ». Le P11 ne nécessite aucune protection anticorrosion supplémentaire.



REMARQUE

L'étain sert de protection anticorrosion temporaire et d'aide au montage.

Propriétés du P10

- très faible tendance au stick-slip
- faible usure
- bonne résistance aux produits chimiques
- faible coefficient de frottement
- aucune tendance au soudage avec le métal
- bonne résistance au gonflement
- n'absorbe pas d'eau

Domaines d'application préférentiels

- fonctionnement sans entretien à sec
- mouvements rotatifs ou oscillants jusqu'à une vitesse de 2 m/s
- mouvements linéaires
- plage de température -200 °C à 280 °C

Propriétés du P11

Le matériau P11 est recommandé en cas d'exigences particulières pour la résistance anticorrosion ou en cas d'utilisation dans des milieux agressifs. Il présente par rapport au P10 d'autres avantages :

- très bonne conductivité thermique et ainsi amélioration de la fiabilité
- antimagnétique

Fonctionnement en mode hydrodynamique

L'utilisation sous des conditions hydrodynamiques ne pose aucun problème jusqu'à une vitesse de glissement de 3 m/s. En fonctionnement continu au delà de 3 m/s, risque d'érosion par cavitation. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.



Les matériaux P10 et P11 contiennent du plomb et ne peuvent de ce fait pas être utilisés dans le domaine alimentaire.



Structure des matériaux P10

01 Couche de rodage	matrice PTFE avec agent de charge ¹⁾ épaisseur de couche [mm] : max. 0,03
02 Couche de glissement	étain/plomb/bronze épaisseur de couche [mm] : 0,20–0,35 volume poreux [%] : env. 30
03 Dos du coussinet	acier épaisseur [mm] : variable dureté [HB] : 100–180

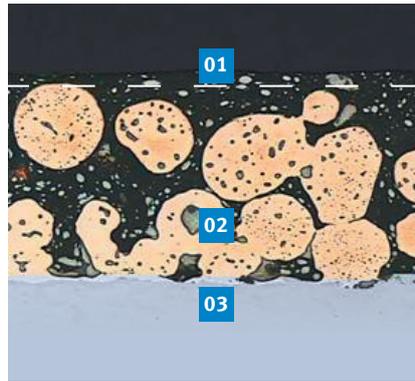


Fig. 15 : Système de couches du P10

Couche de rodage	
composants	% pondéral
PTFE	44
Pb	56
Couche de glissement	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
Pb	9 à 11
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
Acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 4 : Structure du système du P10

Tab. 5 : Composition chimique du P10

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$p_{v\ adm.}$	MPa · m/s	1,8
charge spécifique de coussinet admissible			
• statique	$p_{adm.}$	MPa	250
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,013$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,032$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	56
• charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,064$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	28
vitesse de glissement admissible			
• rotation à sec pour $p \leq 0,90$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	2
• mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	3
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-200 à +280
coefficient de dilatation à la chaleur			
• dos en acier	α_{acier}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en acier	λ_{acier}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 6 : Caractéristiques des matériaux P10



¹⁾ Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

Structure des matériaux P11

01 Couche de rodage	
matrice PTFE avec agent de charge ¹⁾	
épaisseur de couche [mm] :	max. 0,03
02 Couche de glissement	
étain / bronze	
épaisseur de couche [mm] :	0,20–0,35
volume poreux [%] :	env. 30
03 Dos du coussinet	
bronze	
épaisseur [mm] :	variable
dureté [HB] :	80–160



Fig. 16 : Système de couches du P11

Couche de rodage	
composants	% pondéral
PTFE	44
Pb	56
Couche de glissement	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
bronze	CuSn 6
	DIN 17662

Tab. 7 : Structure du système du P11

Tab. 8 : Composition chimique du P11

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$p_{v,adm.}$	MPa · m/s	1,8
charge spécifique de coussinet admissible			
• statique	$p_{adm.}$	MPa	250
• dynamique	$p_{adm.}$	MPa	140
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,013$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,032$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	56
• charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,064$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	28
vitesse admissible			
• rotation à sec pour $p \leq 0,90$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	2
• mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	3
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-200 à +280
coefficient de dilatation à la chaleur			
• dos en bronze	α_{Bz}	K ⁻¹	$17 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en bronze	λ_{Bz}	W(mK) ⁻¹	≤ 70

Tab. 9 : Caractéristiques des matériaux P11

¹⁾ Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.



5.1.2 P14 ... SANS ENTRETIEN ET ÉCOLOGIQUE

Description succincte

Le P14 est un matériau de glissement standard sans plomb et présentant de bonnes performances tribotechniques. Il est conçu pour les applications sans entretien et fonctionnant à sec. Il peut toutefois être également utilisé dans les systèmes à lubrification par liquide. L'emploi de graisse comme lubrifiant en contact avec le P14 n'est possible que dans certaines conditions et n'est pas recommandé.

Fabrication du matériau

La charge de lubrifiant solide est fabriquée par une procédure de mélange spécialement optimisée. En parallèle, de la poudre de bronze est agglomérée par frittage en continu sur le dos d'acier comme couche de glissement. La couche de glissement ainsi obtenue présente une épaisseur de 0,2 à 0,35 mm et un volume poreux d'env. 30 %. Ensuite, les cavités sont remplies de lubrifiant solide par imprégnation. Cette étape est réalisée de manière à obtenir sur la couche de glissement une couche de rodage à base de lubrifiant solide de max. 0,03 mm d'épaisseur. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont configurées puis la précision d'épaisseur exigée pour le matériau composite est générée à l'aide de paires de rouleaux commandées.

Fabrication du coussinet

Des éléments de glissement de différentes formes sont fabriqués par découpage, estampage et façonnage à partir de P14. Types de construction standard :

- coussinets cylindriques
- coussinets à collerette
- rondelles de guidage
- bandes

Les coussinets en P14 reçoivent pour finir un traitement anticorrosion (sur le dos, les surfaces avant et de choc).

Exécution standard : étain

épaisseur de couche : env. 0,002 mm

Propriétés du P14

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- très faible tendance au stick-slip
- faible usure
- faible coefficient de frottement
- aucune tendance au soudage avec le métal
- très faible tendance au gonflement

Domaines d'application préférentiels

- fonctionnement sans entretien et à sec, là où des produits sans plomb sont exigés
- mouvements rotatifs ou oscillants jusqu'à une vitesse d'1 m/s
- mouvements linéaires
- plage de température -200 °C à 280 °C

Fonctionnement en mode hydrodynamique

L'utilisation sous des conditions hydrodynamiques ne pose aucun problème jusqu'à une vitesse de glissement de 3 m/s. En fonctionnement continu au delà de 3 m/s, risque d'érosion par cavitation. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.

REMARQUE

L'étain sert de protection anticorrosion temporaire et d'aide au montage.



Le P14 ne peut pas être utilisé dans l'eau
(Alternative : P10, P11, P147)



Structure du matériau P14

01 Couche de rodage	
matrice PTFE avec agent de charge ¹⁾	
épaisseur de couche [mm] :	max. 0,03
02 Couche de glissement	
étain / bronze	
épaisseur de couche [mm] :	0,20–0,35
volume poreux [%] :	env. 30
03 Dos du coussinet	
acier	
épaisseur [mm] :	variable
dureté [HB] :	100–180

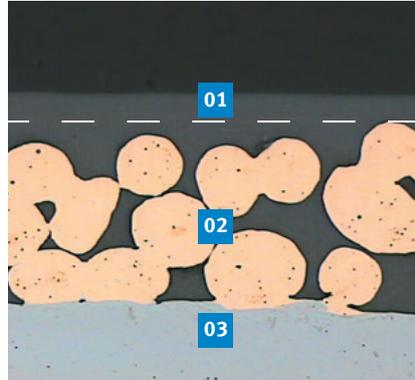


Fig. 17 : Système de couches

Couche de rodage	
composants	% pondéral
PTFE	62
ZnS	38
Couche de glissement	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 10 : Structure du système

Tab. 11 : Composition chimique

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$pV_{adm.}$	MPa · m/s	1,6
charge spécifique de coussinet admissible			
• statique	$p_{adm.}$	MPa	250
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,011$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,029$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	56
• charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,057$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	28
vitesse de glissement admissible			
• rotation à sec pour $p \leq 1,60$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	1
• mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	3
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-200 à +280
coefficient de dilatation à la chaleur			
• dos en acier	α_{acier}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en acier	λ_{acier}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 12 : Caractéristiques des matériaux P14



¹⁾ Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

5.1.2 P147 ... SANS ENTRETIEN ET RÉSISTANT À LA CORROSION

Description succincte

Le P147 est un matériau de glissement spécial sans plomb et présentant de bonnes performances tribotechniques. Il est conçu pour les applications sans entretien fonctionnant à sec, en particulier dans les zones soumises à une corrosion accrue. L'utilisation dans les systèmes à lubrification par liquide est également possible. L'emploi de graisse comme lubrifiant en contact avec le P147 n'est possible que dans certaines conditions et n'est pas recommandé.

Fabrication du matériau

La charge de lubrifiant solide est fabriquée par une procédure de mélange spécialement optimisée. En parallèle, de la poudre de bronze est agglomérée par frittage en continu sur le dos d'acier comme couche de glissement. La couche de glissement ainsi obtenue présente une épaisseur de 0,2 à 0,35 mm et un volume poreux d'env. 30 %. Ensuite, les cavités sont remplies de lubrifiant solide par imprégnation. Cette étape est réalisée de manière à obtenir sur la couche de glissement une couche de rodage à base de lubrifiant solide de max. 0,03 mm d'épaisseur. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont configurées puis la précision d'épaisseur exigée pour le matériau composite est générée à l'aide de paires de rouleaux commandées.

Fabrication du coussinet

Des éléments de glissement de différentes formes sont fabriqués par découpage, estampage et façonnage à partir de P147. Types de construction standard :

- coussinets cylindriques
- coussinets à collerette
- rondelles de guidage
- bandes

Sur demande, les coussinets en P147 reçoivent un traitement anticorrosion spécial (sur le dos, les faces axiales et les surfaces de choc).

Exécution standard : étain

épaisseur de couche : env. 0,002 mm

- exigences plus strictes en matière de protection anticorrosion (sur demande)
- Exécution : zinc, transparent et passivé
- épaisseur de couche : 0,008 mm à 0,012 mm
- épaisseurs de couche supérieures sur demande.

Propriétés du P147

- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)
- très faible tendance au stick-slip
- faible usure
- bonne résistance aux produits chimiques
- faible coefficient de frottement
- aucune tendance au soudage avec le métal
- très faible tendance au gonflement
- n'absorbe pas d'eau
- très bonne résistance anticorrosion

Domaines d'application préférentiels

- pour les médias agressifs¹⁾
- dans les zones externes de machines et installations¹⁾
- fonctionnement sans entretien et à sec, là où des produits sans plomb sont exigés
- mouvements rotatifs ou oscillants jusqu'à une vitesse d'0,8 m/s
- mouvements linéaires
- plage de température -200 °C à 280 °C

Fonctionnement en mode hydrodynamique

L'utilisation sous des conditions hydrodynamiques ne pose aucun problème jusqu'à une vitesse de glissement de 3 m/s. En fonctionnement continu au delà de 3 m/s, risque d'érosion par cavitation. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.

REMARQUE

Le zinc transparent et passivé est une protection anticorrosion particulièrement efficace. Au montage des coussinets (emboîtement), éviter une position inclinée du coussinet. Sinon, risque d'endommagement du dépôt de zinc.

REMARQUE

Le matériau P147 est disponible sur demande.



¹⁾ P147 satisfait aux exigences du test au brouillard salin selon DIN 50021

Structure du matériau P147

01 Couche de rodage	
matrice PTFE avec agent de charge ¹⁾	
épaisseur de couche [mm] :	max. 0,03
02 Couche de glissement	
étain / bronze	
épaisseur de couche [mm] :	0,20–0,35
volume poreux [%] :	env. 30
03 Dos du coussinet	
acier	
épaisseur [mm] :	variable
dureté [HB] :	100–180

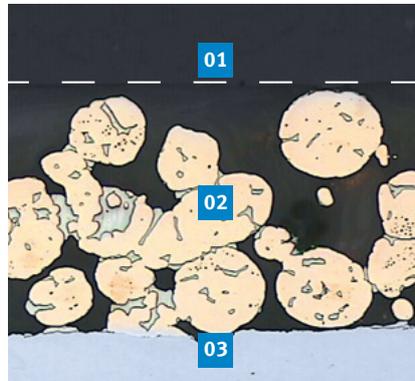


Fig. 18 : Système de couches

Couche de rodage	
composants	% pondéral
PTFE	82
BaSO ₄	18
Couche de glissement	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 13 : Structure du système

Tab. 14 : Composition chimique

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$P_{v,adm.}$	MPa · m/s	1,4
charge spécifique de coussinet admissible			
• statique	$P_{adm.}$	MPa	250
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,010$ m/s	$P_{adm.}$	MPa	140
• charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,025$ m/s	$P_{adm.}$	MPa	56
• charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,050$ m/s	$P_{adm.}$	MPa	28
vitesse de glissement admissible			
• rotation à sec pour $p \leq 1,75$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	0,8
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-200 à +280
coefficient de dilatation à la chaleur			
• dos en acier	α_{acier}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en acier	λ_{acier}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 15 : Caractéristiques des matériaux P147



¹⁾ Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

5.2 COUSSINET P2

5.2.1 P20, P22, P23 ... SOLUTIONS STANDARD À FAIBLE ENTRETIEN

Description succincte

Les P20, P22 et P23 sont des matériaux de glissement standard hautes performances. Ils sont conçus pour les applications à faible entretien, lubrifiées par graisse ou liquide. L'exécution standard P20 possède des poches de graissage selon DIN ISO 3547 dans la surface de glissement et une paroi prête à poser. Sur demande, les variantes P22 (surface de glissement lisse, pouvant être retouchée) et P23 (surface de glissement lisse, prête à poser) sont disponibles.

Fabrication du matériau

Au cours d'un procédé en continu, la couche de jonction en bronze est agglomérée par frittage sur une surface d'acier préparée (feuillard) de manière à obtenir une couche de 0,3 mm d'épaisseur avec volume poreux d'env. 50 %. Pour finir, la couche de glissement est appliquée sous forme pulvérulente et roulée par laminage dans les cavités de la couche de jonction. Suivant l'application, l'épaisseur de la couche de glissement est comprise entre 0,08 mm et 0,2 mm. Dans le même temps, les poches de graissage sont mises en place (si nécessaire). Un laminage supplémentaire permet d'obtenir la précision d'épaisseur requise pour le matériau composite.

Matériau	Modèles		
	prête à poser	poches de graissage	surépaisseur d'usage
P20	•	•	
P22			•
P23	•		

Tab. 16 : Exécutions P22 et P23 disponibles sur demande

Fabrication du coussinet

Des éléments de glissement de différentes formes sont fabriqués par découpage, estampage et façonnage à partir du matériau composite. Types de construction standard :

- coussinets cylindriques
- rondelles de guidage
- bandes

Les coussinets en P20, P22 ou P23 reçoivent un traitement anticorrosion sur le dos, les faces axiale et les surfaces de choc.

Exécution standard : étain

épaisseur de couche [mm] : env. 0,002



REMARQUE

L'étain sert de protection anticorrosion temporaire et d'aide au montage.

Propriétés

- lubrification à vie possible
- faible usure
- peu sensible aux charges sur les bords
- bon amortissement
- insensible aux chocs
- bonne résistance aux produits chimiques.

Domaines d'application préférentiels

- fonctionnement à faible entretien sous conditions de lubrification
- mouvements rotatifs et oscillants jusqu'à une vitesse de 3 m/s
- mouvements linéaires jusqu'à 6 m/s
- plage de température -40 °C à 110 °C



Les matériaux P20, P22 et P23 contiennent du plomb et ne peuvent de ce fait pas être utilisés dans le domaine alimentaire.



Fig. 19 : Coussinets P20 avec réserves d'huile et orifice de lubrification

Les P22 et P23 ont des surfaces de glissement lisses et peuvent être utilisés sous des conditions hydrodynamiques. L'alésage de coussinet du P22 peut être retouché. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.



REMARQUE

Les matériaux P22 et P23 sont disponibles sur demande.

Structure des matériaux P20, P22, P23

01 Couche de glissement	
matrice PVDF avec agents de charge ¹⁾	
épaisseur de couche [mm] :	0,08–0,20
02 Couche intermédiaire	
étain / bronze	
épaisseur de couche [mm] :	0,20–0,35
volume poreux [%] :	ca. 50
03 Dos du coussinet	
acier	
épaisseur [mm] :	variable
dureté [HB] :	100–180

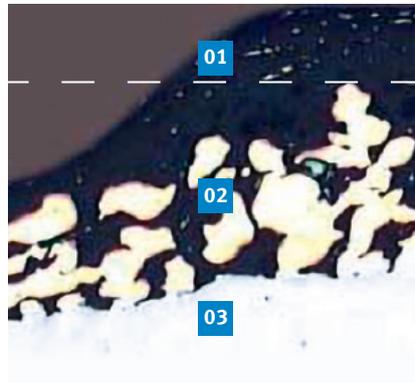


Fig. 20 : Système de couches

Couche de glissement	
composants	% pondéral
PVDF	51
PTFE	8
Pb	41
Couche intermédiaire	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
Acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 18 : Composition chimique

Tab. 17 : Structure du système

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$p_{v,adm.}$	MPa · m/s	3
charge spécifique de coussinet admissible			
statique	$p_{adm.}$	MPa	250
charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,021$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,043$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	70
charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,086$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	35
vitesse de glissement admissible			
graissage, mouvement rotatif, oscillant	$v_{adm.}$	m/s	3
graissage, linéaire	$v_{adm.}$	m/s	6
mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	6
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-40 à +110
coefficient de dilatation à la chaleur			
dos en acier	α_{acier}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
dos en acier	λ_{acier}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 19 : Caractéristiques des matériaux P20, P22, P23



¹⁾ Cette charge remplit également les cavités de la couche intermédiaire.

5.2.2 P200, P202, P203 ... À FAIBLE ENTRETIEN, UNIVERSELS

Description succincte

Les P200, P202 et P203 sont des matériaux sans plomb, écologiques et très performants. L'association spéciale d'agents de charge permet d'obtenir une haute résistance à l'usure et dans le même temps un très bon comportement en mode dégradé. Ils conviennent de ce fait parfaitement pour les applications à faible entretien à lubrification par graisse ou liquide, avec des exigences plus sévères. L'exécution standard P200 possède des poches de graissage selon DIN ISO 3547 dans la surface de glissement et une paroi prête à poser. Sur demande, les variantes P202 (surface de glissement lisse, pouvant être retouchée) et P203 (surface de glissement lisse, prête à poser) sont disponibles.

Fabrication du matériau

Au cours d'un procédé en continu, la couche de jonction en bronze est agglomérée par frittage sur une surface d'acier préparée (feuillard) de manière à obtenir une couche de 0,3 mm d'épaisseur avec volume poreux d'env. 50 %. Pour finir, la couche de glissement est appliquée sous forme pulvérulente et roulée par laminage dans les cavités de la couche de jonction. Suivant l'application, l'épaisseur de la couche de glissement est comprise entre 0,08 mm et 0,2 mm. Dans le même temps, les poches de graissage sont mises en place (si nécessaire). Un laminage supplémentaire permet d'obtenir la précision d'épaisseur requise pour le matériau composite.

Matériau	Modèles		
	prête à poser	poches de graissage	surépaisseur d'usinage
P200	•	•	
P202			•
P203	•		

Tab. 20 : Exécutions P202 et P203 disponibles sur demande

Fabrication du coussinet

Des éléments de glissement de différentes formes sont fabriqués par découpage, estampage et façonnage à partir du matériau composite. Types de construction standard :

- coussinets cylindriques
- rondelles de guidage
- bandes

Les coussinets en P200, P202 ou P203 reçoivent un traitement anticorrosion (sur le dos, les faces axiales et les surfaces de choc).

Exécution standard : étain

épaisseur de couche [mm] : env. 0,002

Sur demande, les coussinets sont disponibles avec une protection anticorrosion améliorée « zinc transparent et passivé ».

REMARQUE

L'étain sert de protection anticorrosion temporaire et d'aide au montage.

Propriétés

- lubrification à vie
- faible usure
- très bonnes capacités de fonctionnement en mode dégradé
- insensible aux charges sur les bords et aux chocs
- bon amortissement
- bonne résistance aux produits chimiques
- sans plomb
- conforme à la directive 2011/65/EU (RoHS II)

Domaines d'application préférentiels

- domaine alimentaire
- exigences particulières pour la protection de l'environnement
- fonctionnement à faible entretien dans les conditions de lubrification, avec des exigences élevées
- mouvements rotatifs et oscillants jusqu'à une vitesse de glissement de 3,3 m/s
- mouvements linéaires jusqu'à 6 m/s
- plage de température -40 °C à 110 °C



Fig. 21 : Coussinets P200 avec réserve d'huile et orifice de lubrification

Les P202 et P203 ont des surfaces de glissement lisses et peuvent être utilisés dans des conditions hydrodynamiques. Le P202 peut être retouché. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.

REMARQUE

Les matériaux P202 et P203 sont disponibles sur demande.

Structure des matériaux P200, P202, P203

01 Couche de glissement	
matrice PVDF avec agents de charge ¹⁾	
épaisseur de couche [mm] :	0,08–0,20
02 Couche intermédiaire	
étain / bronze	
épaisseur de couche [mm] :	0,20–0,35
volume poreux [%] :	ca. 50
03 Dos du coussinet	
acier	
épaisseur [mm] :	variable
dureté [HB] :	100–180

Tab. 21 : Structure du système



Fig. 22 : Système de couches

Couche de glissement	
composants	% pondéral
PTFE	9 à 12
agents de charge diminuant l'usure et les frottements	22 à 26
PVDF	reste
Couche intermédiaire	
composants	% pondéral
Sn	9 à 11
P	max. 0,05
autres	max. 0,05
Cu	reste
Dos du coussinet	
matériau	informations
acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 22 : Composition chimique

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
valeur pv admissible	$p_{v,adm.}$	MPa · m/s	3,3
charge spécifique de coussinet admissible			
statique	$p_{adm.}$	MPa	250
charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,024$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,047$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	70
charge ponctuelle, charge périphérique, mouvement de gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,094$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	35
vitesse de glissement admissible			
graissage, mouvement rotatif, oscillant	$v_{adm.}$	m/s	3,3
graissage, linéaire	$v_{adm.}$	m/s	6
mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	6
température admissible	$T_{adm.}$	°C	-40 à +110
coefficient de dilatation à la chaleur			
dos en acier	α_{acier}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
dos en acier	λ_{acier}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 23 : Caractéristiques des matériaux P200, P202, P203

¹⁾ Cette charge remplit également les cavités de la couche intermédiaire.

6 CALCUL DE LA DURÉE DE VIE NOMINALE

6.1 FORMULES POUR CALCULER LA DURÉE DE VIE

En se basant sur les informations relatives aux influences sur la durée de vie et la fiabilité des coussinets KS Permaglide®, une estimation approximative de la durée de vie présumée peut être effectuée à l'aide des formules présentées ci-dessous.

Durée de vie nominale L_N pour coussinets P1 sans entretien

[1] Mouvement : rotatif, oscillant

$$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$$

[2] Mouvement : linéaire

$$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \cdot f_L \quad [h]$$

Durée de vie nominale L_N pour coussinets P2 à faible entretien et graissés

[3] Mouvement : rotatif, oscillant

$$L_N = \frac{2000}{(pv)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$$

Mouvement : linéaire

Le calcul de la durée de vie nominale pour les mouvements linéaires et avec graissage n'est pas très judicieux en raison de facteurs ne pouvant pas être déterminés précisément (par ex. salissures, vieillissement du lubrifiant, etc.). En se basant sur son expérience pratique, Motorservice peut offrir des conseils techniques (prestation supplémentaire).

[4] Charge spécifique, coussinet

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [MPa]$$

[5] Charge spécifique, rondelle de guidage

$$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi} \quad [MPa]$$

[6] Vitesse de glissement, coussinet, mouvement rotatif

$$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

[7] Vitesse de glissement, rondelle de guidage, mouvement rotatif

$$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

[8] Vitesse de glissement, coussinet, mouvement oscillant

$$v = \frac{D_i \cdot \Pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

[9] Vitesse de glissement, rondelle de guidage, mouvement oscillant

$$v = \frac{D_o \cdot \Pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

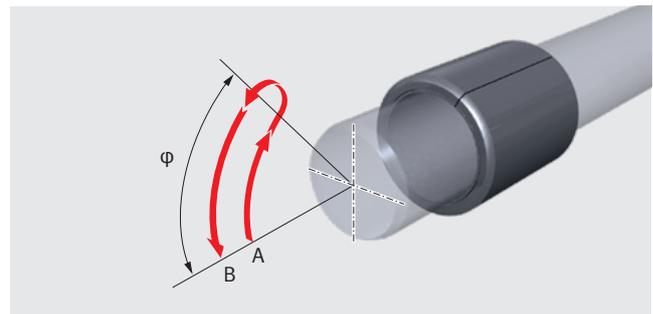


Fig. 23 : Angle d'oscillation φ

La fréquence d'oscillation n_{osc} est le nombre de mouvements par minute entre A et B

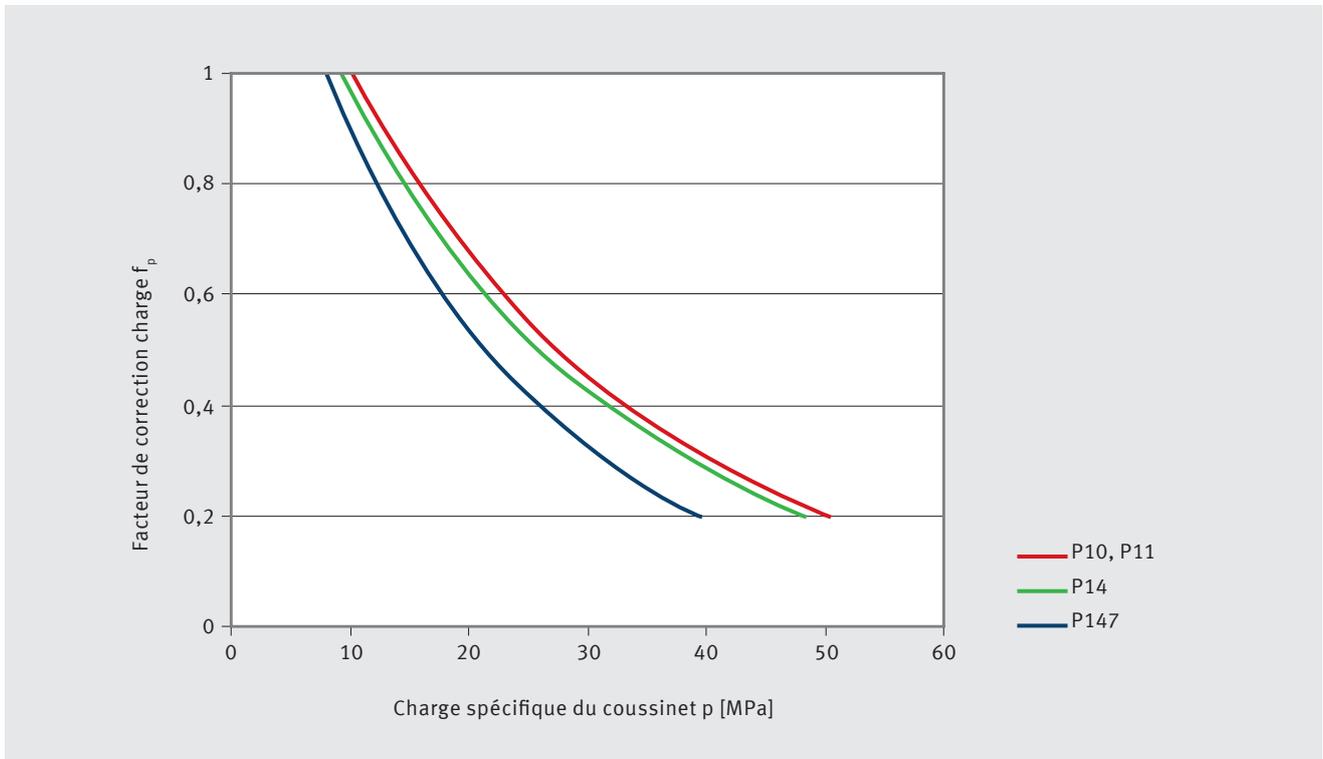
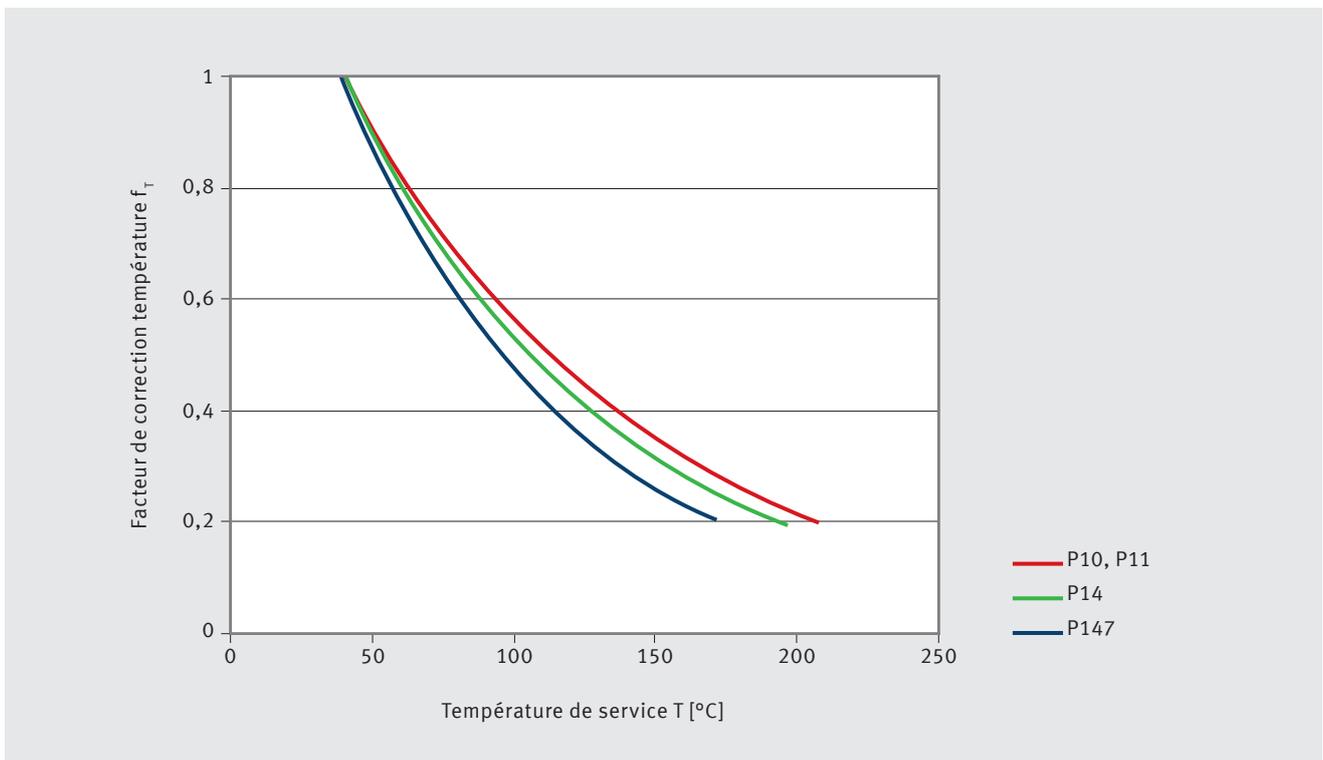
[10] Calcul valeur pv

$$pv = \quad p \text{ [MPa]} \cdot v \text{ [m/s]} \quad \text{[MPa} \cdot \text{m/s]}$$

$pv_{adm.}$ pour	P10, P11 $\leq 1,8 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	P14 $\leq 1,6 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	P147 $\leq 1,4 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	P20 $\leq 3,0 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	P200 $\leq 3,3 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$

Facteurs de correction	P1	P2
f_p = charge spécifique de coussinet	Fig. 24	Fig. 28
f_t = température	Fig. 25	Fig. 29
f_v = vitesse de glissement	Fig. 26	Fig. 30
f_R = profondeur de rugosité	Fig. 27	Fig. 31
f_A = type de charge	Fig. 32	Fig. 32
f_w = matériau	Tab. 24	Tab. 24
f_L = mouvement linéaire, [11]	Fig. 33	-

Facteurs de correction pour P10, P11, P14 et P147*

Fig. 24 : Facteur de correction charge f_p Fig. 25 : Facteur de correction température f_T

* Sur demande

Facteurs de correction pour P10, P11, P14 et P147*

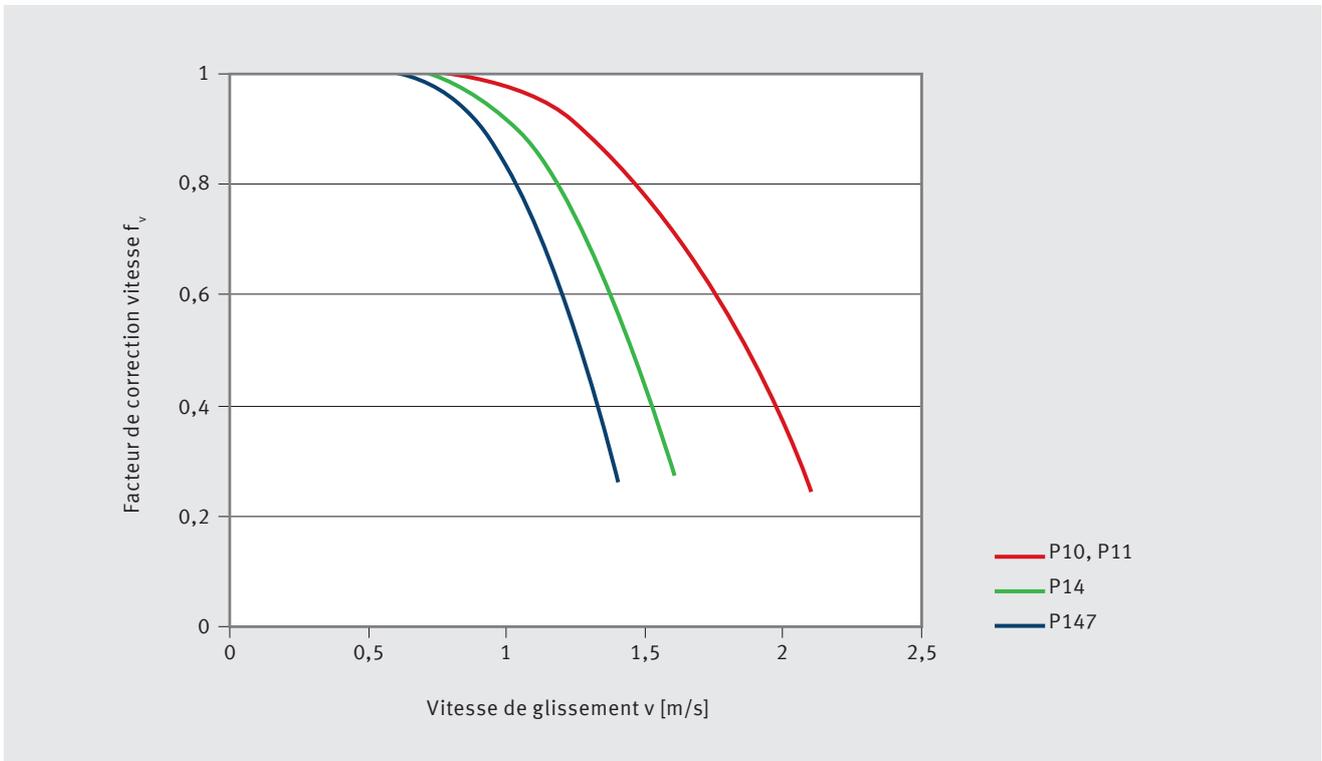


Fig. 26 : Facteur de correction vitesse de glissement f_v

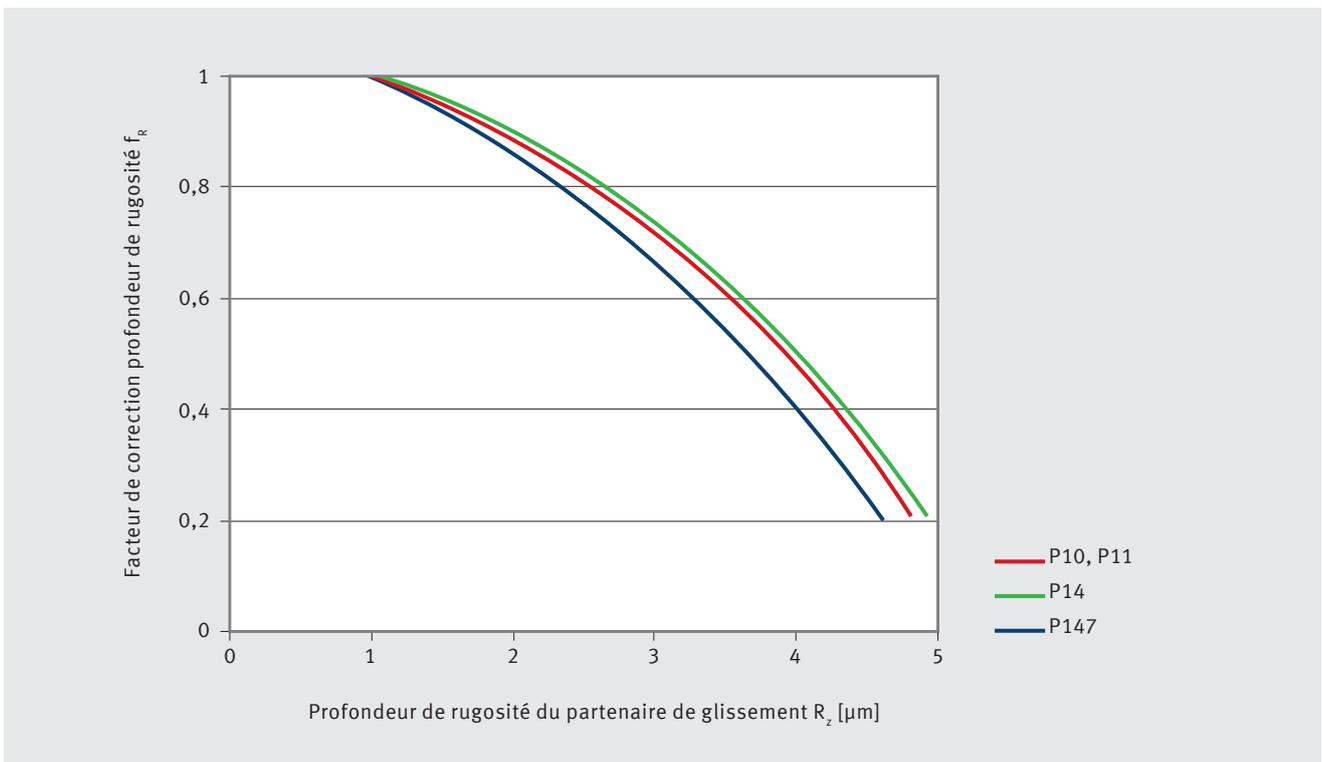
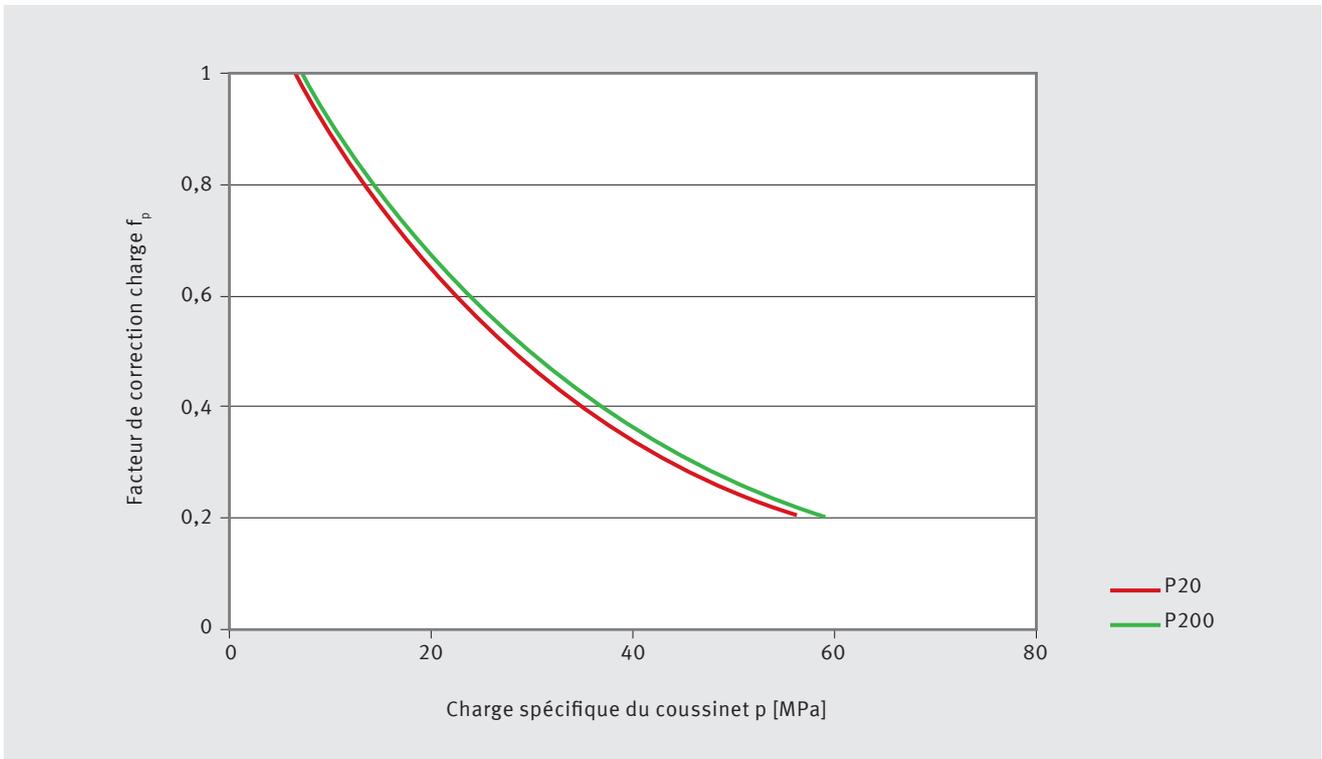
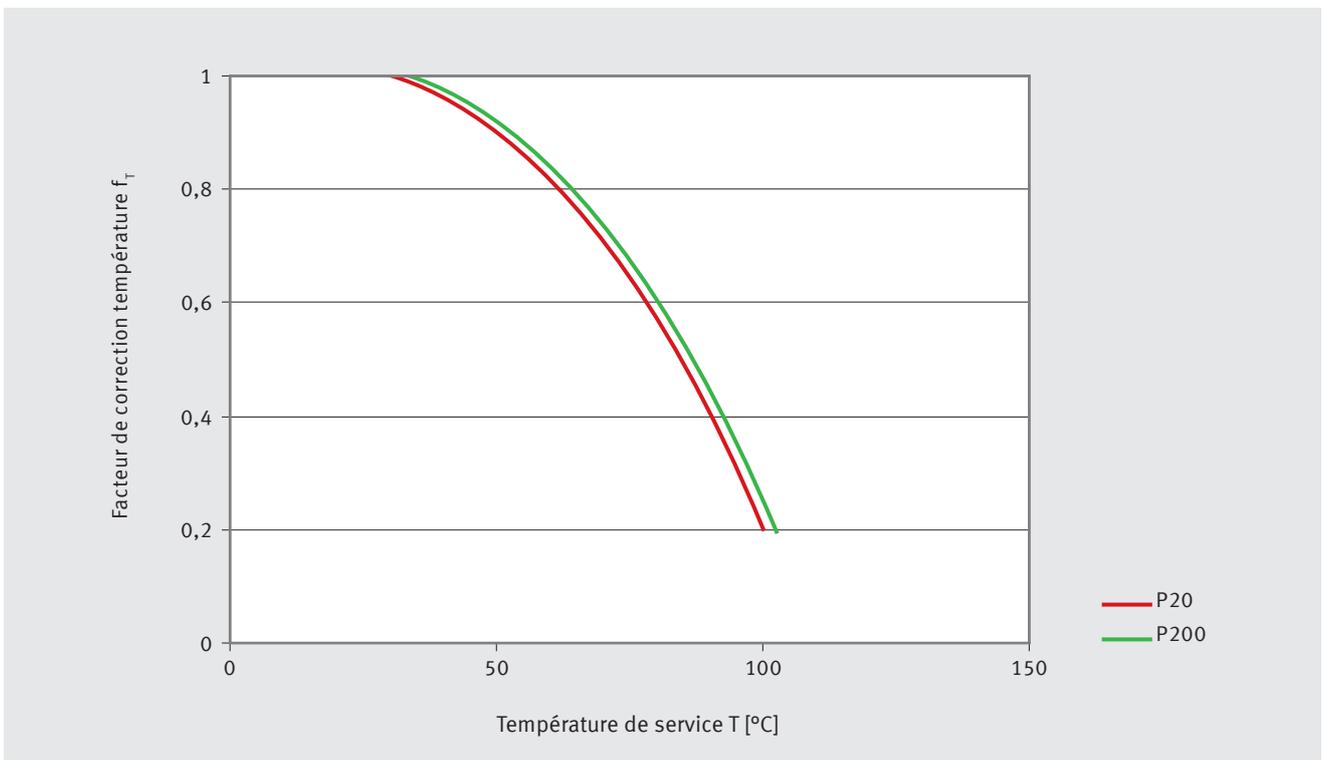


Fig. 27 : Facteur de correction profondeur de rugosité f_R

* Sur demande

Facteurs de correction pour P20, P22*, P23* et P200, P202*, P203*

Fig. 28 : Facteur de correction charge f_p Fig. 29 : Facteur de correction température f_T

* Sur demande

Facteurs de correction pour P20, P22*, P23* et P200, P202*, P203*

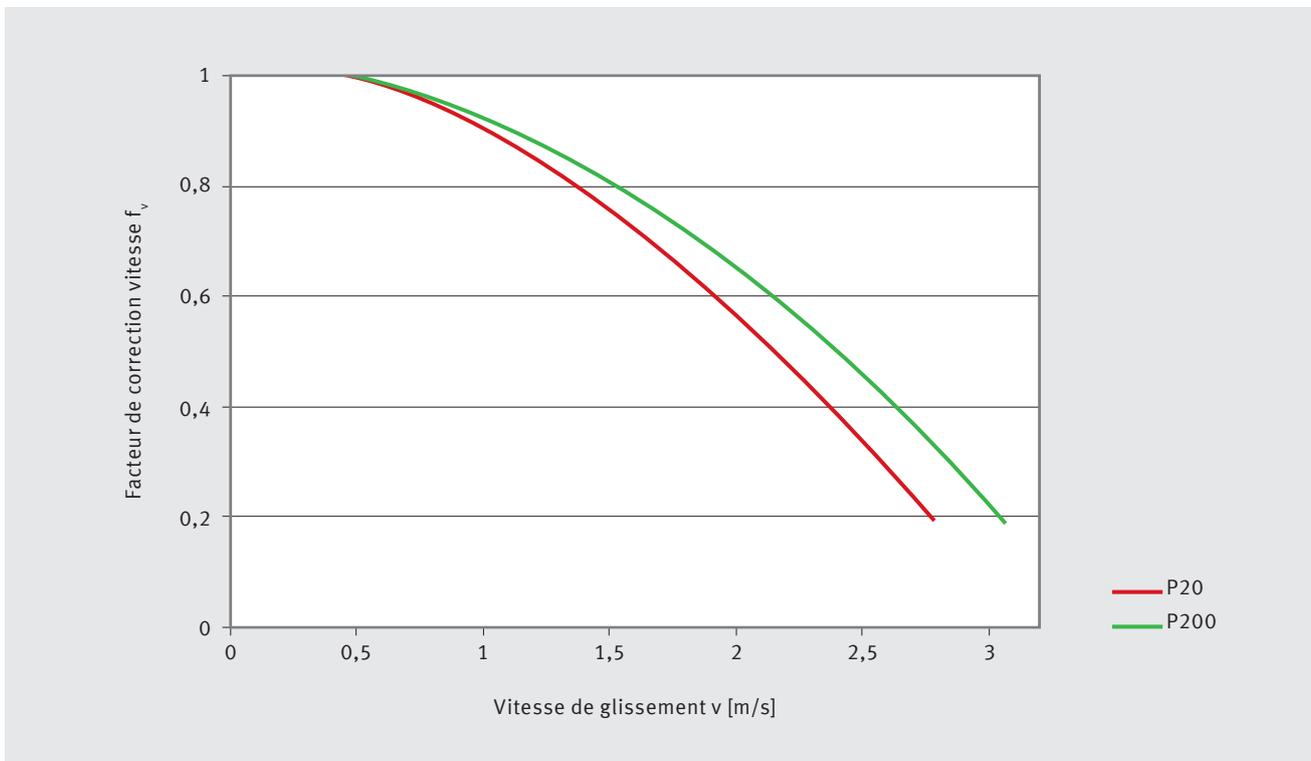


Fig. 30 : Facteur de correction vitesse de glissement f_v

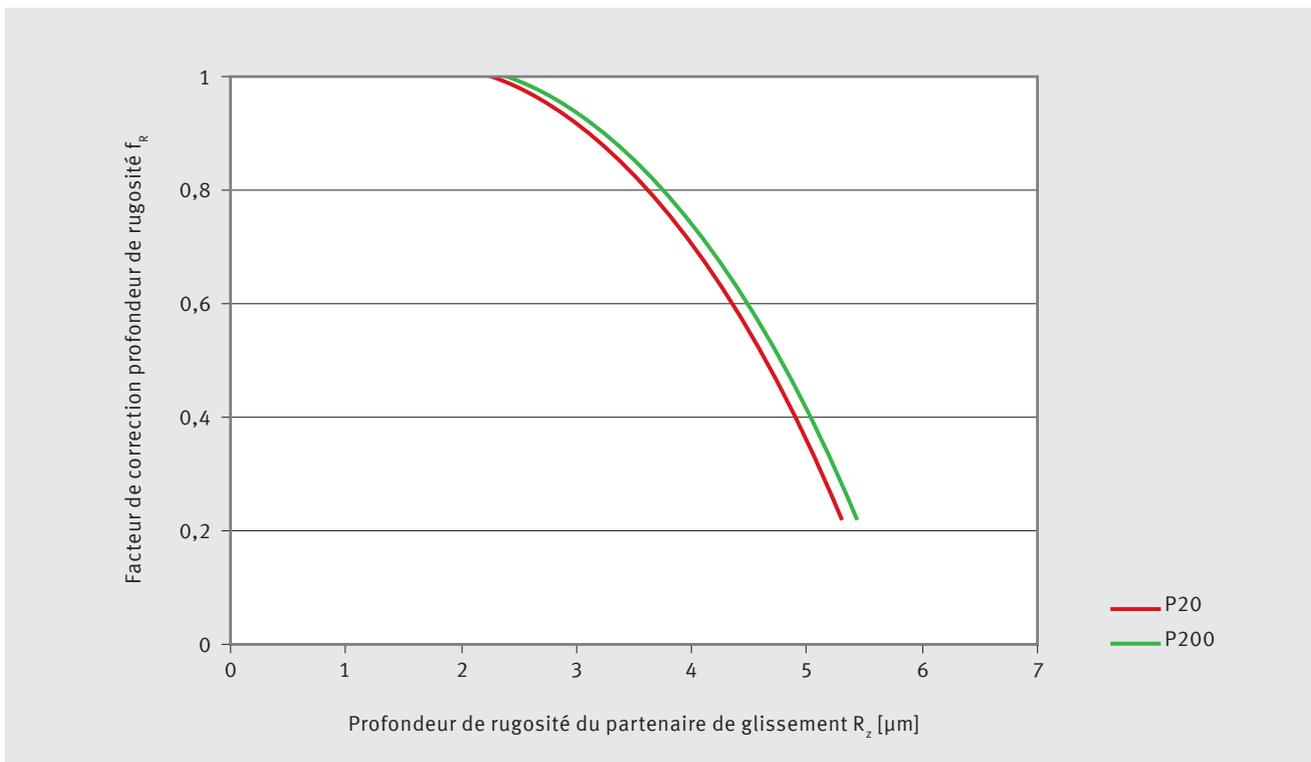


Fig. 31 : Facteur de correction profondeur de rugosité f_R

* Sur demande

Facteur de correction – type de charge

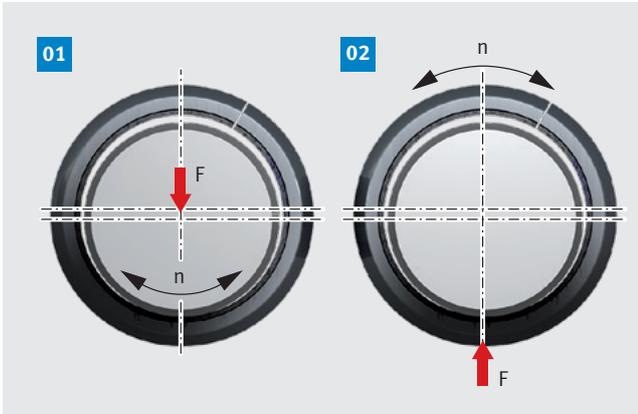


Fig. 32 : Facteur de correction charge f_A

N° (voir Fig. 32)	Type de charge	f_A
01	Charge ponctuelle	1
02	Charge périphérique	2
-	Charge axiale	1
-	Mouvement linéaire	1

Facteur de correction – mouvement linéaire

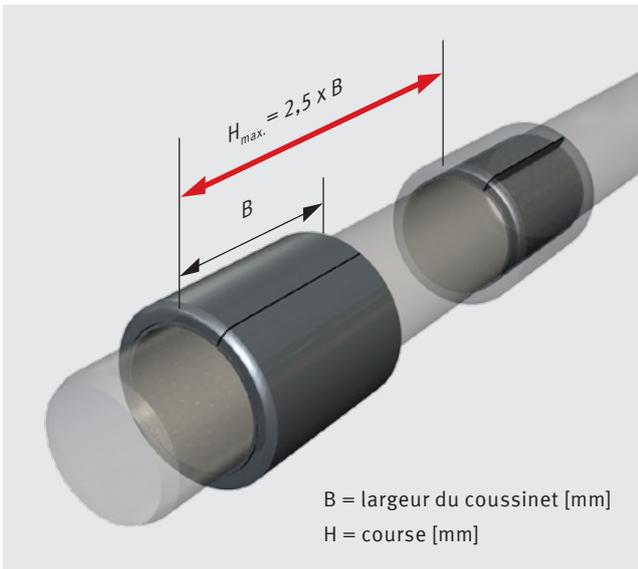


Fig. 33 : Mouvement linéaire, course H_{max} .

Facteur de correction partenaire de glissement – matériau

Matériau de la surface de glissement antagoniste	f_w
acier	1
acier nitruré	1
acier à faible corrosion	2
acier chromé dur (épaisseur min. de couche 0,013 mm)	2
acier galvanisé (épaisseur min. de couche 0,013 mm)	0,2
acier phosphaté (épaisseur min. de couche 0,013 mm)	0,2
fonte grise R _z 2	1
aluminium anodisé	0,4
aluminium anodisé dur (dureté 450 +50 HV ; 0,025 mm d'épaisseur)	2
alliages à base de cuivre	0,1 à 0,4
nickel	0,2

Tab. 24 : Facteur de correction matériau f_w
(pour une profondeur de rugosité R_z 0,8 à R_z 1,5)

[11] Calculer facteur de correction mouvement linéaire f_L :

$$f_L = 0,65 \frac{B}{H + B} \quad [1]$$

Conditions de service particulières

Des conditions de service particulières peuvent allonger ou écourter la durée de vie calculée. Il est souvent difficile de déterminer précisément ces influences. Le tableau 25 liste quelques valeurs expérimentales typiques.

Évaluation de la durée de vie calculée

Comme indiqué dans le chapitre d'introduction, le calcul de la durée de vie de coussinets P1/P2 n'est jamais sûr à 100 %. Cela dépend d'une part des nombreuses grandeurs d'influence et de leurs effets changeants, et d'autre part de l'impossibilité de déterminer avec une précision mathématique les influences telles que la corrosion, le vieillissement du lubrifiant, les effets chimiques, l'encrassement sur la durée de vie de vie.



REMARQUE

Pour cette raison, la durée de vie calculée ne peut être utilisée que comme valeur indicative. Il est recommandé d'effectuer des tests pratiques avant l'utilisation de coussinets KS Permaglide®.

Conditions de service	Influence sur la durée de vie	Raison
Fonctionnement à sec ; ratés par intermittence	Allonge la durée de vie	La position du coussinet peut régulièrement refroidir. Ceci a une action bénéfique sur la durée de vie présumée.
En alternance, fonctionnement à sec et dans l'eau	Écourte la durée de vie	Dans l'eau, les conditions hydrodynamiques ne peuvent être atteintes que de façon limitée. Ceci et l'alternance avec le fonctionnement à sec augmentent l'usure.
Fonctionnement permanent dans des lubrifiants liquides	Allonge fortement la durée de vie	On obtient dans ce cas des états de friction mixtes ou hydrodynamiques. La chaleur de frottement est dissipée par le lubrifiant hors de la zone de contact. A l'état hydrodynamique, le coussinet fonctionne presque sans usure.
Fonctionnement permanent dans des graisses lubrifiantes (matériaux KS Permaglide® P1)	Allonge ou écourte la durée de vie	Les additifs solides tels que le MoS ₂ ou le ZnS stimulent la formation de pâte et peuvent écourter la durée de vie. Grâce à des mesures adéquates (alésages/rainures dans la zone de sortie) et un regraissage régulier, la durée de vie nominale peut être allongée (chapitre 7 « Lubrification »).

Tab. 25 : Conditions de service particulières

7 DOMMAGES TYPIQUES DES COUSSINETS

Outre les facteurs d'usure charge de coussinet, vitesse de glissement, température, matériau et surface de l'arbre, les coussinets sont également soumis à d'autres contraintes dues aux conditions de service pouvant avoir une influence considérable sur la fiabilité et la durée de vie.

Réaction tribochimique, corrosion

Les coussinets KS Permaglide® sont résistants à l'eau (sauf le P14), aux alcools, glycols et à de nombreuses huiles minérales. Certains milieux peuvent toutefois attaquer le matériau composite, en particulier les parties en bronze. Ce phénomène commence généralement à une température de service supérieure à 100 °C. Risques de fonctionnement restreint.

Le groupe de matériaux P1 n'est pas résistant aux milieux acides ($\text{pH} < 3$) et alcalins ($\text{pH} > 12$). Les acides et gaz oxydants tels que les halogénures, l'ammoniac ou l'acide sulfurique endommagent le dos en bronze du P11.

En cas de risque de corrosion de la surface de glissement du partenaire de glissement (arbre), les matériaux suivants sont recommandés :

- aciers à faible corrosion
- aciers chromés dur
- aluminium anodisé dur

Ces matériaux résistants à la corrosion abaissent également le taux d'usure.

Tendance au gonflement

Dans certains milieux et à des températures de service > 100 °C, la couche de rodage (lubrifiant solide) des coussinets à base de matériau P1 peut gonfler. Suivant le milieu, l'épaisseur de paroi du coussinet peut augmenter de max. 0,03 mm.

Remède :

- augmenter le jeu des coussinets
- utiliser des coussinets en P14/P147. Leur tendance au gonflement est sensiblement inférieure ($< 0,01$ mm).

Attention : le P14 ne doit être utilisé que jusqu'à une vitesse de glissement de 1 m/s et le P147 jusqu'à une vitesse de glissement de 0,8 m/s.

Rouille de contact électrochimique

Dans des conditions défavorables, des piles locales peuvent se former et nuire à la sécurité de fonctionnement.

Remède :

Sélectionner un accouplement de matériaux approprié.

Mouvements de glissement microscopiques

Si lors des mouvements oscillants ou linéaires, les courses de glissement par cycle sont très petites, aucun film lubrifiant ne peut se former sur les coussinets P1. De ce fait, des zones de contact métalliques se forment après le rodage entre la couche de glissement en bronze et la surface de l'arbre. Ceci génère une usure accrue. Risque de grippage de l'arbre.

Remède :

Lubrifier la position du coussinet. Lire la section suivante « Lubrification ».

Lubrification

Pour certaines applications, il peut être nécessaire de prévoir une lubrification par graisse ou par huile de la surface de contact entre le coussinet P1 et le partenaire de glissement. Dans ce cas, la durée de vie réelle est sensiblement différente de celle calculée. L'utilisation de graisse ou d'huile peut l'écourter ou bien l'allonger. (Tab. 25 : Conditions de service particulières). Durant le rodage, le transfert du lubrifiant solide est gêné, ceci écourte la durée de vie du coussinet. D'autre part, la présence de graisse ou d'huile stimule la formation de pâte. Cette pâte résulte du mélange de la graisse ou de petites quantités d'huile avec les résidus d'abrasion de la zone de contact. Cette pâte se fixe dans le sens de rotation sur la zone de sortie et empêche la dissipation de chaleur. Une partie de la pâte est réentraînée dans la zone de contact et stimule l'usure. Les graisses contenant comme additif du sulfure de zinc ou du bisulfure de molybdène accroissent les chances de formation de cette pâte. Si un graissage des coussinets P1 est nécessaire, les mesures suivantes permettent de contrer la formation de pâte :

- regraissage régulier (par ex. avec une graisse au lithium)
- ajout d'alésages ou de rainures dans la zone de sortie afin que la pâte puisse se déposer.

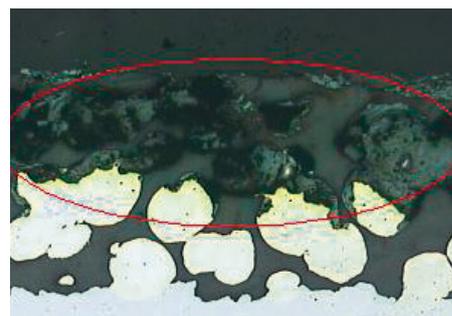


Fig. 34 : Endommagement par action chimique

ATTENTION

Les alésages ou rainures réduisent la superficie de la section de la paroi du coussinet. Si leur part est > 10 %, ceci doit être pris en compte lors du calcul (ajustement serré, recouvrement).

Les coussinets P2 nécessitent une lubrification. Types de graisse appropriés, voir chapitre 4.2 « Coussinets KS Permaglide® P2 à faible entretien », « Graissage ».

Cavitation, érosion

Les coussinets KS Permaglide® peuvent fonctionner dans des conditions hydrodynamiques.

Avantage :

- vitesses de glissement plus importantes qu'en rotation à sec ou avec graissage.
- fonctionnement presque sans usure car au-delà de la vitesse de transition les deux surfaces de glissement sont séparées par le lubrifiant liquide. Il ne se produit qu'un frottement entre fluides.
- action autolubrifiante des coussinets par friction mixte (en dessous de la vitesse de transition).

Toutefois, dans ces conditions des dommages spécifiques peuvent se produire sur la surface de glissement du coussinet, en particulier des dommages dus à la cavitation et à l'érosion.

Généralement, la cavitation et l'érosion se produisent simultanément, en particulier quand la vitesse de glissement est importante.

Remède :

- réduire la vitesse de glissement (si possible)
- utiliser un autre lubrifiant (viscosité, charge admissible en fonction de la température)
- éviter les perturbations de flux dans l'interstice de lubrification, provoquées par ex. par les rainures, orifices et réserves d'huile.

Le calcul de coussinets KS Permaglide® fonctionnant en mode hydrodynamique est une prestation proposée par Motorservice.

Dégâts de cavitation

Il s'agit d'une destruction localisée de la surface de glissement sous l'effet de la pression. Dans un coussinet fonctionnant de façon hydrodynamique, des bulles de vapeur peuvent se former dans le film lubrifiant en mouvement rapide, en raison d'une baisse de pression. À l'augmentation de la pression dans le liquide, ces bulles s'effondrent. L'énergie ainsi libérée attaque mécaniquement la surface de glissement et creuse localement des trous dans le matériau de glissement.



Fig. 35 : Dommage localisé par cavitation

Dommages dus à l'érosion

L'érosion est un endommagement mécanique de la surface de glissement par l'effet de rinçage d'un liquide pouvant également contenir des particules solides. La répartition de la pression dans le film lubrifiant d'un coussinet hydrodynamique est perturbée par étranglement et formation de tourbillons. Ceci entraîne un endommagement mécanique de la surface de glissement.



Fig. 36 : Dommages par érosion dans la couche de rodage des coussinets P1

Dommages dus à des salissures

Si des particules de saleté atteignent la zone de contact entre le coussinet et l'arbre, endommagement de la surface de glissement du coussinet par abrasion avec formation de stries. Ceci a des influences négatives sur la durée de vie et la fiabilité.

Remède :

- rendre les coussinets étanches
- en cas de lubrification par liquide, intercaler un filtre

Remède :

- dispositif d'emboîtement avec précentrage (bague auxiliaire)
- recouvrement optimisé entre l'alésage du corps et le diamètre extérieur du coussinet
- éviter la salissure
- éviter d'incliner le coussinet à l'emboîtement
- utiliser un lubrifiant approprié

Dommages dus à une erreur de montage

À l'emboîtement du coussinet, risque d'endommagement de la surface de glissement. Des grippages se produisent souvent aussi entre l'enveloppe du coussinet et l'alésage du corps. Ceci entraîne des bombements localisés dans la surface de glissement du coussinet. Ces deux types de dommages peuvent écourter fortement la durée de vie.



Fig. 37 : Coussinet P2, stries dans la surface de glissement

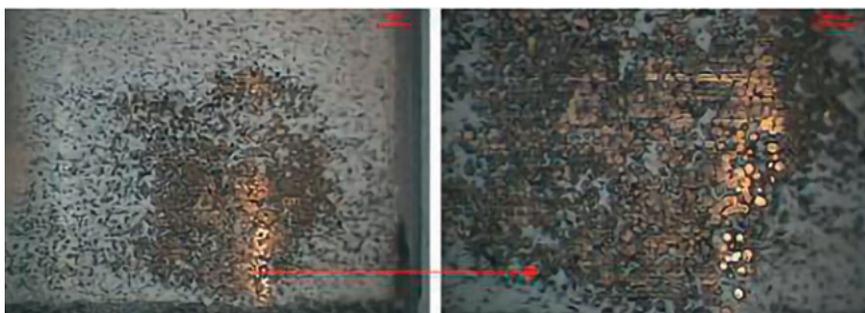


Fig. 38 : Usure localisée importante en raison d'erreurs de montage

8 CONCEPTION DU PALIER

8.1 CORPS

Coussinets

Les coussinets KS Permaglide® sont emboîtés dans le corps et ainsi fixés de façon radiale et axiale. D'autres opérations ne sont pas nécessaires. Recommandations pour l'alésage du corps :

- profondeur de rugosité $R_z 10$
- chanfrein $f_G 20^\circ \pm 5^\circ$

Ce chanfrein facilite l'emboîtement.

Diamètre d'alésage d_G	Largeur de chanfrein f_G
$d_G \leq 30$	$0,8 \pm 0,3$
$30 < d_G \leq 80$	$1,2 \pm 0,4$
$80 < d_G \leq 180$	$1,8 \pm 0,8$
$180 < d_G$	$2,5 \pm 1,0$

Tab. 26 : Largeur de chanfrein f_G sur l'alésage du corps pour coussinets (Fig. 38)

Coussinets à collerette

Dans le cas de coussinets à collerette, tenir compte du rayon à la jonction entre les parties radiale et axiale.

- les coussinets à collerette ne doivent pas être au contact dans la zone radiale.
- la collerette doit être suffisamment soutenue en cas de charges axiales.

Diamètre d'alésage d_G	Largeur de chanfrein f_G
$d_G \leq 10$	$1,2 \pm 0,2$
$10 < d_G$	$1,7 \pm 0,2$

Tab. 27 : Largeur de chanfrein f_G sur l'alésage du corps pour coussinets à collerette (Fig. 40)

Fixer les rondelles de guidage

Recommandation :

- La concentricité est assurée par des évidements dans le corps (Fig. 41)
 - Diamètre et profondeurs des découpes non guidées, voir tableaux des cotes (chapitre 10)
- Une goupille de serrage ou vis à tête fraisée empêche la rondelle de tourner (Fig. 41 et 42)
 - La tête de vis ou la goupille de serrage doit être reculée de min. 0,25 mm par rapport à la surface de glissement (Fig. 41 et 42)
 - Taille et disposition des alésages, voir tableaux des cotes (chapitre 10).

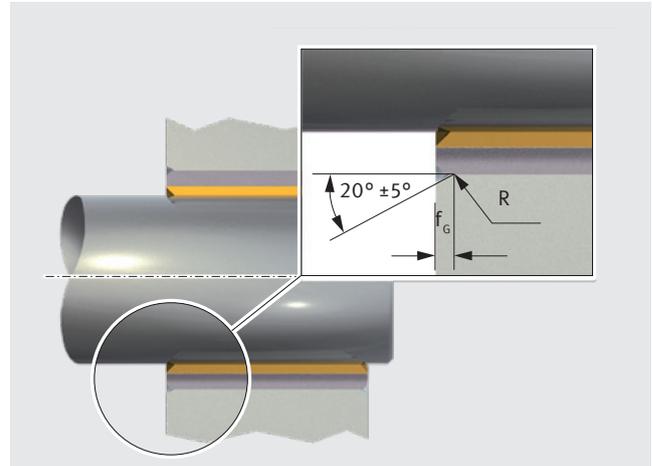


Fig. 39 : Chanfrein sur corps pour coussinet PAP

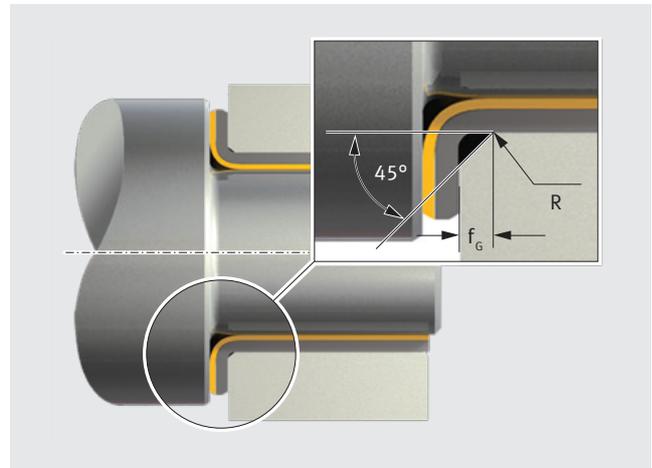


Fig. 40 : Chanfrein sur corps pour coussinet PAF

- Si aucun évidement n'est possible dans le corps,
 - fixer avec plusieurs goupilles ou vis (Fig. 42).
 - utiliser d'autres techniques de fixation.

Une sécurité antirotation n'est pas toujours nécessaire. Souvent, l'adhérence entre le dos de la rondelle et le corps est suffisante.

Autres techniques de fixation

Si l'ajustage serré du coussinet n'est pas suffisant ou si le goupillage/vissage n'est pas rentable, des techniques de fixation moins chères peuvent être utilisées :

- soudage laser
- brasage à l'étain
- collage, tenir compte des remarques ci-dessous

ATTENTION

La température de la couche de rodage/glissement ne doit pas dépasser +280 °C pour les KS Permaglide® P1 et +140 °C pour les KS Permaglide® P2. Ne jamais faire tomber de colle sur la couche de rodage/glissement. Recommandation : Contacter les fabricants de colle pour obtenir des renseignements, en particulier sur la sélection de la colle, la préparation des surfaces, le durcissement, la fermeté, la plage de température et l'élasticité.

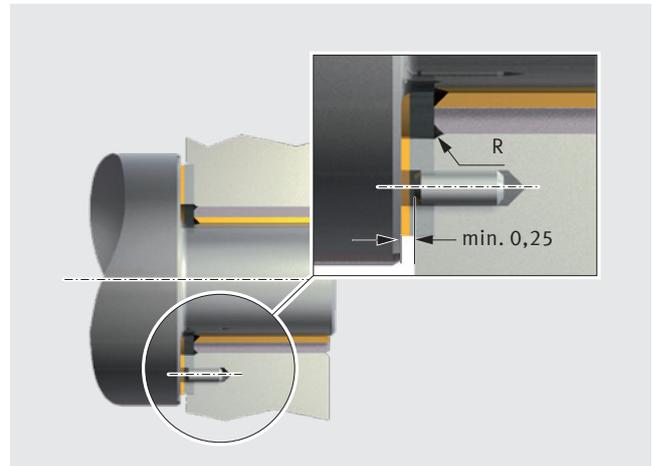


Fig. 41 : Fixation d'une rondelle de guidage PAW dans un évidement du corps

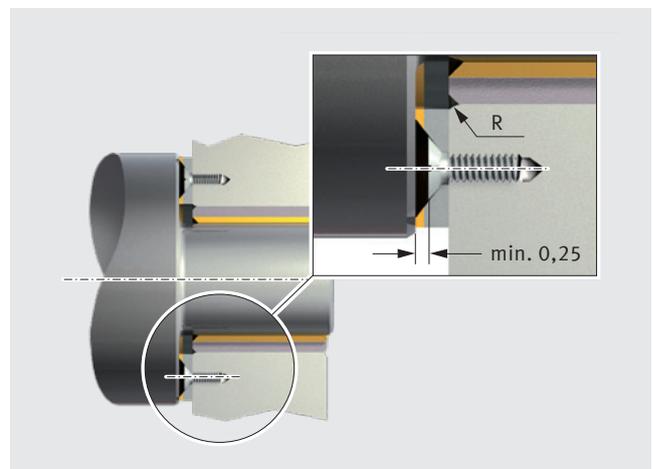


Fig. 42 : Fixation d'une rondelle de guidage PAW sans évidement dans le corps

8.2 CONCEPTION DU PARTENAIRE DE GLISSEMENT

Généralité :

Dans un système tribotechnique, l'arbre (palier radial) ou l'épaulement de pression (palier axial) doit dépasser de la surface de glissement afin d'obtenir une portée maximale et d'éviter un rodage avec des décrochements dans la couche de glissement.

Arbre

Les arbres doivent être chanfreinés et toutes les arêtes vives être arrondies. Ceci

- facilite le montage,
- évite d'endommager la couche de glissement du coussinet

Les arbres ne doivent jamais présenter de rainures ou d'entailles à proximité de la zone de glissement.

Surface de glissement antagoniste

Durée d'utilisation optimale en choisissant la bonne profondeur de rugosité

- La durée d'utilisation optimale est obtenue pour une profondeur de rugosité de la surface de glissement antagoniste de R_z 0,8 à R_z 1,5 :
 - pour la rotation à sec des KS Permaglide® P1
 - pour la lubrification des KS Permaglide® P2.

ATTENTION

Des profondeurs de rugosité plus faibles n'augmentent pas la durée d'utilisation et peuvent même provoquer une usure par adhésion. Les profondeurs de rugosité importantes sont grandement réduites.

- La corrosion de la surface de glissement antagoniste est empêchée sur les KS Permaglide® P1 et P2 par :
 - étanchéification,
 - utilisation d'acier résistant à la corrosion,
 - traitement approprié des surfaces.

Dans les KS Permaglide® P2, le lubrifiant agit également comme agent anticorrosion.

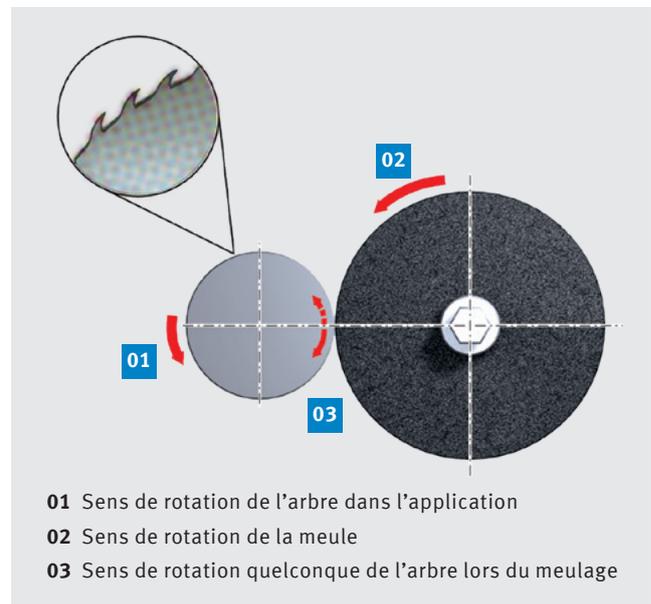


Fig. 43 : Meulage d'un arbre en fonte

Qualité de la surface

- Utiliser de préférence des surfaces poncées ou étirées
- Les surfaces tournées à haute précision ou tournées et roulées, également avec R_z 0,8 à R_z 1,5 peuvent provoquer une usure plus importante (au tournage de précision, des stries hélicoïdales se forment)
- La fonte nodulaire (GGG) possède une structure superficielle ouverte et doit de ce fait être meulée sur R_z 2 ou plus élevé. La Figure 43 montre le sens de rotation des arbres en fonte dans l'application. Celui-ci doit correspondre au sens de rotation de la meule car l'usure est plus importante dans le sens inverse.

Fonctionnement en mode hydrodynamique

Pour le fonctionnement en mode hydrodynamique, la profondeur de rugosité R_z de la surface de glissement antagoniste doit être inférieure à la plus petite épaisseur de film de lubrification. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.

Joint

En cas d'encrassement important ou d'environnement corrosif, une protection de la position du coussinet est recommandée.

La figure 44 montre les types de joints recommandés :

- **01** la construction environnante
- **02** un joint à labyrinthe
- **03** un joint d'étanchéité d'arbre
- une couronne de graisse

Dissipation thermique

Une parfaite dissipation thermique doit être garantie.

- En mode hydrodynamique, le liquide de lubrification évacue principalement la chaleur.
- Dans le cas de coussinets secs et graissés, la chaleur est également évacuée par le corps et l'arbre.

Retouche des éléments du coussinet

- Les coussinets KS Permaglide® peuvent être retouchés par/sans enlèvement de copeaux (par ex. raccourcir, cintrer ou aléser).
- Les coussinets KS Permaglide® doivent être détachés de préférence du côté PTFE. La bavure engendrée à la séparation est une gêne sur la surface de glissement.
- Nettoyer ensuite les éléments du coussinet.
- Protéger les surfaces d'acier nues (bords de coupe) de la corrosion avec :
 - de l'huile ou
 - des couches de protection galvaniques
 Dans le cas de densités de courant importantes ou d'opérations de revêtement prolongées, recouvrir les couches de glissement afin d'éviter des dépôts.

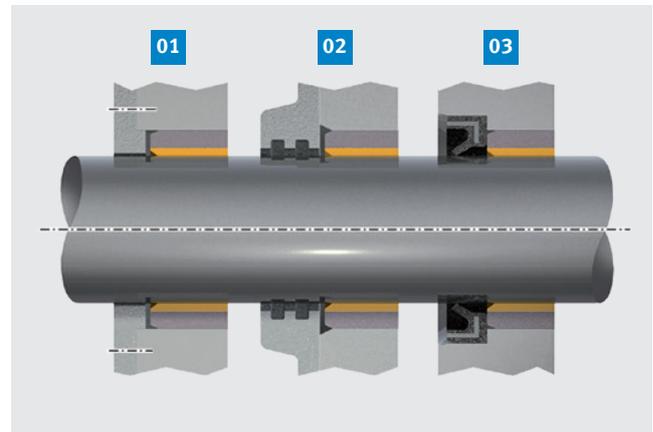


Fig. 44 : Joints

⚠ ATTENTION

Les températures de retouche dépassant les valeurs limites suivantes sont dangereuses pour la santé :

+280 °C pour KS Permaglide® P1

+140 °C pour KS Permaglide® P2

Les copeaux peuvent contenir du plomb.

Positionnement axial (coïncidence précise)

Une coïncidence précise est importante pour tous les coussinets radiaux et axiaux. Ceci est particulièrement vrai pour les coussinets fonctionnant à sec sur lesquels la charge ne peut pas être répartie à l'aide du film de lubrification. Le défaut de coïncidence sur toute la largeur du coussinet ne doit pas dépasser 0,02 mm (Fig. 45). Cette valeur s'applique également sur la largeur des coussinets disposés par paires et pour des rondelles de guidage. Dans le cas de coussinets disposés l'un derrière l'autre, il est judicieux qu'ils aient la même largeur. Au montage, les joints vifs doivent coïncider.

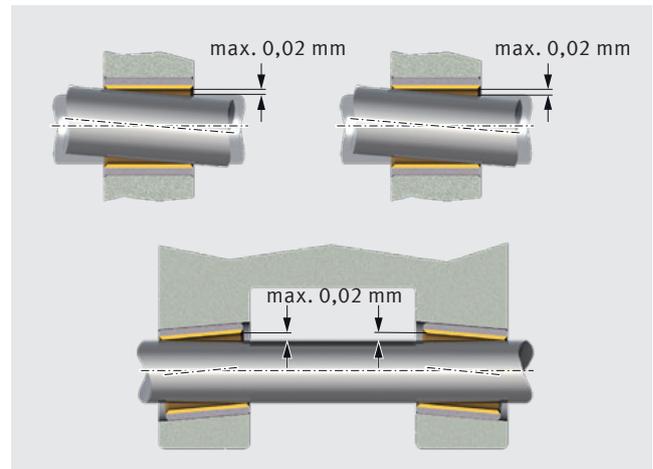


Fig. 45 : Défaut de coïncidence admissible

Charges sur les bords du coussinet monté

En raison d'imprécisions géométriques ou dans des conditions de service spéciales, des charges trop importantes peuvent se produire dans les zones périphériques d'un coussinet. Cette « pression sur les bords » peut provoquer un blocage du coussinet. Des mesures adéquates permettent de réduire ces charges (Fig. 46).

- chanfreins plus grands sur le corps
- diamètre d'alésage plus important dans la zone périphérique de l'alésage du corps
- faire dépasser le coussinet sur la largeur du corps.

Un soulagement des bords est également possible par une conception élastique du corps.

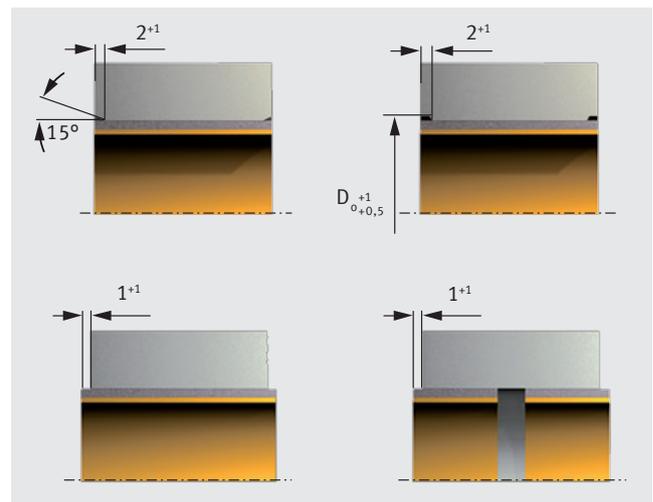


Fig. 46 : Réduction des pics de contrainte sur les bords

8.3 JEU DE COUSSINET, AJUSTAGE SERRÉ

Jeu de coussinet théorique

Les coussinets KS Permaglide® P1 et P2 sont emboîtés dans le corps et ainsi fixés de façon radiale et axiale. D'autres opérations ne sont pas nécessaires. Avec les tolérances de pose du Tab. 28, les corps et arbres fixes donnent :

- l'ajustage serré
- le jeu du coussinet selon le Tab. 33

Le jeu théorique se calcule comme suit :

$$[12] \quad \Delta s_{\max.} = d_{G\max.} - 2 \cdot s_{3\min.} - d_{W\min.}$$

$$[13] \quad \Delta s_{\min.} = d_{G\min.} - 2 \cdot s_{3\max.} - d_{W\max.}$$

$\Delta s_{\max.}$	[mm]	jeu de coussinet maximum
$\Delta s_{\min.}$	[mm]	jeu de coussinet minimum
$d_{G\max.}$	[mm]	diamètre maximum de l'alésage du corps
$d_{G\min.}$	[mm]	diamètre minimum de l'alésage du corps
$d_{W\max.}$	[mm]	diamètre maximum de l'arbre
$d_{W\min.}$	[mm]	diamètre minimum de l'arbre
$s_{3\max.}$	[mm]	épaisseur maximum de paroi
$s_{3\min.}$	[mm]	épaisseur minimum de paroi (Tab. 32)

Ajustage serré et jeu de coussinet

Le jeu de coussinet et l'ajustage serré peuvent être influencés par les mesures présentées dans le Tab. 35 :

- dans le cas de températures ambiantes élevées
- suivant le matériau du corps
- suivant l'épaisseur de la paroi du corps

Des tolérances plus petites pour le jeu nécessitent des tolérances plus strictes pour l'arbre et l'alésage.

ATTENTION

En cas d'utilisation d'arbres avec une zone de tolérance h, le jeu de coussinet pour $5 \leq d_w < 80$ (P10, P14, P147) et $d_w < 80$ (P11) doit être contrôlé selon les formules [12] pour $\Delta s_{\max.}$ et [13] pour $\Delta s_{\min.}$.

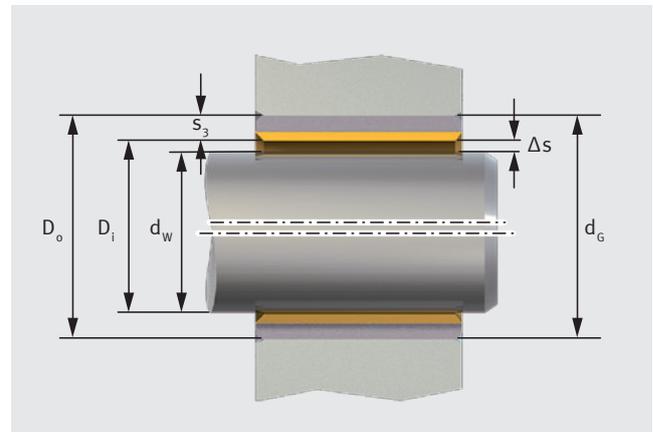


Fig. 47 : Jeu de coussinet théorique Δs

Plage de diamètres	KS Permaglide®		
	P10, P14, P147*	P11	P20, P200
Arbre			
$d_w < 5$	h6	f7	h8
$5 \leq d_w < 80$	f7	f7	h8
$80 \leq d_w$	h8	h8	h8
Alésage du corps			
$d_g \leq 5,5$	H6	–	–
$5,5 < d_g$	H7	H7	H7

Tab. 28 : Tolérances de pose recommandées

ATTENTION

L'évasement de l'alésage du corps n'est pas pris en compte pour le calcul du jeu de coussinet.

Pour calculer le recouvrement U, les tolérances de l'alésage du corps sont indiquées dans le Tab. 28 et les dimensions du diamètre extérieur de coussinet D_o dans le Tab. 29.

Diamètre extérieur du coussinet D_o	Dimensions (contrôle A selon DIN ISO 3547-2)			
	P10, P14, P147*, P20, P200		P11	
	supérieure	inférieure	supérieure	inférieure
$D_o \leq 10$	+0,055	+0,025	+0,075	+0,045
$10 < D_o \leq 18$	+0,065	+0,030	+0,080	+0,050
$18 < D_o \leq 30$	+0,075	+0,035	+0,095	+0,055
$30 < D_o \leq 50$	+0,085	+0,045	+0,110	+0,065
$50 < D_o \leq 80$	+0,100	+0,055	+0,125	+0,075
$80 < D_o \leq 120$	+0,120	+0,070	+0,140	+0,090
$120 < D_o \leq 180$	+0,170	+0,100	+0,190	+0,120
$180 < D_o \leq 250$	+0,210	+0,130	+0,230	+0,150
$250 < D_o \leq 305$	+0,260	+0,170	+0,280	+0,190

Tab. 29 : Dimensions pour le diamètre extérieur D_o .

Diamètre intérieur du coussinet D_i	Épaisseur de paroi s_3	Dimensions selon DIN ISO 3547-1, tableau 3, rangée B			
		P10, P14, P147*		P11	
		supérieure	inférieure	supérieure	inférieure
$D_i < 5$	0,75	0	-0,020	-	-
	1	-	-	+0,005	-0,020
$5 \leq D_i < 20$	1	+0,005	-0,020	+0,005	-0,020
$20 \leq D_i < 28$	1,5	+0,005	-0,025	+0,005	-0,025
$28 \leq D_i < 45$	2	+0,005	-0,030	+0,005	-0,030
$45 \leq D_i < 80$	2,5	+0,005	-0,040	+0,005	-0,040
$80 \leq D_i < 120$	2,5	-0,010	-0,060	-0,010	-0,060
$120 \leq D_i$	2,5	-0,035	-0,085	-0,035	-0,085

Tab. 30 : Épaisseur de paroi s_3 pour coussinets et coussinets à collerette P1

Rugosité de la surface	R_a (μm)	R_z (μm)
Alésage du logement D_i	6,3	25,0
Dos du coussinet D_o	1,6	6,3
Autres surfaces	25,0	100,0

Tab. 31 : Rugosité de la surface, profondeur de rugosité R_a et R_z

Diamètre intérieur D_i	Épaisseur de paroi s_3	Dimensions selon DIN ISO 3547-1, Tableau 3, rangée D, P20, P200		
		supérieure	inférieure	
8	$\leq D_i < 20$	1	-0,020	-0,045
20	$\leq D_i < 28$	1,5	-0,025	-0,055
28	$\leq D_i < 45$	2	-0,030	-0,065
45	$\leq D_i < 80$	2,5	-0,040	-0,085
80	$\leq D_i$	2,5	-0,050	-0,115

Tab. 32 : Épaisseur de paroi s_3 pour coussinets KS Permaglide® P20/P200

Épaisseur de paroi s_3	Chanfrein extérieur, sans enlèvement de copeaux C_o	Arête chanfreinée intérieure C_i	
		min.	max.
0,75	$0,5 \pm 0,3$	0,1	0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,6
1,5	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,7
2	$1,0 \pm 0,4$	0,1	0,7
2,5	$1,2 \pm 0,4$	0,2	1,0

Tab. 33 : Chanfrein extérieur C_o et arête chanfreinée intérieure C_i (Fig. 48) pour coussinets à dimensions métriques, selon DIN ISO 3547-1, tableau 2

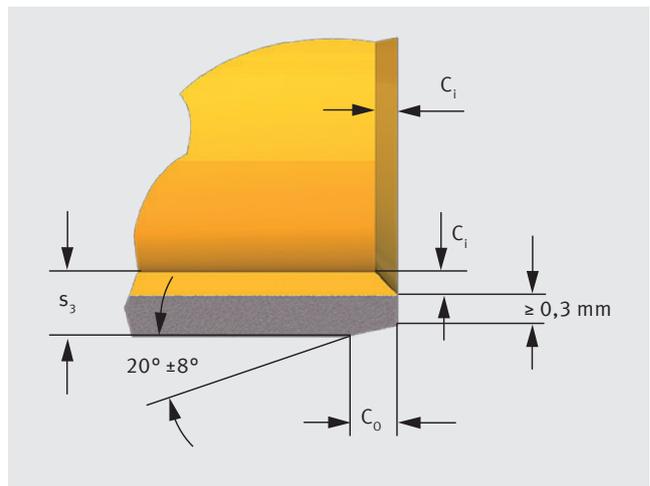


Fig. 48 : Chanfrein extérieur C_o et arête chanfreinée intérieure C_i pour dimensions métriques

Jeu de coussinet théorique

Diamètre extérieur du coussinet		Jeu de coussinet Δs			
D_i (mm)	D_o (mm)	P10, P11, P14, P147*		P20, P200	
		$\Delta s_{min.}$ (mm)	$\Delta s_{max.}$ (mm)	$\Delta s_{min.}$ (mm)	$\Delta s_{max.}$ (mm)
2	3,5	0	0,054	–	–
3	4,5	0	0,054	–	–
4	5,5	0	0,056	–	–
5	7	0	0,077	–	–
6	8	0	0,077	–	–
7	9	0,003	0,083	–	–
8	10	0,003	0,083	0,040	0,127
10	12	0,003	0,086	0,040	0,130
12	14	0,006	0,092	0,040	0,135
13	15	0,006	0,092	–	–
14	16	0,006	0,092	0,040	0,135
15	17	0,006	0,092	0,040	0,135
16	18	0,006	0,092	0,040	0,135
18	20	0,006	0,095	0,040	0,138
20	23	0,010	0,112	0,050	0,164
22	25	0,010	0,112	0,050	0,164
24	27	0,010	0,112	0,050	0,164
25	28	0,010	0,112	0,050	0,164
28	32	0,010	0,126	0,060	0,188
30	34	0,010	0,126	0,060	0,188
32	36	0,015	0,135	0,060	0,194
35	39	0,015	0,135	0,060	0,194
40	44	0,015	0,135	0,060	0,194
45	50	0,015	0,155	0,080	0,234
50	55	0,015	0,160	0,080	0,239
55	60	0,020	0,170	0,080	0,246
60	65	0,020	0,170	0,080	0,246
65	70	0,020	0,170	–	–
70	75	0,020	0,170	0,080	0,246
75	80	0,020	0,170	0,080	0,246
80	85	0,020	0,201	0,100	0,311
85	90	0,020	0,209	–	–
90	95	0,020	0,209	0,100	0,319
95	100	0,020	0,209	–	–
100	105	0,020	0,209	0,100	0,319
105	110	0,020	0,209	–	–

Diamètre extérieur du coussinet		Jeu de coussinet Δs			
D_i (mm)	D_o (mm)	P10, P11, P14, P147*		P20, P200	
		$\Delta s_{min.}$ (mm)	$\Delta s_{max.}$ (mm)	$\Delta s_{min.}$ (mm)	$\Delta s_{max.}$ (mm)
110	115	0,020	0,209	–	–
115	120	0,020	0,209	–	–
120	125	0,070	0,264	–	–
125	130	0,070	0,273	–	–
130	135	0,070	0,273	–	–
135	140	0,070	0,273	–	–
140	145	0,070	0,273	–	–
150	155	0,070	0,273	–	–
160	165	0,070	0,273	–	–
180	185	0,070	0,279	–	–
200	205	0,070	0,288	–	–
220	225	0,070	0,288	–	–
250	255	0,070	0,294	–	–
300	305	0,070	0,303	–	–

Tab. 34 : Jeu de coussinet théorique après emboîtement des coussinets ou coussinets à collerette avec dimensions métriques, sans tenir compte d'un évasement possible de l'alésage

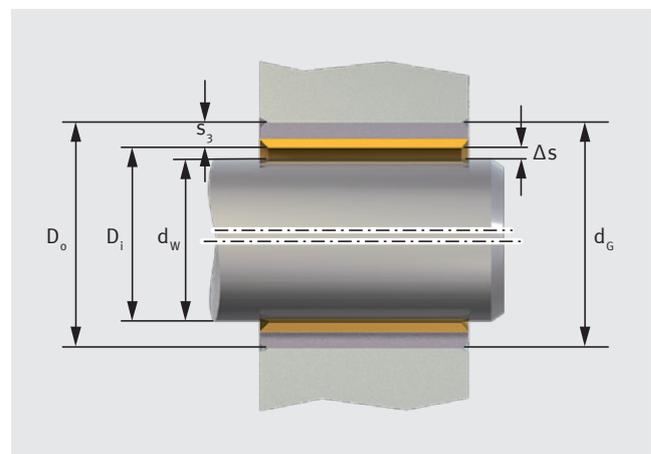


Fig. 49 : Jeu de coussinet théorique Δs

Ajustage serré et jeu de coussinet

Caractéristiques	Conséquence	Remède	Remarques
corps en métal léger à paroi mince	évasement important jeu trop important	réduire la taille de l'alésage du corps d_c	Le corps est soumis à des contraintes plus importantes, sa tension admissible ne doit pas être dépassée.
corps en acier ou en fonte, à des températures ambiantes élevées	jeu plus faible	réduire le diamètre d'arbre d_w de 0,008 mm pour chaque tranche d'augmentation de 100 °C de la température ambiante	
corps en bronze ou à base d'alliages de cuivre, à des températures ambiantes élevées	mauvais ajustage serré	réduire la taille de l'alésage du corps d_c , changement de diamètre recommandé par tranche d'augmentation de 100 °C au-delà la température ambiante : $d_c - 0,05\%$	Réduire le diamètre de l'arbre d_w de la même valeur afin de conserver le jeu de coussinet.
corps à base d'alliages d'aluminium, à des températures ambiantes élevées	mauvais ajustage serré	réduire la taille de l'alésage du corps d_c , changement de diamètre recommandé par tranche d'augmentation de 100 °C au-delà la température ambiante : $d_c - 0,1\%$	Réduire le diamètre d'arbre d_w de la même valeur afin de conserver le jeu de coussinet admissible. Quand la température est < 0 °C, le corps est soumis à des contraintes plus importantes, sa tension admissible ne doit pas être dépassée.
coussinets avec épaisse couche de protection anticorrosion	diamètre extérieur D_o trop grand jeu trop faible	agrandir l'alésage du corps d_c Exemple : épaisseur de couche 0,015±0,003 mm en conséquence $d_c + 0,03$ mm	Sans contre-mesure adéquate, la coussinet et le corps sont soumis à des contraintes plus importantes.

Tab. 35 : Défauts, conséquences et mesures à prendre pour ajustage serré et jeu de coussinet à températures ambiantes élevées, épaisseurs de paroi ou matériaux spéciaux du corps

9 MONTAGE DES COUSSINETS

Les coussinets KS Permaglide® peuvent être facilement emboîtés dans l'alésage du corps. Un léger huilage du dos du coussinet ou de l'alésage du corps facilite l'emboîtement.

Méthodes d'emboîtement recommandées

Pour diamètre extérieur D_o jusqu'à env. 55 mm :

- emboîtement affleurant avec mandrin, sans bague auxiliaire, Fig. 51
- emboîtement noyé avec mandrin, sans bague auxiliaire, Fig. 52

Pour diamètre extérieur D_o à partir de 55 mm :

- emboîtement avec mandrin et bague auxiliaire, Fig. 53

Éviter un positionnement incliné et un désaxement

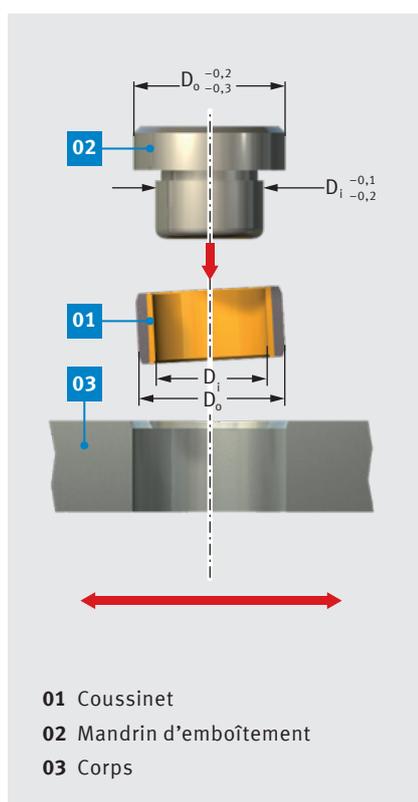


Fig. 50 : Emboîtement avec corps mobile

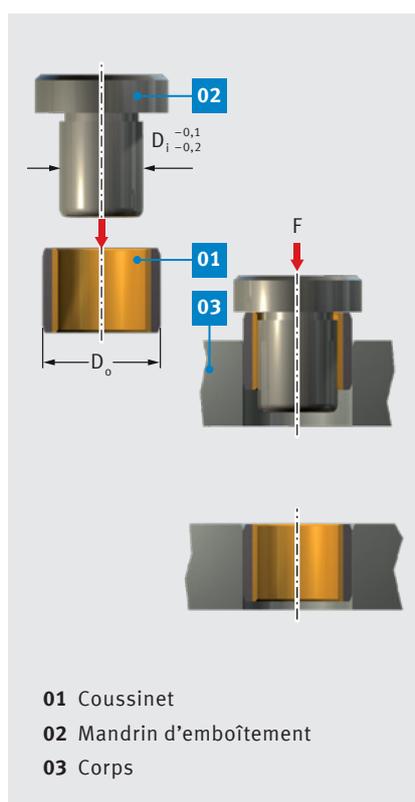


Fig. 51 : Emboîtement affleurant $D_o \leq 55$ mm

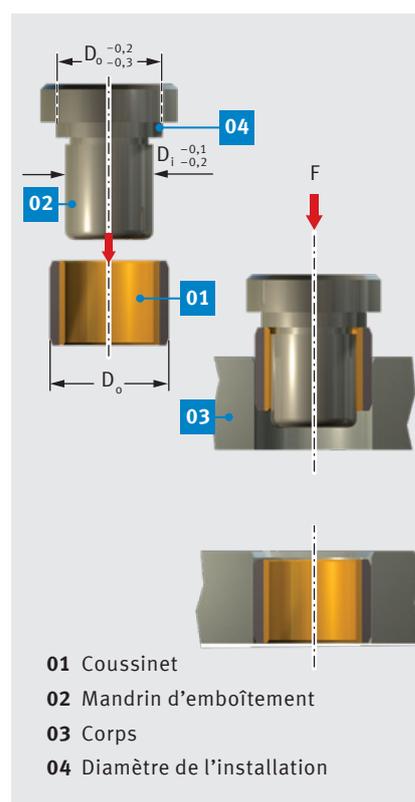


Fig. 52 : Emboîtement noyé $D_o \leq 55$ mm

ATTENTION

Toujours travailler proprement lors du montage. La crasse écourte la durée d'utilisation du coussinet. Ne pas endommager la couche de glissement. Respecter la position de montage, si prescrite. Ne pas poser le joint vif dans la zone de charge principale.

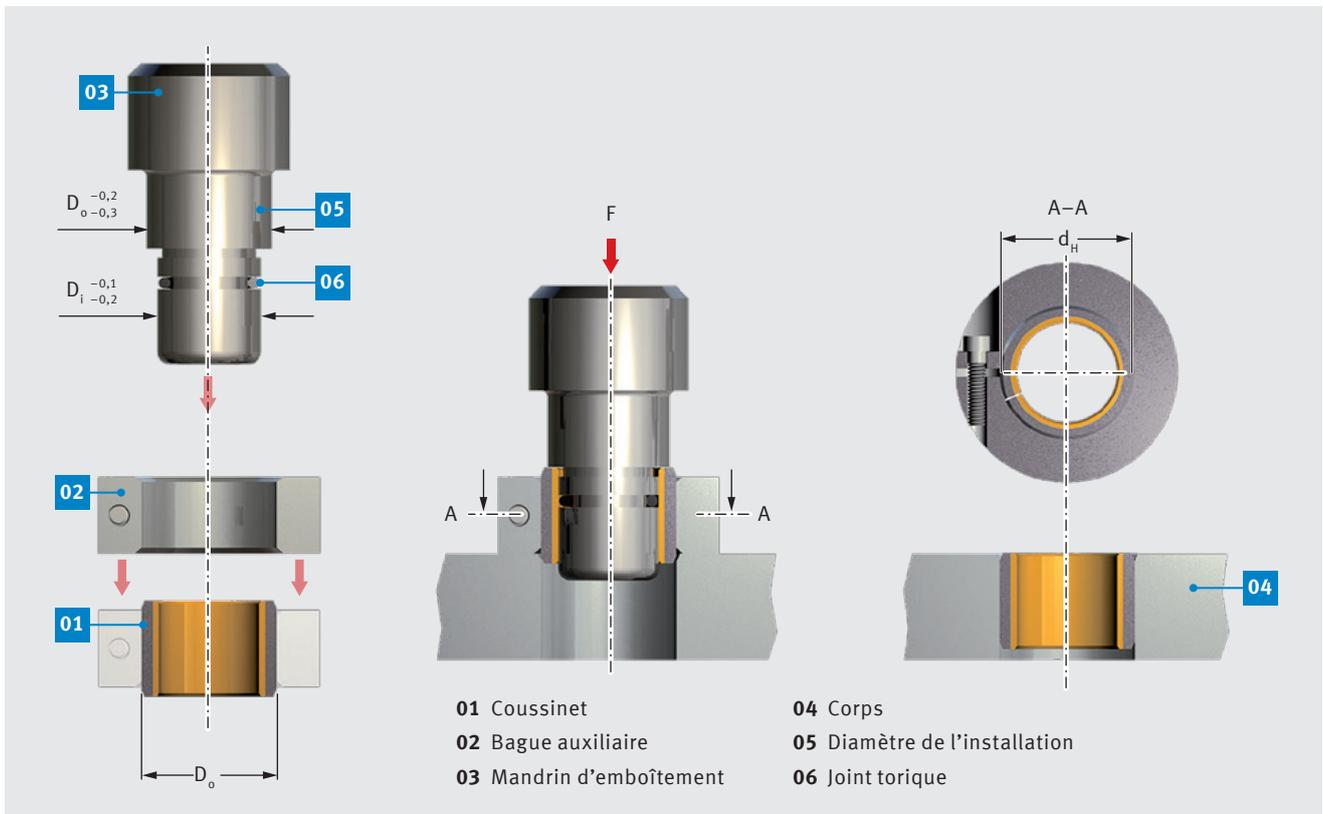


Fig. 53 : Emboîtement de coussinets, $D_o \geq 55$ mm, avec bague auxiliaire

Le tableau 35 sert à déterminer le diamètre intérieur nécessaire d_H de la bague auxiliaire à partir du diamètre extérieur indiqué D_o du coussinet.

D_o (mm)	d_H (mm)
$55 \leq D_o \leq 100$	$D_o + 0,28$
	$+0,25$
$100 < D_o \leq 200$	$D_o + 0,40$
	$+0,36$
$200 < D_o \leq 305$	$D_o + 0,50$
	$+0,46$

Tab. 36 : Diamètre intérieur d_H de la bague auxiliaire

Calibrage de l'alésage du coussinet après le montage (valable uniquement pour coussinets P1)

Calibrage

À la livraison, les coussinets KS Permaglide® sont prêts à poser et ne doivent être calibrés que si une tolérance plus serrée du jeu de coussinet ne peut pas être obtenue autrement.

ATTENTION

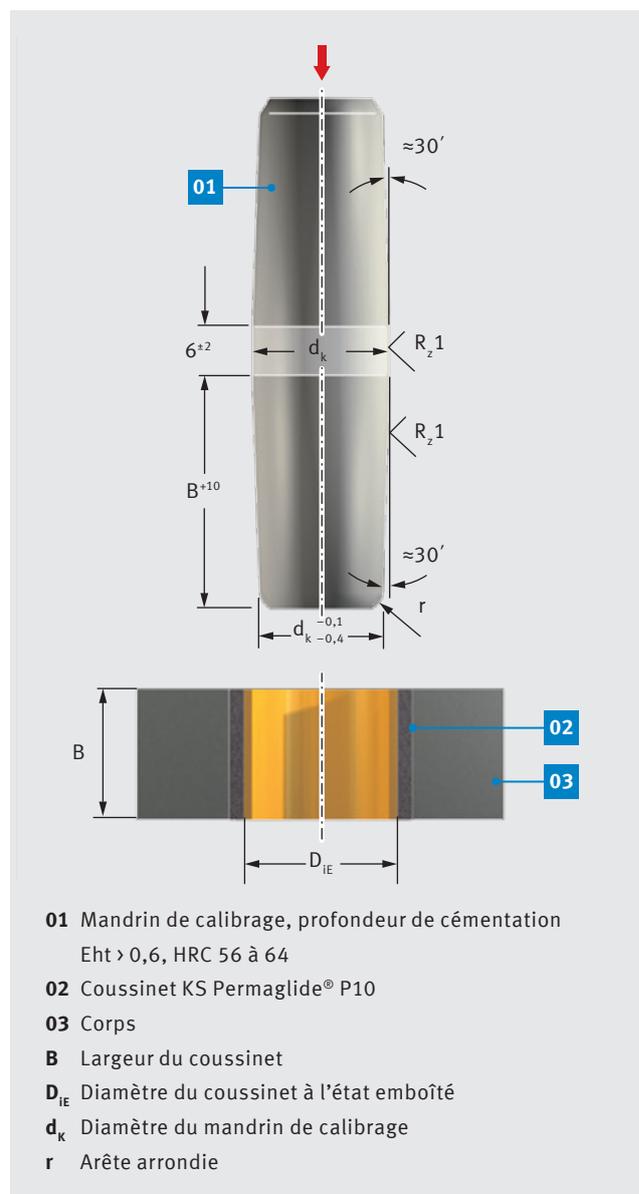
Le calibrage écourte sensiblement la durée de vie des coussinets P1 KS Permaglide® (voir Tab. 37).

La Fig. 53 montre le calibrage avec un mandrin. Le Tableau 36 contient des valeurs recommandées pour le diamètre du mandrin de calibrage d_k . Des valeurs précises ne peuvent être déterminées que par des essais.

Possibilités plus avantageuses

La tolérance du jeu de coussinet peut être réduite par les mesures suivantes, qui n'entraînent aucun raccourcissement de la durée de vie :

- tolérances plus strictes pour l'alésage du corps
- tolérances plus strictes pour l'arbre



- 01** Mandrin de calibrage, profondeur de cémentation $E_{ht} > 0,6$, HRC 56 à 64
- 02** Coussinet KS Permaglide® P10
- 03** Corps
- B** Largeur du coussinet
- D_{iE}** Diamètre du coussinet à l'état emboîté
- d_k** Diamètre du mandrin de calibrage
- r** Arête arrondie

Fig. 54 : Calibrage

Diamètre intérieur souhaité du coussinet	Diamètre du mandrin de calibrage ¹⁾ d_k	Durée de vie ²⁾
D_{iE}	–	100 % L_N
$D_{iE} + 0,02$	$D_{iE} + 0,06$	80 % L_N
$D_{iE} + 0,03$	$D_{iE} + 0,08$	60 % L_N
$D_{iE} + 0,04$	$D_{iE} + 0,10$	30 % L_N

Tab. 37 : Valeurs recommandées pour le diamètre du mandrin de calibrage et réduction de la durée de vie

D_{iE} Diamètre intérieur du coussinet à l'état emboîté.

¹⁾ Valeur recommandée, rapportée au corps en acier.

²⁾ Valeur recommandée pour rotation à sec.

Force d'empoîtement et pression de jonction

La force d'empoîtement et la pression de jonction sont en corrélation. La pression de jonction se forme entre l'alésage du corps et la surface du coussinet. Elle représente l'ajustage serré du coussinet dans le corps. La pression de jonction détermine avec d'autres facteurs l'intensité de la force d'empoîtement.

Calcul de la force d'empoîtement

La force d'empoîtement dépend de nombreux facteurs difficiles à déterminer précisément, comme par exemple :

- recouvrement réel
- coefficient de frottement
- formation de stries
- vitesse d'empoîtement

Le calcul de la force d'empoîtement est un service proposé par Motorservice. Dans la plupart des cas, la détermination approximative selon la Fig. 55 est suffisante.

Détermination de la force d'empoîtement des coussinets

La Fig. 55 ci-dessous représente la force d'empoîtement max. nécessaire, par mm de largeur de coussinet. Les courbes sont affectées au diamètre extérieur de coussinet D_o et à l'épaisseur de paroi de coussinet s_3 selon DIN ISO 3547. La base du calcul est un corps en acier, dont le diamètre D_o a été adapté en fonction du diamètre extérieur de coussinet D_o . Le rapport D_o suivant a été choisi : $D_o \approx 1,5 \dots 2$.

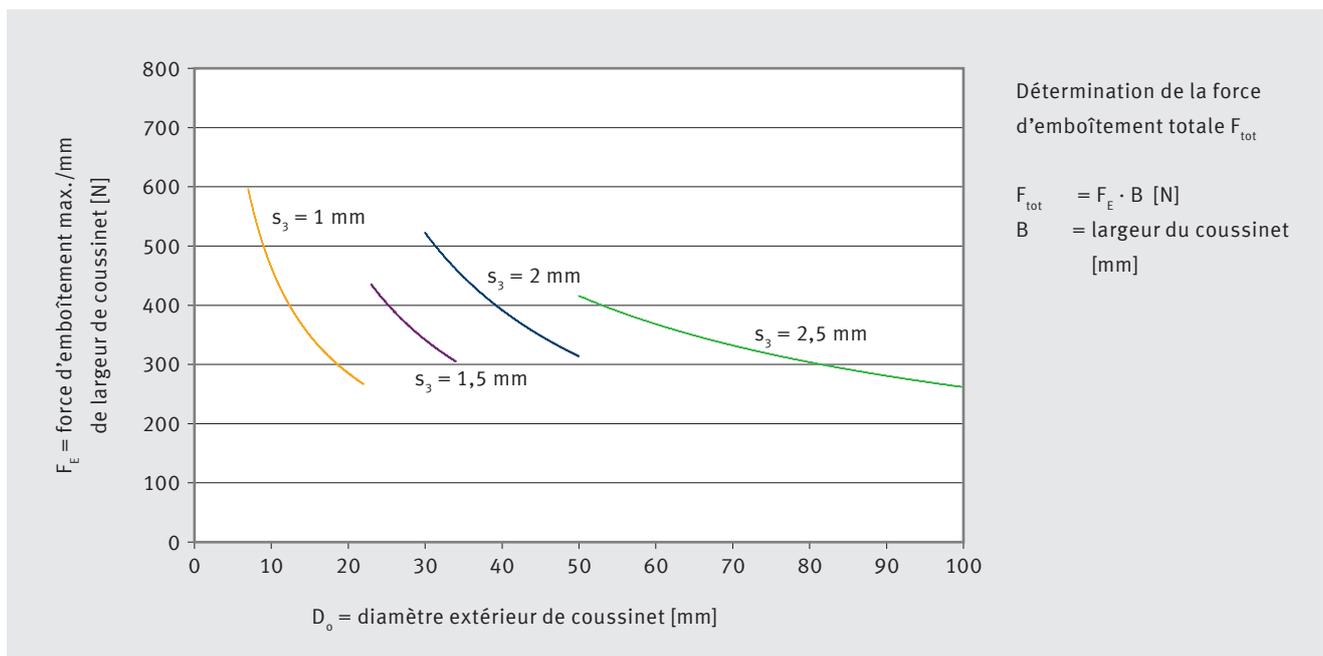


Fig. 55 : Force d'empoîtement F_E

Exemple de détermination approximative de la force d'empoîtement F_{tot}

Valeurs disponibles : coussinet	PAP 4030 P14
diamètre extérieur de coussinet	$D_o = 44$ mm
largeur de coussinet	$B = 30$ mm
épaisseur de la paroi du coussinet	$s_3 = 2$ mm

$$[14] \quad F_{tot} = F_E \cdot B = 340 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm} = 10\,200 \text{ N}$$

$F_E = 340$ N/mm (de Fig. 55, $D_o = 44$ mm, $s_3 = 2$ mm)

10 TYPES DE CONSTRUCTION ET TABLEAUX DES COTES

Coussinets



Fig. 56 : Coussinets

P10, P14, P147*

- pour arbres de 2 mm à 300 mm

P11

- pour arbres de 4 mm à 100 mm

P20, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- pour arbres de 8 mm à 100 mm

Coussinets à collerette



Fig. 57 : Coussinets à collerette

P10, P11, P14, P147*

- pour arbres de 6 mm à 40 mm

Coussinets KS Permaglide® sans entretien P10, P11, P14, P147*

Données techniques		P10, P11	P14	P147*
Symbole	Unité			
$p_{v_{max}}$	[MPa · m/s]	1,8	1,6	1,4
$p_{stat.}$	[MPa]	250	250	250
$p_{dyn.}$	[MPa]	56	56	56
$v_{max.}$	[m/s]	2	1	0,8
T	[°C]	-200 à +280	-200 à +280	-200 à +280

KS Permaglide® P10 avec dos d'acier, KS Permaglide® P11 avec dos en bronze

Coussinets KS Permaglide® à faible entretien P20, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

Données techniques		P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
Symbole	Unité		
$p_{v_{max}}$	[MPa · m/s]	3	3,3
$p_{stat.}$	[MPa]	250	250
$p_{dyn.}$	[MPa]	70	70
$v_{max.}$	[m/s]	3	3,3
T	[°C]	-40 à +110	-40 à +110

Rondelles de guidage



Fig. 58 : Rondelles de guidage

P10, P11, P14, P147*

- avec diamètre intérieur de 10 mm à 62 mm

P20, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- avec diamètre intérieur de 12 mm à 52 mm

Bandes

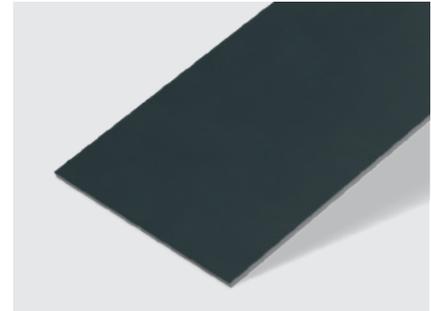


Fig. 59 : Bandes

P10, P11, P14, P147*

- longueur 500 mm
- largeurs, voir tableaux des cotes
- épaisseurs de paroi, voir tableaux des cotes

P20, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- longueur 500 mm
- largeur 250 mm
- épaisseurs de paroi, voir tableaux des cotes

* Sur demande

Exemple de commande et référence

Coussinet en KS Permaglide® P10 avec dos en acier :

Diamètre intérieur (D_i) 16 mm
 Largeur (B) 25 mm
 Référence de commande : PAF 1625 P10



Fig. 60 : Exemple de commande, coussinet P10

Bandes en KS Permaglide® P20 :

Largeur (B) 180 mm
 Épaisseur de paroi (s_3) 1 mm
 (indication de commande : $s_3 \cdot 10$)
 Référence de commande : PAS 10180 P20

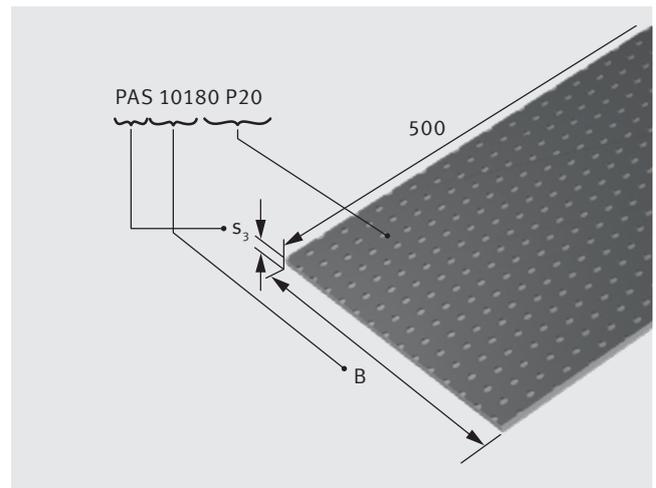


Fig. 61 : Exemple de commande, bandes P20

Coussinets à collerette en KS Permaglide® P10 :

Diamètre intérieur (D_i) 25 mm
 Largeur (B) 21,5 mm
 Référence de commande : PAF 25215 P10

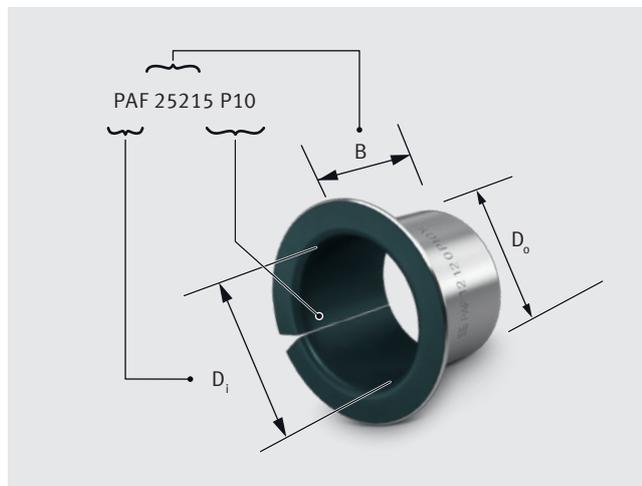


Fig. 62 : Exemple de commande, coussinets à collerette P10

Rondelles de guidage en KS Permaglide® P20 :

Diamètre intérieur (D_i) 12 mm
 Référence de commande : PAW 12 P20

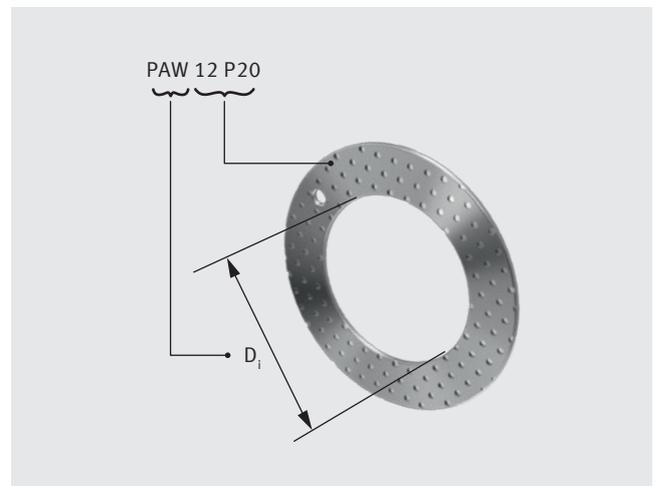


Fig. 63 : Exemple de commande, rondelle de guidage P20

10.1 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

10.1.1 SÉRIE P10, P14, P147* AVEC DOS D'ACIER

Tolérance de pose recommandée :

Arbre			Alésage du corps		
$d_w <$	5	h6	$d_g \leq 5,5$	H6	
$5 \leq d_w <$	80	f7	$5,5 < d_g$	H7	
$80 \leq d_w$		h8			

Jeux de coussinet, épaisseurs de paroi et tolérances de chanfrein, voir chapitre 8 « Conception du palier », section « Jeu de coussinet théorique ». Dimensions spéciales de coussinets sur demande (chapitre 10.8).

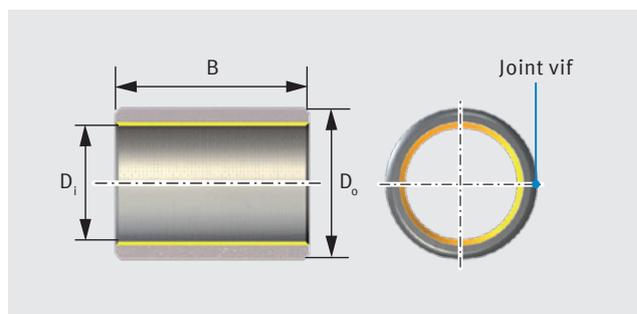


Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14, P147*	Masse g	Dimensions			
			D _i	D _o	B ±0,25	
2	PAP 0203 ... P10/... P14/... P147*	0,15	2	3,5	3	
	PAP 0205 ... P10/... P14*/... P147*	0,25	2	3,5	5	
3	PAP 0303 ... P10/... P14/... P147*	0,2	3	4,5	3	
	PAP 0304 ... P10/... P14/... P147*	0,26	3	4,5	4	
	PAP 0305 ... P10/... P14/... P147*	0,33	3	4,5	5	
	PAP 0306 ... P10/... P14/... P147*	0,4	3	4,5	6	
4	PAP 0403 ... P10/... P14/... P147*	0,25	4	5,5	3	
	PAP 0404 ... P10/... P14/... P147*	0,33	4	5,5	4	
	PAP 0406 ... P10/... P14/... P147*	0,5	4	5,5	6	
	PAP 0410 ... P10/... P14/... P147*	0,84	4	5,5	10	
5	PAP 0505 ... P10/... P14/... P147*	0,72	5	7	5	
	PAP 0508 ... P10/... P14/... P147*	1,1	5	7	8	
	PAP 0510 ... P10/... P14/... P147*	1,4	5	7	10	
6	PAP 0606 ... P10/... P14/... P147*	1	6	8	6	
	PAP 0608 ... P10/... P14/... P147*	1,3	6	8	8	
	PAP 0610 ... P10/... P14/... P147*	1,7	6	8	10	
7	PAP 0710 ... P10/... P14/... P147*	1,9	7	9	10	
	PAP 0808 ... P10/... P14/... P147*	1,7	8	10	8	
8	PAP 0810 ... P10/... P14/... P147*	2,1	8	10	10	
	PAP 0812 ... P10/... P14/... P147*	2,6	8	10	12	
	PAP 1008 ... P10/... P14/... P147*	2,1	10	12	8	
10	PAP 1010 ... P10/... P14/... P147*	2,6	10	12	10	
	PAP 1012 ... P10/... P14/... P147*	3,1	10	12	12	
	PAP 1015 ... P10/... P14/... P147*	3,9	10	12	15	
	PAP 1020 ... P10/... P14/... P147*	5,3	10	12	20	
	PAP 1208 ... P10/... P14/... P147*	2,5	12	14	8	
12	PAP 1210 ... P10/... P14/... P147*	3,1	12	14	10	
	PAP 1212 ... P10/... P14/... P147*	3,7	12	14	12	
	PAP 1215 ... P10/... P14/... P147*	4,7	12	14	15	
	PAP 1220 ... P10/... P14/... P147*	6,2	12	14	20	
	PAP 1225 ... P10/... P14/... P147*	7,8	12	14	25	
	PAP 1310 ... P10/... P14/... P147*	3,3	13	15	10	

* Sur demande

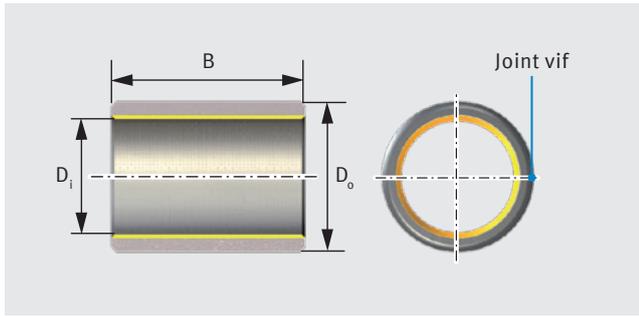


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite

Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14, P147*	Masse g	Dimensions		
			D _i	D _o	B ±0,25
14	PAP 1410 ... P10/... P14/... P147*	3,6	14	16	10
	PAP 1412 ... P10/... P14/... P147*	4,3	14	16	12
	PAP 1415 ... P10/... P14/... P147*	5,4	14	16	15
	PAP 1420 ... P10/... P14/... P147*	7,1	14	16	20
	PAP 1425 ... P10/... P14/... P147*	9	14	16	25
15	PAP 1510 ... P10/... P14/... P147*	3,8	15	17	10
	PAP 1512 ... P10/... P14/... P147*	4,6	15	17	12
	PAP 1515 ... P10/... P14/... P147*	5,7	15	17	15
	PAP 1520 ... P10/... P14/... P147*	7,6	15	17	20
	PAP 1525 ... P10/... P14/... P147*	9,5	15	17	25
16	PAP 1610 ... P10/... P14/... P147*	4	16	18	10
	PAP 1612 ... P10/... P14/... P147*	4,9	16	18	12
	PAP 1615 ... P10/... P14/... P147*	6,1	16	18	15
	PAP 1620 ... P10/... P14/... P147*	8,1	16	18	20
	PAP 1625 ... P10/... P14/... P147*	10,1	16	18	25
18	PAP 1810 ... P10/... P14*/... P147*	4,5	18	20	10
	PAP 1815 ... P10/... P14/... P147*	6,8	18	20	15
	PAP 1820 ... P10/... P14/... P147*	9,1	18	20	20
	PAP 1825 ... P10/... P14/... P147*	11,3	18	20	25
	20	PAP 2010 ... P10/... P14/... P147*	7,8	20	23
PAP 2015 ... P10/... P14/... P147*		11,7	20	23	15
PAP 2020 ... P10/... P14/... P147*		15,6	20	23	20
PAP 2025 ... P10/... P14/... P147*		19,5	20	23	25
PAP 2030 ... P10/... P14/... P147*		23,4	20	23	30
22	PAP 2215 ... P10/... P14/... P147*	12,7	22	25	15
	PAP 2220 ... P10/... P14/... P147*	17	22	25	20
	PAP 2225 ... P10/... P14/... P147*	21,3	22	25	25
	PAP 2230 ... P10/... P14/... P147*	25,5	22	25	30
24	PAP 2415 ... P10/... P14/... P147*	13,8	24	27	15
	PAP 2420 ... P10/... P14/... P147*	18,5	24	27	20
	PAP 2425 ... P10/... P14/... P147*	23,1	24	27	25
	PAP 2430 ... P10/... P14*/... P147*	27,7	24	27	30
25	PAP 2510 ... P10/... P14/... P147*	9,6	25	28	10
	PAP 2515 ... P10/... P14/... P147*	14,4	25	28	15
	PAP 2520 ... P10/... P14/... P147*	19,2	25	28	20
	PAP 2525 ... P10/... P14/... P147*	24	25	28	25
	PAP 2530 ... P10/... P14/... P147*	28,8	25	28	30
	PAP 2540 ... P10/... P14*/... P147*	38,4	25	28	40
	PAP 2550 ... P10/... P14/... P147*	48	25	28	50
28	PAP 2820 ... P10/... P14/... P147*	29,1	28	32	20
	PAP 2830 ... P10/... P14/... P147*	43,7	28	32	30

* Sur demande

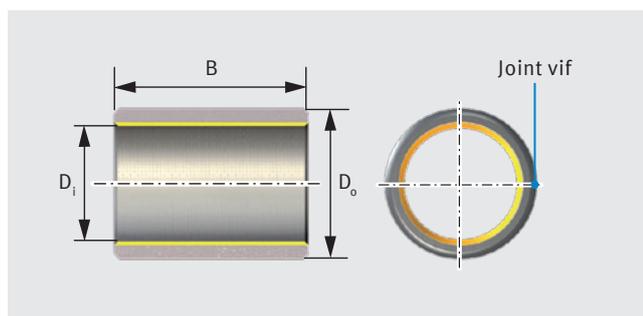


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite						
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14, P147*	Masse g	Dimensions			
			D _i	D _o	B ±0,25	
30	PAP 3015 ... P10/... P14/... P147*	23,3	30	34	15	
	PAP 3020 ... P10/... P14/... P147*	31,1	30	34	20	
	PAP 3025 ... P10/... P14/... P147*	38,8	30	34	25	
	PAP 3030 ... P10/... P14/... P147*	46,6	30	34	30	
	PAP 3040 ... P10/... P14/... P147*	62,1	30	34	40	
32	PAP 3230 ... P10/... P14/... P147*	49,5	32	36	30	
	PAP 3240 ... P10/... P14/... P147*	66	32	36	40	
35	PAP 3520 ... P10/... P14/... P147*	35,9	35	39	20	
	PAP 3530 ... P10/... P14/... P147*	53,9	35	39	30	
	PAP 3540 ... P10/... P14/... P147*	71,8	35	39	40	
	PAP 3550 ... P10/... P14/... P147*	89,8	35	39	50	
40	PAP 4020 ... P10/... P14/... P147*	40,8	40	44	20	
	PAP 4030 ... P10/... P14/... P147*	61,2	40	44	30	
	PAP 4040 ... P10/... P14/... P147*	81,5	40	44	40	
	PAP 4050 ... P10/... P14/... P147*	102	40	44	50	
45	PAP 4530 ... P10/... P14/... P147*	87	45	50	30	
	PAP 4540 ... P10/... P14/... P147*	116	45	50	40	
	PAP 4550 ... P10/... P14/... P147*	145	45	50	50	
50	PAP 5020 ... P10/... P14/... P147*	64	50	55	20	
	PAP 5030 ... P10/... P14/... P147*	96	50	55	30	
	PAP 5040 ... P10/... P14/... P147*	128	50	55	40	
	PAP 5060 ... P10/... P14/... P147*	192	50	55	60	
55	PAP 5540 ... P10/... P14/... P147*	140	55	60	40	
	PAP 5560 ... P10/... P14/... P147*	210	55	60	60	
60	PAP 6030 ... P10/... P14/... P147*	114	60	65	30	
	PAP 6040 ... P10/... P14/... P147*	152	60	65	40	
	PAP 6060 ... P10/... P14/... P147*	228	60	65	60	
	PAP 6070 ... P10/... P14/... P147*	266	60	65	70	
65	PAP 6530 ... P10/... P14/... P147*	123	65	70	30	
	PAP 6540 ... P10/... P14/... P147*	164	65	70	40	
	PAP 6550 ... P10/... P14/... P147*	205	65	70	50	
	PAP 6560 ... P10/... P14/... P147*	246	65	70	60	
	PAP 6570 ... P10/... P14/... P147*	288	65	70	70	
70	PAP 7040 ... P10/... P14/... P147*	176	70	75	40	
	PAP 7050 ... P10/... P14/... P147*	221	70	75	50	
	PAP 7070 ... P10/... P14/... P147*	309	70	75	70	
75	PAP 7540 ... P10/... P14*/... P147*	189	75	80	40	
	PAP 7550 ... P10/... P14/... P147*	236	75	80	50	
	PAP 7560 ... P10/... P14/... P147*	283	75	80	60	
	PAP 7580 ... P10/... P14*/... P147*	377	75	80	80	

* Sur demande

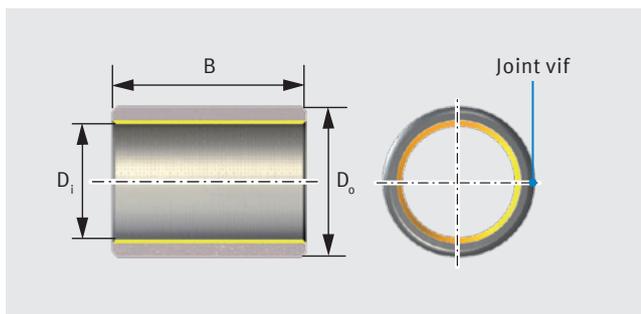


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite

Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14, P147*		Masse g	Dimensions		
				D _i	D _o	B ±0,25
80	PAP 8040	... P10/... P14/... P147*	201	80	85	40
	PAP 8060	... P10/... P14/... P147*	301	80	85	60
	PAP 8080	... P10/... P14/... P147*	402	80	85	80
	PAP 80100	... P10/... P14*/... P147*	502	80	85	100
85	PAP 8560	... P10/... P14/... P147*	319	85	90	60
	PAP 85100	... P10/... P14*/... P147*	532	85	90	100
90	PAP 9050	... P10/... P14*/... P147*	281	90	95	50
	PAP 9060	... P10/... P14/... P147*	338	90	95	60
	PAP 90100	... P10/... P14/... P147*	563	90	95	100
95	PAP 9560	... P10/... P14*/... P147*	356	95	100	60
	PAP 95100	... P10/... P14*/... P147*	593	95	100	100
100	PAP 10050	... P10/... P14/... P147*	312	100	105	50
	PAP 10060	... P10/... P14/... P147*	374	100	105	60
	PAP 100115	... P10/... P14/... P147*	717	100	105	115
105	PAP 10560	... P10/... P14*/... P147*	392	105	110	60
	PAP 105115	... P10/... P14*/... P147*	752	105	110	115
110	PAP 11060	... P10/... P14/... P147*	411	110	115	60
	PAP 110115	... P10/... P14/... P147*	787	110	115	115
115	PAP 11550	... P10/... P14*/... P147*	357	115	120	50
	PAP 11560	... P10/... P14*/... P147*	429	115	120	60
	PAP 11570	... P10/... P14*/... P147*	500	115	120	70
120	PAP 12060	... P10/... P14/... P147*	447	120	125	60
	PAP 120100	... P10/... P14*/... P147*	745	120	125	100
125	PAP 125100	... P10/... P14/... P147*	776	125	130	100
130	PAP 13060	... P10/... P14*/... P147*	484	130	135	60
	PAP 130100	... P10/... P14/... P147*	806	130	135	100
135	PAP 13560	... P10/... P14*/... P147*	502	135	140	60
	PAP 13580	... P10/... P14*/... P147*	669	135	140	80
140	PAP 14060	... P10/... P14/... P147*	520	140	145	60
	PAP 140100	... P10/... P14/... P147*	867	140	145	100
150	PAP 15060	... P10/... P14*/... P147*	557	150	155	60
	PAP 15080	... P10/... P14*/... P147*	742	150	155	80
	PAP 150100	... P10/... P14/... P147*	928	150	155	100
160	PAP 16080	... P10/... P14/... P147*	791	160	165	80
	PAP 160100	... P10/... P14*/... P147*	989	160	165	100
180	PAP 180100	... P10/... P14/... P147*	1110	180	185	100
200	PAP 200100	... P10/... P14/... P147*	1232	200	205	100
220	PAP 220100	... P10/... P14*/... P147*	1354	220	225	100
250	PAP 250100	... P10/... P14*/... P147*	1536	250	255	100
300	PAP 300100	... P10/... P14/... P147*	1840	300	305	100

* Sur demande

10.1.2 SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

Tolérance de pose recommandée :

Arbre		Alésage du corps	
$5 \leq d_w < 80$	f7	H7	
$80 \leq d_w$	h8		

Jeux de coussinet, épaisseurs de paroi et tolérances de chanfrein, voir chapitre 8 « Conception du palier », section « Jeu de coussinet théorique ».

Dimensions spéciales de coussinets sur demande (chapitre 10.8).

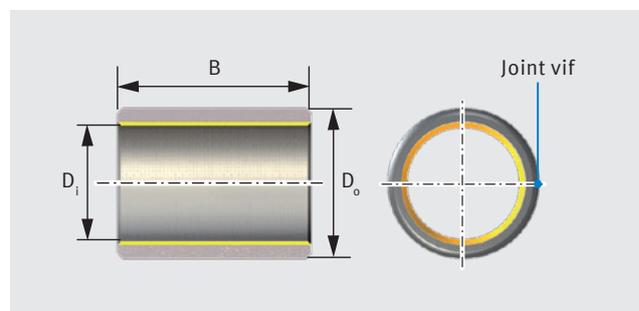


Tableau des cotes (dimensions en mm)					
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P11	Masse g	Dimensions		
			D _i	D _o	B ±0,25
4	PAP 0406 P11	0,8	4	6	6
5	PAP 0505 P11	0,8	5	7	5
6	PAP 0606 P11	1,1	6	8	6
	PAP 0610 P11	1,8	6	8	10
8	PAP 0808 P11	1,9	8	10	8
	PAP 0810 P11	2,3	8	10	10
	PAP 0812 P11	2,8	8	10	12
10	PAP 1005 P11	1,4	10	12	5
	PAP 1010 P11	2,8	10	12	10
	PAP 1015 P11	4,2	10	12	15
	PAP 1020 P11	5,7	10	12	20
12	PAP 1210 P11	3,3	12	14	10
	PAP 1212 P11	4	12	14	12
	PAP 1215 P11	5,1	12	14	15
	PAP 1220 P11	6,7	12	14	20
	PAP 1225 P11	8,4	12	14	25
14	PAP 1415 P11	5,8	14	16	15
15	PAP 1515 P11	6,2	15	17	15
	PAP 1525 P11	10,3	15	17	25
16	PAP 1615 P11	6,6	16	18	15
	PAP 1625 P11	11	16	18	25
18	PAP 1815 P11	7,4	18	20	15
	PAP 1825 P11	12,3	18	20	25
20	PAP 2015 P11	12,8	20	23	15
	PAP 2020 P11	17	20	23	20
	PAP 2025 P11	21,3	20	23	25
	PAP 2030 P11	25,5	20	23	30
22	PAP 2215 P11	14	22	25	15
	PAP 2220 P11	18,6	22	25	20
	PAP 2225 P11	23,3	22	25	25
24	PAP2430 P11	30,3	24	27	30
25	PAP 2525 P11	26,2	25	28	25
	PAP 2530 P11	31,5	25	28	30
28	PAP 2830 P11	47,9	28	32	30

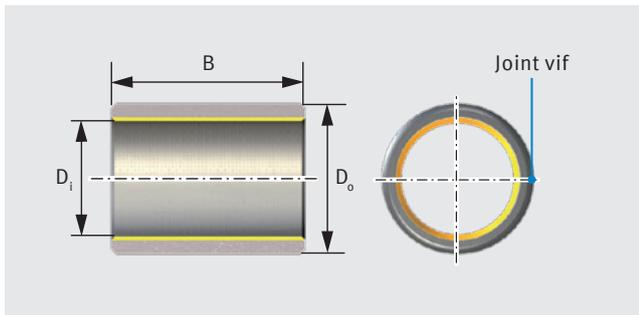
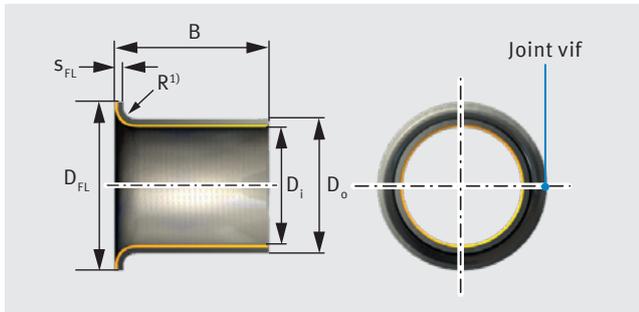


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite

Diamètre de l'arbre	Référence de commande P11	Masse g	Dimensions		
			D _i	D _o	B ±0,25
30	PAP 3020 P11	34,1	30	34	20
	PAP 3030 P11	51,1	30	34	30
	PAP 3040 P11	68,2	30	34	40
35	PAP 3520 P11	39,4	35	39	20
	PAP 3530 P11	59,1	35	39	30
40	PAP 4050 P11	112	40	44	50
45	PAP 4550 P11	159	45	50	50
50	PAP 5030 P11	105	50	55	30
	PAP 5040 P11	140	50	55	40
	PAP 5060 P11	211	50	55	60
55	PAP 5540 P11	154	55	60	40
60	PAP 6040 P11	167	60	65	40
	PAP 6050 P11	209	60	65	50
	PAP 6060 P11	251	60	65	60
	PAP 6070 P11	293	60	65	70
70	PAP 7050 P11	242	70	75	50
	PAP 7070 P11	339	70	75	70
80	PAP 8060 P11	331	80	85	60
	PAP 80100 P11	552	80	85	100
90	PAP 9060 P11	371	90	95	60
	PAP 90100 P11	619	90	95	100
100	PAP 10060 P11	411	100	105	60
	PAP 100115 P11	788	100	105	115

10.2 COUSSINETS À COLLERETTE KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

10.2.1 SÉRIE P10, P14, P147* AVEC DOS D'ACIER



¹⁾ diamètre intérieur D_i rayon R
 ≤ 8 mm $-0,5$ mm
 > 8 mm $\pm 0,5$ mm
 $R = s_3$

Dimensions spéciales de coussinets à collerette sur demande (chapitre 10.8).

Tableau des cotes (dimensions en mm)								
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14, P147*	Masse g	Dimensions					
			D_i	D_o	$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} - 0,2$	
6	PAF 06040 ... P10/... P14/... P147*	0,9	6	8	12	4	1	
	PAF 06070 ... P10/... P14/... P147*	1,4	6	8	12	7	1	
	PAF 06080 ... P10/... P14/... P147*	1,6	6	8	12	8	1	
8	PAF 08055 ... P10/... P14/... P147*	1,7	8	10	15	5,5	1	
	PAF 08075 ... P10/... P14/... P147*	2,1	8	10	15	7,5	1	
	PAF 08095 ... P10/... P14/... P147*	2,5	8	10	15	9,5	1	
10	PAF 10070 ... P10/... P14/... P147*	2,5	10	12	18	7	1	
	PAF 10090 ... P10/... P14/... P147*	3	10	12	18	9	1	
	PAF 10120 ... P10/... P14/... P147*	3,8	10	12	18	12	1	
12	PAF 10170 ... P10/... P14/... P147*	5	10	12	18	17	1	
	PAF 12070 ... P10/... P14*/... P147*	3	12	14	20	7	1	
	PAF 12090 ... P10/... P14*/... P147*	3,6	12	14	20	9	1	
14	PAF 12120 ... P10/... P14/... P147*	4,5	12	14	20	12	1	
	PAF 12170 ... P10/... P14/... P147*	5,9	12	14	20	17	1	
	PAF 14120 ... P10/... P14/... P147*	5,1	14	16	22	12	1	
15	PAF 14170 ... P10/... P14/... P147*	6,9	14	16	22	17	1	
	PAF 15090 ... P10/... P14/... P147*	4,4	15	17	23	9	1	
	PAF 15120 ... P10/... P14/... P147*	5,5	15	17	23	12	1	
16	PAF 15170 ... P10/... P14/... P147*	7,3	15	17	23	17	1	
	PAF 16120 ... P10/... P14/... P147*	5,8	16	18	24	12	1	
	PAF 16170 ... P10/... P14/... P147*	7,8	16	18	24	17	1	
18	PAF 18120 ... P10/... P14/... P147*	6,5	18	20	26	12	1	
	PAF 18170 ... P10/... P14/... P147*	8,7	18	20	26	17	1	
	PAF 18220 ... P10/... P14/... P147*	10,9	18	20	26	22	1	
20	PAF 20115 ... P10/... P14/... P147*	11,4	20	23	30	11,5	1,5	
	PAF 20165 ... P10/... P14/... P147*	15,1	20	23	30	16,5	1,5	
	PAF 20215 ... P10/... P14/... P147*	18,9	20	23	30	21,5	1,5	
25	PAF 25115 ... P10/... P14/... P147*	14	25	28	35	11,5	1,5	
	PAF 25165 ... P10/... P14/... P147*	18,6	25	28	35	16,5	1,5	
	PAF 25215 ... P10/... P14/... P147*	23,5	25	28	35	21,5	1,5	
30	PAF 30160 ... P10/... P14/... P147*	30,5	30	34	42	16	2	
	PAF 30260 ... P10/... P14/... P147*	45,5	30	34	42	26	2	
35	PAF 35160 ... P10/... P14/... P147*	35	35	39	47	16	2	
	PAF 35260 ... P10/... P14/... P147*	53	35	39	47	26	2	
40	PAF 40260 ... P10/... P14/... P147*	61	40	44	53	26	2	

* Sur demande

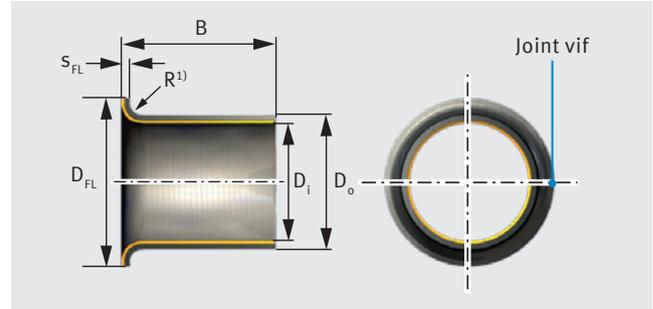
10.2.2 SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

Tolérance de pose recommandée :

Arbre	Alésage du corps
f7	H7

Jeux de coussinet, épaisseurs de paroi et tolérances de chanfrein, voir chapitre 8 « Conception du palier », section « Jeu de coussinet théorique ».

Dimensions spéciales de coussinets à collerette sur demande (chapitre 10.8).



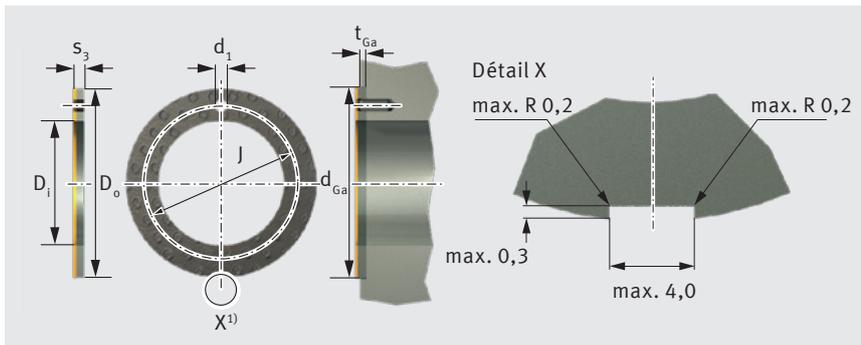
¹⁾ diamètre intérieur D_i rayon R
 ≤ 8 mm $-0,5$ mm
 > 8 mm $\pm 0,5$ mm
 $R = s_3$

Tableau des cotes (dimensions en mm)							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P11	Masse g	Dimensions				
			D_i	D_o	$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} - 0,2$
6	PAF 06080 P11	1,8	6	8	12	8	1
8	PAF 08055 P11	1,8	8	10	15	5,5	1
	PAF 08095 P11	2,7	8	10	15	9,5	1
10	PAF 10070 P11	2,7	10	12	18	7	1
	PAF 10120 P11	4,1	10	12	18	12	1
	PAF 10170 P11	5,5	10	12	18	17	1
12	PAF 12070 P11	3,2	12	14	20	7	1
	PAF 12090 P11	3,9	12	14	20	9	1
	PAF 12120 P11	4,9	12	14	20	12	1
15	PAF 15120 P11	6	15	17	23	12	1
	PAF 15170 P11	8	15	17	23	17	1
16	PAF 16120 P11	6,3	16	18	24	12	1
18	PAF 18100 P11	6,1	18	20	26	10	1
	PAF 18220 P11	11,8	18	20	26	22	1
20	PAF 20115 P11	12,4	20	23	30	11,5	1,5
	PAF 20165 P11	16,6	20	23	30	16,5	1,5
25	PAF 25215 P11	25,5	25	28	35	21,5	1,5
30	PAF 30160 P11	33,5	30	34	42	16	2
	PAF 30260 P11	50	30	34	42	26	2
35	PAF 35260 P11	58	35	39	47	26	2
40	PAF 40260 P11	67	40	44	53	26	2

10.3 RONDELLES DE GUIDAGE KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

10.3.1 SÉRIE P10, P14, P147* AVEC DOS D'ACIER ET SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

Dimensions spéciales de rondelles de guidage sur demande (chapitre 10.8).



¹⁾ max. 4 découpes non guidées sur le diamètre extérieur, emplacement quelconque

Tableau des cotes (dimensions en mm)									
Référence de commande	Masse	Dimensions					Cotes de raccordement		
P10, P11, P14, P147*	g	$D_i + 0,25$	$D_o - 0,25$	$s_3 - 0,05$	$J \pm 0,12$	$d_1 + 0,4 + 0,1$	$t_{Ga} \pm 0,2$	$d_{Ga} + 0,12$	
PAW 10 ... P10/... P11/... P14/... P147*	2,7	10	20	1,5	15	1,5	1	20	
PAW 12 ... P10/... P11/... P14/... P147*	3,9	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P10/... P11*/... P14/... P147*	4,3	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 16 ... P10/... P11/... P14/... P147*	5,8	16	30	1,5	22	2	1	30	
PAW 18 ... P10/... P11/... P14/... P147*	6,3	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P10/... P11/... P14/... P147*	8,1	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P10/... P11/... P14/... P147*	8,7	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P10/... P11/... P14/... P147*	11,4	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P10/... P11/... P14/... P147*	13,7	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P10/... P11/... P14/... P147*	17,1	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P10/... P11/... P14/... P147*	21,5	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P10/... P11/... P14/... P147*	23,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P10/... P11/... P14/... P147*	38,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P10/... P11/... P14/... P147*	41	52	78	2	65	4	1,5	78	
PAW 62 ... P10/... P11/... P14/... P147*	52	62	90	2	76	4	1,5	90	

* Sur demande

10.4 BANDES KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

10.4.1 SÉRIE P10, P14, P147* AVEC DOS D'ACIER – SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

Dimensions spéciales de bandes sur demande (chapitre 10.8).

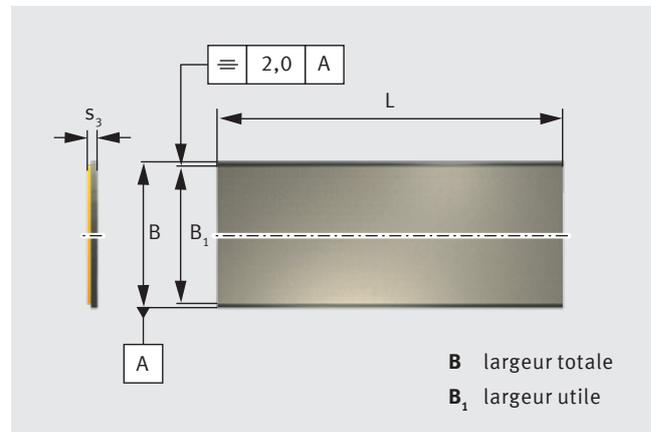


Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse	Dimensions				
P10, P14, P147	g	s_3	B	B_1	L	
		-0,04	+1,5			+3
PAS 05180 ... P10/... P14/... P147*	330	0,5	180	168	500	
PAS 07250 ... P10/... P14/... P147*	703	0,75	250	238	500	
PAS 10250 ... P10/... P14/... P147*	948	1	250	238	500	
PAS 15250 ... P10/... P14/... P147*	1439	1,5	250	238	500	
PAS 20250 ... P10/... P14/... P147*	1930	2	250	238	500	
PAS 25250 ... P10/... P14/... P147*	2420	2,5	250	238	500	
PAS 30250 ... P10/... P14/... P147*	2970	3,06	250	238	500	

Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse	Dimensions				
P11	g	s_3	B	B_1	L	
		-0,04	+1,5			+3
PAS 10160 P11	658	1	160	148	500	
PAS 15180 P11	1132	1,5	180	168	500	
PAS 20180 P11	1523	2	180	168	500	
PAS 25180 P11	1915	2,5	180	168	500	

* Sur demande

10.5 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®, À FAIBLE ENTRETIEN

10.5.1 SÉRIE P20, P200

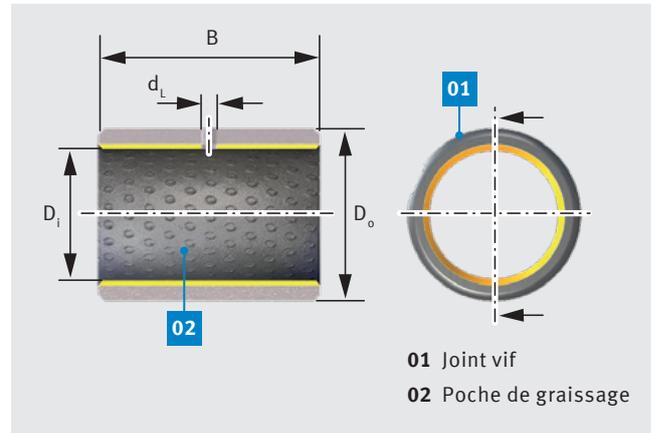
Tolérance de pose recommandée :

Arbre	Alésage du corps
h8	H7

Jeux de coussinet, épaisseurs de paroi et tolérances de chanfrein, voir chapitre 8 « Conception du palier », section « Jeu de coussinet théorique ».

Déformation de l'alésage de lubrification par cintrage autorisée.

Coussinets P22, P23, P202 et P203 sur demande. Dimensions spéciales de coussinets sur demande (chapitre 10.8).



01 Joint vif
02 Poche de graissage

Tableau des cotes (dimensions en mm)							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P20, P200*	Masse g	Dimensions				
			D _i	D _o	B ±0,25	d _L	
8	PAP 0808 ... P20/... P200*	1,6	8	10	8	- ¹⁾	
	PAP 0810 ... P20/... P200*	2	8	10	10	- ¹⁾	
	PAP 0812 ... P20/... P200*	2,4	8	10	12	- ¹⁾	
10	PAP 1008 ... P20/... P200*	2	10	12	8	- ¹⁾	
	PAP 1010 ... P20/... P200*	2,4	10	12	10	3	
	PAP 1015 ... P20/... P200*	3,7	10	12	15	3	
12	PAP 1210 ... P20/... P200*	2,9	12	14	10	3	
	PAP 1212 ... P20/... P200*	3,5	12	14	12	3	
	PAP 1215 ... P20/... P200*	4,4	12	14	15	3	
	PAP 1220 ... P20/... P200*	5,9	12	14	20	3	
14	PAP 1420 ... P20/... P200*	6,8	14	16	20	3	
15	PAP 1510 ... P20/... P200*	3,6	15	17	10	3	
	PAP 1515 ... P20/... P200*	5,4	15	17	15	3	
	PAP 1525 ... P20/... P200*	9	15	17	25	3	
16	PAP 1612 ... P20/... P200*	4,6	16	18	12	3	
	PAP 1615 ... P20/... P200*	5,7	16	18	15	3	
	PAP 1620 ... P20/... P200*	7,7	16	18	20	3	
18	PAP 1815 ... P20/... P200*	6,4	18	20	15	3	
	PAP 1820 ... P20/... P200*	8,6	18	20	20	3	
20	PAP 2015 ... P20/... P200*	11,2	20	23	15	3	
	PAP 2020 ... P20/... P200*	15	20	23	20	3	
	PAP 2025 ... P20/... P200*	18,8	20	23	25	3	
	PAP 2030 ... P20/... P200	23,1	20	23	30	3	
22	PAP 2220 ... P20/... P200*	16,4	22	25	20	3	

¹⁾ Pas d'orifice de lubrification

* Sur demande

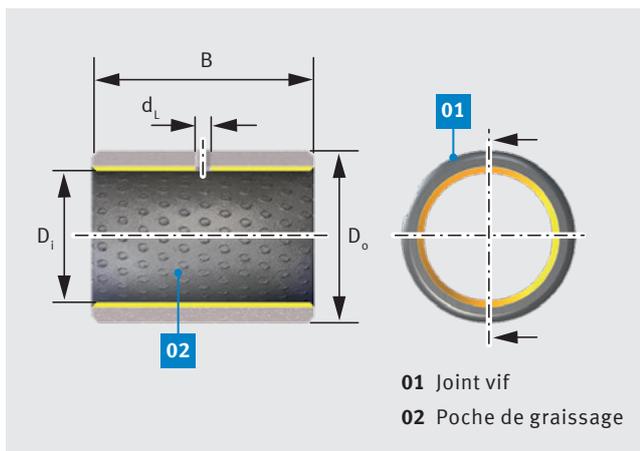


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P20, P200*	Masse g	Dimensions				
			D _i	D _o	B ±0,25	d _l	
25	PAP 2515 ... P20/... P200*	13,9	25	28	15	4	
	PAP 2520 ... P20/... P200*	18,5	25	28	20	4	
	PAP 2525 ... P20/... P200*	23,1	25	28	25	4	
	PAP 2530 ... P20/... P200*	27,8	25	28	30	4	
28	PAP 2830 ... P20/... P200*	42,6	28	32	30	4	
30	PAP 3020 ... P20/... P200*	30,3	30	34	20	4	
	PAP 3025 ... P20/... P200*	37,8	30	34	25	4	
	PAP 3030 ... P20/... P200*	45,4	30	34	30	4	
	PAP 3040 ... P20/... P200*	60,6	30	34	40	4	
32	PAP 3230 ... P20/... P200*	48,2	32	36	30	4	
35	PAP 3520 ... P20/... P200*	35	35	39	20	4	
	PAP 3530 ... P20/... P200*	52,5	35	39	30	4	
	PAP 3550 ... P20/... P200*	87,5	35	39	50	4	
40	PAP 4020 ... P20/... P200*	39,7	40	44	20	4	
	PAP 4030 ... P20/... P200*	59,6	40	44	30	4	
	PAP 4040 ... P20/... P200*	79,5	40	44	40	4	
	PAP 4050 ... P20/... P200*	99,3	40	44	50	4	
45	PAP 4540 ... P20/... P200*	113	45	50	40	5	
	PAP 4550 ... P20/... P200*	142	45	50	50	5	
50	PAP 5025 ... P20/... P200*	78	50	55	25	5	
	PAP 5040 ... P20/... P200*	125	50	55	40	5	
	PAP 5060 ... P20/... P200*	188	50	55	60	5	
55	PAP 5540 ... P20/... P200*	137	55	60	40	5	
60	PAP 6030 ... P20/... P200*	112	60	65	30	6	
	PAP 6040 ... P20/... P200*	142	60	65	40	6	
	PAP 6060 ... P20/... P200	224	60	65	60	6	
	PAP 6070 ... P20/... P200*	254	60	65	70	6	
70	PAP 7040 ... P20/... P200*	173	70	75	40	6	
	PAP 7050 ... P20/... P200*	216	70	75	50	6	
	PAP 7070 ... P20/... P200*	303	70	75	70	6	
75	PAP 7540 ... P20/... P200*	185	75	80	40	6	
	PAP 7580 ... P20/... P200*	370	75	80	80	6	
80	PAP 8040 ... P20/... P200*	197	80	85	40	6	
	PAP 8055 ... P20/... P200*	271	80	85	55	6	
	PAP 8060 ... P20/... P200*	295	80	85	60	6	
	PAP 8080 ... P20/... P200*	394	80	85	80	6	
90	PAP 9060 ... P20/... P200*	331	90	95	60	6	
100	PAP 10050 ... P20/... P200*	305	100	105	50	8	
	PAP 10060 ... P20/... P200*	366	100	105	60	8	

* Sur demande

10.6 RONDELLES DE GUIDAGE KS PERMAGLIDE®, À FAIBLE ENTRETIEN

10.6.1 SÉRIE P20, P200

Rondelles de guidage en P22, P23, P202 et P203 sur demande.
Dimensions spéciales de rondelles de guidage sur demande (voir chapitre 10.8).

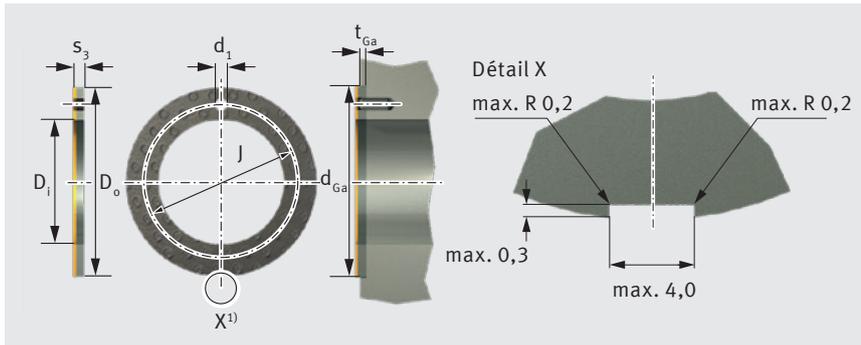


Tableau des cotes (dimensions en mm)									
Référence de commande	Masse g	Dimensions					Cotes de raccordement		
P20, P200*		Di +0,25	Do -0,25	s3 -0,05	J ±0,12	d1 +0,4 +0,1	tGa ±0,2	dGa +0,12	
PAW 12 ... P20/... P200*	3,8	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P20/... P200*	4,2	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 18 ... P20/... P200*	6,1	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P20/... P200*	7,8	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P20/... P200*	8,4	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P20/... P200*	11	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P20/... P200*	13,3	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P20/... P200*	16,5	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P20/... P200*	21	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P20/... P200*	22,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P20/... P200*	37,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P20/... P200*	40	52	78	2	65	4	1,5	78	

¹⁾ max. 4 découpes non guidées sur le diamètre extérieur, emplacement quelconque
* Sur demande

10.7 BANDES KS PERMAGLIDE®, À FAIBLE ENTRETIEN

10.7.1 SÉRIE P20, P200

- P20 avec réserve d'huile, prête à poser
- P22 sans réserve d'huile, avec surépaisseur d'usinage ¹⁾
- P23 sans réserve d'huile, prête à poser
- P200 avec réserve d'huile, prête à poser
- P202 sans réserve d'huile, avec surépaisseur d'usinage ¹⁾
- P203 sans réserve d'huile, prête à poser

Bandes P22, P23, P200, P202 et P203 sur demande.

Dimensions spéciales de bandes sur demande (chapitre 10.8).

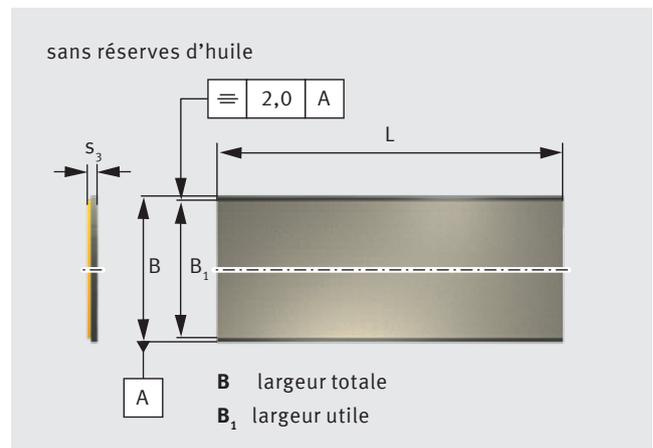
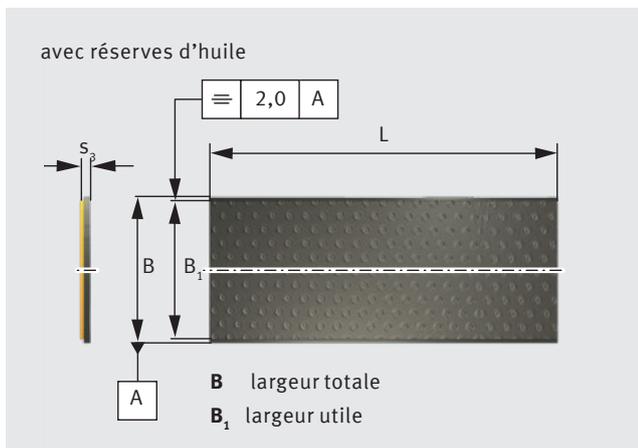


Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse g	Dimensions				
P20, P200, P23, P203		s_3	B	B_1	L	
PAS 10180 ... P20/... P200/... P23/... P203	640	-0,04	+1,5	168	168	500
PAS 15180 ... P20/... P200/... P23/... P203	986	1,48	180	168	168	500
PAS 20180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1332	1,97	180	168	168	500
PAS 25180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1678	2,46	180	168	168	500

Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse g	Dimensions				
P22, P202		s_3	B	B_1	L	
PAS 10180 ... P22/... P202	988	-0,04	+1,5	168	168	500
PAS 15180 ... P22/... P202	1375	1,61	180	168	168	500
PAS 20180 ... P22/... P202	1833	2,11	180	168	168	500
PAS 25180 ... P22/... P202	2279	2,63	180	168	168	500

Livraison sur demande.

¹⁾ Surépaisseur d'usinage : 0,15 mm.

10.8 COUSSINETS KS PERMAGLIDE® DE FABRICATION SPÉCIALE SELON LES SPÉCIFICATIONS DU CLIENT

Motorservice fabrique des coussinets KS Permaglide® dans des largeurs ou diamètres individuels et avec des adaptations spéciales telles que des alésages de lubrification ou des rainures intérieures.

- Les fabrications spéciales sont disponibles dans tous les matériaux standard : P10/P11/P14/P147, P20/P22/P23/P200/P202/P203
- Matériaux spéciaux sur demande
- La fabrication s'effectue suivant les normes de qualité les

plus sévères et avec des tolérances admises par la norme DIN ISO 3547.

- Profitez de notre long savoir-faire en matière de matériaux et de procédés de production de coussinets KS Permaglide®.



Notre équipe commerciale vous conseillera volontiers sur les fabrications spéciales et solutions personnalisées adaptées à votre application.

Spécifications possibles	Fabrication spéciale de coussinets	Usinage
	Largeur personnalisée, diamètres de 8 à 160 mm.	Raccourcissement ou découpage de coussinets standard (bague de coussinet et bague à collerette)
	Diamètre personnalisé, grandeurs intermédiaires au choix de 80 à 650 mm pour les diamètres.	Roulage de tôles pour coussinets.
	Coussinets avec évidements, comme par ex. <ul style="list-style-type: none"> • les alésages à trou oblong • les alésages à trou rond • les alésages de lubrification • les rainures internes • etc. 	Fraisage de coussinets standard ou de fabrications spéciales, fabrication sur plan
	Dimensions de collerette personnalisées, épaisseurs de paroi personnalisées et formes spéciales. Selon les exigences, différents matériaux peuvent être utilisés pour la collerette et pour la partie cylindrique du coussinet à collerette.	Coussinets à collerette soudés.
	Formes et dimensions personnalisées, contours fins, pièces cintrées, coquilles de coussinet, éléments de glissement sphériques, pièces spécifiques au client.	Découpe de précision et usinage de la tôle.
	Formes spéciales avec trous de fixation, évidements, éléments de forme et de glissement personnalisés.	Découpe de flans, perçage et fraisage, grignotage ou estampage de pièces formées, formage par cintrage, pliage et emboutissage profond.

11 MÉTHODES DE CONTRÔLE

11.1 CONTRÔLE DE COUSSINETS ROULÉS

Contrairement à une section de tube cylindrique, un coussinet roulé est fabriqué à partir d'une section de matériau plane par façonnage. C'est pourquoi elle possède un joint vif qui peut être ouvert à l'état libre. Un joint vif fermé ainsi que la précision de forme et de cote nécessaire n'atteignent le coussinet roulé qu'après emboîtement dans le corps. Avant le montage, le diamètre extérieur D_o et le diamètre intérieur D_i des coussinets roulés ne peuvent être déterminés qu'en employant des méthodes et dispositifs de contrôle spéciaux.

Diamètre extérieur de coussinet D_o

Contrôle A, DIN ISO 3547 2^e partie

Le coussinet roulé est placé ici dans un logement de contrôle en deux parties, présentant un diamètre de mesure défini d_{ch} , avec le joint vif vers le haut. Le logement de contrôle est soumis à une force de contrôle F_{ch} . L'écart z entre les demi-logements change avec la force de contrôle. Le diamètre de coussinet D_o est alors calculé à partir de la valeur de mesure Δz .

Contrôle D, DIN ISO 3547 2^e partie

Les coussinets roulés présentant un diamètre extérieur $D_o > 180$ mm sont contrôlés avec ruban de mesure de précision. Celui-ci est placé autour du milieu du coussinet et tiré jusqu'à ce que le joint vif soit fermé. La circonférence Δz est la différence entre le mandrin de réglage et le coussinet. Elle permet de calculer le diamètre extérieur de coussinet D_o .

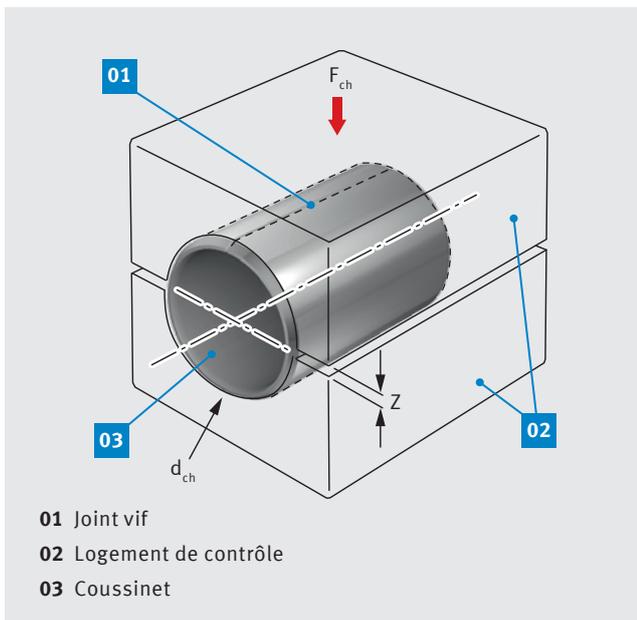


Fig. 64 : Contrôle du diamètre extérieur de coussinet D_o

Diamètre intérieur de coussinet D_i

Contrôle C calibrant, DIN ISO 3547 2^e partie

Le coussinet roulé est emboîté dans une jauge-bague dont le diamètre de contrôle est déterminé selon DIN ISO 3547 1^{re} partie, Tab. 5. Le diamètre intérieur de coussinet D_i est contrôlé avec un tampon d'acceptation/de rejet ou un palpeur de mesure à 3 points.

Contrôle de l'épaisseur de paroi sur le coussinet roulé (après accord)

Le contrôle d'épaisseur de paroi est défini dans DIN ISO 12036. L'épaisseur de paroi du coussinet s_3 est contrôlée sur 1, 2 ou 3 lignes de mesure, suivant la largeur de coussinet B. Après accord, le contrôle peut être effectué conformément à la norme précédente :

ATTENTION

L'épaisseur de paroi s_3 et le diamètre intérieur de coussinet ne doivent pas être stipulés simultanément comme cote de contrôle.

REMARQUE

Les indications pour le contrôle de coussinets roulés décrivent de manière générale les opérations essentielles. Elles n'ont qu'un rôle informatif. La marche à suivre précise est définie dans les normes actuelles correspondantes. Ces normes doivent être employées exclusivement pour déterminer la qualité fonctionnelle et dimensionnelle des coussinets roulés.

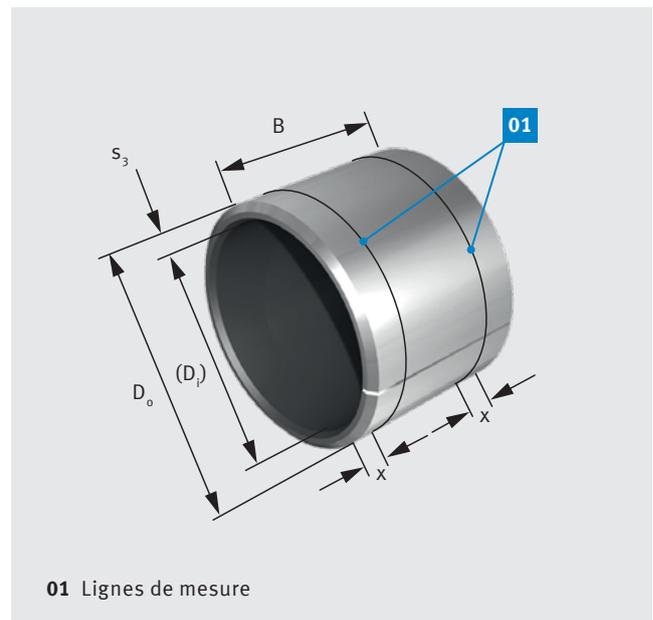


Fig. 65 : Lignes de mesure pour contrôle de l'épaisseur de paroi (exemple)

11.2 RETOUCHE DE LA COUCHE DE GLISSEMENT

Les couches de glissement des KS Permaglide® P22 et P202 possèdent une surépaisseur d'usinage d'env. 0,15 mm. Celle-ci peut être retouchée par tournage, alésage ou frottement afin :

- d'obtenir des tolérances de jeu moindres,
- de compenser des désalignements

Les caractéristiques suivantes ont fait leurs preuves pour le tournage et l'alésage :

- découpe à sec
- vitesses de coupe comprises entre 100 et 150 m/min
- avance de 0,05 mm/U
- profondeur de coupe max. 0,1 mm
- outils en alliage dur (Fig. 66)

⚠ ATTENTION

- Quand la température d'usinage est supérieure à 140 °C, danger pour la santé.
- Les copeaux de P22 contiennent du plomb. Le plomb est nocif.
- Des décolorations de la couche de glissement en polymère peuvent survenir en raison du rayonnement, par ex. la lumière UV. Pour protéger les surfaces, éviter les rayons directs du soleil.
- Un enlèvement trop important réduit la durée d'utilisation.
- Une retouche non conforme aux prescriptions a des effets négatifs sur la durée d'utilisation et la charge admissible.
- Nettoyer les pièces après la retouche.

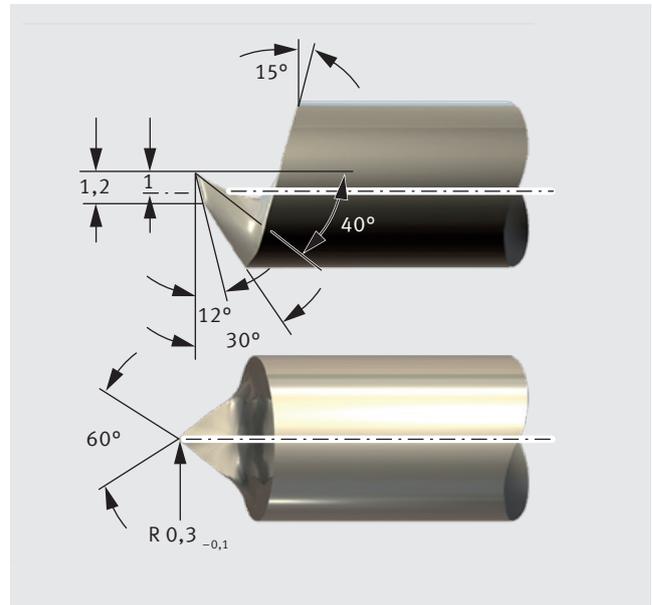


Fig. 66 : Outil de coupe pour KS Permaglide® P22 et P202

RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT, SÉCURITÉ AU TRAVAIL, BIBLIOGRAPHIE

ÉTAT DE LIVRAISON, STOCKAGE

État de livraison

- emballé dans un sachet, lui-même placé dans un carton ou bien
- emballé directement dans un carton.

Stockage

Les coussinets KS Permaglide® doivent être stockés dans :

- un endroit sec et propre
- à une température la plus constante possible
- avec un taux d'humidité relative de l'air de max. 65 %

⚠ ATTENTION

Garder les emballages fermés. Ne sortir les coussinets KS Permaglide® de l'emballage d'origine que juste avant la pose.

RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT, SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Dans votre propre intérêt, respecter les dispositions légales en vigueur et autres réglementations

- de protection de l'environnement
- de sécurité au travail et sujets similaires.

BIBLIOGRAPHIE

- /1/ Damm, Höne, Reinicke, Skiadas : Gleitlager im Automobil (les coussinets dans l'automobile). Editions : Verlag Moderne Industrie, Band 322, 2009
- /2/ Berger : Untersuchungen an wartungsfreien Verbundgleitlagern (examens sur coussinets composites sans entretien). Editions : Shaker Verlag, Aix-la-Chapelle, 2000

Autre documentation :

- Broichhausen : Schadenskunde, Analyse und Vermeidung von Schäden (science des dommages, analyse et évitement de dommages). Editions : Hanser Verlag, Munich, Vienne, 1985
- Stork : Lebensdauervorhersage wartungsfreier, dynamisch belasteter Verbundgleitlager mit Hilfe neuronaler Netze (prévision de durée de vie de coussinets composites sans entretien soumis à des contraintes dynamiques à l'aide de réseaux neuronaux, Editions : Shaker Verlag, Aix-la-Chapelle, 2003

HEADQUARTERS :

MS Motorservice International GmbH

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18
74196 Neuenstadt, Germany
www.ms-motorservice.com

MS Motorservice France S.A.S.

Bâtiment l'Etoile – Paris Nord II
40 avenue des Nations
93420 Villepinte, France
Téléphone : +33 149 8972-00
Télécopie : +33 149 8972-01
www.ms-motorservice.fr

www.permaglide.com

© MS Motorservice Deutschland GmbH – 50003863-03 – FR – 02/16 (082019)

