

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

**Modélisation des éléments de mécanismes
Calcul des grandeurs caractéristiques
(Sous épreuve E 4-1)**

Questionnaire

Ce dossier contient les documents Q 1/6 à Q 6/6

BAREME

Questions	Barème sur 40	Questions	Barème sur 40	Questions	Barème sur 40
Question 1	5	Question 2-6	4	Question 4-1-2	3
Question 2-1	2	Question 3-1	3	Question 4-2	1
Question 2-2	4	Question 3-2	1	Question 4-3	3
Question 2-3	1	Question 3-3	2	Question 5	5
Question 2-4	4	Question 3-4	0.5		
Question 2-5	0.5	Question 4-1-1	1		

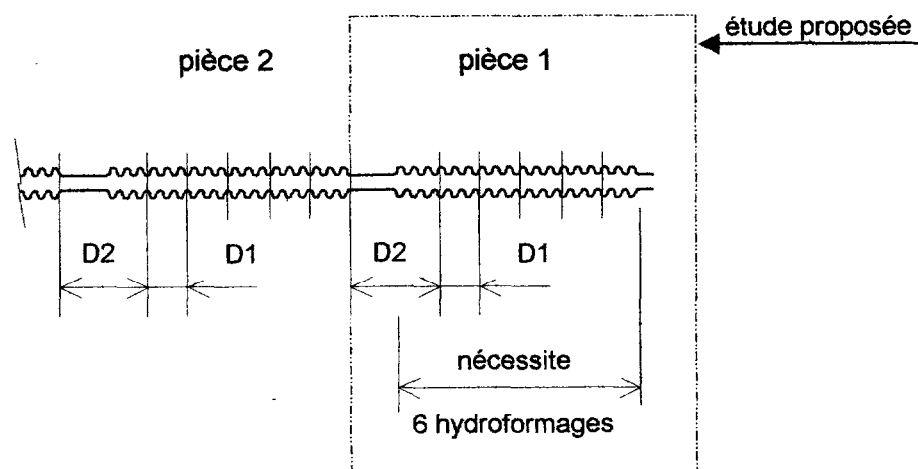
Avant de répondre aux questions, la lecture de la totalité du dossier de présentation est indispensable.

Pour dimensionner la vis à billes et sa motorisation, il est nécessaire de connaître les actions mécaniques (efforts, couples) et donc les caractéristiques des déplacements (nombre, accélérations, vitesses). Au préalable une étude des cycles de fabrication s'avère indispensable.

1 Etude du cycle de fabrication de la pièce de type A

Voir le document DT 5/8

Sur un tube on réalise la fabrication de 6 pièces. Chaque pièce nécessite 6 hydroformages successifs



Répondre à la question suivante sur le document réponse DR 1/6

Tracer un diagramme de Gantt relatif à la fabrication de la première pièce sur le tube. L'étude correspond à la partie située dans la zone encadrée ci-dessus :

- Début : Support d'alimentation/éjection en attente d'un tube lisse en provenance du stockage (voir DT5/8 phase 1)
- Fin : Machine prête pour hydroformer la pièce 2

2 Etude du cycle de fabrication de la pièce de type B

Voir les documents DT 1/8 et DT 5/8

On envisage une capacité minimale de production de 2800 pièces de type B en 7,8 h de travail. Un tube comporte 6 pièces et un seul hydroformage est nécessaire par pièce.

Entre chaque opération d'hydroformage (entre chaque pièce) le chariot longitudinal supportant la matrice effectue un déplacement aller, d'axe (o, \vec{x}) et de sens positif, et un déplacement retour, d'amplitude $D3 = 0,63$ m.

Ces deux déplacements sont constitués l'un et l'autre de deux mouvements rectilignes uniformément variés. La phase d'accélération est immédiatement suivie par la phase de décélération ; ces deux phases ont même durée.

On souhaite déterminer la valeur de cette accélération ainsi que la vitesse maximale atteinte.

Répondre aux questions suivantes sur les documents DR 2/6 et DR 3/6

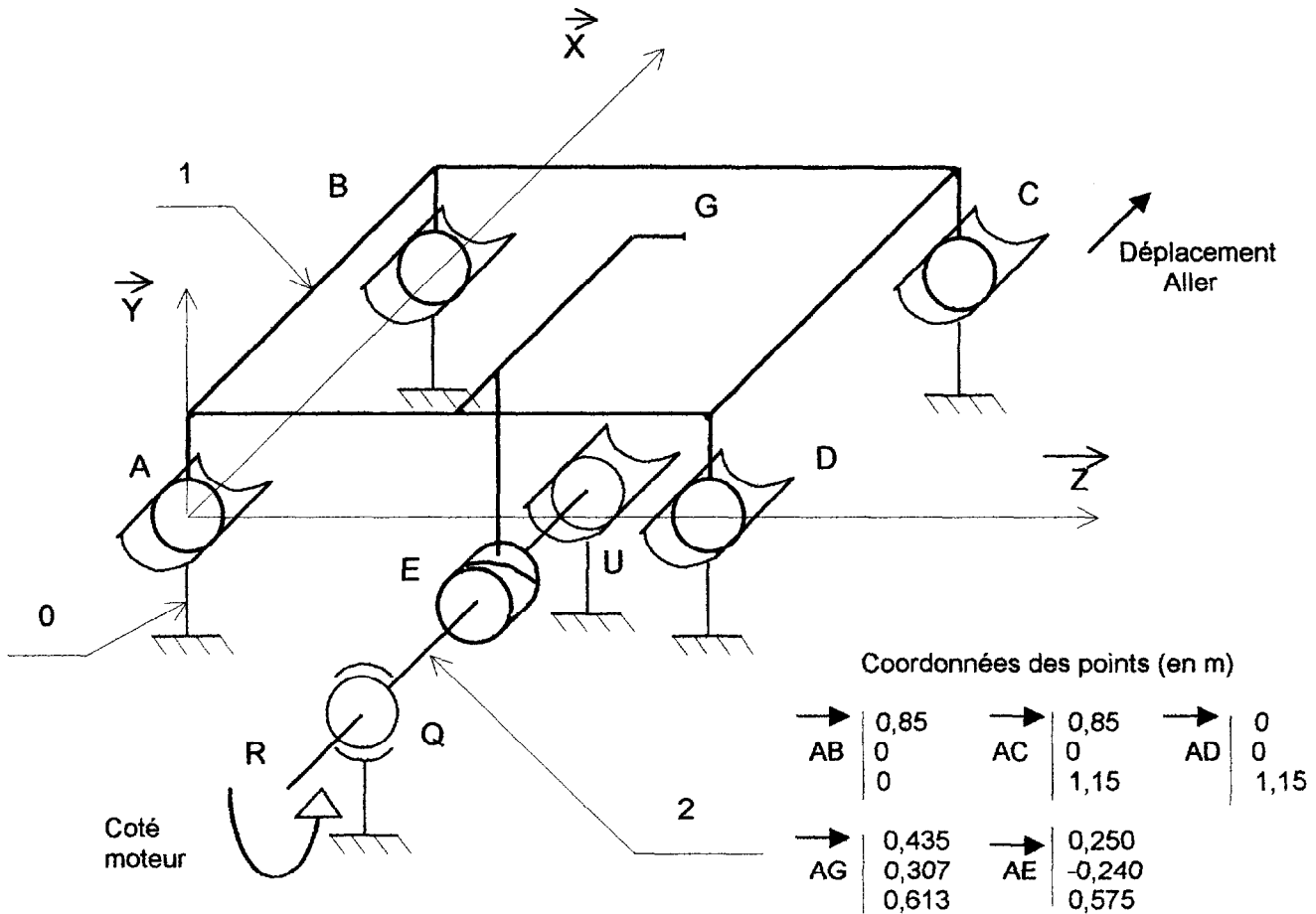
NB : Les questions 2.1, 2.2, 2.4, 2.6 peuvent être traitées indépendamment

- 2.1 Pour pouvoir réaliser la production souhaitée, déterminer la durée maximale du cycle de fabrication d'un « tube » comportant 6 pièces de type B.**
- 2.2 Déterminer la durée totale (hors déplacements d'amplitude $D3 = 0,63$ m) des opérations nécessaires pour réaliser l'hydroformage d'un tube.
Préciser le nombre total de déplacements d'amplitude $D3 = 0,63$ m (dans un sens et dans l'autre).**
- 2.3 En déduire la durée maximale d'un déplacement (aller ou retour) pour satisfaire la capacité de production.**
- 2.4 Tracer l'allure du graphe des vitesses et du graphe des accélérations correspondant aux phases 4, 5 et 6 du document DT 5/8.**
- 2.5 En déduire la durée de la phase accélération lors d'un déplacement aller.**
- 2.6 Quel que soit le résultat obtenu à la question précédente, considérer que la durée de la phase d'accélération aller est de 0,8 seconde. Déterminer la valeur de l'accélération et la vitesse maximale atteinte.**

3 Prédétermination des actions sur la vis

L'étude est conduite en phase d'accélération pour un déplacement aller du chariot longitudinal. La matrice fermée entraîne le « tube ».

La représentation de l'ensemble mobile (chariots longitudinal et transversal + deux matrices + « tube ») ainsi que la vis à billes peut se limiter au schéma ci-dessous.



- Données :
- Accélération aller du chariot : $a_x = 1 \text{ m/s}^2$
 - $g \approx 10 \text{ m/s}^2$
 - Pas de la vis : $p = 0,02 \text{ m}$
 - Ensemble chariots et matrices : masse $M = 1200 \text{ kg}$, centre de gravité G
 - L'action vis/écrou sera modélisée par le torseur :

$$E \{ \tau_{2/1} \} = \begin{Bmatrix} x_{2/1} & -(x_{2/1} \cdot p) / 2\pi \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

- Hypothèses :
- Les conditions géométriques obtenues en fabrication permettent de schématiser les paliers A, B, C et D et l'ensemble vis/écrou comme ci-dessus.
 - Le frottement est négligeable dans toutes les liaisons.
 - Le poids du tube et de la vis sont négligeables devant les autres efforts.
 - Au point R l'accouplement moteur n'exerce qu'un couple sur la vis.
 - L'inertie de la vis est négligeable dans un premier temps.

Q 3/6

Répondre aux questions suivantes sur le document DR 4/6.

3.1 Actions extérieures appliquées au chariot longitudinal.

On isole l'ensemble mobile (Chariots et matrices) dans la phase accélération Aller. Etablir le bilan des actions mécaniques en écrivant les torseurs. Préciser les unités et le point de réduction de chaque torseur.

NB : Il n'y aura pas à effectuer de transports.

3.2 Ecrire le principe fondamental de la dynamique pour un mouvement de translation. Préciser le point d'application de ce principe.

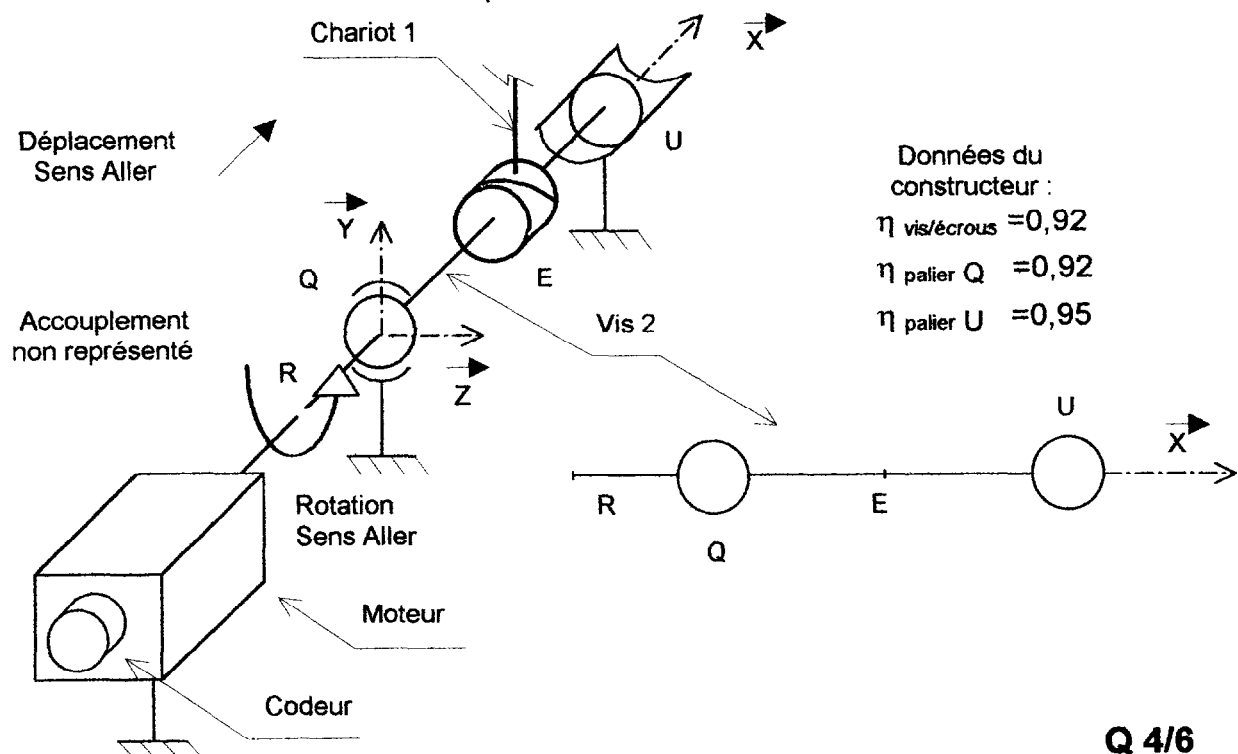
3.3 Ecrire l'équation du théorème de la résultante dynamique en projection sur l'axe (o, \vec{x}) , et déterminer l'effort axial de la vis sur l'écrou : $x_{2/1}$

3.4 En déduire les valeurs numériques des composantes du torseur de l'action écrou / vis.

4 Caractéristiques de la motorisation de la vis

4.1 Couple moteur exercé par l'accouplement sur la vis au point R

Durant la phase d'accélération Aller, on se propose de calculer le couple moteur en isolant la vis et en considérant différents frottements, rendements, inertie. Le moteur sera accouplé directement à la vis et celle-ci, étant donnée sa longueur et la fréquence élevée de rotation, sera guidée par deux paliers. Afin de diminuer le jeu axial et augmenter la précision des déplacements on utilisera deux écrous à billes montés avec précontrainte.



Q 4/6

Après la prédétermination réalisée à la question 3, une nouvelle valeur du couple résistant s'exerçant sur la vis a pu être calculée en étudiant l'ensemble mobile et en considérant les *frottements* dus aux joints d'étanchéité des paliers A, B, C et D. C'est le couple M, au point E, d'axe (o, \vec{x}) , dû à la charge entraînée : $M = 4,17 \text{ N.m}$

Répondre aux questions suivantes sur le document DR 5/6

NB : Les questions 4.1.1, 4.2, 4.3 peuvent être traitées indépendamment

4.1.1 En considérant les différents rendements énergétiques donnés par le constructeur concernant les liaisons de la vis, **déterminer le couple résistant global M_{gr}** dû à la charge. On admet que ce couple s'applique au point E.

4.1.2 Couple moteur au point R

On donne : - Couple résistant supplémentaire s'appliquant au point E et d'axe (O, \vec{x}) occasionné par le montage des écrous avec précontrainte (donnée constructeur) : $M_v = 2,72 \text{ N.m}$

- Inertie des parties tournantes : $I_{ox} = 30,1 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$ (on néglige dans cette étude l'inertie du rotor du moteur)

- Accélération angulaire de la vis : $\|\ddot{\omega}\| = 314 \text{ rd/s}^2$

Isoler la vis 2, faire le bilan des actions s'exerçant sur ce système et écrire l'équation du théorème du moment dynamique en projection sur l'axe (O, \vec{x}) .

Présenter la forme littérale puis réaliser l'application numérique. En déduire le **couple moteur L_{mot}** .

NB : Il n'y a pas de torseur à écrire ou de transports à effectuer.

4.2 Puissance motrice

Quels que soient les résultats précédents, considérer qu'au cours du plus grand déplacement du chariot longitudinal :

- Les mouvements sont toujours rectilignes uniformément variés (M.R.U.V.) et la vitesse de translation varie de 0 à 0,83 m/s.
- Le module du couple moteur transmis à la vis est de 9 N.m.

On rappelle la caractéristique d'un système vis /écrou : $V_{écrou} = (\omega_{vis} \cdot p) / 2\pi$

(VIS : pas $p = 0,02 \text{ m}$ et vitesse angulaire de rotation ω_{vis} ; ECROU : vitesse de translation $V_{écrou}$)

Déterminer la puissance motrice maximale à fournir par le moteur.

4.3 Choix du nombre de points du codeur

Le moteur assurant la translation du chariot longitudinal est directement accouplé à la vis 2 au point R (voir le document Q 4/6). Un codeur est monté à l'autre extrémité de son arbre.

A l'aide du document DT 6/8 **déterminer le nombre de points** nécessaires pour le choix d'un codeur en sachant que la précision axiale souhaitée pour le chariot est de 0,02 mm.

Q 5/6

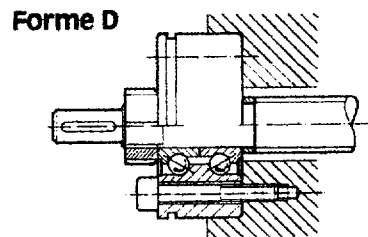
5 Vérification de la charge axiale admissible sur la vis

En fonction du sens de déplacement du chariot la vis peut être soumise à un effort de compression . On se propose de vérifier qu'il n'y a pas de risque de flambage. Etant données les particularités liées à la rotation on utilisera une documentation préconisée par le constructeur .

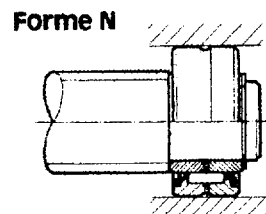
Données :

- Vis à billes KGT-3210
 - Pas = 20 mm avec 4 filets
 - Longueur non soutenue ≈ 1 m
- Fréquence de rotation maximale : 2490 tr.min^{-1}
- Charge maximale de compression de la vis : 1312 N
- Guidage en rotation par deux paliers :

- palier Q



- palier U



Dans le catalogue du constructeur on rencontre aussi des formes de paliers (type) F,H, J,L,S,T,W,Z

Question :

A l'aide des documents constructeur DT 7/8 et 8/8, déterminer la **charge axiale admissible** sur la vis. **Conclure** quant au risque de flambage.

Répondre à la question sur le document DR 6/6

Q 6/6