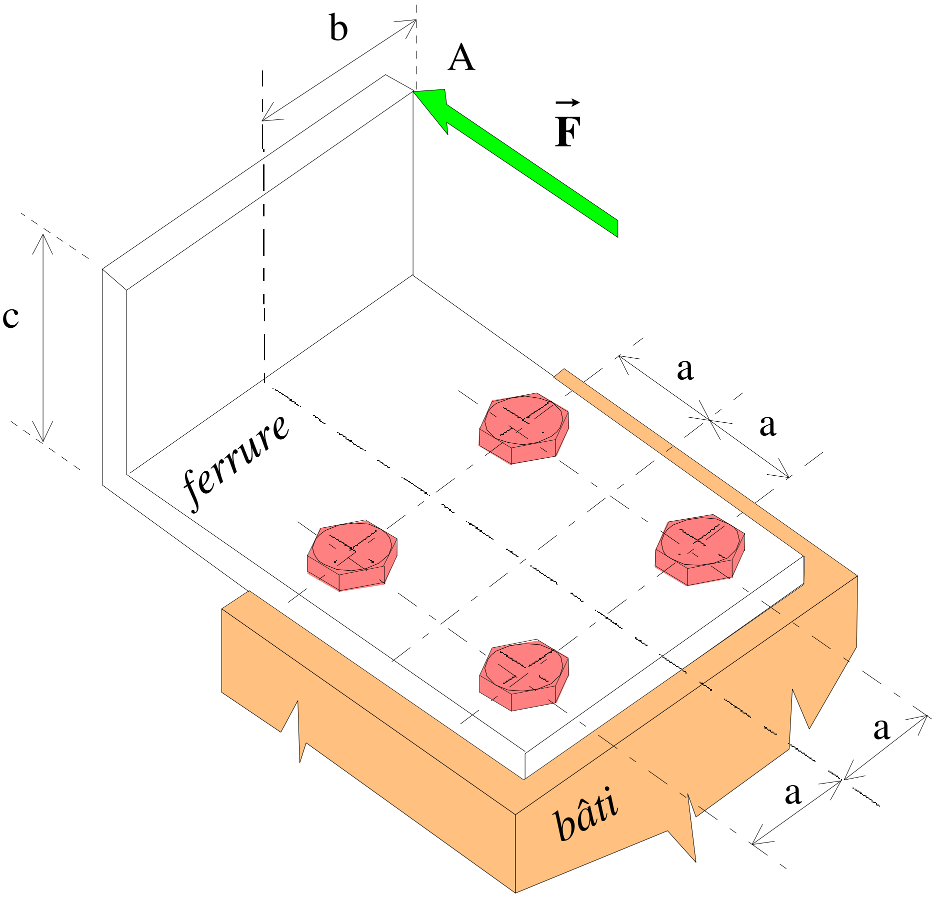
LIAISONS STRUCTURALES : BOULONNAGE

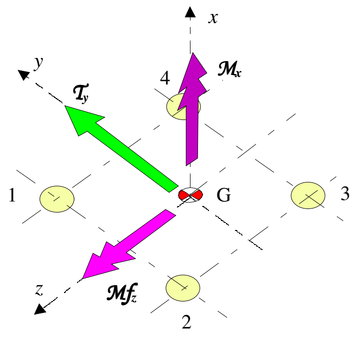
On considère la jonction boulonnée de la figure ci-dessous composée d'une ferrure en liaison encastrement avec un bâti, le maintien en position étant assuré par quatre boulons ajustés de section "s" dans la zone d'interface de liaison. Au point A s'exerce l'effort $\vec{F}$, et on se propose d'évaluer les sollicitations sur les tiges des boulons pour en déterminer leur diamètre minimal.
Prendre connaissance de la méthodologie dans le fichier ressources « res-assemblages-boulonnes »
Appliquer la démarche suivante:

- formuler les hypothèses de calcul
- définir la section équivalente de la jonction boulonnée, son repère local (bien identifier la partie conservée) et ses caractéristiques géométriques.
- rechercher le torseur de cohésion transmissible au centre géométrique de la section équivalente
- calculer les efforts induits par les composantes du torseur de cohésion dans chaque section de boulon
- appliquer le critère de résistance sur le boulon le plus sollicité et conclure

Après avoir développé les calculs littéraux faire l'application numérique et faire des représentations graphiques en perspective pour le torseur de cohésion et les efforts induits dans les sections des boulons.
AN:
F= 10000 N, a = b = c = 100
boulons de classe de résistance 5.6 (Re =300 MPa et Rr =500 MPa, Rrg = 0.6 Rr)



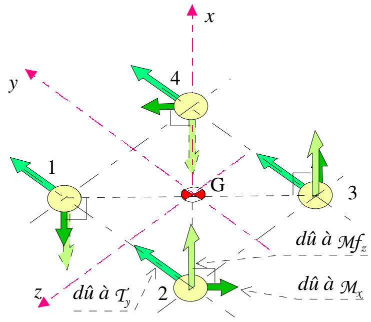
ELEMENTS DE CORRECTION



On néglige le serrage initial des boulons. Au point A s'exerce l'effort $\vec{F}$, et on se propose d'évaluer les sollicitations sur les tiges des boulons en suivant la méthodologie exposée dans l'ouvrage "Dimensionnement des structures" D. GAY et J. GAMBELIN éditions Hermes. On obtient la jonction boulonnée équivalente de la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**ci-contre avec ses axes principaux $\vec{y}$ et $\vec{z}$, sur laquelle agit un torseur de cohésion transmissible.

$$\begin{Bmatrix} \overrightarrow{\mathcal{R}} = F\vec{y} \\ \overrightarrow{\mathcal{M}_G} = (F\times b)\vec{x} + (F\times c)\vec{z} \end{Bmatrix}_{G,r}$$

correspondant à : $\mathcal{T}_y = +10000$; $\mathcal{M}_x = +1000000$; $\mathcal{M}f_z = +1000000$

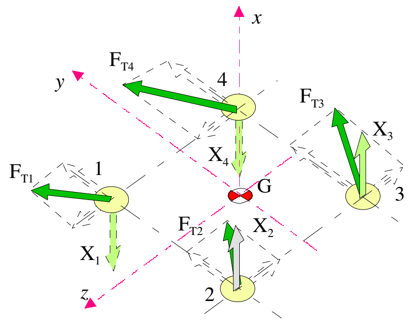


La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**ci-contre représente les efforts induits sur chaque section par les trois composantes du torseur de cohésion précédemment défini au centre géométrique G.

Les caractéristiques de la section sont : $I_y = I_z = 4a^2 s$; $I_0 = 8a^2 s$

Les composantes X_i, Y_i, Z_i des efforts sur les tiges n°i calculées (cf. méthodologie) sont indiquées dans le tableau suivant :

tige n°1	$X_1 = -F\frac{c\times a}{4a^2} = -\frac{F\times c}{4a} = -2500$ $Y_1 = \frac{F}{4} - F\frac{b\times a}{8a^2} = \frac{F}{4} - \frac{F\times b}{8a} = 1250$; $Z_1 = \frac{F\times b}{8a} = 1250$
tige n°2	$X_2 = -F\frac{c\times(-a)}{4a^2} = \frac{F\times c}{4a} = 2500$ $Y_2 = \frac{F}{4} - F\frac{b\times a}{8a^2} = \frac{F}{4} - \frac{F\times b}{8a} = 12500$; $Z_2 = -\frac{F\times b}{8a} = -1250$
tige n°3	$X_3 = -F\frac{c\times(-a)}{4a^2} = \frac{F\times c}{4a} = 2500$ $Y_3 = \frac{F}{4} - F\frac{b\times(-a)}{8a^2} = \frac{F}{4} + \frac{F\times b}{8a} = 3750$; $Z_3 = -\frac{F\times b}{8a} = 1250$
tige n°4	$X_4 = -F\frac{c\times a}{4a^2} = -\frac{F\times c}{4a} = -2500$ $Y_4 = \frac{F}{4} - F\frac{b\times(-a)}{8a^2} = \frac{F}{4} + \frac{F\times b}{8a} = 3750$; $Z_4 = \frac{F\times b}{8a} = 1250$



La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** donne une représentation graphique des efforts appliqués sur chaque boulon obtenue à partir des efforts X_i, Y_i, Z_i..

On note un effort maximum de "traction + cisaillement" sur la tige n°3, avec les composantes :

$$X_3 = \frac{F\times c}{4a} = 2500; \quad F_{T3} = \sqrt{Y_3^{\,2} + Z_3^{\,2}} = \frac{F}{4}\sqrt{1 + \frac{b}{a} + \frac{b^2}{2a^2}} = 3952{,}8$$

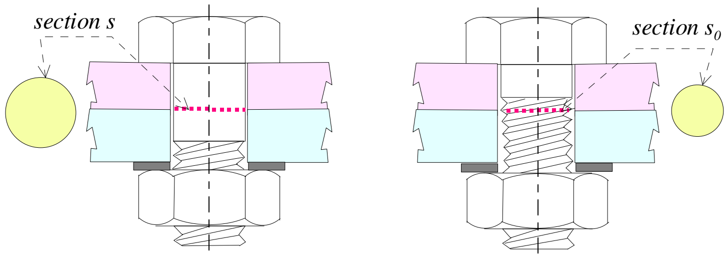
Il faut ensuite vérifier pour cette jonction boulonnée le critère de résistance avec l'effort maximum obtenu.

- contrainte normale "moyenne" qui atteint dans la tige son maximum dans une section à fond de filet ou *section du noyau* notée s_0 :

$$\sigma_i = \frac{X_i}{s_0}$$

- contrainte tangentielle $\tau_i = \sqrt{\tau_{xy_i}{}^2 + \tau_{xz_i}{}^2}$. Elle est calculée dans la section de tige qui se trouve à l'interface entre les pièces assemblées. On notera que cette section peut être celle de la tige lisse, s, ou bien celle de la tige filetée, soit s_0 :

$$\tau_{xy_i} = \frac{Y_i}{s\,(\text{ou } s_0)}\ ; \qquad \tau_{xz\,i} = \frac{Z_i}{s\,(\text{ou } s_0)}$$



a) section de la tige lisse *b) section du noyau*

Les contraintes engendrées dans la section du noyau s_o du corps de la vis sont : $\sigma_3 = \dfrac{X_3}{s_o}$ et $\tau_3 = \dfrac{\sqrt{Y_3{}^2 + Z_3{}^2}}{s_o} = \dfrac{F_{T3}}{s_o}$

Selon le critère de dimensionnement EUROCODE pour que la celle liaison résiste il faut que $\dfrac{\sigma_3}{0.84 \times R_r} + \dfrac{\tau_3}{0.8 \times R_{rg}} \leq 1$

soit $\dfrac{X_3}{s_o \times Rr \times 0{,}84} + \dfrac{\sqrt{Y_3{}^2 + Z_3{}^2}}{s_o \times Rrg \times 0{,}8} \leq 1 \Rightarrow \dfrac{2500}{s_o \times 500 \times 0{,}84} + \dfrac{\sqrt{3750^2 + 1250^2}}{s_o \times 300 \times 0{,}8} \leq 1 \Rightarrow s_o \geq 22{,}37\text{mm}^2$

pour cette section de noyau, la vis M6 pourrait convenir avec un une section de noyau s_o=20 mm², on peut prendre la valeur M8 nettement supérieure

Remarque :
Si les sollicitations étaient isolées

En traction seule : $\dfrac{\sigma_3}{Rr} \leq 0{,}6 \Rightarrow \dfrac{2500}{s_o \times 500} \leq 0{,}6 \Rightarrow s_o \geq 8{,}3\text{mm}^2$

En cisaillement seul / $\dfrac{\tau_3}{Rrg} \leq 0{,}8 \Rightarrow \dfrac{3952{,}8}{s_o \times 300} \leq 0{,}8 \Rightarrow s_o \geq 16\text{mm}^2$