

# Rotules et embouts à rotules

# Unibal

Swiss 



**RBC**<sup>®</sup>  
BEARINGS

**SCHAUBLIN**

ISO 9001  
AECMA-EASE – EN 9100

[www.schaublin.com](http://www.schaublin.com)  
[www.rbcfrance.com](http://www.rbcfrance.com)



Unibal®  
La clé du succès !

	<b>Page</b>
<b>Nos produits</b>	<b>4</b>
Standards .....	4
Dérivés .....	4
Spécialités .....	4
Ferroviaire.....	4
Aéronautique .....	4
<b>Définitions</b>	<b>5</b>
Normes dimensionnelles .....	5
Domaine d'application .....	5
<b>Programme standard</b>	<b>6</b>
Désignation.....	6
Série .....	6
Glissement.....	7
Construction.....	7
Options et dérivés du standard.....	7
<b>Calculs</b>	<b>9</b>
Charge statique .....	9
Charge statique axiale .....	9
Vérification de l'application .....	10
Calcul de la pression spécifique .....	10
Calcul de la vitesse de glissement au contact.....	11
Facteur PV.....	11
Calcul de durée de vie .....	11
Détermination des coefficients de calcul .....	12
Exemples de calculs dynamiques ....	14
<b>Matériaux</b>	<b>16</b>
Uniflon® Type E .....	16
Composition.....	16
Caractéristiques.....	16
Alternatives .....	16
<b>Lubrification</b>	<b>17</b>
Lubrification et entretien .....	17
Graissage standard .....	17
Graissage spécial .....	17
<b>Protection, étanchéité</b>	<b>18</b>
Protection néoprène .....	18
Exécution 2RS .....	18

<b>Jeu, couple de rotation, couple de basculement</b>	<b>19</b>
Jeu .....	19
Couple .....	19
<b>Angle de basculement</b>	<b>20</b>
<b>Montage</b>	<b>21</b>
Instructions de montage .....	21
Matières .....	21
<b>Embouts à rotule avec entretien</b>	<b>22</b>
Série standard ..... SM/SF SMG/SFG .....	22
Série Filetage Spécial ..... SMG/SFG..20 .....	24
Série Haute résistance ..... SM/SF..40 SMG/SFG..40 .....	26
Série Inox ..... SM/SF..45 SMG/SFG..45 .....	28
Série Compétition ..... SMM..50/51 SMGM..50/51/52 .....	30
<b>Embouts à rotule sans entretien</b>	<b>32</b>
Série standard ..... SME/SFE .....	32
Série Haute résistance ..... SME/SFE..40 .....	34
Série Inox ..... SME/SFE..45 .....	36
Série Compétition ..... S MEM..50/51/52 .....	38
<b>Rotules avec entretien</b>	<b>40</b>
Série standard ..... SS .....	40
Série Inox ..... SS..45 .....	41
Série standard ..... SSA .....	41
Série Inox ..... SSA..45 .....	42
Série Compétition ..... SSA..50 .....	43
Série standard ..... SSE .....	44
Série Inox ..... SSE..45 .....	45
Série Compétition ..... SSE..50 .....	46
<b>Données de base de l'application à fournir pour un calcul de durée de vie</b>	<b>48</b>

## Standards



Dans son programme standard, SCHAUBLIN propose une vaste gamme de rotules. La référence article traduit l'identité de la rotule.

- La forme
- La nature du contact de glissement
- La série

Nos embouts à rotule standard respectent les dimensions de la norme ISO 12240-4 série K, de manière à assurer une totale interchangeabilité.

## Dérivés



Afin de compléter le programme standard, SCHAUBLIN réalise les rotules selon votre besoin.

- Pas de filetage spécial
- Longueur de filetage spécifique
- Supports en acier à hautes caractéristiques mécaniques
- Surfaces de glissement spécifiques

## Spécialités

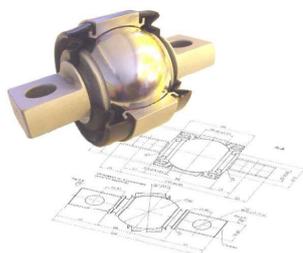


SCHAUBLIN est à votre service pour tout développement particulier selon votre cahier des charges.

- Dimensionnement spécifique pour chaque application
- Traitement et choix des matériaux adaptés aux conditions d'utilisation

Le dialogue technique est établi pour vous offrir la solution la plus adaptée.

## Ferroviaire



Une longue expérience dans le domaine ferroviaire fait de SCHAUBLIN une référence. Les rotules sont développées selon des cahiers des charges client spécifiques. L'entreprise SCHAUBLIN est certifiée par la SNCF Assurance Qualité Ferroviaire titre II (AQF2)

## Aéronautique



Réalisation d'ensembles rotulants complets.

Fabrication de rotules suivant les normes aéronautiques internationales.

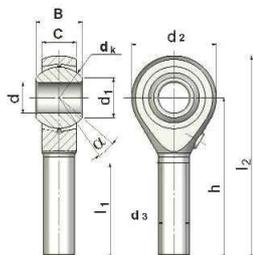
- Homologation de tous nos composants
- Production de standards
- Réalisations de spécialités adaptées à chaque cas selon les cahiers des charges client.

Le système qualité de SCHAUBLIN est certifié selon EN 9100

## Normes dimensionnelles

### ISO 12240-4

Les rotules figurant dans ce catalogue répondent à ISO 12240-4. La norme internationale fixe les dimensions des embouts avec rotule assemblée. Elle spécifie par ailleurs les tolérances relatives à ces dimensions.



Le diamètre de tête  $d_2$  est dimensionné sur la valeur inférieure de la norme, ce qui confère à nos embouts à rotule un encombrement et un poids minimal, assurant ainsi une interchangeabilité totale avec tout autre embout à rotule répondant à la norme.

### Standards aéronautiques européens et américains

Schaublin SA fabrique et distribue des rotules et des bagues autolubrifiées (sur demande) en accord avec les normes :

EN2335, EN2584, EN2585, EN3048, EN4613, EN4614, EN2022, EN2023, EN2501, AS14101, AS14102, AS14103, AS14104, AS81935/1, AS81935/2, AS81820/1, AS81820/2, AS81820/3, AS81820/4, AS81934/1, AS81934/2, AS81936/1, AS81936/2, AS21154, AS21155, AS21240, AS21241, AS21242, AS21243, EN2285, EN2286, EN2287, EN2288

(Voir aussi site internet [www.rbcbearings.com](http://www.rbcbearings.com))

## Domaine d'application

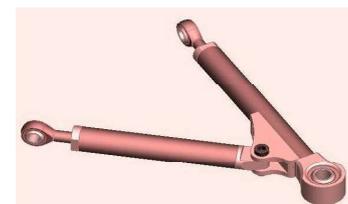


Les embouts à rotule et les rotules sont destinés à être utilisés entre des éléments fixes ou mobiles d'ensembles mécaniques.

- Assemblage, alignement
- Transmission de mouvements, de charges
- Articulations



Les rotules sont conçues pour des applications de mouvements à faible vitesse de rotation ou d'oscillation. Elles sont dimensionnées en fonction de la capacité de charge et du cycle de fonctionnement requis.



## Désignation

SME 12.40

<b>SCHAUBLIN</b>	
Forme	<i>M : Embout à rotule Mâle</i> <i>ML : Embout à rotule Mâle, pas à gauche</i> <i>F : Embout à rotule Femelle</i> <i>FL : Embout à rotule Femelle, pas à gauche</i> <i>S : Sphérique (à intégrer dans un support)</i>
Type de Glissement	<i>_ : Acier / Bronze, sans Graisseur</i> <i>G : Acier / Bronze, avec Graisseur</i> <i>A : Acier / Acier</i> <i>E : Acier / Uniflon® (tissu autolubrifiant)</i>
Taille	Grandeur Nominale
Série	<i>_ : Standard</i> <i>.20 : Filet spécial</i> <i>.40 : Haute résistance</i> <i>.45 : Inox</i> <i>.50 : Compétition</i>
(Dérivés)	<i>.30 : Exécution suivant plan</i>

## Série

	Industrie mécanique	Alimentaire et produits sensibles	Sports, compétition	Avantage	Particularité
-	•	•	•	Excellente résistance aux chocs, charges statiques et vibrations	Standard de la mécanique générale
.40	•	•	••	Fortes charges statiques et dynamiques	Corps de l'embout réalisé en acier haute résistance
.45	•	•••		Utilisation en milieu corrosif	Acier inoxydable
.50	•		•••	Très fortes charges statiques et dynamiques, à vitesse réduite	Contrôle magnétoscopique



## Glissement

Type	Frottement	Entretien	Avantage	Particularité
<b>G</b>	Acier / Bronze Acier / Acier (Série 50)	Graissage régulier	Bonne résistance radiale et axiale	Le graisseur est proposé sur les embouts mâles et femelles à partir de la taille 8 Température de travail 150°C max (graissage spécial)
<b>A</b>	Acier / Acier	Graissage régulier	Excellente résistance aux chocs Excellente résistance radiale	Version non disponible sur les embouts à rotules Sans graisseur Température de travail 300°C max (graissage spécial)
<b>E</b>	Acier / Uniflon® E	Sans entretien, tissu autolubrifiant	Excellente résistance aux chocs Excellente résistance radiale	Le tissu autolubrifiant Uniflon® E collé dans la bague extérieure, permet une longévité optimale Température de travail 120°C max

## Construction

	Série	Bague intérieure	Bague extérieure	Avantage	Particularité
<b>SM..</b>	-	Acier chromé	Entretoises Bronze	La conception entretoisée assure une très bonne résistance axiale	
<b>SMG..</b>	.40	Acier inoxydable	Entretoises inox		
<b>SF..</b>	.45	Acier chromé	Entretoises inox		
<b>SFG..</b>	.50	Acier chromé	Entretoises inox		
<b>SS..</b>	-	Acier chromé	Entretoises Bronze	La construction acier nous garantit une résistance radiale très importante	La construction acier/acier et un graissage spécial autorise une température de travail de 300°C
<b>SSA..</b>	.45	Acier inoxydable	Cage acier inox		
	.50	Acier chromé	Cage acier		
<b>SME..</b>	-	Acier chromé	Tissu autolubrifiant Uniflon® E	Le tissu PTFE Uniflon® E collé dans la bague extérieure facilite le glissement et augmente la durée de vie. Ne nécessite aucun entretien	Les propriétés d'amortissement du tissu autolubrifiant Uniflon® E sont idéales pour des applications avec vibrations
<b>SFE..</b>	.45	Acier inoxydable	Tissu autolubrifiant Uniflon® E		
	.50	Acier chromé	Tissu autolubrifiant Uniflon® E		
<b>SSE..</b>	-	Acier chromé	Tissu autolubrifiant Uniflon® E		
	.45	Acier inoxydable	Tissu autolubrifiant Uniflon® E		
	.50	Acier chromé	Tissu autolubrifiant Uniflon® E		

## Options et dérivés du standard\*

<b>Options</b>	Filet spécial	Cetop...
	Graissage spécial	A vie, haute pression, haute température
	Couple spécifique	
	Jeu spécifique	
	Traçabilité matière	
	Contrôle magnétoscopique	De série sur la qualité .50
<b>Dérivés</b>	Protection néoprène	
	Matières spéciales	
	Longueur filetée spéciale	
	Diamètre de tête spécifique	
	Bague intérieure à oreilles	
Rotule étanche		

\* Nous contacter pour toute spécificité

***Pour toute spécificité  
ou autre dimension,  
veuillez nous consulter***

## Charge statique

La **charge statique de base** ou admissible  $C_0$  figure dans les tableaux dimensionnels.

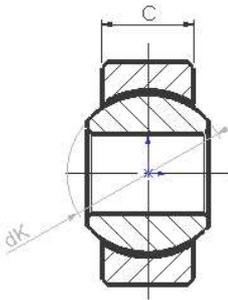
Pour un embout à rotule, elle est limitée par la résistance du support.

Les valeurs indiquées dans les tableaux du programme standard Unibal sont établies à partir de la limite élastique du matériau du support ( $C_{se}$ ) en tenant compte d'un facteur de sécurité, soit  $X$  la contrainte admissible par le matériau :

$$X = \frac{C_{se}}{1.25}$$

Dans le cas d'une rotule, la charge statique admissible  $C_0$  est calculée en utilisant la formule suivante :

$$C_0 = d_k \times C \times 0.85 \times X$$



$C_0$  : Charge statique de base ou charge admissible (N)

$d_k$  : diamètre de sphère de la bague intérieure (mm)

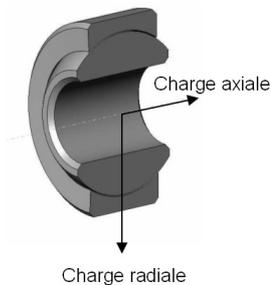
$C$  : largeur du support (mm)

$X$  : Contrainte admissible par le matériau (MPa)

$C_{se}$  (ou  $R_{p0.2}$  ou encore  $R_e$ ) : Limite élastique du matériau (MPa)

**Résistance à la fatigue** : Attention, les valeurs indiquées dans les tableaux dimensionnels correspondent à des charges statiques ponctuelles. Veuillez nous consulter pour des cas de résistance à la fatigue.

## Charge statique axiale



Le tableau suivant donne les valeurs de charge statique axiale à ne pas dépasser pour les rotules et les embouts à rotule.

Séries standard, .40, .45, .50, .51 et .52	Charges axiales statiques limites $F_a$ adm.
SME/SFE/SMEM/SSE	8% $C_0$
SM/SF SMG/SFG SS/SSA	20% $C_0$

$C_0$  : Charge statique de base ou charge admissible (voir tableaux dimensionnels pages 24 à 47)



Dans le cas des embouts à rotules, il faut également s'assurer de la bonne implantation du filetage afin d'éviter tout risque de flambage ou d'arrachement du pied de l'embout à rotule.

Dans le cas des rotules (SS, SSA, SSE), il faut être attentif au dispositif de maintien axial de la cage (voir chapitre instructions de montage, page 23)

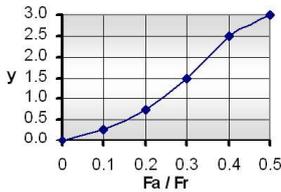
## Vérification de l'application

La démarche à suivre pour vérifier le choix d'une rotule est la suivante :

- Calculer et vérifier si la pression est dans les limites admises
- Calculer et vérifier si la vitesse est dans les limites admises
- Calculer le facteur PV (Pression x Vitesse) et vérifier la limite admise

Série	Contact de glissement		Pression maxi admissible (N · mm <sup>-2</sup> )	Vitesse maxi admissible (10 <sup>-3</sup> mm · min <sup>-1</sup> )	PV maximum Admissible (10 <sup>-3</sup> N · mm <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )
	Bague int.	Bague ext.			
-	Acier	Bronze	50	5	35
		Acier	100	4	35
		Uniflon® E	100	4	45
.40	Acier	Bronze	50	2.5	30
		Uniflon® E	100	4	45
.45	Acier inox	Bronze	50	4	30
		Acier inox	100	4	35
		Uniflon® E	100	4	40
.50	Acier	Acier inox	100	2.5	45
		Uniflon® E	100	2.5	45

## Calcul de la pression spécifique

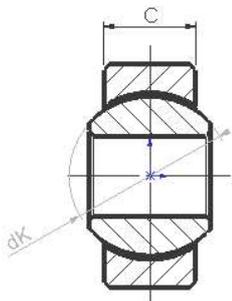


Coefficient de charge axiale **y** et charge dynamique équivalente :

- Nos rotules sont conçues pour supporter des charges radiales ( $F_r$ ). Mais la combinaison avec une charge axiale ( $F_a$ ) est parfois inévitable et les rotules peuvent s'en accommoder dans une certaine mesure. Il convient donc de calculer la charge dynamique équivalente  $F$  en tenant compte d'un facteur de correction  $y$  pour cette charge axiale. Le tableau ci contre donne la valeur de  $y$  pour différents ratios  $F_a / F_r$ .

$$F = F_r + (y \times F_a) \quad \text{Cas normal : } F = F_r$$

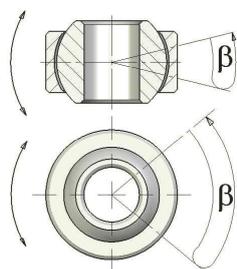
Vérification de la pression moyenne en fonction de la force exercée sur la surface de frottement.



$$P = \frac{F}{d_k \times C \times 0.85}$$

- P : pression (MPa)
- F : charge totale (N)
- $F_r$  : charge radiale (N)
- $F_a$  : charge axiale (N)
- $d_k$  : diamètre de sphère de la bague intérieure (mm)
- C : largeur du support ou de la cage (mm)

## Calcul de la vitesse de glissement au contact



Vérification de la vitesse maximale de frottement entre la bague intérieure et la bague extérieure.

$$V = \frac{d_K \times \beta \times f}{114'600}$$

V : vitesse (m.min<sup>-1</sup>)  
 d<sub>K</sub> : diamètre de sphère de la bague intérieure (mm)  
 β : angle d'oscillation complet (degré)  
 f : fréquence d'oscillation (osc/min ou min<sup>-1</sup>)

## Facteur PV

$$PV = P \times V$$

P : pression (N.mm<sup>-2</sup> ou MPa)  
 V : vitesse (10<sup>-3</sup> mm.min<sup>-1</sup> ou m.min<sup>-1</sup>)  
 PV : facteur PV (10<sup>-3</sup>N . mm<sup>-1</sup> . min<sup>-1</sup>)

## Calcul de durée de vie

Si votre application exige une maîtrise du jeu ou du couple de la rotule tout au long de sa durée de vie, veuillez nous consulter.

En heures :

$$D_h = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot C_6 \cdot C_7 \cdot C_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot f}$$

En nombre d'oscillations

$$D = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot C_6 \cdot C_7 \cdot C_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot 0.0167}$$

- D<sub>h</sub> : durée de vie en heures (h)
- D : durée de vie (nombre d'oscillations ou de tours complets)
- C : Largeur de la cage ou de l'embout (P24 à 47)
- K : Constante donnée par le tableau ci-contre
- F : charge dynamique radiale (daN)
- β : distance angulaire parcourue par cycle (degré)
- f : fréquence des oscillations (osc/min)
- c1 : coefficient de pression (p.12)
- c2 : coefficient de vitesse (p.12)
- c3 : coefficient d'angle (p.13)
- c4 : coefficient de sollicitation (p.13)
- c5 : coefficient de charges alternées (p.13)
- c6 : coefficient d'entretien (p.13)
- c7 : coefficient de température (p.13)
- c8 : coefficient de vibration (c8 = 1 ou 0.8)  
 Si nos pièces doivent supporter des vibrations supérieures à 60 vibr./min., prendre un coefficient c8 de 0.8.
- X : Coefficient de sécurité (mini=0.7, maxi=1)  
 Selon votre estimation des influences extérieures, des inconnues et de leur gravité au point de vue fonctionnel (milieu abrasif, corrosion, etc....), prendre un coefficient X de 0.7 à 1.0

Type	Constante K
SMG, SFG	85
SMG..20, SFG..20	85
SMG..40, SFG..40	85
SMG..45, SFG..45	75
SMGM..50 / 51 / 52	85
SME, SFE	105
SME..40, SFE..40	105
SME..45, SFE..45	100
SMEM..50 / 51 / 52	110
SS	80
SS..45	75
SSA	75
SSA..45	70
SSA..50	80
SSE	105
SSE..45	100
SSE..50	110

## Détermination des coefficients de calcul

La durée de vie d'une rotule ou d'un embout correspond au nombre maximum d'heures de fonctionnement ou d'oscillations avant que n'apparaisse un jeu qui ne permet plus à la rotule de remplir sa fonction.

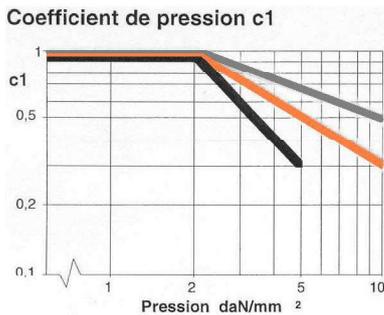
Cette durée de vie est fonction de la sollicitation dynamique et de divers paramètres de l'application.

- Pression
- Vitesse (angle et fréquence des oscillations)
- Sollicitation (charges continues, pulsatoires, alternées)
- Température
- Vibrations

Les formules de calcul, élaborées à partir des essais menés sur nos bancs de tests, vous permettent d'estimer la durée de vie en fonction de votre application.

Dans le cas d'une charge pulsatoire ou alternée, la valeur à prendre en compte pour F est la valeur absolue maximum atteinte.

Pour des utilisations spécifiques dans un environnement particulier (corrosion, vibrations, milieu ambiant agressif, poussières abrasives, etc...), veuillez nous consulter.



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

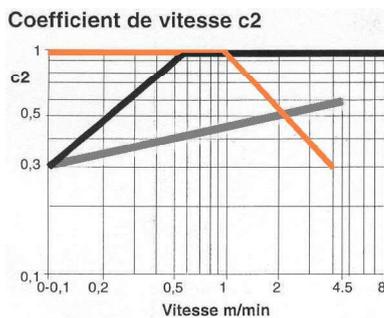
SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 /52

SSE  
SSE..45  
SSE..50



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

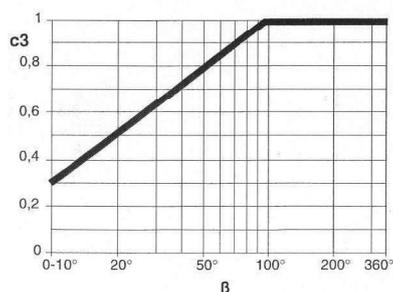
SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 /52

SSE  
SSE..45  
SSE..50

### Coefficient d'angle c3



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

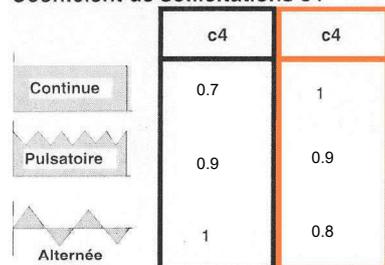
SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®  
**Coef. c3=1**

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 / 52

SSE  
SSE..45  
SSE..50

### Coefficient de sollicitations c4



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

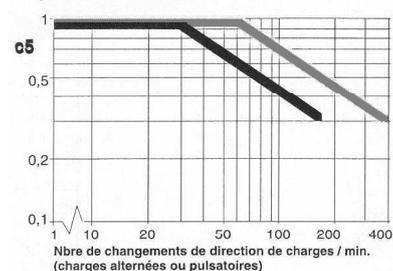
SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 / 52

SSE  
SSE..45  
SSE..50

### Coefficient de charges alternées et pulsatoires c5



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Uniflon®

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 / 52

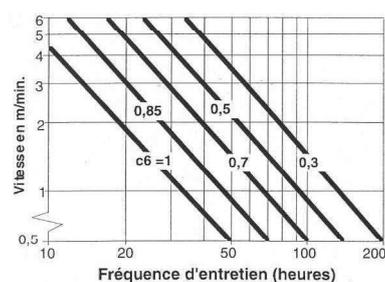
SSE  
SSE..45  
SSE..50

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

SSA  
SSA..45  
SSA..50

### Coefficient d'entretien c6



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

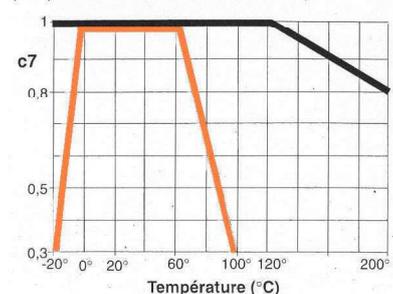
SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®  
**Coef. c6=1**

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 / 52

SSE  
SSE..45  
SSE..50

### Coefficient de température c7 (Température ambiante du lieu de travail)



**Glissement**  
Acier / bronze

SMG, SFG  
SMG..40, SFG..40  
SMG..45, SFG..45

SS  
SS..45

**Glissement**  
Acier / Acier

SMGM..50  
SMGM..51  
SMGM..52

SSA  
SSA..45  
SSA..50

**Glissement**  
Acier / Uniflon®

SME, SFE  
SME..40, SFE..40  
SME..45, SFE..45  
SMEM..50 / 51 / 52

SSE  
SSE..45  
SSE..50

## Exemples de calculs dynamiques

### Calcul n°1 : Acier / Bronze

Sur une machine, un système de chargement automatique nécessite des embouts à rotule grandeur 12

#### 1) Données

Type et grandeur souhaité : SMG12  
 Charge radiale dynamique : 180 daN soit 1 800 N  
 Type de sollicitation : continue  
 Angle d'oscillation :  $\pm 45^\circ (\beta = 180^\circ)$   
 Fréquence : 125 osc./min  
 Entretien : 1 graissage / 18h  
 Température ambiante : 50°C  
 Durée de vie désirée : 7'000'000 osc.

#### 2) Vérification de la pression, de la vitesse, et du facteur PV

$$P = \frac{F}{d_k \times C \times 0.85} = \frac{1800}{22.23 \times 12 \times 0.85} = 7.9 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \frac{D_k \times \beta \times f}{114'600} = \frac{22.23 \times 180 \times 125}{114'600} = 4.36 \text{ m/min}$$

$$PV = P \times V = 7.9 \times 4.36 = 34.6$$

Après vérification des valeurs obtenues sur le tableau 1, on constate que le facteur PV maximum admissible est de 35, la vitesse limite admissible est de 5 m/min. et la pression maximum admissible est de 50 N/mm<sup>2</sup> (5 daN/mm<sup>2</sup>)  
 Nous pouvons donc poursuivre le calcul.

#### 3) Calcul de la durée de vie

K : tableau p.11	Constante SMG12	85
c1 : coef. p.12	Pression : 0.79	1
c2 : coef. p.12	Vitesse : 4.36	1
c3 : coef. p.13	Angle $\beta = 180^\circ$	1
c4 : coef. p.13	Charge continue	0.7
c5 : coef. p.13	Sans objet	1
c6 : coef. p.13	1 graissage/ 18h	0.8
c7 : coef. p.13	50°C	1
c8 : coef. p.11	Sans objet	1
X : coef. p.11		1

Durée de vie :

$$D = \frac{c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5 \cdot c_6 \cdot c_7 \cdot c_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot 0.0167}$$

$$D = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 85 \cdot 10^7}{180 \cdot 180 \cdot 0.0167}$$

**D = 10'550'000 oscillations (> 7'000'000 osc.)**  
**Le type SMG12 convient parfaitement pour cette application.**

### Calcul n°2 : Acier / Acier

On désire équiper le four d'un appareil de levage avec des embouts à rotule gr.16. Quelle sera la durée de vie faces aux contraintes ci-dessous ?

#### 1) Données

Type et grandeur souhaitée : Gr. 16 Type ?  
 Charge radiale dynamique : 25 000 N avec chocs  
 Type de sollicitation : alternées  
 Angle d'oscillation :  $\pm 30^\circ (\beta = 120^\circ)$   
 Fréquence : 0.5 osc./min  
 Entretien : graissage abondant  
 Température ambiante : 120 à 180°C  
 Durée de vie désirée : 10'000h

#### 2) Vérification de la pression, de la vitesse, et du facteur PV

$$P = \frac{F}{d_k \times C \times 0.85} = \frac{25\,000}{28.58 \times 15 \times 0.85} = 69 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \frac{D_k \times \beta \times f}{114'600} = \frac{28.58 \times 120 \times 0.5}{114'600} = 0.015 \text{ m/min}$$

$$PV = P \times V = 69 \times 0.015 = 1$$

Nous devons choisir un embout à rotule résistant à 100 N/mm<sup>2</sup>, donc à frottement acier /acier. Le type SMGM 16.50 ne supporte pas de très hautes vitesses, mais dans cette application, la vitesse est très lente. Un SMGM 16.50 convient particulièrement bien pour cette application.

#### 3) Calcul de la durée de vie

K : tableau p.11	Constante SMGM 16.50	85
c1 : coef. p.12	Pression : 6.9	0.6
c2 : coef. p.12	Vitesse : 0.01	0.3
c3 : coef. p.13	Angle $\beta = 120^\circ$	1
c4 : coef. p.13	Charge alternée	1
c5 : coef. p.13	0.5 osc./min	1
c6 : coef. p.13	Graissage abondant	1
c7 : coef. p.13	180°C	0.85
c8 : coef. p.11	Sans objet	1
X : coef. p.11	Chocs	0.9

Durée de vie :

$$D_h = \frac{c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5 \cdot c_6 \cdot c_7 \cdot c_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot f}$$

$$D_h = \frac{0.6 \cdot 0.3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 15 \cdot 85 \cdot 10^7}{2500 \cdot 120 \cdot 0.5}$$

**D<sub>h</sub> = 11'000 heures (> 10'000 h)**  
**Le choix d'un embout à rotule SMGM16.50 est judicieux pour ce système de levage.**

Attention : utiliser une graisse qui résiste à la température de fonctionnement de 180°C

### Calcul n°3 : Acier / Uniflon® E

Un embout à rotule SF.30 va assurer la transmission sur un manège de forain. Il doit pouvoir fonctionner sans entretien. Quel type utiliser ?

#### 1) Données

Type et grandeur souhaitée : Gr. 30 Type SF..  
 Charge radiale dynamique : 25 000 N  
 Type de sollicitation : alternées  
 Angle d'oscillation :  $\pm 1.5^\circ$  ( $\beta = 6^\circ$ )  
 Fréquence : 80 osc./min  
 Entretien : autolubrifiant  
 Température ambiante : 0 à 45°C, poussières  
 Durée de vie désirée : 6'500 h

#### 2) Vérification de la pression, de la vitesse, et du facteur PV

$$P = \frac{F}{d_K \times C \times 0.85} = \frac{25\,000}{50.8 \times 25 \times 0.85} = 23.2 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \frac{D_K \times \beta \times f}{114'600} = \frac{50.8 \times 6 \times 80}{114'600} = 0.21 \text{ m/min}$$

$$PV = P \times V = 23.2 \times 0.21 = 4.9 \text{ (} 10^{-3} \text{N} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{)}$$

Après vérification des valeurs obtenues sur le tableau 1, on constate que pression, vitesse et facteur PV sont en dessous des valeurs maximums admissibles. Vérification de la charge statique d'un SFE30 : 51 300N, ce qui est donc supérieur à la charge annoncée.

Le SFE30 peut donc convenir pour cette application.

#### 3) Calcul de la durée de vie

K : tableau p.11	Constante SFE30	105
c1 : coef. p.12	Pression : 2.32	1
c2 : coef. p.12	Vitesse : 0.21	1
c3 : coef. p.13	Angle $\beta = 6^\circ$	1
c4 : coef. p.13	Charge alternée	0.8
c5 : coef. p.13	80 osc./min	0.5
c6 : coef. p.13	autolubrifiant	1
c7 : coef. p.13	0 à 45°C	1
c8 : coef. p.11	Sans objet	1
X : coef. p.11	Poussiéreux	0.8

Durée de vie :

$$D_h = \frac{c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5 \cdot c_6 \cdot c_7 \cdot c_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot f}$$

$$D_h = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 25 \cdot 105 \cdot 10^7}{2500 \cdot 6 \cdot 80}$$

**D = 7'000 heures (> 6'500 h.)**

**L'embout à rotule Unibal SFE30 assurera un bon fonctionnement du manège.**

### Calcul n°4 : Acier / Acier

Plusieurs rotules du type SSA 3.45 sont montées sur des modèles réduits (maquettes de bateau). Malgré le milieu corrosif et les contraintes, ces Unibal doivent résister à 300'000 oscillations.

#### 1) Données

Type et grandeur souhaitée : SSA 3.45  
 Charge radiale dynamique : 1 900 N  
 Type de sollicitation : continue  
 Angle d'oscillation :  $\beta = 360^\circ$   
 Fréquence : 20 tours /min  
 Entretien : graissage abondant  
 Température ambiante : 5 à 30°C  
 Durée de vie désirée : 300'000 osc.

#### 2) Vérification de la pression, de la vitesse, et du facteur PV

$$P = \frac{F}{d_K \times C \times 0.85} = \frac{1900}{7.93 \times 4.5 \times 0.85} = 62.6 \text{ MPa}$$

$$V = \frac{D_K \times \beta \times f}{114'600} = \frac{7.93 \times 360 \times 20}{114'600} = 0.50 \text{ m/min}$$

$$PV = P \times V = 62.6 \times 0.5 = 31.3$$

Après vérification des valeurs obtenues, nous constatons que la vitesse et le facteur PV sont acceptables. En ce qui concerne la pression, un SSA 3.45 résiste à des pressions de 100 MPa. La charge statique admissible est bien supérieure à 1 900N. Il nous reste donc à vérifier le nombre d'oscillations prévu.

#### 3) Calcul de la durée de vie

K : tableau p.11	Constante SSA 3.45	75
c1 : coef. p.12	Pression : 6.26	0.62
c2 : coef. p.12	Vitesse : 0.5	0.35
c3 : coef. p.13	Angle $\beta = 360^\circ$	1
c4 : coef. p.13	Charge continue	0.7
c5 : coef. p.13	Sans objet	1
c6 : coef. p.13	Graissage abondant	1
c7 : coef. p.13	5 à 30°C	1
c8 : coef. p.11	Sans objet	1
X : coef. p.11		1

Durée de vie :

$$D = \frac{c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5 \cdot c_6 \cdot c_7 \cdot c_8 \cdot X \cdot C \cdot K \cdot 10^7}{F \cdot \beta \cdot 0.0167}$$

$$D = \frac{0.62 \cdot 0.35 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4.5 \cdot 75 \cdot 10^7}{190 \cdot 360 \cdot 0.0167}$$

**D<sub>h</sub> = 448'000 osc. (> 300'000 osc.)**

**D'après le calcul effectué, les rotules SSA 3.45 conviennent pour cette application.**

## Uniflon® Type E

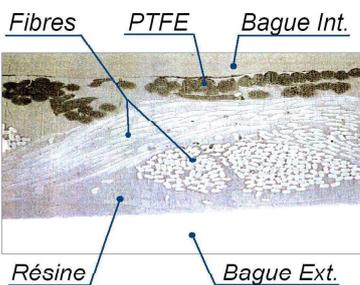
Uniflon® est la marque déposée du tissu autolubrifiant équipant exclusivement les rotules autolubrifiantes Unibal®.

Ce tissu autolubrifiant Uniflon® E provient d'un développement réalisé pour des applications aéronautiques et répond à la norme SAE-AS81820.

L'Uniflon® E peut être utilisé en combinaison avec différents matériaux telles qu'acier trempé, aluminium, titane, dans divers environnements et températures extrêmes allant de  $-54^{\circ}\text{C}$  à  $+175^{\circ}\text{C}$ .

De par sa composition, l'Uniflon® E est unique dans la gamme des matériaux de frottement à fibre de PTFE (Polytétrafluoroéthylène)

## Composition



Composite exemplaire, l'Uniflon® E vous offre les avantages suivants :

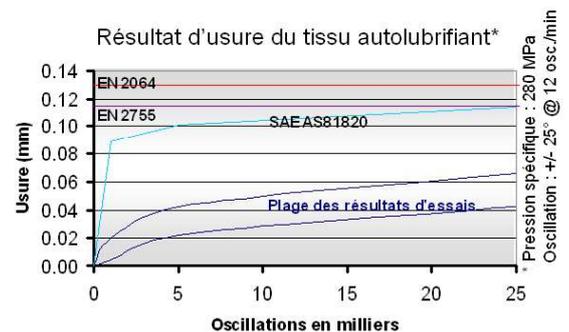
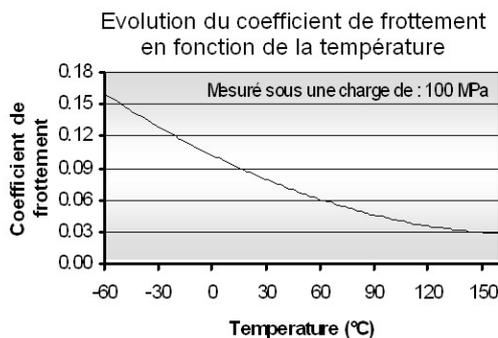
- Une trame (fibres) à grande résistance thermique, à l'abrasion, à la rupture et à la compression.
- Un taux élevé de fibres de PTFE, ce dernier possédant des qualités de glissement exemplaire.
- Une matrice liée chimiquement par une résine à faible coefficient de frottement.

Charge de base de l'Uniflon E	
Charge Dynamique Maximum	413 MPa
Charge Statique Limite	551 MPa
Charge Statique Ultime	827 MPa

## Caractéristiques

Les rotules à garniture autolubrifiante n'ont pas un coefficient de frottement constant pour toutes les applications. Si la charge appliquée augmente, le coefficient de frottement diminue. De même si la température baisse, le coefficient de frottement augmente.

La figure suivante montre la diminution du coefficient de frottement en fonction de l'élévation de température.



## Alternatives

Pour des applications à faible charge, haute température et/ou vitesse plus élevée, nous proposons une garniture autolubrifiante aux caractéristiques plus adaptées :

- Uniflon® type VV

Nous réalisons sur demande toutes autres formules sans entretien telles que :

- Matières plastiques
- Bronzes autolubrifiants

## Lubrification et entretien

La lubrification et l'entretien s'appliquent aux produits non pourvus du tissu autolubrifiant (Uniflon®), c'est à dire les rotules et embouts à rotule de type **SMG/SFG, SS/SSA** - dont le contact de glissement est de type :

- Acier / bronze
- Acier / acier

Ces produits sont construits de telle façon qu'une rainure interne assure l'acheminement du fluide lubrifiant sur la surface de glissement.

La lubrification régulière s'effectue pour deux raisons :

- Offrir à l'application les meilleures conditions de fonctionnement pour en optimiser la durée de vie.
- Prévenir la corrosion, principalement lors d'un frottement acier/acier

Nos embouts à rotules sont équipés, à partir de la taille 8, d'un graisseur de petite taille, afin de minimiser l'affaiblissement des supports – symbole **G** (SMG..., SFG..) L'embout de graissage à utiliser est celui prévu pour les graisseurs à tête creuse types D.

## Graissage standard

La graisse Mobil **Greasorex 47** (ISO 3498 XM2) est utilisée pour le montage de tous nos types de produits où l'apport de graisse est nécessaire.

Cette graisse universelle est un lubrifiant idéal.

Caractéristiques :

- Base : complexe de calcium
- Point de goutte : 260°C
- Température d'utilisation : -25°C à +125°C
- Excellentes propriétés anti-usure
- Résiste au cisaillement. Bourrage de roulement possible, garnissage partiel indiqué lors de vibrations importantes.

## Graissage spécial

Nous proposons différents types de graissage et de traitement de surface, sur demande. Par exemple :

### 1) Molykote BR2 plus, graisse de très haute qualité :

- Base : savon de lithium, huile minérale
- Point de goutte : 185°C
- Température d'utilisation : -30°C à +130°C
- Graisse multifonction contenant des lubrifiants solides
- Excellentes propriétés aux pressions extrêmes et convenant parfaitement pour les hautes vitesses
- Un film de graisse permanent assure la sécurité et permet de prolonger les intervalles de graissage

Cette graisse est conseillée pour des contraintes très élevées (charge ou vitesse).

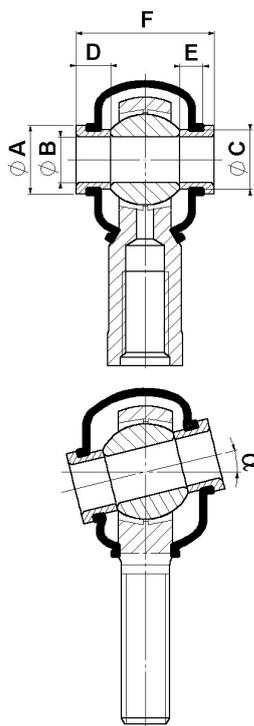
### 2) Moly-PAUL PBC, graisse de synthèse, complexe organométallique :

- Excellent anti-corrosif
- Excellente résistance aux sels, aux acides, aux bases.
- Excellent anti-grippant
- Ne carbonise ni ne coule en température
- Assure une lubrification de longue durée
- Températures d'utilisation : -10°C à 1100°C en stat ique (à 300°C en dynamique à mouvement lents)

### 3) Molykote 106, vernis de glissement :

- Avant le montage, la sphère est traitée pour assurer une lubrification durable. La pellicule une fois créée réduit l'usure et optimise la sécurité de fonctionnement même après de longues périodes d'arrêt.

## Protection néoprène



Cette protection préserve complètement l'embout à rotule de toute agression extérieure :

- Poussières
- Abrasifs
- Corrosion
- Agents chimiques

Une fois remplie de graisse à base de silicone, la protection néoprène assure la lubrification permanente.



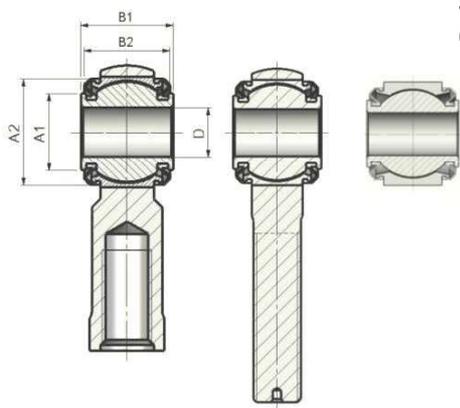
Caractéristiques :

- Matière : néoprène suivant norme NF T 46-018
- Couleur : noire
- Température d'utilisation : -30°C à +120°C
- Bonne résistance aux huiles, graisses, agents chimiques, eau de mer, climat tropical
- Déconseillé pour les applications en contact permanent avec des agents oxydants, les applications où la rotation de la bague intérieure effectue des rotations complètes, les applications à vitesse élevée

Taille de l'embout	Réf. Protection	Ref. Bagues de distance	ØA	ØB	ØC	D	E	F	α°
SM/SF6	PR1	* BD6	11	6	8.7	6	4	21	13°
SM/SFG8		BD8	12	8	10.3			24	
SM/SFG10	PR2	BD10	14	10	12.5	8	6	26	14°
SM/SFG12		BD12	17	12	15			32	
SM/SFG14	PR3	BD14	19	14	16.8	8	6	35	16°
SM/SFG16		BD16	21	16	19			37	
SM/SFG18	PR4	* BD18	25	18	21	10	8	39	15°
SM/SFG20		BD20	28	20	24			45	
SM/SFG22		* BD22	29	22	25			48	
SM/SFG25		* BD25	33	25	29			51	

\* Ces bagues de distances ne sont pas tenues en stock

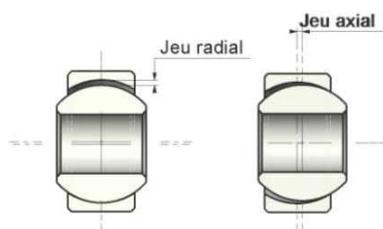
## Exécution 2RS



Sur demande, nous réalisons des embouts à rotule étanche, équipés de soufflets. (quantité minimum à prévoir)

Type ..RS	D	A1	A2	B1	B2	α°
8	6	10.5	18.5	19	18.5	10°
10	8	12.5	21.5	21	20	
12	10	14.5	25.5	23	22.5	12°
14	12	16.5	29.5	26	24.5	10°
16	14	19	32.5	28	27	12°
18	16	21	35.5	30	29	
20	18	23	39	32	31	
22	20	25.5	42.5	35	34	
25	22	29	46.5	38	37	
30	25	33.5	55	44	43	

## Jeu



Les rotules et embouts à rotules possèdent un jeu initial ou un couple de glissement qui est propre au type et à la grandeur.

Le jeu de fonctionnement est caractérisé par les déplacements radiaux et axiaux de la bague intérieure.

Pour notre construction standard, la relation entre le jeu radial et axial est la suivante :

$$\text{Jeu axial} = \text{Jeu radial} \times 2,5$$

Les jeux indiqués dans le tableau ci-dessous correspondent aux valeurs maxi de nos rotules standard, contrôlées sous une charge de  $\pm 10$  daN.

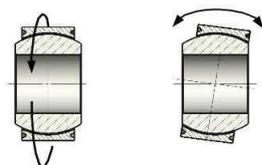
Certains de nos produits sont systématiquement montés avec jeu réduit, voire sans jeu (types en **gras**) :

- Séries .40 et .50 (tous types)
- Types autolubrifiés (toutes séries)

Grandeur	2 à 6	8 à 12	14 à 18	20 à 22	25 à 30
Jeu maxi radial	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08

Ces jeux sont valables pour les pièces du type SM/SMG, SF/SFG, SS/SSA de la série standard et de la série .45 (inox)

## Couple



Le couple de la rotule peut être mesuré par rapport à deux axes perpendiculaires. On distinguera :

- le couple de rotation
- le couple de basculement.

Pour les pièces de ce catalogue, on a la relation :

$$\text{Couple de basculement} = \frac{\text{Couple de rotation}}{1,37}$$

Les couples indiqués dans le tableau ci-dessous correspondent aux valeurs mini et maxi contrôlées.

### Règles générales

- 1) Le couple doit être réduit pour les applications à vitesse élevée (charge faible). Si pour votre application le jeu est exclu, nous vous proposons des variantes avec jeu réduit voire sans jeu, à votre convenance.
- 2) Le couple doit être élevé pour les applications à fortes charges, alternées ou avec chocs et vitesse faible.
- 3) Une durée de vie anormalement courte peut résulter d'un couple mal adapté. Pour votre application hors standard, nous vous conseillerons et adapterons le couple à votre besoin pour un fonctionnement optimal.

Grandeur	Série Type	Couple de rotation ( daNcm)								
		-		.40		.45		.50		
		SM, SMG SF, SFG SS, SSA	SME SFE SSE	SM, SMG SF, SFG	SME SFE	SM, SMG SF, SFG SS, SSA	SME SFE SSE	SMM, SMGM	SMEM SSE	SSA
2 à 5	< 0.5	0.1 – 1	0.6 – 4		< 0.5	0.1 – 1	1 – 5		1 – 4	
6 à 10	< 1	0.2 – 2	1.0 – 6.0		< 1	0.2 – 2	2 – 10		1 – 5	
12 à 18	< 3	0.3 – 3	1.6 – 10		< 3	0.3 – 3	4 – 16		2 – 8	
20 à 30	< 5	0.5 – 5	2.5 – 16		< 5	0.5 – 5	-		3 – 10	

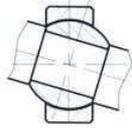
Les rotules dont la référence est en **gras** sont livrées avec un jeu radial nul

L'angle de basculement maximum dépend du type de montage réalisé. Il est contre indiqué de dépasser l'angle de basculement qui figure dans les tableaux dimensionnels.

L'angle de basculement maximum est conditionné par :

- $d_k$  le diamètre de sphère
- $d$  le diamètre de l'alésage
- $d_1$  le diamètre sur plat
- $B$  la largeur de la bague
- $C$  la largeur de la cage ou du support

$$\alpha_1 = \cos^{-1}\left(\frac{C}{d_k}\right) - \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{d_1}{B}\right)$$

Grandeur	Valeur de l'angle $\alpha$
	
	$\alpha_1$
2	16°
3	15°
4	14°
5	13°
6	
8	14°
10	
12	13°
14	16°
16	15°
18	
20	
22	
25	15°
30	17°

## Instructions de montage

Après montage, le glissement doit avoir lieu entre la bague intérieure et la bague extérieure de la rotule. Pour cela, la bague intérieure doit être rendue solidaire de l'axe, et la bague extérieure solidaire du logement dans lequel elle est montée.

### 1. Montage de la rotule sphérique dans son logement



Afin d'assurer un bon fonctionnement, il est important de respecter les ajustements lors du montage.

Il est conseillé de réaliser un serrage des rotules dans leur logement selon les valeurs du tableau suivant :

Grandeur	Rotules autolubrifiées	Rotules Métal/Métal
2 à 4	0.000 à 0.010mm	0.005 à 0.015mm
5 à 8	0.005 à 0.015mm	0.010 à 0.020mm
10 à 16	0.005 à 0.020mm	0.010 à 0.025mm
18 à 30	0.005 à 0.025mm	0.010 à 0.030mm

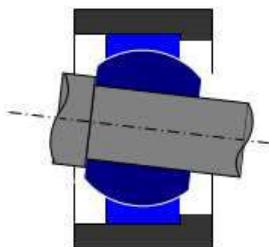
Ce montage doit être effectué à la presse. L'outillage utilisé doit assurer un parfait alignement de l'axe de la rotule et de l'axe du logement lors du montage. Un chanfrein de 10 à 20° doit être réalisé sur le logement de manière à faciliter l'engagement.

#### Attention :

Le serrage de la rotule dans son logement n'est en aucun cas un arrêt mécanique préservant la rotule d'un déplacement dû à une charge axiale.

Pour empêcher le glissement de la cage, il convient de prévoir des portées, segments d'arrêt ou d'effectuer un sertissage.

### 2. Montage de l'arbre dans la bague



Pour des rotules autolubrifiées, il est impératif que l'axe soit monté à sec. On utilisera un ajustement m6 pour les séries standard et inox avec contact de frottement acier/acier, et un ajustement k6 pour toutes les autres références.

Un montage incorrect pourra nuire à la durée de vie de la rotule. Un pourcentage très élevé de défaillance est directement lié à un montage incorrect.

Voici quelques exemples d'erreurs fréquemment commises :

- Ajustement trop serré entre la rotule et le logement.
- Outillage de montage inadéquat.
- Force excessive appliquée au montage.

## Matières

Les matières des différents constituants des rotules standard Unibal, figurant dans les pages suivantes, sont données à titre indicatif.

Nous nous réservons le droit d'en changer pour d'autres matériaux aux propriétés similaires qui n'altéreront pas les caractéristiques mécaniques des rotules.