

NOM :

Prénom :

Spécialité demandée (*entourer la/les spécialités demandées*):

- Mécanique
- Mécatronique

Recrutement FIP Mécanique / Mécatronique INSA de Strasbourg.
Épreuve de mécanique
Durée totale: 2h00 – Réponses à donner sur le présent document.
Sans documents – calculatrice autorisée
Le sujet comporte plusieurs problèmes indépendants dont le barème est fourni. Ne vous attardez pas inutilement sur un problème si vous êtes capable de traiter les autres.

PARTIE 1 : 3 problèmes (/16 points)

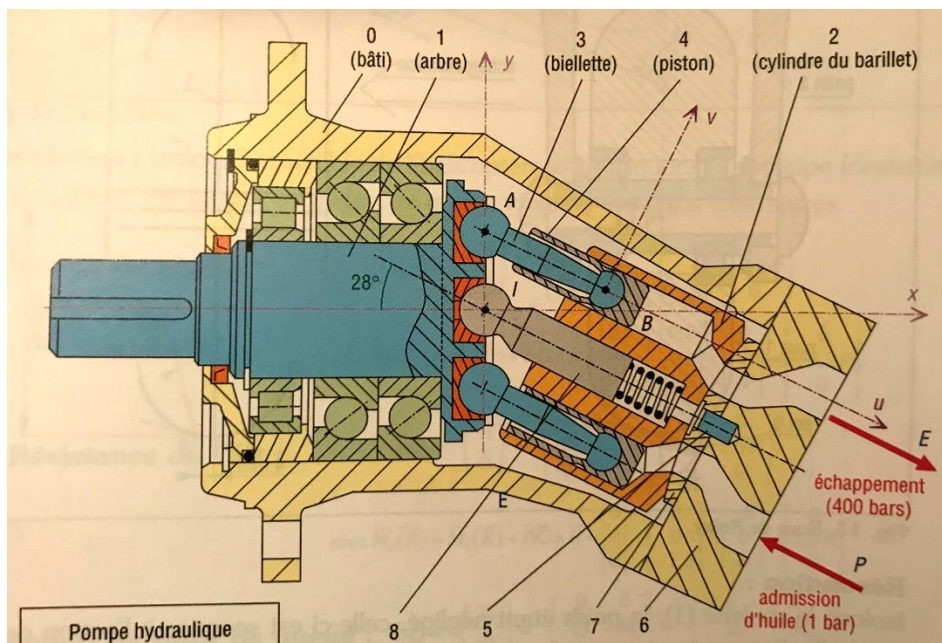
Problème 1: Statique (/6 points)

La figure ci-dessous (figure 1) représente une pompe hydraulique à cylindrée constante. L'huile est aspirée en P puis refoulée en E à la pression de 400 bar maximum par un mouvement de va et vient d'une série de pistons (4) ; chaque piston est manœuvré en B par une bielle (3) articulée en A sur le rotor (1). Le poids des pièces et les frottements sont négligés. On se place en fin d'échappement selon la position du piston indiquée sur les figures 1, 2 et 3.

Le piston a un diamètre noté $d = 30\text{mm}$. La longueur de la bielle $AB = 90\text{mm}$ enfin la distance $IA = 50\text{mm}$.

La bielle 3 fait un angle de 25° avec l'axe horizontal x . Le piston 4 d'axe u fait un angle de 28° avec l'axe horizontal x .

L'axe z est normal aux plans (x,y) et (u,v)



Questions

1.1 – Indiquer dans le tableau ci-dessous la nature des liaisons entre les composants du système.

Liaison	Nature de la liaison
L0/1 (bâti/arbre)	
L1/3 (arbre/biellette)	
L3/4 (biellette/piston)	
L4/2 (piston/cylindre)	

1.2 – En vous appuyant sur la figure 1, proposez un schéma cinématique du mécanisme.

1.3 On s'intéresse aux efforts dans les liaisons L1/3 ; L3/4 et L4/2. Indiquer la forme du torseur des efforts pour ces 3 liaisons. On appelle $S_{1/3}$ la résultante des efforts de 1 sur 3 et $S_{4/3}$ la résultante des efforts de 4 sur 3 (voir schéma ci-dessous)

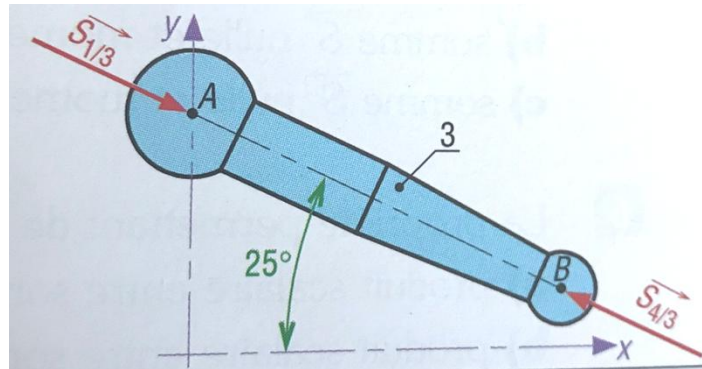


Figure 2

1.3.1 Torseur de liaison 1/3 exprimé dans le repère (x, y, z) :

1.3.2 Torseur de liaison 3/4 exprimé dans le repère (x, y, z) :

1.3.3 Torseur de liaison 4/2 exprimé dans le repère (u, v, z) :

1.4 – On s'intéresse à l'effort qu'exerce le fluide noté F sur le piston (4)

1.4.1 A l'aide des données indiquées ci-dessus déterminez la valeur de l'effort qu'exerce le fluide sur la surface du piston 4. Par la suite cet effort sera noté $R_{F/4}$

3

1.4.2 En déduire l'expression du torseur des efforts du fluide sur le piston 4. Le torseur sera exprimé dans la base $(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{z})$:

1.5 On souhaite déterminer la résultante des efforts $S_{3/4}$, efforts appliqués sur le piston 4 par la bielle 3. En vous appuyant sur la figure ci-dessous exprimez le torseur des efforts de la bielle 3 sur le piston 4 dans la base $(\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{z})$ en fonction de $S_{3/4}$.

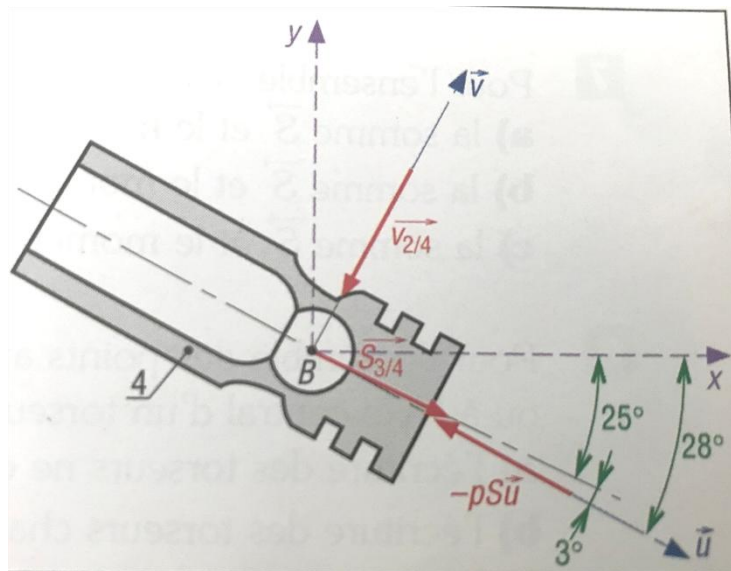
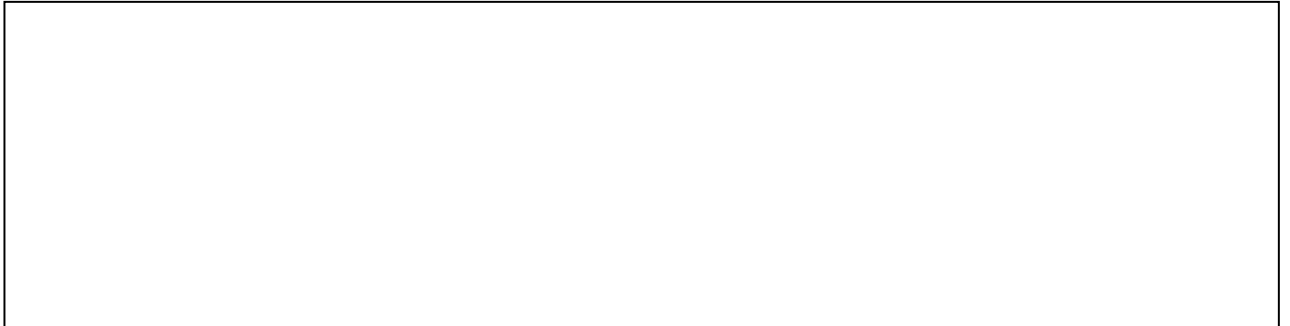


Figure 3

1.6 On isole le piston 4. Déterminez l'expression de $S_{3/4}$ en fonction de $R_{F/4}$ et des paramètres dimensionnels du système.



1.7 En déduire la valeur des composantes des torseurs de liaison $L3/4$, $L1/3$ et $L4/2$



Problème 2 : Statique(/6)

La figure 4 ci-dessous représente une pelle hydraulique de terrassement. L'action $A_{0/1}$ de 2000daN représente l'action au point A du sol sur le godet 4.

P_2 et P_E représentent respectivement le poids de la flèche 2 et de l'ensemble $\{3+4+9+10+11+12\}$ dénommé par la suite E3 (voir figure 5). La manœuvre est assurée par les vérins $\{5+6\}$, $\{7+8\}$ et $\{9+10\}$ notés respectivement V56, V78 et V910.

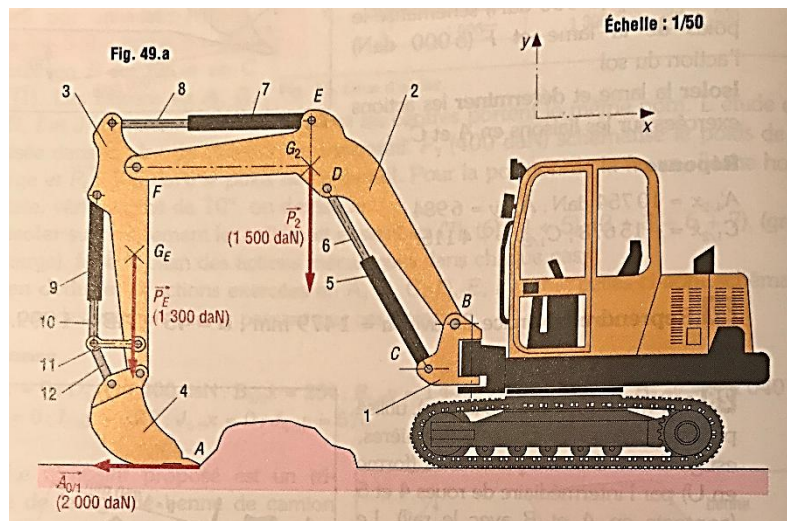


Figure 4

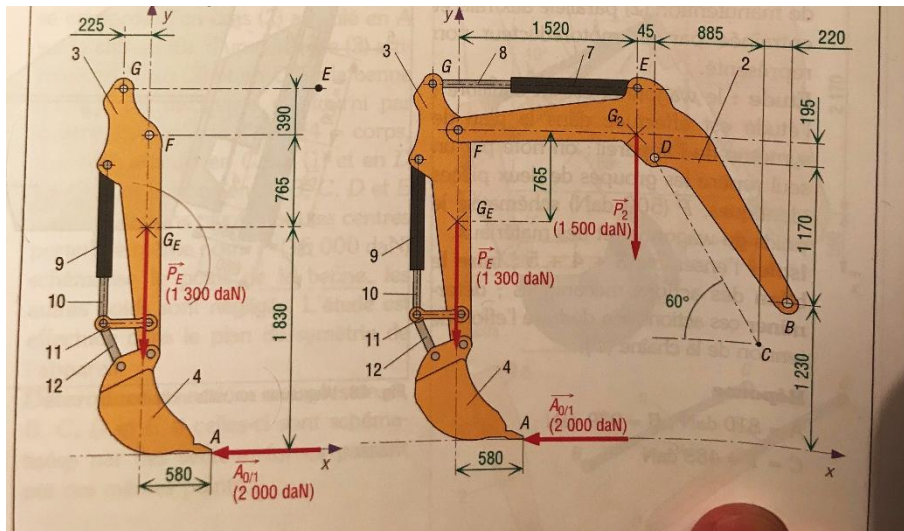


Figure 5

Questions

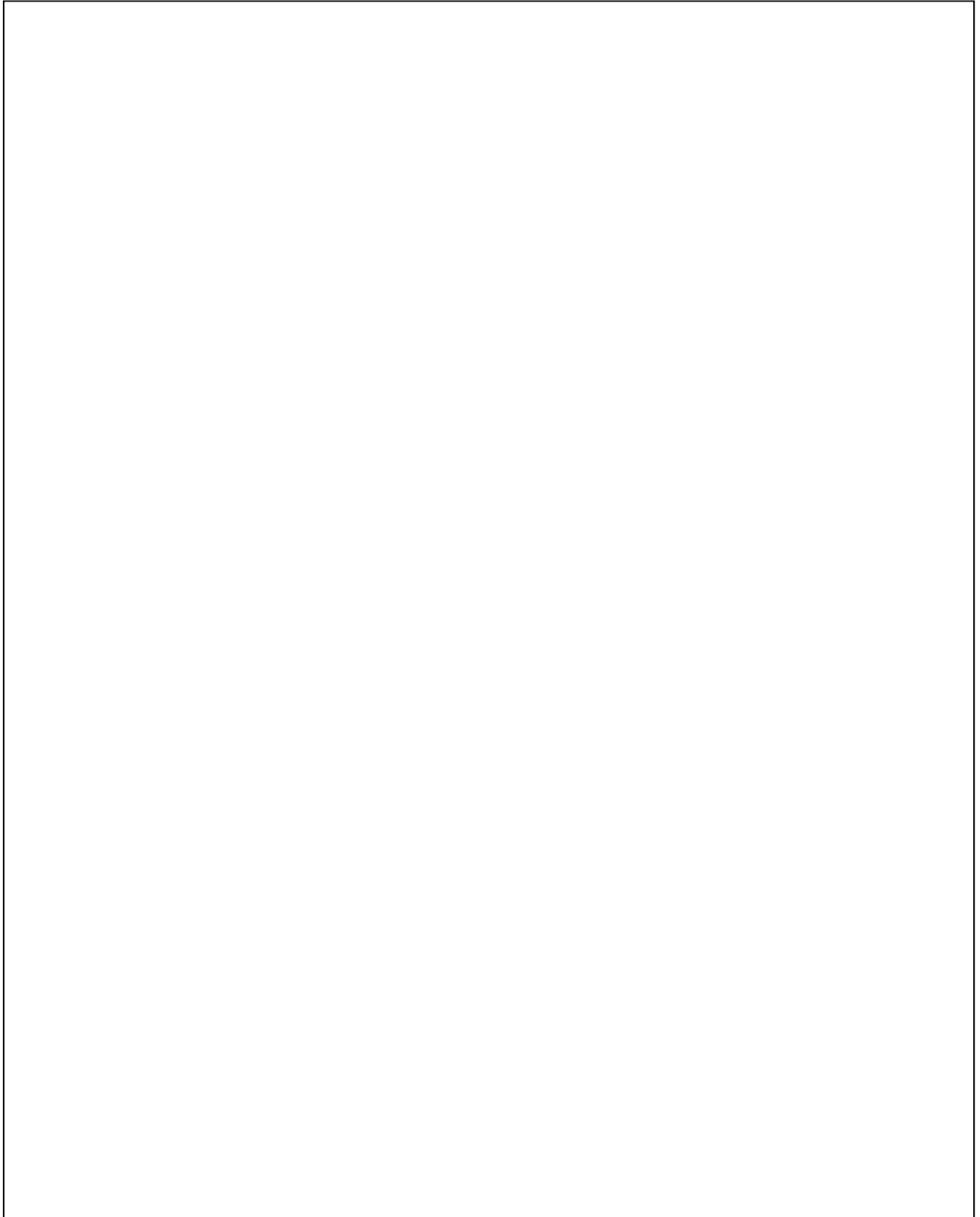
2.1 – Soit $G_{3/8}$ l'action de la pièce 3 sur la tige de vérin 8. En isolant le vérin V78 et en vous appuyant sur les données de la figure 5 montrer que cet effort n'est porté que par l'axe x.

2.2 Donner l'expression générale des torseurs des actions de 8 sur 3 et de 2/3 respectivement au points G et F

2.3 – Faire le bilan des efforts appliqués à l'ensemble E3



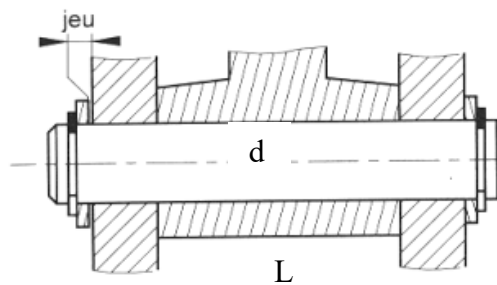
2.4. Après avoir isolé l'ensemble E3 et en vous appuyant sur les données de la figure 5, en déduire les actions $G_{8/3}$ et $F_{2/3}$



2.5 Dimensionnement de la liaison 2/3 :

La pression de contact dans une liaison pivot par contact direct est donné par la formule suivante : $P = R/(L*d)$ où R représente l'effort radial dans la liaison, L , la longueur de guidage et d le diamètre de l'axe.

Pour la liaison entre 2 et 3 on choisit une longueur de guidage L de 50mm. Sachant que la pression admissible pour la liaison est de 50Mpa, en déduire le diamètre minimum de l'arbre dans la liaison pivot 2/3.



Problème 3 Statique (/4)

Etude d'une borne réglable :

Le mécanisme représenté ci-dessous génère un effort vertical P (appliqué par la butée (3) à partir d'un système vis écrou d'axe horizontal. L'effort $P = 1000\text{N}$. l'angle d'inclinaison β entre la pièce 2 et la pièce 3 est de 20°

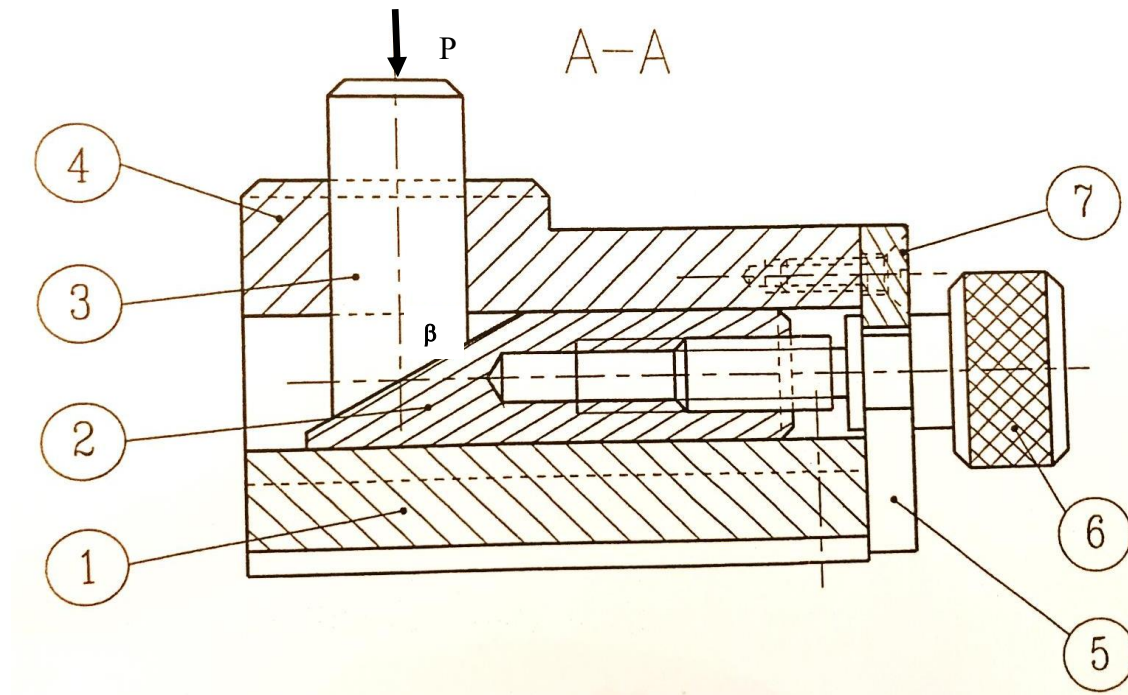
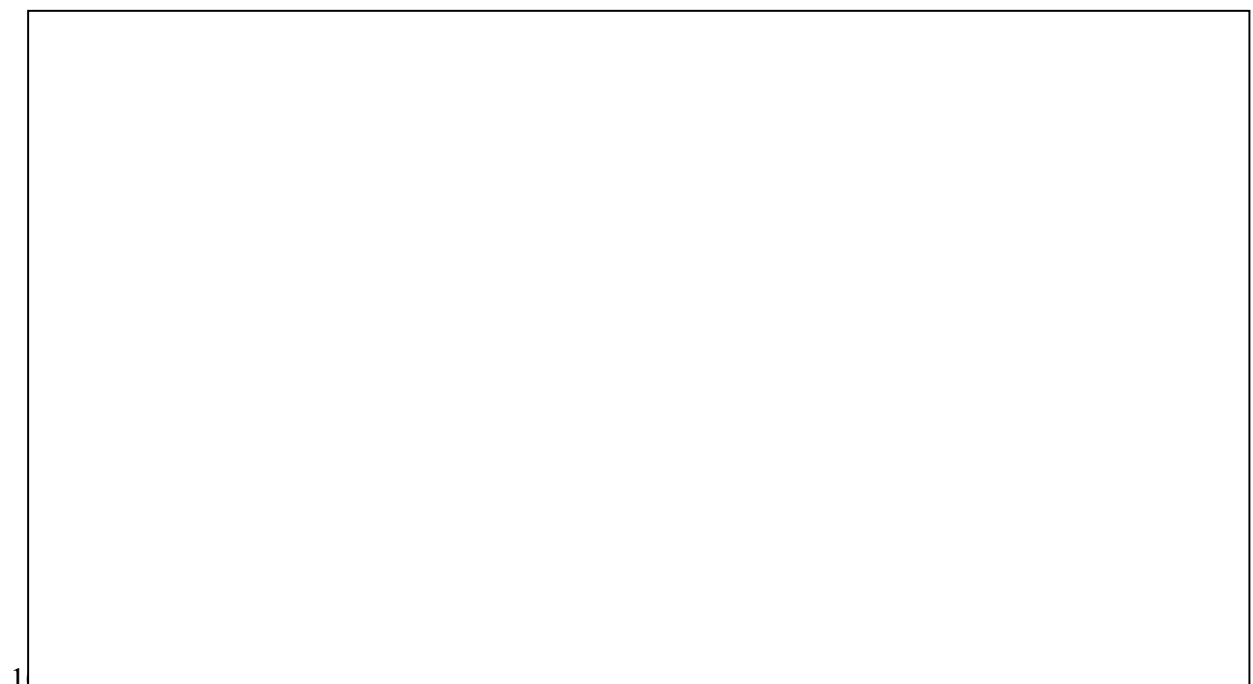


Figure 6

3.1 représenter le schéma cinématique du système



3.2 On néglige le poids des composants du système ainsi que le frottement entre les pièces 1, 2, 3 et 4.

On appelle β l'angle d'inclinaison de la pièce 2 au contact de la pièce 3. Soit $X_{2/3}$ l'effort axial de la pièce 2 sur la pièce 3. Après avoir isolé la pièce 3 exprimez $X_{2/3}$ en fonction de P et β .

3.3 Application numérique :

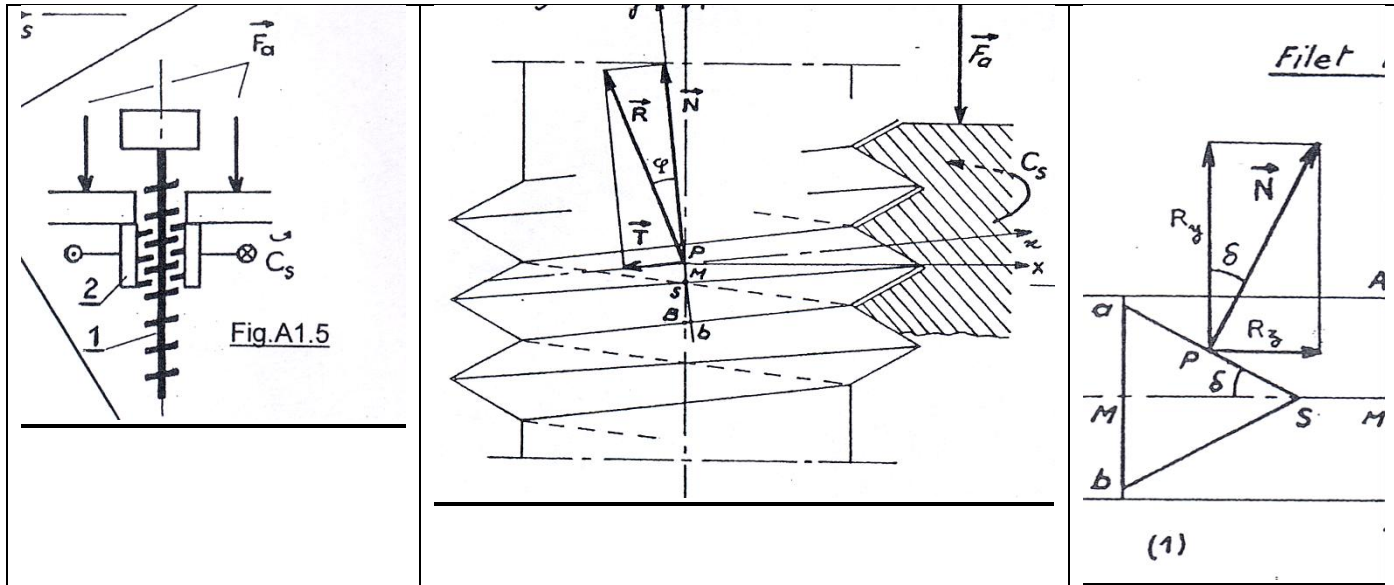
La vis 6 a un diamètre nominal de 10mm pour un pas de 1,5mm. Le coefficient de frottement vis-écrou est de 0,15 et l'angle du filet triangulaire est de 60° .

3.3.1 En vous appuyant sur les résultats de la question 3.2 déterminer la valeur de l'effort axial $X_{2/3}$. (Rappel : $P=1000\text{N}$ et $\beta=20^\circ$)

3.3.2 On fait l'hypothèse que l'effort axial $X_{2/3}$ vaut 360N. En vous appuyant sur l'annexe 1 en déduire la valeur du couple à exercer sur la vis pour générer l'effort axial ?

ANNEXES :

Annexe1 : Détermination du couple- système vis-écrou



Pour engendrer le déplacement axial d'une charge résistante (Force et déplacement opposés), il faut exercer un couple, dit « couple de manœuvre », dont l'expression est :

$C_m = F_a \cdot (d / 2) \cdot \tan(\alpha + \varphi')$. Avec $\tan(\varphi') = \tan(\varphi) / \cos(\delta)$ avec

φ : angle de frottement et δ angle de filet et d le diamètre nominal de la vis.

α angle d'inclinaison d'hélice tel que $\tan(\alpha) = \frac{p}{\pi \cdot d}$ avec p : pas de la vis.