



CORRIGÉ

Question 1

Rampe pliée	Vérin rentré	Vérin sorti
Rampe dépliée	Vérin rentré	Vérin sorti

Avantage(s) : Ce système qui en plus du verin et du bras intermédiaire comporte une genouillère et une bielle permet :

- une rotation du bras intermédiaire de 180°
- un verrouillage dans la position dépliée par l'alignement de Π, W et P

Question 2

Le degré de mobilité est de 3

- Transformation du mouvement du vérin en rotation du bras intermédiaire. Mobilité utile

→ 2 mobilités internes:

Rotation de la tige et du corps
du verin autour de l'axe (RV),

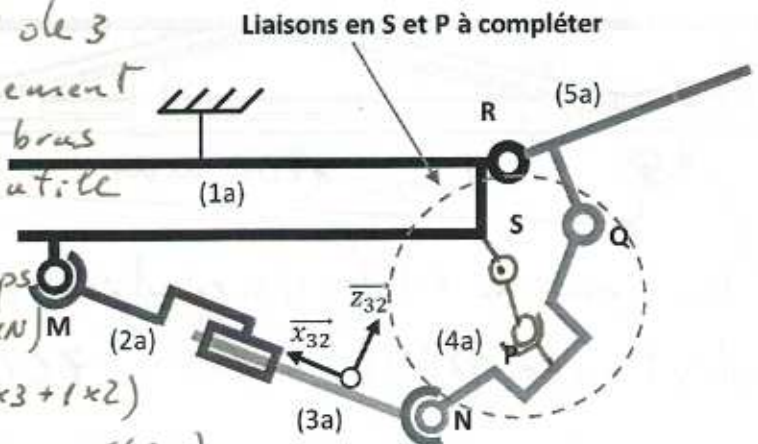
$$H = 68 + 17 - I_c = 6 \times 2 + 3 - (4 \times 1 + 2 \times 3 + 1 \times 2)$$

$$H = I_5 + M - 6(N_p - 1) = (4 \times 5 + 2 \times 3 + 1 \times 4) + 3 - 6(6 - 1)$$

$$H = 3$$

Mobilité = 3

Hyperstatisme = 3



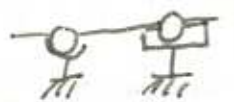
Modèle Isostatique

NOUVELLE LIAISON EN P: Rotule de centre P

NOUVELLE LIAISON EN S : Pivot-glisant
d'axe $(S, \vec{y})$

Question 3

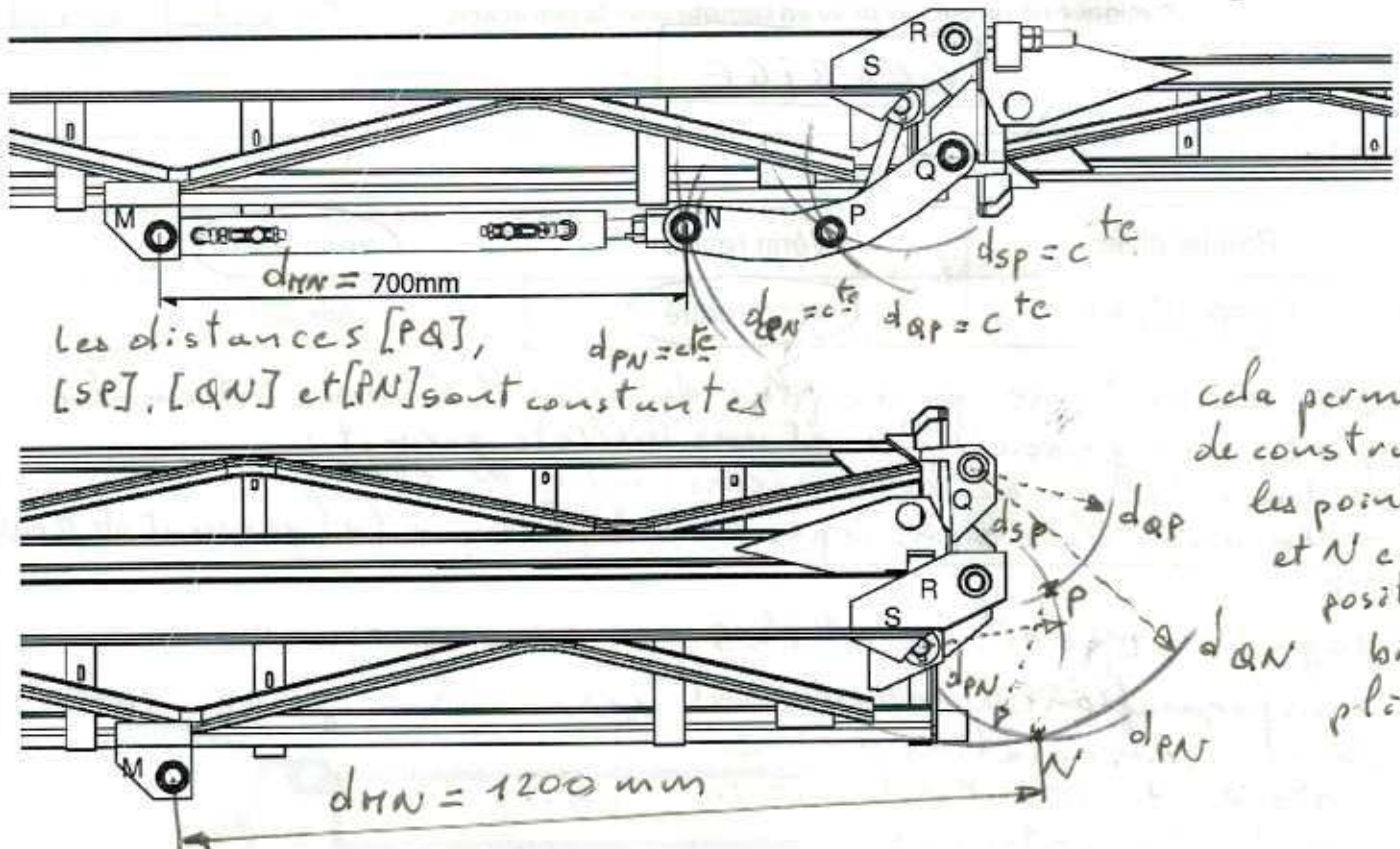
On peut utiliser 2 roulements à bille. Un dont toutes les translations sont supprimées (liaison rotule) l'autre dont la bague intérieure ou extérieure peut glisser sur le contact cylindrique (liaison linéaire annulaire). La liaison équivalente est une pivot.



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 4



La course est la variation de la distance $[MN]$: $1200 - 700 \approx 500\text{mm}$

Course = 500mm

Question 5

Pour le pliage on s'intéresse à la variation de volume de la chambre arrière : $\Delta V = \text{course} \cdot S_c = 500 \times 1200 = 6 \cdot 10^5 \text{mm}^3 = 0,6\text{l}$

Pour le dépliage, celui de la chambre avant $\Delta V = \text{course} \cdot (S_c - S_e) = 0,35\text{l}$

Débit $q = \frac{\Delta V}{t} = 60\text{l} \cdot \text{min}^{-1} = 1\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow t = \frac{\Delta V}{q}$

	Durée en secondes
Pliage	$t = 0,6\text{s}$
Dépliage	$t = 0,35\text{s}$

Question 6

Débit minimum = $3,6\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$

Id. 1.1.1 $t = \frac{\Delta V}{q} < 10\text{s}$

Pour le pliage : $q > \frac{\Delta V}{t} = \frac{0,6}{10} = 0,06\text{l/s}$

Conclusion : Id 1.2 : Débit maximal de la pompe $60\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$
ce débit est suffisant car $60\text{l} \cdot \text{min}^{-1} > \text{Débit minimum}$

$q > 0,06 \times 60\text{l/min}$

Question 7 Figure 5: Pour 6° on a 12 mm. Donc pour 1 tour ($360^\circ = 60 \times 6^\circ$) on a: $12 \times 60 = 720 \text{ mm} \cdot \text{tr}^{-1}$. λ_{2616} et $\dot{\theta}_{2616}$ sont de même signe donc on a un pas à droite: $\lambda_{2616} = \frac{+p}{2\pi} \dot{\theta}_{2616}$. Du moment des torseurs statique et cinématique de la liaison (nul) $\lambda_{2616} X_0 + \dot{\theta}_{2616} L_0 = 0$

Relation liant L_0 et X_0 : $L_0 = \frac{-p}{2\pi} X_0$

$p = 720 \text{ mm} \cdot \text{tr}^{-1}$

Question 8

* On isole {2b} Bilan des Actions Mécaniques Extérieures:

- Action de 3b → 2b (Liaison pivot glissant d'axe $(O_3, \vec{x}_{2b})$)
- Action de 1b → 2b (Liaison hélicoïdale d'axe $(O_3, \vec{x}_{2b})$)
- Action du ressort → 2b Force de support $(D, \vec{x}_R) : -F_R \vec{x}_b$
- Action extérieures → 2b $M_{O_3}(\text{Ext} \rightarrow 2b) \cdot \vec{x}_{2b} = C \csc$

* TRD en projection sur $\vec{x}_{2b}$: car $R_{\text{ext} \rightarrow 2b} \cdot \vec{x}_{2b} = 0$

car pivot glissant $(O_3, \vec{x}_{2b})$ $\begin{matrix} \text{O} \\ \downarrow \end{matrix} + X_0 - \underbrace{F_R \cos \theta}_{\substack{\rightarrow \vec{x}_{2b} \cdot \vec{x}_R = \cos \theta}} + 0 = 0 \Rightarrow X_0 = F_R \cos \theta$

* TMD en O_3 en projection sur $\vec{x}_{2b}$

$\begin{matrix} \text{O} \\ \downarrow \end{matrix} + L_0 + \underbrace{O_3 \vec{D}_A - F_R \vec{x}_R \cdot \vec{x}_{2b}}_{\substack{\rightarrow = 0 \text{ car } O_3 \vec{D} \text{ et } -F_R \vec{x}_R \text{ sont 2 vecteurs dans} \\ \text{le plan } (O_3, \vec{x}_{2b}, \vec{y}_{2b}) \text{ donc } (O_3 \vec{D}_A - F_R \vec{x}_{2b}) \parallel \vec{z}_{2b}}} + C \csc = 0$

On en déduit donc: $C \csc = -L_0$

Ayant $L_0 = \frac{-p}{2\pi} X_0$ et $X_0 = F_R \cos \theta$

On obtient: $C \csc = \frac{p}{2\pi} F_R \cos \theta$

Question 9

En fait l'action de l'obstacle a une résultante non nulle mais de direction $\vec{z}_{2b}$: $R_{\text{ext} \rightarrow 2b} = R_{\text{ext}} \cdot \vec{z}_1$. Posons P son point d'application $O_3 P = d \vec{x}_1$. On a: $C \csc = d \vec{x}_1 \wedge R_{\text{ext}} \cdot \vec{z}_1 \cdot \vec{x}_{2b}$
 $C \csc = -d R_{\text{ext}} \vec{y}_1 \cdot \vec{x}_{2b} = -d R_{\text{ext}} \cos(\frac{\pi}{2} - \varphi) = -d R_{\text{ext}} \sin \varphi = -L_0$
 $L_{\text{max}} = d R_{\text{ext}} \sin \varphi$ soit l'effort en bout de bras:

Effort en bout de bras = $\frac{490}{0,94 \times 2,5} = 208 \text{ N}$ $R_{\text{ext}} = \frac{L_{\text{max}}}{d \cdot \sin \varphi}$ L'angle φ

Id 1.8.2 Effort = $200 \text{ N} \pm 10\%$
 Conclusion: Exigence validée car $208 \in [180, 220]$

n'est pas donné mais sur la figure 6 on mesure $\sin \varphi = 0,94$

Question 10

$$\vec{V}_{A_2 \in 2b/0} = \vec{V}_{G_2 \in 2b/0} + \vec{x}_{2b/0} \wedge \vec{\Gamma}_{A_2} = \dot{\psi} \vec{y}_1 \wedge ((x_0 + x_{a2}) \vec{z}_1 + y_{a2} \vec{y}_1 + l_1 \vec{z}_1)$$

$$\vec{V}_{A_2 \in 2b/0} = (dr \vec{x}_1 - (x_0 + x_{a2}) \vec{z}_1) \dot{\psi}$$

$$\begin{aligned} \vec{a}_{A_2 \in 2b/0} &= \left(\frac{d \vec{V}_{A_2 \in 2b/0}}{dt} \right)_{B_0} = \left(\frac{d \vec{V}_{A_2 \in 2b/0}}{dt} \right)_{B_1} + \vec{\Omega}_{1/0} \wedge \vec{V}_{A_2 \in 2b/0} \\ &= \dot{\psi} \vec{y}_1 \wedge \dot{\psi} [dr \vec{x}_1 - (x_0 + x_{a2}) \vec{z}_1] = -\dot{\psi}^2 [dr \vec{z}_1 + (x_0 + x_{a2}) \vec{x}_1] \end{aligned}$$

$$\vec{V}_{G_2 \in 2b/0} = \dot{\psi} [dr \vec{x}_1 - (x_0 + x_{a2}) \vec{z}_1]$$

$$-\dot{\psi}^2 [dr \vec{z}_1 + (x_0 + x_{a2}) \vec{x}_1]$$

Question 11

$$\delta_{O_3}(2b/0) \cdot \vec{x}_{2b} = \delta_{A_2}(2b/0) \cdot \vec{x}_{2b} + \vec{O_3 A_2} \wedge m_2 \vec{a}_{A_2 \in 2b/0} \cdot \vec{x}_{2b}$$

$$\begin{aligned} \delta_{O_3}(2b/0) \cdot \vec{x}_{2b} &= m_2 \vec{x}_{2b} \wedge \vec{O_3 A_2} \cdot \vec{a}_{A_2 \in 2b/0} \\ &= m_2 (\cos \varphi \vec{x}_1 + \sin \varphi \vec{y}_1) \wedge (x_{a2} \vec{x}_1 + y_{a2} \vec{y}_1) \cdot \vec{a}_{A_2 \in 2b/0} \\ &= m_2 (y_{a2} \cos \varphi \vec{z}_1 - x_{a2} \sin \varphi \vec{z}_1) \cdot -\dot{\psi}^2 [dr \vec{z}_1 + (x_0 + x_{a2}) \vec{x}_1] \\ &= -m_2 \dot{\psi}^2 dr (y_{a2} \sin \varphi - x_{a2} \cos \varphi) \end{aligned}$$

$$\delta_{(O_3, 2b/0)} \cdot \vec{x}_{2b} = m_2 dr \dot{\psi}^2 (x_{a2} \sin \varphi - y_{a2} \cos \varphi)$$

Démarche : On isole {2b} et on écrit un TMD en O_3 en projection sur $\vec{x}_{2b}$

$$\begin{aligned} \mathcal{M}_{O_3}(\text{pes} \rightarrow 2b) \cdot \vec{x}_{2b} + \mathcal{M}_{O_3}(1b \rightarrow 2b) \cdot \vec{x}_{2b} + \mathcal{M}_{O_3}(3b \rightarrow 2b) \cdot \vec{x}_{2b} + \mathcal{M}_{O_3}(\text{ressort} \rightarrow 2b) \cdot \vec{x}_{2b} &= \delta_{O_3}(2b/0) \cdot \vec{x}_{2b} \\ &= \underbrace{\vec{O_3 A_2} \wedge m_2 \dot{\psi}^2 \vec{y}_1 \cdot \vec{x}_{2b}}_{=0} = L_0 \quad \underbrace{=0 \text{ car liaison pivot glissant } (O_3, 2b)}_{=0} \quad \underbrace{=0 \text{ voir question 8}}_{=0} \end{aligned}$$

$$L_0 = m_2 dr \dot{\psi}^2 (x_{a2} \sin \varphi - y_{a2} \cos \varphi)$$

Question 12

L'Id 1.8.2 impose :

$$F_R \in [3900N, 4800N]$$

Rampes	33	28	24	20
Effort de précontrainte minimum (N)	5200	4700	4000	3500
Validation de l'exigence 1.9.2	Non	Oui	Oui	Non

Conclusion sur l'adaptation du ressort : ce résultat montre qu'il faut adapter l'effort du ressort à la longueur de la rampe pour valider l'Id 1.9.2 mais la validation de l'Id 1.8.2 nécessite la modification d'un autre paramètre *angle α ou la pes p*

Hypothèses qui peuvent être remises en cause : $\rightarrow$ Liaisons parfaites (frottement)
 $\rightarrow$ Le poids des pièces négligé à la question 8 $\rightarrow$ Bras 2b assimilé à une masse ponctuelle à la question 11 $\rightarrow \ddot{\psi} = 0$ à la question 10

Numéro d'inscription

--	--	--	--	--	--

Né(e) le

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Signature

Nom

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom(s)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CONCOURS
COMMUN MINES
PONTS

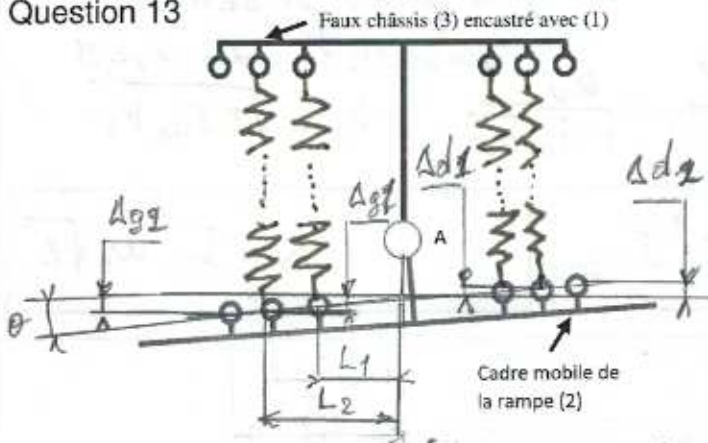
Épreuve :

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement
renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille

--	--	--	--

Question 13

Moments en A de l'action des
ressort g_1, g_2, d_1, d_2

$$M_A(g_1 \rightarrow z) = -L_1 (F_0 - k_i \Delta g_1)$$

$$M_A(g_2 \rightarrow z) = -L_2 (F_0 - k_i \Delta g_2)$$

$$M_A(d_1 \rightarrow z) = +L_1 (F_0 - k_i \Delta d_1)$$

$$M_A(d_2 \rightarrow z) = +L_2 (F_0 - k_i \Delta d_2)$$

$$\Rightarrow \sum M_A = k_i [L_1 (\Delta g_1 - \Delta d_1) + L_2 (\Delta g_2 - \Delta d_2)]$$

$$\text{or } \Delta g_1 \approx -L_1 \theta_{21}, \Delta d_1 \approx +L_1 \theta_{21}, \Delta g_2 \approx -L_2 \theta_{21}, \Delta d_2 \approx +L_2 \theta_{21}$$

$$\Rightarrow \sum M_A = k_i [-L_1^2 \theta_{21} - L_1^2 \theta_{21} - L_2^2 \theta_{21} - L_2^2 \theta_{21}] = -2 k_i (L_1^2 + L_2^2) \theta_{21}$$

$$\text{Donc } \sum M_A = -k_r \theta_{21}$$

$$k_r = 2 k_i (L_1^2 + L_2^2)$$

$$\text{avec } k_r = 2 k_i (L_1^2 + L_2^2)$$

Question 14

$$\text{Equation différentielle } \xrightarrow{L} I_{a2} p^2 \Theta_{20}(p) = -k_v p (\Theta_{20}(p) - \Theta_{10}(p)) - k_r (\Theta_{20}(p) - \Theta_{10}(p))$$

$$\Rightarrow (I_{a2} p^2 + k_v p + k_r) \Theta_{20}(p) = (k_v p + k_r) \Theta_{10}(p)$$

$$F_r(p) = \frac{\Theta_{20}(p)}{\Theta_{10}(p)} = \frac{k_v p + k_r}{I_{a2} p^2 + k_v p + k_r} = \frac{1 + \frac{k_v}{k_r} p}{1 + \frac{k_v}{k_r} p + \frac{I_{a2}}{k_r} p^2}$$

$$\text{en posant } \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{I_{a2}}{k_r} \text{ et } \frac{2\xi}{\omega_0} = \frac{k_v}{k_r}$$

Ordre = 2

$$F_r(p) = \frac{1 + \frac{2\xi}{\omega_0} p}{1 + \frac{2\xi}{\omega_0} p + \frac{1}{\omega_0^2} p^2}$$

$$\xi = \frac{k_v}{2\sqrt{I_{a2} k_r}}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_r}{I_{a2}}}$$

K = 1

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 15

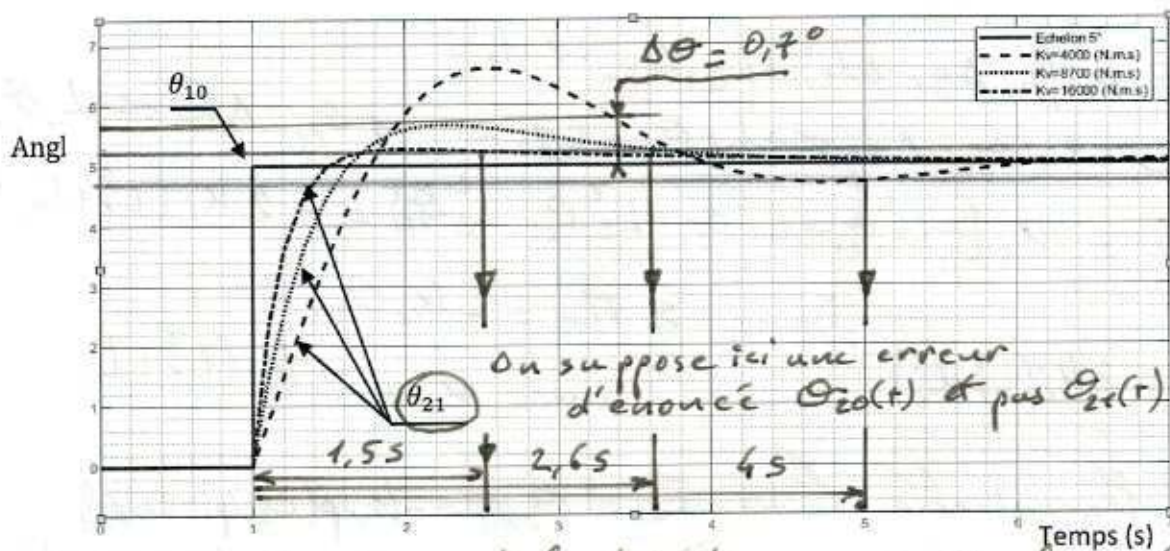
On impose une absence de résonance $\Leftrightarrow \xi \gg \frac{1}{\sqrt{2}}$
 et un temps de réponse minimal $\Leftrightarrow \xi$ le plus proche possible de 0,69
 $\Rightarrow$ Il faut donc $\xi = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{k_v}{2\sqrt{I_{az} k_r}} \quad k_v = \sqrt{2 I_{az} k_r}$

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$k_r = \omega_0^2 I_{az}$$

$$k_v = I_{az} \omega_0 \sqrt{2}$$

Question 16



$$5 \times 1,05 = 5,25$$

$$5 \times 0,35 = 1,75$$

On suppose ici une erreur d'énoncé $\theta_{20}(t)$ et pas $\theta_{2r}(r)$

Si c'est uniquement le tracteur qui s'incline (et pas le sol) alors $\theta_{20}(t) \rightarrow 5^\circ > 0,7^\circ$ alors Id 1.4.3.1 non vérifié
 si c'est le tracteur et le sol on se base sur $\Delta\theta_{max} < 0,7^\circ$ ou sur le temps de réponse à 5% $t_{5\%} < 3s$

Question 17 Fermeture géométrique:

$$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0} \Leftrightarrow -d_1 \vec{x}_1 + h_1 \vec{y}_1 + \lambda_{45} \vec{x}_4 - a_3 \vec{x}_3 - b_3 \vec{x}_3 = \vec{0}$$

$$\text{proj}(\vec{x}_1) \Rightarrow \lambda_{45} \cos \theta_{41} = a_3 \cos \theta_{31} - b_3 \sin \theta_{31} + d_1$$

$$\text{proj}(\vec{y}_1) \Rightarrow \lambda_{45} \sin \theta_{41} = a_3 \sin \theta_{31} + b_3 \cos \theta_{31} - h_1$$

$$\Rightarrow \lambda_{45} = \sqrt{(a_3 \cos \theta_{31} - b_3 \sin \theta_{31} + d_1)^2 + (a_3 \sin \theta_{31} + b_3 \cos \theta_{31} - h_1)^2}$$

pour $\theta_{31} \ll 1$: $\cos \theta_{31} \approx 1$, $\sin \theta_{31} \approx \theta_{31}$ et $\sin^2 \theta_{31} \ll \sin \theta_{31} \ll 1$

$$\text{on a alors } \lambda_{45} \approx \sqrt{(d_1 + a_3)^2 + (b_3 - h_1)^2} + 2\theta_{31} [a_3(b_3 - h_1) - b_3(d_1 + a_3)]$$

Question 18 17 (suite)

En linéarisant pour θ_{31} autour de 0

$$\frac{\lambda_{45}(p)}{\theta_{31}(p)} \approx \frac{\partial \lambda_{45}}{\partial \theta_{31}} = \frac{\partial \sqrt{A+B\theta_{31}}}{\partial \theta_{31}} = \frac{\frac{1}{2} B}{\sqrt{A+B\theta_{31}}} \approx \frac{B}{2\sqrt{A}}$$

$$H_6(p) = \frac{\lambda_{45}(p)}{\theta_{31}(p)} = \frac{-a_3 h_1 - b_3 d_1}{\sqrt{(d_1 + a_3)^2 + (h_1 - a_3)^2}}$$

avec $A = (d_1 + a_3)^2 + (h_1 - a_3)^2$ et $B = 2[a_3(b_3 - h_1) - b_3(d_1 + a_3)]$

Question 19

Equation différentielle $\xrightarrow{L}$ $Q(p) = s p \lambda_{45}(p) + \frac{V_0 p}{2B} P(p)$

$$\Rightarrow P(p) = \frac{2B}{V_0 p} [Q(p) - s p \lambda_{45}(p)] = \frac{2BS}{V_0} \left[\frac{1}{s p} Q(p) - \lambda_{45}(p) \right]$$

Du schéma bloc de l'annexe 4

$$P(p) = H_2(p) [H_1(p) Q(p) - \lambda_{45}(p)] \Rightarrow$$

$$H_1(p) = \frac{1}{s \cdot p}$$

$$H_2(p) = \frac{2BS}{V_0}$$

Question 20

Etant donné les moments d'inertie I_{a3} dans l'équation (1) et I_{a2} dans l'équation (2) on obtient ces équations:

(1) : On isole {3} et on applique un TMD en A projeté sur $\vec{z}_1$

(2) : On isole {2} et on applique un TMD en A projeté sur $\vec{z}_1$

Question 21

$$(1) \xrightarrow{L} (a) : (I_{a3} p^2 + k_v p + k_r) \Theta_{31}(p) = d F(p) + (k_v p + k_r) \Theta_{21}(p)$$

$$(2) \xrightarrow{L} (b) : (k_v p + k_r) \Theta_{31}(p) = (I_{a2} p^2 + k_v p + k_r) \Theta_{21}(p)$$

1^{ère} solution:

$$(a) \Rightarrow \Theta_{31}(p) = \frac{d}{I_{a3} p^2 + k_v p + k_r} F(p) - \frac{-(k_v p + k_r)}{I_{a3} p^2 + k_v p + k_r} \Theta_{21}(p)$$

$$H_5(p) \quad H_4(p)$$

2^{ème} solution:

$$(a) - (b) \Rightarrow I_{a3} p^2 \Theta_{31}(p) = d \cdot F(p) - I_{a2} p^2 \Theta_{21}(p)$$

$$\Theta_{31}(p) = \frac{d}{I_{a3} p^2} F(p) - \frac{I_{a2}}{I_{a3}} \Theta_{21}(p)$$

solution la plus simple qu'on retient

$$H_4(p) = \frac{I_{a2}}{I_{a3}}$$

$$H_5(p) = \frac{d}{I_{a3} p^2}$$

Question 22

Double integrateur et 2 premier ordre $\Rightarrow$ ordre 4

Pour $\omega \ll 1$ $\|H(j\omega)\| \approx \frac{K}{\omega^2}$ or $\|H(j\omega)\| = 1$ pour $\omega = 2 \cdot 10^{-2}$ rad/s

$$K = (2 \cdot 10^{-2})^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ unité de } \frac{K}{\omega^2} : \text{rad} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{unité de } K : \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$K = 4 \cdot 10^{-4} \text{ N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$\frac{1}{0,8} = T_0 = 1,25 \text{ s}$	$\frac{1}{3 \cdot 10^4} = T_1 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$	$\frac{1}{0,8} = T_2 = 1,25 \text{ s}$	Ordre = 4
--	--	--	--	-----------

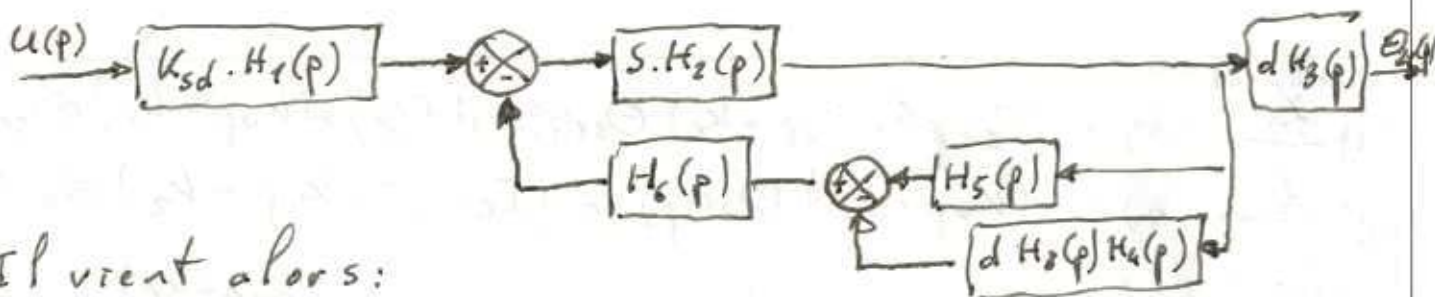
Question 23

cette simplification se justifie car $T_0 = T_2$

$K' = K = 4 \cdot 10^{-4} \text{ N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$T' = T_1 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
---	--

Question 24

Le schéma bloc de l'annexe 4 est équivalent à :



Il vient alors :

$$F_{DYN}(p) = K_{sd} H_1(p) \cdot \frac{S H_2(p)}{1 + S H_2(p) \cdot H_6(p) [H_5(p) - d H_3(p) H_4(p)]} \cdot d H_3(p)$$

$$= \frac{S \cdot H_2(p) \cdot d \cdot H_3(p) \cdot H_1(p) \cdot K_{sd}}{1 + S \cdot H_2(p) \cdot H_6(p) [H_5(p) - d \cdot H_3(p) \cdot H_4(p)]}$$

$F_{DYN}(p) = \frac{\theta_{21}(p)}{U(p)} = \frac{A \cdot B \cdot H_1(p)}{1 + A \cdot H_6(p) [H_5(p) - B H_4(p)]}$	Avec
--	------

$A = S \cdot H_2(p)$

$B = d \cdot H_3(p)$

Numéro d'inscription



Né(e) le

Signature

Nom

Prénom(s)

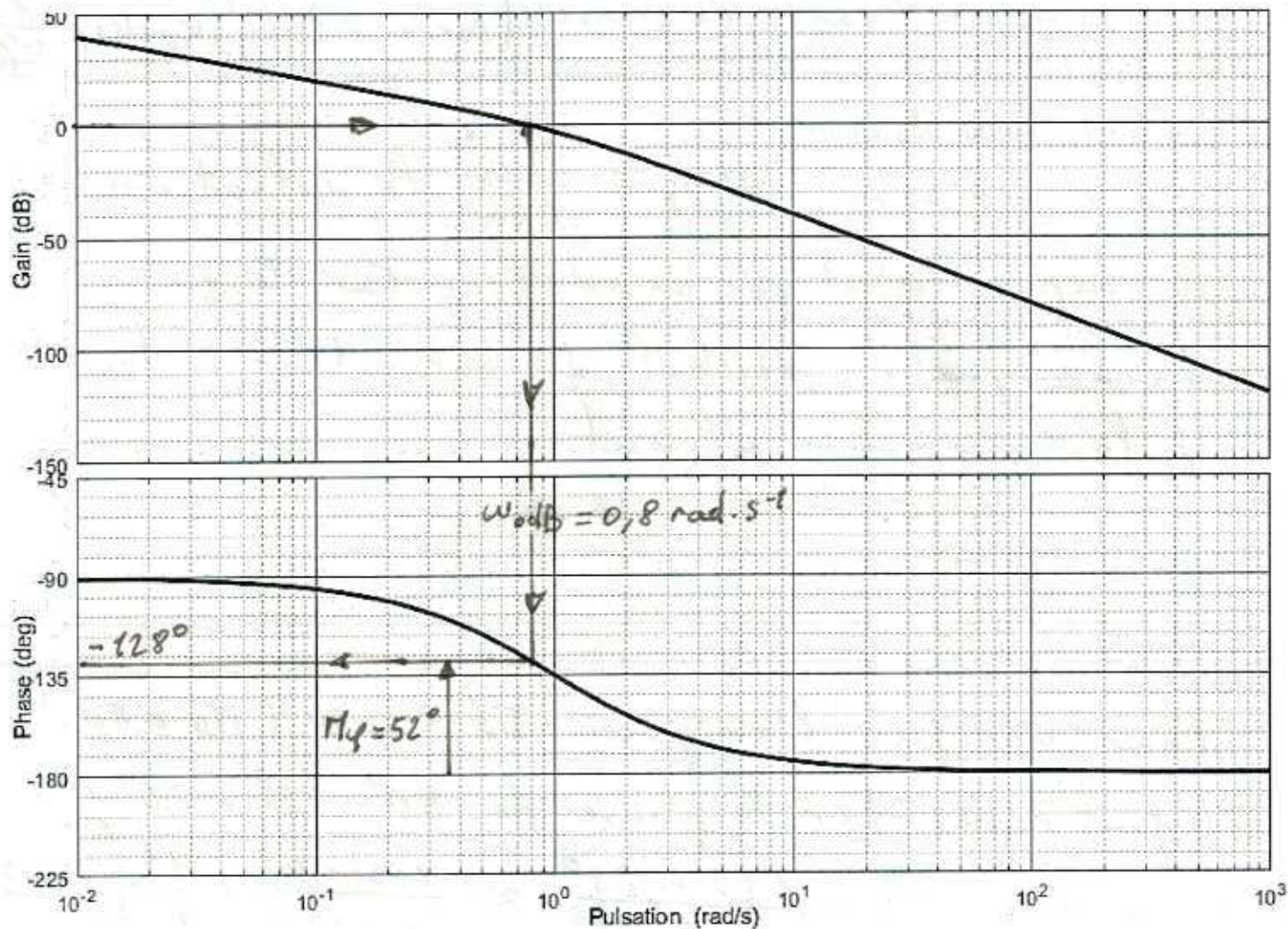
CONCOURS
COMMUN MINES
PONTS

Épreuve :

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille

Question 25



Marge de phase $FTBO_{\text{non corrigée}} = 52^\circ$

$w_{0dB} = 0,8 \text{ rad.s}^{-1}$

Conclusion : $Mq < 80^\circ$
Id 1.6.3 non respecté.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 26

Nom du correcteur = Avance de phase (ou PDF : Proportionnel Dérivé Filtré : $(K_p + K_d \cdot p) \frac{1}{1 + \tau p}$)

Impact sur la pulsation de coupure :

En choisissant $\omega_{dB} = \frac{1}{T\sqrt{a}}$ la pulsation de coupure n'est pas modifiée. Car le gain dynamique en décibel du correcteur à la pulsation $\frac{1}{T\sqrt{a}}$ est nul

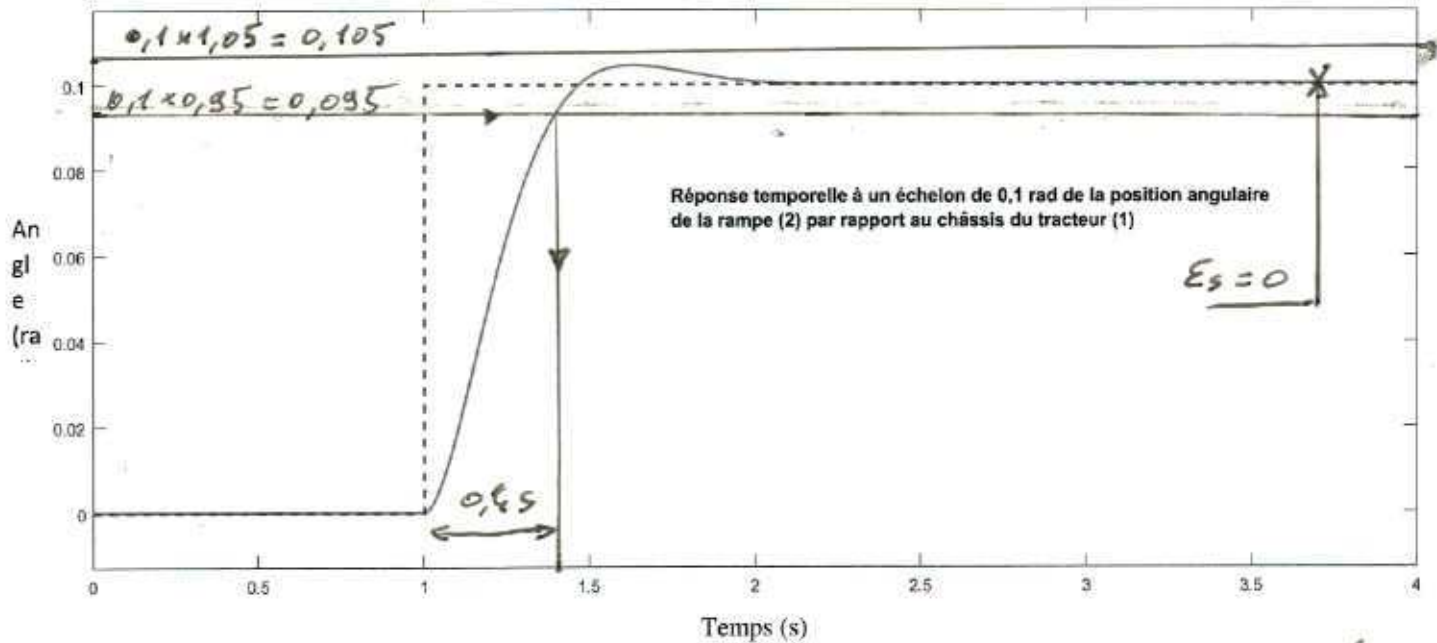
Question 27

Pour vérifier l'exigence Id 1.6.3 ($\pi\varphi \geq 80^\circ$)
Il faut remonter la phase de $80^\circ - 52^\circ = 28^\circ$
On a donc $a = \frac{1 + \sin 28^\circ}{1 - \sin 28^\circ} \approx \frac{1 + \sin 30^\circ}{1 - \sin 30^\circ} = \frac{1 + \frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{2}} = 3$
et $0,8 = \frac{1}{T\sqrt{3}} = \frac{1}{0,8\sqrt{3}} \approx \frac{1}{0,8 \times 1,7} = \frac{1}{1,36} \approx 0,7$
(Avec la calculatrice $a = 2,77$ et $T = 0,75s$)

$$a = 3$$

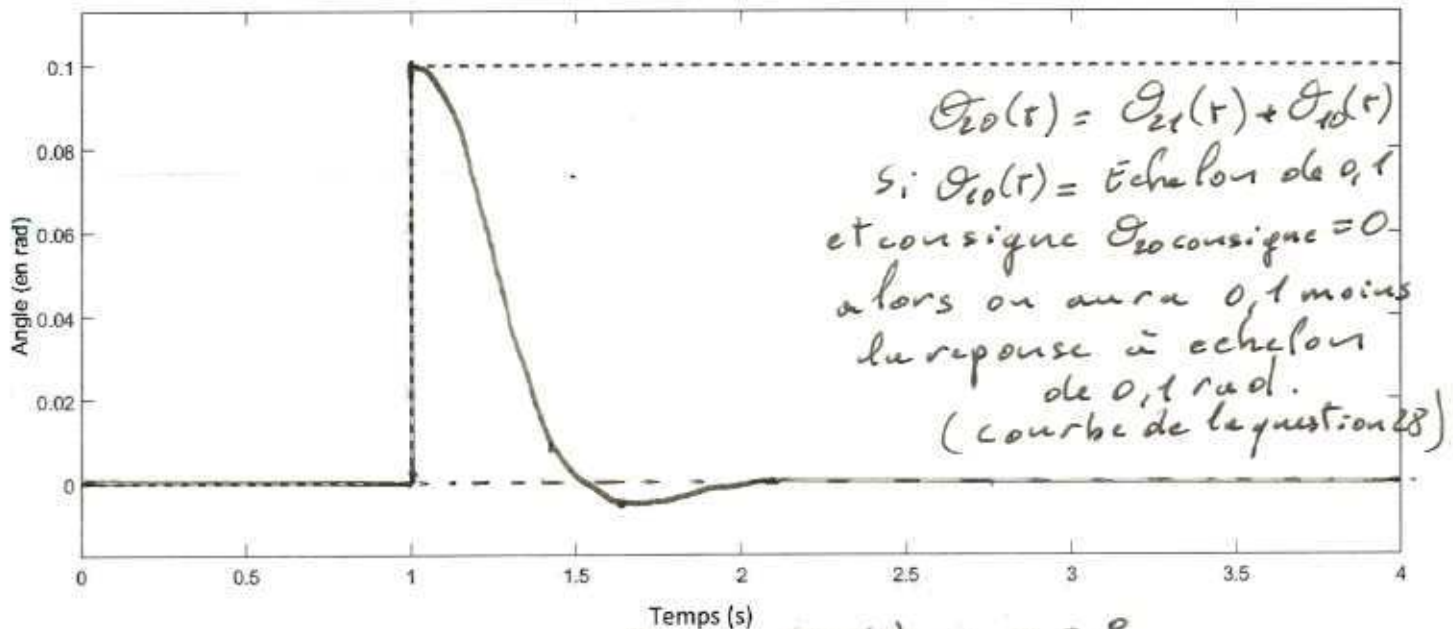
$$T = 0,7s$$

Question 28



- Id 1.6.1 $t_{5\%} < 2$ s or $t_{5\%} \approx 0.45 \Rightarrow$ Exigence validée
- Id 1.6.2 Erreur statique nulle or $E_s = 0$
(FTBO de classe 1) $\Rightarrow$ Exigence validée
- Id. 1.6.3 $M_p \geq 80^\circ$ or par dimensionnement ok
correcteur $M_p = 80^\circ \Rightarrow$ Exigence validée.

Question 29



- Exigence 1.6.3.1 : $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta_{20}(t) < 0,7^\circ$
or $\theta_{20}(\infty) = 0 \Rightarrow$ Validé
- et stabilisation en moins de 3 s : $\theta_{20}(t) < 0,7^\circ = 0,012 \text{ rad}$
pour $t < 0,3$ s or pour $t \geq 1,5$ s $\theta_{20}(t) < 0,012 \text{ rad}$
 $\Rightarrow$ Validé.