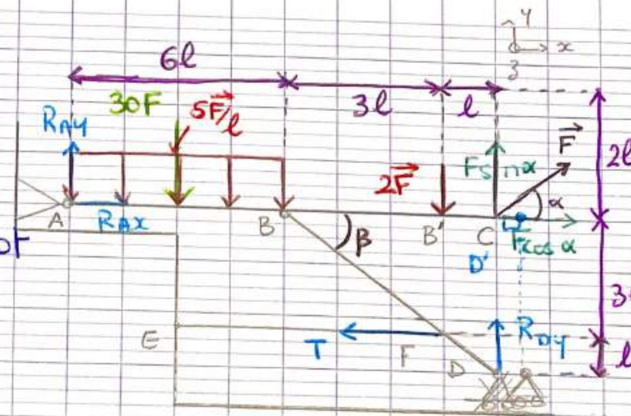
02/10/2020

TD 1

Exercice 1 :



Pt A : articulation / pivot
" D : pivot glissant
T : tension du fil

Equilibre statique de la structure (Σ) : Ensemble des trois poutres

Le pt B est interne au système
⇒ on ne peut pas le considérer cô une liaison w/ l'extérieur

PFS :

$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$x : R_{Ax} - T + F\cos\alpha = 0$ (1)

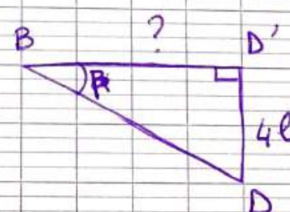
$y : R_{Ay} - \underbrace{\frac{5F}{\ell} \times 6\ell}_{30F} - 2F + F\sin\alpha + R_{Dy} = 0$ (2)

$\Rightarrow R_{Ay} + R_{Dy} = 32F - F.\sin\alpha$ (2)

$\sum \vec{\mathcal{M}}_A = \vec{0}$

$3 : (-30F \times 3\ell) - (2F \times 9\ell) + (10\ell \times F.\sin\alpha) - F\cos\alpha 2\ell - T \times 3\ell + R_{Dy} \times AD' = 0$

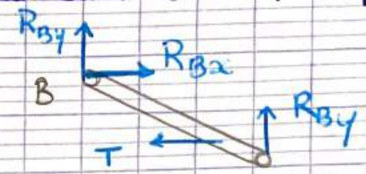
$\Rightarrow \underset{?}{AD'} \times R_{Dy} - 3\ell.T = 108F\ell - 10F\ell\sin\alpha + 2F\ell.\cos\alpha$ (3)



$AD' = AB + BD' = 6\ell + BD'$

$tg\,\beta = \frac{4\ell}{BD'} \Rightarrow BD' = \frac{4\ell}{tg\,\beta} \longrightarrow AD' = 6\ell + \frac{4\ell}{tg\,\beta}$

Pour avoir une 4^e eq., on isole la poutre



TMS : Théorème du moment statique

$$\sum \overrightarrow{\mathcal{M}_B} = \vec{0} \longrightarrow z : -T \times 3\ell + R_{Dy} \cdot BD' = 0$$

$$\Rightarrow T = \frac{BD'}{3\ell} \times R_{Dy}$$

$$= \frac{4\ell}{tg\beta \cdot 3\ell} \cdot R_{Dy}$$

$$\Rightarrow \boxed{T = \frac{4}{3 \cdot tg\beta} \times R_{Dy}} \quad (4)$$

$$(3) \Rightarrow \left(6\ell + \frac{4\ell}{tg\beta}\right) \times R_{Dy} - 3\ell \times \frac{4}{3tg\beta} \times R_{Dy} = 108F\ell - 10F\ell \cdot \sin\alpha + 2F\ell\cos\alpha$$

$$\Rightarrow R_{Dy} = \frac{108F\ell - 10F\ell \cdot \sin\alpha + 2F\ell \cdot \cos\alpha}{6\ell}$$

$$= \frac{F}{6}\left(108 - 10 \cdot \sin\alpha + 2\cos\alpha\right)$$

$$(2) \Rightarrow R_{Ay} = 3\ell F - F\sin\alpha - R_{Dy}$$

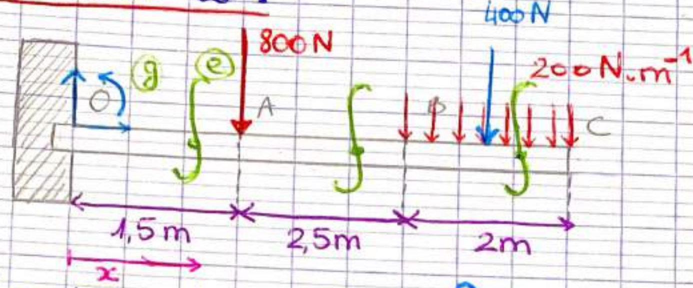
$$= 3\ell F - F\sin\alpha - \frac{F}{6}(\ldots)$$

$$(1) \Rightarrow R_{Ax} = T - F\cos\alpha$$

$$= \frac{4}{3tg\beta} \times R_{Dy} - F\cos\alpha$$

$$= \frac{4}{3tg\beta} \times \frac{F}{6}(\ldots) - F\cos\alpha$$

Exercice 2 :



1) Encastrement : en O $<$ R_{ox}, R_{oy}, C_{oz}

2) 4 pts particuliers :

O → extrémité, liaison

A → force appliquée

B → début du charge répartie

C → fin " " " , extrémité

3) 3 coupures :

en G_1 (entre O et A)

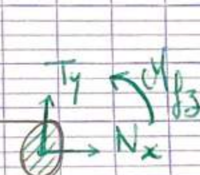
en G_2 (entre A et B)

en G_3 (entre B et C)

4) PFS pas nécessaire car on a une seule liaison

ou car on a aucune coupure entre 2 liaisons

5) $\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_1} = + \{\mathcal{T}_{eff.ext/(e)}\}_{G_1}$, $G_1(x,0,0)$, $0<x<1,5$



$$= \begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = -800 - 200 \times 2 = -1200\,N \\ M_{f_3} = -800(1,5-x) - 400(5-x) \\ \quad = -3200 + 1200x \end{cases}$$

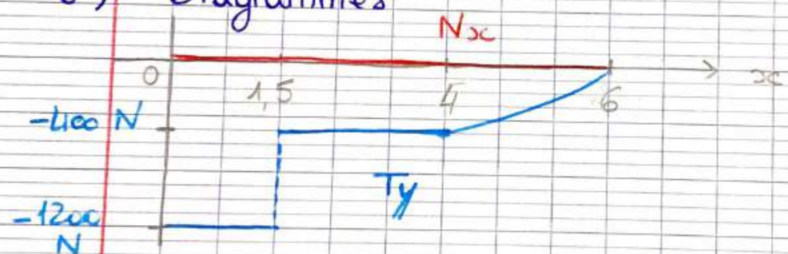
$$\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_2} = +\{\mathcal{T}_{eff.\,ext/(e)}\}_{G_2} \quad , \quad G_2(x,0,0) \quad 1{,}5 \leq x \leq 4m$$

$$= \begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = -400 \times 2 \\ Mf_z = -400(5-x) \end{cases}$$

$$\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_3} = +\{\mathcal{T}_{eff.\,/(e)}\}_{G_3} \quad , \quad G_3(x,0,0) \quad 4 \leq x \leq 6m$$

$$= \begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = -200(6-x) \\ Mf_z = -200(6-x) \times \dfrac{(6-x)}{2} \end{cases}$$

6) Diagrammes



7) C'est le pt O qui est le ⊕ sollicité de la poutre car on a maximum d'efforts internes

14/10/20

TD - 2

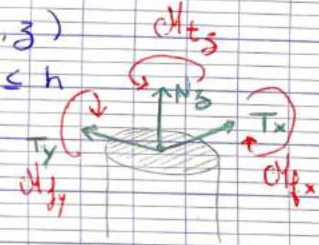
Exercice 1 :

1) (Encastrement en O). 3 coupures car 4 pts particuliers

2) PFS inutile

3) • $\{\tau_{coh}\} = +\{\tau_{eff./(e)}\}_{G_1}$, $G_1(0,0,z)$, $0 \leq z \leq h$

$$= + \begin{cases} T_x = V_1 + V_2 & \text{cisaillement} \\ T_y = 0 & \\ N_z = -P_1 - P_2 & \text{compression} \\ M_{f_x} = -P_{1_z} \times d_y - P_{2_z}(c+d)_y & \text{flexion pure} \\ M_{f_y} = V_{1_x}(h-z)_z + V_{2_x}(h-z)_z & \text{flexion simple} \\ M_{t_z} = -V_1 d - V_2(c+d) & \text{Torsion} \end{cases}$$

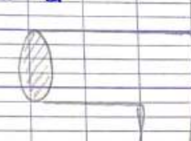


$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ M_f \end{Bmatrix}$ Flexion pure

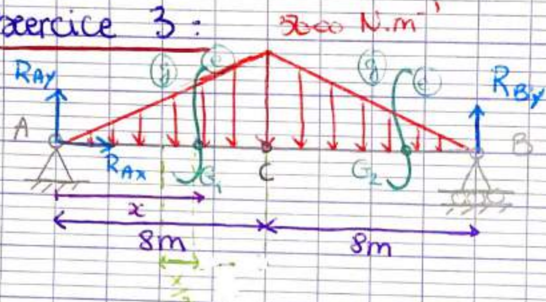
$\begin{Bmatrix} 0 \\ T \\ M_f \end{Bmatrix}$ Flexion simple.

• $\{\tau_{coh}\}_{G_2} = +\{\tau_{e/(e)}\}_{G_2}$, $G_2\,(0,y,h)$, $0 \leq y \leq d$

$$= + \begin{cases} T_x = V_1 + V_2 & \text{cisaillement} \\ N_y = 0 & \\ T_z = -P_1 - P_2 & \text{Cisaillement} \\ M_{f_x} = -P_1(d-y) - P_2(c+d-y) & \\ M_{t_y} = 0 & \\ M_{f_z} = -V_1(d-y) - V_2(c+d-y) & \end{cases}$$



Exercice 3 :



1) PFS (obligé)

$$\text{TRS} \; ; \; \sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \; \longrightarrow \; \begin{cases} x : \boxed{R_{Ax} = 0} \\ y : R_{Ay} + R_{By} - \underbrace{\frac{5000 \times 8}{2}}_{F_{e_1}} - \underbrace{\frac{5000 \times 8}{2}}_{F_{e_2}} = 0 \end{cases}$$

$$\boxed{R_{Ay} + R_{By} = 40000 \text{ N}}$$

Par symétrie (géométrique, chargement et réaction) $\Rightarrow \boxed{R_{Ay} = R_{By}} = 20\,000 \text{ N}$

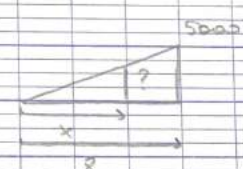
Sinon ;

$$\text{TMS} \; ; \; \sum \vec{\mathcal{M}}_A = \vec{0} \longrightarrow +R_{By} \cdot 16 - 20000 \times \frac{2}{3} \cdot 8 - 20000 \cdot \frac{4}{3} \cdot 8 = 0$$

2) $\{\tau_{coh}\}_{G_1} = -\{\tau_{eff.ext/(g)}\}_{G_1}$, $G_1(x,0,0)$

$0 \leq x \leq 8$ m

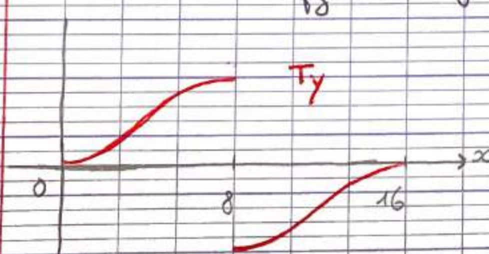
$$= - \begin{cases} N_x = R_{Ax} = 0 \\ T_y = R_{Ay} - 625x \cdot \frac{x}{2} \\ \mathcal{M}f_{z\,G_1} = -R_{Ay} \cdot x + 312{,}5x^2 \cdot \frac{x}{3} \end{cases}$$

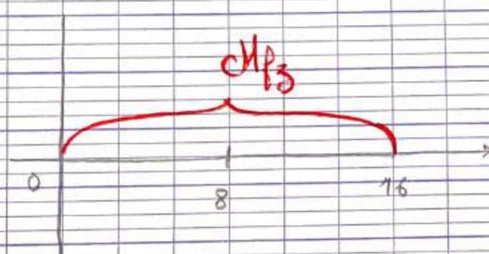


Thalès : $\frac{?}{5000} = \frac{x}{8}$

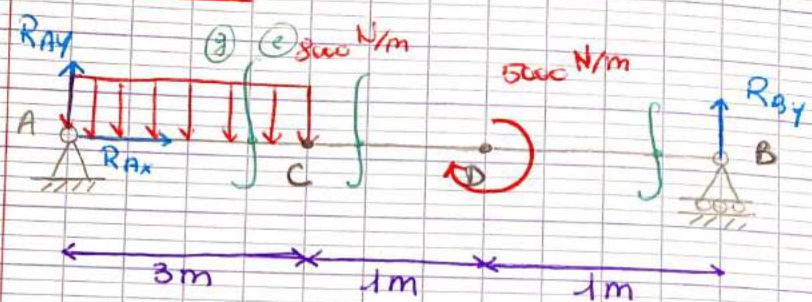
$\Longrightarrow ? = 625.x$

Poutre symé. → T_y est antisymé.
→ $\mathcal{M}f_z$ est symé.





Exercice 4 :



1) PFS :

$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ → x : $\boxed{R_{Ax} = 0}$

→ y : $R_{Ay} + R_{By} - 8000 \times 3 = 0$

$R_{Ay} + R_{By} = 24\,000 \text{ N}$

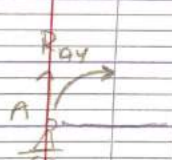
$\sum \vec{\mathcal{M}}_A = \vec{0}$ → z : $-5000 + R_{By} \times 5 - 24000 \times \frac{3}{2}$

$\Rightarrow R_{By} = \frac{5000 + 3600}{5} = \boxed{8200 \text{ N}}$

$\Rightarrow R_{Ay} = 24000 - 8200 = \boxed{15\,800 \text{ N}}$

2) $\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_1} = -\{\mathcal{T}_{eff.ext(g)}\}_{G_1}$, $G_1(x, 0, 0)$

$0 \leq x \leq 3\text{m}$



$$= -\begin{cases} N_x = R_{Ax} = 0 \\ T_y = R_{Ay} - 8000\,x \\ \mathcal{M}_{f_{z_{G_1}}} = -15800\,x + 8000\,x\,\frac{x}{2} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = -15800 + 8000\,x \\ \mathcal{M}_{f_z} = +15800x - 4000\,x^2 \end{cases}$$

$$\left\{ \tau_{coh} \right\}_{G_2} = + \left\{ \tau_{eff.ext/(e)} \right\}_{G_2} \quad , \quad G_2\,(x, 0, 0)$$

$$3 \leq x \leq 4\ m$$

$$= \begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = R_{By} = 8200\,N \\ M_{f_{z_{G_2}}} = -5000 + 8200\,(5-x) \end{cases}$$

$$\left\{ \tau_{coh} \right\}_{G_3} = + \left\{ \tau_{eff.ext/(e)} \right\} \quad , \quad G_3\,(x, 0, 0)$$

$$4 \leq x \leq 5\,m$$

$$\begin{cases} N_x = 0 \\ T_y = R_{By} = 8200\,N \\ M_{f_3} = 8200\,(5-x) \end{cases}$$

TD 3 – Traction Simple

Exercice 1 :

1) $\sigma = \frac{F}{S} \Rightarrow F = \sigma . S$; $S = \frac{\pi . d^2}{4}$

$\Rightarrow F = 0,3\,\sigma_r . \frac{\pi . d^2}{4}$

$\sigma = 30\%$ de σ_r
$= 0,3 . \sigma_r$

$= 0,3 \times 2000 \times \frac{\pi \times 5^2}{4}$

$\boxed{F = 11\,780 \text{ N}}$

2) Comportement élastique, Loi d'Hook $\sigma = E . \varepsilon$
$E = 210\,000$ MPa, $\nu = 0,3$

(a) $\varepsilon_p = \frac{\sigma}{E} = \frac{0,3\,\sigma_r}{E} = \frac{0,3 \times 2000}{210\,000}$

$\boxed{\varepsilon_p = 2,9 . 10^{-3}}$

(b) Δl ? , $\varepsilon_p = \frac{\Delta L}{L_0} \Rightarrow \Delta L = \varepsilon_p \times L_0$

$\Delta L = 2,9 . 10^{-3} \times 50 . 10^{-2}$
$= 145 . 10^{-5}$ m

$\boxed{\Delta L = 1,45 \text{ mm}}$

(très petite déformation
=> bien un comportem^t élastique)

(c) $\varepsilon_t = -\nu . \varepsilon_l$
$= -0,3 \times 2,9 . 10^{-3}$

$\boxed{\varepsilon_t = -0,87}$

$\varepsilon_t = \frac{\Delta d}{d_0}$

(d) $\dfrac{\Delta V}{V} = \dfrac{\Delta S}{S} + \dfrac{\Delta L}{L}$;

$S = \dfrac{\pi d^2}{4}$; $\Delta S = \dfrac{\pi}{4} \cdot \Delta(d^2)$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta S}{S} = \dfrac{\Delta(d^2)}{d^2} \sim 2\,\dfrac{\Delta(d)}{d}$

$\dfrac{\Delta(d^2)}{d^2} = \left(\ln(d^2)\right)'$

$= \left(2 \ln(d)\right)' = 2 \cdot \dfrac{\Delta d}{d}$

$\dfrac{\Delta L}{L} = \varepsilon_p = 2{,}9 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta S}{S} = 2 \cdot \varepsilon_t$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta V}{V} = 2\varepsilon_t + \varepsilon_p$

$= 2(-0{,}87 \cdot 10^{-3}) + 2{,}9 \cdot 10^{-3}$

$\boxed{\dfrac{\Delta V}{V} = 1{,}16 \cdot 10^{-3}}$

Exercice 3 :

degré d'hyperstatcité : $h = N + r - 2n$

$= 2 + 2 \times 2 - 2 \times 3$

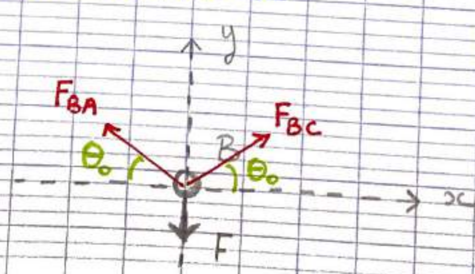
$h = 0$ → isostatique

1) Par symétrie géométrique :

$F_{BC} = F_{BA}$

Force généré par le nœud B sur la barre AB.

En isolant le nœud B ; et en faisant le PFS de ce nœud



$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \quad \begin{cases} x : \cos\theta_0 . F_{BC} - \cos\theta_0 . F_{BA} = 0 \Rightarrow \boxed{F_{BA} = F_{BC}} \\ y : -F + F_{BA} . \sin\theta_0 + F_{BC} . \sin\theta_0 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2 . F_{BA} . \sin\theta_0 = F$$

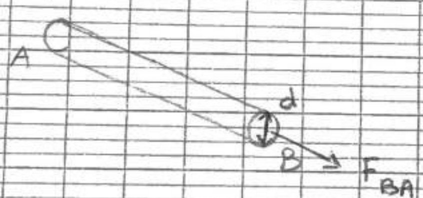
$$\Rightarrow F_{BA} = \frac{F}{2 . \sin\theta_0} = \frac{21\,000}{2 \times \sin(30°)}$$

$$F_{BA} = 21000\ N = F$$

$$\Rightarrow \boxed{F_{BA} = F_{BC} = F = 21\,000\ N}$$

2) diamètre des deux barres d?

→ à la limite d'élasticité ; $\sigma = \sigma_{adm}$



condition de résistance :

$$\sigma \leqslant \sigma_{adm}$$

$$\frac{F_{BA}}{S} \leqslant \sigma_{adm}$$

$$\frac{F_{BA}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leqslant \sigma_{adm}$$

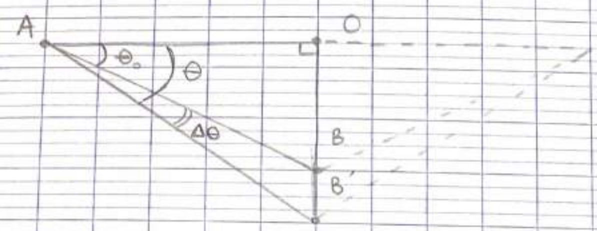
$$d^2 \geqslant \frac{4 F_{BA}}{\pi . d^2}$$

$$d \geqslant \sqrt{\frac{4 F_{BA}}{\pi . d^2}} \quad d_{min}$$

$$d_{min} = \sqrt{\frac{4 \times 21\,000}{\pi \times 70}}$$

$$\boxed{d_{min} = 19{,}5\ mm}$$

3) (Schéma moitié de la structure) :



$$\cos\theta = \frac{AO}{AB'} = \frac{AB \cdot \cos\theta_0}{AB + \Delta L_{AB}}$$

$$\left.\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{S} \\ \sigma &= E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L_0} \end{aligned}\right\} \Delta L = \frac{F \cdot L}{ES}$$

Pour la barre AB :

$$\Delta L_{AB} = \frac{F \cdot AB}{E \cdot S} = \frac{F \cdot AB}{E \cdot \frac{\pi \cdot d_{min}^2}{4}} = \frac{4 \cdot F \cdot AB}{E \cdot \pi \cdot d_{min}^2}$$

$$\cos\theta = \frac{AB \cdot \cos\theta_0}{AB + \frac{4 \cdot F}{E \cdot \pi \cdot d_{min}^2} \cdot AB} = \frac{\cos\theta_0}{1 + \frac{4F}{E \cdot \pi \cdot d_{min}^2}}$$

$$\Rightarrow \cos(\theta_0 + \Delta\theta) = \frac{\cos\theta_0}{1 + \frac{4F}{E \cdot \pi \cdot d_{min}^2}}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \arccos\left(\text{''} \right) - \theta_0 = \arccos\left(\frac{\cos(30^\circ)}{1 + \frac{4 \times 21000}{2 \cdot 10^5 \times \pi \times 19{,}5^2}} \right) - 30^\circ$$

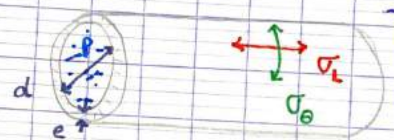
$$\boxed{\Delta\theta = 0{,}03^\circ}$$

18/11/2020

TD 4 – Coques minces

Exercice 1 :

1) Déterminer les expressions des contraintes



$d = 1\,m$ $\quad R_p = 6\,hbar$

enveloppe mince : $e \lll d$

P : pression interne

Ça revient au m̃ exemple qu'on a fait en cours

$$\boxed{P.S_p = \sigma.S_e}$$

$$\boxed{\sigma_L = \frac{P.d}{4e}}$$

$$\boxed{\sigma_\theta = \frac{P.d}{2e}}$$

D'après l'exemple du cours

2) e ??

Condition de résistance en traction du matériau

$$Max(\sigma_\theta ; \sigma_L) \leqslant R_p$$

$$\sigma_\theta \leqslant R_p$$

$$\frac{P.d}{2e} \leqslant R_p$$

$$\Rightarrow \quad e \geqslant \frac{P.d}{2R_p}$$

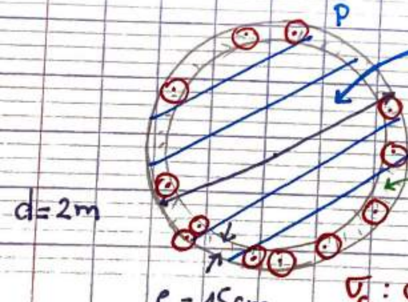
$$e \geqslant \frac{9{,}1013.10^2 \times 1}{2 \times 6.10^2.10^5}$$

$$\boxed{e \geqslant e_{min} = 7{,}6\ mm}$$

Exercice 2 :

Coordonnées Sphériques

Pression externe



$S_p = \frac{\pi.d^2}{4}$

$S_e = \underbrace{\pi(d-2e)}_{}.e$

contour de cercle interne

Approximation des coques minces ($e \lll d$)

σ_c : contraintes circonférentielles

- $P.S_p = \sigma_e . S_e$
- $\sigma_c = \frac{P.S_p}{S_e} = \frac{P.\frac{\pi . d^2}{4}}{\pi(d-2e)e} = \frac{P.d^2}{4(d-2e)e}$
- $P - P_a = \rho.g.z$

$P = \rho g z + P_a$

$= 1013.10^2 + 1000 \times 9,81 \times 1100$

$\boxed{P = 1,09 .10^7 \text{ Pa}}$

$= 109$ bar

- $\sigma_c = \frac{109.10^5 \times 2^2}{4(2-2\times 0,15)\times 0,15} = 4,27.10^7$ Pa

$= 42,7.10^6$ Pa

$\boxed{\sigma_c = 42,7 \text{ MPa}}$

Exercice 3 :

Sans tenir compte du manque de matière (rivets ou hublots)

⇒ Enveloppe mince cylindrique

1) En utilisant les résultats de l'exemple du cours et de l'exo 1 :

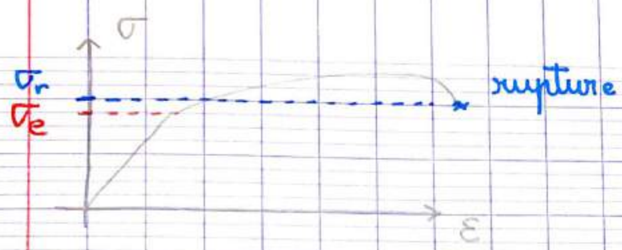
$\sigma_L = \frac{\Delta P.D}{4.e}$; $\sigma_\theta = \frac{\Delta P.D}{2e}$; $D = 2.R$

$= \frac{\Delta P.R}{2e}$; $\sigma_\theta = \frac{\Delta P.R}{e}$

$= \frac{0,57.10^5 \times 1,56}{2\times 1,42.10^{-3}}$; $\boxed{\sigma_\theta = 63,6 \text{ MPa}}$

$= 31,8.10^6$ Pa

$\boxed{\sigma_L = 31,8 \text{ MPa}}$



$\mathrm{Max}(\sigma_L, \sigma_\theta) = \sigma_\theta = 63{,}6\ \mathrm{MPa} < \sigma_e = 350\ \mathrm{MPa}$

$\Rightarrow$ fuselage résistant élastiquement à la traction

2) Essai de surcharge

$\Delta P = 2{,}057 = 1{,}14\ \mathrm{bar}$

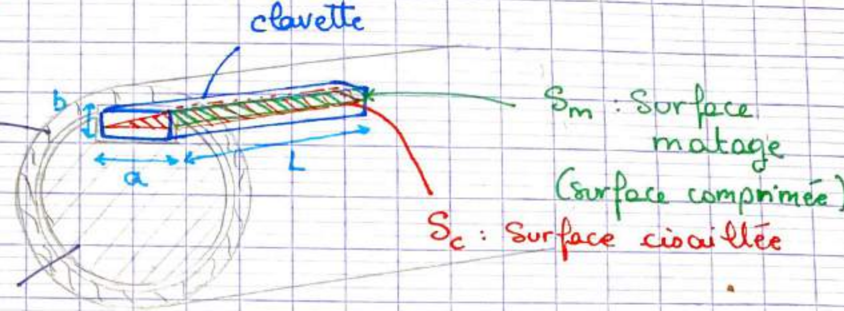
$$\Rightarrow \begin{cases} \sigma_L = 63{,}6\ \mathrm{MPa} \\ \sigma_\theta = 127{,}2\ \mathrm{MPa} < \sigma_e \end{cases}$$

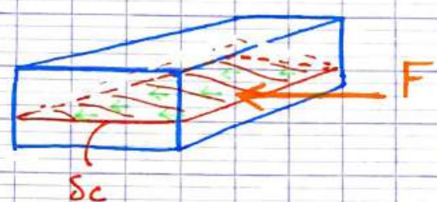
fuselage reste résistant

18/11/2020

TD 5 – Cisaillement / Rivetage

Exercice 1 :





$$\tau = \sigma_t = \frac{F}{S_c} = \frac{2C}{d.a.L}$$

$$C(z) = F_{(\theta)} \times \frac{d}{2}(r) \Rightarrow \boxed{F = \frac{2.C}{d}}$$

1) On sait que :

$$P = C.\omega = C.\frac{2\pi.N}{60} = C.\frac{\pi N}{30}$$

$$\Rightarrow C = \frac{30.P}{\pi.N}$$

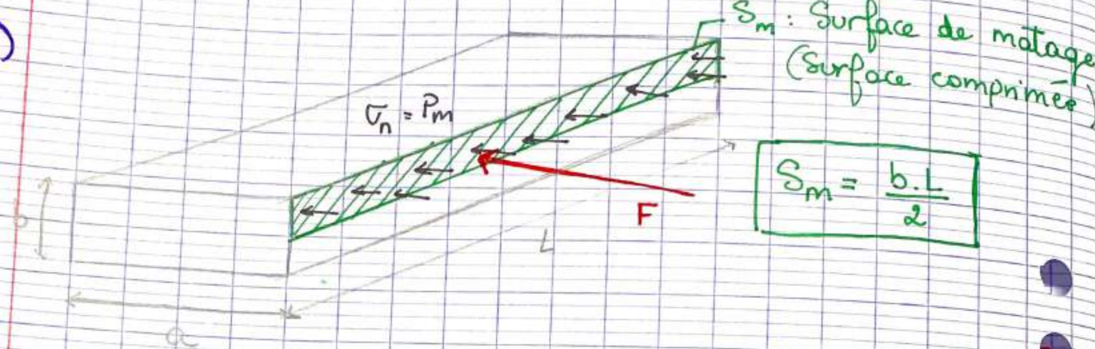
$$\tau = \frac{2 \times 30 \times P}{d \times a \times L.\pi.N} = \frac{60.P}{d.a.L.\pi.N} = \frac{60 \times 50.10^{3}}{25.10^{-3} \times 8.10^{-3} \times 30.10^{-3} \times \pi \times 1500}$$

$$\boxed{\tau = 106 \text{ MPa}}$$

2) $\tau = 106 \text{ MPa} < \tau_e = 500 \text{ MPa}$

$\Rightarrow$ clavette résistante au cisaillement.

3)



$$\boxed{S_m = \frac{b.L}{2}}$$

$$C = F.\frac{d}{2} \Rightarrow \boxed{F = \frac{2C}{d}}$$

$$P = C.\omega = C.\frac{2\pi.N}{60} \Rightarrow \boxed{C = \frac{30P}{\pi N}}$$

$$\left[F = \frac{2.30.P}{d.\pi.N} = \frac{60P}{\pi.Nd} \right]$$

$$P_m = \sigma_n = \frac{F}{S_m} = \frac{60P}{\pi N d \frac{b.L}{2}} = \frac{120P}{\pi N d.b.L}$$

$$P_m = \frac{120 \times 50.10^3}{\pi.1500 \times 25.10^{-3} \times 7.10^{-3} \times 30.10^{-3}} = \boxed{243 \text{ MPa}}$$

4) $P_m = 243 \text{ MPa} >$

$\forall$ le type de clavetage. $\Rightarrow$ clavette ne résiste pas élastiquement au matage

Si on multiplie L par 2, $L = 30 \text{ mm} \rightarrow L = 60 \text{ mm}$

$\Rightarrow P_m = 121{,}5 \text{ MPa}$

$\Rightarrow$ Ça peut résister avec une clavette fixe.

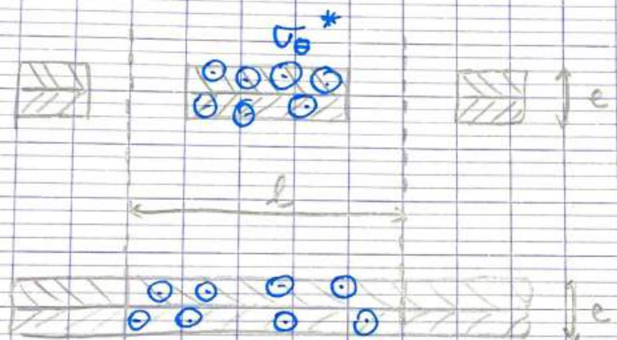
Exercice 2 :

1) D'après l'exo 3 - TD.4, la pressurisation du fuselage entraîne des σ_θ et σ_L.

$$\sigma_\theta = \mathrm{Max}(\sigma_\theta, \sigma_L) = 62,6 \text{ MPa} < \sigma_e = 350 \text{ MPa}$$

Le fuselage résiste élastiquement à la traction loin des rivets.

On travaillera dans ce qui suit avec σ_θ par sécurité.



sur une ligne de rivetage

loin des rivets

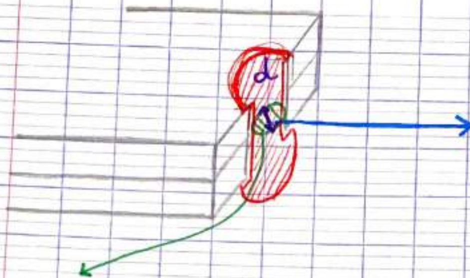
Il y a l'amplification des contraintes d'étirement de

notre fuselage par le manque de matière (rivets)

La force de pressurisation F est la même.

$$\boxed{\sigma_\theta . \ell . e = \sigma_\theta^* . (\ell - d) . e = F_p}$$

$$\boxed{\Rightarrow \sigma_\theta^* = \sigma_\theta . \frac{\ell}{\ell - d} > \sigma_\theta}$$



$F_p = F_c$

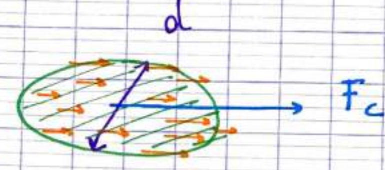
Force de cisaillement du rivet

S_c : Surface cisaillement d'un rivet

$S_c = \dfrac{\pi d^2}{4}$

$\boxed{F_c = F_p = \sigma_\theta \cdot l \cdot e}$

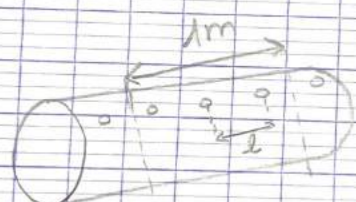
2)



τ : contraintes tangentielles

$$\left[\tau = \frac{F_c}{S_c} = \frac{\sigma_\theta\, l \cdot e}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\,\sigma_\theta \cdot l e}{\pi d^2}\right]$$

3)



Nbre de rivets par unité de longueur : $\dfrac{1}{l}$

$\dfrac{1}{l}$? Pour que les rivets résistent au cisaillement.

Condition de résistance en cisaillement d'un rivet moins

$$\tau = \frac{4\,\sigma_\theta \cdot l \cdot e}{\pi \cdot d^2} \leqslant R'_p = 30\,\text{MPa}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{l} \geqslant \frac{4\,\sigma_\theta \cdot e}{\pi d^2 \cdot R'_p} = \frac{4 \times 62{,}6 \cdot 10^6 \times 1{,}42 \cdot 10^{-2}}{\pi \cdot 16^2 \cdot 10^{-6} \times 30 \cdot 10^6} = \boxed{14{,}7}$$

On choisiera donc 15 rivets par mètre de fuselage

27/11/2020

4) On a sur une ligne de rivetage

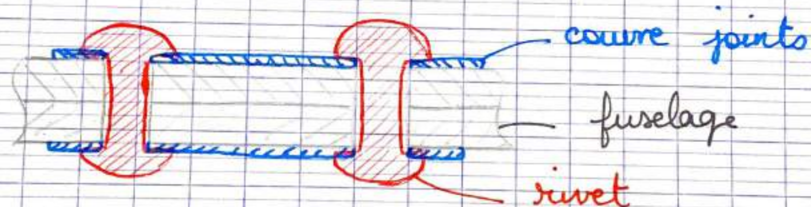
$$\sigma_\theta^* = \frac{l}{l-d} \cdot \sigma_\theta$$

$$l = \frac{1}{15} = 0,06666 \ m = 66,6 \ mm$$

$$\Rightarrow \sigma_\theta^* = \frac{66,6}{66,6-16} \times 62,6 = \boxed{82,4 \ MPa} < \sigma_e = 350 \ MPa$$

Même sur la ligne des rivets le fuselage résiste bien à la traction

5) Avec couvre joints



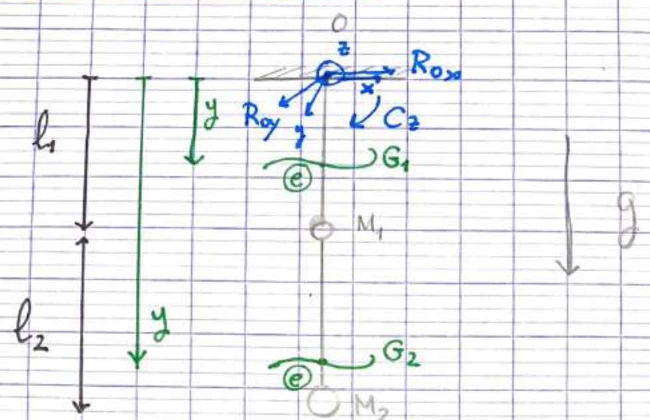
Avec couvre-joints τ sera divisée par 2.

$$\Rightarrow \tau = \frac{2\,\sigma_\theta \cdot l \cdot e}{\pi \cdot d^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{l} \geqslant 7,35$$

Alors,

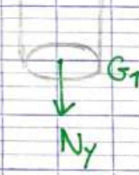
avec couvre-joints, on a besoin d'au moins 8 rivets par mètre.

Exercice 2 - TD3 (Traction Simple)



1) $\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_1} = +\{\mathcal{T}_{eff.\,ext/(e)}\}_{G_1}$, $G_1(0, y, 0)$, $0 \le y \le \ell_1$

$$= \begin{cases} N_y = M_1 \cdot g + M_2 \cdot g + \mu \ell_2 + \mu(\ell_1 - y) \\ T_x = 0 \\ Mf_z = 0 \end{cases}$$



$\{\mathcal{T}_{coh}\}_{G_2} = +\{\mathcal{T}_{eff.\,ext/(e)}\}_{G_2}$, $G_2 = (0, y, 0)$, $\ell_1 \le y \le \ell_1 + \ell_2$

$$= \begin{cases} N_y = M_2 \cdot g + \mu(\ell_1 + \ell_2 - y) \\ T_x = 0 \\ Mf_z = 0 \end{cases}$$

2) σ_{max} ??

$\sigma = \dfrac{N_y}{A}$

$\sigma_{max} = \dfrac{(N_y)_{max}}{A} = \dfrac{N_y(y=0)}{A}$

$\sigma_{max} = \dfrac{(M_1 + M_2)g + \mu(\ell_1 + \ell_2)}{A}$

3) $\underset{(N/m)}{\mu} = \rho \cdot A \cdot g$