

# PERFECT RUNNING

## COUSSINETS KS PERMAGLIDE®

CATALOGUE : MATÉRIAUX, TYPES DE CONSTRUCTION,  
TABLEAUX DES COTES

## REMARQUES IMPORTANTES

---

Toutes les informations figurant dans ce catalogue sont fournies sans engagement de notre part. Nous déclinons toute responsabilité quant à l'exactitude et l'exhaustivité des contenus. Toutes informations relatives à d'éventuelles erreurs présentes dans le catalogue sont les bienvenues ; ces erreurs seront corrigées dans les futures éditions.

Nous nous réservons explicitement le droit d'apporter des modifications à tout moment aux spécifications de nos produits, aux matériaux utilisés, à leur aspect et à la composition des lots. Les illustrations du catalogue n'ont donc qu'une valeur indicative.

Avant le montage, vérifiez toujours que le produit acheté est adapté à l'usage prévu. Les produits proposés dans le catalogue ne sont pas destinés aux applications aérospatiales.

Nous rappelons que le montage doit toujours être confié à des techniciens qualifiés et formés. Les illustrations, les dessins schématiques et autres indications sont destinés à expliquer et à représenter nos produits ; ils ne peuvent en aucun cas servir de base au montage des pièces.

La réimpression, reproduction et duplication, en totalité ou en partie, de ce catalogue, sans notre consentement préalable et sans indication de source, est illicite.

La présente édition remplace et annule toutes les éditions précédentes du catalogue.

## CERTIFICATIONS

---

Motorservice bénéficie d'un système de gestion de la qualité certifié conforme à ISO 9001 et d'un système de gestion de l'environnement certifié conforme à ISO 14001.



## DISCLAIMER

Les noms, les descriptions, les numéros de moteurs, les véhicules, les produits, les constructeurs, etc., ne sont donnés qu'à des fins de comparaison. Les pièces contenues dans le présent catalogue sont des pièces de rechange destinées aux applications présentées.



LES INFORMATIONS CONTENUES DANS CE CATALOGUE SE TROUVENT ÉGALEMENT DANS NOTRE CATALOGUE EN LIGNE.

Plus d'informations :  
[shop.permaglidle.com](http://shop.permaglidle.com)



CONTENU	PAGE
<b>1 FOURNISSEUR DE PRESTIGE MOTORSERVICE</b>	<b>5</b>
<b>2 VUE D'ENSEMBLE DES MATÉRIAUX</b>	<b>6</b>
<b>3 DÉSIGNATIONS ET UNITÉS</b>	<b>10</b>
<b>4 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®</b>	<b>12</b>
4.1 Introduction Matériaux P1	12
4.2 Introduction Matériaux P2	17
<b>5 SÉLECTION DES MATÉRIAUX, INFORMATIONS SUR LES MATÉRIAUX</b>	<b>21</b>
5.1 Coussinets P1	22
5.2 Coussinets P2	32
<b>6 CALCUL DE LA DURÉE DE VIE NOMINALE</b>	<b>36</b>
6.1 Formules de calcul de la durée de vie	36
<b>7 DOMMAGES TYPIQUES DES COUSSINETS</b>	<b>44</b>
<b>8 CONCEPTION DE LA POSITION DU COUSSINET</b>	<b>47</b>
8.1 Boîtier	47
8.2 Conception des pièces de glissement en interaction	49
8.3 Jeu du coussinet, ajustage serré	52
<b>9 MONTAGE DES COUSSINETS</b>	<b>56</b>
<b>10 TYPES DE CONSTRUCTION ET TABLEAUX DES COTES</b>	<b>60</b>
10.1 Chemises KS Permaglide®, sans entretien	62
10.2 Coussinets à collerette KS Permaglide®, sans entretien	68
10.3 Rondelles de guidage KS Permaglide®, sans entretien	70
10.4 Bandes KS Permaglide®, sans entretien	71
10.5 Chemises KS Permaglide®, à faible entretien	72
10.6 Rondelles de guidage KS Permaglide®, à faible entretien	74
10.7 Bandes KS Permaglide®, à faible entretien	75
10.8 Fabrications spéciales KS Permaglide®	76
<b>11 MÉTHODES DE CONTRÔLE</b>	<b>77</b>
11.1 Contrôle des chemises roulées	77
11.2 Retouche de la couche de glissement	78
Conditions de vente et de livraison	79

## GRUPE MOTORSERVICE

### QUALITÉ ET SERVICE D'UN FOURNISSEUR UNIQUE

Le groupe Motorservice est l'organisation commerciale en charge des activités internationales Aftermarket de la société Rheinmetall. C'est l'un des premiers fournisseurs de composants de 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 dispose d'une gamme étendue et variée de très grande qualité, permettant à ses clients de s'approvisionner auprès d'un fournisseur unique. 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 de Rheinmetall, la société KS Gleitlager GmbH est le spécialiste des éléments de glissement de très haute précision. Le recours à 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 l'un des leaders mondiaux dans le domaine des coussinets pour moteurs et des coussinets fonctionnant à sec (KS Permaglide®).

## RHEINMETALL

### DES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE L'AVENIR DE LA MOBILITÉ

Équipementier automobile présent dans le monde entier, Rheinmetall se place, grâce à son savoir-faire 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, en tête de ces marchés respectifs. Le développement des produits se déroule en étroite coopération avec des constructeurs automobiles renommés.



# 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](http://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

## COUSSINET P1 KS PERMAGLIDE®

- Sans entretien
- Adapté à la rotation à sec

Paramètres Propriétés	Unité	P180	P14**	P147*	P10, P11
<b>Sans plomb</b>	–	oui	oui	oui	non
<b>p<sub>v max.</sub></b>	<b>MPa · m/s</b>	2,2	1,6	1,4	1,8
<b>p<sub>max.stat.</sub></b>	<b>MPa</b>	250	250	250	250
<b>p<sub>max.dyn.</sub></b>	<b>MPa</b>	56 à v = 0,035 m/s	56 à v ≤ 0,029 m/s	56 à v = 0,025 m/s	56 à v ≤ 0,032 m/s
<b>v<sub>max.</sub></b>	<b>m/s</b>	2 à p ≤ 1,10 MPa	1 à p ≤ 1,60 MPa	0,8 à p ≤ 1,75 MPa	2 à p ≤ 0,90 MPa
<b>T</b>	<b>°C</b>	-200 à +280	-200 à +280	-200 à +280	-200 à +280

## MATÉRIAUX KS PERMAGLIDE® P1



### **NOUVEAU** Matériau standard P180

- Sans plomb
- Conforme à la directive 2011/65/UE (RoHS II)
- Très faible tendance au stick-slip
- Résistance maximale notamment en cas de contact des bords
- Coefficient de frottement faible et constant
- Très bonne résistance à l'usure en rotation à sec ou humide
- Utilisation universelle : convient aux applications rotatives, oscillantes et axiales
- Excellente résistance aux produits chimiques
- Résistance élevée à l'érosion
- Bonne résistance au gonflement
- Compatible avec tous les arbres en acier courants en rotation à sec



### Matériau standard P14\*\*

- Sans plomb
- Conforme à la directive 2011/65/UE (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/UE (RoHS II)
- Très bonne résistance anticorrosion
- Toutes les autres propriétés comme P14

### 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 l'eau

### Matériau standard P11

- Contient du plomb
- Résistance anticorrosion améliorée
- Très bonne conductivité thermique, d'où une amélioration de la sécurité de fonctionnement
- Antimagnétique
- Toutes les autres propriétés comme P10

\* Sur demande

\*\* Fin de série

**TYPES DE CONSTRUCTION KS PERMAGLIDE® P1**

**Coussinets PAP**



PAP P180

**Coussinets à collerette PAF**



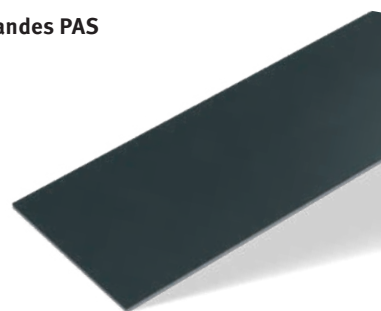
PAF P180

**Rondelles de guidage PAW**



PAW P180

**Bandes PAS**



PAS P180



PAP P14\*\*, PAP P147\*



PAF P14\*\*, PAF P147\*



PAW P14\*\*, PAW P147\*



PAS P14\*\*, PAS P147\*



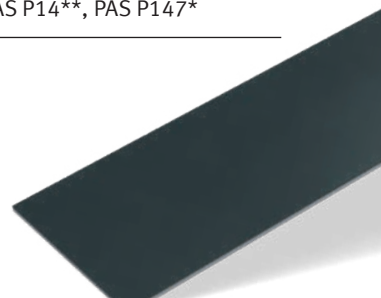
PAP P10



PAF P10



PAW P10



PAS P10



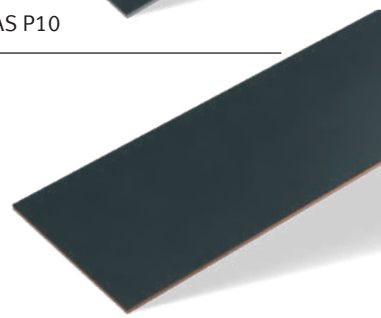
PAP P11



PAF P11



PAW P11



PAS P11

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

## COUSSINET P2 KS PERMAGLIDE®

- À faible entretien
- Pour applications à lubrification par graisse ou liquide

Paramètres Propriétés	Unité	P200, P202*, P203*	P20**, P22*, P23*
<b>Sans plomb</b>	–	oui	non
<b>p<sub>v</sub> max.</b>	<b>MPa · m/s</b>	3,3	3
<b>p<sub>max.stat.</sub></b>	<b>MPa</b>	250	250
<b>p<sub>max.dyn.</sub></b>	<b>MPa</b>	70 à v ≤ 0,047 m/s	70 à v ≤ 0,042 m/s
<b>v<sub>max.</sub></b>	<b>m/s</b>	3,3 à p ≤ 1,00 MPa	3 à p ≤ 1,00 MPa
<b>T</b>	<b>°C</b>	–40 à +110	–40 à +110

## MATÉRIAUX KS PERMAGLIDE® P2



### Matériau standard P200

- Sans plomb
- Conforme à la directive 2011/65/UE (RoHS II)
- Avec réserves d'huile, prêt 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/UE (RoHS II)
- Surface de glissement lisse, avec surépaisseur d'usinage
- Toutes les autres propriétés comme P200



### Matériau spécial P203\*

- Sans plomb
- Conforme à la directive 2011/65/UE (RoHS II)
- Surface de glissement lisse, prête à poser
- Toutes les autres propriétés comme P200

### Matériau standard P20\*\*

- Contient du plomb
- Avec réserves d'huile, prêt à poser
- Lubrification à vie possible
- Faible usure
- Peu sensible aux charges sur les bords
- Bon amortissement
- Insensibilité 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

\* Sur demande

\*\* Fin de série

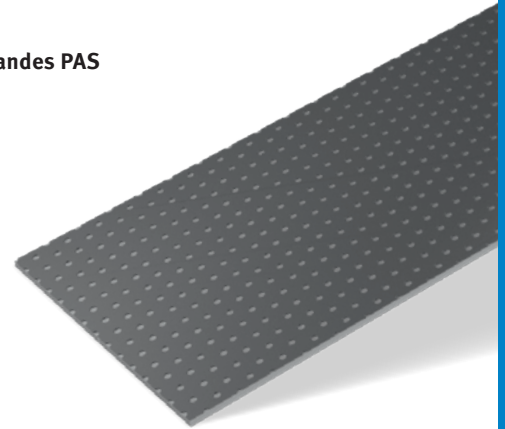


**TYPES DE CONSTRUCTION KS PERMAGLIDE® P2****Coussinets PAP**

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

**Rondelles de guidage PAW**

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

**Bandes PAS**

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

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

# 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 <sub>1</sub>	mm	largeur utile de bande
C <sub>i</sub>	mm	chanfrein intérieur du coussinet (arête chanfreinée)
C <sub>o</sub>	mm	chanfrein extérieur du coussinet
D <sub>FL</sub>	mm	diamètre de la collerette
D <sub>i</sub>	mm	diamètre intérieur du coussinet diamètre intérieur de la rondelle de guidage
D <sub>IE</sub>	mm	diamètre intérieur du coussinet à l'état emboîté
D <sub>o</sub>	mm	diamètre extérieur du coussinet diamètre extérieur de la rondelle de guidage
d <sub>ch</sub>	mm	diamètre du logement de contrôle (mandrin de réglage)
d <sub>G</sub>	mm	diamètre de l'alésage du corps
d <sub>H</sub>	mm	diamètre intérieur de la bague auxiliaire
d <sub>K</sub>	mm	diamètre du mandrin de calibrage
d <sub>L</sub>	mm	diamètre de l'orifice de lubrification
d <sub>W</sub>	mm	diamètre de l'arbre
d <sub>1</sub>	mm	diamètre de l'alésage de fixation dans la rondelle de guidage
d <sub>Ga</sub>	mm	diamètre de l'évidement du corps pour la rondelle de guidage
F	N	charge de coussinet, force d'emboîtement
F <sub>ch</sub>	N	force de contrôle
F <sub>E</sub>	N	force d'emboîtement par mm de largeur de coussinet
F <sub>tot</sub>	N	force d'emboîtement totale
f <sub>G</sub>	mm	largeur de chanfrein sur le corps
f <sub>A</sub>	–	facteur de correction – type de charge
f <sub>L</sub>	–	facteur de correction – mouvement linéaire
f <sub>p</sub>	–	facteur de correction – charge
f <sub>R</sub>	–	facteur de correction – profondeur de rugosité
f <sub>T</sub>	–	facteur de correction – température
f <sub>v</sub>	–	facteur de correction – vitesse de glissement
f <sub>W</sub>	–	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 <sub>N</sub>	h	durée de vie nominale
m	g	masse
n	min <sup>-1</sup>	régime
n <sub>osc</sub>	min <sup>-1</sup>	fréquence du mouvement oscillant
p	MPa	charge spécifique des coussinets
p <sub>v</sub>	MPa · m/s	valeur p <sub>v</sub> , produit de la charge spécifique des coussinets et de la vitesse de glissement
R, r	mm	rayon
R <sub>z</sub> , R <sub>a</sub>	μm	profondeur de rugosité
s <sub>1</sub>	mm	épaisseur du dos d'acier ou en bronze
s <sub>3</sub>	mm	épaisseur de paroi de la coussinet
s <sub>FL</sub>	mm	épaisseur de la collerette
T	°C	température
t <sub>Ga</sub>	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 <sub>Bz</sub>	K <sup>-1</sup>	coefficient de dilatation à la chaleur du bronze
α <sub>acier</sub>	K <sup>-1</sup>	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 <sub>Bz</sub>	W(mK) <sup>-1</sup>	conductivité thermique du bronze
λ <sub>acier</sub>	W(mK) <sup>-1</sup>	conductivité thermique de l'acier
μ	–	coefficient de frottement
τ <sub>S</sub>	N/mm <sup>2</sup>	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

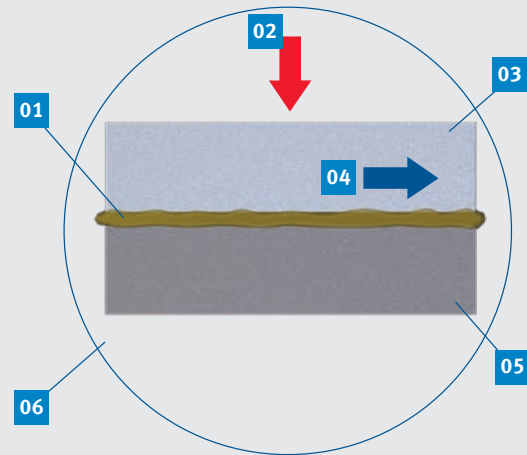
Les coussinets à commande hydrodynamique peuvent comparativement bien satisfaire aux différentes exigences. Il est ainsi possible, à l'aide de méthodes de calcul modernes, de dimensionner de façon optimale et sûre les coussinets, en particulier ceux à graissage par huile.

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, P147 et P180. Les matériaux P10 et P11 contiennent du plomb dans la couche de glissement en bronze et dans la masse de lubrifiant. P14, P147 et P180 sont exempts de 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).

### 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).

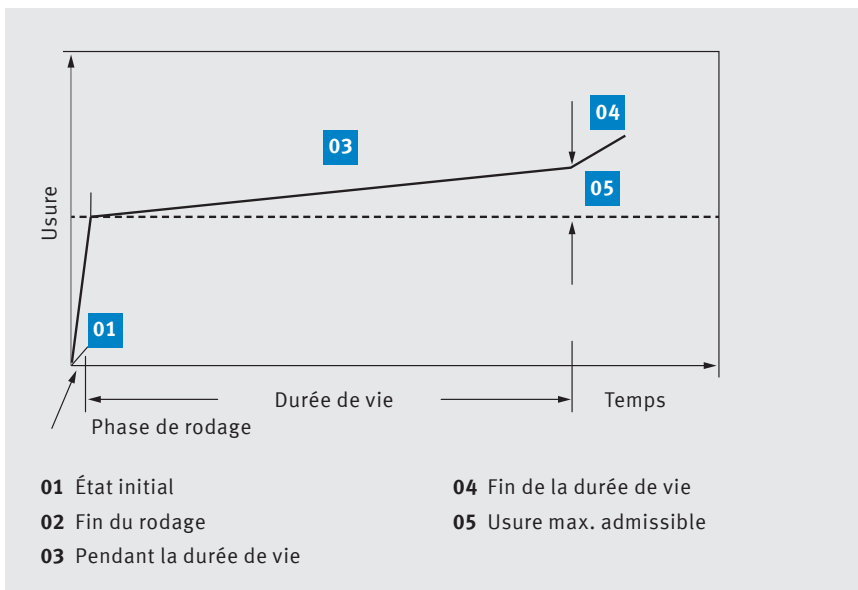


Fig. 3 : Courbe d'usure d'un coussinet P1 (schématique) /1/

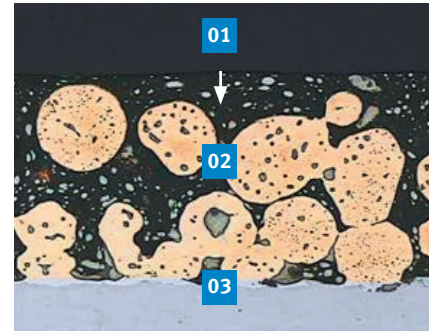


Fig. 2 : Système de couches P1

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

#### 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).

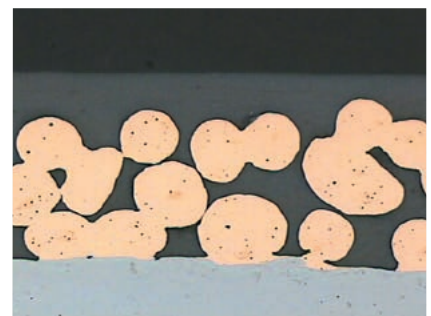


Fig. 4 : Composition de la surface de glissement à l'état initial

### 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.

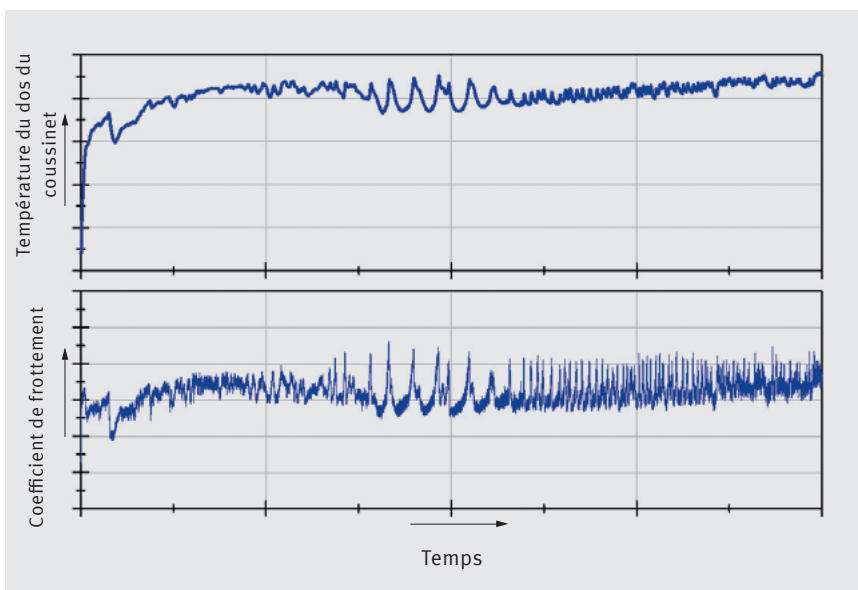


Fig. 7 : Comportement oscillant du coefficient de frottement et de la température

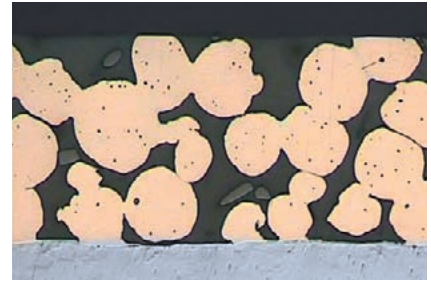


Fig. 5 : Composition de la surface de glissement à la fin du rodage

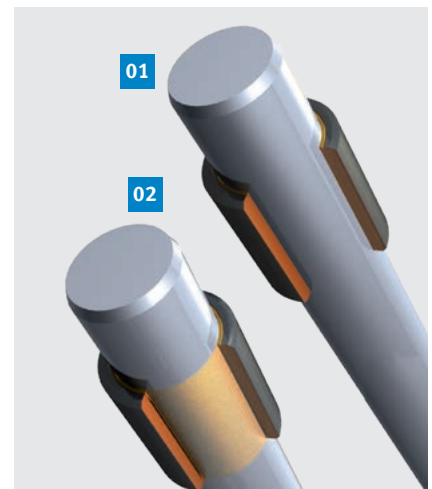


Fig. 6 : Transfert de matière

- 01 État initial
- 02 Fin du rodage

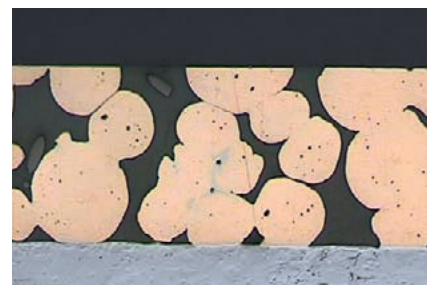


Fig. 8 : Composition de la surface de glissement pendant la durée de vie

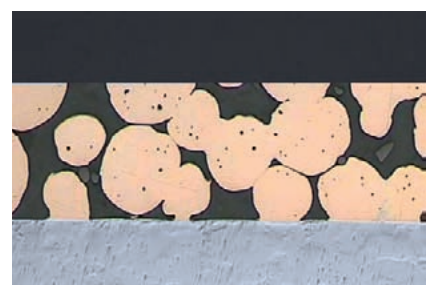


Fig. 9 : Composition de la surface de glissement à la fin de la durée de vie

### 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.

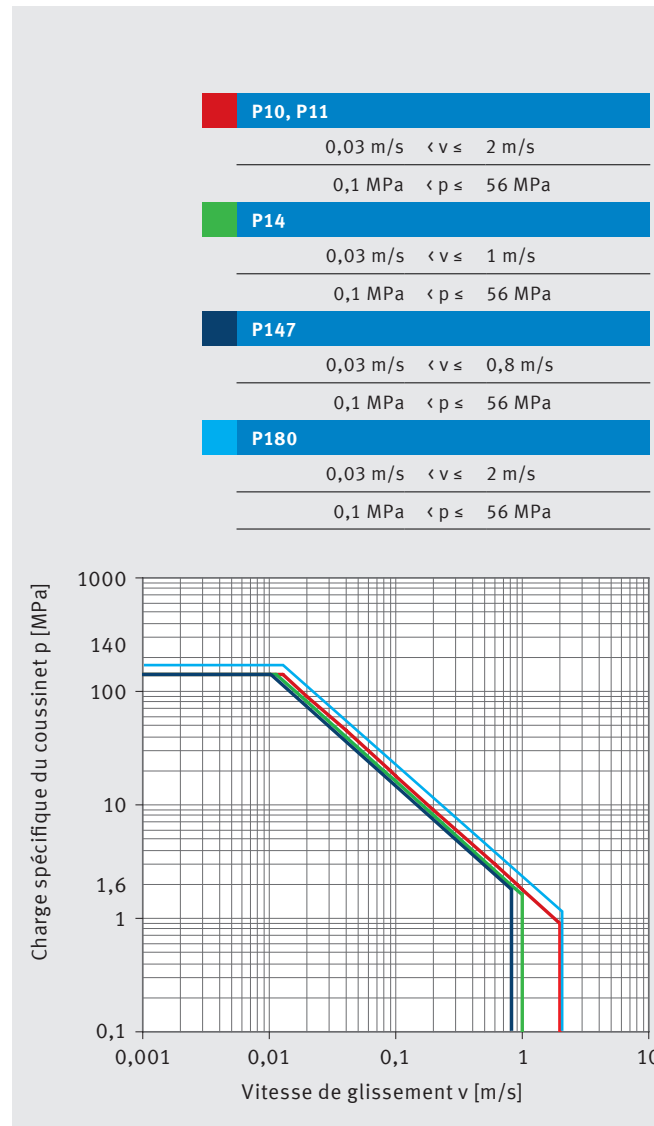


Fig. 10 : Valeur pv [MPa-m/s], courbe limite (valeurs valables à température ambiante)

#### 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	P180
statique	250 MPa	–	–	–
charge ponctuelle au repos, mouvement homogène	140 MPa 160 MPa	≤ 0,013 m/s	≤ 0,011 m/s	≤ 0,010 m/s ≤ 0,013 m/s
charge ponctuelle au repos, mouvement rotatif, oscillant	56 MPa	≤ 0,032 m/s	≤ 0,029 m/s	≤ 0,025 m/s ≤ 0,035 m/s
charge ponctuelle, charge périphérique ; mouvement de gonflement, rotatif, oscillant	28 MPa	≤ 0,064 m/s	≤ 0,057 m/s	≤ 0,050 m/s ≤ 0,070 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 de 1 m/s pour P14, de 0,8 m/s pour P147 et de 2 m/s pour P180. 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 $\mu$ [1]		
140	jusqu'à 250	élevée ↑ faible	jusqu'à 0,001		faible ↓ élevée	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	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.

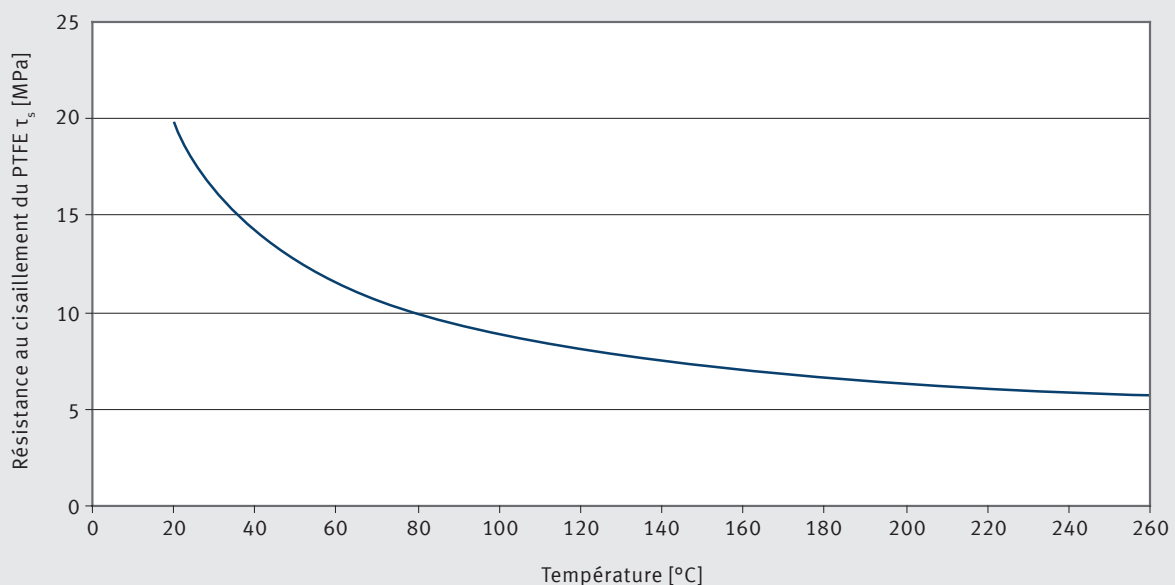


Fig. 11 : Résistance au cisaillement du PTFE  $\tau_s$  en fonction de la température



## 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.

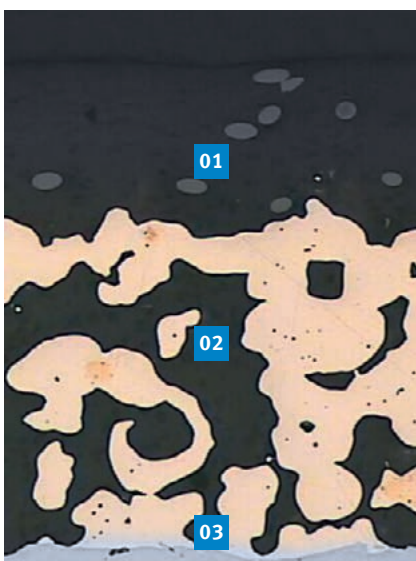


Fig. 12 : Système de couches P2

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

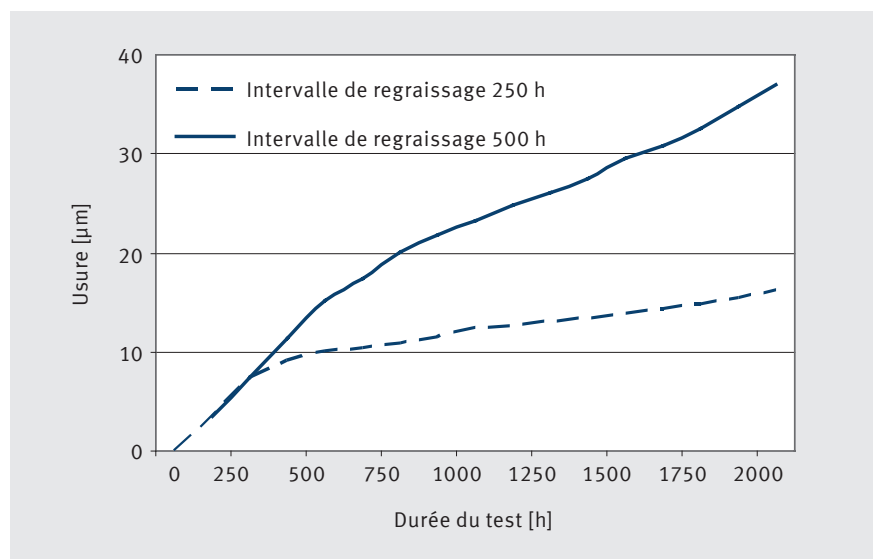


Fig. 13 : Courbe d'usure d'un coussinet P2 (schématique)

### 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 :

Grade	Vitesse de glissement v [m/s]	Charge spécifique p [MPa]
P20	0,04 m/s < v ≤ 3 m/s	0,1 MPa < p ≤ 70 MPa
	0,1 MPa < p ≤ 70 MPa	
P200	0,04 m/s < v ≤ 3,3 m/s	0,1 MPa < p ≤ 70 MPa
	0,1 MPa < p ≤ 70 MPa	

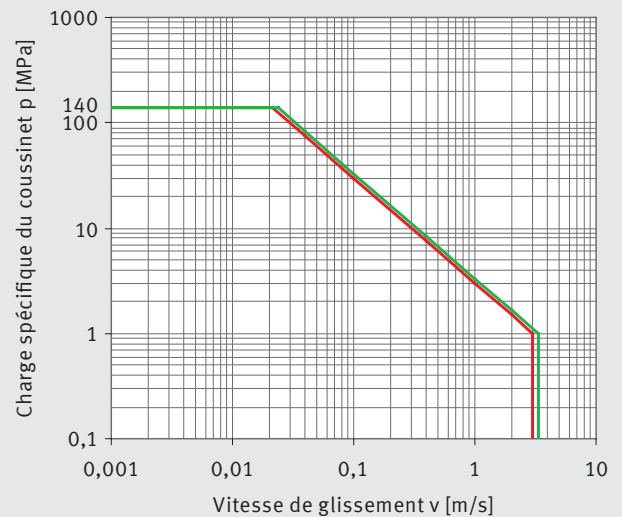


Fig. 14 : Valeurs pv, courbes limites P20, P200 graissage à 20 °C

### 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. 27). 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**

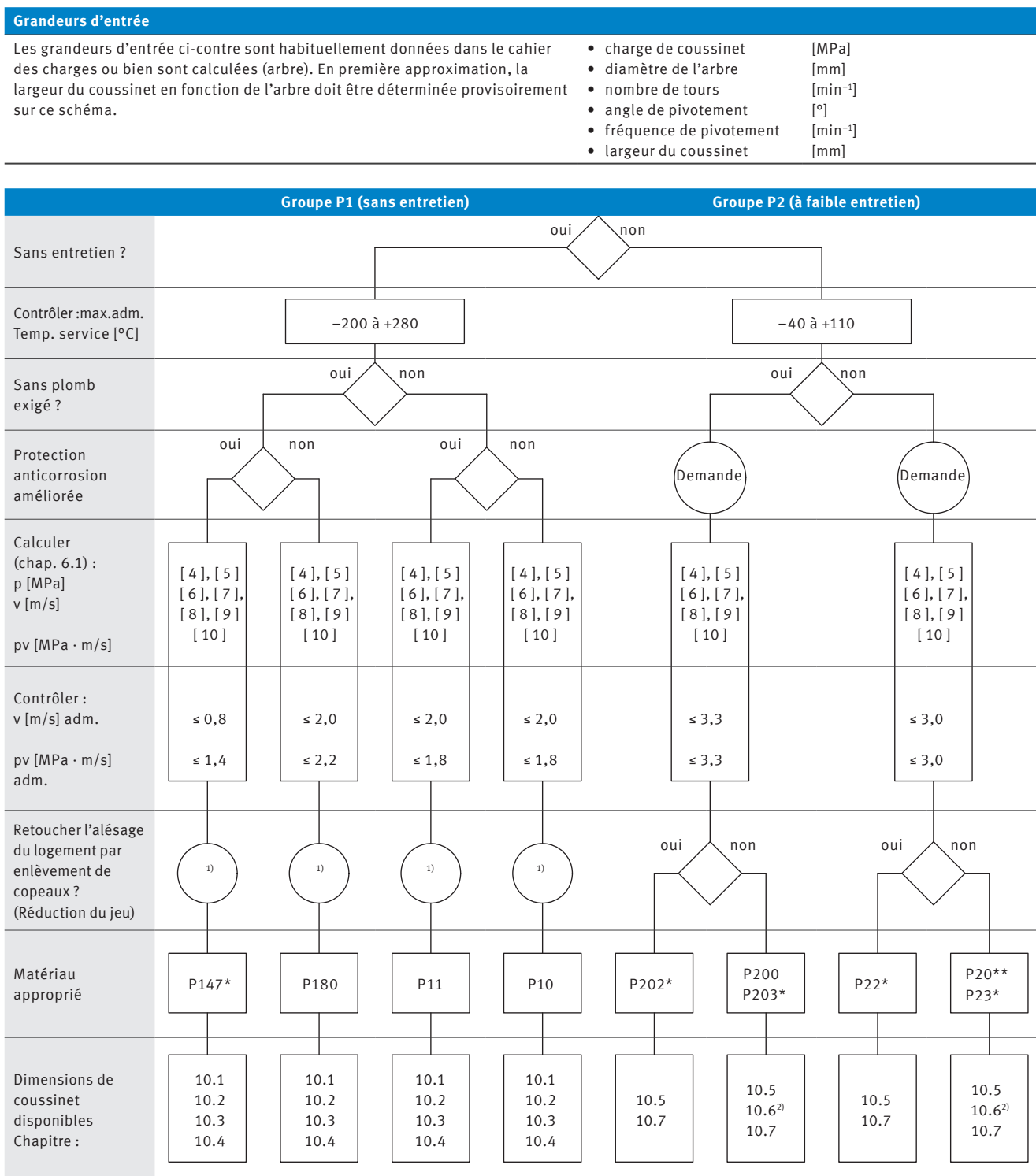
Les coussinets P2 peuvent également fonctionner dans des conditions hydrodynamiques. Dans ce cas, une couche de glissement sans poche de graissage est nécessaire. Les coussinets sans poche de graissage existent en version prête à poser ou sur demande avec possibilité de retoucher le diamètre intérieur 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.



<sup>1)</sup> 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)

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

\* sur demande

\*\* Fin de série

## 5.1 COUSSINET P1

NOUVEAU

### 5.1.1 P180 ... ROBUSTE ET RÉSISTANT – LE MATÉRIAU P1 DURABLE ET SANS PLOMB DE L'AVENIR

#### Description succincte

Le P180 est un matériau haute performance sans plomb avec d'excellentes performances tribologiques. Il est conçu pour les applications sans entretien, fonctionnant à sec. Par ailleurs, il peut aussi bien être utilisé dans des systèmes à lubrification par graisse ou liquide. Le P180 correspond à version perfectionnée du matériau P14 éprouvé, présentant une résistance à la charge et à l'usure améliorée, que ce soit avec des applications sèches ou lubrifiées. Ce matériau peut également être utilisé dans des systèmes tribologiques qui, jusqu'à présent, ne fonctionnaient qu'avec des matériaux contenant du plomb, tels que le P10.

#### 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 0,03 mm d'épaisseur maximum. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont obtenues 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 P180. Types de construction standard :

- Chemises cylindriques
- Coussinets à collerette
- Rondelles de guidage
- Bandes

Les coussinets en P180 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 P180

- Sans plomb
- Conforme à la directive 2011/65/UE (RoHS II)
- Très faible tendance au stick-slip
- Résistance maximale notamment en cas de contact des bords
- Coefficient de frottement faible et constant
- Très bonne résistance à l'usure en rotation à sec ou humide
- Utilisation universelle : convient aux applications rotatives, oscillantes et axiales
- Excellente résistance aux produits chimiques
- Résistance élevée à l'érosion
- Bonne résistance au gonflement
- Compatible avec tous les arbres en acier courants en rotation à sec

#### Domaines d'application préférentiels

- Utilisation dans des applications sèches ou lubrifiées, là où s'impose l'absence de plomb
- Mouvements rotatifs ou oscillants jusqu'à une vitesse de 2 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 10 m/s. Le matériau fait preuve d'une grande résistance à l'érosion et à la 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 matériau P180 peut être utilisé à la place des matériaux au plomb et dépasse, dans certains cas, leurs limites de performance.**



## Structure du matériau P180

01 Couche de rodage	
Matrice PTFE avec agent de charge <sup>1)</sup>	
Épaisseur de couche [mm] :	max. 0,03
02 Couche de glissement	
Étain-Bronze	
Épaisseur de couche [mm] :	0,11–0,26 env. 30
Volume poreux [%] :	
03 Dos de coussinet	
Acier	
Épaisseur d'acier [mm] :	variable
Dureté d'acier [HB] :	100–180

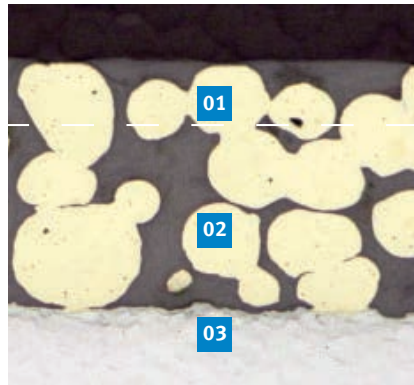


Fig. 15 : Système de couches

Couche de rodage	
Composants	% en poids
PTFE	60
BaSO <sub>4</sub>	16
Autres agent de charge	24
Couche de glissement	
Composants	% en poids
Sn	9 à 11
Cu	reste
Dos de coussinet	
Matériau	Informations
Acier	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 5 : Composition chimique

Caractéristiques, charge limite	Symbole	Unité	Valeur
Valeur pv admissible	$p_{v_{adm.}}$	MPa · m/s	2,2
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	160
• Charge ponctuelle, charge périphérique pour vitesse de glissement $\leq 0,035$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	56
• Charge ponctuelle, charge périphérique, gonflement pour vitesse de glissement $\leq 0,070$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	28
Vitesse de glissement admissible			
• Rotation à sec $p \leq 1,10$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	2
• Fonctionnement en mode hydrodynamique	$v_{adm.}$	m/s	10
Température admissible	$T_{adm.}$	°C	-200 à +280
Coefficient de dilatation à la chaleur			
• Dos d'acier	$\alpha_{acier}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Conductivité thermique			
• Dos d'acier	$\lambda_{acier}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 6 : Caractéristiques du matériau P180

## DURABILITÉ



<sup>1)</sup> 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, P180)



### REMARQUE

Le matériau P180 a fait ses preuves dans des applications similaires.





## Structure du matériau P14

01 Couche de rodage	
matrice PTFE avec agent de charge <sup>1)</sup>	
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

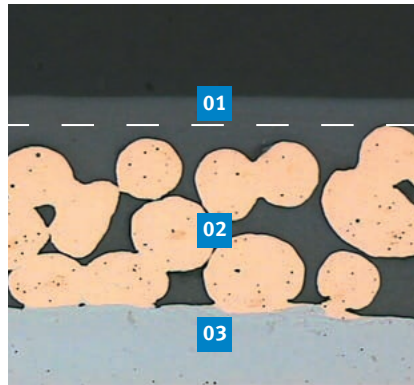


Fig. 16 : Système de couches

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. 7 : Structure du système

Tab. 8 : Composition chimique

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

Tab. 9 : Caractéristiques des matériaux P14

## DURABILITÉ



<sup>1)</sup> Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

## 5.1.3 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 agressifs<sup>1)</sup>
- dans les zones externes de machines et installations<sup>1)</sup>
- 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.



<sup>1)</sup> 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 <sup>1)</sup>	
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

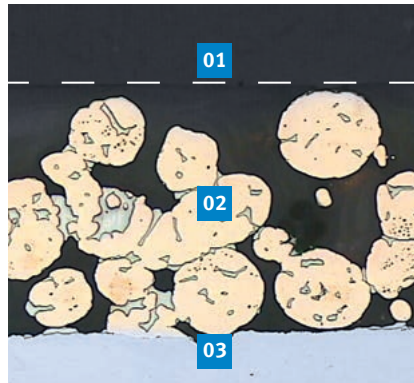


Fig. 17 : Système de couches

Couche de rodage	
composants	% pondéral
PTFE	82
BaSO <sub>4</sub>	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. 11 : Composition chimique

Tab. 10 : Structure du système

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	$\alpha_{acier}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en acier	$\lambda_{acier}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 12 : Caractéristiques des matériaux P147

## DURABILITÉ



<sup>1)</sup> Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

## 5.1.4 P10 ... SANS ENTRETIEN ET ROBUSTE

### Description succincte

Le P10 est un matériau de glissement robuste, contenant du plomb, présentant des performances tribotechniques exceptionnelles. Il est conçu pour des applications sans entretien, fonctionnant à sec, mais peut également être utilisé dans les systèmes à lubrification par liquide. L'emploi de graisse comme lubrifiant en contact avec le P10 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 0,03 mm d'épaisseur maximum. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont obtenues 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.

Types de construction standard :

- Chemises 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 ».



### 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 l'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

### 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, il existe un risque d'érosion par écoulement ou de cavitation. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.



Le matériau P10 contient du plomb et ne doit par conséquent pas être utilisé dans le secteur alimentaire.



**Structure des matériaux P10**

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

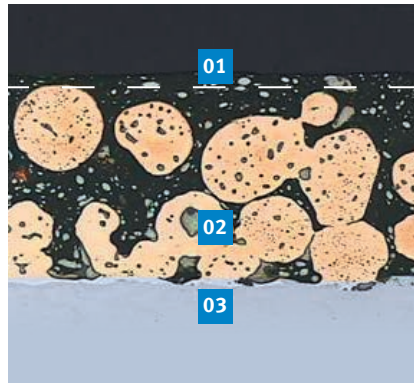


Fig. 18 : Système de couches du P10

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

Tab. 13 : Structure du système du P10

Tab. 14 : 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	$\alpha_{acier}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en acier	$\lambda_{acier}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 15 : Caractéristiques des matériaux P10

<sup>1)</sup> Cette charge de lubrifiant remplit également les pores de la couche de glissement.

## 5.1.5 P11 ... SANS ENTRETIEN ET ROBUSTE

### Description succincte

Le P11 est un matériau de glissement robuste, contenant du plomb, présentant des performances tribotechniques exceptionnelles. Il est conçu pour des applications sans entretien, fonctionnant à sec, mais peut également être utilisé dans les systèmes à lubrification par liquide. L'emploi de graisse comme lubrifiant en contact avec le 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 0,03 mm d'épaisseur maximum. Au cours d'autres opérations thermiques, les propriétés caractéristiques du système sont obtenues 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 P11.

Types de construction standard :

- Chemises cylindriques
- Coussinets à collerette
- Rondelles de guidage
- Bandes



### REMARQUE

Le P11 ne nécessite aucune protection antirouille supplémentaire.

### 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 lorsqu'une résistance anticorrosion élevée est exigée ou en cas d'utilisation dans des milieux agressifs. Il présente par rapport au P10 d'autres avantages :

- très bonne conductivité thermique, d'où une amélioration de la sécurité de fonctionnement
- 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, il existe un risque d'érosion par écoulement ou de cavitation. Le calcul des états de fonctionnement hydrodynamiques est une prestation proposée par Motorservice.



Le matériau P11 contient du plomb et ne doit par conséquent pas être utilisé dans le secteur alimentaire.



## Structure des matériaux P11

01 Couche de rodage	
matrice PTFE avec agent de charge <sup>1)</sup>	
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. 19 : 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. 16 : Structure du système du P11

Tab. 17 : 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	$\alpha_{Bz}$	K <sup>-1</sup>	$17 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
• dos en bronze	$\lambda_{Bz}$	W(mK) <sup>-1</sup>	$\leq 70$

Tab. 18 : Caractéristiques des matériaux P11

## 5.2 COUSSINET P2

### 5.2.1 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. 19 : 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. 20 : 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 <sup>1)</sup>	
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. 21 : Système de couches

Tab. 20 : Structure du système

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. 21 : 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	$\alpha_{acier}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
conductivité thermique			
dos en acier	$\lambda_{acier}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 22 : Caractéristiques des matériaux P200, P202, P203

## DURABILITÉ



<sup>1)</sup> Cette charge remplit également les cavités de la couche intermédiaire.

## 5.2.2 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. 23 : 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. 22 : 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.



#### REMARQUE

Le matériau P200 a fait ses preuves dans des applications similaires.

**Structure des matériaux P20, P22, P23**

01 Couche de glissement	
matrice PVDF avec agents de charge <sup>1)</sup>	
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

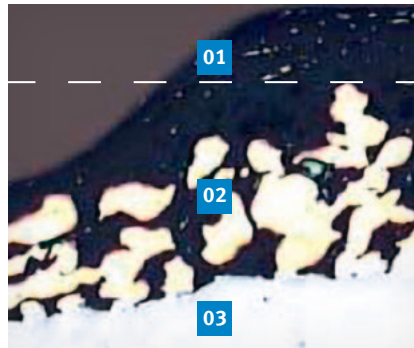


Fig. 23 : Système de couches

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. 24 : Structure du système

Tab. 25 : Composition chimique

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

Tab. 26 : Caractéristiques des matériaux P20, P22, P23



<sup>1)</sup> 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

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

[ 2 ] Mouvement : linéaire

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

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

[ 3 ] Mouvement : rotatif, oscillant

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

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

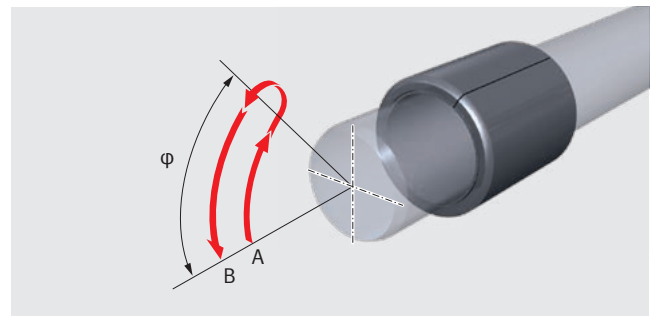
$$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

[ 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. 24 : Angle d'oscillation  $\varphi$ 

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	..... $\leq 1,4 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	P180	..... $\leq 2,2 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$
	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. 25	Fig. 29
$f_t$ = température	Fig. 26	Fig. 30
$f_v$ = vitesse de glissement	Fig. 27	Fig. 31
$f_R$ = profondeur de rugosité	Fig. 28	Fig. 32
$f_A$ = type de charge	Fig. 33	Fig. 33
$f_w$ = matériau	Tab. 27	Tab. 27
$f_L$ = mouvement linéaire, [ 11 ]	Fig. 34	-

**Facteurs de correction pour P10, P11, P14\*\*, P147\* et P180**

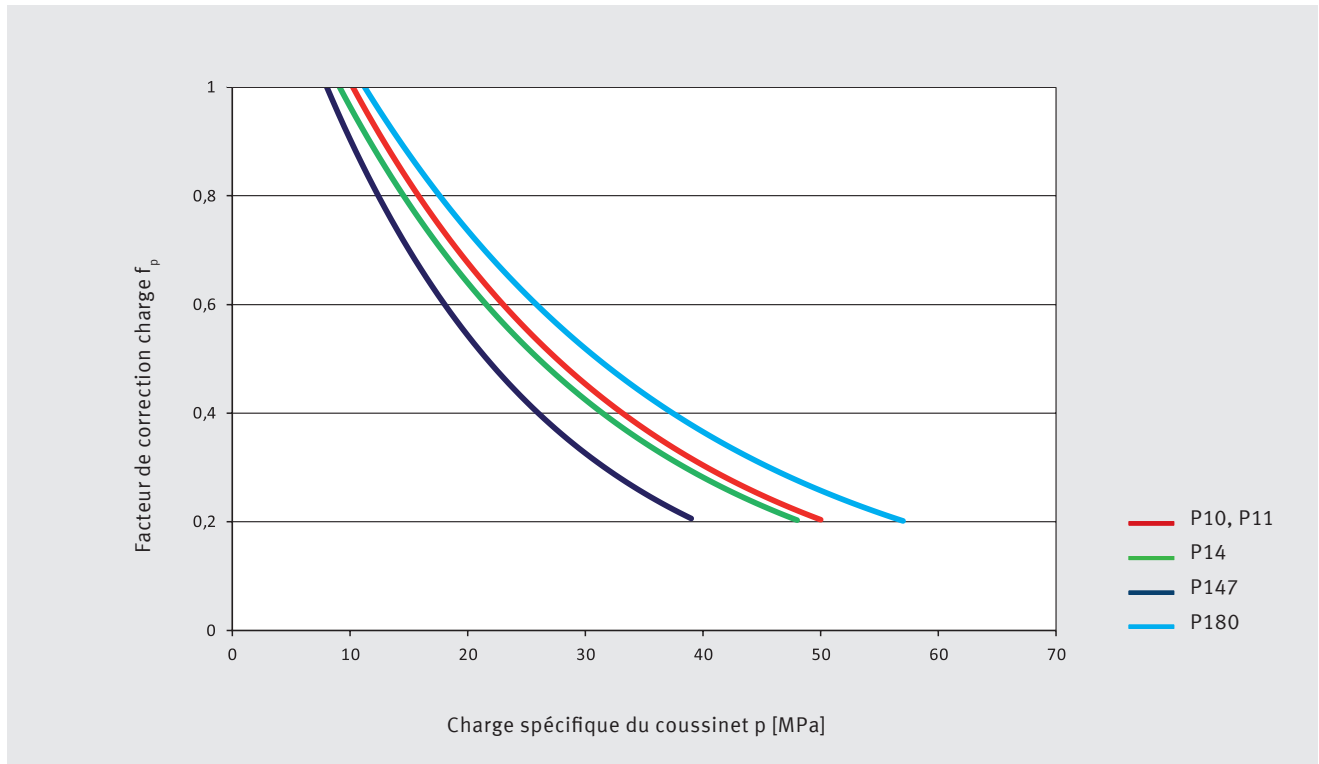


Fig. 25 : Facteur de correction charge  $f_p$

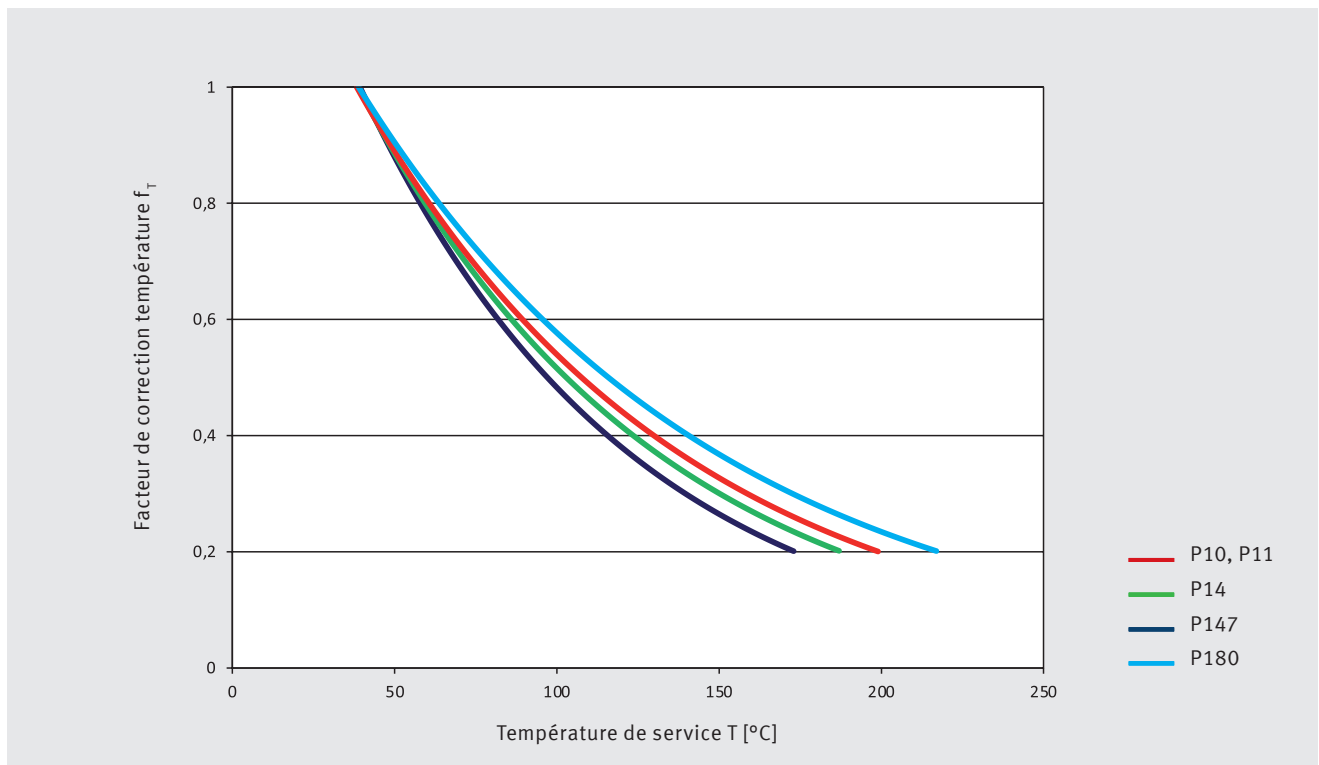
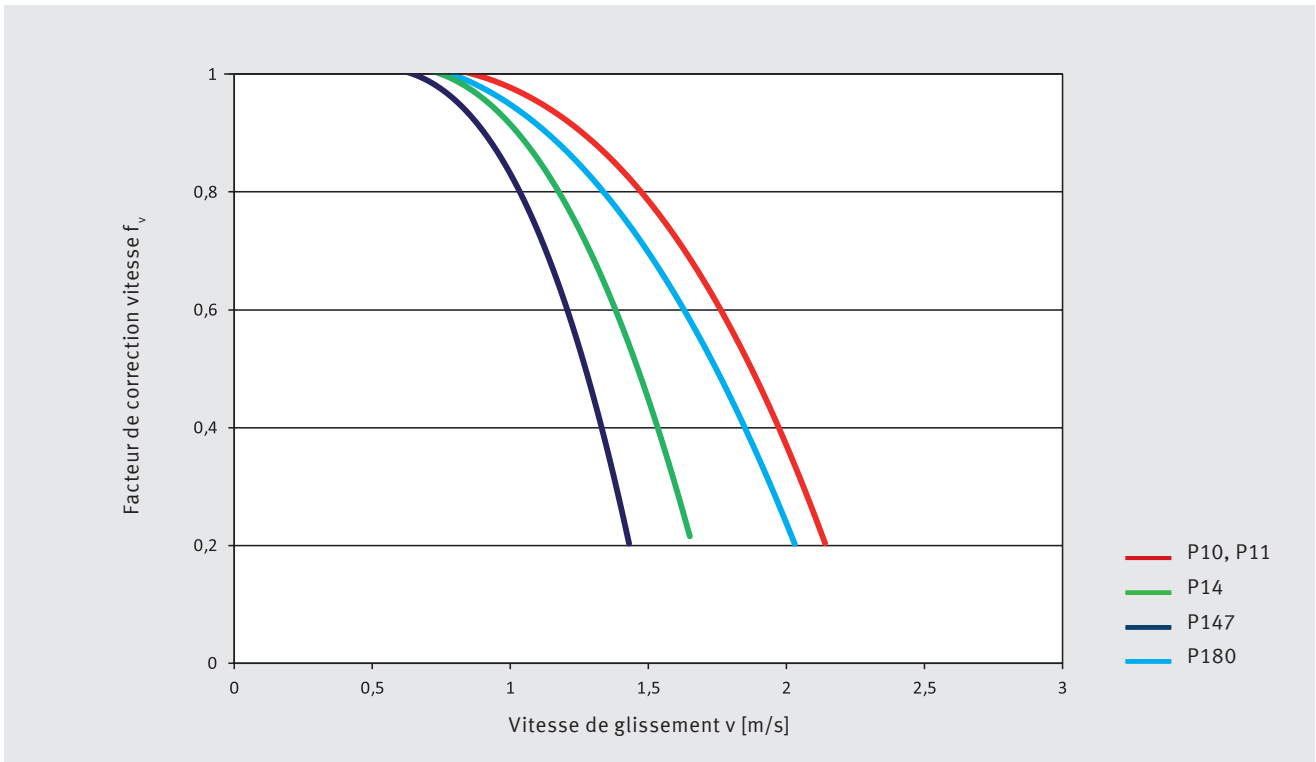
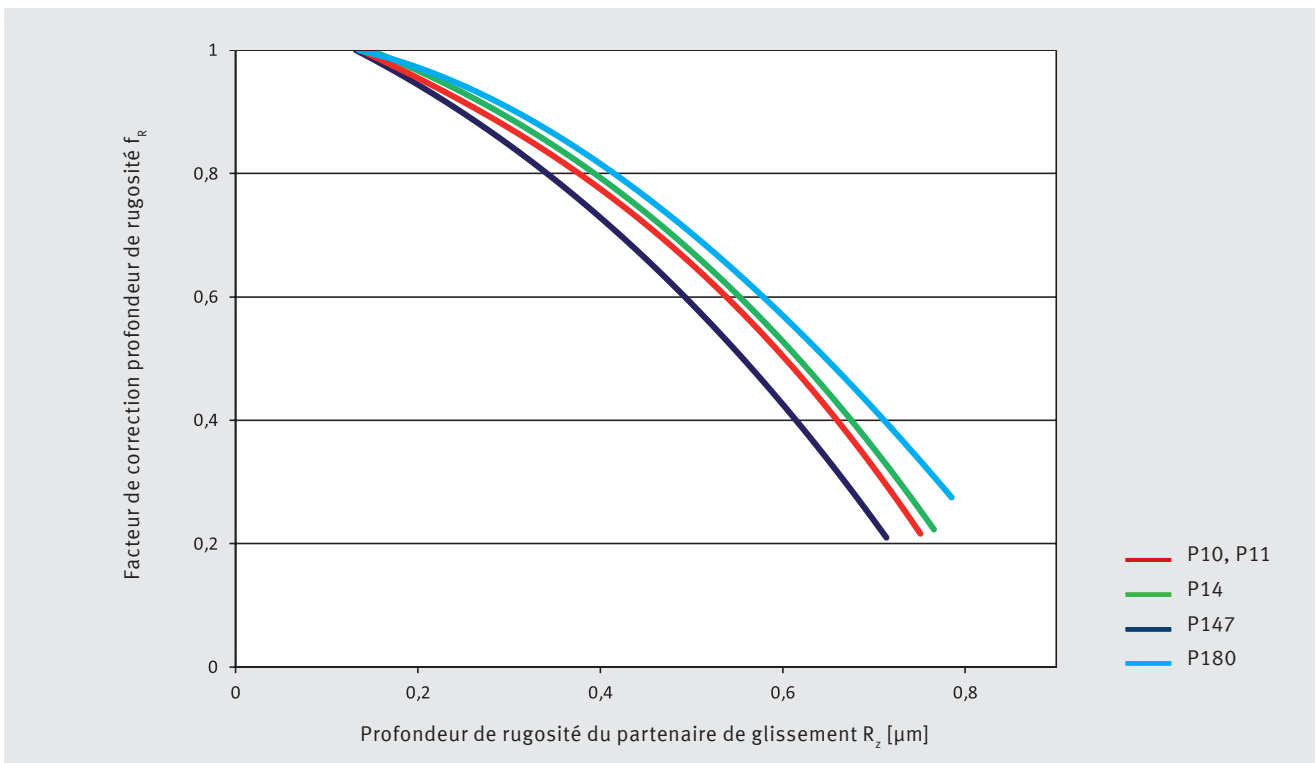


Fig. 26 : Facteur de correction température  $f_T$

\* Sur demande  
 \*\* Fin de série

## Facteurs de correction pour P10, P11, P14\*\*, P147\* et P180

Fig. 27 : Facteur de correction vitesse de glissement  $f_v$ Fig. 28 : Facteur de correction profondeur de rugosité  $f_R$ 

\* Sur demande  
 \*\* Fin de série

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

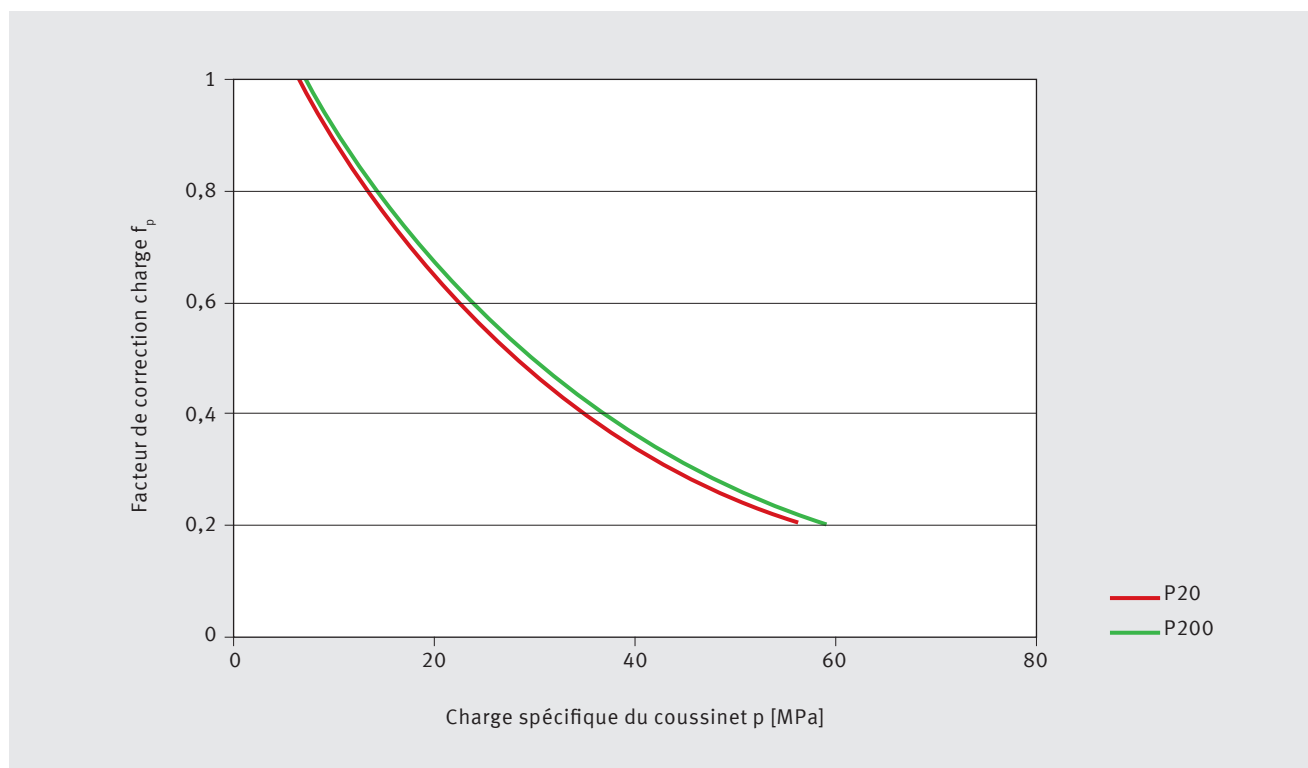


Fig. 29 : Facteur de correction charge  $f_p$

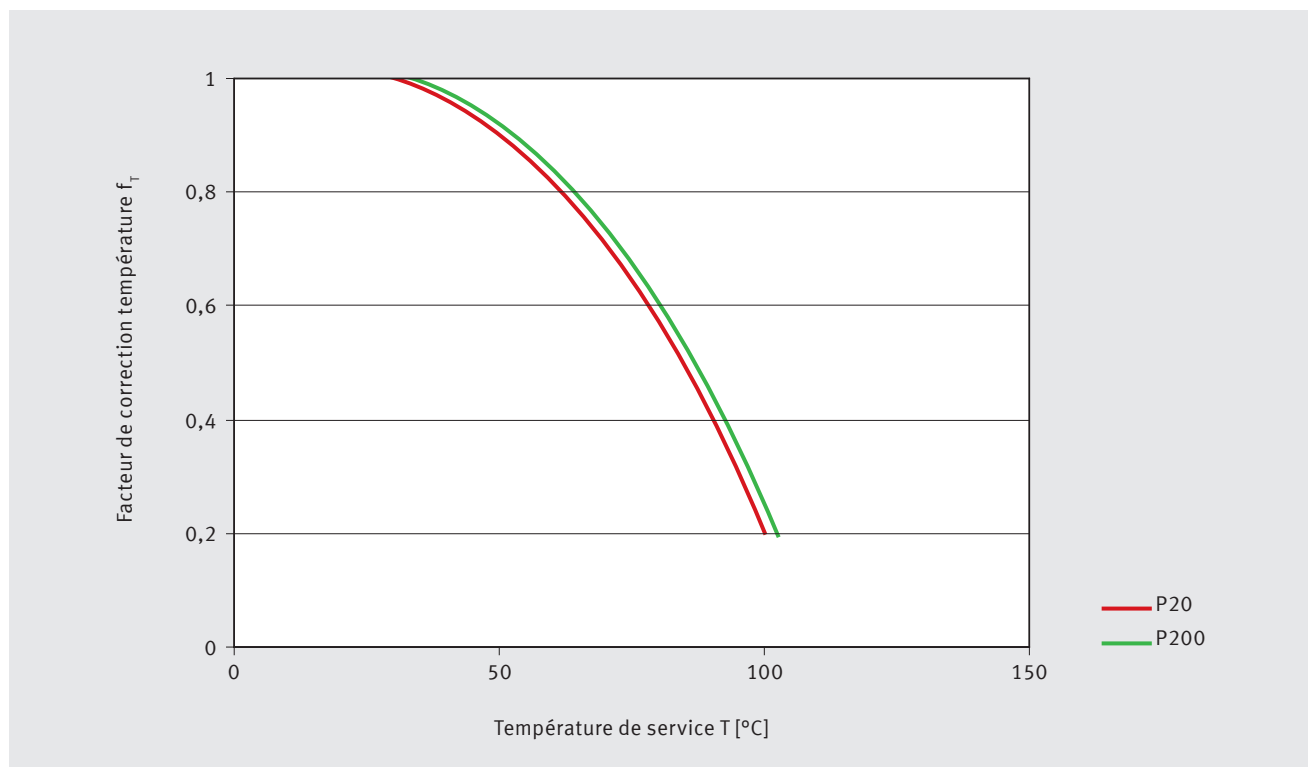
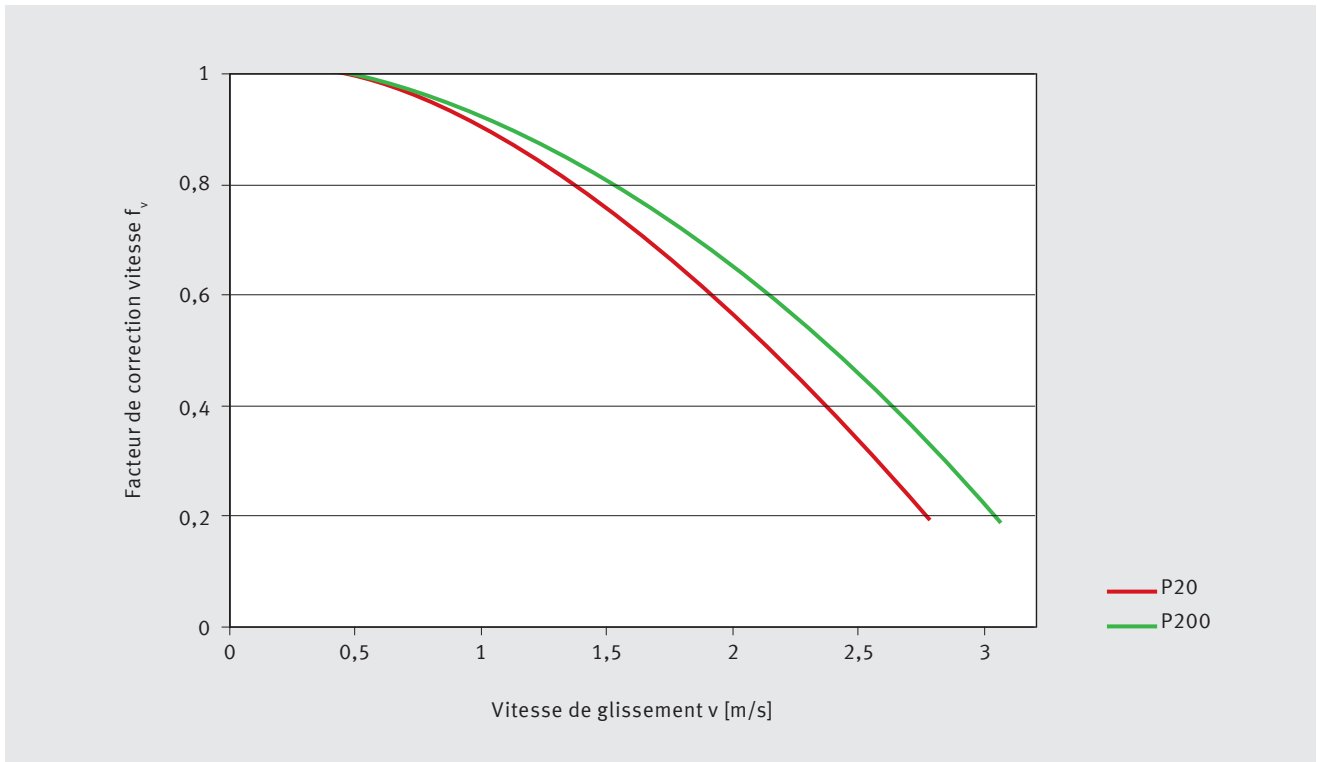
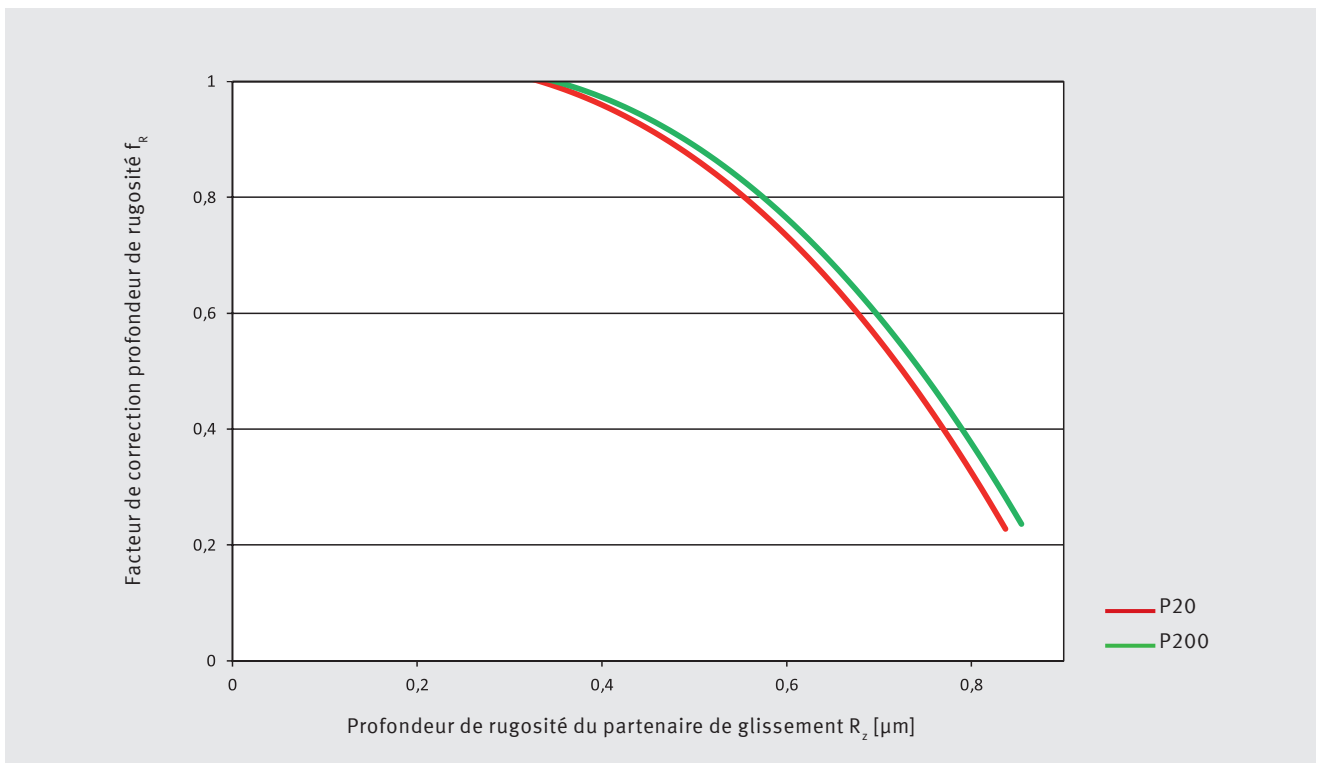


Fig. 30 : Facteur de correction température  $f_T$

\* Sur demande  
 \*\* Fin de série



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

Fig. 31 : Facteur de correction vitesse de glissement  $f_v$ Fig. 32 : Facteur de correction profondeur de rugosité  $f_R$ 

\* Sur demande  
 \*\* Fin de série

### Facteur de correction – type de charge

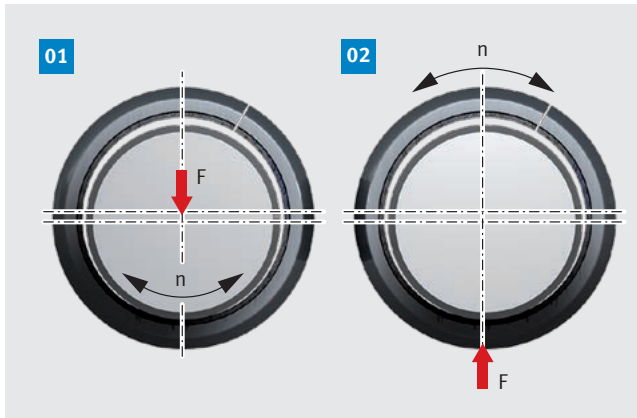


Fig. 33 : Facteur de correction charge  $f_A$

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

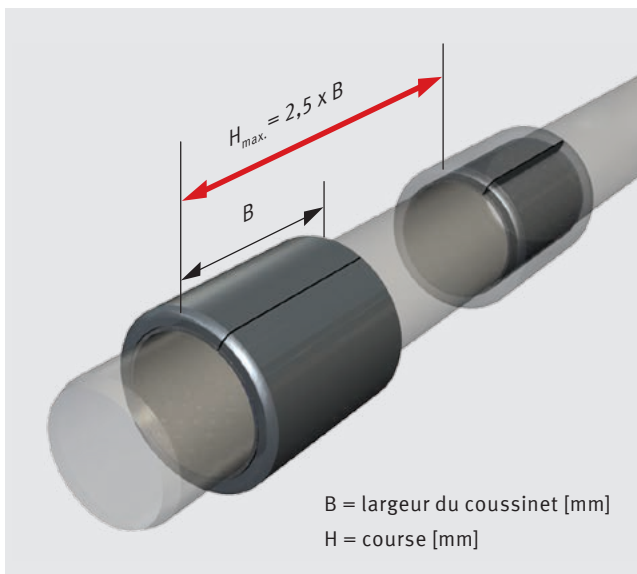


Fig. 34 : Mouvement linéaire, course  $H_{max}$ .

### 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 <sub>z</sub> 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. 27 : Facteur de correction matériau  $f_w$   
 (pour une profondeur de rugosité R<sub>z</sub> 0,8 à R<sub>z</sub> 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 <sub>2</sub> 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. 28 : 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 matériaux du groupe P1 contenant du plomb 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/P180. Leur tendance au gonflement est nettement 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. 28 : 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.

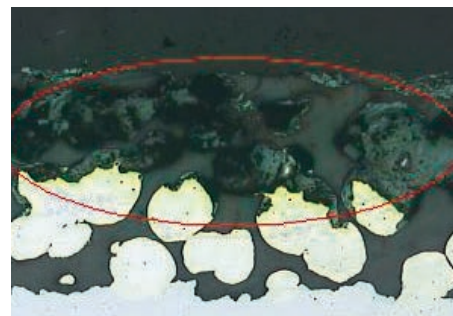


Fig. 35 : Endommagement par action chimique

### 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. 36 : 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.

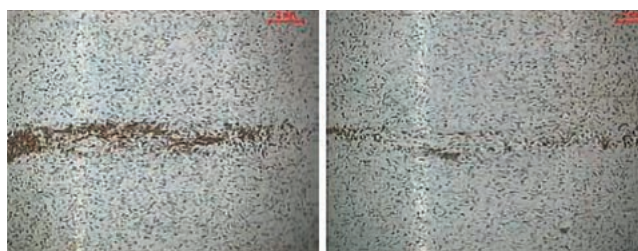


Fig. 37 : Dommages par érosion dans la couche de rodage des coussinets P1

### **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. 38 : Coussinet P2, stries dans la surface de glissement

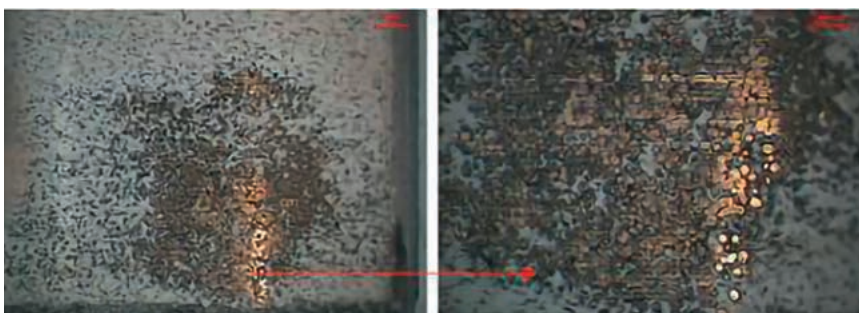


Fig. 39 : Usure localisée importante en raison d'erreurs de montage

# 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. 29 : Largeur de chanfrein  $f_G$  sur l'alésage du corps pour coussinets (Fig. 40)

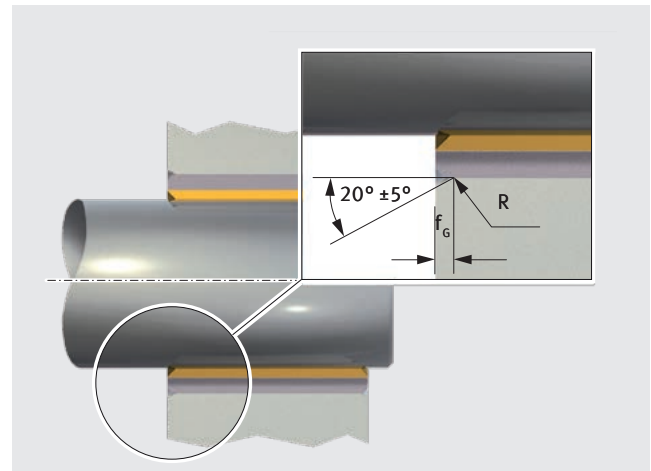


Fig. 40 : Chanfrein sur corps pour coussinet PAP

### 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. 30 : Largeur de chanfrein  $f_G$  sur l'alésage du corps pour coussinets à collerette (Fig. 41)

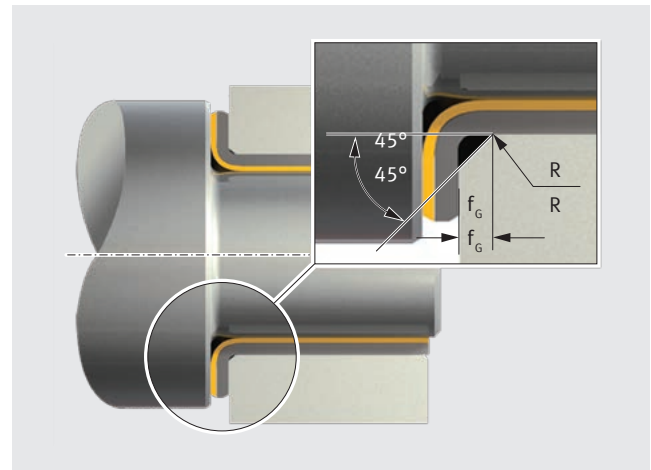


Fig. 41 : Chanfrein sur corps pour coussinet PAP

### Fixer les rondelles de guidage

Recommandation :

- La concentricité est assurée par des évidements dans le corps (Fig. 42)
  - 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. 42 et 43)
  - 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. 42 et 43)
  - Taille et disposition des alésages, voir tableaux des cotes (chapitre 10).

- 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.

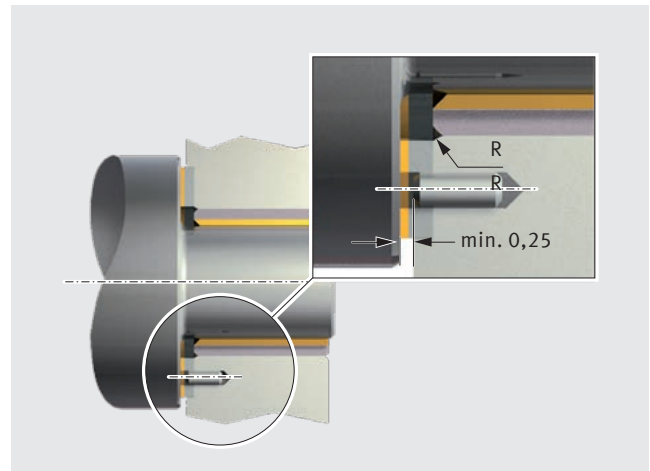


Fig. 42 : Fixation d'une rondelle de guidage PAW dans un évidement du corps

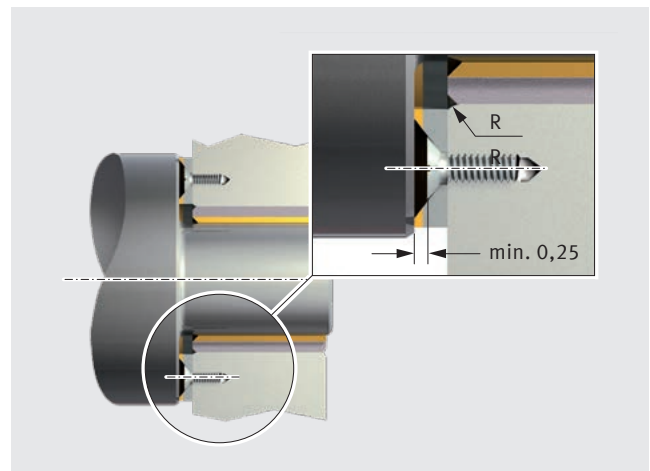


Fig. 43 : Fixation d'une rondelle de guidage PAW sans évidement dans le corps



## 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.

### 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 44 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.

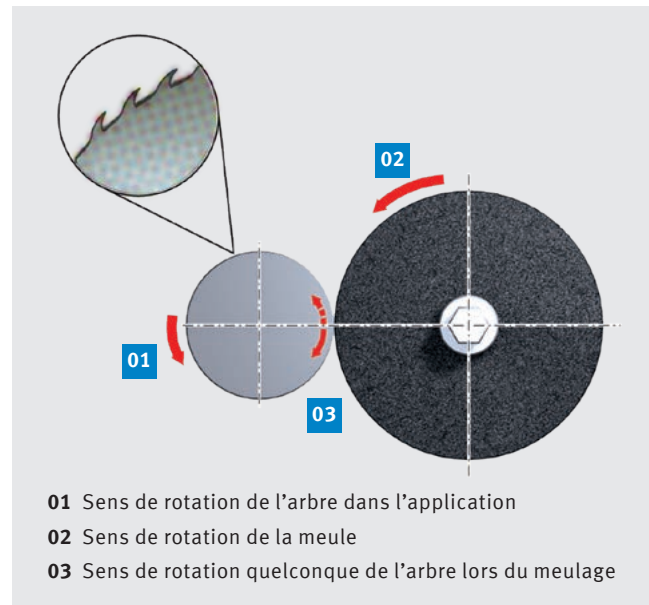


Fig. 44 : Meulage d'un arbre en fonte

### 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 45 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 galvaniquesDans le cas de densités de courant importantes ou d'opérations de revêtement prolongées, recouvrir les couches de glissement afin d'éviter des dépôts.

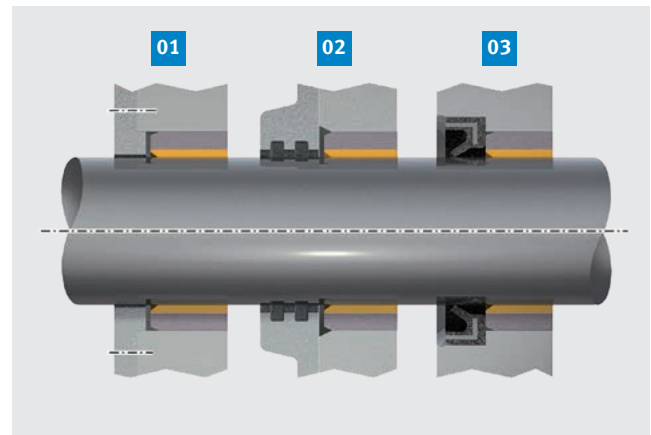


Fig. 45 : Joints

## ⚠ 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. 46). 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.

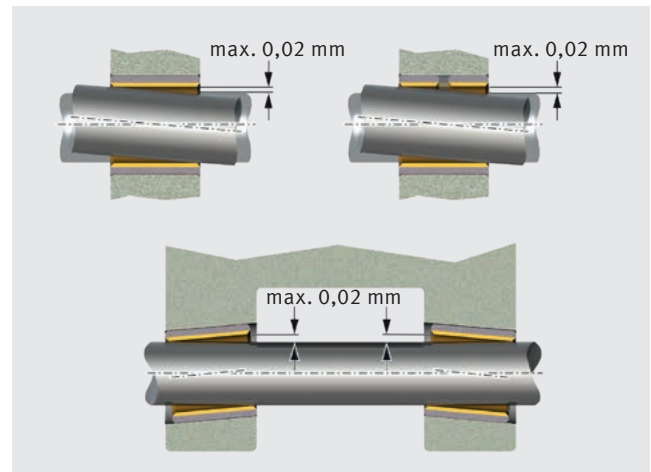


Fig. 46 : Défaut de coïncidence admissible

### 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. 47).

- 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.

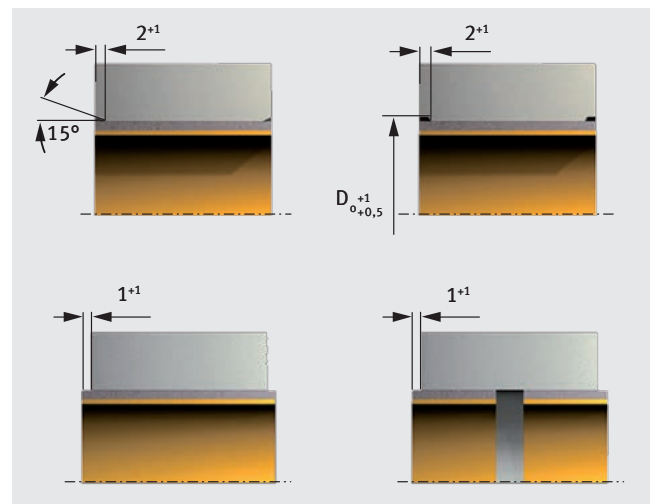


Fig. 47 : Réduction des pics de contrainte sur les bords

## 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. 31, les corps et arbres fixes donnent :

- l'ajustage serré
- le jeu du coussinet selon le Tab. 37

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. 35)

### Ajustage serré et jeu de coussinet

Le jeu de coussinet et l'ajustage serré peuvent être influencés par les mesures présentées dans le Tab. 38 :

- 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, P180) et  $d_w < 80$  (P11) doit être contrôlé selon les formules [12] pour  $\Delta s_{\max.}$  et [13] pour  $\Delta s_{\min.}$ .

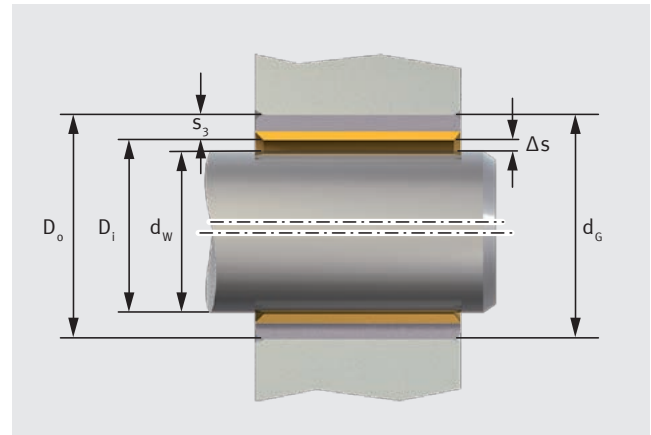


Fig. 48 : Jeu de coussinet théorique  $\Delta s$

Plage de diamètres	KS Permaglide®		
	P10, P14, P147*, P180	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. 31 : 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. 31 et les dimensions du diamètre extérieur de coussinet  $D_o$  dans le Tab. 32.

Diamètre extérieur du coussinet $D_o$	Dimensions (contrôle A selon DIN ISO 3547-2)				
		P10, P14, P147*, P180, 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. 32 : 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*, P180		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. 33 : Épaisseur de paroi  $s_3$  pour coussinets et coussinets à collerette P1

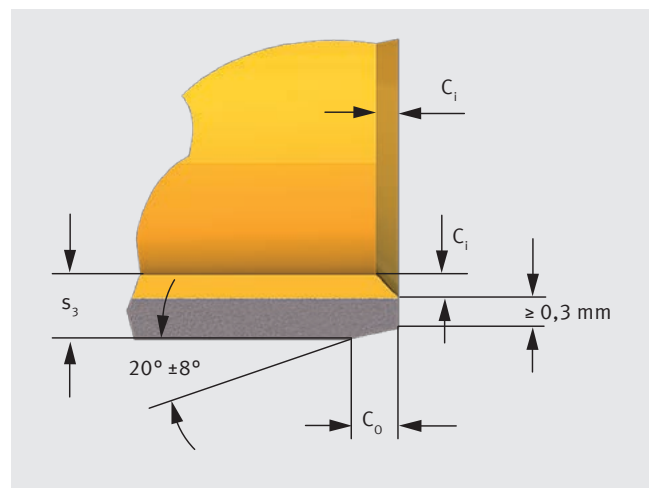
Rugosité de la surface	$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	$R_z$ ( $\mu\text{m}$ )
Alésage du logement $D_i$	6,3	25,0
Dos du coussinet $D_o$	1,6	6,3
Autres surfaces	25,0	100,0

Tab. 34 : 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. 35 : 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. 36 : Chanfrein extérieur  $C_o$  et arête chanfreinée intérieure  $C_i$  (Fig. 49) pour coussinets à dimensions métriques, selon DIN ISO 3547-1, tableau 2Fig. 49 : Chanfrein extérieur  $C_o$  et arête chanfreinée intérieure  $C_i$  pour dimensions métriques

## Jeu de coussinet théorique

Diamètre extérieur du coussinet		Jeu de coussinet $\Delta s$			
$D_i$ (mm)	$D_o$ (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		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 $\Delta s$			
$D_i$ (mm)	$D_o$ (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		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. 37 : 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

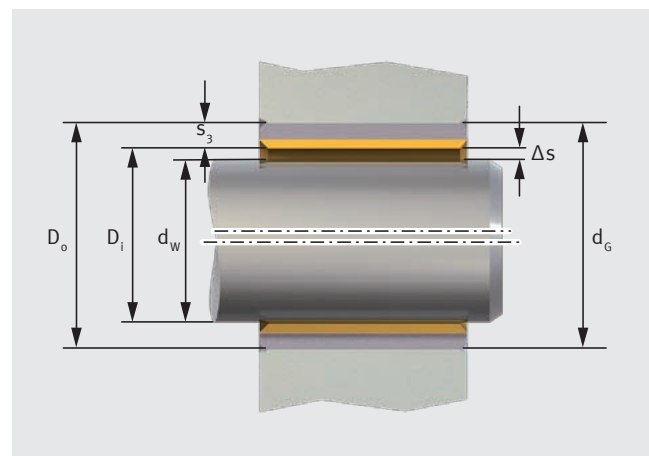


Fig. 50 : Jeu de coussinet théorique  $\Delta s$

## 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. 38 : 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. 52
- emboîtement noyé avec mandrin, sans bague auxiliaire, Fig. 53

Pour diamètre extérieur  $D_o$  à partir de 55 mm :

- emboîtement avec mandrin et bague auxiliaire, Fig. 54

## 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.

## Éviter un positionnement incliné et un désaxement

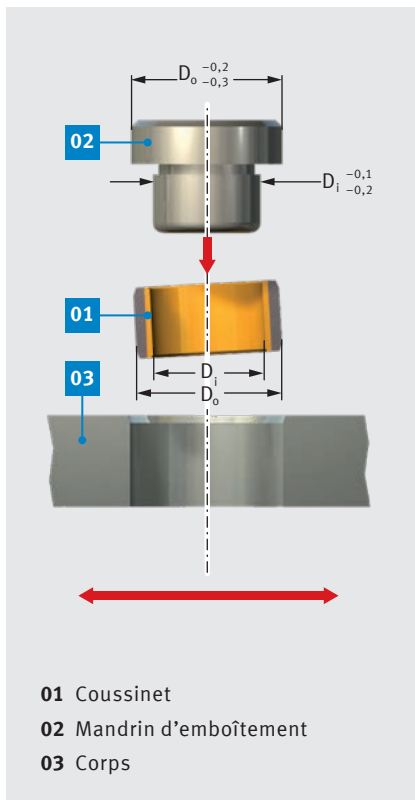


Fig. 51 : Emboîtement avec corps mobile

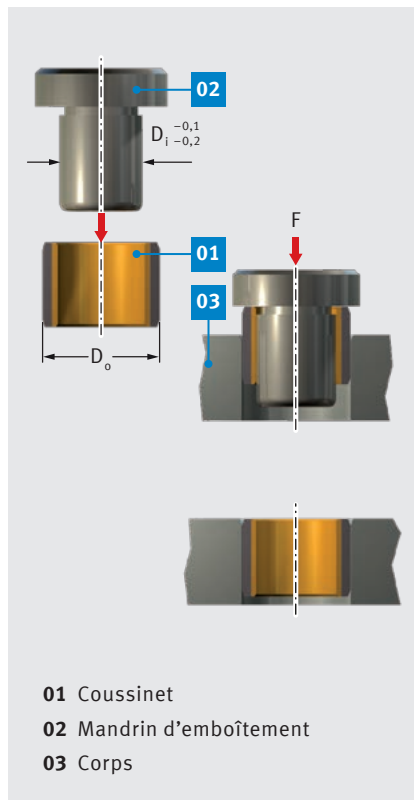


Fig. 52 : Emboîtement affleurant  $D_o \leq 55$  mm

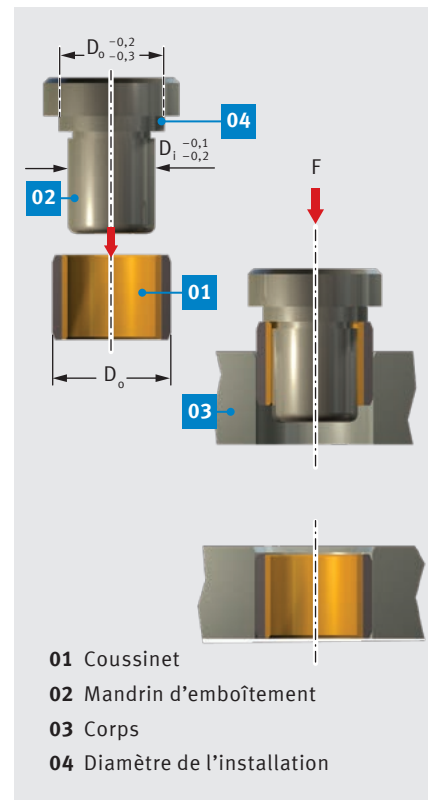


Fig. 53 : Emboîtement noyé  $D_o \leq 55$  mm



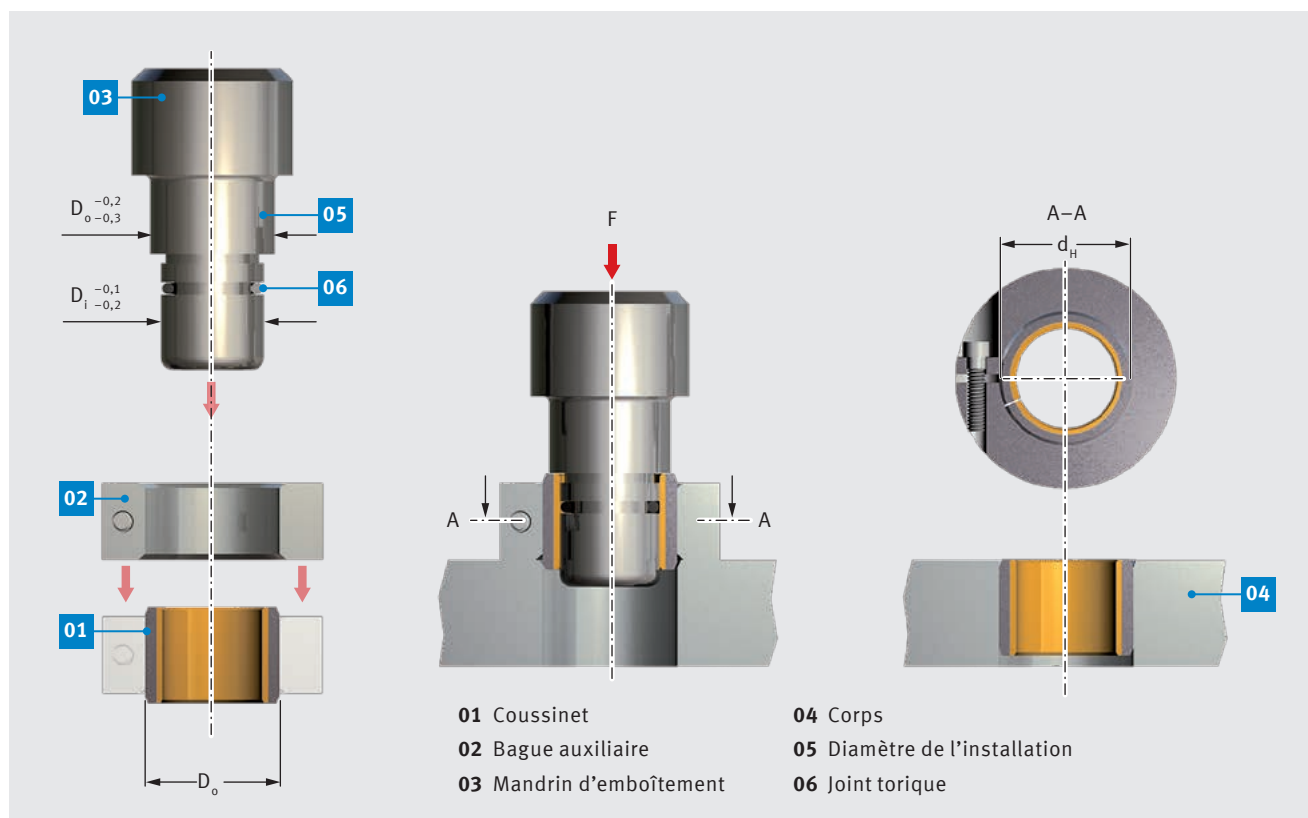


Fig. 54 : Emboîtement de coussinets,  $D_o \geq 55$  mm, avec bague auxiliaire

Le tableau 39 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. 39 : 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. 40).

La Fig. 55 montre le calibrage avec un mandrin. Le Tableau 40 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

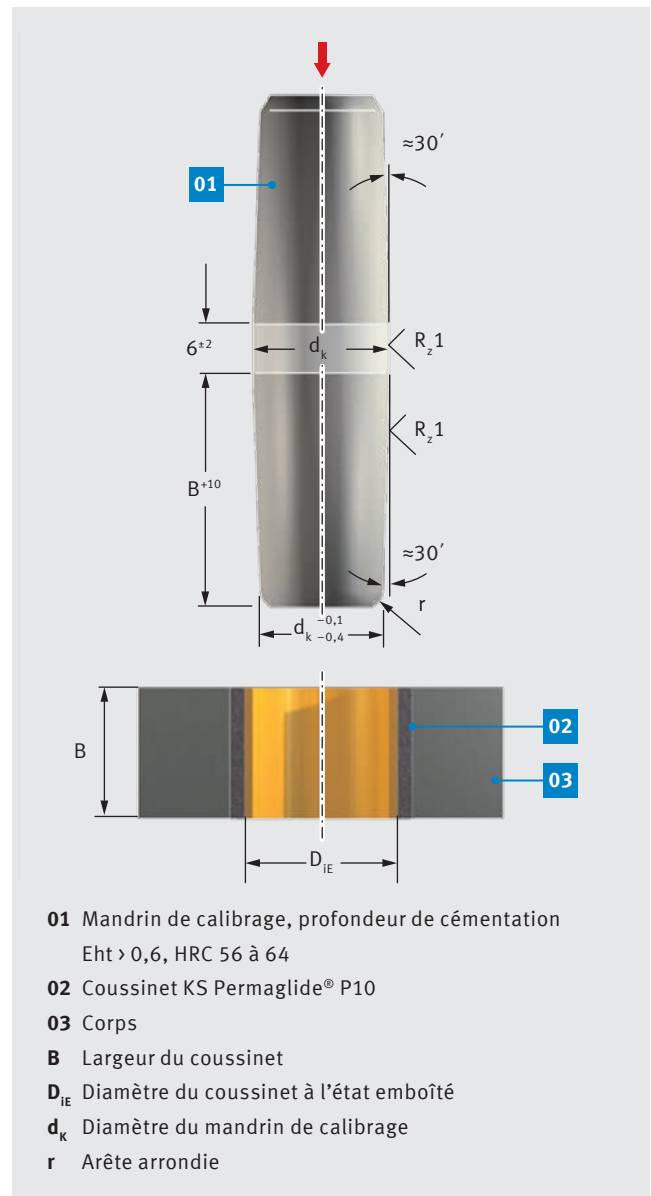


Fig. 55 : Calibrage

Diamètre intérieur souhaité du coussinet	Diamètre du mandrin de calibrage <sup>1)</sup> $d_k$	Durée de vie <sup>2)</sup>
D <sub>IE</sub>	–	100 % L <sub>N</sub>
D <sub>IE</sub> + 0,02	D <sub>IE</sub> + 0,06	80 % L <sub>N</sub>
D <sub>IE</sub> + 0,03	D <sub>IE</sub> + 0,08	60 % L <sub>N</sub>
D <sub>IE</sub> + 0,04	D <sub>IE</sub> + 0,10	30 % L <sub>N</sub>

Tab. 40 : Valeurs recommandées pour le diamètre du mandrin de calibrage et réduction de la durée de vie

D<sub>IE</sub> Diamètre intérieur du coussinet à l'état emboîté.  
<sup>1)</sup> Valeur recommandée, rapportée au corps en acier.  
<sup>2)</sup> Valeur recommandée pour rotation à sec.

**Force d’emboîtement et pression de jonction**

La force d’emboîtement 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’emboîtement.

**Calcul de la force d’emboîtement**

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

- recouvrement réel
- coefficient de frottement
- formation de stries
- vitesse d’emboîtement

Le calcul de la force d’emboîtement est un service proposé par Motorservice. Dans la plupart des cas, la détermination approximative selon la Fig. 56 est suffisante.

**Détermination de la force d’emboîtement des coussinets**

La Fig. 56 ci-dessous représente la force d’emboîtement 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 :  $D_o \approx 1,5...2$ .

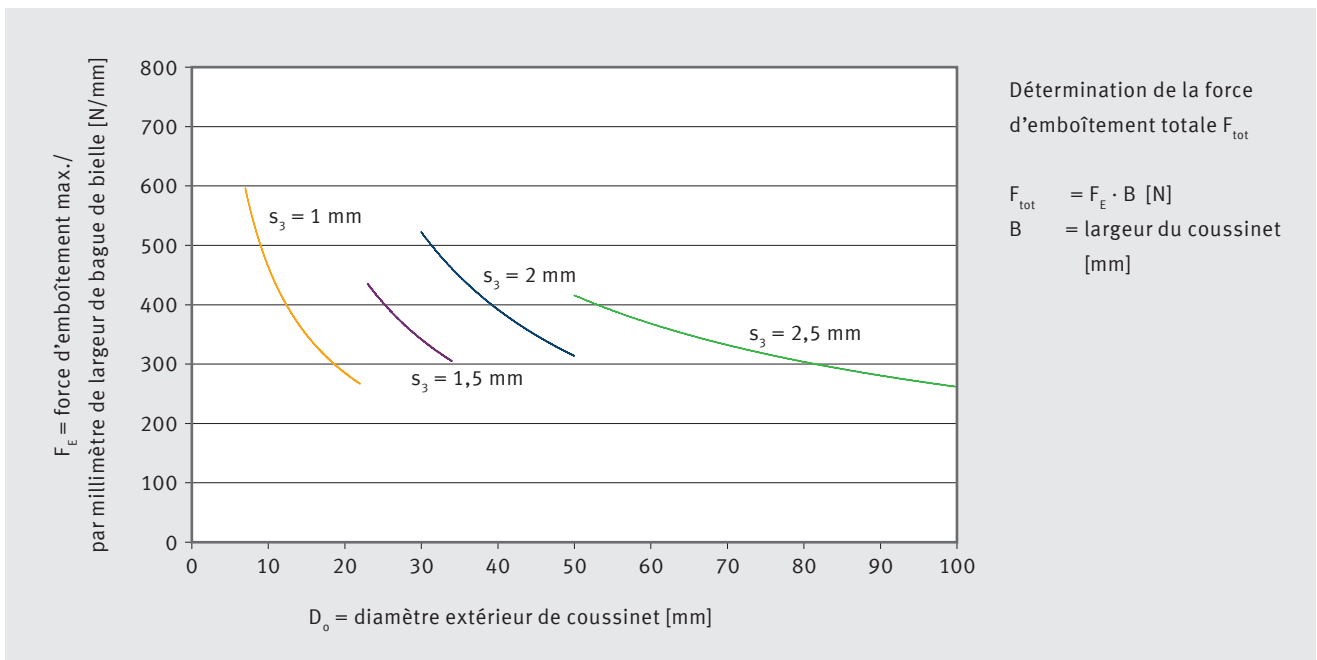


Fig. 56 : Force d’emboîtement  $F_E$

**Exemple de détermination approximative de la force d’emboîtement  $F_{tot}$**

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 ]  $F_{tot} = F_E \cdot B = 340 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm} = 10200 \text{ N}$

---

$F_E = 340 \text{ N/mm}$  (de Fig. 56,  $D_o = 44 \text{ mm}$ ,  $s_3 = 2 \text{ mm}$ )

# 10 TYPES DE CONSTRUCTION ET TABLEAUX DES COTES

## Coussinets



Fig. 57 : Coussinets

### P10, P14\*\*, P147\*, P180

- 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 KS Permaglide® sans entretien P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

Données techniques		P10, P11	P14	P147*	P180
Symbole	Unité				
$p_{v_{max}}$	[MPa · m/s]	1,8	1,6	1,4	2,2
$p_{stat.}$	[MPa]	250	250	250	250
$p_{dyn.}$	[MPa]	56	56	56	56
$v_{max.}$	[m/s]	2	1	0,8	2
T	[°C]	-200 à +280	-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

## Coussinets à collerette



Fig. 58 : Coussinets à collerette

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- pour arbres de 6 mm à 40 mm

## Rondelles de guidage



Fig. 59 : Rondelles de guidage

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- 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

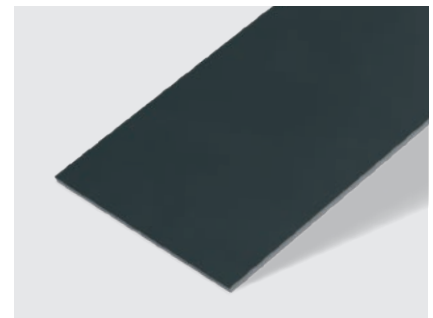


Fig. 60 : Bandes

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- 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  
\*\* Fin de série

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

**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, coussinet P10

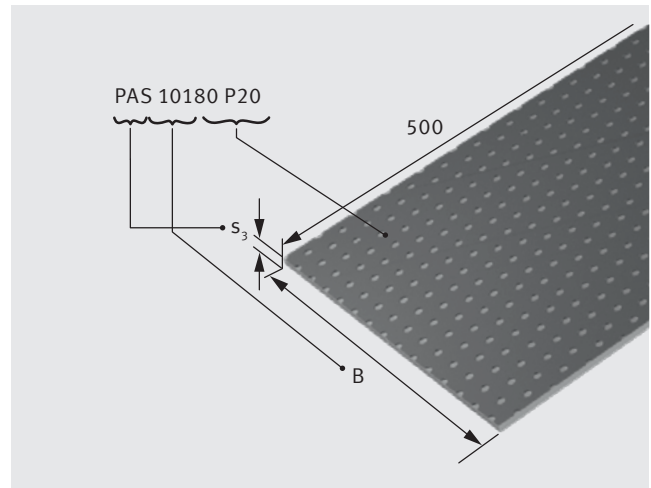


Fig. 62 : Exemple de commande, bandes P20

**Coussinets à collerette en KS Permaglide® P10 :**

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

**Rondelles de guidage en KS Permaglide® P20 :**

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

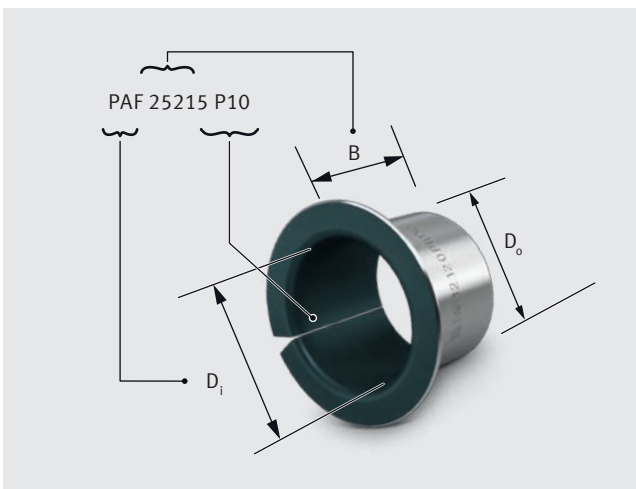


Fig. 63 : Exemple de commande, coussinets à collerette P10

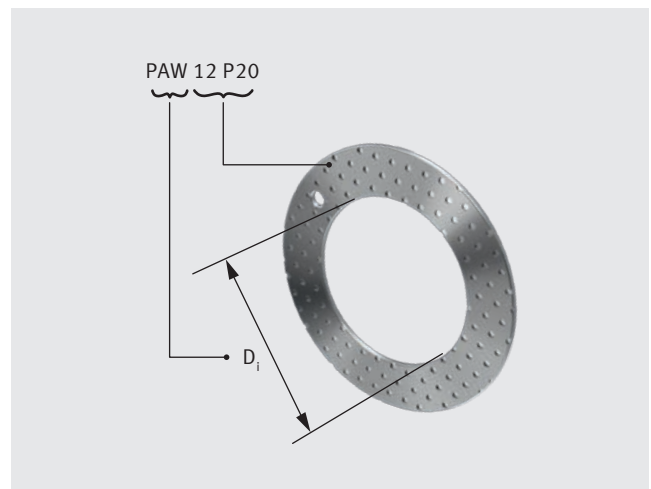


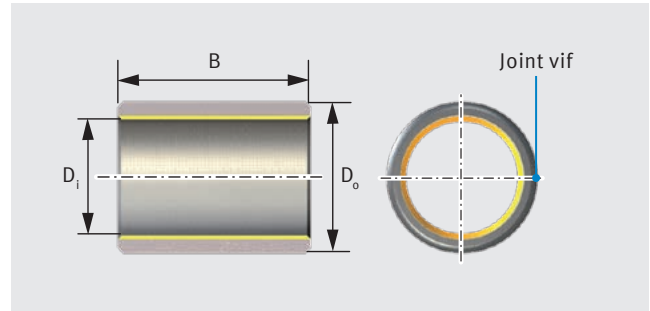
Fig. 64 : Exemple de commande, rondelle de guidage P20

## 10.1 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

### 10.1.1 SÉRIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 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*, P180	Masse g	Dimensions			
			$D_i$	$D_o$	$B \pm 0,25$	
2	PAP 0203 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,15	2	3,5	3	
	PAP 0205 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	2	3,5	5	
3	PAP 0303 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,2	3	4,5	3	
	PAP 0304 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,26	3	4,5	4	
	PAP 0305 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	3	4,5	5	
	PAP 0306 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,4	3	4,5	6	
4	PAP 0403 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	4	5,5	3	
	PAP 0404 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	4	5,5	4	
	PAP 0406 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,5	4	5,5	6	
	PAP 0410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,84	4	5,5	10	
5	PAP 0505 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,72	5	7	5	
	PAP 0508 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,1	5	7	8	
	PAP 0510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	5	7	10	
6	PAP 0606 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1	6	8	6	
	PAP 0608 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,3	6	8	8	
	PAP 0610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	6	8	10	
7	PAP 0710 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,9	7	9	10	
8	PAP 0808 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10	8	
	PAP 0810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10	10	
	PAP 0812 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	8	10	12	
10	PAP 1008 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	10	12	8	
	PAP 1010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	10	12	10	
	PAP 1012 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	10	12	12	
	PAP 1015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,9	10	12	15	
	PAP 1020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,3	10	12	20	
12	PAP 1208 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	12	14	8	
	PAP 1210 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	12	14	10	
	PAP 1212 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,7	12	14	12	
	PAP 1215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,7	12	14	15	
	PAP 1220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,2	12	14	20	
	PAP 1225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	12	14	25	
13	PAP 1310 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,3	13	15	10	

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

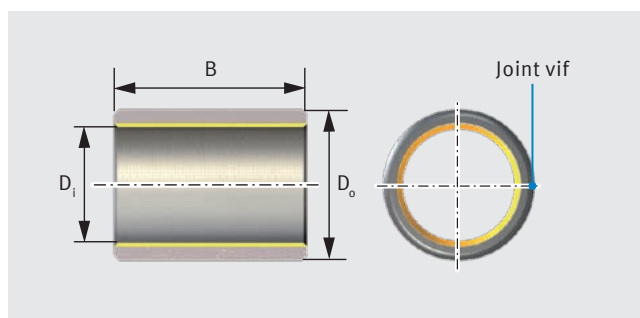
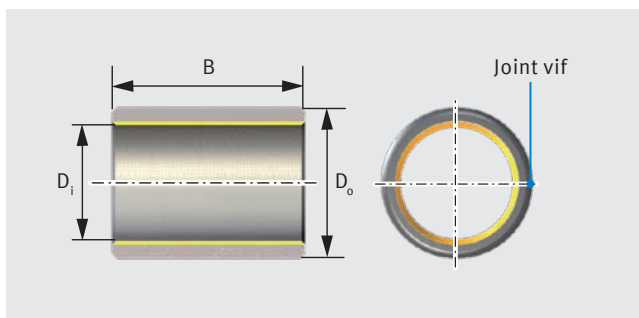


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14**, P147*, P180	Masse g	Dimensions			B ±0,25	
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>			
14	PAP 1410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	14	16		10	
	PAP 1412 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	16		12	
	PAP 1415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,4	14	16		15	
	PAP 1420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,1	14	16		20	
	PAP 1425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9	14	16		25	
15	PAP 1510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	15	17		10	
	PAP 1512 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,6	15	17		12	
	PAP 1515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,7	15	17		15	
	PAP 1520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,6	15	17		20	
	PAP 1525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,5	15	17		25	
16	PAP 1610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4	16	18		10	
	PAP 1612 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,9	16	18		12	
	PAP 1615 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,1	16	18		15	
	PAP 1620 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,1	16	18		20	
	PAP 1625 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,1	16	18		25	
18	PAP 1810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	18	20		10	
	PAP 1815 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,8	18	20		15	
	PAP 1820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,1	18	20		20	
	PAP 1825 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,3	18	20		25	
	20	PAP 2010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	20	23		10
PAP 2015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		11,7	20	23		15	
PAP 2020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		15,6	20	23		20	
PAP 2025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		19,5	20	23		25	
PAP 2030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		23,4	20	23		30	
22	PAP 2215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	12,7	22	25		15	
	PAP 2220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	17	22	25		20	
	PAP 2225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	21,3	22	25		25	
	PAP 2230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	25,5	22	25		30	
24	PAP 2415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	13,8	24	27		15	
	PAP 2420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,5	24	27		20	
	PAP 2425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,1	24	27		25	
	PAP 2430 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	27,7	24	27		30	
25	PAP 2510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,6	25	28		10	
	PAP 2515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14,4	25	28		15	
	PAP 2520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	19,2	25	28		20	
	PAP 2525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	24	25	28		25	
	PAP 2530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	28,8	25	28		30	
	PAP 2540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,4	25	28		40	
	PAP 2550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	48	25	28		50	
28	PAP 2820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	29,1	28	32		20	
	PAP 2830 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	43,7	28	32		30	

\* Sur demande  
\*\* Fin de série



**Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite**

Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14**, P147*, P180	Masse g	Dimensions		
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25
30	PAP 3015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,3	30	34	15
	PAP 3020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	31,1	30	34	20
	PAP 3025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,8	30	34	25
	PAP 3030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	46,6	30	34	30
	PAP 3040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	62,1	30	34	40
32	PAP 3230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	49,5	32	36	30
	PAP 3240 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	66	32	36	40
35	PAP 3520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35,9	35	39	20
	PAP 3530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53,9	35	39	30
	PAP 3540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	71,8	35	39	40
	PAP 3550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	89,8	35	39	50
40	PAP 4020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	40,8	40	44	20
	PAP 4030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61,2	40	44	30
	PAP 4040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	81,5	40	44	40
	PAP 4050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	102	40	44	50
	45	PAP 4530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	87	45	50
PAP 4540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		116	45	50	40
PAP 4550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		145	45	50	50
50	PAP 5020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	64	50	55	20
	PAP 5030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	96	50	55	30
	PAP 5040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	128	50	55	40
	PAP 5060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	192	50	55	60
	55	PAP 5540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	140	55	60
PAP 5560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		210	55	60	60
60	PAP 6030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	114	60	65	30
	PAP 6040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	152	60	65	40
	PAP 6060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	228	60	65	60
	PAP 6070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	266	60	65	70
	65	PAP 6530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	123	65	70
PAP 6540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		164	65	70	40
PAP 6550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		205	65	70	50
PAP 6560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		246	65	70	60
PAP 6570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		288	65	70	70
70		PAP 7040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	176	70	75
	PAP 7050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	221	70	75	50
	PAP 7070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	309	70	75	70
75	PAP 7540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	189	75	80	40
	PAP 7550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	236	75	80	50
	PAP 7560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	283	75	80	60
	PAP 7580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	377	75	80	80

\* Sur demande  
\*\* Fin de série



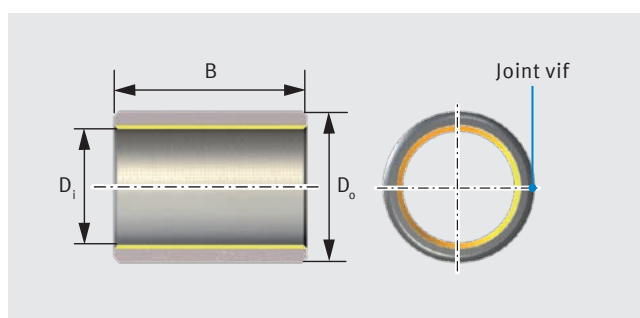


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P10, P14**, P147*, P180	Masse g	Dimensions			B ±0,25	
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>			
80	PAP 8040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	201	80	85		40	
	PAP 8060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	301	80	85		60	
	PAP 8080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	402	80	85		80	
	PAP 80100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	80	85		100	
85	PAP 8560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	319	85	90		60	
	PAP 85100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	532	85	90		100	
90	PAP 9050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	281	90	95		50	
	PAP 9060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	338	90	95		60	
	PAP 90100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	563	90	95		100	
95	PAP 9560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	356	95	100		60	
	PAP 95100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	593	95	100		100	
100	PAP 10050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	312	100	105		50	
	PAP 10060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	374	100	105		60	
	PAP 100115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	717	100	105		115	
105	PAP 10560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	392	105	110		60	
	PAP 105115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	752	105	110		115	
110	PAP 11060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	411	110	115		60	
	PAP 110115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	787	110	115		115	
115	PAP 11550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	357	115	120		50	
	PAP 11560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	429	115	120		60	
	PAP 11570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	500	115	120		70	
120	PAP 12060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	447	120	125		60	
	PAP 120100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	745	120	125		100	
125	PAP 125100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	776	125	130		100	
130	PAP 13060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	484	130	135		60	
	PAP 130100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	806	130	135		100	
135	PAP 13560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	135	140		60	
	PAP 13580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	669	135	140		80	
140	PAP 14060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	520	140	145		60	
	PAP 140100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	867	140	145		100	
150	PAP 15060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	557	150	155		60	
	PAP 15080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	742	150	155		80	
	PAP 150100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	928	150	155		100	
160	PAP 16080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	791	160	165		80	
	PAP 160100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	989	160	165		100	
P180	PAP 180100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1110	P180	185		100	
200	PAP 200100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1232	200	205		100	
220	PAP 220100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1354	220	225		100	
250	PAP 250100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1536	250	255		100	
300	PAP 300100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1840	300	305		100	

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

## 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).

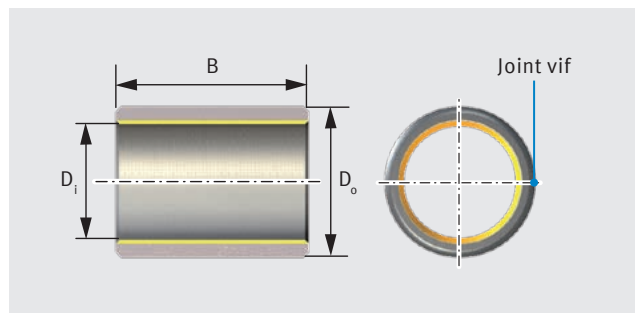


Tableau des cotes (dimensions en mm)					
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P11	Masse g	Dimensions		
			Di	Do	B ±0,25
4	PAP 0406 P11	0,8	4	6	6
5	PAP 0505 P11	0,8	5	7	5
6	PAP 0606 P11	1,1	6	8	6
	PAP 0610 P11	1,8	6	8	10
8	PAP 0808 P11	1,9	8	10	8
	PAP 0810 P11	2,3	8	10	10
	PAP 0812 P11	2,8	8	10	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

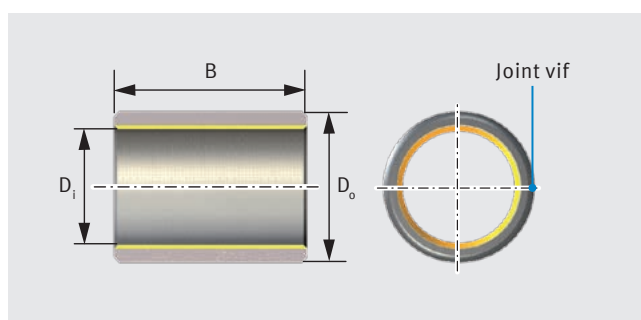
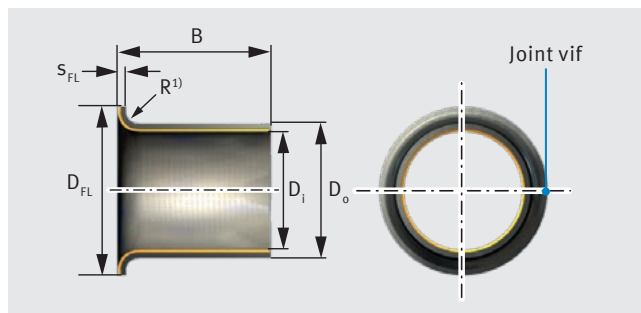


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite					
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P11	Masse g	Dimensions		
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25
30	PAP 3020 P11	34,1	30	34	20
	PAP 3030 P11	51,1	30	34	30
	PAP 3040 P11	68,2	30	34	40
35	PAP 3520 P11	39,4	35	39	20
	PAP 3530 P11	59,1	35	39	30
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\*, P180 AVEC DOS D'ACIER



¹) diamètre intérieur  $D_i$  rayon R  
 $\leq 8$  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*, P180	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*/... P180	0,9	6	8	12	4	1	
	PAF 06070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	6	8	12	7	1	
	PAF 06080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,6	6	8	12	8	1	
8	PAF 08055 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10	15	5,5	1	
	PAF 08075 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10	15	7,5	1	
	PAF 08095 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	8	10	15	9,5	1	
10	PAF 10070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	10	12	18	7	1	
	PAF 10090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	10	12	18	9	1	
	PAF 10120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	10	12	18	12	1	
	PAF 10170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5	10	12	18	17	1	
12	PAF 12070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	12	14	20	7	1	
	PAF 12090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	12	14	20	9	1	
	PAF 12120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	12	14	20	12	1	
	PAF 12170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,9	12	14	20	17	1	
14	PAF 14120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,1	14	16	22	12	1	
	PAF 14170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,9	14	16	22	17	1	
15	PAF 15090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,4	15	17	23	9	1	
	PAF 15120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,5	15	17	23	12	1	
	PAF 15170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,3	15	17	23	17	1	
16	PAF 16120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	18	24	12	1	
	PAF 16170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	16	18	24	17	1	
18	PAF 18120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,5	18	20	26	12	1	
	PAF 18170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,7	18	20	26	17	1	
	PAF 18220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,9	18	20	26	22	1	
20	PAF 20115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,4	20	23	30	11,5	1,5	
	PAF 20165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	15,1	20	23	30	16,5	1,5	
	PAF 20215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,9	20	23	30	21,5	1,5	
25	PAF 25115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14	25	28	35	11,5	1,5	
	PAF 25165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,6	25	28	35	16,5	1,5	
	PAF 25215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,5	25	28	35	21,5	1,5	
30	PAF 30160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	30,5	30	34	42	16	2	
	PAF 30260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	45,5	30	34	42	26	2	
35	PAF 35160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35	35	39	47	16	2	
	PAF 35260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53	35	39	47	26	2	
40	PAF 40260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61	40	44	53	26	2	

\* Sur demande  
 \*\* Fin de série

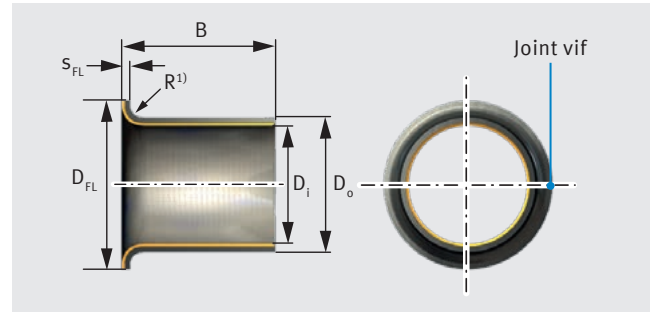
## 10.2.2 SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

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).



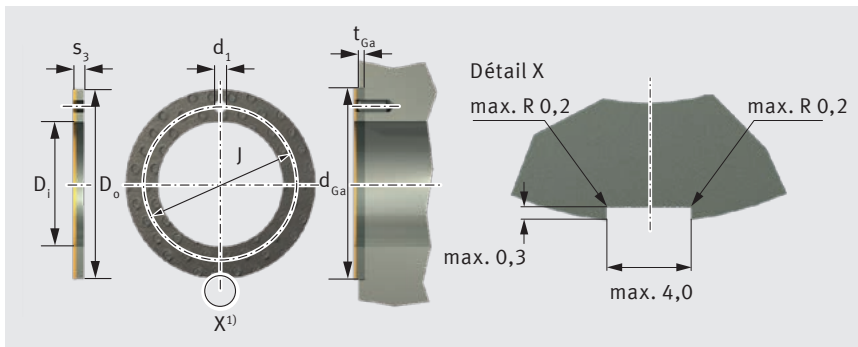
<sup>1)</sup> diamètre intérieur  $D_i$  rayon R  
 $\leq 8$  mm  $-0,5$  mm  
 $> 8$  mm  $\pm 0,5$  mm  
 $R = s_3$

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\*, P180 AVEC DOS D'ACIER ET SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

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



<sup>1)</sup> 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*, P180	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*/... P180	2,7	10	20	1,5	15	1,5	1	20	
PAW 12 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	3,9	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 16 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	30	1,5	22	2	1	30	
PAW 18 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	6,3	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,1	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,7	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	11,4	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	13,7	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	17,1	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	21,5	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	23,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	38,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	41	52	78	2	65	4	1,5	78	
PAW 62 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	52	62	90	2	76	4	1,5	90	

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

## 10.4 BANDES KS PERMAGLIDE®, SANS ENTRETIEN

### 10.4.1 SÉRIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 AVEC DOS D'ACIER – SÉRIE P11 AVEC DOS EN BRONZE

Dimensions spéciales de bandes sur demande (chapitre 10.8).

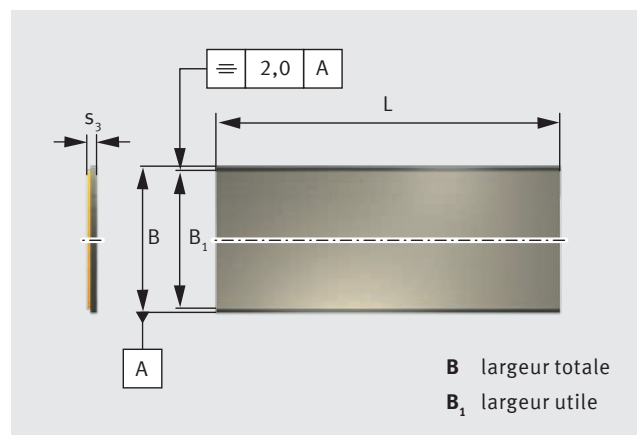


Tableau des cotes (dimensions en mm)					
Référence de commande	Masse	Dimensions			
P10, P14**, P147	g	$s_3$	B	$B_1$	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 05180 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	330	0,5	P180	168	500
PAS 07250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	703	0,75	250	238	500
PAS 10250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	948	1	250	238	500
PAS 15250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1439	1,5	250	238	500
PAS 20250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1930	2	250	238	500
PAS 25250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2420	2,5	250	238	500
PAS 30250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	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	P180	168	500
PAS 20180 P11	1523	2	P180	168	500
PAS 25180 P11	1915	2,5	P180	168	500

\* Sur demande  
\*\* Fin de série

## 10.5 COUSSINETS KS PERMAGLIDE®, À FAIBLE ENTRETIEN

### 10.5.1 SÉRIE P20\*\*, P200

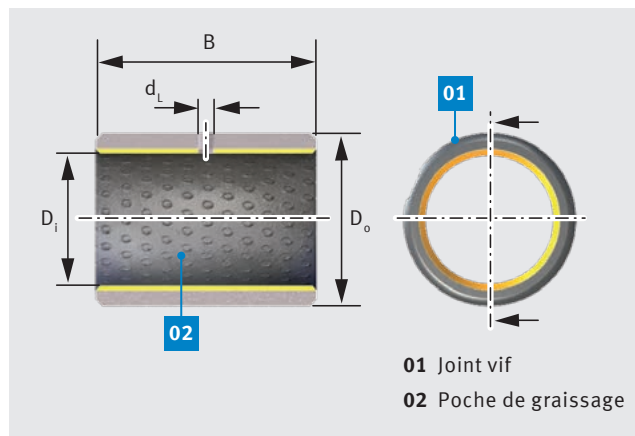
Tolérance de pose recommandée :

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 <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	d <sub>L</sub>	
8	PAP 0808 ... P20**/... P200	1,6	8	10	8	- <sup>1)</sup>	
	PAP 0810 ... P20**/... P200	2	8	10	10	- <sup>1)</sup>	
	PAP 0812 ... P20**/... P200	2,4	8	10	12	- <sup>1)</sup>	
10	PAP 1008 ... P20**/... P200	2	10	12	8	- <sup>1)</sup>	
	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	

<sup>1)</sup> Pas d'orifice de lubrification

\*\* Fin de série



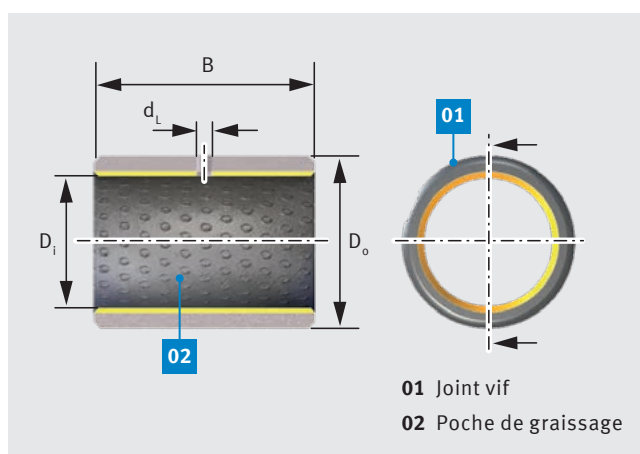


Tableau des cotes (dimensions en mm) – suite							
Diamètre de l'arbre	Référence de commande P20**, P200	Masse g	Dimensions				
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	d <sub>L</sub>	
25	PAP 2515 ... P20**/... P200	13,9	25	28	15	4	
	PAP 2520 ... P20**/... P200	18,5	25	28	20	4	
	PAP 2525 ... P20**/... 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	

## 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).

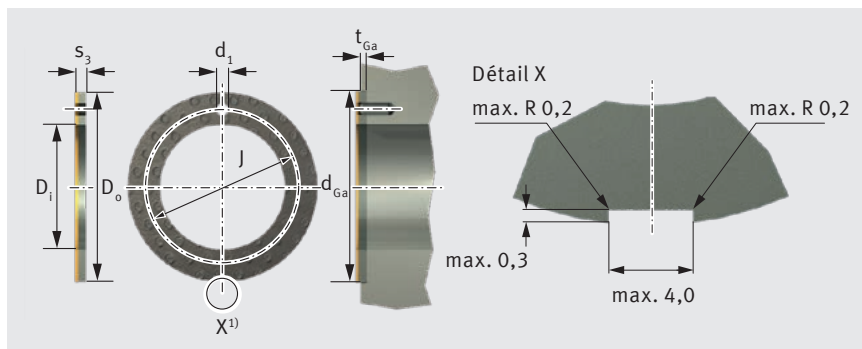


Tableau des cotes (dimensions en mm)									
Référence de commande	Masse g	Dimensions					Cotes de raccordement		
P20**, P200		Di +0,25	Do -0,25	s3 -0,05	J ±0,12	d1 +0,4 +0,1	tGa ±0,2	dGa +0,12	
PAW 12 ... P20**/... P200	3,8	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P20**/... P200	4,2	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 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	

<sup>1)</sup> max. 4 découpes non guidées sur le diamètre extérieur, emplacement quelconque  
**\*\*** Fin de série

## 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 <sup>1)</sup>  
 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 <sup>1)</sup>  
 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).

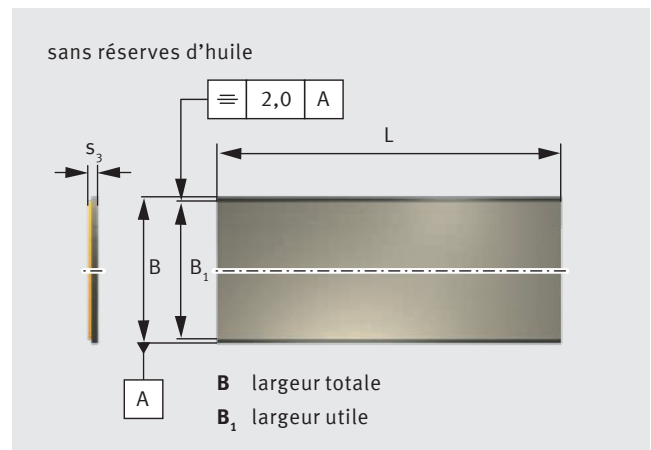
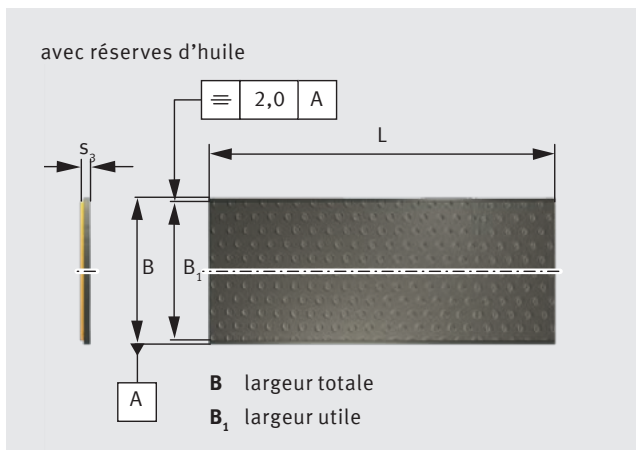


Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse	Dimensions				
P20**, P200, P23, P203	g	$s_3$	B	$B_1$	L	
PAS 10180 ... P20/... P200/... P23/... P203	640	-0,04	+1,5		+3	
PAS 15180 ... P20/... P200/... P23/... P203	986	1,48	180	168	500	
PAS 20180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1332	1,97	180	168	500	
PAS 25180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1678	2,46	180	168	500	

Tableau des cotes (dimensions en mm)						
Référence de commande	Masse	Dimensions				
P22, P202	g	$s_3$	B	$B_1$	L	
PAS 10180 ... P22/... P202	988	-0,04	+1,5		+3	
PAS 15180 ... P22/... P202	1375	1,11	180	168	500	
PAS 20180 ... P22/... P202	1833	1,61	180	168	500	
PAS 25180 ... P22/... P202	2279	2,11	180	168	500	

Livraison sur demande.

<sup>1)</sup> Surépaisseur d'usinage : 0,15 mm.  
 \*\* Fin de série

## 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/P180, 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"> <li>• les alésages à trou oblong</li> <li>• les alésages à trou rond</li> <li>• les alésages de lubrification</li> <li>• les rainures internes</li> <li>• etc.</li> </ul>	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<sup>e</sup> 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  $\Delta z$ .

Contrôle D, DIN ISO 3547 2<sup>e</sup> 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  $\Delta z$  est la différence entre le mandrin de réglage et le coussinet. Elle permet de calculer le diamètre extérieur de coussinet  $D_o$ .

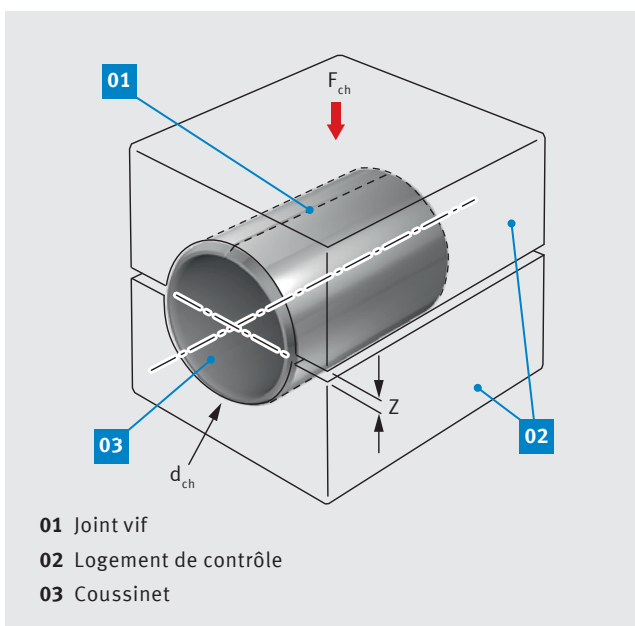


Fig. 65 : Contrôle du diamètre extérieur de coussinet  $D_o$

### Diamètre intérieur de coussinet $D_i$

Contrôle C calibrant, DIN ISO 3547 2<sup>e</sup> partie

Le coussinet roulé est emboîté dans une jauge-bague dont le diamètre de contrôle est déterminé selon DIN ISO 3547 1<sup>re</sup> partie, Tab. 14. 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.

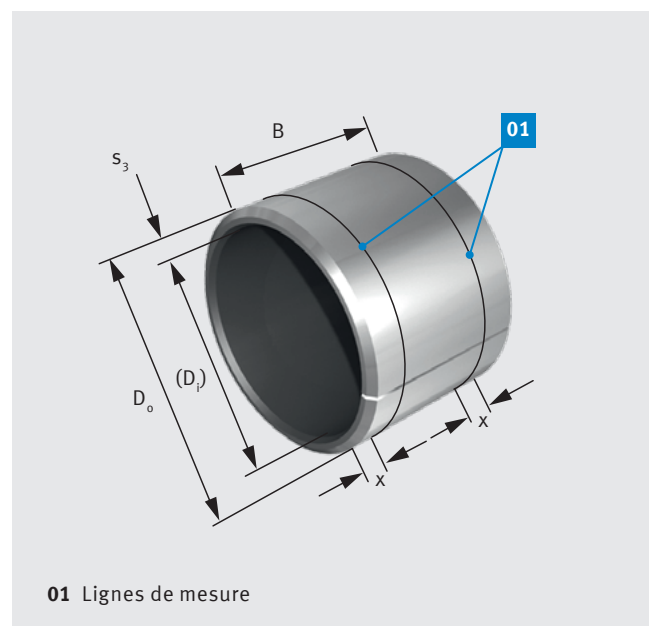


Fig. 66 : Lignes de mesure pour contrôle de l'épaisseur de paroi (exemple)

## 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. 67)

### 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.

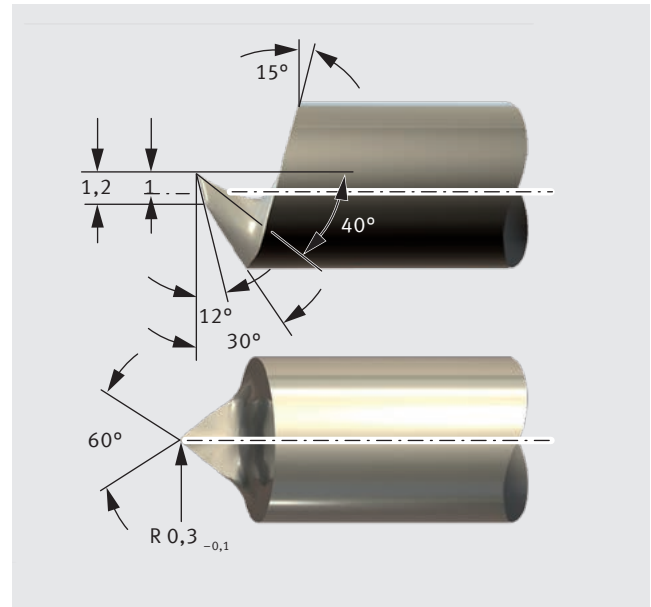


Fig. 67 : Outil de coupe pour KS Permaglide® P22 et P202

## 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

## 1. Domaine de validité

- 1.1** Les conditions générales de vente et de livraison de la société MS Motorservice Deutschland GmbH (ci-après dénommée le « Vendeur ») s'appliquent à l'exclusion de toutes autres. Aucune condition de l'acheteur, contraire aux présentes conditions de vente et de livraison ou différentes, n'est admise, excepté si le Vendeur a donné son accord exprès et écrit à l'application de conditions différentes. Les présentes conditions de vente et de livraison s'appliquent également si le Vendeur, en connaissance de conditions de l'acheteur contraires ou différentes des siennes propres, effectue sans réserve la livraison à l'acheteur.
- 1.2** Les présentes conditions de vente et de livraison sont également applicables à toutes les opérations commerciales futures avec l'acheteur. L'acheteur accepte ces conditions de vente et de livraison en passant commande, et au plus tard en réceptionnant la marchandise.
- 1.3** Les présentes conditions de vente et de livraison ne s'appliquent qu'aux entreprises.

## 2. Offre et confirmation de commande

- 2.1** Les offres du Vendeur s'entendent toujours sans engagement. Une commande de l'acheteur qui pourra être juridiquement qualifiée d'offre, n'est réputée acceptée que dès lors que le Vendeur l'a confirmée par écrit dans un délai de quatre semaines. Le contrat est conclu au plus tard par l'envoi de la marchandise commandée, et pour les livraisons partielles, par l'envoi de la première livraison.
- 2.2** Les modifications et autres conventions ne présentent un caractère contraignant qu'une fois confirmées par écrit par le Vendeur.
- 2.3** Les devis individuels demandés par l'acheteur sont payants. En cas d'invalidité du contrat pour quelque motif juridique que ce soit, le paiement du devis reste dû.
- 2.4** Les documents, dessins, indications de poids et de mesure, modèles, etc. figurant dans les offres ne sont que des indications approximatives et ne constituent pas des caractéristiques. Le Vendeur est autorisé à apporter des variantes aux descriptifs figurant dans l'offre pourvu que celles-ci ne soient pas de nature fondamentale ou essentielle et qu'elles ne constituent pas un obstacle substantiel à l'objet du contrat.
- 2.5** Si les marchandises sont fabriquées d'après des dessins de l'acheteur, les dessins faits par celui-ci et approuvés par le Vendeur font foi. Les différences apportées aux dessins approuvés doivent être convenues séparément et les coûts supplémentaires éventuels en découlant donnent lieu à une rémunération du Vendeur.

## 3. Droits de protection

- 3.1** Le Vendeur demeure titulaire des droits d'auteur et de propriété intellectuelle sur l'ensemble des illustrations, dessins, calculs et autres documents ; cette documentation ne peut être utilisée, sans autorisation préalable du Vendeur, à d'autres fins que celles spécifiées par le Vendeur, ni être communiquée à des tiers. La présente clause s'applique notamment aux documents écrits portant la mention « confidentiel » ou « secret » ou une mention similaire.
- 3.2** Dans le cas où des livraisons effectuées sur la base de dessins ou autres indications de l'acheteur violeraient les droits de protection de tiers, l'acheteur dégage le Vendeur de tout recours dans le cadre de leurs relations internes.
- 3.3** La responsabilité du Vendeur est engagée en cas de recours exercé dans le cadre de l'utilisation contractuelle des marchandises suite à une violation de droits de protection et de demandes de droits de protection (droits de protection) dont un au moins appartenant à la famille des droits de protection est publié soit par l'Office européen des brevets soit dans l'un des États suivants : Allemagne, France, Grande-Bretagne, Chine, Japon ou USA.

## 4. Recommandations, informations et renseignements

Les recommandations, informations et renseignements sont sans engagement pour autant qu'ils ne se rapportent pas à la marchandise elle-même. Les droits à dommages et intérêts, pour quelque motif juridique que ce soit, sont exclus, excepté s'ils sont fondés sur une faute intentionnelle ou une négligence grave du Vendeur.

## 5. Prix

- 5.1** Tous nos prix sont nets et s'entendent « départ usine » (Incoterms 2010, « EXW »), à l'exclusion de l'emballage. La TVA est facturée en sus au taux légal en vigueur.
- 5.2** Le Vendeur peut facturer à l'acheteur les éventuels coûts supplémentaires découlant de demandes de modifications.
- 5.3** En cas d'événements intervenant après la conclusion du contrat qui enchéraient le prix de revient du Vendeur pour ce qui est de l'achat, la production et/ou l'expédition de la marchandise, le Vendeur se réserve le droit d'appliquer une augmentation de prix correspondante.

## 6. Modalités de paiement

- 6.1** Les factures sont payables sans déduction aucune dans les 14 jours suivant la date de facture. Aucune remise n'est consentie en l'absence d'accord exprès.
- 6.2** Le Vendeur se réserve le droit, même en cas d'affectation différente de la part de l'acheteur, d'imputer un paiement en premier lieu sur la dette en souffrance la plus ancienne. En cas de frais ou d'intérêts déjà constatés, le Vendeur pourra imputer les paiements d'abord sur les frais, puis sur les intérêts et, en dernier lieu, sur la prestation principale.
- 6.3** L'acheteur ne pourra prétendre à un règlement par compensation que si et pour autant que ses contre-prétentions ont un caractère exécutoire, qu'elles n'ont pas été contestées ou que le Vendeur les a reconnues par écrit. Le droit de rétention de l'acheteur est limité aux créances découlant de la relation contractuelle.
- 6.4** Le Vendeur pourra exiger des intérêts de retard d'un montant correspondant au taux d'intérêt légal respectivement en vigueur. Il se réserve expressément le droit de d'apporter la preuve d'un préjudice plus élevé résultant du retard.

## 7. Livraison / délai de livraison / retard

- 7.1** Les délais et dates de livraison ne sont réputés fermes que pour autant qu'ils ont été approuvés expressément par écrit par le Vendeur. Le Vendeur n'est pas tenu de respecter la date ou le délai de livraison si l'acheteur ne remplit pas ses obligations (paiement d'acomptes, fourniture des documents nécessaires, etc.) dans les délais impartis. Le Vendeur se réserve le droit de faire valoir l'exception d'inexécution du contrat.
- 7.2** Les délais de livraison courent au plus tôt à compter de la date à laquelle le contrat est conclu par écrit et à laquelle l'ensemble des questions techniques est réglé.
- 7.3** Dans l'hypothèse où l'acheteur demanderait des modifications, le Vendeur n'est plus tenu de respecter la date ou le délai de livraison. Dans ce cas, les parties conviendront d'une nouvelle date ou d'un nouveau délai de livraison.
- 7.4** Sauf convention contraire, la date ou le délai de livraison est réputé respecté dès lors que le Vendeur met la marchandise à disposition au lieu convenu.
- 7.5** L'acheteur ne peut faire valoir aucun droit en cas de retard de livraison qui ne serait causé ni intentionnellement ni du fait d'une négligence grave du Vendeur. Ceci s'applique notamment aux retards de livraison résultant d'un cas de force majeure, de mouvements sociaux, de mesures administratives, d'un défaut de livraison par nos sous-traitants ainsi que de tout événement grave, imprévisible et inéluctable. Dans ces cas, la date ou le délai de livraison convenu est reporté d'une durée égale à celle des circonstances faisant obstacle à la livraison. Il ne pourra être fait droit à une demande d'indemnisation pour manque à gagner et préjudices découlant d'une interruption d'exploitation qu'en cas de faute intentionnelle.
- 7.6** En cas de retard de l'acheteur pour la réception ou de manquement de sa part à toute autre obligation de coopération, le Vendeur pourra exiger l'indemnisation du préjudice, y compris des coûts supplémentaires qui en résulteraient. Le Vendeur a en outre le droit de fixer à l'acheteur un délai de réception raisonnable et, après expiration infructueuse de ce délai, de résilier le contrat et d'exiger une indemnisation en lieu et place de la prestation.
- 7.7** Les livraisons partielles sont autorisées dans une mesure raisonnable. Il s'ensuit que tout recours de la part l'acheteur en cas de livraison partielle ou de retard de livraison des quantités restantes est exclu.

## 8. Réserve de propriété

- 8.1** Le Vendeur conserve la propriété de l'ensemble des marchandises livrées jusqu'à réception de l'ensemble des paiements, y compris les engagements à venir, résultant de la relation de fourniture. En cas de faute contractuelle, notamment de retard de paiement, le Vendeur se réserve le droit de réclamer la marchandise.
- 8.2** L'acheteur est tenu de prendre soin de la marchandise livrée et de l'assurer à ses frais, pour sa valeur à l'état neuf, contre toute forme de disparition pendant la durée de la réserve de propriété. Le Vendeur conserve le droit d'assurer lui-même la marchandise aux frais de l'acheteur.
- 8.3** En cas de saisie ou autres interventions de tiers, l'acheteur est tenu d'informer le Vendeur sans délai et par écrit afin que ce dernier puisse faire valoir sa tierce opposition ou user d'autres voies de droit. Si le tiers ne rembourse pas les coûts judiciaires et extra judiciaires qui en résultent, la responsabilité de l'acheteur est alors engagée.
- 8.4** L'acheteur est autorisé à revendre la marchandise dans le cadre d'opérations commerciales régulières. Il cède toutefois d'ores et déjà au Vendeur l'ensemble des créances, résultant de la revente de la marchandise en question à ses clients ou à des tiers à hauteur du montant final de la facture (y compris la TVA), et ce indépendamment du fait que la marchandise ait été revendue sans ou après transformation. L'acheteur est autorisé à recouvrer cette créance même après la livraison. La faculté du Vendeur de recouvrer lui-même ladite créance n'en est pas affectée. Le Vendeur s'engage toutefois

à ne pas recouvrer la créance dans la mesure où l'acheteur respecte ses obligations de paiement sur les produits financiers réalisés, qu'il n'est pas en retard de paiement et notamment qu'il n'existe pas de demande d'ouverture d'une procédure de dépôt de bilan et qu'il n'est pas en état de cessation des paiements.

**8.5** Si la marchandise livrée est mélangée ou aliée de manière indissociable à d'autres objets n'appartenant pas au Vendeur, ce dernier acquiert de ce fait une copropriété sur la chose nouvelle ou aliée au prorata de la valeur initiale de la marchandise livrée (montant final de la facture, TVA comprise) par rapport à celle-ci ou aux autres éléments au moment du mélange ou de l'alliage. L'acheteur sera le dépositaire pour le Vendeur de la propriété exclusive ou de la copropriété ainsi engendrée.

**8.6** Si la valeur des sûretés qui ont été consenties excède les créances du Vendeur de plus de vingt pour cent (20 %), celui-ci s'engage à libérer les sûretés excédentaires selon son choix, sur demande de l'acheteur.

**8.7** Dès lors et si tant est que l'enregistrement et/ou la satisfaction d'autres exigences constituent une condition préalable à la validité de la réserve de propriété, l'acheteur sera tenu de procéder immédiatement et à ses frais à tous les actes nécessaires et de faire les communications nécessaires. Dans l'hypothèse où le système juridique en vigueur n'autoriserait pas de clause contractuelle de réserve de propriété, l'acheteur faisant usage d'un crédit commercial s'engage à fournir au Vendeur d'autres garanties appropriées.

## 9. Expédition, transfert de risque

- 9.1** L'expédition s'effectue au risque de l'acheteur. Le risque est toujours transféré à l'acheteur au plus tard lors de l'envoi de la marchandise, même lorsque d'autres prestations sont acceptées par le Vendeur.
- 9.2** Si l'expédition subit un retard suite à des circonstances qui ne sont pas imputables au Vendeur, le risque est transféré à l'acheteur à la date de l'avis d'expédition. Sur demande écrite de l'acheteur, le Vendeur assure l'envoi, aux frais de l'acheteur, contre le bris, les dommages dus au transport, au feu et à l'eau.
- 9.3** Les emballages de transport et autres ne sont pas repris conformément à la réglementation sur les emballages, à l'exception des palettes. L'acheteur est tenu de procéder à ses propres frais à l'élimination des emballages.

## 10. Moyens de fabrication

- 10.1** Dès lors que l'acheteur met à la disposition du Vendeur des moyens de fabrication (p. ex. outillage/outils, moules), ces derniers doivent être envoyés gratuitement au Vendeur. La responsabilité du Vendeur ne pourra être engagée en ce qui concerne leur disparition, leur dégradation ou leur réexpédition incomplète et les dommages en résultant qu'en cas de négligence grave ou de faute intentionnelle. La présente clause ne s'applique pas si la responsabilité est obligatoire de par la loi.
- 10.2** Si l'acheteur charge le Vendeur de fabriquer ou d'acheter des moyens de fabrication, une partie des coûts en résultant lui sera facturée séparément. Les moyens de fabrication restent la propriété du Vendeur. Celui-ci n'est pas tenu de les restituer à l'acheteur. Il en ira de même des outillages complémentaires. La règle suivante énoncée au paragraphe 10.3 n'en est pas affectée.
- 10.3** En cas d'amortissement des coûts des moyens de fabrication supérieur au prix des pièces, l'acheteur prendra à sa charge en cas de non amortissement d'un outil les coûts non couverts y compris les coûts des divers équipements spécifiques. Les coûts des modèles sont toujours intégralement à la charge de l'acheteur.
- 10.4** La transmission à des tiers des dessins (schémas) et des documents remis à l'acheteur par le Vendeur, ainsi que les propositions de ce dernier visant à la conception et à la production de la marchandise, n'est pas autorisée ; le Vendeur peut à tout moment en exiger la restitution.

## 11. Responsabilité pour défaut de qualité / responsabilité

- 11.1** Le Vendeur décline toute responsabilité pour les dommages résultant d'un manquement aux instructions d'utilisation, de maintenance et de montage, de l'usage inapproprié ou non conforme ou incorrect de la marchandise, d'un traitement impropre ou négligent, de l'usure naturelle, d'un stockage inapproprié ou encore de modifications opérées sur la marchandise par l'acheteur ou par des tiers. Le montage des marchandises par l'acheteur ou par des tiers ne doit être effectué que par du personnel qualifié et compétent.
- 11.2** Le Vendeur a le choix entre réparation et remplacement.
- 11.3** Le Vendeur ne prend pas à sa charge les frais nécessaires à l'élimination du défaut s'ils sont augmentés du fait que la marchandise a été transportée ultérieurement à la livraison dans un autre endroit que le lieu initial de livraison.
- 11.4** Le Vendeur décline toute responsabilité pour les frais générés à l'acheteur par le démontage des marchandises défectueuses et le montage de la marchandise de remplacement.
- 11.5** Les droits issus de la responsabilité pour défaut de qualité se prescrivent par 12 mois à compter de la remise de la marchandise, excepté si les droits de garantie en raison des défauts de la chose résultent d'un manquement intentionnel ou d'une négligence grave de la part du Vendeur ou de ses agents d'exécution ou d'une atteinte à la vie, à l'intégrité physique ou à la santé.
- 11.6** L'acheteur est tenu de respecter son obligation d'examen de la marchandise conformément à l'article 377 du Code civil allemand (HGB), même en cas de revente de celle-ci.
- 11.7** En cas de réclamation pour défaut de qualité déposée contre l'acheteur par ses propres clients, tout droit de recours de l'acheteur à l'encontre du Vendeur est exclu si l'acheteur n'a pas respecté son obligation d'examiner les marchandises et d'aviser le Vendeur des défauts qu'il découvre ou si la marchandise a été soumise à un processus de modification.
- 11.8** La responsabilité légale du Vendeur en matière d'indemnisation est illimitée en cas de manquement intentionnel à ses obligations ou de négligence grave de sa part. Dans le cas où le Vendeur manquerait à ses obligations par négligence de conduite et où il serait porté atteinte de manière fautive à une obligation contractuelle majeure, le droit aux dommages et intérêts sera limité au dommage prévisible, intervenant de manière caractéristique dans des cas comparables. Toute responsabilité est exclue dans les autres cas.
- 11.9** La responsabilité en vertu des dispositions de la loi sur la responsabilité du fait des produits ou de normes comparables et impératives de législations étrangères subsiste. Demeure également inchangée la responsabilité en cas d'atteinte à la vie, à l'intégrité du corps et à la santé.
- 11.10** Dans le cas d'une responsabilité fondée, découlant de faits mentionnés au paragraphe 11.9, la responsabilité du Vendeur vis-à-vis de l'acheteur, est limitée, dans le cadre de législations étrangères, dans la même mesure qu'elle le serait par la législation étrangère en question.
- 11.11** Toute exclusion ou limitation de la responsabilité du Vendeur en matière d'indemnisation s'applique également à la responsabilité personnelle des employés, représentants et agents d'exécution du Vendeur.

## 12. Interdiction de cession

Tous les droits de l'acheteur à l'encontre du Vendeur sont incessibles.

## 13. Responsabilité du fait des produits défectueux / obligations d'information

- 13.1** L'acheteur ne devra utiliser la marchandise que de manière conforme à sa destination et devra veiller à ce qu'elle ne soit revendue qu'à des personnes au fait des dangers et risques du produit.
- 13.2** Si l'acheteur utilise le produit comme matériau de base ou comme sous-produit de ses propres produits, il est tenu, lors de la mise en circulation du produit final, de respecter son obligation d'avertissement, relative également à la marchandise qui lui a été fournie par le Vendeur. Dans le cadre de leurs relations internes, l'acheteur libérera le Vendeur, à la première demande, de tout recours exercé contre ce dernier pour manquement à ces obligations.

## 14. Confidentialité

Vis-à-vis des tiers, l'acheteur est tenu de garder le secret en matière commerciale et industrielle sur toutes les informations commerciales et techniques qu'il a reçues de la part du Vendeur, dans la mesure où elles ne sont pas généralement connues. Les informations de cette nature ne pourront être communiquées qu'à des fins exclusivement contractuelles à des tiers liés par un accord de confidentialité approprié.

## 15. Divers

- 15.1** Le lieu d'exécution est celui où se trouve l'usine du Vendeur concernée.
- 15.2** Le tribunal compétent pour tout litige découlant du contrat est Stuttgart. Toutefois, le Vendeur est autorisé à assigner l'acheteur également devant les tribunaux auxquels celui-ci est rattaché en général.
- 15.3** L'exécution de contrats basée sur les présentes conditions de vente et de livraison est exclusivement régie par le droit allemand à l'exclusion des règles de conflits de lois et de la Convention des Nations Unies sur les contrats de vente internationale de marchandises (CIVM).
- 15.4** Les parties sont tenues, dans le cadre de l'exécution de la relation contractuelle, de respecter l'ensemble des dispositions légales en vigueur (conformité aux lois).
- 15.5** Toute convention distincte passée entre les parties et différente des présentes conditions de vente et de livraison ou les complétant, s'applique en priorité.
- 15.6** En cas d'invalidité totale ou partielle d'une ou plusieurs clauses ci-dessus, la validité des autres clauses n'en sera pas affectée. La clause invalide devra être remplacée par une clause légale s'approchant au plus près du sens et de l'objectif des présentes conditions de vente et de livraison.

**HEADQUARTERS:**

**MS Motorservice Deutschland GmbH**

Rudolf-Diesel-Straße 9  
71732 Tamm, Deutschland  
Telefon: +49 7141 8661-434  
Telefax: +49 7141 8661-430  
[www.permaglide.com](http://www.permaglide.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](http://www.ms-motorservice.fr)

[www.permaglide.com](http://www.permaglide.com)

© MS Motorservice Deutschland GmbH – 50003863-03 – FR – 02/16 (082022)

