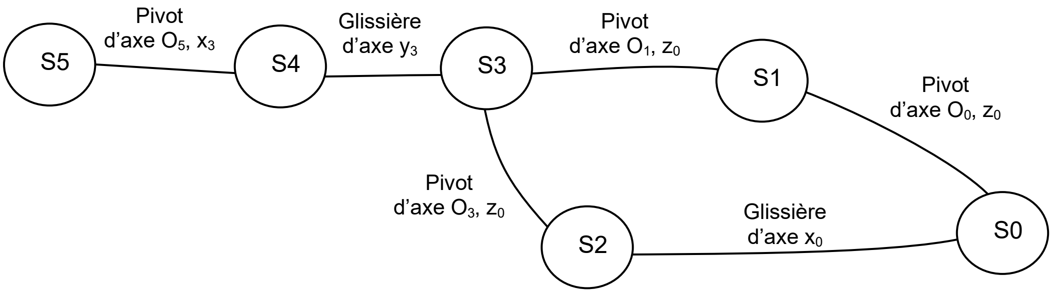
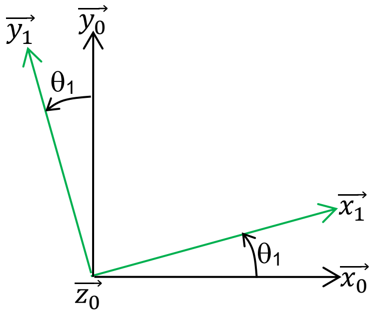
Prépa VAUBAN		Cahier réponse Devoir du samedi n°2	DS SI	
PTSI	DR1		DS2	4h

Première Partie : Etude cinématique du système

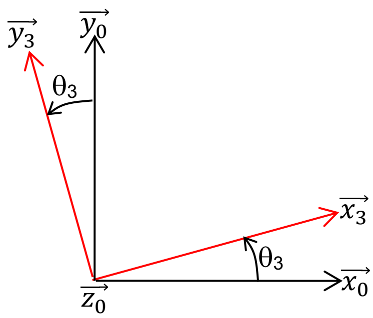
Q1 : Tracer le graphe de liaison du mécanisme.



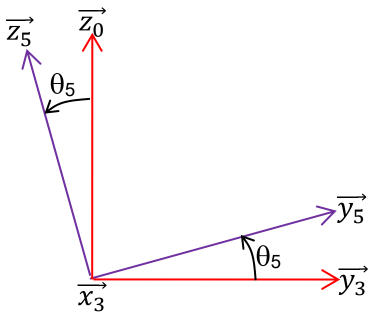
Q2 : Dessiner les figures de changement de base en indiquant les vecteurs rotations.



$\overrightarrow{\Omega_{1/0}} = \dot{\theta}_1.\overrightarrow{z_0} = \omega_1.\overrightarrow{z_0}$



$\overrightarrow{\Omega_{3/0}} = \overrightarrow{\Omega_{3/2}} = \dot{\theta}_3.\overrightarrow{z_0} = \omega_3.\overrightarrow{z_0}$



$\overrightarrow{\Omega_{5/4}} = \dot{\theta}_5.\overrightarrow{x_3} = \omega_5.\overrightarrow{x_3}$

Q3 : Déterminer la loi entrée/sortie $\theta_3 = f(\lambda_2)$ par une fermeture géométrique.

$\overrightarrow{O_0O_3} + \overrightarrow{O_3O_1} + \overrightarrow{O_1O_0} = \vec{0}$

$\lambda_2.\overrightarrow{x_0} + L_3.\overrightarrow{y_3} - L_1.\overrightarrow{x_1} = \vec{0}$

On projette dans la base R_0 :

$\lambda_2.\overrightarrow{x_0} - L_3.sin\theta_3.\overrightarrow{x_0} + L_3.cos\theta_3.\overrightarrow{y_0} - L_1.cos\theta_1.\overrightarrow{x_0} - L_1.sin\theta_1.\overrightarrow{y_0} = \vec{0}$

Ce qui donne, en projection sur les axes $\overrightarrow{x_0}$ et $\overrightarrow{y_0}$:

$\lambda_2.-L_3.sin\theta_3 - L_1.cos\theta_1 = 0$

$L_3.cos\theta_3.-L_1.sin\theta_1 = 0$

On isole les termes contenant θ_1 qui ne nous intéresse pas :

$L_1.cos\theta_1 = \lambda_2.-L_3.sin\theta_3$

$L_1.sin\theta_1 = L_3.cos\theta_3$

On élève au carré les 2 expressions et on additionne :

$L_1^2.(\cos^2\theta_1 + sin^2\theta_1) = (\lambda_2.-L_3.sin\theta_3)^2 + {L_3}^2.cos^2\theta_3$

$L_1^2 = ({\lambda_2}^2 - 2.\lambda_2.L_3.sin\theta_3 + {L_3}^2.sin^2\theta_3) + {L_3}^2.cos^2\theta_3$

$L_1^2 = {\lambda_2}^2 - 2.\lambda_2.L_3.sin\theta_3 + {L_3}^2$

$$sin\theta_3 = \frac{-L_1^2 + {\lambda_2}^2 + {L_3}^2}{2.\lambda_2.L_3}$$

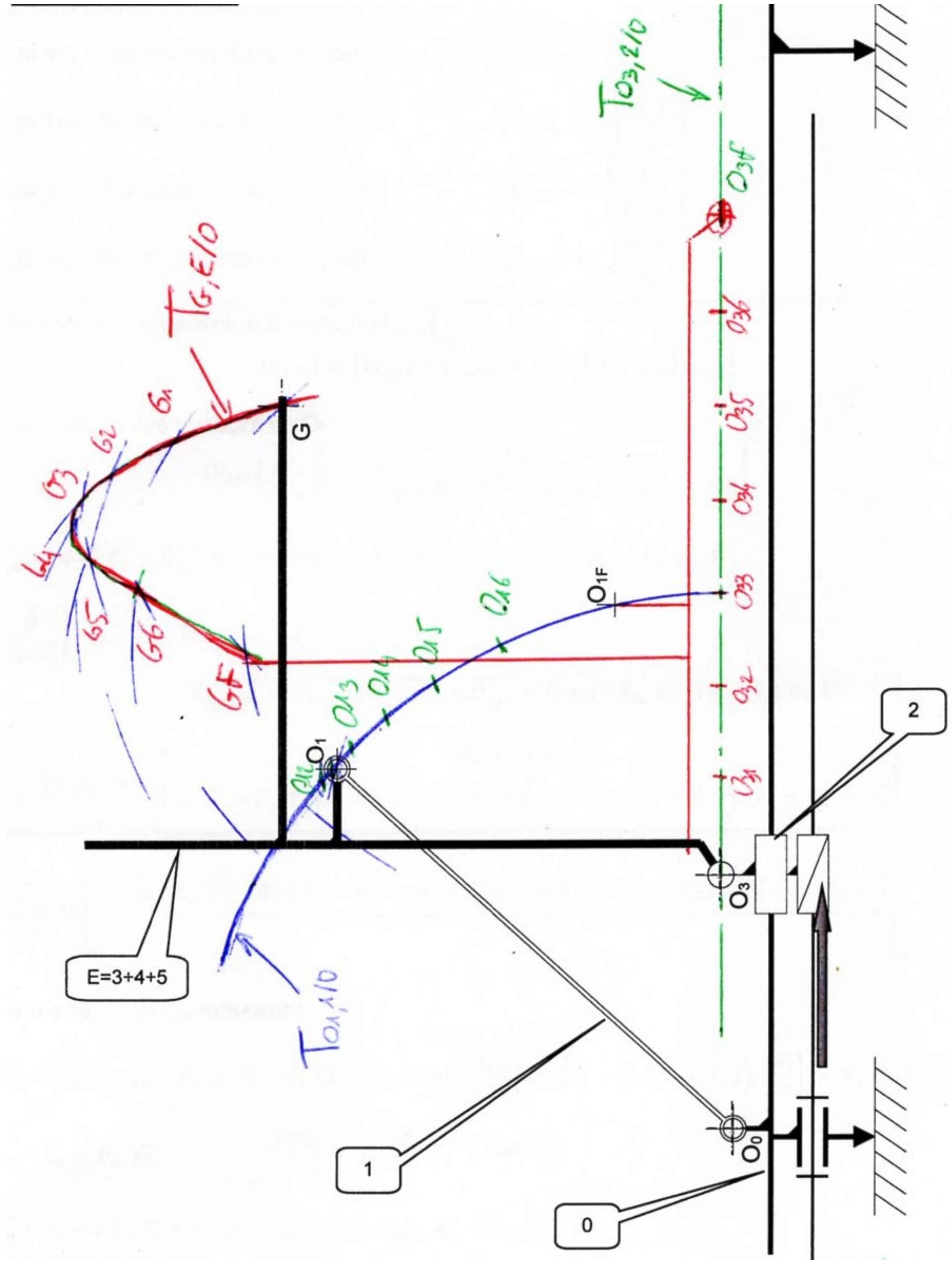
Et donc finalement :

$$\theta_3 = sin^{-1}\left(\frac{-L_1^2 + {\lambda_2}^2 + {L_3}^2}{2.\lambda_2.L_3}\right)$$

Prépa VAUBAN		Cahier réponse Devoir du samedi n°2	DS SI	
PTSI	DR2		DS2	4h

Q4 :
Q5 :
Q6 :

Echelle : 1:35



Définition des trajectoires : $T_{O1,1/0}$: cercle de centre O_0 car 1/0 est une rotation de centre O_0
$T_{O3,2/0}$: droite horizontale car 2/0 est une translation rectiligne d'axe x_0

Justifications du tracé :
On place les points O_{3n} arbitrairement entre O_3 et O_{3F}. On en déduit les points O_{1n} : O_1O_3 est constante.
On trouve les points G_{5n} à l'intersection d'arcs de cercle de centre O_{1n} et de rayon O_1G_5 et d'arcs de cercle de centre O_{3n} et de rayon O_3G_5

Q7 : Exprimer (en justifiant et aux points où les expressions sont les plus simples) les torseurs cinématiques suivants : $\{V_{4/3}\}; \{V_{5/4}\}; \{V_{2/0}\}; \{V_{3/2}\}$

Mouvement de 4/3 : Translation d'axe $\overrightarrow{y_3}$ donc : $\{V_{4/3}\} = {}_{\_}\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ \dot{\lambda_4}.\overrightarrow{y_3} \end{Bmatrix}$

Mouvement de 5/4 : Rotation d'axe O₅, $\overrightarrow{x_3}$ donc : $\{V_{5/4}\} = {}_{O_5}\begin{Bmatrix} \dot{\theta_5}.\overrightarrow{x_3} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

Mouvement de 2/0 : Translation d'axe $\overrightarrow{x_0}$ donc : $\{V_{2/0}\} = {}_{\_}\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ \dot{\lambda_2}.\overrightarrow{x_0} \end{Bmatrix}$

Mouvement de 3/2 : Rotation d'axe O₃, $\overrightarrow{z_0}$ donc : $\{V_{3/2}\} = {}_{O_3}\begin{Bmatrix} \dot{\theta_3}.\overrightarrow{z_0} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

Q8 : Déterminer par composition le torseur $\{V_{5/0}\}_{G_5}$

$$\{V_{5/0}\} = \{V_{5/4}\} + \{V_{4/3}\} + \{V_{3/2}\} + \{V_{2/0}\}$$

Il faut exprimer chacun des torseurs en G_5 :

$\{V_{2/0}\} = {}_{G_5}\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ \dot{\lambda_2}.\overrightarrow{x_0} \end{Bmatrix}$ $\quad$ $\{V_{3/2}\} = {}_{G_5}\begin{Bmatrix} \dot{\theta_3}.\overrightarrow{z_0} \\ \dot{\theta_3}.[(L_4 + X_G).\overrightarrow{y_3} - (\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\overrightarrow{x_3}] \end{Bmatrix}$

$$\overrightarrow{V_{G_5 \in 3/2}} = \overrightarrow{V_{O_3 \in 3/2}} + \overrightarrow{G_5O_3} \wedge \overrightarrow{\Omega_{3/2}} = \vec{0} + [-(L_4 + X_G).\overrightarrow{x_3} - \lambda_4.\overrightarrow{y_3} - Y_G.\overrightarrow{y_5}] \wedge \dot{\theta_3}.\overrightarrow{z_0}$$

$\{V_{4/3}\} = {}_{G_5}\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ \dot{\lambda_4}.\overrightarrow{y_3} \end{Bmatrix}$ $\quad$ $\{V_{5/4}\} = {}_{G_5}\begin{Bmatrix} \dot{\theta_5}.\overrightarrow{x_3} \\ Y_G.\dot{\theta_5}.\overrightarrow{z_5} \end{Bmatrix}$

$$\overrightarrow{V_{G_5 \in 5/4}} = \overrightarrow{V_{O_5 \in 5/4}} + \overrightarrow{G_5O_5} \wedge \overrightarrow{\Omega_{5/4}} = \vec{0} + (-X_G.\overrightarrow{x_3} - Y_G.\overrightarrow{y_5}) \wedge \dot{\theta_5}.\overrightarrow{x_3}$$

$$\{V_{5/0}\} = {}_{G_5}\begin{Bmatrix} \dot{\theta_3}.\overrightarrow{z_0} + \dot{\theta_5}.\overrightarrow{x_3} \\ \dot{\lambda_2}.\overrightarrow{x_0} - \dot{\theta_3}.(\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\overrightarrow{x_3} + \left(\dot{\lambda_4} + \dot{\theta_3}.(L_4 + X_G)\right).\overrightarrow{y_3} + Y_G.\dot{\theta_5}.\overrightarrow{z_5} \end{Bmatrix}$$

Q9 :

$$\overrightarrow{a_{G_5 \in 5/0}} = \left[\frac{d\overrightarrow{V_{G_5 \in 5/0}}}{dt}\right]_0 = \left[\frac{d\left(\dot{\lambda_2}.\overrightarrow{x_0} - \dot{\theta_3}.(\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\overrightarrow{x_3} + \left(\dot{\lambda_4} + \dot{\theta_3}.(L_4 + X_G)\right).\overrightarrow{y_3} + Y_G.\dot{\theta_5}.\overrightarrow{z_5}\right)}{dt}\right]_0$$

Tous les termes en $\ddot{}$ disparaissent :

$$\overrightarrow{a_{G_5 \in 5/0}} = \dot{\theta_3}.Y_G.\dot{\theta_5}.sin\theta_5.\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_3}.\dot{\lambda_4}.\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_3}.(\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\left[\frac{d\overrightarrow{x_3}}{dt}\right]_0 + \left(\dot{\lambda_4} + \dot{\theta_3}.(L_4 + X_G)\right).\left[\frac{d\overrightarrow{y_3}}{dt}\right]_0 + Y_G.\dot{\theta_5}.\left[\frac{d\overrightarrow{z_5}}{dt}\right]_0$$

$\left[\frac{d\overrightarrow{x_3}}{dt}\right]_0 = \overrightarrow{\Omega_{3/0}} \wedge \overrightarrow{x_3} = \dot{\theta_3}.\overrightarrow{y_3}$ $\quad$ $\left[\frac{d\overrightarrow{y_3}}{dt}\right]_0 = \overrightarrow{\Omega_{3/0}} \wedge \overrightarrow{y_3} = -\dot{\theta_3}.\overrightarrow{x_3}$

$$\left[\frac{d\overrightarrow{z_5}}{dt}\right]_0 = \overrightarrow{\Omega_{5/0}} \wedge \overrightarrow{z_5} = (\dot{\theta_3}.\overrightarrow{z_0} + \dot{\theta_5}.\overrightarrow{x_3}) \wedge \overrightarrow{z_5} = \dot{\theta_3}.sin\theta_5.\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_5}.\overrightarrow{y_5}$$

$$\overrightarrow{a_{G_5 \in 5/0}} = \dot{\theta_3}.Y_G.\dot{\theta_5}.sin\theta_5.\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_3}.(\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\dot{\theta_3}.\overrightarrow{y_3} - \left(\dot{\lambda_4} + \dot{\theta_3}.(L_4 + X_G)\right).\dot{\theta_3}.\overrightarrow{x_3} + Y_G.\dot{\theta_5}.\left(\dot{\theta_3}.sin\theta_5.\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_5}.\overrightarrow{y_5}\right)$$

$$\overrightarrow{a_{G_5 \in 5/0}} = \dot{\theta_3}.\left(2.Y_G.\dot{\theta_5}.sin\theta_5 - \dot{\theta_3}.(L_4 + X_G) - \dot{\lambda_4}\right).\overrightarrow{x_3} - \dot{\theta_3}^2.(\lambda_4 + Y_G.cos\theta_5).\overrightarrow{y_3} - Y_G.\dot{\theta_5}^2.\overrightarrow{y_5}$$

Q10 : Pourquoi le constructeur choisit-il des moteurs et réducteurs identiques sur tout le système ?

Afin de limiter les couts et de faciliter la maintenance

Q11 : Calculer la vitesse moyenne de déplacement du coulisseau **$V_{2/0}$** permettant de respecter l'exigence 1.

Page 2 du sujet, on peut lire : le basculement du portique de 90° doit se faire en 14 min maximum, pour une course du coulisseau de 3,50m

donc **$V_{2/0}$** $= \frac{3.50}{14\times 60} = \mathbf{0{,}00416 m.s^{-1} = 4{,}16 mm.s^{-1}}$

Q12 : En vous servant du diagramme des blocs internes du système de basculement page 2, déterminer la fréquence de rotation de la vis de translation.

$V_{2/0} = \frac{\omega_{\text{vis}}}{2\pi}.P$ d'ou $\omega_{vis} = \frac{V_{2/0}\times 2\pi}{P} = \frac{4.16\times 2\pi}{9} = 2{,}90 rd.s^{-1} = 27{,}7\ tr.min^{-1}$

Q13 : En vous servant du diagramme des blocs internes du système de basculement et de la réponse à la Q12, déterminer le rapport de réduction de la transmission à mettre en place entre le moteur et la vis.

Nm = 1500 $tr.min^{-1}$, $N_{vis} = 27{,}7\ tr.min^{-1}$, $R = \frac{N_{vis}}{N_m} = \frac{27{,}7}{1500} = 0{,}0185$

Q14 : A l'aide du tableau en bas de page, déterminer le rapport de réduction à choisir pour les 2 réducteurs.

les 2 réducteurs sont en série : r*r =r²= R = 0.0185 soit r = 0.136 soit $\frac{1}{7{,}35}$
Le réducteur le plus proche à un rapport de réduction de 7,25:1

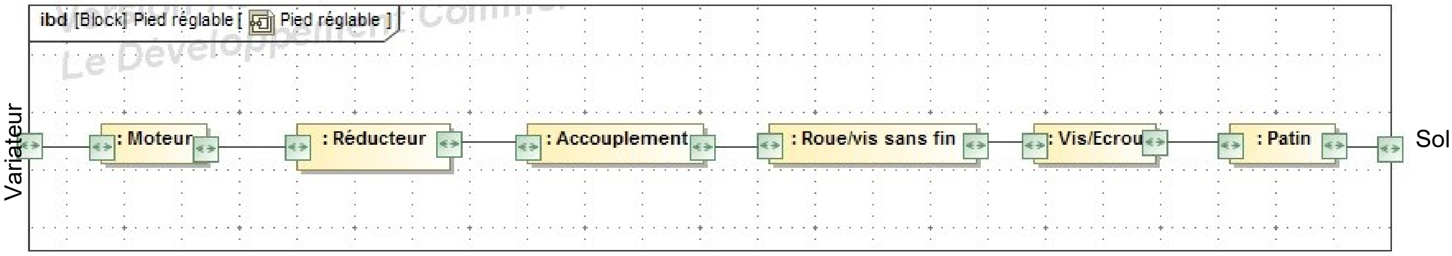
Q15 : Quelle est la classe de réversibilité de ce réducteur ?
Ce n'est pas compatible avec notre utilisation. Justifier pourquoi.
Quel autre élément de la chaine d'énergie permet d'assurer l'irréversibilité du système ?

Ce réducteur est de classe 1 donc totalement réversible.
Le système doit pouvoir être stable sans apport d'énergie, en cas de coupure l'électricité , le satellite ne doit pas bouger ni "tomber" par terre : donc le système a besoin d'un système mécanique stable.
Deux solutions possibles : une transmission de mouvement irréversible ou un système de freinage statique.
Ici, c'est le couple Vis / Ecrou qui assure cette irréversibilité du système mécanique.

Prépa VAUBAN		Cahier réponse Devoir du samedi n°2	DS SI	
PTSI	DR5		DS2	4h

Deuxième Partie : Etude du pied réglable

Q16 : Compléter le diagramme des blocs internes.

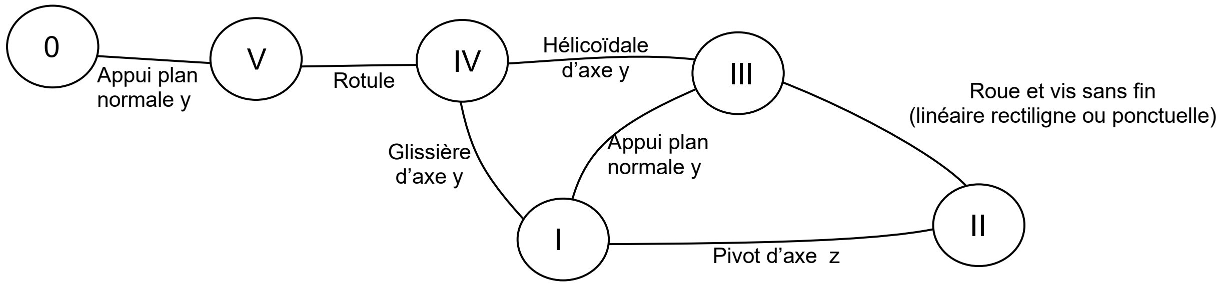


Q17 : Compléter les classes d'équivalences :

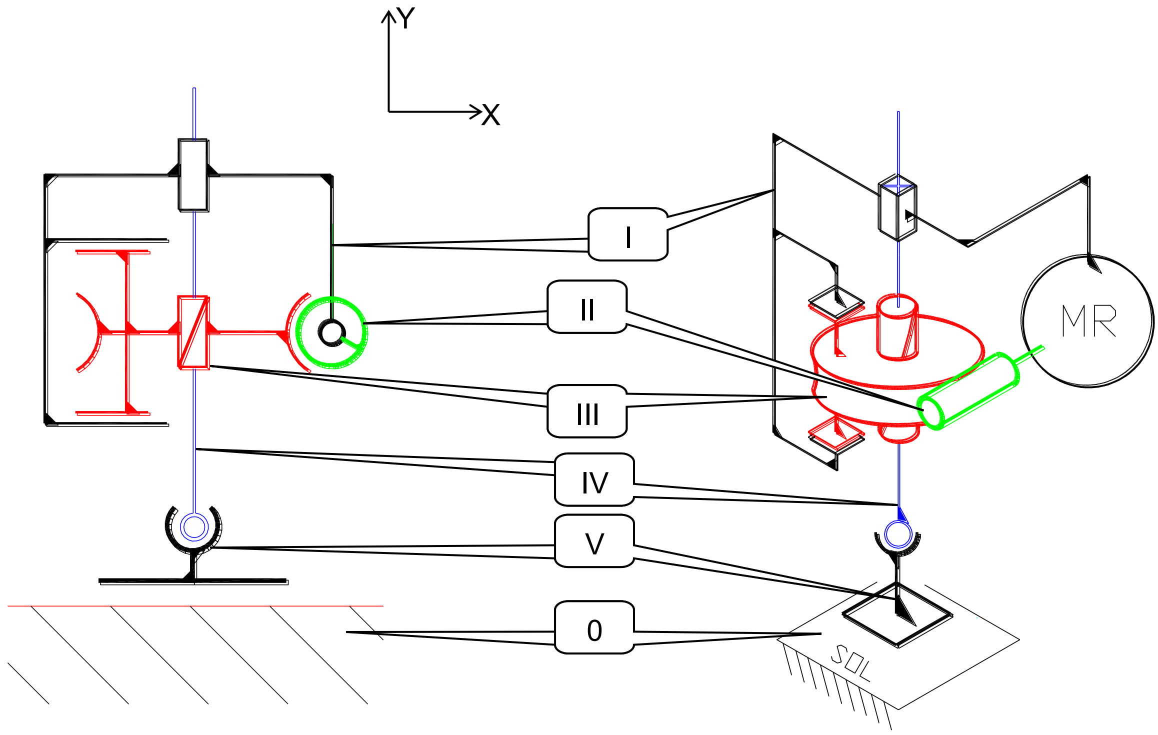
Les pièces 7 et 22 sont exclues.

0 : Sol		I :	{1 ; 2 ; 9 ; 10 ; 17 ; 19 ; 20 ; 21 ;24}	II :	{18 ; 23}
III :	{8}	IV :	{3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 12 ; 13 ; 14}	V :	{15 ; 11 ; 16 ; 12bis}

Q18 : Réaliser le graphe de liaison du mécanisme (voir schéma ci-dessous)



Q19 :



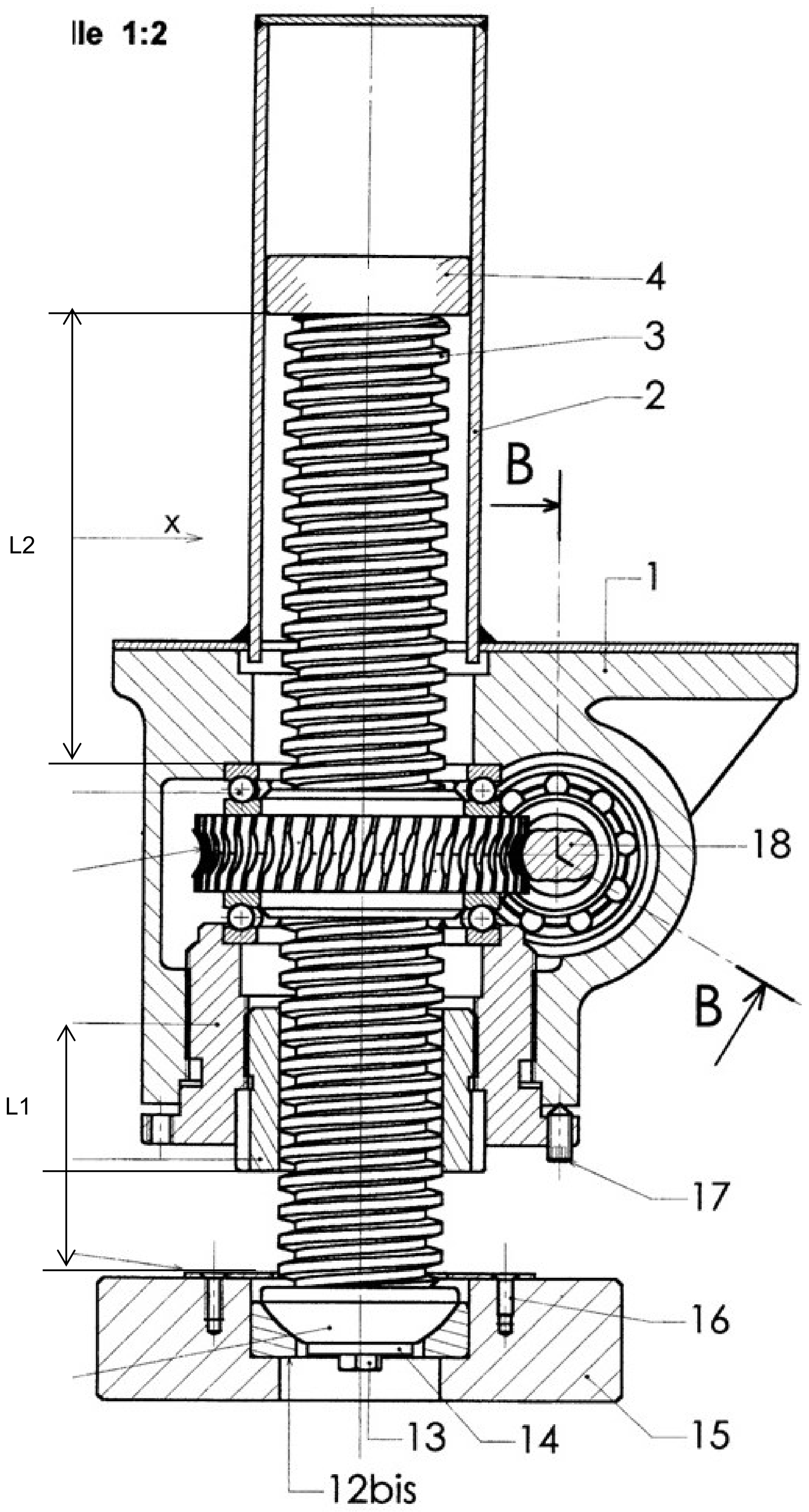
Q20 :

Sur le dessin :

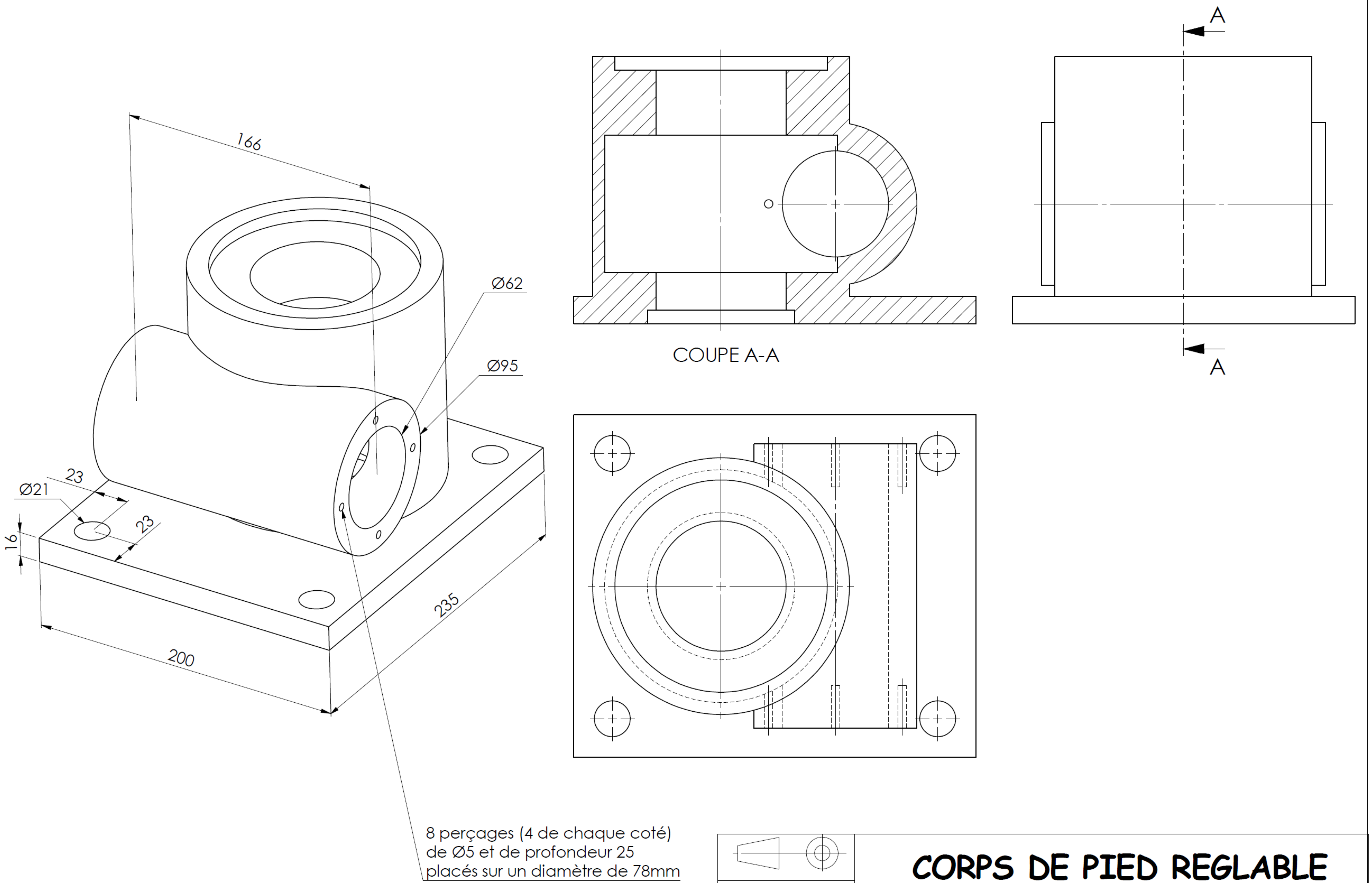
-le pied peut remonter de L1=17,5mm (sur le dessin) jusqu'au contact entre les pièces 11 et 10

-le pied peut descendre de L2=81mm (sur le dessin) jusqu'au contact entre les pièces 4 et 7

-Ce qui fait une course totale possible à l'échelle réelle : course = (17,5+81)x2 = 197mm



Prépa VAUBAN		Cahier réponse Devoir du samedi n°2	DS SI	
PTSI	DR7		DS2	4h



CORPS DE PIED REGLABLE