

Exercice 1

Q0: Le transmetteur pignon crémaillère transforme le mouvement de rotation du mot réducteur en mouvement de translation verticale de l'ensemble DBB + crémaillère

Q1: $\left\{ \mathcal{C}_{mrp \rightarrow BDB} \right\}_{I_1} = \left\{ \begin{matrix} T_{pc} \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{I_1}$

Q2: Soit η le rendement du transmetteur pignon/crémaillère

$$\eta = 1 = \frac{P_{sortie}}{P_{entree}} = \frac{T_{pc} \times V_{crémaillère}}{C_{ms} \times \omega_{ms}}$$

$$\text{Or } V_{crémaillère} = R_p \omega_{mrp} \Rightarrow 1 = \frac{T_{pc} \times R_p \times \omega_{mrp}}{C_{ms} \times \omega_{ms}}$$

$$\text{or } \omega_{mrp} = k \omega_{ms} \Rightarrow \frac{\omega_{mrp}}{\omega_{ms}} = k$$

$$1 = \frac{T_{pc} \times R_p \times k}{C_{ms}} \Rightarrow T_{pc} = \frac{C_{ms}}{R_p \times k}$$

Q3 Si on isole le système le DBB + crémaillère le B.A.M.E.

on a 3 torseurs statiques :

$$\left\{ \mathcal{C}_{porteur} \right\}_{G_1} = \left\{ \begin{matrix} -Mg \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{G_1} \quad \left\{ \mathcal{C}_{Glissière} \right\}_{O_1} = \left\{ \begin{matrix} X_{O_1} \vec{x} + Y_{O_1} \vec{y} \\ L_{O_1} \vec{x} + M_{O_1} \vec{y} + N_{O_1} \vec{z} \end{matrix} \right\}_{O_1}$$

$$\left\{ \mathcal{C} \right\}_{I_1} = \left\{ \begin{matrix} T_{pc} \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{I_1}$$

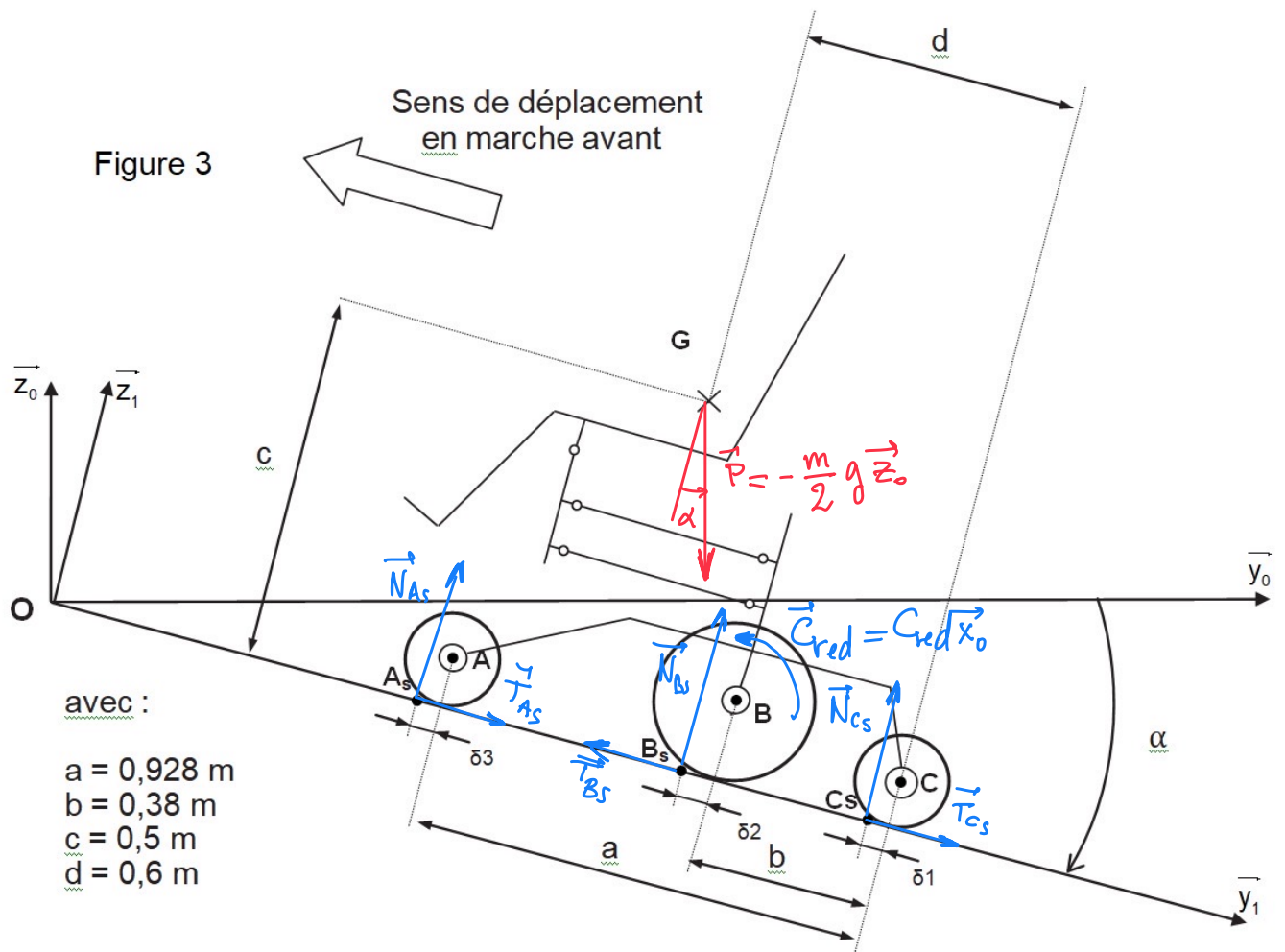
Q4: On applique le TRS en projection sur $\vec{z}$

$$\vec{R} \cdot \vec{z} = 0 = -Mg + T_{pc} \Rightarrow T_{pc} = Mg$$

alors $C_{ms} = R_p \times k \times \pi l g$

Exercice 2 :

Q5:



Q6: On isole le Pantin + PMR & B.A.M.E. donne :

$$\vec{P}, \vec{N}_{As}, \vec{T}_{As}, \vec{N}_{Bs}, \vec{T}_{Bs}, \vec{N}_{Cs}, \vec{T}_{Cs}$$

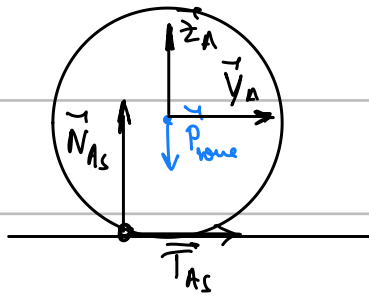
$$\vec{R} \cdot \vec{y}_1 = T_{As} - T_{Bs} + T_{Cs} + \frac{m}{2} g \sin \alpha = 0$$

$$\vec{R} \cdot \vec{z}_1 = N_{As} + N_{Bs} + N_{Cs} - \frac{m}{2} g \cos \alpha = 0$$

$$\vec{M} \cdot \vec{x}_1 = \left(\vec{M}_{Bs, \vec{N}_{As}} + \vec{M}_{Bs, \vec{T}_{As}} + \vec{M}_{Bs, \vec{T}_{Bs}} + \vec{M}_{Bs, \vec{N}_{Bs}} + \vec{M}_{Bs, \vec{N}_{Cs}} + \vec{M}_{Bs, \vec{T}_{Bs}} + \vec{M}_{Bs, \vec{P}} \right) \cdot \vec{x}_1 = 0$$

$$\vec{M}_A \cdot \vec{x}_1 = 0 = N_{As} ((a-b) - \delta_2 + \delta_3) + N_{Cs} (b + \delta_2 - \delta_1) - \frac{m}{2} g \sin \alpha C + \frac{m}{2} g \cos \alpha (d-b)$$

Q7: On isole la roue avant B.A.M.E: $\vec{T}_{ave}$, $\vec{N}_{As}$, $\vec{T}_{As}$, $\vec{y}_A$, $\vec{z}_A$



On applique le T.M.S. au point A
cela donne :

$$T_{As} \times \frac{D_3}{2} - N_{As} \delta_3 = 0$$

$$\frac{T_{As}}{2} D_3 = N_{As} \delta_3$$

en isolant la roue arriere on obtient egalement

$$\frac{T_{Cs}}{2} D_1 = N_{Cs} \delta_1$$

Q8: De même pour la roue motrice on obtient :

$$- N_{Bs} \delta_2 - T_{As} \times \frac{D_2}{2} + C_{red} = 0$$

$$\text{abs } C_{red} = N_{Bs} \delta_2 + T_{As} \frac{D_2}{2}$$

Q9: $\vec{T}_{Bs}$ est une force motrice, elle est donc dans le sens du déplacement ($-\vec{y}_1$).

$$\text{d'où } C_{red} = 140 \times 0,004 + 380 \times \frac{0,336}{2}$$

$$= 4,56 + 58,8 = 63,36 \text{ N.m} > 24 \text{ N.m}$$



Exercice 3:

Q10: Les câbles ne sont pas représentés

Q11: L'ensemble { Corps de véh; tige }, et soumis à deux glisseurs (actions transmises par les pivots en A et B, et un poids propre négligé). On en conclut que l'effort transmis par le véh est porté par $\vec{u}$.

Q12 si on isole BCE, le B.A.M.E. donne: $\vec{B}_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}}$, $\vec{E}_{\text{rov} \rightarrow \text{bras}}$ et les actions transmises par la liaison pivot en C, $\vec{X}_c$, $\vec{Y}_c$

$$\left\{ \begin{array}{c} \mathcal{Y} \\ \text{tige} \rightarrow \text{bras} \end{array} \right\}_B = \left\{ \begin{array}{c} B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} \vec{u} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_B \quad \left\{ \begin{array}{c} \mathcal{Y} \\ \text{rov} \rightarrow \text{bras} \end{array} \right\}_E = \left\{ \begin{array}{c} -Mg \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_E$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \mathcal{Y} \\ \text{Bâti} \rightarrow \text{bras} \end{array} \right\}_C = \left\{ \begin{array}{c} X_c \vec{x}_0 + Y_c \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_C$$

Q13: On applique le TMS en C:

$$\vec{M}_{C, \vec{B}_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}}} + \vec{M}_{C, \vec{E}_{\text{rov} \rightarrow \text{bras}}} + \vec{M}_{C, \text{Liaison Pivot}} \stackrel{!}{=} \vec{0}$$

$$\vec{CB} \wedge B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} \vec{u} + \vec{CE} \wedge \vec{E}_{\text{rov} \rightarrow \text{bras}} = \vec{0}$$

$$r \vec{j} \wedge B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} \vec{u} + d \vec{y}_1 \wedge -Mg \vec{y}_0 = \vec{0}$$

$$r (-\sin(16+\theta) \vec{x}_0 + \cos(16+\theta) \vec{y}_0) \wedge B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} (\cos \psi \vec{x}_0 + \sin \psi \vec{y}_0) \\ + d (-\sin \theta \vec{x}_0 + \cos \theta \vec{y}_0) \wedge -Mg \vec{y}_0 = \vec{0}$$

$$-r B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} \sin(\theta+16) \sin \psi \vec{z}_0 - r B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} \cos(\theta+16) \cos \psi \vec{z}_0 \\ + d \sin \theta Mg \vec{z}_0 = \vec{0}$$

$$B_{\text{tige} \rightarrow \text{bras}} = \frac{d \sin \theta Mg}{r[(\sin \psi) \sin(\theta + \delta) + \cos(\theta + \delta) \cos \psi]} = \frac{d \sin \theta Mg}{r \cos(\psi - \theta - \delta)}$$

Q14: Phase de poussée pour faire sortir la tige il faut alimenter le port A. Phase de retenue il faut alimenter le port B

Q15: En poussée $S_p = \frac{\pi D^2}{4}$ En retenue $S_R = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$

Q16: Pour $-12^\circ < \theta < 0^\circ$ le vérin est en poussée
 Pour $0^\circ < \theta < 53^\circ$ le vérin est en retenue

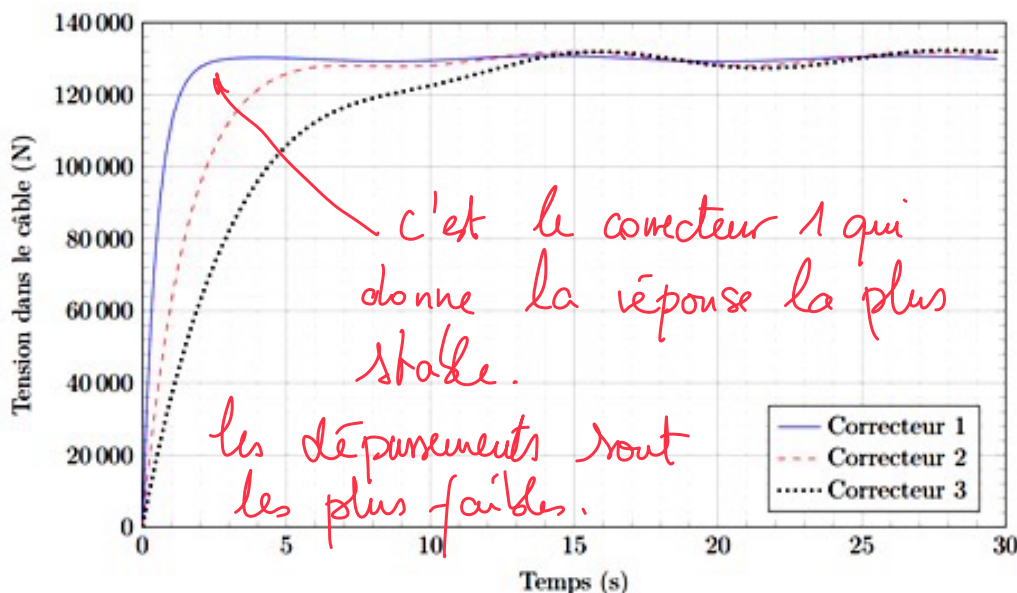
Q17: L'effort maximum est en retenue et égale à 430 000 N

$$P_{\text{retenue}} \times S_R = 430\,000 \Rightarrow P_{\text{retenue}} = \frac{430\,000}{S_R}$$

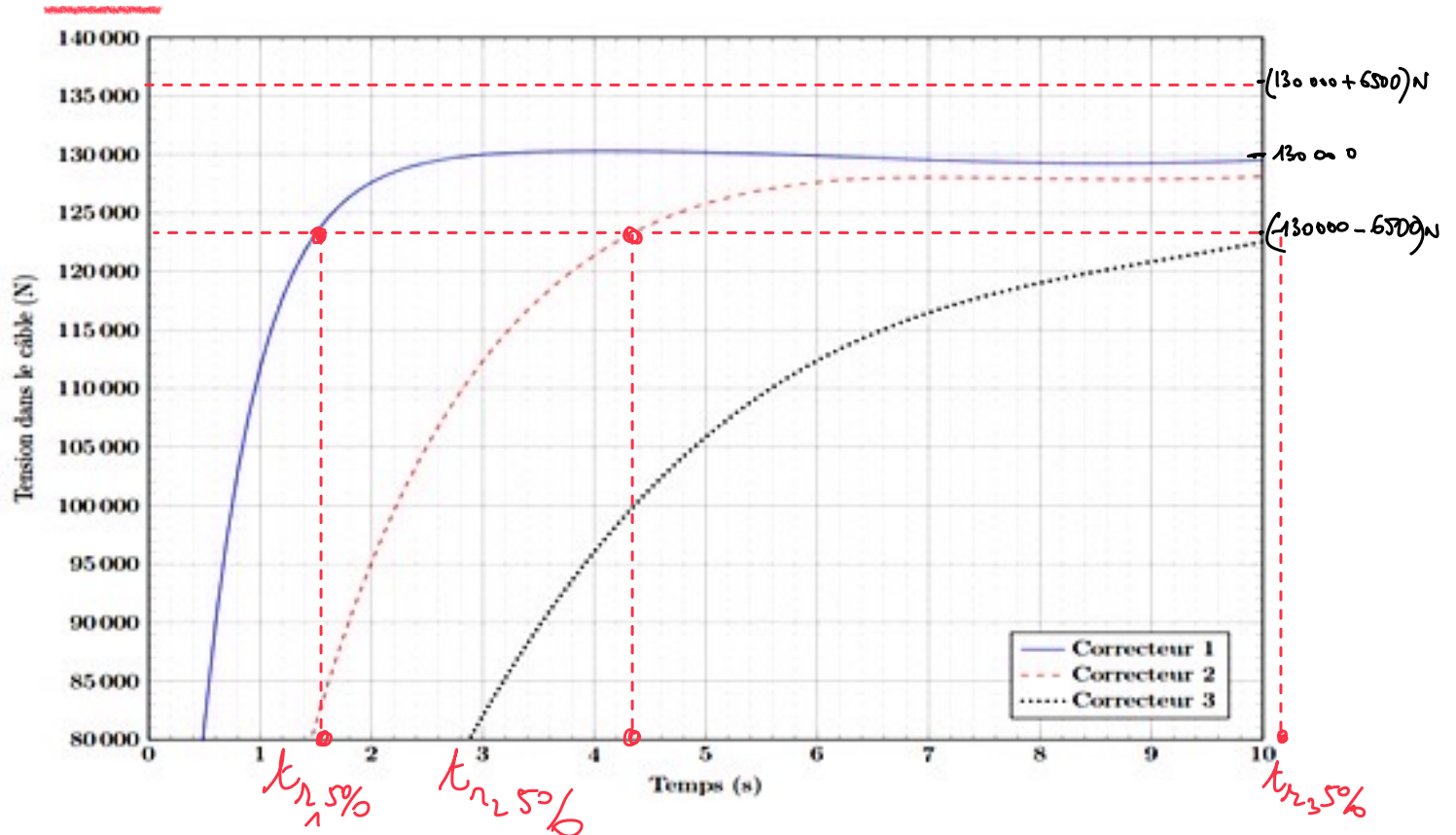
$$\text{A.N.} \quad P_{\text{retenue}} = 182 \text{ MPa} < 20 \text{ MPa}$$

Q18: La pression est bien inférieure à la pression maximum que peut délivrer le compresseur. 😊

Q19:



Q20:



La bande des 5% est déterminée à partir de $s(t_{\infty})$

qui pour les 3 correcteurs est égale à $130\,000\text{ N}$

$$\text{d'où } 0,05 \times 130\,000 = 6500\text{ N}$$

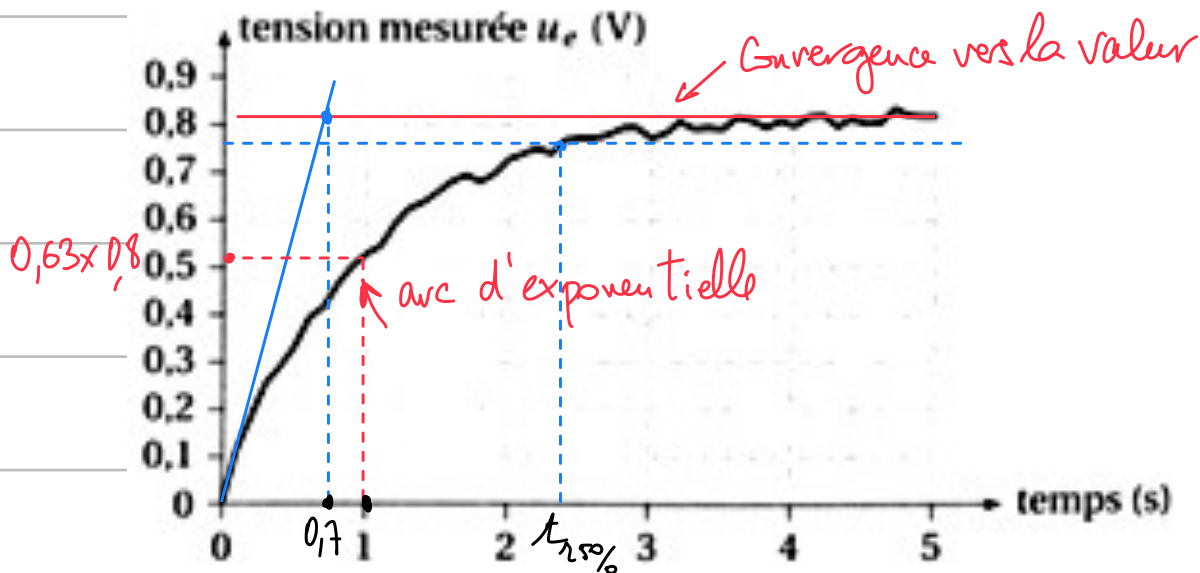
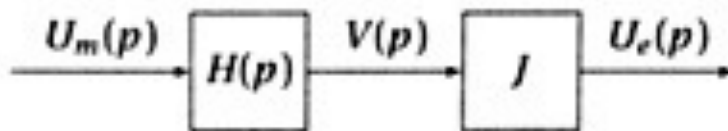
$$t_{n,5\%} = 1,5\text{ s} \quad t_{n,25\%} = 4,3\text{ s} \quad t_{n,35\%} = 10,2\text{ s}$$

Uniquement le correcteur 1 permet de respecter le

$t_{n,5\%}$ du Cdc ($< 3\text{ s}$)

Q21: Il s'agira d'un modèle expérimental. On établit le modèle à partir des résultats donnés par les capteurs qui instrumentent le chariot.

Q22: La forme générale d'une fonction de transfert du 1^{er} ordre, est un arc d'exponentielle, avec une convergence vers une valeur finale sans dépassement.



Q23: $\Delta s(+\infty) = K_c \Delta e$, avec $U_0 = 70 \text{ V} = \Delta e$

$$K_c = \frac{\Delta s(+\infty)}{U_0}$$

A.N. $K_c = \frac{0,8}{70} = 1,14 \times 10^{-2}$

Q24: Méthode 1: abscisse de l'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote à $\Delta s(+\infty)$: $\tau_1 = 0,7 \text{ s}$

Méthode 2: Abscisse du point d'ordonnée $0,63 \Delta s(+\infty)$: $\tau_2 = 1 \text{ s}$

Méthode 3: Détermination du $t_{95\%} = 3\tau$ $3\tau_3 = 2,3 \text{ s}$
 $\tau_3 = 0,77 \text{ s}$

On peut faire la moyenne des 3 τ ce qui donne

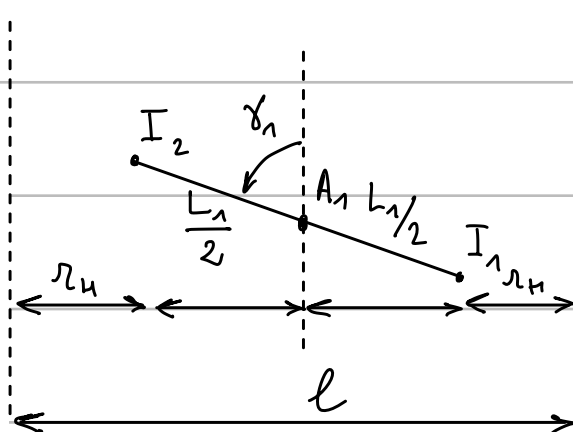
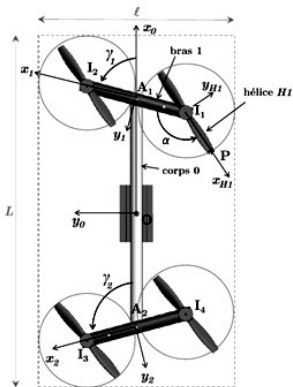
$$\bar{\tau} = \frac{1 + 0,7 + 0,77}{3} = 0,82 \text{ s}$$

Q25: On aurait un temps de réponse $t_{r50\%} = 3 \times 0,82$

ce qui donne $t_{r50\%} = 2,46 \text{ s}$

le système est beaucoup trop lent, il faut prévoir un correcteur pour gagner en rapidité.

Q26:



$$l = 2r_H + 2 \times \frac{L_1}{2} \sin \gamma_1$$

$$l = 2r_H + L_1 \sin \gamma_1$$

Q27: Pour $\gamma_1 = 0$ $l_{\min} = 2r_H$ A.N $l_{\min} = 0,128 \text{ m}$

Pour $\gamma_1 = \frac{\pi}{2}$ $l_{\max} = 2r_H + L_1$ $l_{\max} = 0,128 + 0,140 = 0,268 \text{ m}$

$$A = 1 - \frac{2r_H}{2r_H + L_1} = \frac{\cancel{2r_H} + L_1 - \cancel{2r_H}}{2r_H + L_1}$$

$$A = \frac{L_1}{2r_H + L_1}$$

A.N.

$$A = \frac{140}{2 \times 64 + 140} = 52,2\%$$

Q28: $l_{proj} = l_{gauche} - l_{droit}$

$$\left. \begin{array}{l} l_{\text{gauche}} \text{ avant le repliement} = 0,125 \text{ m} \\ l_{\text{droit}} \quad " \quad " \quad " = -0,140 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow \underline{l_{\text{proj.}}^{\max}} = 0,125 + 0,140$$
$$= \underline{0,265 \text{ m}}$$

$$\left. \begin{array}{l} l_{\text{gauche replié}} = 0,07 \text{ m} \\ l_{\text{droit replié}} = -0,06 \text{ m} \end{array} \right\} \underline{l_{\text{prof}}^{\text{min}} = 0,07 + 0,06 = 0,13 \text{ m}}$$

Les valeurs trouvées lors de l'essai 4 sont très proches

des valeurs théoriques $\left| \frac{0,128 - 0,130}{0,128} \right| = 1,6\%$

$$\left| \frac{0,268 - 0,265}{0,268} \right| = 1,1\%$$

L'erreur provient du fait que le diène se déplace légèrement de biais par rapport à l'axe x_0

L' exigence 1 est vérifiée $l_{prof}^{mini} < 0,20m$

$$\begin{aligned} Q29: \vec{V}_{PEH_1/RG} &= \vec{V}_{PEH_1/R_1} + \vec{V}_{PER_1/R_0} + \vec{V}_{PER_0/RG} \\ &= \vec{PI}_1 \wedge \omega_1 \vec{z}_0 + \vec{PA}_1 \wedge \dot{\gamma}_1 \vec{z}_0 + V_x \vec{x}_0 \\ &= -r_H \vec{x}_H \wedge \omega_1 \vec{z}_0 + \left(-r_H \vec{x}_H + \frac{L}{2} \vec{x}_1 - \frac{h}{4} \vec{z}_0 \right) \wedge \dot{\gamma}_1 \vec{z}_0 + V_x \vec{x}_0 \\ &= r_H \omega_1 \vec{y}_H + r_H \dot{\gamma}_1 \vec{y}_H - \frac{L}{2} \dot{\gamma}_1 \vec{y}_1 + V_x \vec{x}_0 \end{aligned}$$

$$\vec{V}_{p \in H_1/R_G} = r_H(\omega_1 + \ddot{\gamma}_1) \vec{y}_{H_1} - \frac{L_1}{2} \ddot{\gamma}_1 \vec{y}_1 + V_X \vec{x}_0$$

Q30: La vitesse est maximum quand $\vec{y}_n = \vec{x}_0$ $-\vec{y}_1 = \vec{x}_0 \Rightarrow \vec{y}_1 = -\vec{x}_0$

ce qui donne une norme égale à :

$$V_{\max} = V_x + \frac{L_1}{2} \dot{\gamma}_1 + r_n (\omega_1 + \ddot{\gamma}_1)$$

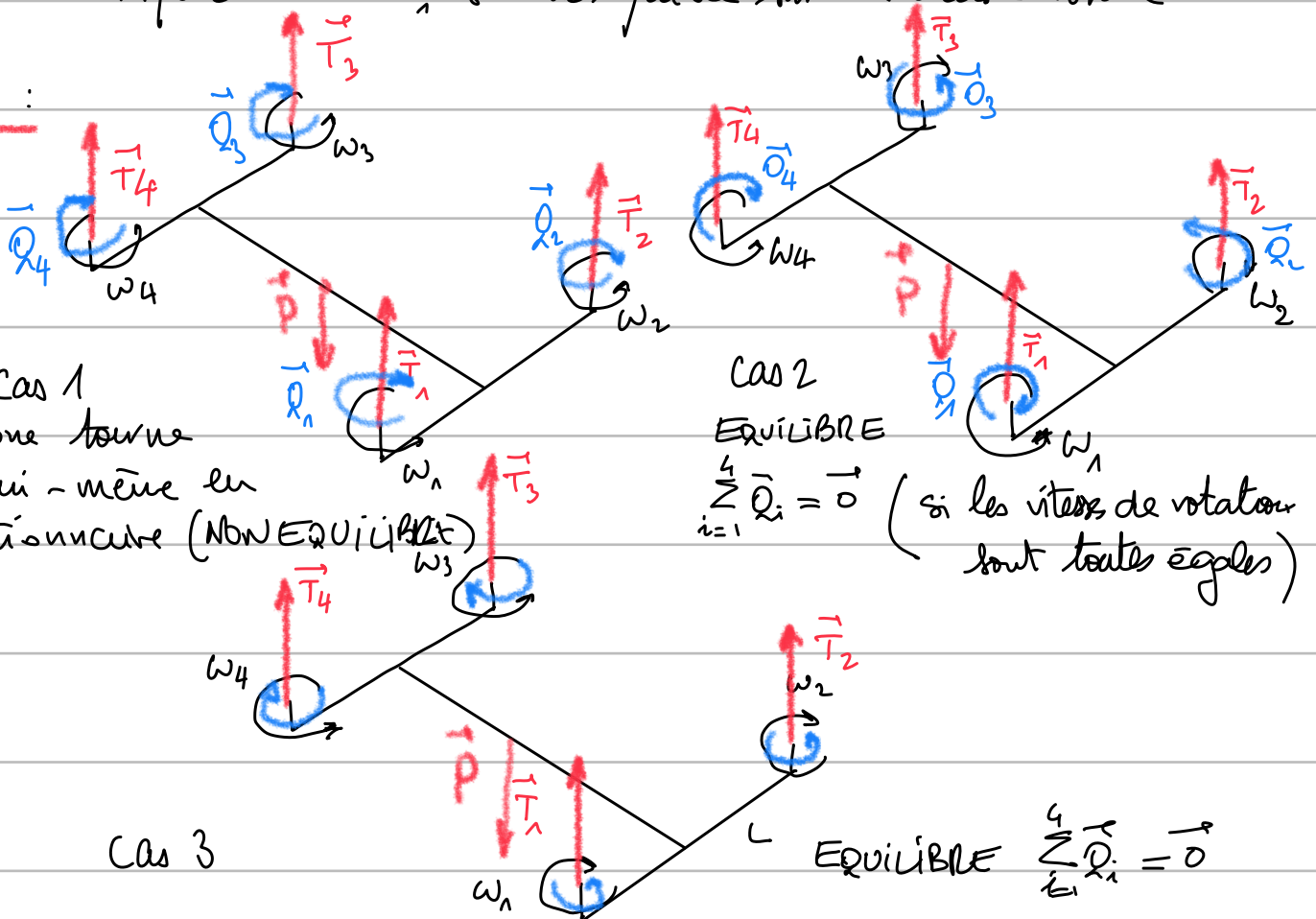
$$\dot{\gamma}_{1\max} = \frac{\pi}{300 \times 10^{-3}} \quad \omega_1 = \frac{13400 \times 2\pi}{60} = 1414 \text{ rad.s}^{-1} \quad V_x = 2,5 \text{ m/s}$$

$$= 5,23 \text{ rad.s}^{-1} \quad L_1 = 0,140 \text{ m} \quad r_n = 0,064 \text{ m}$$

$$V_{\max} = \underbrace{2,5}_{2,5 \text{ m/s}} + \underbrace{\frac{0,140}{2} \times 5,23}_{0,366 \text{ m/s}} + \underbrace{0,064 (1414 + 5,23)}_{90,8 \text{ m/s}} = 93,7 \text{ m/s} < 200 \text{ m/s}$$

L'influence de $\ddot{\gamma}_1$ est très faible sur la vitesse totale.

Q31 :



Q32:

Si $|\omega_1| = |\omega_2| < |\omega_3| = |\omega_4|$ alors la puissance du bras 1 sera plus faible que celle du bras 2 $\Rightarrow$ tangage vers l'avant


 il y a une projection de la poussée
 vers l'avant le drone se déplace
 dans le sens de $\vec{x}_0$

Q33: La résultante rote $\vec{T} = T \vec{z}_0$ avec $T = C_T \omega_1^2$

$$\vec{T} = C_T \omega_1^2 \vec{z}_0$$

$$\begin{aligned}
 \vec{M}_{O, \vec{T}} &= \vec{M}_{I_1} + \vec{OI_1} \wedge \vec{T} = -Q \vec{z}_0 + (\vec{OA_1} + \vec{A_1 I_1}) \wedge \vec{T} \\
 &= -Q \vec{z}_0 + \left(\frac{L_0}{2} \vec{x}_0 + \frac{h}{4} \vec{z}_0 - \frac{L_1}{2} \vec{x}_1 + \frac{h}{4} \vec{z}_0 \right) \wedge C_T \omega_1^2 \vec{z}_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \vec{M}_{O, \vec{T}} &= -Q \vec{z}_0 - \frac{L_0}{2} C_T \omega_1^2 \vec{y}_0 + \frac{L_1}{2} C_T \omega_1^2 \vec{y}_1 \\
 &= -C_Q \omega_1^2 \vec{z}_0 - \frac{L_0}{2} C_T \omega_1^2 \vec{y}_0 + \frac{L_1}{2} C_T \omega_1^2 (-\sin \gamma_1 \vec{x}_0 + \cos \gamma_1 \vec{y}_0) \\
 &= -\frac{L_1}{2} C_T \omega_1^2 \sin \gamma_1 \vec{x}_0 + \frac{C_T \omega_1^2}{2} (-L_0 + L_1 \cos \gamma_1) \vec{y}_0 - C_Q \omega_1^2 \vec{z}_0
 \end{aligned}$$

$$\left\{ \gamma_{A_1 I_1 \rightarrow H_1} \right\}_O = \begin{Bmatrix} 0 & -\frac{L_1}{2} C_T \omega_1^2 \sin \gamma_1 \\ 0 & \frac{C_T \omega_1^2}{2} (-L_0 + L_1 \cos \gamma_1) \\ C_T \omega_1^2 & -C_Q \omega_1^2 \end{Bmatrix}_O$$

Q34: L'axe de roulis ici est l'axe $\vec{x}_0$, si $\gamma_1 = 0^\circ$ alors les

$\sin \gamma_1 = 0$ et donc le moment résultante sur $\vec{x}_0$ est nul.

il n'y a donc aucun pilotage du drone en roulis, l'attitude du drone n'est pas maîtrisée 😞 Id 1.2.

Q35: Soit $\vec{F}$ la fermeture géométrique :

$$\vec{F} = \vec{OC_1} + \vec{C_1B_1} + \vec{B_1A_1} + \vec{A_1O} = \vec{0}$$

$$= R_1 \vec{y}_0 + L_{c_1}(\theta) \vec{x}_{c_1} + a_1 \vec{x}_1 - \frac{L_0}{2} \vec{x}_0 = \vec{0}$$

$$L_{c_1}(\theta) \vec{x}_{c_1} = \frac{L_0}{2} \vec{x}_0 - R_1 \vec{y}_0 - a_1 \vec{x}_1$$

$$= \left(\frac{L_0}{2} - a_1 \cos \gamma_1 \right) \vec{x}_0 - \left(R_1 + a_1 \sin \gamma_1 \right) \vec{y}_0$$

Q36: $(L_{c_1}(\theta))^2 = \left(\frac{L_0}{2} - a_1 \cos \gamma_1 \right)^2 + \left(R_1 + a_1 \sin \gamma_1 \right)^2$

$$L_{c_1}(\theta)^2 = \frac{L_0^2}{4} - \cancel{2} \cancel{L_0} a_1 \cos \gamma_1 + a_1^2 \cos^2 \gamma_1 + R_1^2 + 2a_1 R_1 \sin \gamma_1 + a_1^2 \sin^2 \gamma_1$$

$$L_{c_1}(\theta)^2 = \underbrace{R_1^2 + \frac{L_0^2}{4} + a_1^2}_C - \underbrace{L_0 a_1 \cos \gamma_1}_A + \underbrace{2a_1 R_1 \sin \gamma_1}_B$$

FIN

