**Q1 :**

$Q_s = \frac{N_p.v_c.3600}{d}$ en personnes/h

A.N : $Q_s = \frac{6.5,5.3600}{36} = 3300$ p/h

La vitesse de 5,5m/s permet de respecter le débit attendu.

**Q2 :**

$K_r = \frac{\Omega_p}{\Omega_m} = k = \frac{1}{60}$

Kr est le rapport de réduction du réducteur

$K_c = \frac{V}{\Omega_p} = R_p = 2,5\ m$

On a la relation V=R. Ω en faisant l'hypothèse de non-glissement entre le câble et la poulie.

**Q3 :**

a. Pour un convertisseur CAN, on a :

$$q = \frac{Tension\ pleine\ échelle}{2^n}$$

La tension pleine échelle du CAN est 20 V, et le nombre de bits n=16

$$q = \frac{20}{2^{16}} = \frac{10}{2^{15}} = \frac{10}{32768}\ V \approx 3.10^{-4} V$$

b. La génératrice délivre 30V pour 1000tr/min, on détermine son gain :

$$K_g = \frac{U_{tachy}}{\Omega_m} = \frac{30}{1000.\frac{\pi}{30}} \approx \frac{30}{1000 \times 0,1} = 0,3\ V/(rad.s^{-1})$$

c. Pour trouver le gain global de la chaine de mesure, il suffit de multiplier les gains :

$$K_{mes} = K_g \times K_{cond} \times K_{CAN} = 0,3 \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{3.10^{-4}} = \frac{100}{3} \approx 33\ s/rad$$

d. La chaine de mesure nous donne la relation : $NUM_{mes(p)} = \Omega_m(p) \times K_{mes}$

$$\Delta\Omega_m = \frac{1}{K_{mes}} = \frac{1}{33} = 3.10^{-2} rad/s$$

e. Il faut passer de la vitesse de l'arbre moteur à la vitesse du câble en faisant attention aux unités :

$$\Delta V = K_r.K_c.\Delta\Omega_m = \frac{1}{60} \times 2,5 \times 3.10^{-2} = 1,25.10^{-3} m/s$$

La résolution de la mesure de la vitesse du câble est de 1,25mm/s<5mm/s.
La génératrice tachymétrique respecte l'exigence de précision.

**Q4 :**

Pour que l'asservissement soit correct, il faut vérifier : $\varepsilon(p) = 0$ quand V=Vc

$\varepsilon(p) = K_a.V_c(p) - K_{mes}.\Omega_m(p) = K_a.V_c(p) - \frac{K_{mes}}{K_r.K_c}.V(p)$

Il faut donc que $K_a = \frac{K_{mes}}{K_r.K_c}$ pour avoir $\varepsilon(p) = 0$ lorsque $V(p) = V_c(p)$

**Q5 :**

$$H_1(p) = \frac{V(p)}{V_c(p)} = K_a.K_r.K_c.\frac{K_p.K_d.\frac{K_m}{1+\tau_m.p}}{1+K_{mes}.K_p.K_d.\frac{K_m}{1+\tau_m.p}} = \frac{K_{mes}.K_p.K_d.K_m}{1+10.p+K_{mes}.K_p.K_d.K_m}$$

$$= \frac{\frac{K_{mes}.K_p.K_d.K_m}{1+K_{mes}.K_p.K_d.K_m}}{1+\frac{\tau_m}{1+K_{mes}.K_p.K_d.K_m}.p}$$

$$H_1(p) = K_a.K_r.K_c.\frac{K_p.K_d.\frac{K_m}{1+\tau_m.p}}{1+K_{mes}.K_p.K_d.\frac{K_m}{1+\tau_m.p}} = \frac{K_{mes}.K_p.K_d.K_m}{1+\tau_m.p+K_{mes}.K_p.K_d.K_m} = \frac{\frac{K_{mes}.K_p.K_d.K_m}{1+K_{mes}.K_p.K_d.K_m}}{1+\frac{\tau_m}{1+K_{mes}.K_p.K_d.K_m}.p}$$

En remplaçant par les valeurs numériques :

$$H_1(p) = \frac{\frac{33\times K_p\times 0{,}1\times 0{,}2}{1+33\times K_p\times 0{,}1\times 0{,}2}}{1+\frac{10}{1+33\times K_p\times 0{,}1\times 0{,}2}.p} = \frac{\frac{K_p\times 0{,}66}{1+K_p\times 0{,}66}}{1+\frac{10}{1+K_p\times 0{,}66}.p} = \frac{\frac{K_p}{1{,}5+K_p}}{1+\frac{15}{1{,}5+K_p}.p}$$

**Q6 :**

$$\varepsilon = V_c - V = V_c.(1-H_1(p))$$

Th. Valeur finale :

$$\varepsilon_S = \lim_{t\to\infty}\varepsilon_S(t) = \lim_{p\to 0} p.\varepsilon_S(p) = \lim_{p\to 0} p.\frac{V_c}{p}.\left(1-\frac{\frac{K_p}{1{,}5+K_p}}{1+\frac{15}{1{,}5+K_p}.p}\right) = V_c.\left(1-\frac{K_p}{1{,}5+K_p}\right)$$

$$\varepsilon_S = \frac{1{,}5\times V_c}{1{,}5+K_p} = \frac{8{,}25}{1{,}5+K_p}$$

**Q7 :**

On veut une erreur statique <0,1m/s :

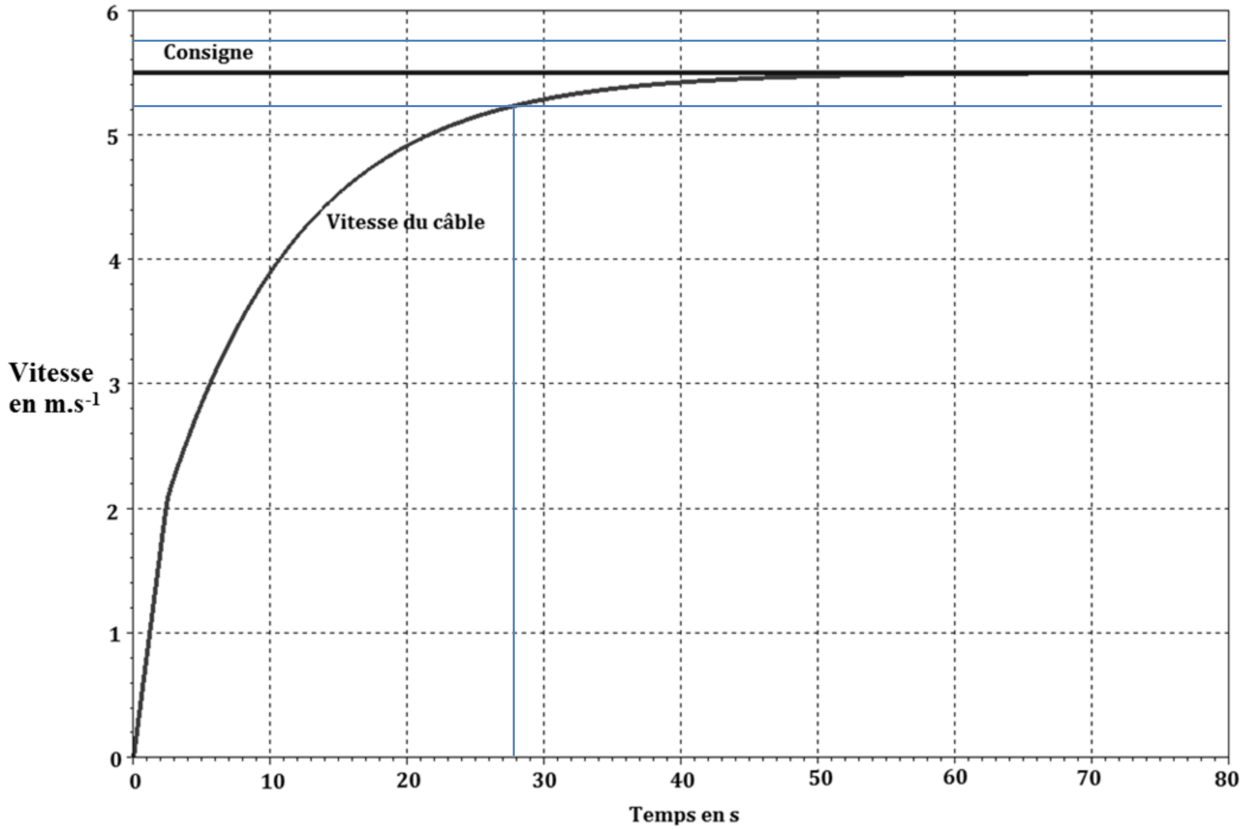
$$\varepsilon_S = \frac{8{,}25}{1{,}5+K_p} < 0{,}1 \quad\rightarrow\quad 1{,}5+K_p > 82{,}5$$

$$K_p > 82{,}5 - 1{,}5$$

$$K_{p\,min} = 81$$

| Prépa VAUBAN | | Télésiège débrayable Biollay | Cahier Réponses |
|---|---|---|---|
| PTSI | DR3 | | Prépa DS5 |

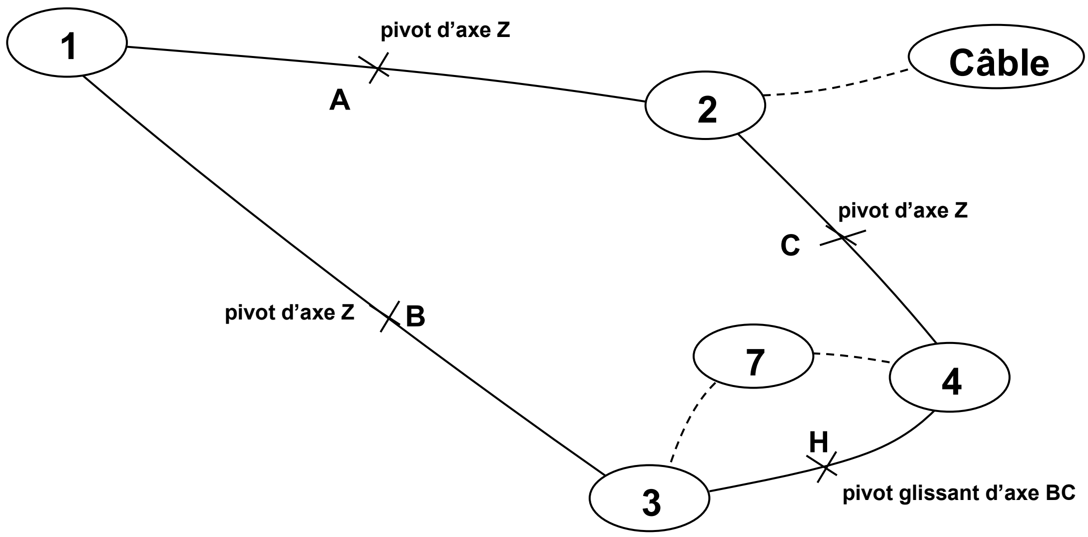
**Q8 :**



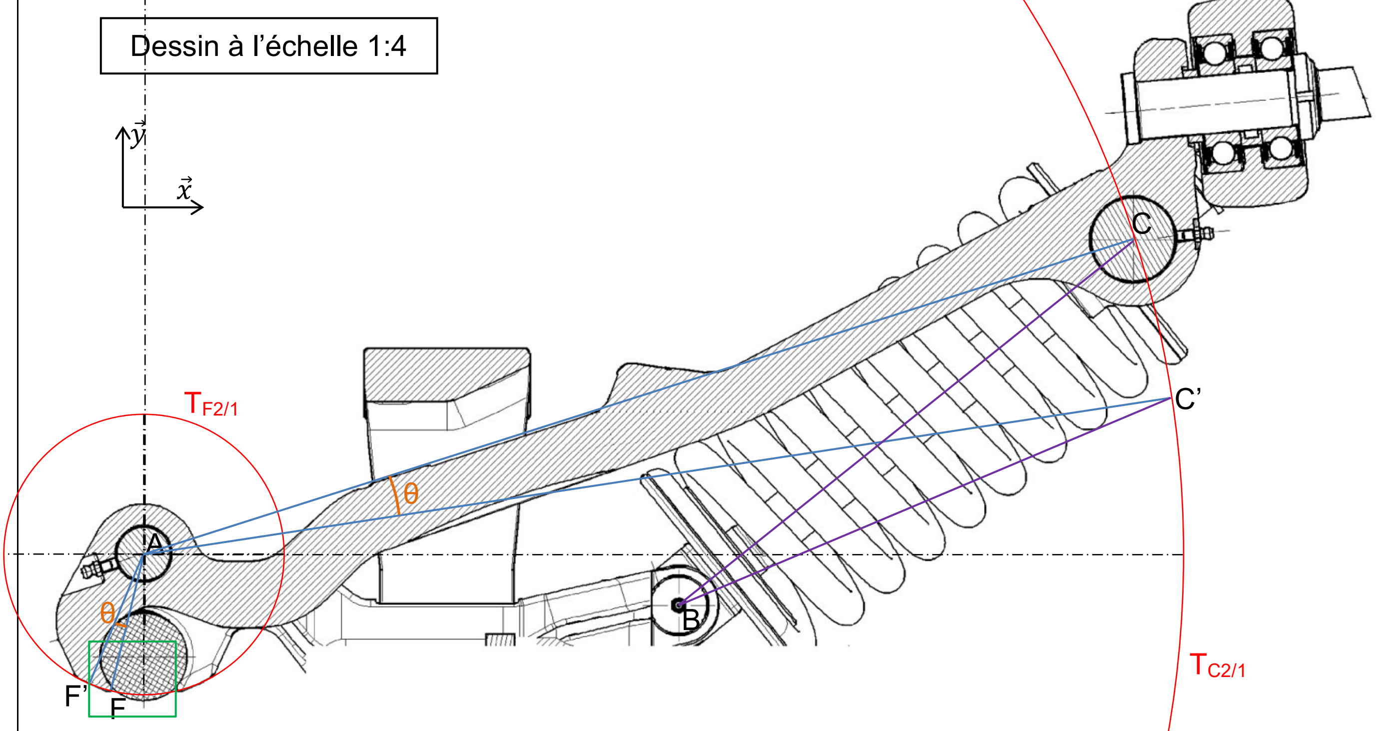

a. L'erreur statique est nulle (on atteint la consigne de 5,5m/s)
   Le temps de réponse à 5% est de 28s

b. Les exigences de précision (0<0,1m/s) et de rapidité sont respectées (28<40s)

**Q9 :**



**Q10 :**




Démarche de tracé :
Le mouvement de 2/1 est une rotation de centre A (car liaison 2/1 pivot)

On en déduit les trajectoires $T_{F2/1}$ et $T_{C2/1}$ : 2 cercles de centre A et de rayon AF et AC

On trouve le point F' : il doit être sur $T_{F2/1}$ et doit permettre le passage du câble (matérialisé par le rectangle vert)

Pour trouver C', on a 2 possibilités :

Technique des pièces indéformables (ça marche à tous les coups)
On relève la distance FC au compas.
On plante le compas en F' et on met un coup de compas qui coupe la trajectoire de C, on a trouvé C'

Technique de l'angle (fonctionne pour de pièces en rotation) :
On relève l'angle θ entre AF et AF', c'est l'angle de rotation de 2 pour passer de fermée à ouverte.
On détermine la position de C' : il est sur $T_{C2/1}$ et l'angle AC,AC' doit valoir θ.

On détermine la course du ressort : Course=(BC-BC')*4=28mm

**Q11 :**

On isole l'ensemble S :

Action de pesanteur : $\{A_{pes\to S}\} = {}_G\begin{Bmatrix} -30000.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$ remarque : P=($m_v$+$m_{6p}$)×g×cs=1000×10×3

Action dans la liaison complète du câble : $\{A_{c\to S}\} = {}_O\begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{C\to S}} \\ \overrightarrow{M_{O\,C\to S}} \end{Bmatrix}$

On réduit au point O :

$\overrightarrow{M_{O\,pes\to S}} = \overrightarrow{M_{G\,pes\to S}} + \overrightarrow{OG} \wedge \overrightarrow{P_S} = -L.\vec{y} \wedge -30000.\vec{y} = \vec{0}$

On applique le PFS et on trouve :

$\{A_{c\to S}\} = {}_O\begin{Bmatrix} +30000.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} = {}_O\begin{Bmatrix} +30000.cos45.\overrightarrow{y_c} - 30000.sin45.\overrightarrow{z_c} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} = {}_O\begin{Bmatrix} 21000.\overrightarrow{y_c} - 21000.\overrightarrow{z_c} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

**Q12 :**

On isole l'ensemble $\Sigma$ : {3,4,7} :

Cet ensemble est soumis à : l'action de 1 en B et l'action de 2 en C.

D'après le PFS, si cet ensemble est en équilibre, alors la direction des 2 résultantes est la droite (BC), portée par le vecteur directeur $\overrightarrow{x_3}$.

On peut donc écrire : $\{A_{2\to 4}\} = {}_C\begin{Bmatrix} X_{24}.\overrightarrow{x_3} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

On isole 2 :

Action de 4 sur 2 en C : $\{A_{4\to 2}\} = {}_C\begin{Bmatrix} X_{42}.\overrightarrow{x_3} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

Action de 1 sur 2 en A : $\{A_{1\to 2}\} = {}_A\begin{Bmatrix} X_{12}.\vec{x} + Y_{12}.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

Action du câble en E : $\{A_{ca\to 2}\} = {}_E\begin{Bmatrix} 25000.\overrightarrow{y_m} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

On réduit les torseurs au point A :

$\overrightarrow{M_{A\,4\to 2}} = \overrightarrow{M_{C\,4\to 2}} + \overrightarrow{AC} \wedge \overrightarrow{C_{4\to 2}} = L.\overrightarrow{x_2} \wedge X_{42}.\overrightarrow{x_3} = L.X_{42}.\sin(\beta - \alpha).\vec{z}$

$\overrightarrow{M_{A\,ca\to 2}} = \overrightarrow{M_{E\,ca\to 2}} + \overrightarrow{AE} \wedge \overrightarrow{E_{ca\to 2}} = -r.\overrightarrow{x_m} \wedge 25000.\overrightarrow{y_m} = -25000.r.\vec{z}$

PFS :

Seule l'équation de moment en projection sur $\vec{z}$ nous est utile :

$L.X_{42}.\sin(\beta - \alpha) - 25000.r = 0$

$$X_{42} = \frac{25000.r}{L.\sin(\beta - \alpha)}$$

**Q13 :**

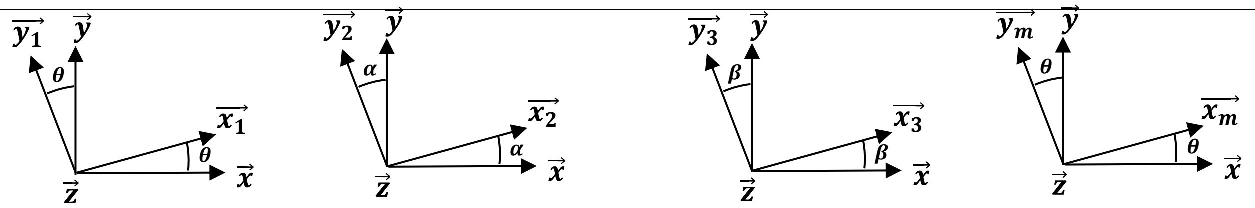
On isole 4 :

BAME : action de 2 en C de direction de résultante $\overrightarrow{x_3}$, action des ressorts de direction de résultante $\overrightarrow{x_3}$et action de 3 en H de direction de résultante $\overrightarrow{y_3}$ car liaison pivot glissant d'axe $\overrightarrow{x_3}$

D'après le PFS (théorème de la résultante sur l'axe $\overrightarrow{x_3}$), la norme de l'action des 2 ressorts est égale à la norme de l'action de 4, d'où : $\|\overrightarrow{F_{ressort7}}\| = \frac{X_{42}}{2}$

On mesure sur la figure Lcomp=258mm

$$\|\overrightarrow{F_{ressort7}}\| = k_7.\Delta L_7 \quad \rightarrow \quad k_7 = \frac{\|\overrightarrow{F_{ressort7}}\|}{\Delta L_7} = \frac{6000/2}{333 - 258} = 40N/mm$$




**Q14 :**

$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} = \vec{0}$

$a.\vec{x} + b.\vec{y} + \lambda.\overrightarrow{x_3} - L.\overrightarrow{x_2} = \vec{0}$

En projection sur les axes $\vec{x}$ et $\vec{y}$ :

$a + \lambda.\cos\beta - L.\cos\alpha = 0$

$b + \lambda.\sin\beta - L.\sin\alpha = 0$

**Q15 :**

$\{V_{3/4}\} = {}_B\left\{\begin{matrix} \vec{0} \\ -\dot{\lambda}.\overrightarrow{x_3} \end{matrix}\right\}$ pb plan et la liaison 3/4 est un pivot glissant d'axe $(\mathrm{B}, \overrightarrow{x_3})$ et $\overrightarrow{V_{B,3/4}} = \left[\dfrac{d\overrightarrow{CB}}{dt}\right]_4 = -\dot{\lambda}.\overrightarrow{x_3}$

$\{V_{2/4}\} = {}_C\left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{2/1}} + \overrightarrow{\Omega_{1/3}} + \overrightarrow{\Omega_{3/4}} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\} = {}_C\left\{\begin{matrix} (\dot{\alpha} - \dot{\beta}).\vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}$ la liaison 2/4 est un pivot d'axe $(\mathrm{C}, \vec{\mathrm{z}})$

$\{V_{2/1}\} = {}_A\left\{\begin{matrix} \dot{\alpha}.\vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}$ la liaison 2/1 est un pivot d'axe $(\mathrm{A}, \vec{\mathrm{z}})$

$\{V_{3/1}\} = {}_B\left\{\begin{matrix} \dot{\beta}.\vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}$ la liaison 3/1 est un pivot d'axe $(\mathrm{B}, \vec{\mathrm{z}})$

**Q16 :** Fermeture cinématique en C :

$\{V_{4/3}\}_C + \{V_{3/1}\}_C + \{V_{1/2}\}_C + \{V_{2/4}\}_C = \{\vec{0}\}$

Equation de vitesse :

$\overrightarrow{V_{C,4/3}} + \overrightarrow{V_{C,3/1}} - \overrightarrow{V_{C,2/1}} + \overrightarrow{V_{C,2/4}} = \vec{0}$

$\overrightarrow{V_{C,2/4}} = \vec{0}$

$\overrightarrow{V_{C,4/3}} = \dot{\lambda}.\overrightarrow{x_3}$

$\overrightarrow{V_{C,3/1}} = \overrightarrow{V_{B,3/1}} + \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{\Omega_{3/1}} = -\lambda.\overrightarrow{x_3} \wedge \dot{\beta}.\vec{z} = \lambda.\dot{\beta}.\overrightarrow{y_3}$

$\overrightarrow{V_{C,2/1}} = \overrightarrow{V_{A,2/1}} + \overrightarrow{CA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/1}} = -L.\overrightarrow{x_2} \wedge \dot{\alpha}.\vec{z} = L.\dot{\alpha}.\overrightarrow{y_2}$

Fermeture :

$\dot{\lambda}.\overrightarrow{x_3} + \lambda.\dot{\beta}.\overrightarrow{y_3} - L.\dot{\alpha}.\overrightarrow{y_2} = \vec{0}$

On projette sur $\overrightarrow{x_3}$ :

$$\dot{\lambda} - L.\dot{\alpha}.\cos\left(\frac{\pi}{2} - (\beta - \alpha)\right) = 0$$

$$\dot{\alpha} = \frac{\dot{\lambda}}{L.\sin(\beta - \alpha)}$$

**Q17 :** $\overrightarrow{V_{E,2/1}} = \overrightarrow{V_{A,2/1}} + \overrightarrow{EA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/1}} = r.\overrightarrow{x_m} \wedge \dot{\alpha}.\vec{z} = -r.\dot{\alpha}.\overrightarrow{y_m} = -\dfrac{r.\dot{\lambda}}{L.\sin(\beta-\alpha)}.\overrightarrow{y_m}$

**Q18 :**

On isole le siège avec 6 personnes :

BAME :

Action de 10 en A : $\{A^{A}_{10\to S}\} = {}_{A}\begin{Bmatrix} X_A.\vec{x} + Y_A.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$ Liaison rotule avec simplification plan x,y

Action de 10 en B : $\{A^{B}_{10\to S}\} = {}_{B}\begin{Bmatrix} Y_B.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$ Liaison linéaire annulaire d'axe x avec simplification plan x,y

Action de pesanteur en G : $\{A_{pes\to S}\} = {}_{G}\begin{Bmatrix} -10000.\vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

On réduit les torseurs en A :

$\overrightarrow{M_{A\,pes\to S}} = \overrightarrow{M_{G\,pes\to S}} + \overrightarrow{AG} \wedge \overrightarrow{P_S} = (-0{,}28.\vec{x} - L.\vec{y}) \wedge -10000.\vec{y} = 2800.\vec{z}$

$\overrightarrow{M^{B}_{A\,10\to S}} = \overrightarrow{M^{B}_{B\,10\to S}} + \overrightarrow{AB} \wedge \overrightarrow{R^{B}_{10\to S}} = 0{,}05.\vec{x} \wedge Y_B.\vec{y} = 0{,}05.Y_B.\vec{z}$

PFS :

Résultante/$\vec{x}$ : $X_A = 0$

Résultante/$\vec{y}$ : $Y_A + Y_B - 10000 = 0$

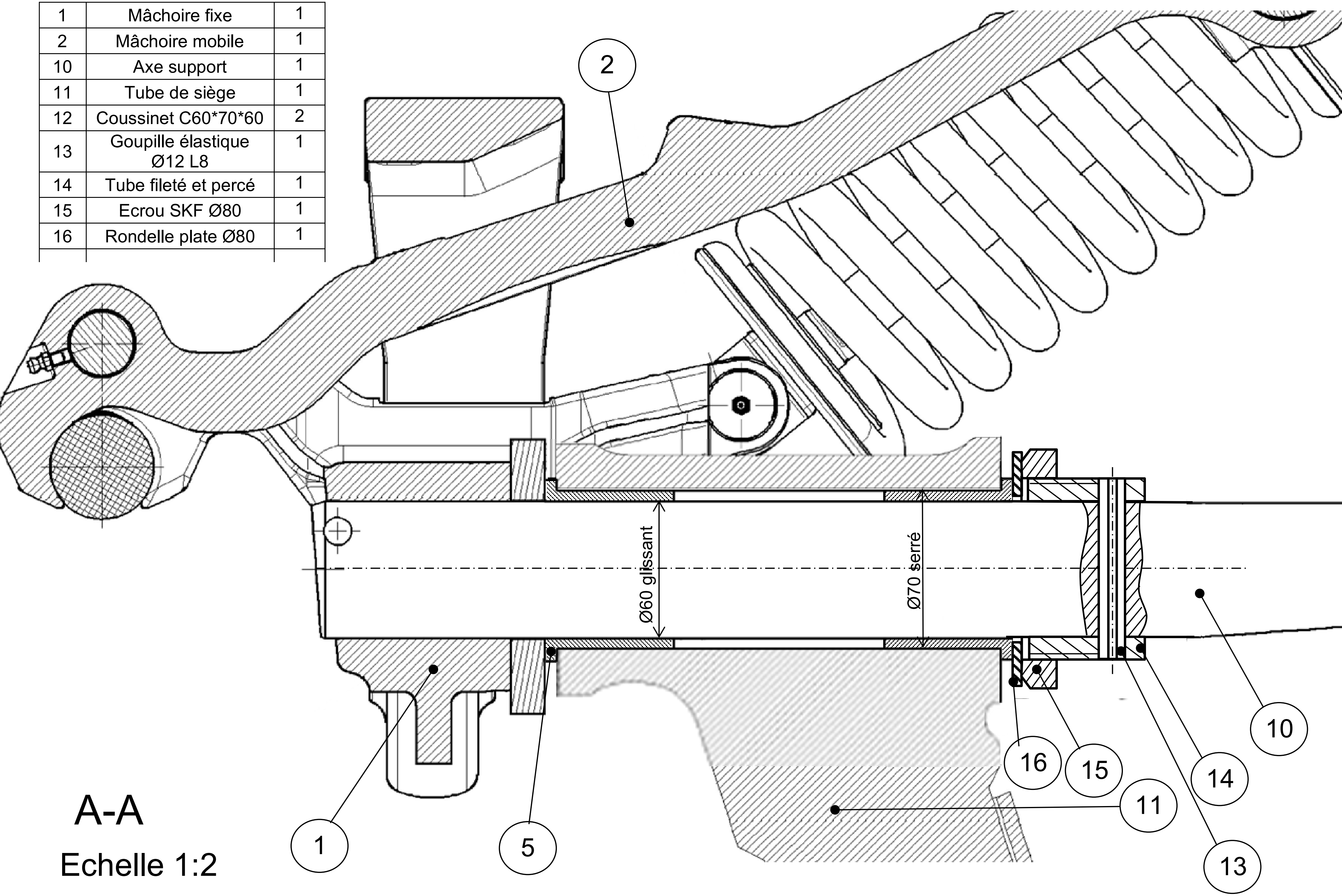
Moment/$\vec{z}$ : $2800 + 0{,}05.Y_B = 0$

Résolution :

$Y_B = -\dfrac{2800}{0{,}05} = -56000N$

$Y_A = -Y_B + 10000 = 66000$

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Mâchoire fixe | 1 |
| 2 | Mâchoire mobile | 1 |
| 10 | Axe support | 1 |
| 11 | Tube de siège | 1 |
| 12 | Coussinet C60*70*60 | 2 |
| 13 | Goupille élastique Ø12 L8 | 1 |
| 14 | Tube fileté et percé | 1 |
| 15 | Ecrou SKF Ø80 | 1 |
| 16 | Rondelle plate Ø80 | 1 |




A-A

Echelle 1:2