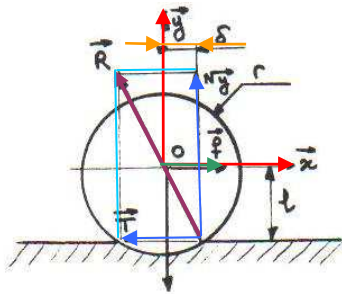


# Résumé de cours « Roulements »

## Qu'est ce que le coefficient de résistance au roulement. Le mettre en évidence sur le schéma

$\delta$  est le coefficient de résistance au roulement, c'est une longueur et non un coefficient sans unité



$$M_t/Oz : N \cdot \delta - T \cdot \ell = 0$$

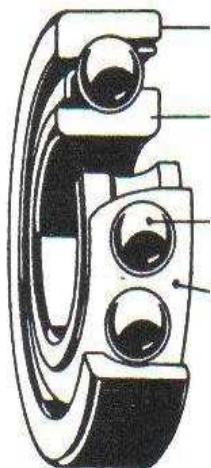
$$/x : f - T = 0$$

$$/y : N - mg = 0$$

$$\text{Donc puisque } \ell = r$$

$$f = mg \cdot \frac{\delta}{r}$$

## Matériaux constituant les roulements



Bague extérieure

Acier au chrome 100C<sub>6</sub>

Bague intérieure

TT : TH à 850°, R<sub>v</sub>700

Acier au chrome 100C<sub>5</sub>

Cage emboutie

Ou usinée dans la masse (Vitesse importante)

Ou coulée (Vitesse très importante)

# Différents types de roulements

<p><b>ROULEMENTS RIGIDES A UNE RANGÉE DE BILLES</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> <math>F_r</math> } importants</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$	2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$	<p><b>ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a = 0</math> <math>F_r</math> très élevé</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
<p><b>ROULEMENTS A ROTULE SUR DEUX RANGÉES DE BILLES</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> <math>F_r</math> } modérées</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$	2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$	<p><b>ROULEMENTS A ROTULE SUR DEUX RANGÉES DE ROULEAUX CONIQUES</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> uniaxial <math>F_r</math> élevé</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
2	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
<p><b>ROULEMENTS A CONTACT OBLIQUE</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> uniaxial <math>F_r</math> important</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$	<p><b>ROULEMENTS A ROTULE SUR DEUX RANGÉES DE ROULEAUX</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>E_{\alpha x}</math></td><td><math>E_{\alpha y}</math></td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> modérée <math>F_r</math> important</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$							
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	0	0	0	$E_{\alpha x}$	$E_{\alpha y}$	$\theta_z$																																
<p><b>ROULEMENTS A DEUX RANGÉES DE BILLES A CONTACT OBLIQUE</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><math>\theta_z</math></td></tr> </table> <p><math>F_a</math> <math>F_r</math> } importants</p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	5	0	0	0	0	0	$\theta_z$	<p><b>BUTÉE A BILLES A SIMPLE ET DOUBLE EFFET</b></p>	<table border="1"> <tr><th><math>m_s</math></th><th><math>\alpha</math></th><th><math>\gamma</math></th><th><math>\beta</math></th><th><math>\theta_x</math></th><th><math>\theta_y</math></th><th><math>\theta_z</math></th></tr> <tr><td>3</td><td><math>\alpha</math></td><td><math>\gamma</math></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table> <p><math>F_a</math> élevée <math>F_r = 0</math></p>	$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	3	$\alpha$	$\gamma$	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
5	0	0	0	0	0	$\theta_z$																																
$m_s$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$																																
3	$\alpha$	$\gamma$	0	0	0	0																																
5	0	0	0	0	0	0																																

## Théorie de hertz : loi liant le déplacement relatif a la composante normale

### Contact ponctuel

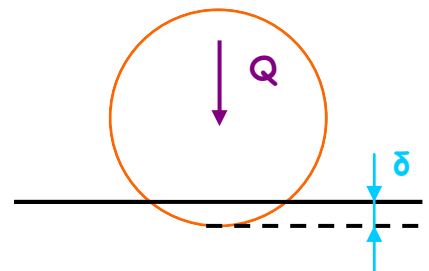
$$\delta = K_1 \cdot Q^{2/3}$$

- Avec  $K_1$  dépendant :
- des modules d'élasticité des 2 matériaux
  - des coefficients de Poisson ( $\nu_1$  et  $\nu_2$ )
  - des rayons de courbures principaux

### Contact linéique

Si  $\ell$  est la longueur du segment de contact :

$$\delta = K_2 \cdot \frac{Q}{\ell^{0.5}}$$



## Relation entre $\delta_a$ et $\delta_i$ pour un roulement a bille à contact oblique

$$\delta_i = \delta_a \cdot \cos \beta + \delta_r \cdot \sin \beta \cdot \cos \theta_i$$

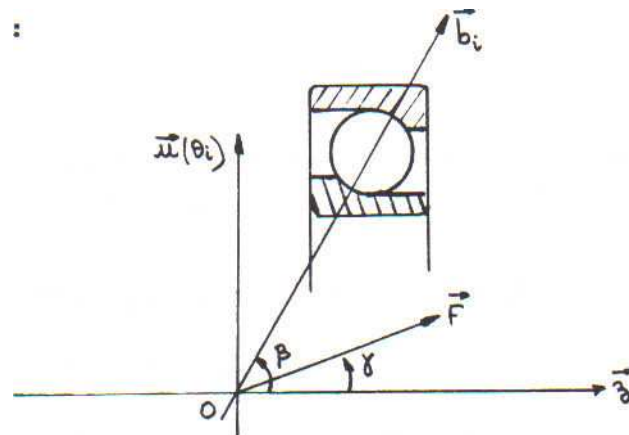
$$\delta_a = \delta_r \cdot a \cdot \tan \beta$$

## Conclusion sur l'effort axial

Un effort purement radial ne peut être supporté, il faut exercer un effort axial minimal

$$\frac{F_a}{F_r} \cdot \tan \beta \geq 1,25$$

$$\text{Et } \frac{F_r}{F_a} = \tan \gamma$$



## Relations cinématiques liant les bagues intérieure, extérieure, la cage et l'élément roulant

$$\omega_{34} = \frac{2Dd^*(\omega_{20} - \omega_{10})}{D^2 - d^2}$$

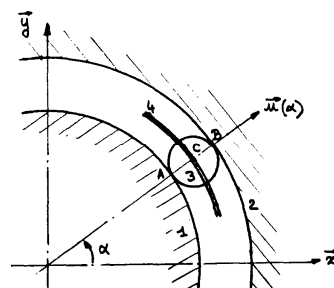
et

$$\omega_{30} = \omega_{34} + \omega_{40}$$

Donnent :  

$$\omega_{40} = \frac{d\omega_{10} + D\omega_{20}}{d + D}$$

$$\omega_{30} = \frac{D\omega_{20} - d\omega_{10}}{D - d}$$



On pose :

$$\vec{OA} = \frac{d}{2} \vec{\omega}(\omega)$$

$$\vec{OB} = \frac{D}{2} \vec{\omega}(\omega)$$

$$\vec{OC} = \frac{D+d}{4} \vec{\omega}(\omega)$$

## Relation entre durée de vie et capacité de charge dynamique

$$l = \left( \frac{C}{P} \right)^p \text{ en millions de tours}$$

## Relation permettant de déterminer une charge moyenne lorsque les charges sont variables mais de direction constante

$$F = \left( \frac{\sum_i F_i^3 \cdot N_i}{\sum N_i} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Avec  $F_i$  = effort constant

Et  $N_i$  = nombre de tours

## Levé de l'hyper statisme axial d'un montage

On pose :

$$Fa_1 = Fa_{\min} = \frac{Fr_1}{2.Y_1} \text{ ou } Fa_2 = Fa_{\min} = \frac{Fr_2}{2.Y_2}$$

$$\text{Et } Fa + Fa_2 - Fa_1 = 0$$