Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Epreuve spécifique de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Filière PCSI-SI

4 heures

Coller ici l'étiquette correspondant à l'épreuve spécifique

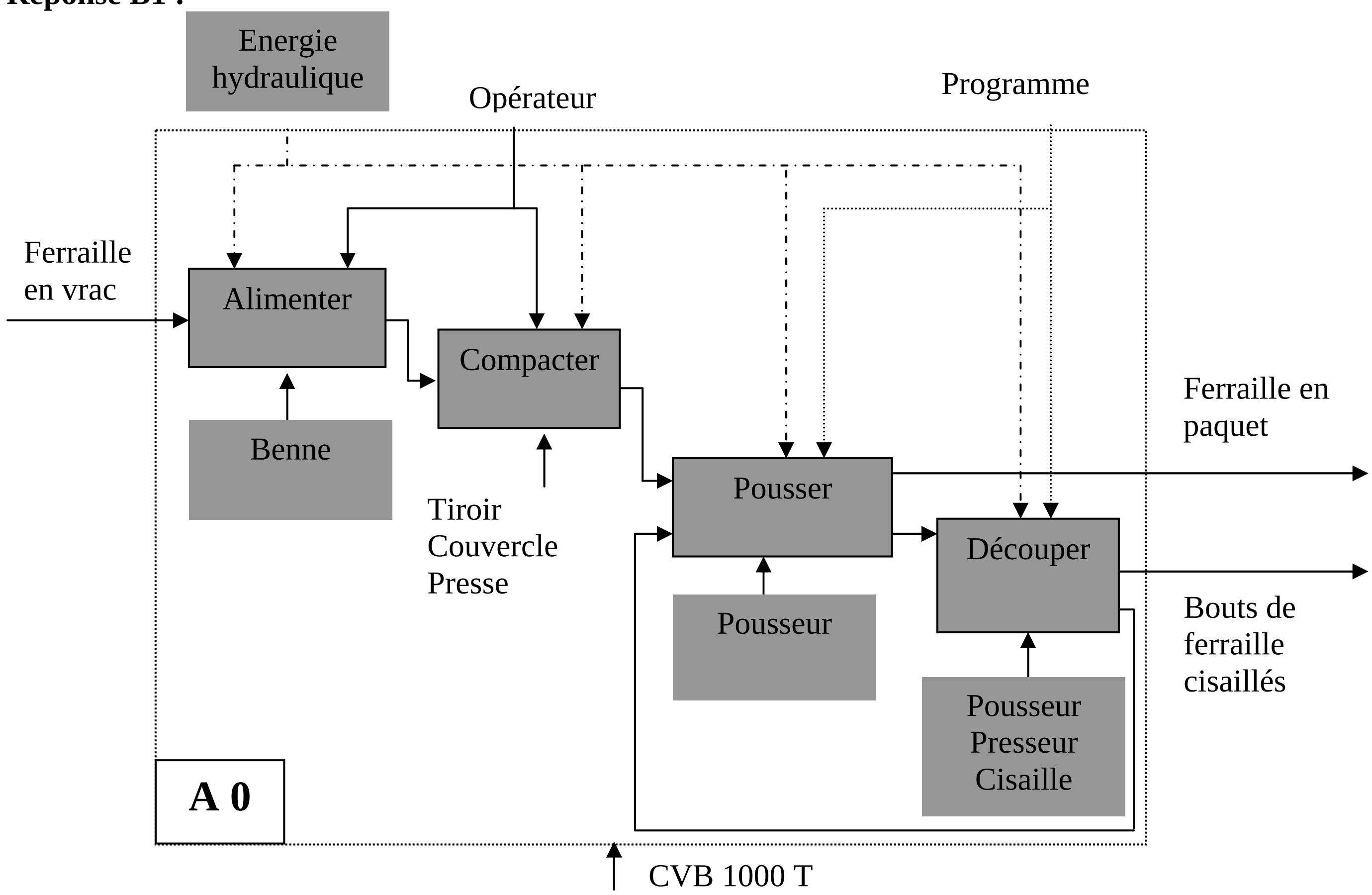
Compléter de plus en bas de chaque page, la rubrique code candidat

DOCUMENT CORRIGE

Attention : Vous devez impérativement inscrire votre code candidat sur chaque page du document réponse. En fin d'épreuve, vous ne devez rendre que le document réponse sur lequel vous aurez collé l'étiquette correspondante.

Partie B :

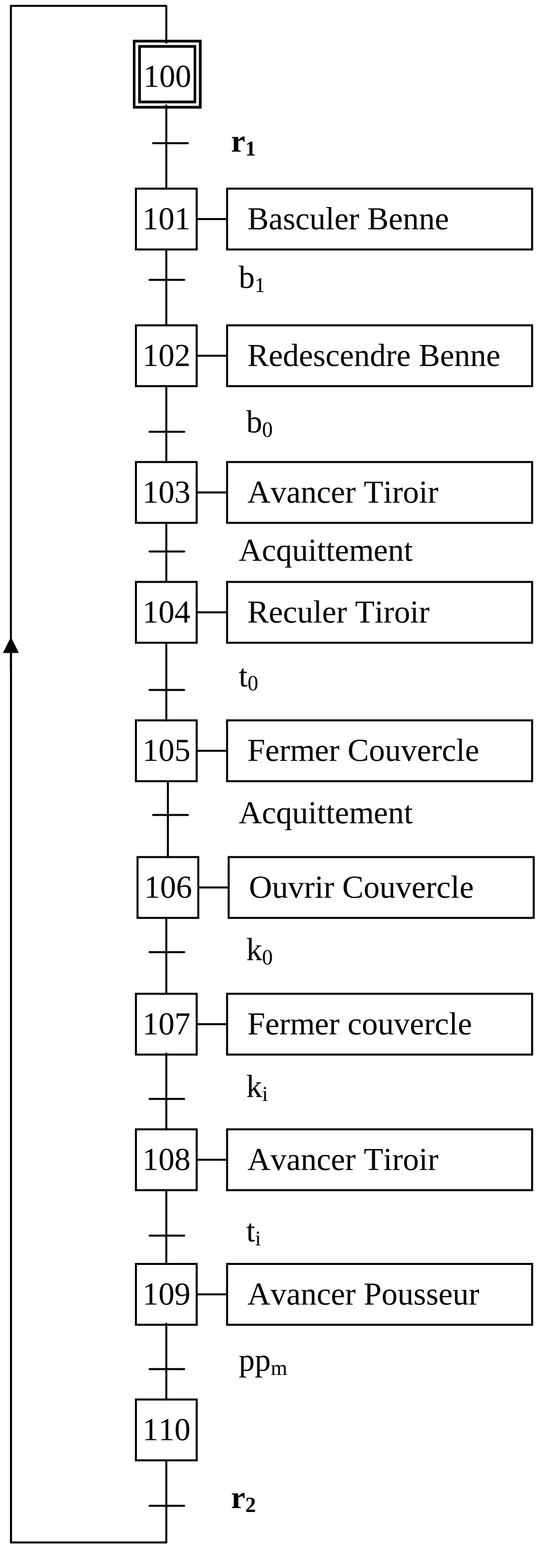
Réponse B1 :



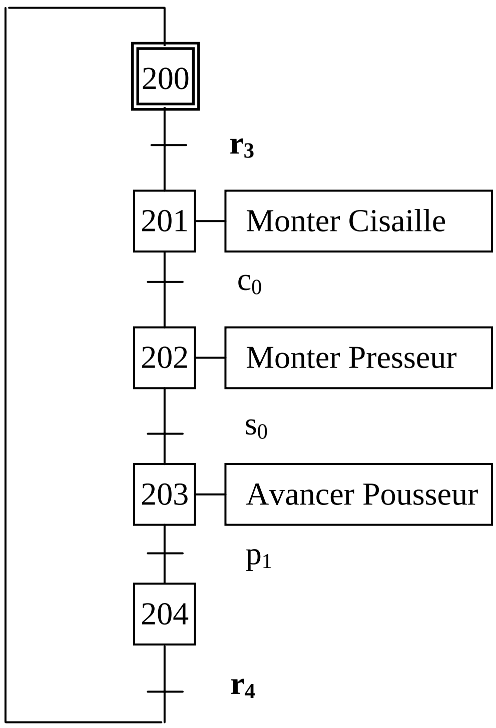
Code candidat :

Réponse C1 :

G 100 : Compactage



G 200 : Evacuation

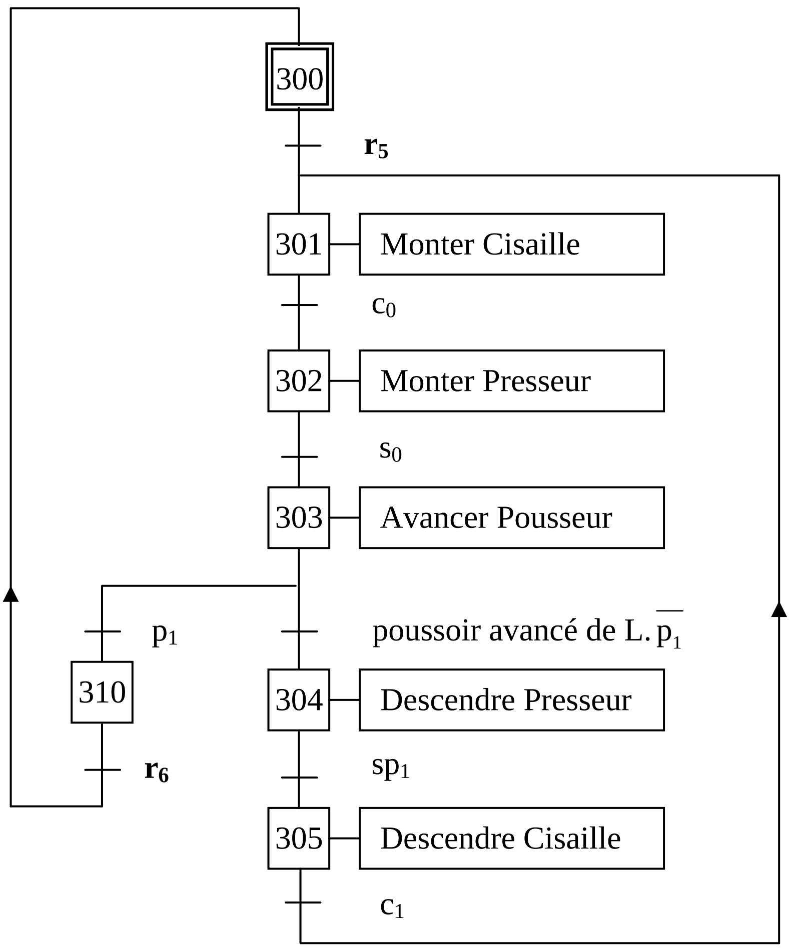


Code candidat :

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse C2 :

G 300 : Cisaillage

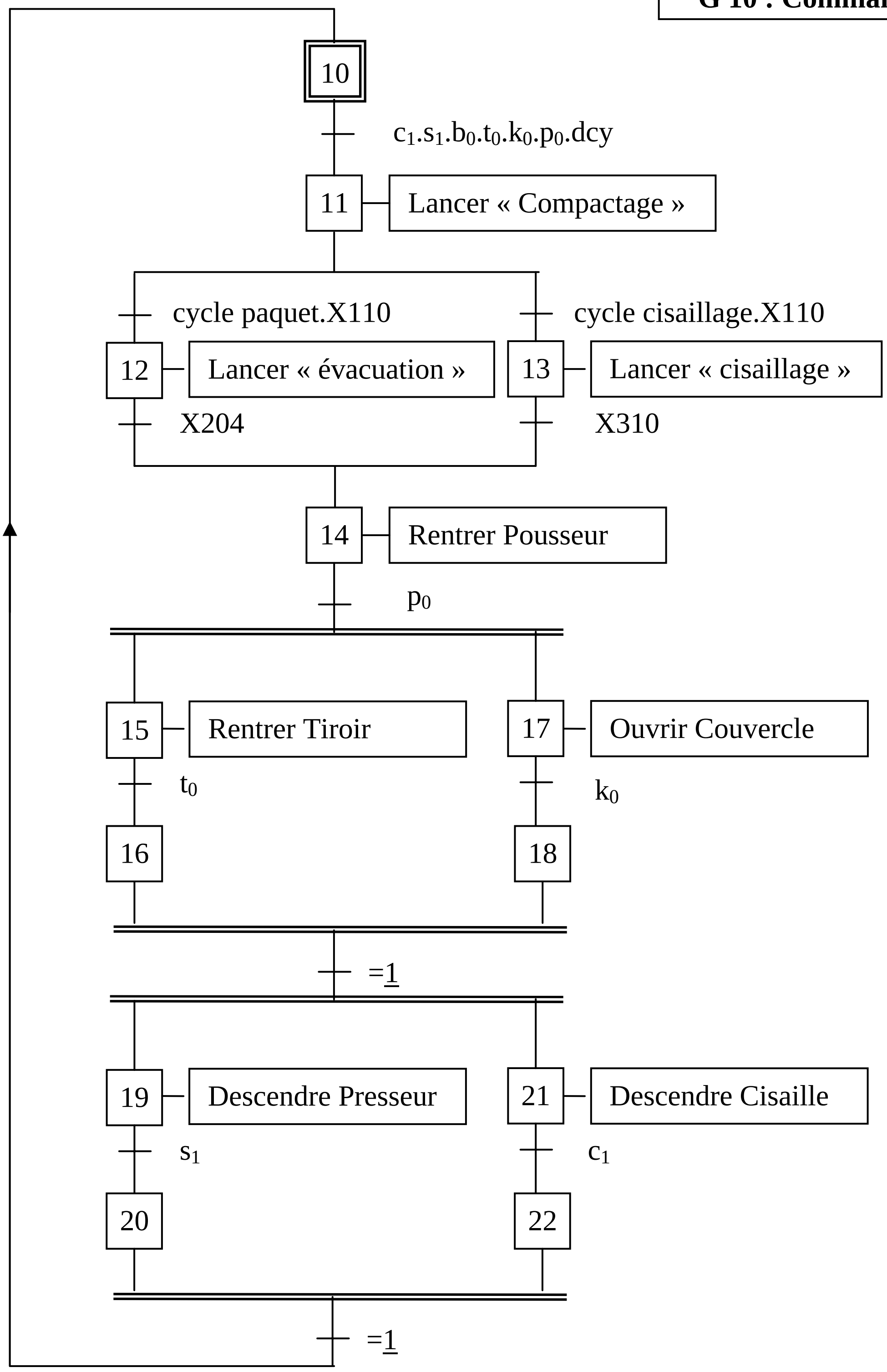


Code candidat :

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse C3 :

G 10 : Commande



Réponse C4 :

r_1 = X11 | **r_2 = X12 + X13**

r_3 = X12 | **r_4 = X14**

r_5 = X13 | **r_6 = X14**

Code candidat :

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse D1-1 :

Bilan des Actions Extérieures : $\vec{F}$ en I, $\vec{P_1}$ en A_1 et $\vec{P_2}$ en A_2.

Somme des actions mécaniques en I :

Résultante en projection sur $\vec{y}$: $-F + P_1 + P_2 = 0$

Moment en projection sur $\vec{z}$: $-aP_1 + aP_2 = 0$

Avec $P_1 = P_2$ donc $F = 2\,P_1$

Réponse D1-2 :

L'équation au moment en C en projection sur $\vec{z}$ devenant : $(c-a)P_1 + (c+a)P_2$, avec $P_1 = P_2$ ne peut-être nulle. L'équilibre est donc impossible.

Réponse D2-1 :

Bilan des Actions Extérieures : $\vec{F}$ en C, $\vec{P_1}$ en A_1, $\vec{P_2}$ en A_2, $\vec{T_1}$ en B_1 et $\vec{T_2}$ en B_2.

Principe Fondamental de la Statique en I :

Résultante en projection sur $\vec{y}$: $-F + P_1 + P_2 + T_1 + T_2 = 0$

Moment en projection sur $\vec{z}$: $cF - bT_1 + bT_2 = 0$ car $P_1 = P_2$

Réponse D2-2 :

Non car on a un système de deux équations à 3 inconnues.

Réponse D2-3 :

Bielle $\mathbf{8_2} \rightarrow$ Tiroir **1** en B_2 :

$$\{S_{8_2\to 1}\}_{B_2} = {}_{B_2}\begin{Bmatrix} X_{8_2\to 1} & 0 \\ Y_{8_2\to 1} & 0 \\ Z_{8_2\to 1} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Bielle $\mathbf{8_2} \rightarrow$ Torsion **5** en G_2 :

$$\{S_{8_2\to 5}\}_{G_2} = {}_{G_2}\begin{Bmatrix} X_{8_2\to 5} & 0 \\ Y_{8_2\to 5} & 0 \\ Z_{8_2\to 5} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Torsion **5** $\rightarrow$ Châssis **0** en O :

$$\{S_{5\to 0}\}_{O_2} = {}_{O}\begin{Bmatrix} X_{5\to 0} & 0 \\ Y_{5\to 0} & M_{5\to 0} \\ Z_{5\to 0} & N_{5\to 0} \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Réponse D2-4 :

Equilibre de la bielle $\mathbf{8_2}$:

soumis à l'action de 2 glisseurs de direction $\vec{y}$ [tiroir **1**/Bielle $\mathbf{8_2}$ en B_2] et [Torsion **5**/Bielle $\mathbf{8_2}$ en G_2]

Equation de résultante en projection sur $\vec{y}$: $Y_{1/8_2} = -Y_{5/8_2} = T_2$

Equilibre de l'ensemble de torsion **5** :
soumis à [Bielle $\mathbf{8_1}$/Torsion **5** en G_1], [Bielle $\mathbf{8_2}$/Torsion **5** en G_2] et [Châssis **0**/ Torsion **5** en O].

Equation de moment en projection sur l'axe $(O, \vec{x})$:
$T_1.\overrightarrow{O_1G_1}.\vec{z} = -T_2.\overrightarrow{O_2G_2}.\vec{z}$ avec $O_2G_2 = O_1G_1$:
donc : $T_1 = -T_2$

Réponse D2-5 :
Equilibre du tiroir 1 :

Equation de résultante en projection sur $\vec{y}$: $-F + P_1 + P_2 + T_1 + T_2 = 0$ et $P_1 = P_2 = P$

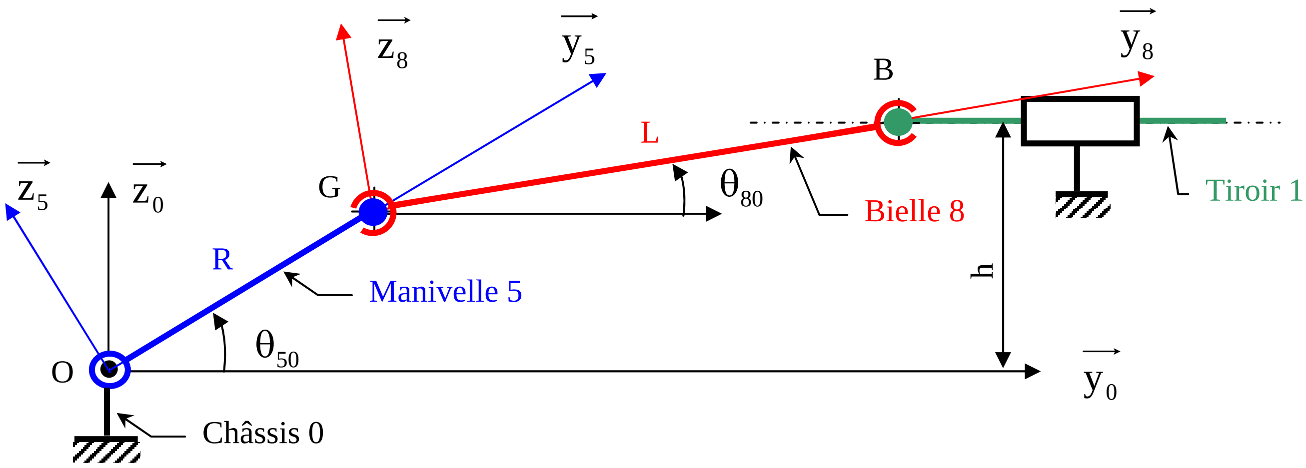
Equation de moment en projection sur l'axe $(O, \vec{x})$:
$cF - bT_1 + bT_2 = 0$

et d'après le résultat précédent : $T_2 = -T_1$

on en déduit que : $F = 2P$
L'action des 2 vérins est entièrement consacrée au compactage de la ferraille

Partie E :

Réponse E1-1 :



Réponse E1-2 :

Fermeture géométrique :

$$\overrightarrow{OB} = \overrightarrow{OG} + \overrightarrow{GB} = R\,\overrightarrow{y_5} + L\,\overrightarrow{y_8}$$

$$= (R\cos\theta_{50} + L\cos\theta_{80})\vec{y} + (R\sin\theta_{50} + L\sin\theta_{80})\vec{z}$$

$$= y(t)\,\vec{y} + h\,\vec{z}$$

d'où : $y(t) = R\cos\theta_{50} + L\cos\theta_{80}$

et $h = R\sin\theta_{50} + L\sin\theta_{80}$

$$\sin\theta_{80} = \frac{h - R\sin\theta_{50}}{L}$$

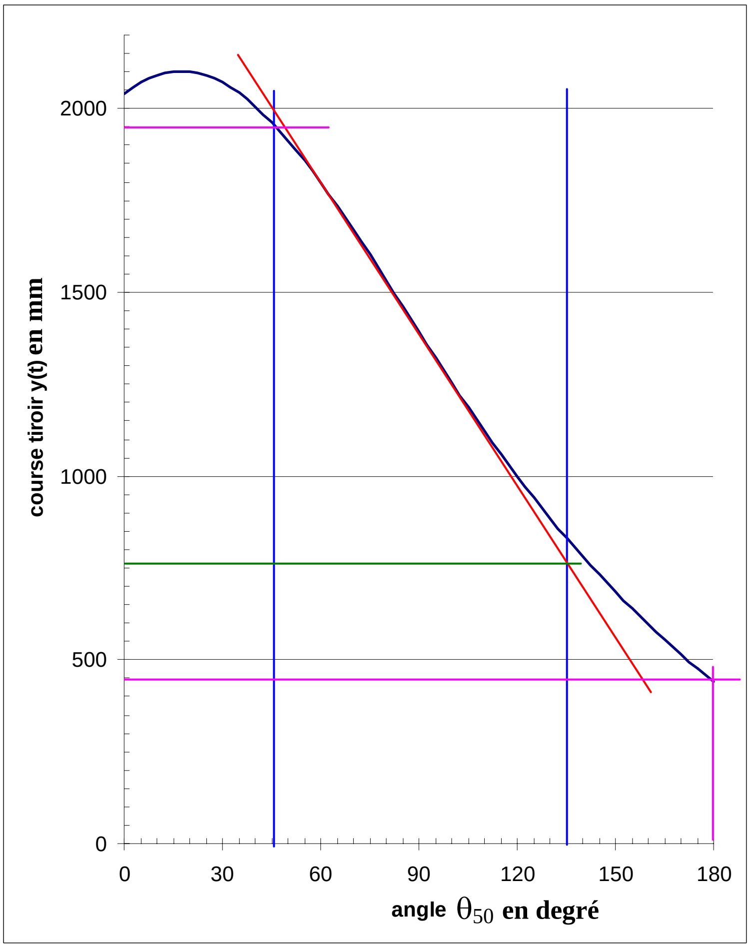
$$\cos\theta_{80} = \sqrt{1 - \left(\frac{h - R\sin\theta_{50}}{L}\right)^2}$$

$$y(t) = R\cos\theta_{50} + \sqrt{L^2 - (h - R\sin\theta_{50})^2}$$

Réponse E1-3 :

Course maxi du tiroir pour θ_{50} variant de 45° à 180°

$\Delta y \approx 1950 - 450 \approx 1500 mm$



Réponse E1-4 :

$$\frac{\Delta y}{\Delta\theta_{50}} = \frac{760 - 2000}{90}$$

$$\approx -13{,}8 \ \ mm / degré$$

avec y(t) en mm et θ_{50} en degré

ou

$$\frac{\Delta y}{\Delta\theta_{50}} = \frac{(760 - 2000).10^{-3}}{90 \dfrac{\pi}{180}}$$

$$\approx -0{,}8 \ m / rd$$

avec y(t) en m et θ_{50} en radian

d'où $y(t) = -0{,}8\ \theta_{50}(t)$

Réponse E2-1 :

En dérivant l'expression précédente : $\dot{y}(t) \approx -0{,}8 \cdot \dot{\theta}_{50}(t)$

d'où $\dot{\theta}_{50}(t) \approx -1{,}25\ \dot{y}(t)$

avec $\dot{\theta}_{50}(t)$ en rd/s et $\dot{y}(t)$ en m/s

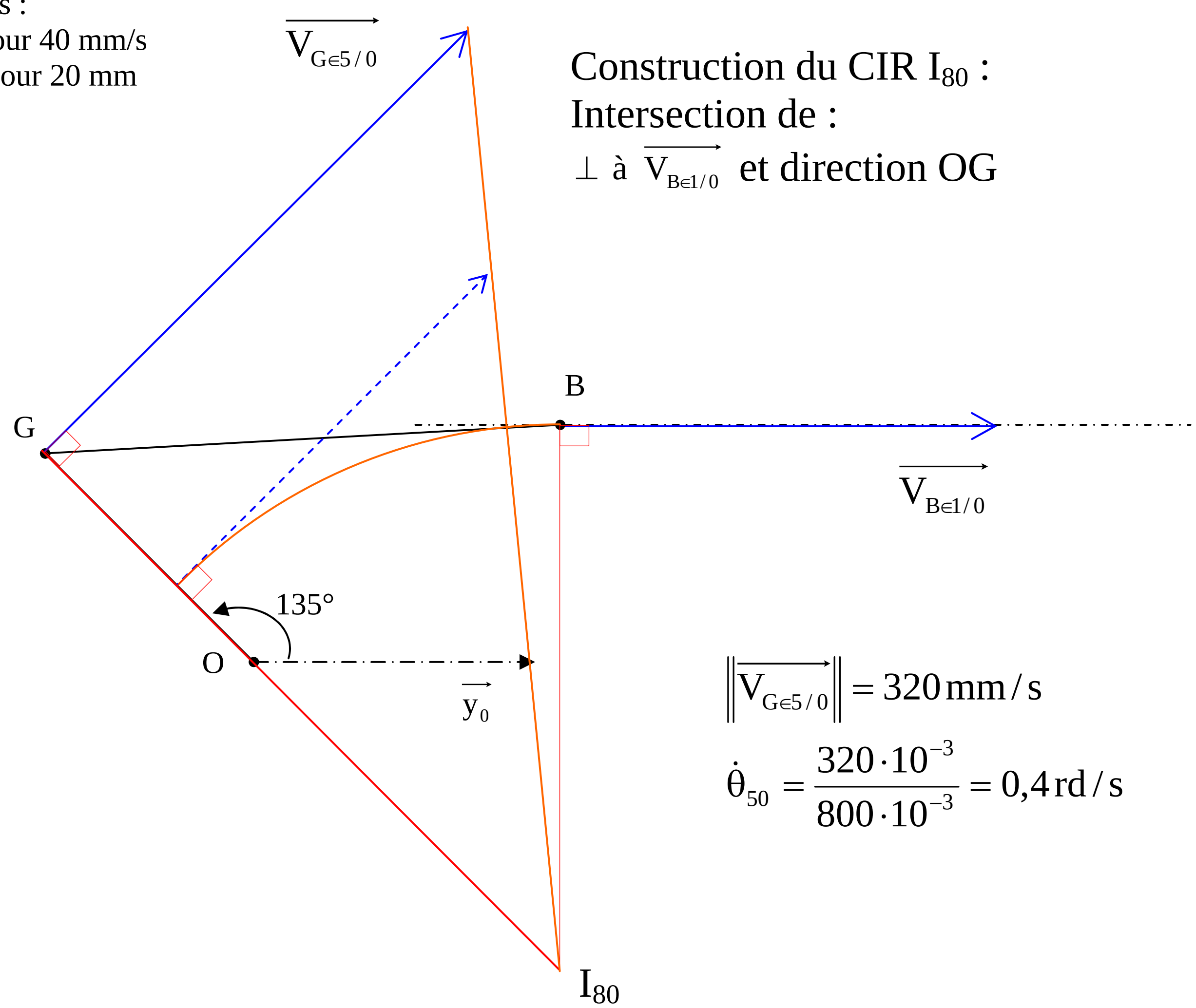
pour $\dot{y}(t) = 240$ mm/s on aura $\dot{\theta}_{50}(t) \approx -1{,}25\ .0{,}24 = -0{,}3 rd/s$

Code candidat :

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse E2-2 :

Echelles :
1 cm pour 40 mm/s
1 mm pour 20 mm

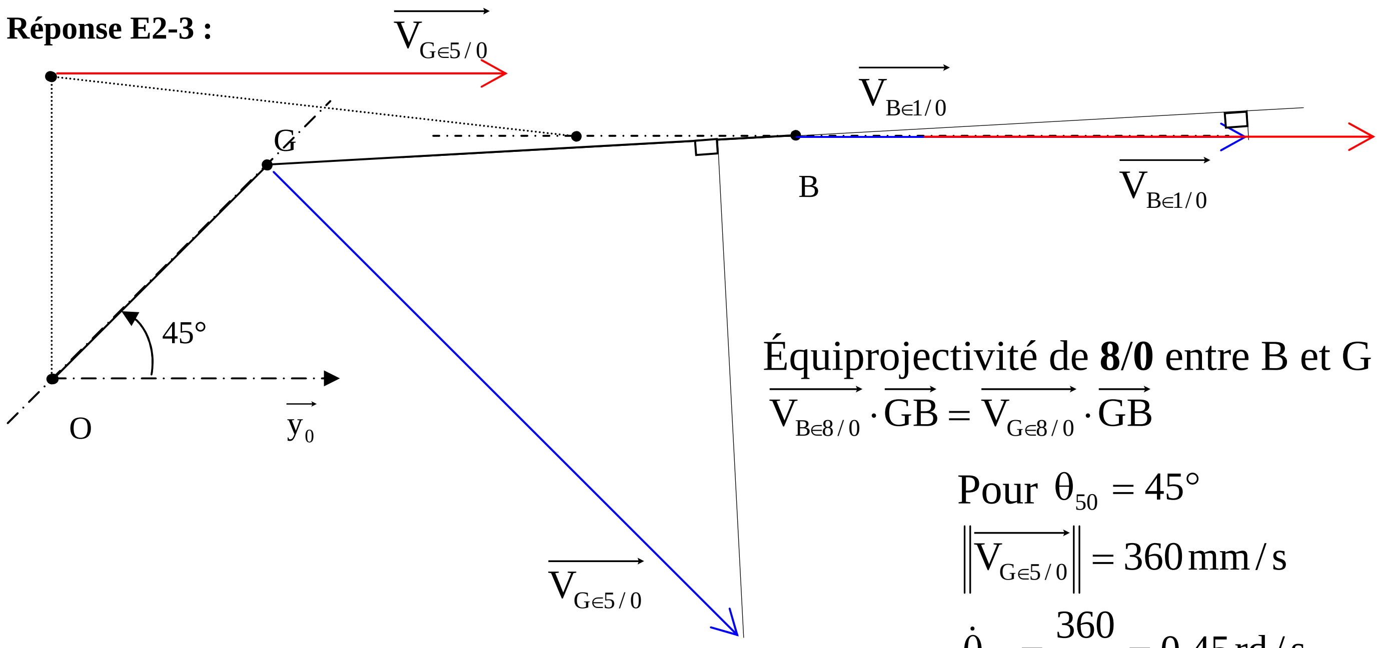


Construction du CIR I_{80} :
Intersection de :
$\perp$ à $\overrightarrow{V_{B\in1/0}}$ et direction OG

$$\left\|\overrightarrow{V_{G\in5/0}}\right\| = 320\,mm/s$$

$$\dot{\theta}_{50} = \frac{320\cdot10^{-3}}{800\cdot10^{-3}} = 0{,}4\,rd/s$$

Réponse E2-3 :



Équiprojectivité de **8/0** entre B et G

$$\overrightarrow{V_{B\in8/0}}\cdot\overrightarrow{GB} = \overrightarrow{V_{G\in8/0}}\cdot\overrightarrow{GB}$$

Pour $\theta_{50} = 45°$

$$\left\|\overrightarrow{V_{G\in5/0}}\right\| = 360\,mm/s$$

$$\dot{\theta}_{50} = \frac{360}{800} = 0{,}45\,rd/s$$

Réponse E2-4 :

Pour $\theta_{50} = 90°$, $\left\|\overrightarrow{V_{G\in 5/0}}\right\| = 240\,\text{mm/s}$ car le mouvement de 8/0 est une translation

$\overrightarrow{V_{B\in 1/0}}$ est horizontale, de même que $\overrightarrow{V_{G\in 5/0}}$ car perpendiculaire à OG

$$\dot{\theta}_{50} = \frac{240}{800} = 0{,}3\,\text{rd/s}$$

Réponse E2-5 :

Pour $\theta_{50} = 90°$, la valeur de $\dot{\theta}_{50} = 0{,}3\,\text{rd/s}$ correspond à la valeur de linéarisation.

Par contre, pour les valeurs extrêmes, $\theta_{50} = 45°$ et $\theta_{50} = 135°$ l'erreur est due à l'approximation de linéarisation.

En effet les tangentes à la courbe sont différentes.

Le domaine de linéarisation serait plutôt de 60° à 120°, phase principale de compactage.

<u>Partie F</u> :

Réponse F1-1 :

$$Mp^2 Y_1(p) = \frac{K}{pS_1} Q_1(p) - K\,Y_1(p) - f\,p\,Y_1(p)$$

$$H_1(p) = \frac{Y_1(p)}{Q_1(p)} = \frac{1/S_1}{p\left[1 + \frac{1}{K}\left(f\,p + M\,p^2\right)\right]}$$

$$Mp^2 Y_2(p) = -K\,Y_2(p) - f\,p\,Y_2(p) + F(p)$$

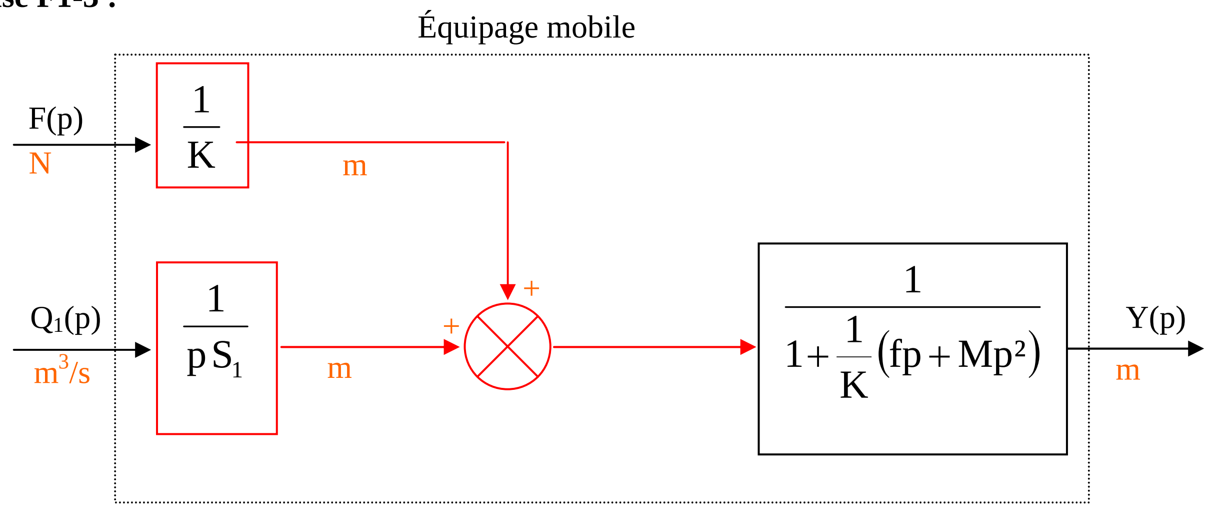
$$H_2(p) = \frac{Y_2(p)}{F(p)} = \frac{1/K}{1 + \frac{1}{K}\left(f\,p + M\,p^2\right)}$$

Réponse F1-2 :

$$Y(p) = H_1(p).Q_1(p) + H_2(p).F(p) = \frac{Q_1(p)}{pS_1\left[1 + \frac{1}{K}\left(f\,p + M\,p^2\right)\right]} + \frac{F(p)}{K\left[1 + \frac{1}{K}\left(f\,p + M\,p^2\right)\right]}$$

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse F1-3 :

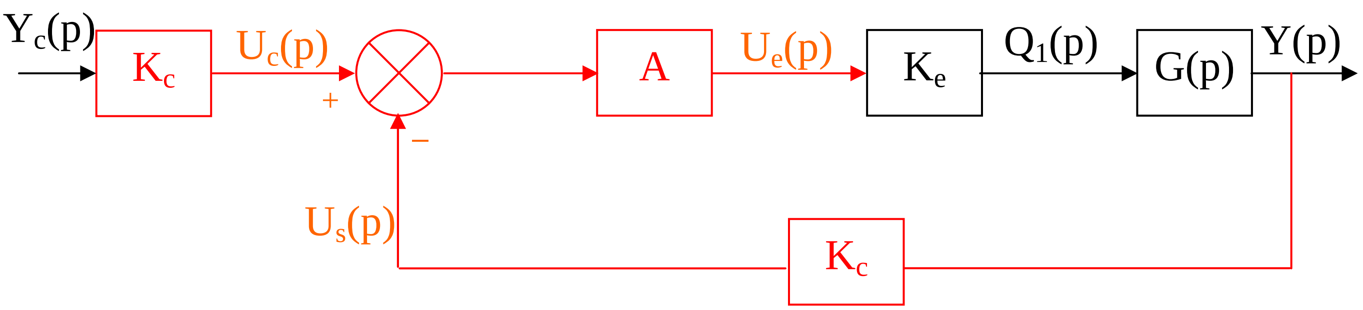


Réponse F2-1 :

$$U_s(p) = K_c\, Y(p) = K_c\, G(p) Q_1(p) = K_c\, G(p) K_e\, U_e(p)$$

$$\frac{U_s(p)}{U_e(p)} = K_e K_c \frac{1}{p S_1\left[1 + \frac{1}{K}\left(f\, p + M\, p^2\right)\right]}$$

Réponse F2-2 :



Réponse F2-3 :

$$\frac{Y(p)}{Y_c(p)} = K_c \frac{FTBO}{1 + FTBO} \frac{1}{K_c} = \frac{A K_e K_c}{A K_e K_c + p S_1\left[1 + \frac{1}{K}\left(f\, p + M\, p^2\right)\right]}$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{S_1}{A K_e K_c}\left(p + \frac{f}{K} p^2 + \frac{M}{K} p^3\right)}$$

Code candidat :

Réponse F2-4 :

Le coefficient en p^3 étant négligeable devant celui de p^2 et p on en déduit :

$$\frac{Y(p)}{Y_c(p)} \approx \frac{1}{1+0{,}25p+0{,}03p^2}$$

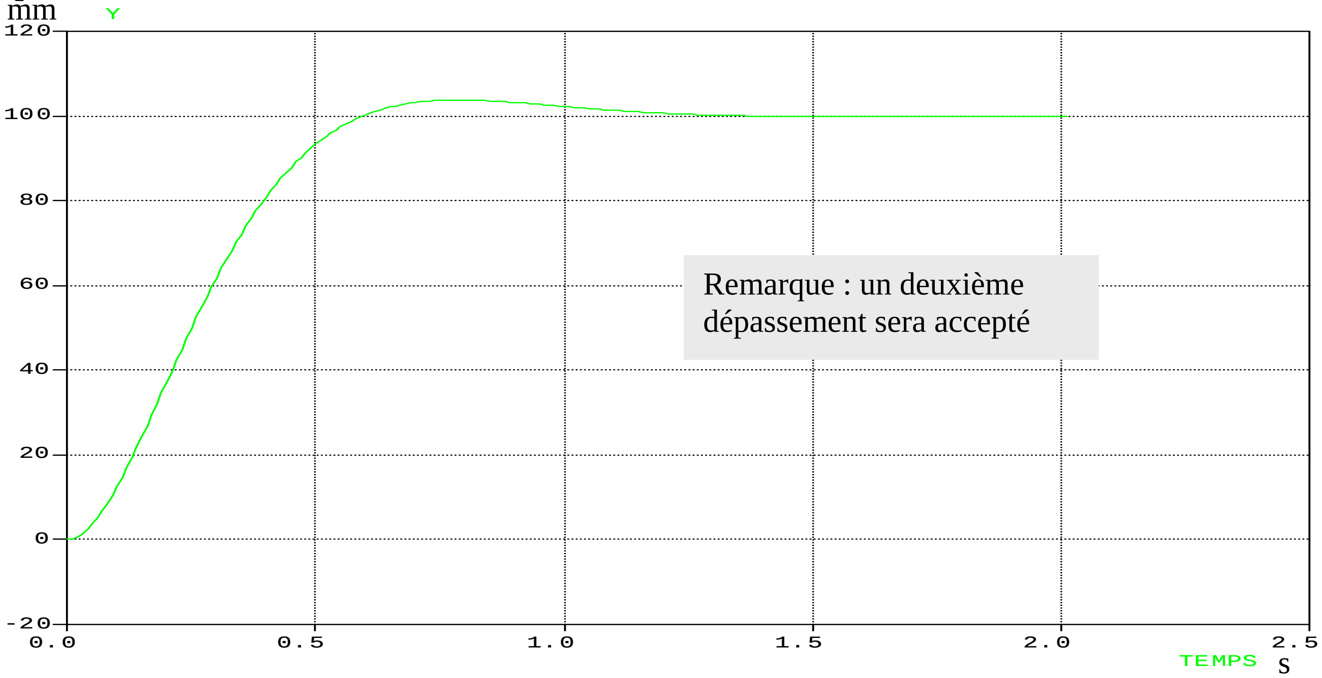
Gain : 1

Pulsation propre : $\omega_0 = 6$ rd/s

Coefficient d'amortissement : $z = 0{,}75$

Le coefficient d'amortissement z est très proche de 0,7 coefficient permettant d'obtenir la réponse la plus rapide.

Réponse F3-1 :



Réponse F3-2 :

$$Y_c(p) = \frac{100}{p}$$

$$\varepsilon_s(t) = \lim_{t\to\infty} |y_c(t) - y(t)| = \lim_{p\to 0} p\big(Y_c(p) - Y(p)\big) = \lim_{p\to 0} pY_c(p)\big(1 - FTBF(p)\big) = 0$$

avec: $FTBF(p) = \dfrac{Y(p)}{Y_c(p)} = \dfrac{1}{1+0{,}25p+0{,}03p^2}$

En régime permanent l'erreur statique est nulle.

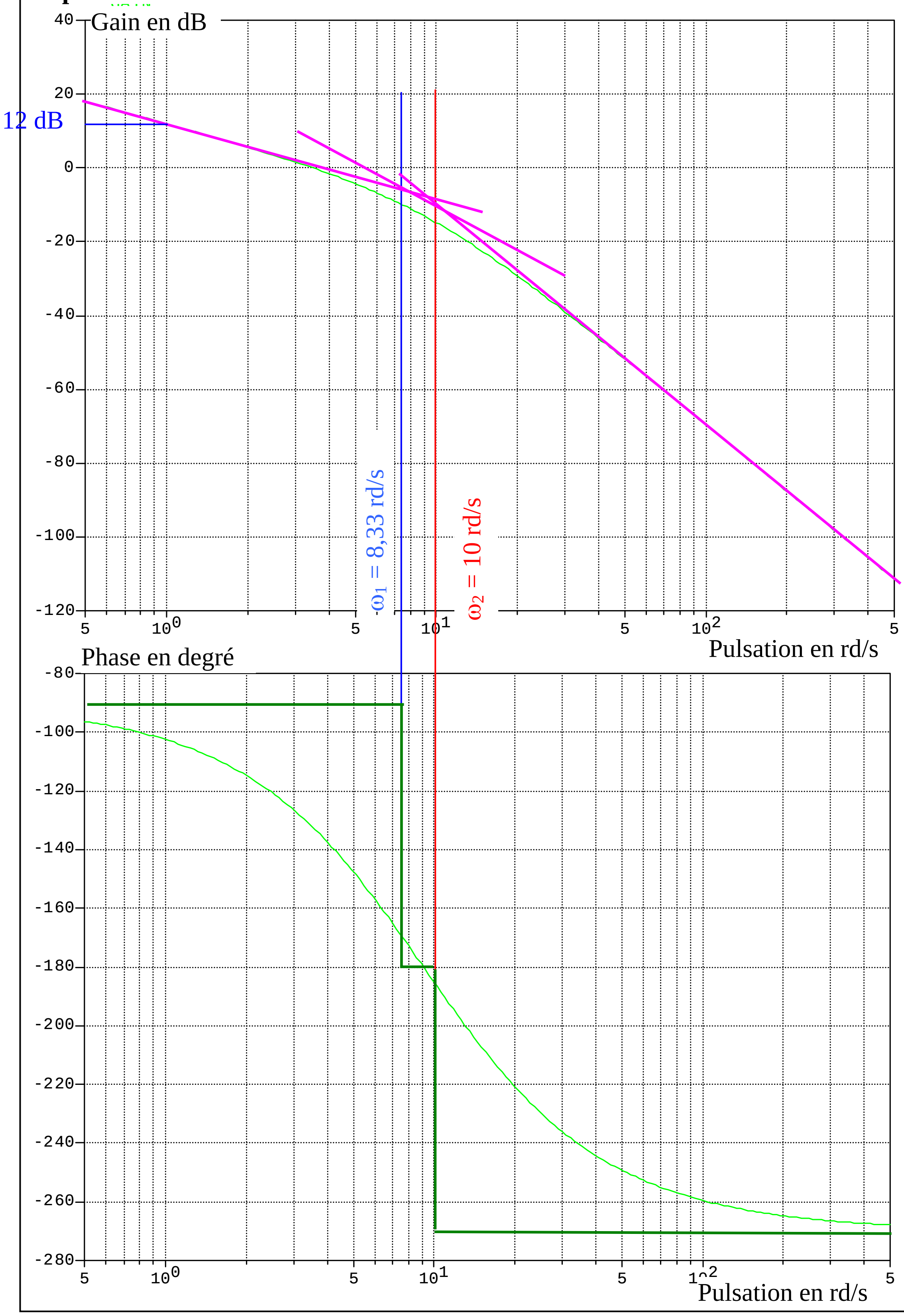
Code candidat :

Auteurs du Sujet : MM. HUBERT & PUGET
Lycée Lesage - VANNES

Réponse F4-1 :

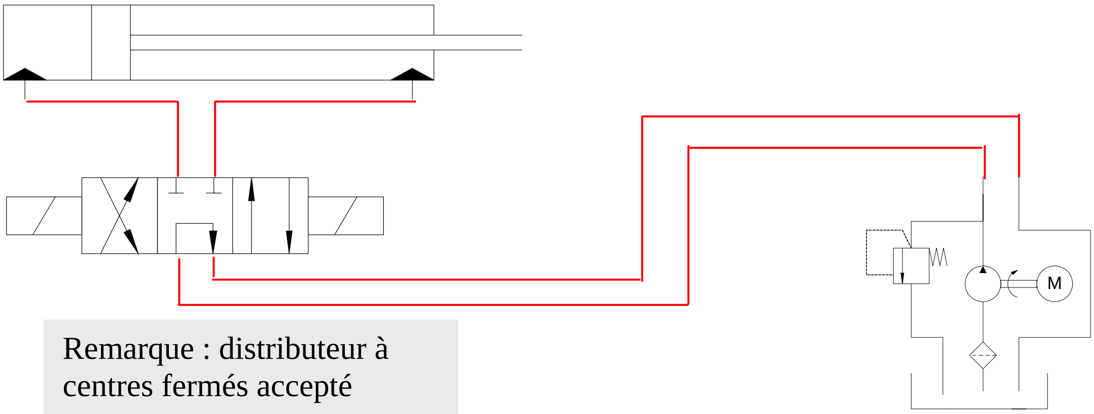
$$\frac{Q_1(p)}{U_e(p)} = \frac{K_e}{1+\tau p} = \frac{2.10^{-4}}{1+0{,}1p}$$

Réponse F4-2 :



Code candidat :

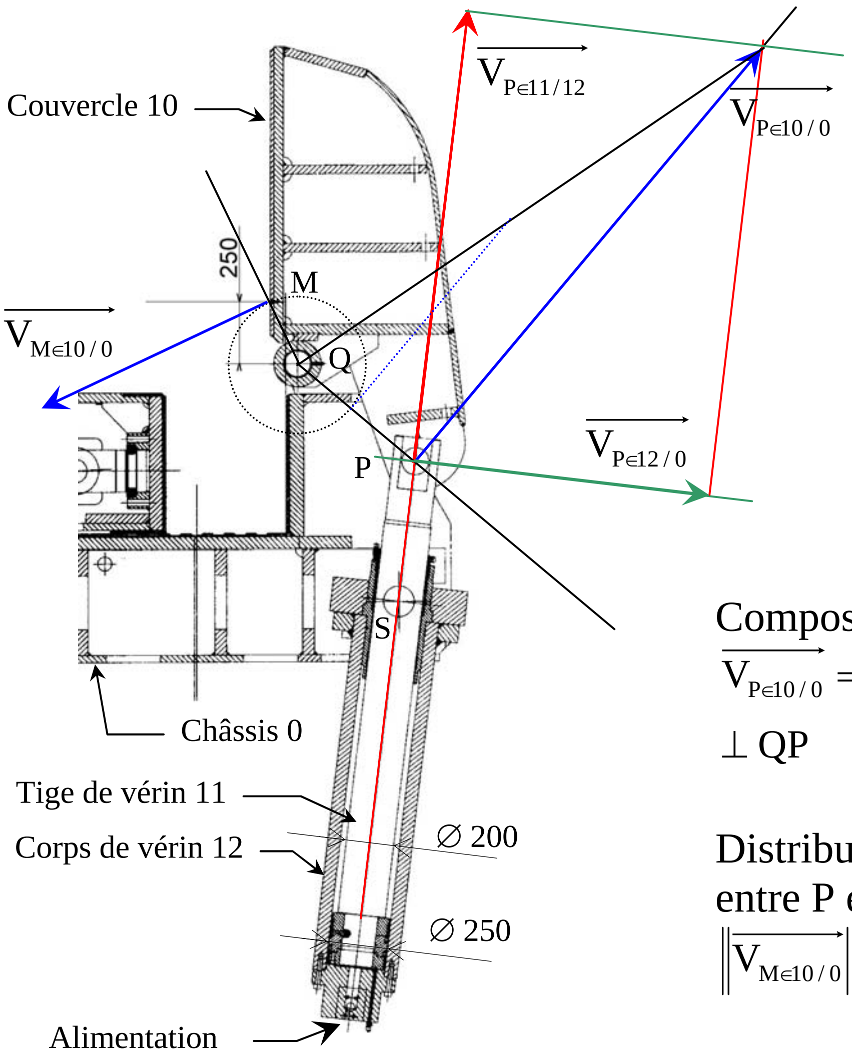
Réponse G1-1 :



Remarque : distributeur à centres fermés accepté

Réponse G2-1 :

Échelle des vitesses : 1cm pour 50 mm/s



Composition de vitesses en P

$$\overrightarrow{V_{P\in 10/0}} = \overrightarrow{V_{P\in 10/11}} + \overrightarrow{V_{P\in 11/12}} + \overrightarrow{V_{P\in 12/0}}$$

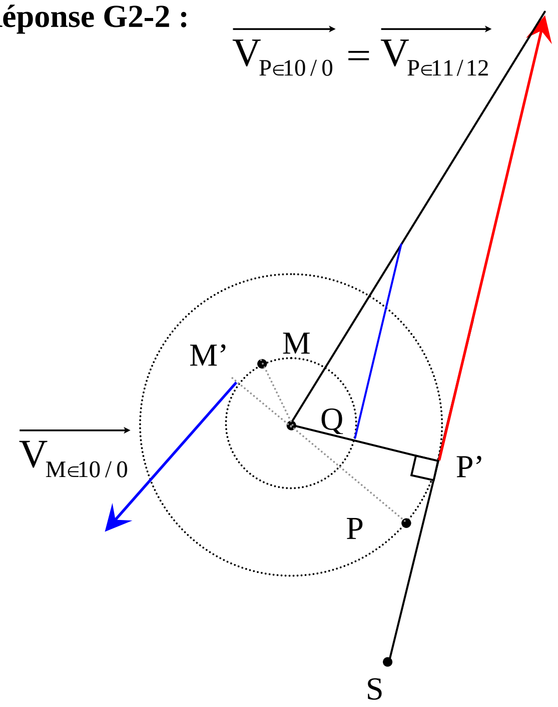
$\perp QP$ $\quad\vec{0}\quad$ $//SP$ $\quad\perp SP$

Distribution des vitesses de **10/0** entre P et M

$$\left\|\overrightarrow{V_{M\in 10/0}}\right\| = 0{,}16\ m/s$$

Réponse G2-2 :

Échelle des vitesses : 1cm pour 50 mm/s



Vitesse mini quand QP est orthogonal à SP car $\overrightarrow{V_{P'\in 12/0}} = \vec{0}$

Distribution des vitesses de **10/0** entre P' et M'

$\left\|\overrightarrow{V_{M\in 10/0}}\right\| = 0{,}13 \text{ m/s}$

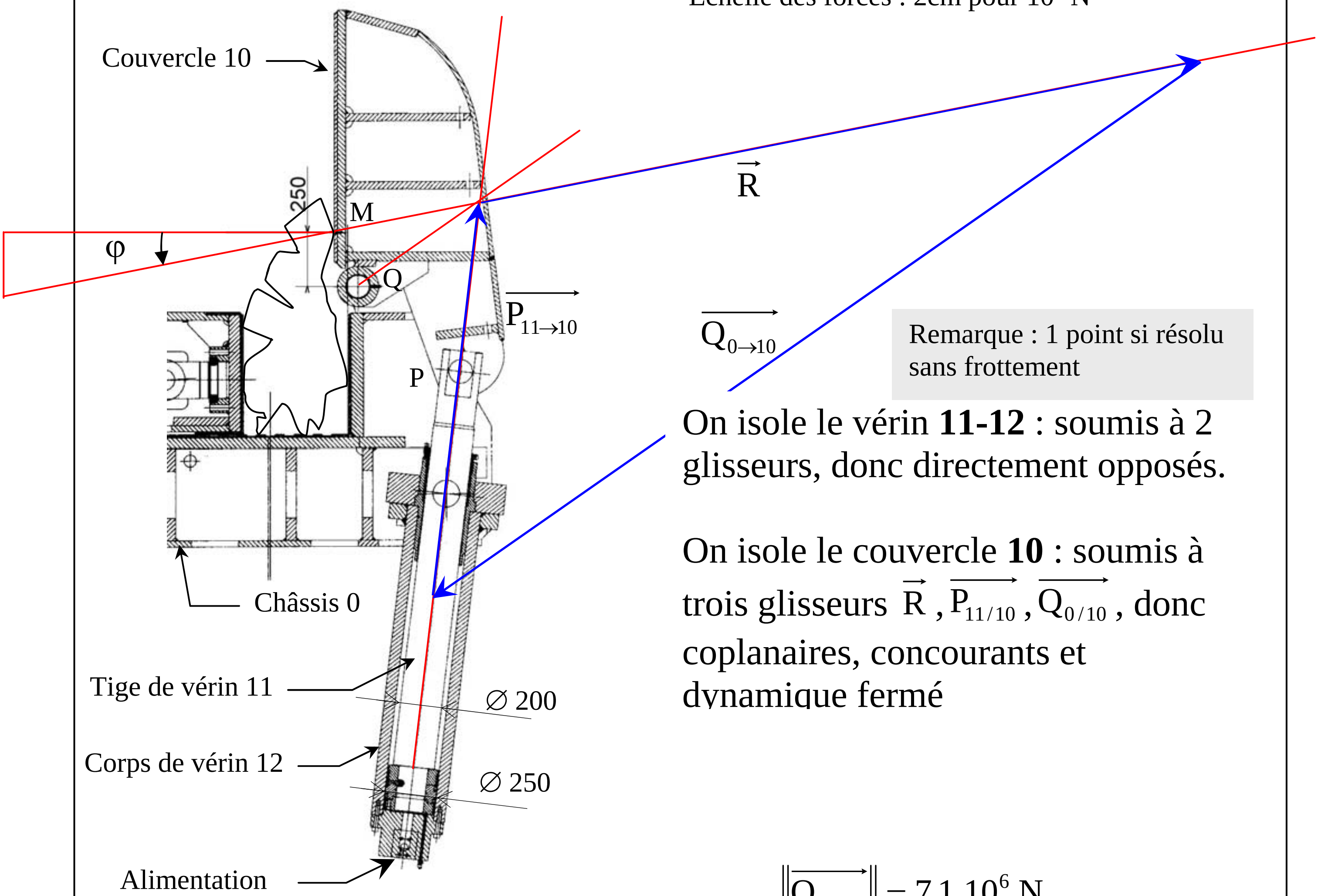
Réponse G3-1 :

Il y a 2 pistons donc :

$$P_{11/10} = 2pS = 2p\pi\frac{D^2}{4} = 2.31{,}5.\pi.\frac{250^2}{4} \approx 2.100.\frac{62500}{4} \approx 3{,}12.10^6\,\text{N}$$

Réponse G3-2 :

Echelle des forces : 2cm pour 10^6 N



Remarque : 1 point si résolu sans frottement

On isole le vérin **11-12** : soumis à 2 glisseurs, donc directement opposés.

On isole le couvercle **10** : soumis à trois glisseurs $\vec{R}$, $\overrightarrow{P_{11/10}}$, $\overrightarrow{Q_{0/10}}$, donc coplanaires, concourants et dynamique fermé

$$\left\|\overrightarrow{Q_{0\to10}}\right\| = 7{,}1.10^6\,\text{N}$$

Code candidat :