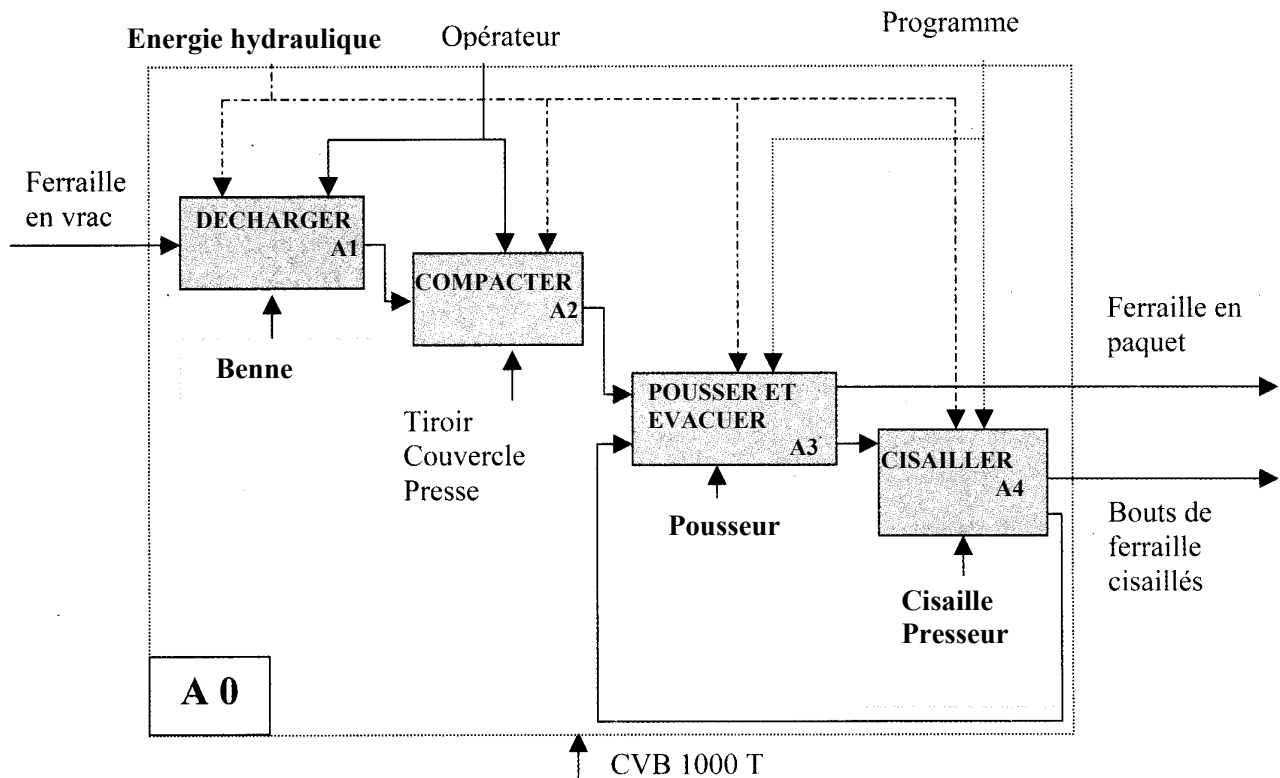


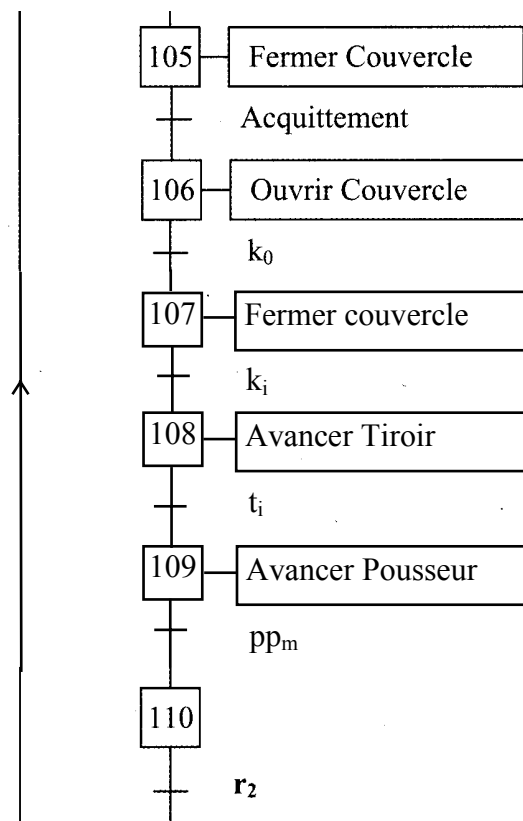
B – Analyse des systèmes

Question B1 :

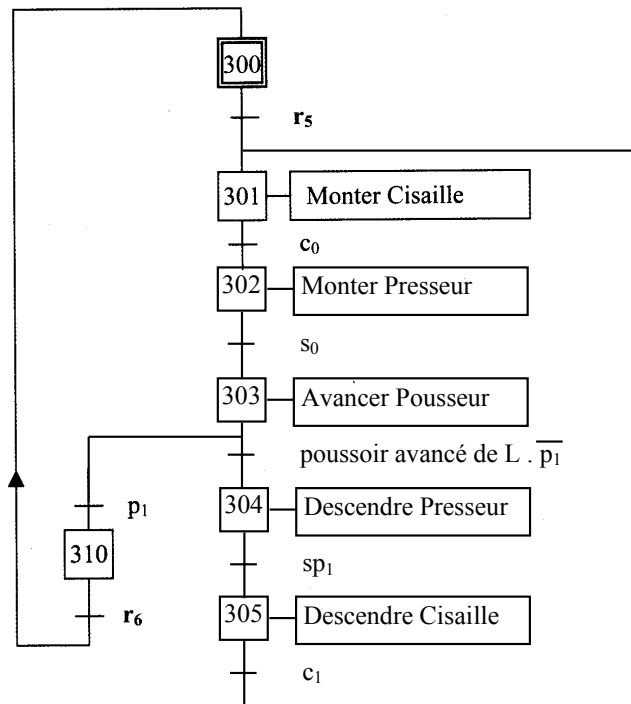


C – Etude comportementale

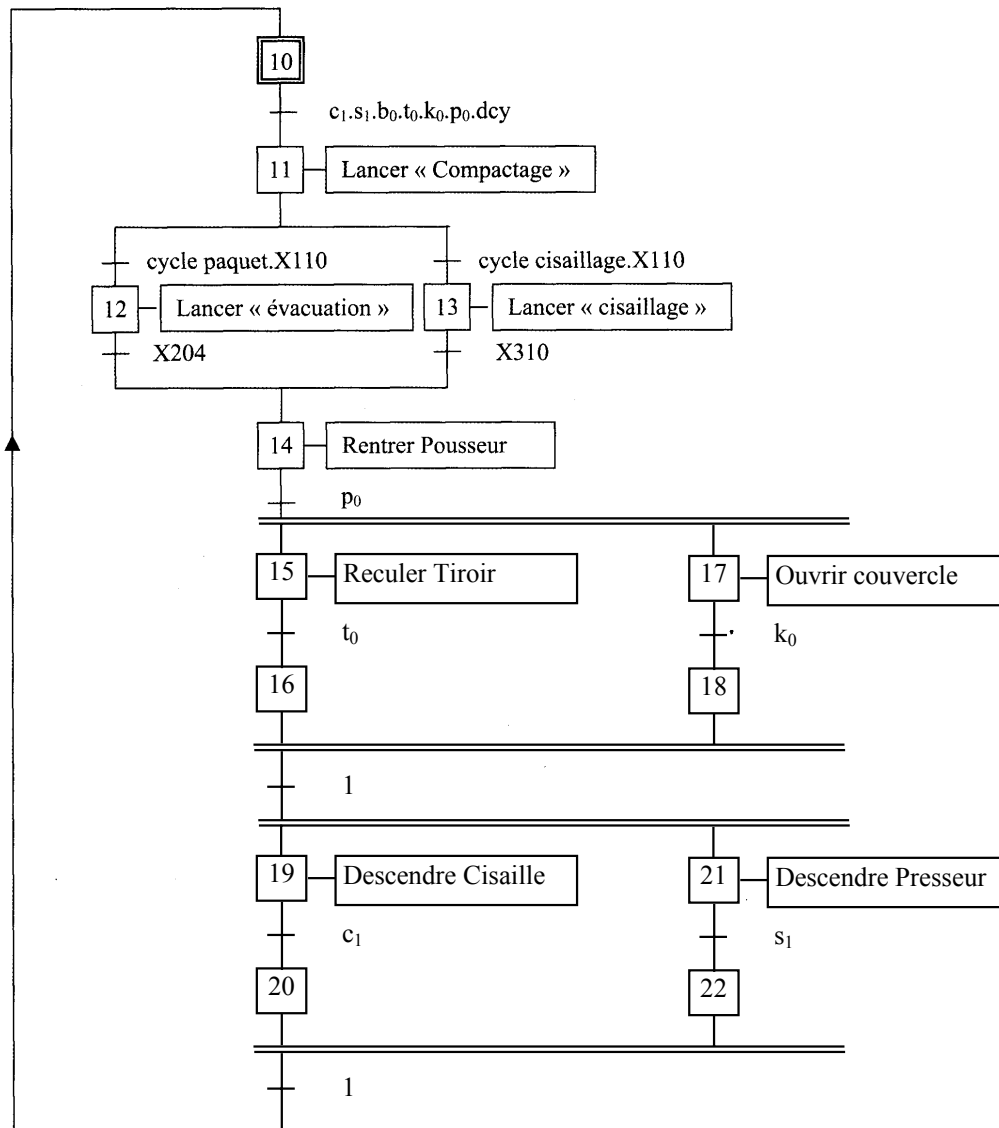
Question C1 :



Question C2 :



Question C3 :



Question C4 :

$$r_1 = X_{11} ; r_2 = X_{12} + X_{13} ; r_3 = X_{12} ; r_4 = X_{14} ; r_5 = X_{13} ; r_6 = X_{14}.$$

D – Etude de l'équilibre du tiroir

Question D1-1 :

On isole le tiroir 1. Il est soumis aux actions mécaniques \vec{F} , \vec{P}_1 , \vec{P}_2 , \vec{T}_1 , \vec{T}_2 et au torseur d'actions

$$\text{mécaniques transmissibles dans la liaison glissière } \{\tau_{0 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_{0 \rightarrow 1} & L_{I,0 \rightarrow 1} \\ 0 & M_{I,0 \rightarrow 1} \\ Z_{0 \rightarrow 1} & N_{I,0 \rightarrow 1} \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}.$$

NB : l'énoncé (page 7/16) omet l'action du bâti 0 sur le tiroir 1 dans le bilan d'actions mécaniques.

On suppose que $\|\vec{P}_1\| = \|\vec{P}_2\| = P$.

Le principe fondamental de la statique nous donne :

$$\begin{aligned} \vec{F} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{R}_{0 \rightarrow 1} &= \vec{0} \\ \overrightarrow{IC} \wedge \vec{F} + \overrightarrow{IA_1} \wedge \vec{P}_1 + \overrightarrow{IA_2} \wedge \vec{P}_2 + \overrightarrow{IB_1} \wedge \vec{T}_1 + \overrightarrow{IB_2} \wedge \vec{T}_2 + \vec{M}_{I,0 \rightarrow 1} &= \vec{0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left. \begin{aligned} X_{0 \rightarrow 1} &= 0 \\ -F + P_1 + P_2 + T_1 + T_2 &= 0 \\ Z_{0 \rightarrow 1} &= 0 \\ L_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \\ M_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \\ c \times F - a \times P_1 + a \times P_2 - b \times T_1 + b \times T_2 + N_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{d'où} \left. \begin{aligned} X_{0 \rightarrow 1} &= 0 \\ -F + 2 \times P + T_1 + T_2 &= 0 \\ Z_{0 \rightarrow 1} &= 0 \\ L_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \\ M_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \\ c \times F - b \times T_1 + b \times T_2 + N_{I,0 \rightarrow 1} &= 0 \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

Question D1-2 :

Il y a 8 inconnues ($X_{0 \rightarrow 1}$, $Z_{0 \rightarrow 1}$, $L_{I,0 \rightarrow 1}$, $M_{I,0 \rightarrow 1}$, $N_{I,0 \rightarrow 1}$, T_1 , T_2 et F) pour 6 équations.

Il manque donc deux équations pour déterminer toutes les inconnues.

Question D1-3 :

$$\{\tau_{8_2 \rightarrow 1}\}_{B_2} = \begin{Bmatrix} X_{8_2 \rightarrow 1} & 0 \\ Y_{8_2 \rightarrow 1} & 0 \\ Z_{8_2 \rightarrow 1} & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)} ; \{\tau_{8_2 \rightarrow 5}\}_{G_2} = \begin{Bmatrix} X_{8_2 \rightarrow 5} & 0 \\ Y_{8_2 \rightarrow 5} & 0 \\ Z_{8_2 \rightarrow 5} & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)} ; \{\tau_{5 \rightarrow 0}\}_O = \begin{Bmatrix} X_{5 \rightarrow 0} & 0 \\ Y_{5 \rightarrow 0} & M_{O,5 \rightarrow 0} \\ Z_{5 \rightarrow 0} & N_{O,5 \rightarrow 0} \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}.$$

Question D1-4 :

On isole la biellette 8₂.

Elle est soumise aux actions mécaniques de 5 et 1.

On applique le théorème de la résultante sur \vec{y} et on en déduit qu'à l'équilibre $T_2 = Y_{8_2 \rightarrow 1} = -Y_{8_2 \rightarrow 5}$.

De même, en isolant la biellette 8₁, on en déduit $T_1 = Y_{8_1 \rightarrow 1} = -Y_{8_1 \rightarrow 5}$.

On isole l'ensemble de torsion 5.

Il est soumis aux actions mécaniques de 0, 8₁ et 8₂.

On applique le théorème du moment résultant sur \vec{x} : $(\overrightarrow{OG_2} \wedge -T_2 \vec{y}) \cdot \vec{x} + (\overrightarrow{OG_1} \wedge -T_1 \vec{y}) \cdot \vec{x} = 0$

On en déduit qu'à l'équilibre $T_2 = -T_1$.

Question D1-5 :

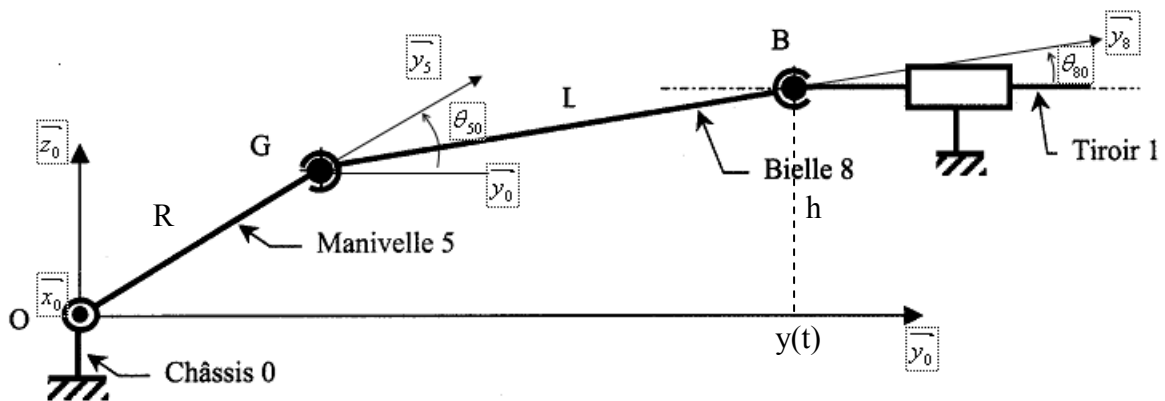
D'après D1-1, avec $T_2 = -T_1$, on a
$$\begin{cases} -F + 2 \times P = 0 \\ c \times F + 2 \times b \times T_2 + N_{I,0 \rightarrow 1} = 0 \end{cases}$$

On en déduit alors que $F = 2 \times P$.

Le palonnier crée un couple de sens opposé à celui créé par F, il diminue $N_{I,0 \rightarrow 1}$ et donc le risque d'arc-boutement. On peut aussi avoir $N_{I,0 \rightarrow 1} = 0$ avec $T_2 = -c \times F / (2 \times b)$.

E – Etude du mouvement du tiroir

Question E1-1 :



NB : problème sur le schéma de la page 8/16 : repère des solides ? points O, B et G ?

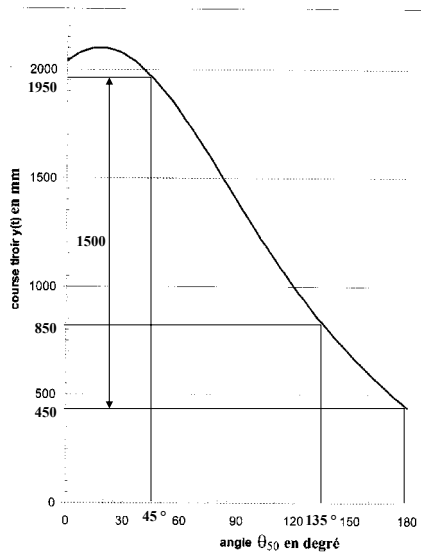
Question E1-2 :

Fermeture dimensionnelle dans la chaîne de solides 0 – 5 – 8 – 0 : $\overrightarrow{OG} + \overrightarrow{GB} = \overrightarrow{OB}$.

$R \cdot \vec{y}_5 + L \cdot \vec{y}_8 = y(t) \cdot \vec{y}_0 + h \cdot \vec{z}_0$ d'où
$$\begin{cases} R \cos \theta_{50} + L \cos \theta_{80} = y(t) \\ R \sin \theta_{50} + L \sin \theta_{80} = h \end{cases}$$

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

Question E1-3 :



On retrouve la course de 1500 mm.

F – Etude de l'asservissement du tiroir

Question F1-1 :

En supposant les conditions initiales nulles :

$$Mp^2 Y_1(p) = \frac{KQ_1(p)}{S_1 p} - KY_1(p) - fpY_1(p) \text{ d'où on en déduit } H_1(p) = \frac{1/S_1}{p\left(\frac{M}{K}p^2 + \frac{f}{K}p + 1\right)}.$$

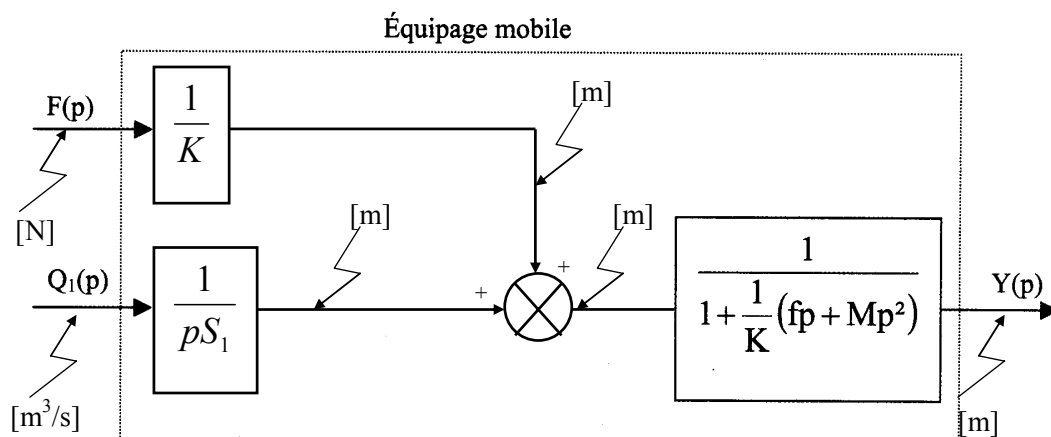
$$Mp^2 Y_2(p) = -KY_2(p) - fpY_2(p) + F(p) \text{ d'où on en déduit } H_2(p) = \frac{1/K}{\left(\frac{M}{K}p^2 + \frac{f}{K}p + 1\right)}.$$

Question F1-2 :

$$Y(p) = Y_1(p) + Y_2(p) = H_1(p) \times Q_1(p) + H_2(p) \times F(p).$$

$$Y(p) = \frac{1/S_1}{p\left(\frac{M}{K}p^2 + \frac{f}{K}p + 1\right)} Q_1(p) + \frac{1/K}{\left(\frac{M}{K}p^2 + \frac{f}{K}p + 1\right)} F(p).$$

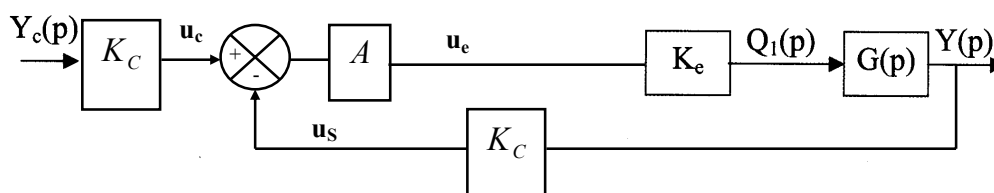
Question F1-3 :



Question F2-1 :

$$\frac{U_s(p)}{U_e(p)} = K_c K_e G(p) = \frac{K_c K_e / S_1}{p\left(\frac{M}{K}p^2 + \frac{f}{K}p + 1\right)}.$$

Question F2-2 :



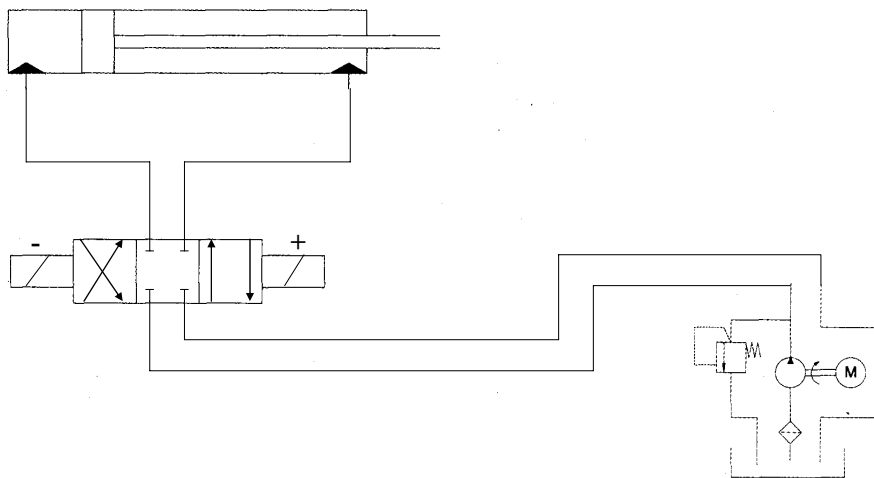
Question F2-3 :

$$\frac{Y(p)}{Y_c(p)} = \frac{AK_c K_e G(p)}{1 + AK_c K_e G(p)} = \frac{\frac{AK_c K_e / S_1}{p \left(\frac{M}{K} p^2 + \frac{f}{K} p + 1 \right)}}{1 + \frac{AK_c K_e / S_1}{p \left(\frac{M}{K} p^2 + \frac{f}{K} p + 1 \right)}} = \frac{AK_c K_e / S_1}{p \left(\frac{M}{K} p^2 + \frac{f}{K} p + 1 \right) + AK_c K_e / S_1}$$

$$\frac{Y(p)}{Y_c(p)} = \frac{1}{1 + \frac{S_1}{AK_c K_e} p + \frac{f S_1}{AK_c K_e K} p^2 + \frac{M S_1}{AK_c K_e K} p^3}.$$

G – Etude du couvercle

Question G1-1 :

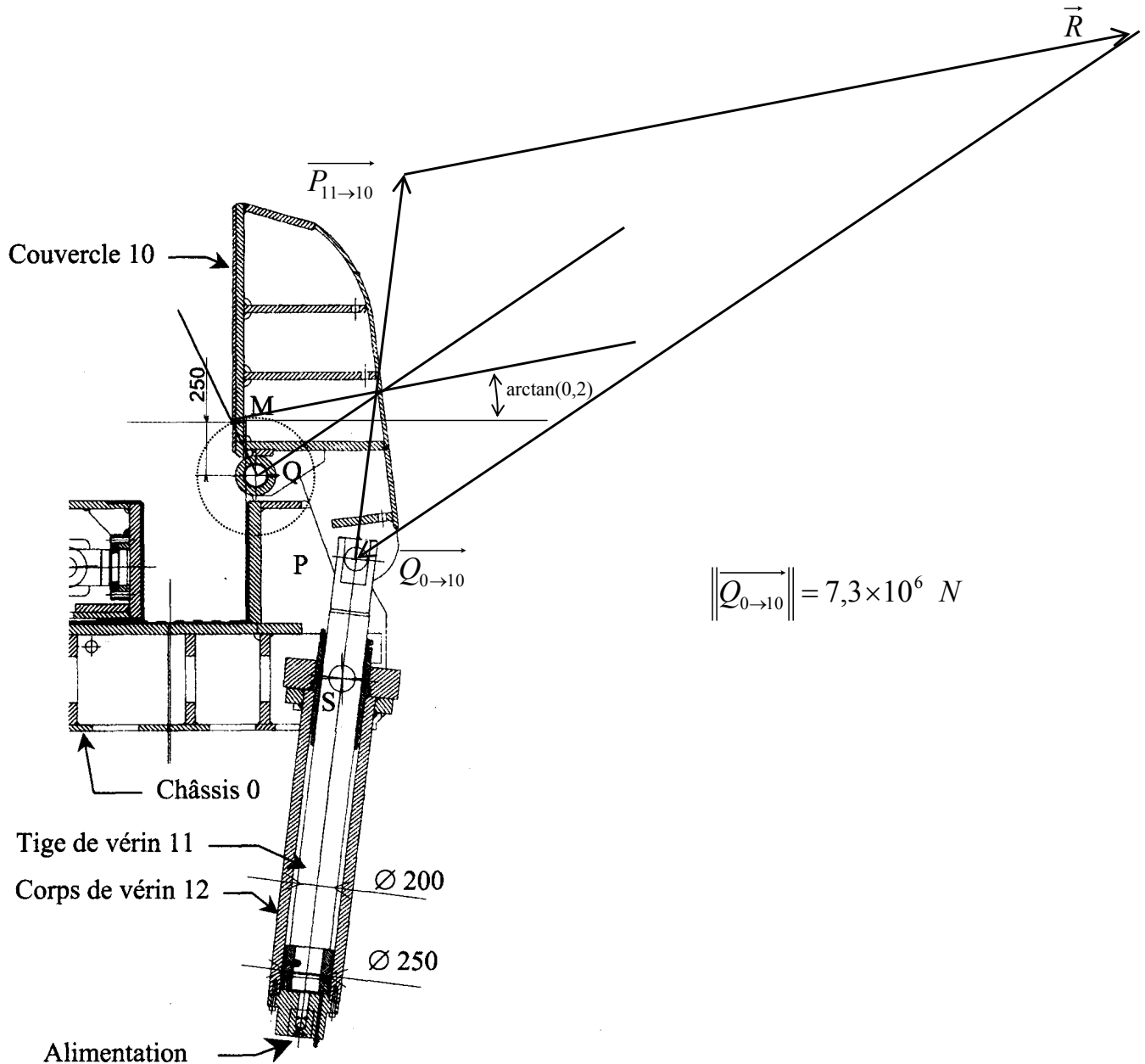


Question G2-1 :

$$\|\overrightarrow{P_{11 \rightarrow 10}}\| = 2 \times 31,5 \times \pi \times \frac{250^2}{4} = 3 \times 10^6 \text{ N}.$$

Question G2-2 :

On isole le couvercle 10. Il est soumis aux actions $\overrightarrow{P_{11 \rightarrow 10}}$, $\overrightarrow{Q_{0 \rightarrow 10}}$ et \vec{R} , 3 glisseurs concourants.



H – Etude de la liaison entre un des vérins de fermeture de couvercle et le châssis

Question H1-1 :

On isole le vérin 11+12.

Il est soumis aux actions $\overrightarrow{P_{10 \rightarrow 11}}$ et $\overrightarrow{S_{0 \rightarrow 12}}$, 2 glisseurs porté par (SP), égaux en intensité et opposés en sens.

On en déduit $\|\overrightarrow{S_{0 \rightarrow 12}}\| = 3 \times 10^6 \text{ N}$

Question H2-1 :

NB : De quel ajustement s'agit-il ? Il semblerait que ce soit le $\phi 270$.

Glissant juste : $\phi 270 \text{ H9/h8}$.

Question H2-2 :

Bague de frottement 3 / Tourillon 1 : ajustement glissant, $\phi 130 \text{ H8/f7}$.

Boîtier de tourillon 4 / Bague de frottement 3 : ajustement serré, $\phi 168 \text{ H7/p6}$.

Question H2-3 :

Cu Sn 12 Pb : alliage de cuivre (bronze) avec 12 % d'étain et des traces de plomb (<1 %).

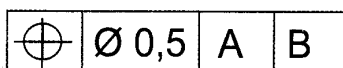
Le palier lisse 3 participe au guidage en rotation du tourillon 1 par rapport à son boîtier 4.

Il est constitué de bronze fritté imprégné de PTFE ou d'huile. Ce matériau permet de minimiser la dissipation d'énergie par frottement de glissement par rapport à une solution avec contact direct acier / acier. Il présente aussi une bonne résistance à l'usure.

S 355 : acier d'usage général avec une limite d'élasticité $R_e = 355 \text{ MPa}$.

Son emploi se justifie par un coût bon marché et son aptitude à la mise en œuvre par soudage.

Question H2-4 :



Le symbole représente une spécification de position : une localisation.

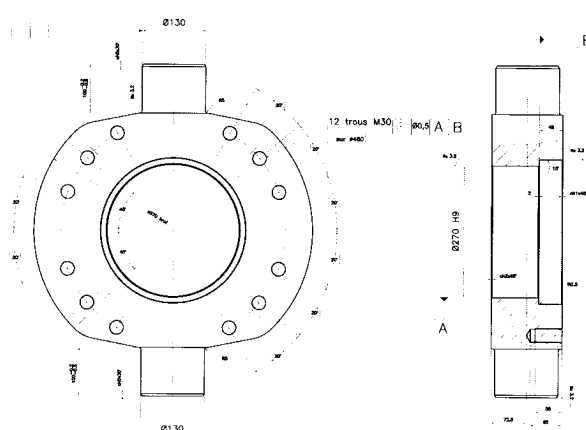
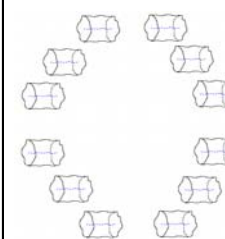

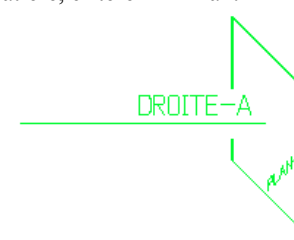
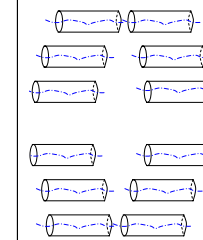
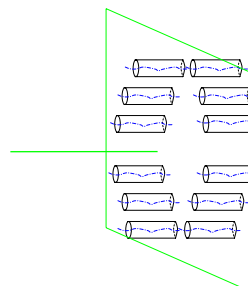
Les éléments tolérancés sont les 12 axes des trous M30.

La zone de tolérance est un ensemble de 12 cylindres de $\phi 0,5 \text{ mm}$ positionnés à l'aide des côtes encadrées $\phi 460$ et 20° .

La référence primaire A est la droite idéale associée à l'axe du cylindre réel $\phi 270$.

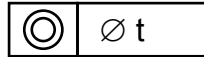
La référence secondaire B est le plan idéal associé au plan réel côté à 48 mm de la face supérieure du tourillon.

NB : on peut regretter l'absence de document réponse d'après matrice GPS.

Tolérancement normalisé		Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification		Eléments non idéaux		Eléments idéaux		
Type de spécification <div>Forme Orientation <u>Position</u> Battement Localisation.....</div>		Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance		<u>Unique</u> Groupe	<u>Unique</u> Multiples	Simple Commun <u>Système</u>	<u>Simple</u> Composée <u>Contraintes</u> <u>Orientation</u> et/ou <u>position</u> par rapport à la référence spécifiée	
<div>Schéma</div> <div>Extrait du dessin de définition</div> 		12 lignes nominalement rectilignes. 12 axes réels des 12 surfaces nominalement cylindriques. 	Ensemble de deux surfaces : - surface A nominalement cylindrique ; - surface B nominalement plane 	Référence primaire : DROITE-A axe du cylindre associé à la surface repérée A, critère du diamètre mini Référence secondaire : PLAN-B associé à la surface repérée B, contraint perpendiculaire à la droite-A et tangent du côté libre matière, critère min-max. 	12 cylindres de ϕ 0,5 mm dont les axes sont disposés sur un diamètre ϕ 460 mm positionnés les uns des autres par les côtes de 20 °. 	L'axe du diamètre ϕ 460 mm est la référence spécifiée DROITE-A 

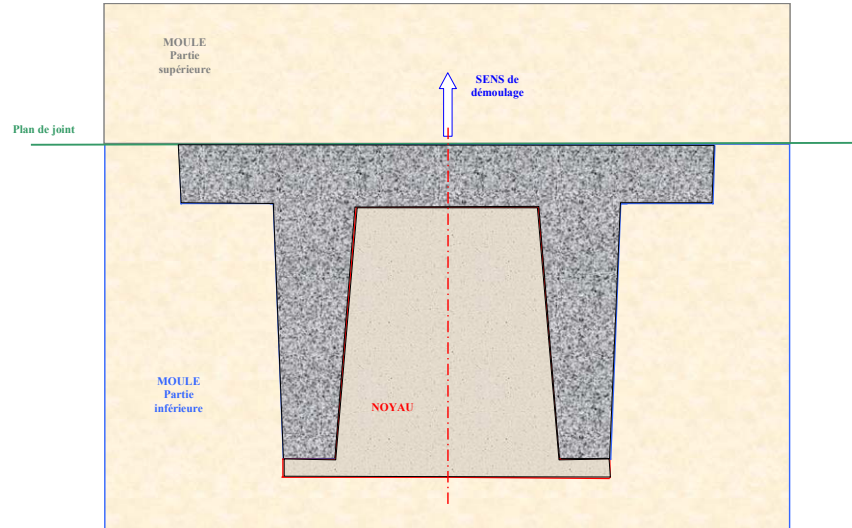
Question H2-5 :

Tolérance de position : coaxialité



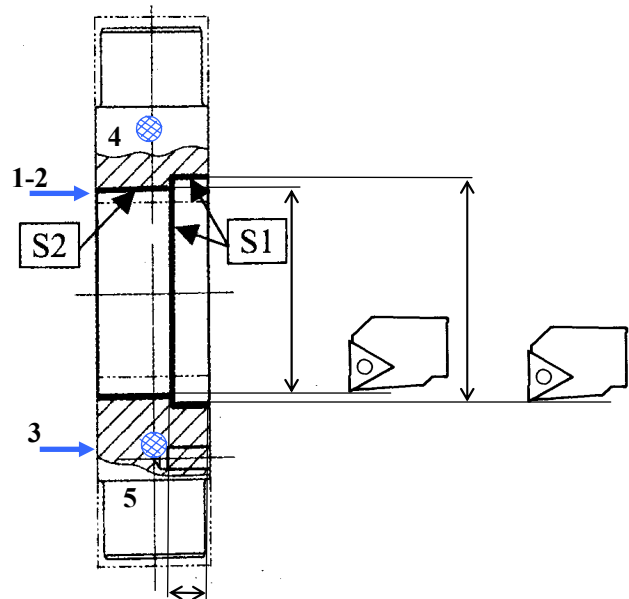
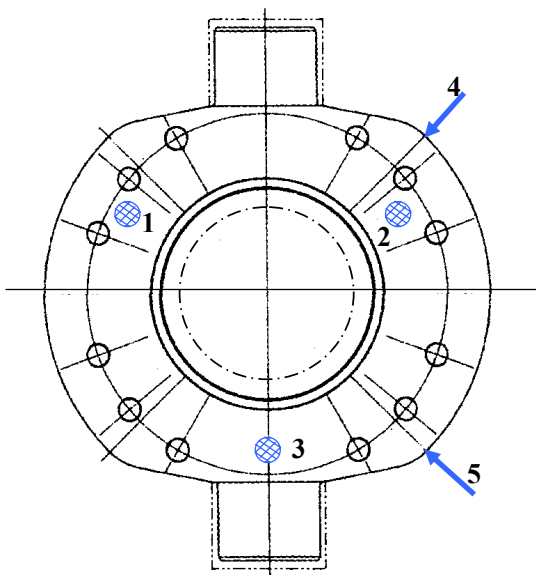
NB : l'absence de référence est déconseillée par la norme GPS.

Question H3-1 :



Question H4-1 :

NB : il y a un problème sur la vue de gauche du document réponse. Ci-dessous la version corrigée.



Machine Outil : tour CN

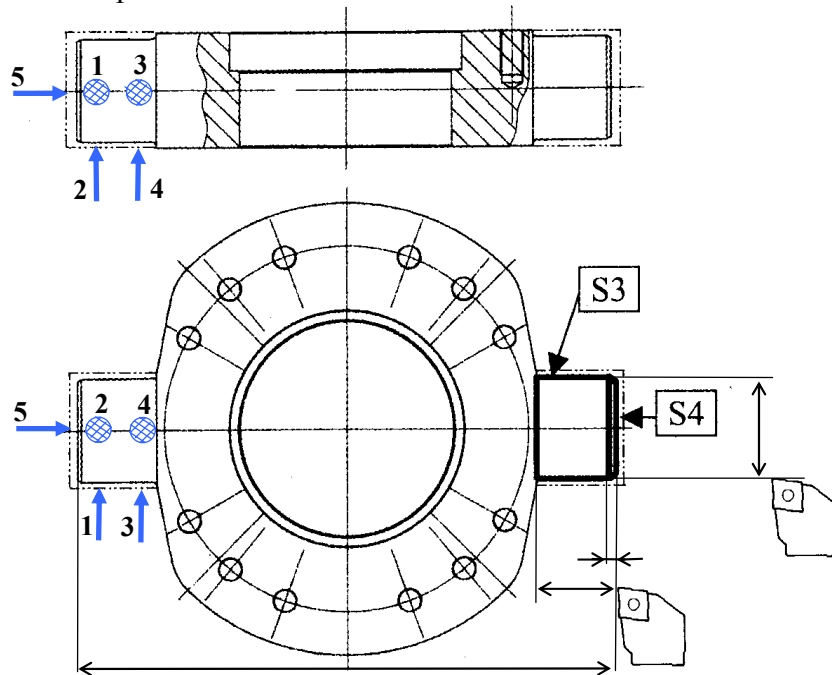
Mise en position : appui plan et centrage court

Opération : alésage

Outillage : outil à aléser

Question H4-2 :

Solution 1 : lunette et contrepointe



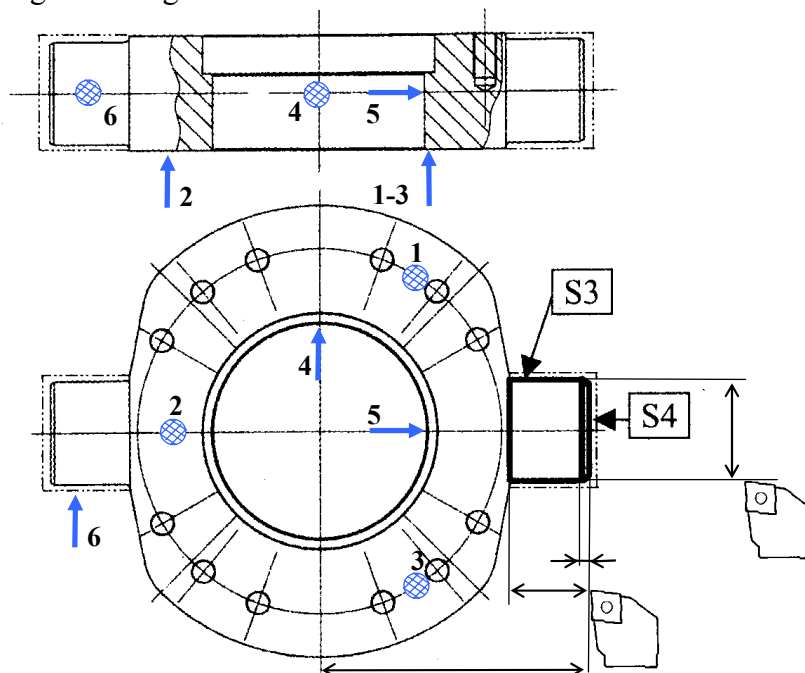
Machine Outil : tour CN

Mise en position : centrage long et butée

Opération : dressage avec lunette puis chariotage, chanfreinage avec contrepointe.

Outillage : outil à charioter et dresser, lunette, contrepointe.

Solution 2 : avec montage d'usinage



Machine Outil : tour CN

Mise en position : appui plan, centrage court et appui ponctuel.

Opération : dressage, chariotage, chanfreinage.

Outillage : outil à charioter et dresser.

Question H5-1 :

