

# ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Notion(s) abordées(s) en **CI 3** / construction pivot : ajustement roulements  
Notion(s) requise(s) en **CI 2** / communication technique

## 1) METHODE EXPERIMENTALE.

Le paramètre généralement imposé dans les calculs liés au guidage en rotation par roulements est sa **durée de vie**. Elle est communément notée :  $L$ . Elle peut s'exprimer en **nombre de tours** ou en heures de fonctionnement.

### 1.1) Qu'est-ce qui influence la durée de vie d'un roulement ?

Les paramètres principaux sont :

- L'intensité des actions mécaniques,
- La direction des actions mécaniques,
- Les chocs éventuels,
- La vitesse de rotation,
- Les ajustements choisis le montage.

### 1.2) Principe de calcul :

Le but est d'effectuer les bons choix (dimension du roulement, ajustements de montage) qui permettent d'**atteindre** la durée de vie voulue. Le lien qui existe entre la durée de vie et les autres paramètres se résume dans une formule expérimentale issue d'une méthode de calculs développée par le fabricant de roulements **SKF**.

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

►  $L$  est la durée de vie du roulement (en millions de tours) atteinte ou dépassée par 90% des roulements.

►  $C$  est une **charge de base** (en N). Elle est :

- **dynamique** quand la vitesse de rotation est importante. Sa valeur est telle que le roulement atteint une durée de vie **d'un million de tours**.
- **statique** quand la vitesse de rotation est faible ou lorsque le roulement est à l'arrêt ou avec de faibles oscillations accompagnées de chocs. Notée dans ce cas  $C_0$ , sa valeur est telle que le roulement supporte une certaine contrainte (voir figure 1 ci-dessous).

Figure 1 : Charge statique de base pour différents types de roulements

**4600 Mpa,**  
roulements à rotule sur billes



**4200 Mpa,**  
autres roulements à billes



**4000 Mpa,**  
roulements à rouleaux



►  $P$  est la **charge équivalente** (en N), c'est à dire la charge correspondant aux conditions réelles d'utilisation du roulement. Elle est :

- **dynamique** quand la vitesse de rotation est importante.
- **statique** quand la vitesse de rotation faible ou que le roulement fonctionne en faibles oscillations ou à l'arrêt. Elle se note dans ce cas  $P_0$ .

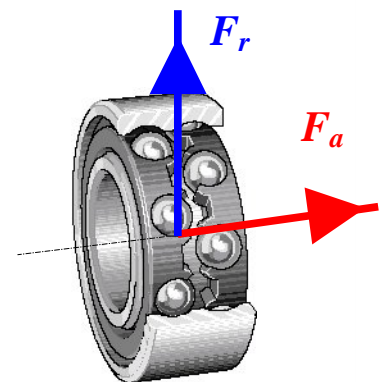
Elle se calcule à partir **des actions mécaniques** encaissées par le roulement et de **coefficients** notés  $X$  et  $Y$  ou  $X_0$  et  $Y_0$  s'il s'agit de coefficients statiques.

$$P = XF_r + YF_a \quad \text{Dynamique}$$

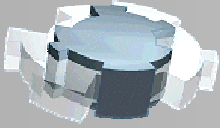
$$P_0 = X_0F_r + Y_0F_a \quad \text{Statique}$$

$X$  et  $Y$ , ou  $X_0$  et  $Y_0$  caractérisent la capacité du roulement à encaisser des efforts dans une direction donnée ( $X$  et  $X_0$  pour radiale, et  $Y$  et  $Y_0$  pour axiale). Ils se déterminent expérimentalement en fonction des efforts axiaux  $F_a$  et radiaux  $F_r$  supportés par le roulement (voir figure 2).

Figure 2 : Décomposition de la charge équivalente



►  $p = 3$  pour les roulements à bille et  $10 / 3$  pour les roulements à rouleaux.



# ETUDE DES CONSTRUCTIONS

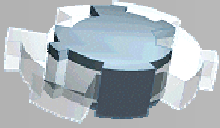
Notion(s) abordée(s) en **CI 3** / construction pivot : ajustement roulements  
 Notion(s) requise(s) en **CI 2** / communication technique

## 2) TABLEAUX EXPERIMENTAUX.

### 2.1) Coefficients axiaux et radiaux.

\* Se reporter aux tableaux du constructeur

		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$X_0$	$Y_0$
		X	Y	X	Y			
Roulements rigides à 1 rangée de billes	$\frac{F_a}{C_0} = \begin{cases} 0,025 \\ 0,04 \\ 0,07 \\ 0,13 \\ 0,25 \\ 0,5 \end{cases}$	1	0	0,56	2	0,22	0,6	0,5
					1,8	0,24		
					1,6	0,27		
					1,4	0,31		
					1,2	0,37		
					1	0,44		
Roulements à rotule sur billes		1	Y*	0,65	Y*	e*	1	Y <sub>0</sub> *
Roulements à 1 rangée de billes à contact oblique	En "X" ou "O"	1	0,55	0,57	0,93	1,14	1	0,52
	En "T"	1	0	0,35	0,57	1,14	0,5	0,26
Roulements à 2 rangées de billes à contact oblique		1	0,73	0,62	1,17	0,86	1	0,63
Roulements à rouleaux cylindriques		1	0	1	0	-	1	0
Roulements à rotule sur rouleaux		1	Y*	0,67	Y*	e*	1	Y <sub>0</sub> *
Roulements à rouleaux coniques		1	0	0,4	Y*	e*	0,5	Y <sub>0</sub> *
Toutes butées sauf à rotule sur rouleaux		0	1	0	1	-	0	1
Butées à rotule sur rouleaux		1,2	1	-	-	1/0,55	Si $P_0 < F_r$ alors 2,7 Si $P_0 = F_r$ alors 1	1

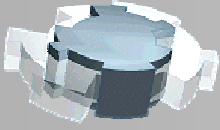


# ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Notion(s) abordée(s) en **CI 3** / construction pivot : ajustement roulements  
 Notion(s) requise(s) en **CI 2** / communication technique

## 2.2) Tolérances sur l'arbre des roulements.

Type de roulement Condition		ROULEMENT					TOLERANCE	
		À billes	À rouleaux cylindriques ou à aiguilles	À rotule sur rouleaux	À rouleaux coniques	À aiguilles sans bague intérieure		
Bague fixe par rapport à la direction de la charge						∇ d	g5	
		∇ d		∇ d			g6	
			∇ d				j6 - h6	
					∇ d		f6	
Bague tournante par rapport à la direction de la charge	Faible $\frac{C}{P} < 5$	d ≤ 100	d ≤ 40	d ≤ 40	-		j6	
		100 < d ≤ 200	40 < d ≤ 140	40 < d ≤ 100	-		k6	
		-			d ≤ 120		m6	
		-	-	-	120 < d ≤ 400		n6	
	Modéré $5 < \frac{C}{P} < 10$	d ≤ 100	d ≤ 40	d ≤ 40	-		k6	
		100 < d ≤ 200	40 < d ≤ 140	40 < d ≤ 100	d ≤ 120		m6	
			140 < d ≤ 200	100 < d ≤ 140	120 < d ≤ 400		n6	
			200 < d ≤ 400	140 < d ≤ 400	-		p6	
	Fort $\frac{C}{P} > 10$	d ≤ 100	-	-	-		k6	
		100 < d ≤ 140	-	-	-		m6	
		140 < d ≤ 200	50 < d ≤ 140	50 < d ≤ 100	d ≤ 120		n6	
		-	140 < d ≤ 200	100 < d ≤ 140	120 < d ≤ 180		p6	
		-	-	140 < d ≤ 200	180 < d ≤ 400		r7	
	∇ charge						∇ d	h5



# ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Notion(s) abordée(s) en **CI 3** / construction pivot : ajustement roulements  
 Notion(s) requise(s) en **CI 2** / communication technique

## 2.3) Tolérances sur l'alésage des roulements.

\* Pour forte charge

Condition		Type de roulement	À billes	À rouleaux cylindriques ou à aiguilles	À rotule sur rouleaux	À rouleaux coniques	À douille à aiguilles
		Bague fixe par rapport à la direction de la charge	Bague réglable	J7	K7 (H7)*	H7	J7
Bague non réglable							
Bague tournante par rapport à la direction de la charge	Faible $\frac{C}{P} < 5$	K7	M7	M7	P7 (R7)*		
	Modéré $5 < \frac{C}{P} < 10$	M7	N7	N7			
	Fort $\frac{C}{P} > 10$	N7	P7	P7			

## 2.4) Quelques remarques.

- Les défaut de forme des portées de roulement doivent être normalement inférieurs à la moitié de la tolérance de dimension.
- Les états de surface ont également une certaine importance. Les arbres doivent généralement être rectifiés et les logements rectifiés ou alésés finement.
- Pour les roulements à aiguilles sans bague intérieure et les douilles, les arbres doivent présenter une dureté suffisante en fonction de la charge équivalente et de la dureté demandée, ainsi qu'un état de surface convenable obtenu par rectification.