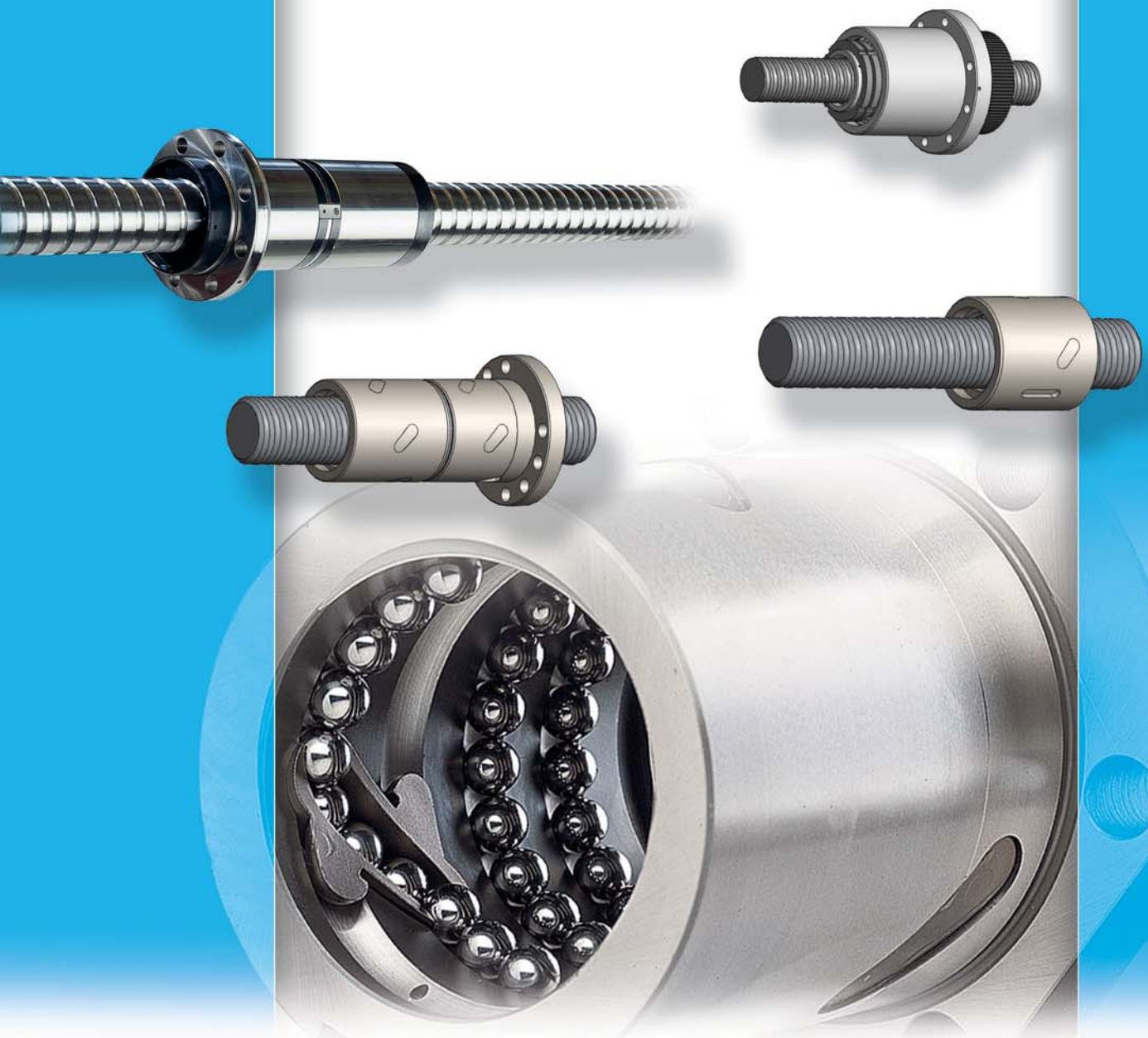
Vis à billes de précision à filets rectifiés

sommaire

Calculs :	
- Capacités de charges / Durée de vie	26
- Vitesse et charges moyennes	
- Rendement / Puissance motrice	
- Vitesse critique / Flambage	27
- Précharge / Rigidité	28
Exemples de calcul	29
Précision	30 - 31
Entretien	32
Programme de fabrication	32



Calculs

Capacités de charge

Coefficient de charge axiale dynamique C_a
(selon la norme DIN-69051)

Le coefficient de charge axiale dynamique C_a pour une vis à billes est la charge axiale centrée, invariable en grandeur et direction qui est capable de supporter théoriquement une vis à billes pour une vie de service nominale de 106 tours.

Coefficient de charge axiale statique C_{oa}
(selon la norme DIN-69051)

Le coefficient de charge axiale statique C_{oa} est la charge statique à effet axial et centré qui correspond à une déformation totale et permanente des billes ou pistes pour billes.

Durée de vie (selon la norme DIN-69051)

La vie de service L est le nombre de tours qu'un écrou (ou une vis) effectue par rapport à la vis (ou à l'écrou) avant que n'apparaissent les premiers symptômes de fatigue du matériel sur l'une des deux pièces ou sur le corps du roulement. La vie de service nominale L_{10} pour chaque vis à billes séparément ou pour un groupe de vis à billes qui travaillent dans des conditions identiques, est la vie de service permise dans 90 % des cas.

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{F_m}\right)^3 .10^6 \quad [\text{tours}] \qquad L_h = \frac{L_{10}}{n_m \,.\, f_n \,.\, 60} \quad [\text{h}]$$

$$C_a = 0{,}01 \,.\, \sqrt[3]{L_h \,.\, F_m^3 \,.\, n_m \,.\, f_n \,.\, 60}$$

où : L_{10} [tours] : durée nominale (tours)
L_h [h] : durée nominale (heures)
C_a [N] : capacité de charge dynamique
Fm [N] : charge moyenne
n_m [min-1] : vitesse moyenne

f_n [-] : facteur d'utilisation

$$f_n = \frac{\text{Fonctionnement de la vis}}{\text{Fonctionnement de la machine}}$$

$f_n \approx 0{,}25 \div 0{,}75$ (en machine-outil)

Vitesse et charge axiale moyennes (selon la norme DIN-69051)

Dans le cas d'une vitesse et d'une charge variables, il est nécessaire de déterminer la vitesse moyenne n_m et la charge axiale dynamique moyenne F_m pour calculer la vie de service.

Dans le cas d'une vitesse variable et de charge constante, on doit appliquer l'équation suivante pour déterminer la vitesse moyenne n_m *(figure ci-contre)*.

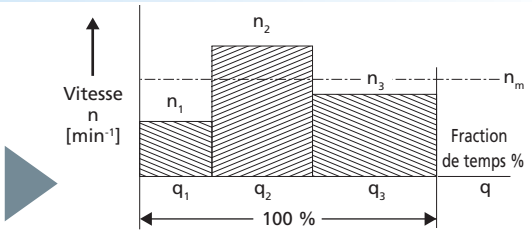
$$n_m = \frac{q_1}{100} .n_1 + \frac{q_2}{100} .n_2 + \ldots [\text{min}^{-1}]$$

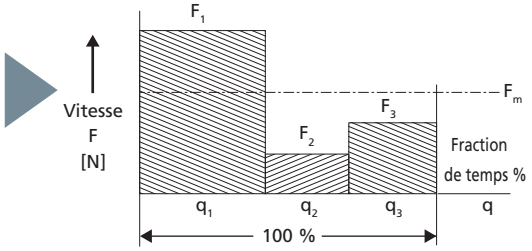
Dans le cas d'une charge variable et d'une vitesse constante, on doit appliquer l'équation suivante pour déterminer la charge moyenne F_m *(figure ci-contre)*.

$$F_m = \sqrt[3]{F_1^3 . \frac{q_1}{100} + F_2^3 . \frac{q_2}{100} + \ldots [\text{N}]}$$

Dans le cas d'une charge et d'une vitesse variables, on détermine la charge moyenne de la façon suivante :

$$F_m = \sqrt[3]{F_1^3 . \frac{q_1}{100} . \frac{n_1}{n_m} + F_2^3 . \frac{q_2}{100} . \frac{n_2}{n_m} + \ldots [\text{N}]}$$



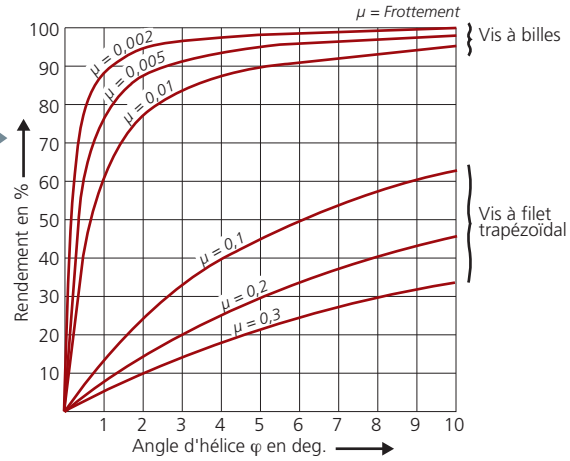


où : n_m [min-1] : vitesse moyenne
$n_1 \ldots n_n$ [min-1] : vitesses particulières
$q_1 \ldots q_n$ [%] : parts temporelles

F_m [N] : charge moyenne
F ; $F_1 \ldots F_n$; F_{mi}n; F_{max} [N] : forces effectives

Rendement

Le degré de rendement mécanique dans la vis à billes est très haut, près de 100 %, dû au coefficient de frottement existant entre les éléments. On indique sur le graphique la différence de rendement entre la vis à billes et la vis à filets trapézoïdaux. *Voir figure ci-contre*



Puissance motrice

Lors de la conception d'une machine, l'un des facteurs les plus importants est le couple moteur nécessaire pour mettre en marche l'ensemble vis-écrous. Lorsque le couple de rotation se change en déplacement linéaire, le couple de rotation nécessaire doit répondre à l'équation suivante :

$$T_a = \frac{F_{max} \,.\, P \,.\, S}{2000 \,.\, \pi \,.\, \eta} \quad [\text{Nm}]$$

Lorsque le déplacement linéaire se change en couple de rotation, le couple de rotation donné répond à l'équation suivante :

$$T_e = \frac{F_a \,.\, P \,.\, S \,.\, \eta'}{2000 \,.\, \pi} \quad [\text{Nm}]$$

La puissance motrice nécessaire :

$$P_a = \frac{T_a \,.\, n}{9550} \quad [\text{Kw}]$$

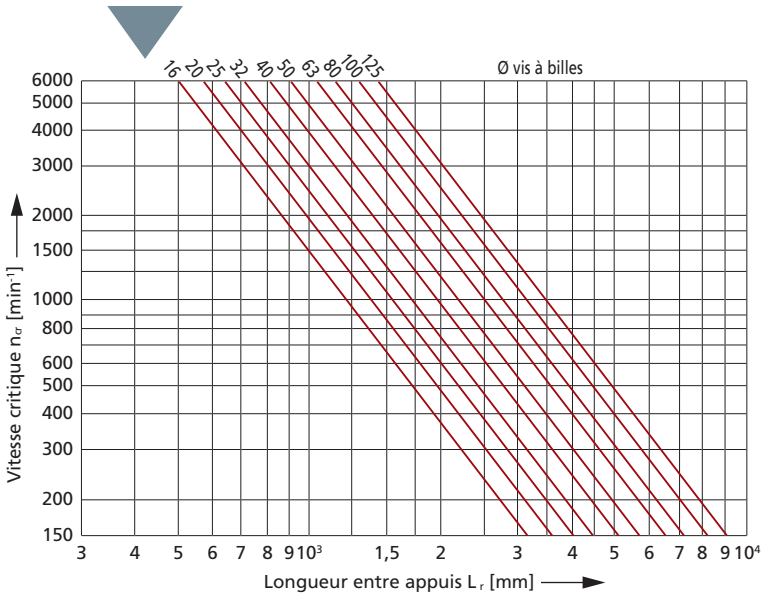
où : T_a [Nm] : couple nécessaire
T_e [Nm] : couple produit
F_{max} [N] : charge au point maximum
F_a [N] : force appliquée
P [mm] : pas de vis

S [1,25 ÷ 2] : facteur de sécurité
η [≈ 0,85] : rendement mécanique
η' [< 0,7] : rendement mécanique
P_a [Kw] : puissance du moteur
n [min-1] : vitesse de rotation

Vitesse critique

Il est nécessaire d'effectuer un contrôle de la vitesse de rotation lors de chaque application des vis à billes.

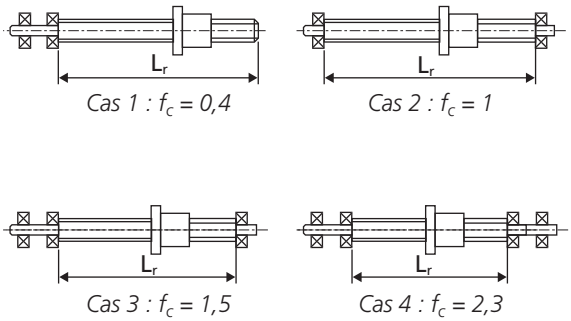
La vitesse critique d'une vis à billes dépend de son diamètre, de la longueur de la vis non supportée et du genre de support ou d'appui. *Voir figure ci-dessous.*



La vitesse critique varie en changeant le système de support. La vitesse de travail ne devrait jamais dépasser 80 % de la vitesse critique.

$n_{max} = n_{cr} \cdot f_c \cdot 0{,}8$

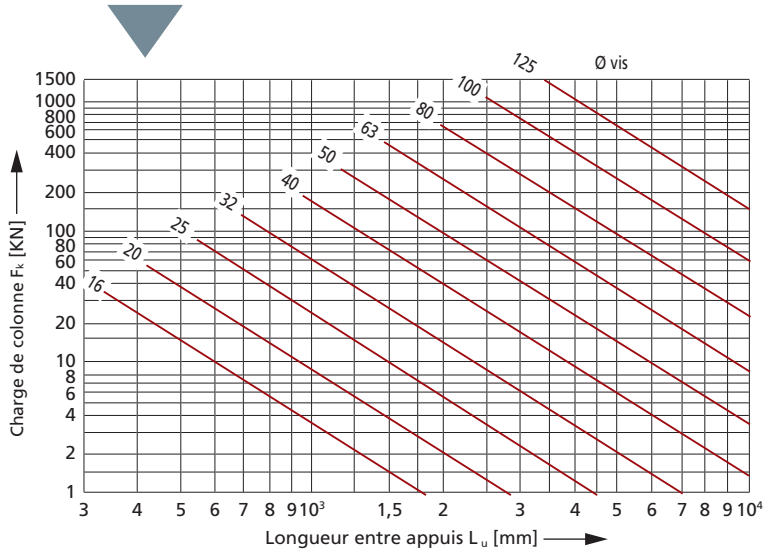
où : n_{max} [min^{-1}] : vitesse maximum
n_{cr} [min^{-1}] : vitesse critique
f_c [-] : facteur de correction supports



Flambage

Lorsqu'une charge de compression agit sur une vis à billes, elle peut être sujette à des déformations. La charge de compression que peut supporter une vis à billes dépend de son diamètre, de sa longueur et du type de support et d'appui.

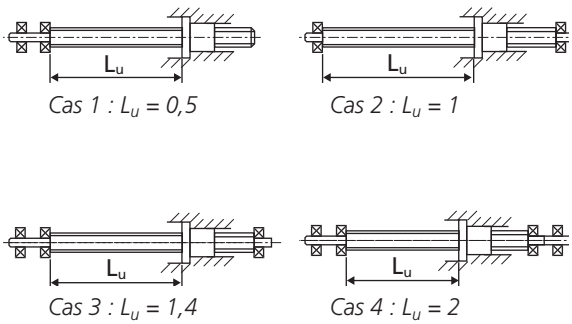
Par le ***diagramme ci-dessous,*** on détermine le flambage auquel on appliquera le facteur de correction correspondant au type de support. Le flambage maximal permis ne doit pas dépasser 80 %.



La vitesse critique varie en changeant le système de support. La vitesse de travail ne devrait jamais dépasser 80 % de la vitesse critique.

$n_{max} = F_k \cdot f_k \cdot 0{,}8$

où : n_{max} [KN] : charge maximum permise ≤ C_{oa}
F_k [KN] : flambage
f_k [-] : facteur de correction suivant support



Précharge

Dans la vis à billes à écrou unique, il y a un jeu axial entre les billes et les points de rotation.

Il est nécessaire, dans de nombreux cas, d'éliminer ce jeu afin d'augmenter la précision de positionnement et la rigidité de l'ensemble, en chargeant tout d'abord les deux écrous.

Pour éviter une diminution de vie, la précharge ne doit pas être supérieur à 1/3 de la charge moyenne F_m de travail.

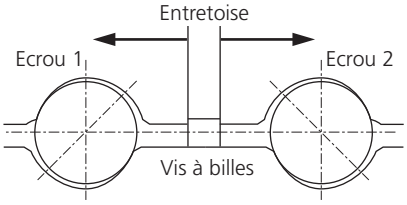
Si le client ne donne aucune indication, les vis à billes BSG sont livrées avec une précharge normalisée égal à 10 % de la charge dynamique C_a.

Type de précharge

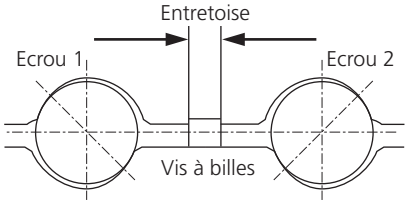
On peut appliquer une précharge aux écrous tant en **traction** qu'en **compression**. La précharge en **traction** s'obtient en insérant une entretoise calibrée entre les deux écrous ce qui les force à les séparer. L'augmentation de la précharge s'obtient en augmentant l'épaisseur de l'entretoise calibrée. Les hausses de température produisent une diminution de la précharge.

Dans le cas d'une précharge en **compression**, les écrous se regroupent en insérant une entretoise calibrée.

Moins l'entretoise calibrée est épaisse, plus la précharge augmente. Les hausses de température produisent une augmentation de la précharge.



Préchargement à la traction



Préchargement à la compression

Rigidité axiale

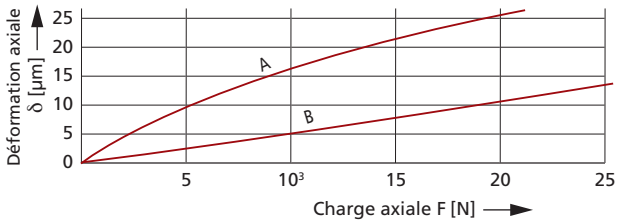
La rigidité est la relation entre la charge appliquée existante et la déformation qui se produit.

$$R = \frac{t}{\delta}$$

La rigidité totale de l'ensemble de la vis à billes est la somme de diverses rigidités individuelles (vis à billes, supports porte-roulements, etc.).

Il est important de tenir compte de l'influence de toutes ces valeurs.
La rigidité axiale d'une vis à billes se compose des facteurs suivants :

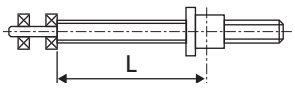
R_H = rigidité de la vis
R_T = rigidité de l'écrou
R_B = rigidité des billes dans la zone de contact
R_{TB} = rigidité de l'ensemble des paliers



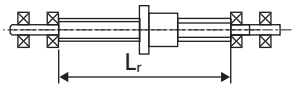
δ = déformation produite [µm]
F = charge appliquée [N]
R = rigidité de l'ensemble [N/µm]
A = sans précharge
B = avec précharge

Rigidité de la vis à billes - R_H

Elle suit un comportement linéaire et on peut la calculer suivant la loi d'élasticité de Hooke.
Il existe plusieurs options de montage que nous avons regroupées suivant deux groupes principaux.



Montage rigide sur une extrémité



Montage rigide sur deux extrémités

$$R_H = \frac{A \cdot E}{L \cdot 10^3} \quad [N/\mu m]$$

$$R_H = \frac{4 \cdot A \cdot E}{L_r \cdot 10^3} \quad [N/\mu m]$$

où : A [mm²] : Section de la vis à billes
E [21 x 104 N/mm²] : module d'élasticité
L et L_r [mm] : longueur entre appuis

Rigidité de l'écrou - R_T

Dû à la diversité du travail des vis, on peut difficilement adopter une détermination exacte. Comme dans le cas de l'écrou, la rigidité se calcule par la loi de Hooke.

Rigidité des billes dans la zone de contact - R_B

On calcule la rigidité en se basant sur la théorie de la déformation de contact de Hertz. Ces valeurs sont indiquées sur les tables de dimensions.

Rigidité de l'ensemble des écrous - R_{TB}

S'utilise en substitution de RT et RB.
Suivant le montage et l'exécution de l'unité d'écrou, on obtient :
RTB≃ 0,6 ÷ 0,8 . R_B [N/µm]

Rigidité totale de l'ensemble des vis à billes - R

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_H} + \frac{1}{R_T} + \frac{1}{R_B} = \frac{1}{R_H} + \frac{1}{R_{TB}}$$

$$R = \frac{R_H \cdot R_{TB}}{R_H + R_{TB}} \quad [N/\mu m]$$

Exemples de calcul

Premier exemple : calcul de la durée de vie

Vis à billes : $D_p = 52{,}1$ mm
Pas : $p = 10$ mm
La durée de vie de la machine doit atteindre 30 000 heures pour une durée de fonctionnement de la vis à billes de 60 %

Fraction du cycle q [%]	Vitesse de rotation n [min-1]	Charge axiale F_n [N]
$q_1 = 10$	$n_1 = 20$	$F_1 = 45000$
$q_2 = 40$	$n_2 = 40$	$F_2 = 30000$
$q_3 = 50$	$n_3 = 100$	$F_3 = 10000$

Vitesse moyenne

$$n_m = 20 \cdot \frac{10}{100} + 40 \cdot \frac{40}{100} + 100 \cdot \frac{50}{100} = 68 \text{ min}^{-1}$$

Charge moyenne

Le charge et la vitesse étant variables nous appliquons la formule suivante :

$$F_m = \sqrt[3]{45000^3 \cdot \frac{20}{68} \cdot \frac{10}{100} + 30000^3 \cdot \frac{40}{68} \cdot \frac{40}{100} + 10000^3 \cdot \frac{100}{68} \cdot \frac{50}{100}} = 9026 \text{ N}$$

Durée de vie L10 en nombre de tours

Nous devons appliquer :

$$L_h = \frac{L_{10}}{n_m \cdot f_n \cdot 60} \quad [h]$$

$$\text{Heures de fonctionnement machine} = L_h \cdot \frac{\text{Durée de fonctionnement machine}}{\text{Durée de fonctionnement vis à billes}}$$

D'où : $L_h = 30000 \cdot \frac{60}{100} = 18000$ heures $\qquad L_{10} = 18000 \cdot 60 \cdot 68 = 73{,}44 \times 10^6$ tours

Capacité de charge dynamique

Nous devons appliquer : $L_{10} = \left(\frac{C_a}{F_m}\right)^3 \cdot 10^6$ [tours] $\qquad$ d'où : $C_a = F_m \cdot \sqrt[3]{\frac{L_{10}}{10^6}}$

$$C_a = 9026 \cdot \sqrt[3]{\frac{73{,}44 \cdot 10^6}{10^6}} = 37798 \text{ N}$$

Suivant les indications techniques, nous constatons que nous avons besoin d'une vis à billes de $D_p = 52{,}1$ mm. Pas = 10 avec 3 circuits avec une capacité de charge dynamique de 42600 N.

$$L_{10} = \left(\frac{42600}{9026}\right)^3 \cdot 10^6 = 105{,}13 \cdot 10^6 \text{ tours}$$

Vérification : une fois que la vis à billes a été choisie, on calcule la durée en heures par rapport à la capacité de la charge dynamique de la vis choisie.

$$L_h = \frac{105{,}13 \cdot 10^6}{60 \cdot 68} = 26000 \text{ h}$$

Comme vous pouvez le constater, la durée en heures de la vis à billes choisie est supérieure à la durée en heures exigées.

Deuxième exemple : calcul de la rigidité

Diamètre premier : $D_p = 52{,}1$ mm
Pas : $P = 10$ mm
Numéro de circuit : $c = 3$
Charge dynamique : $C_a = 42600$ N
Charge moyenne : F_m : 14201 N
Longueur entre les appuis : $L_F = 1100$ mm

Rigidité dans la zone de contact des billes

Dans les pages techniques nous avons une valeur $R_B = 970$ N/µm

Rigidité de l'ensemble des écrous

d'où : $R_{TB} = 0{,}6 \div 0{,}8 \cdot R_B$ [N/µm] $\qquad R_{TB} = 0{,}8 \times 970 = 776$ N/µm

Rigidité de l'écrou entre appui

Montage rigide des deux extrémités $\quad R_H = \frac{4 \cdot A \cdot E}{L_r \cdot 10^3}$ [N/µm] $\qquad R_H = \frac{4 \cdot 1963 \cdot 21 \cdot 10^4}{1100 \cdot 10^3} = 1499$ N/µm

Rigidité totale

$$R = \frac{R_H \cdot R_{TB}}{R_H + R_{TB}} \quad [N/\mu m] \qquad R = \frac{1499 \cdot 776}{1499 + 776} = 511 \text{ N/µm}$$

Précision

Tolérances écart de pas

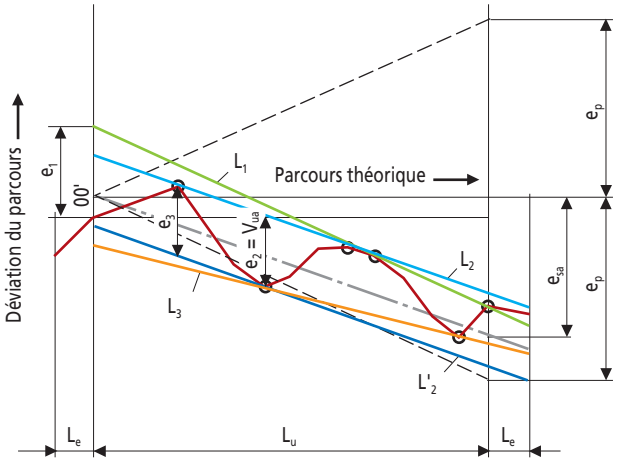
(suivant la norme DIN-69051)

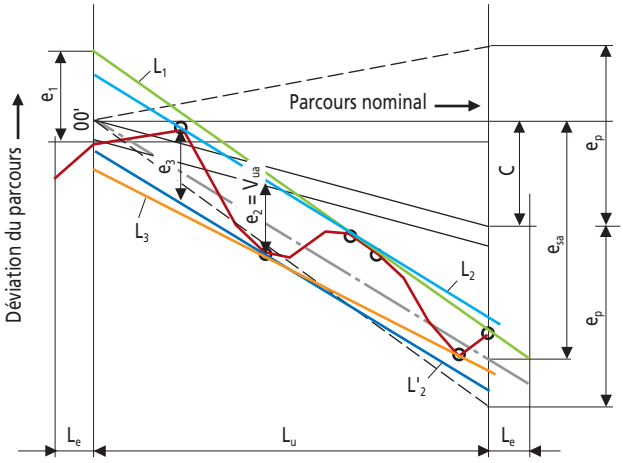
On a prévu les catégories de tolérance 1, 3, 5, 7 et 10 pour répondre aux exigences de chaque cas *(voir tableau V_{300p} page 31)*.

En accord avec les exigences fonctionnelles, on peut faire la différence entre les vis à billes de positionnement ou celles de transport.

- La vis à billes de positionnement est une vis à billes poussoir qui, avec son dispositif dans la dérivation de la course, permet de mesurer indirectement les parcours axiaux à travers l'angle de rotation.
- La vis à billes de transport est une vis à billes poussoir préparée avec la dérivation de parcours de façon à ce que, par la mesure de mouvement axial, on ait besoin d'un système de mesure séparée et qu'elle soit indépendante de l'angle de rotation.

La recherche de la tolérance d'oscillation de la course dans $V_{2\pi a}$ de fait par 9 mesures (8 x 45°) pour chaque rotation ou de forme continue sur un pas initial, au centre et en fin de course utile.
On réalise toujours ce contrôle sur demande spéciale.





Analyse des diagrammes de mesure

Pour déterminer la dérivation moyenne effectuée au cours de la course utile, le procédé mathématique est exact suivant la définition. Pour l'analyse, on recommande le procédé graphique et rapide comme méthode d'approche habituelle.

Procédé mathématique

La ligne droite de la dérivation moyenne de la course réelle résulte de l'équation générale :

$y = a + bx$ avec

$$a = \frac{\sum X_i^2 \cdot \sum Y_i - \sum X_i \cdot \sum X_i Y_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

étant

X = angle de rotation (course théorique ou nominale).

X_i = angle de rotation (course théorique ou nominale) se rapportant au point de mesure.

Y = dérivation de parcours (course), du parcours théorique ou nominal.

Y_i = déviation de parcours (course), du parcours théorique ou nominal pour l'angle de rotation (ou parcours) se rapportant au point de mesurage i.

n = nombre de points de mesure.

Procédé graphique

La détermination de la dérivation moyenne de la course réelle,

à partir du diagramme de déviation de la course se fait comme suit *(voir les graphiques ci-contre)*.

a - On trace une ou plusieurs lignes droites *(L_1, L_2, ...)* qui doivent au moins toucher deux pointes supérieures de la courbe de déviation de la courbe réelle et en répétant cette opération pour les pointes inférieures *(L_3, ...)*.

b - On détermine la distance maximum pour chaque cas *(e_1, e_2, e_3)* entre les lignes droites *(L_1, L_2 et L_3)* de la courbe de déviation du parcours réel, choisissant entre elles la distance minimum. Pour les deux graphiques, la distance sera e_2.

c - A travers ce point de la distance minimum et en parallèle à la droite correspondante, on trace une autre droite. Ce sera L'_2 en parallèle à L_2.

d - On obtient la dérivation moyenne réelle e_{sa} ou e_{oa} comme ligne centrale entre ces deux lignes droites parallèles *(L_2, L'_2)* et la largeur de la bande d'oscillation de la course *Vua* sur la course réelle L_u comme distance des parallèles.

$L_e = D_p$

Tolérances déviation de pas

(suivant la norme DIN-69051)

Vis à billes de positionnement						
L_u		e_p en µm par classe de tolérance				
Plus de	Jusqu'à	1	3	5	7	10
-	315	6	12	23	-	-
315	400	7	13	25	-	-
400	500	8	15	27	-	-
500	630	9	16	30	-	-
630	800	10	18	35	-	-
800	1000	11	21	40	-	-
1000	1250	13	24	46	-	-
1250	1600	15	29	54	-	-
1600	2000	18	35	65	-	-
2000	2500	22	41	77	-	-
2500	3150	26	50	93	-	-
3150	4000	32	62	115	-	-
4000	5000	-	76	140	-	-
5000	6300	-	-	170	-	-

Déviation moyenne de la course réelle sur course utile L_u.

Fig. a - e_{oa} en relation avec course nominale

Fig. b - e_{sa} en relation avec course théorique

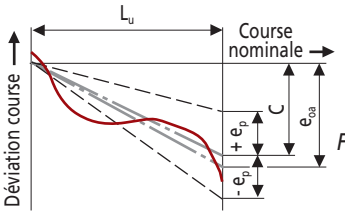


Fig. a

C = Compensations sur indication de l'usager

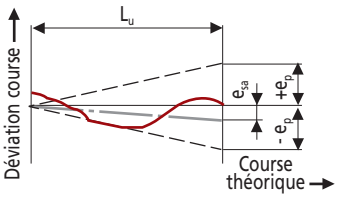
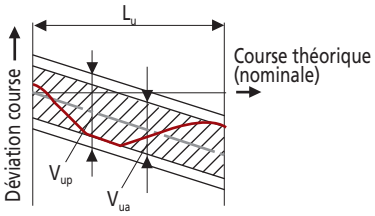


Fig. b

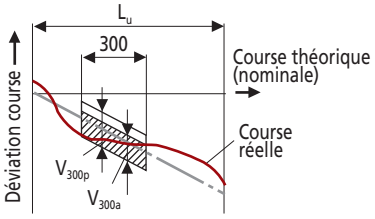
Vis à billes de positionnement						
L_u		V_{ua} en µm par classe de tolérance				
Plus de	Jusqu'à	1	3	5	7	10
-	315	6	12	23	-	-
315	400	6	12	25	-	-
400	500	7	13	26	-	-
500	630	7	14	29	-	-
630	800	8	16	31	-	-
800	1000	9	17	35	-	-
1000	1250	10	19	39	-	-
1250	1600	11	22	44	-	-
1600	2000	13	25	51	-	-
2000	2500	15	29	59	-	-
2500	3150	17	34	69	-	-
3150	4000	21	41	82	-	-
4000	5000	-	49	99	-	-
5000	6300	-	-	119	-	-

Oscillation de course V_{ua} sur course utile L_u.



Vis à billes de transport et de positionnement				
V_{300p} en µm par classe de tolérance				
1	3	5	7	10
6	12	23	52	210

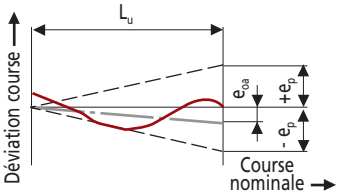
Oscillation de course V_{300p} sur 300 mm de course axiale.



Vis à billes de transport				
e_p en µm par classe de tolérance				
1	3	5	7	10

$$e_p = 2\,\frac{L_u}{300}\,V_{300p}$$

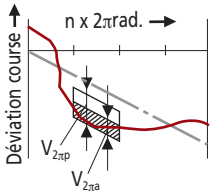
Déviation moyenne de la course réelle sur course utile L_u.



Vis à billes de positionnement				
$V_{2\pi p}$ en µm par classe de tolérance				
1	3	5	7	10
4	6	8	-	-

Oscillation de course $V_{2\pi a}$ dans 2π rad. (1 rotation)

Course théorique (nominale)



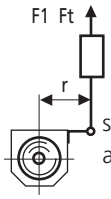
Tolérances couple de rotation

Vis à billes de transport et de positionnement						
		Pour $\frac{L_u}{D_p} \leq 40$; $L_u \leq 4000$				
T_{pr0} en Nm		ΔT_{prp} en % et T_{pro} pour classe de tolérance				
Plus de	Jusqu'à	1	3	5	7	10
0,2	0,4	35	40	50	-	-
0,4	0,6	25	40	40	-	-
0,6	1,0	25	30	35	40	-
1,0	2,5	20	25	30	35	-
2,5	6,3	15	20	25	30	-
6,3	10,0	-	15	20	30	-

		Pour $\frac{L_u}{D_p} \leq 60$; $L_u \leq 4000$				
T_{pr0} en Nm		ΔT_{prp} en % et T_{pro} pour classe de tolérance				
Plus de	Jusqu'à	1	3	5	7	10
0,2	0,4	40	50	60	-	-
0,4	0,6	33	40	45	-	-
0,6	1,0	30	35	40	45	-
1,0	2,5	25	30	35	40	-
2,5	6,3	20	25	30	35	-
6,3	10,0	-	20	25	35	-

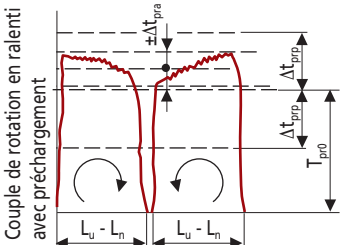
		Pour $L_u > 4000$				
T_{pr0} en Nm		ΔT_{prp} en % et T_{pro} pour classe de tolérance				
Plus de	Jusqu'à	1	3	5	7	10
-	0,6	Non déterminé				
0,6	1,0	-	40	45	50	-
1,0	2,5	-	35	40	45	-
2,5	6,3	-	30	35	40	-
6,3	10,0	-	25	30	35	-

Déviation limite ΔT_{prp} par couple de rotation en ralenti T_{pr0} avec précharge.



sans nettoyage $T_{pr0} = F \times r$

avec nettoyage $T_t = F_t \times r$



$L_u = L_n$ = course utile moins longueur écrou.

L'essai a lieu avec un nombre de r.p.m. de la vis à billes de 100 mm-1 dans les deux sens de rotation.

Le graissage s'effectuera avec de l'huile de viscosité type 150 VG 100.

Entretien

Graissage

Les vis à billes doivent être lubrifiées avec de l'huile ou de la graisse de qualité similaire à celles utilisées pour les roulements à billes.
Pour choisir le bon lubrifiant, il faut tenir compte des conditions de travail. Dû au déplacement axial, écrous-vis, le lubrifiant se perd et il faut donc prévoir un graissage constant. On ne doit pas employer des additifs de graphite ou de disufure de molybdène.

Graissage à l'huile

L'influence de la température est très importante parce que la dilatation longitudinale se répercute sur l'exactitude de la vis à billes.
La viscosité nécessaire dépend de la vitesse, de la température et de la charge (voir DIN 51517 et 51519 et ISO 3448).

Graissage avec la graisse

La lubrification avec la graisse permet de travailler entre 500 et 1000 heures sans avoir à faire un nouveau graissage. Cela veut dire que dans de nombreux cas, on évite un système de graissage. Pour le travail normal d'une vis à billes, il faut employer une graisse à consistance : NLGI 2 DIN 51818.

Stockage

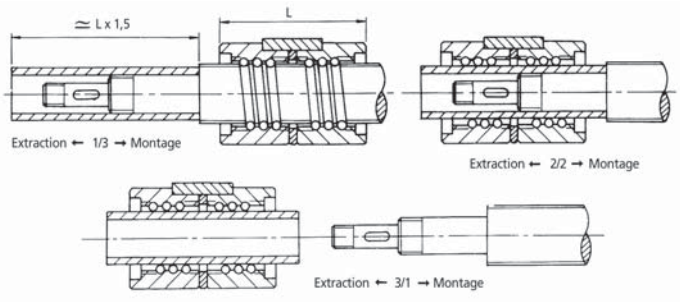
S'agissant de produits de précision, ils doivent être stockés dans des locaux propres et secs, en appui sur plusieurs points de toute la longueur. Ils doivent rester dans leur emballage original jusqu'au moment de leur utilisation.
Les vis à billes BSG doivent être manipulées avec soin vu qu'elles sont sensibles aux chocs et à la pollution. Avant leur expédition, après avoir subi un traitement anti-corrosion par anti-oxydant, elles sont emballées dans des emballages spéciaux.

Transport - Montage

Lors de la manipulation des vis à billes de l'entrepôt au montage, on évitera les mouvements brusques et les fausses positions d'appui qui puissent provoquer des déformations. Les logements pour le montage des écrous et des extrémités des vis à billes doivent être propres, sans poussières, ni peinture ou autres saletés. Il faut spécialement faire attention, en montant la vis à billes sur la machine, de vérifier l'alignement des supports des roulements et de l'écrou.

Démontage des écrous

Si on a besoin, quel que soit le cas, d'effectuer un démontage de l'écrou, il faut se servir alors d'un tube, comme il est indiqué *sur le schéma ci-dessous.*



Programme de fabrication

Diamètre	Pas 5				Pas 6				Pas 8				Pas 10				Pas 12				Pas 15				Pas 16				Pas 20				Pas 25				Pas 30					Pas 40				Pas 50		Pas 60	
nc	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	2	3	4	5	6	3	4	5	6	2	3	2	3
20	R		R	R	R		R	R																																									
25	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R	R	R	R																														
32	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R	R	R	R																														
40	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R	R	R	R					R		R	R	B	B	B	B	A	A	A	A													
50	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R	R	R	R					R		R	R	B	A	B	B	A	A	A	A		A	A	A	A								
63	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		R	R	B	A	B	B	A	A	A	A	A	A		A		A	A							
80													R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		R	R	B	A	B	B	B	A	B	B		A	A	A	A	A	A	A	A					
100													R		R	R	R	R	R	R					R		R	R	B	A	B	B	B	A	B	B	A	A		A		A	A			A	A	A	A
120													R		R	R	R	R	R	R					R		R	R		A	R	B	R	A	R	B	A			A		A	A			A	A	A	A
125													R		R	R	R	R	R	R					R		R	R		A	R	B	R	A	R	B	A			A		A	A			A	A	A	A
140																														B		B	A	B	A	B	A			A		A	A			A	A	A	A
160																														R		R		R		R						A	A					A	A
180																														R		R		R		R						A	A					A	A
200																														R		R		R		R						A	A					A	A
220																														R		R		R		R						A	A					A	A
240																														R		R		R		R						A	A					A	A
260																														R		R		R		R						A	A					A	A
280																														R		R		R		R						A	A					A	A
300																														R		R		R		R						A	A					A	A

A *Avec recirculateur axial*
R *Avec recirculateur radial*
B *Avec recirculateur axial et radial*

Exécution de vis à billes spéciales selon plan client

Toutes ces vis peuvent également être proposées dans des aciers inoxydables