

# DOSSIER SUJET

Pages 1/5 à 5/5.

<i>BTS M.A.V.E.T.P.M.</i>		<i>SESSION: 2006</i>
<i>CODE MME4ME</i>	<i>DUREE: 6 heures</i>	<i>COEFFICIENT : 2</i>
<i>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i>		

L'étude porte sur le chariot de manutention à bras télescopique MLT 730 du constructeur Manitou.

La première partie de l'étude a pour but :

- de prédéterminer dans des cas statiques et dynamiques la marge de sécurité vis à vis du risque de basculement de l'automoteur.
- d'analyser le système hydraulique donnant priorité au freinage afin d'assurer une sécurité maximale.

La seconde partie a pour but de prédéterminer les performances et d'analyser les processus de fonctionnement :

- du système de levage et de compensation (vitesses, efforts et pressions)
- de la flèche (état des contraintes)
- du système de régulation.



Nota : Le signe ★, en début de question, signifie qu'elle est indépendante des résultats des questions précédentes.

Si ce signe n'est pas présent et que les résultats aux questions précédentes n'ont pas été trouvés, il est néanmoins souhaitable de donner une démarche de résolution, voir même de résoudre à partir de données "réalistes".

## 1 Etude du comportement de l'automoteur - *Equilibre, basculement - Freinage, adhérence, basculement - Circuit hydraulique de freinage*

1.1 Cas statique : chargeur à l'arrêt sur sol horizontal, flèche rentrée et télescope en position basse, le bras n'appuie pas sur le sol (DT2)

1.1.1 Déterminer la position horizontale du centre de gravité  $G_M$  du chargeur à vide.

<i>BTS M.A.V.E.T.P.M.</i>		<i>SESSION: 2006</i>
	<i>DUREE: 6 heures</i>	<i>COEFFICIENT: 2</i>
<i>EPREUVE: Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i>		<i>Page: 1 / 5</i>

1.1.2 Justifier, après l'avoir déterminée, l'importance de la marge (exprimée sous forme de rapport) entre la charge limite de basculement de l'automoteur et la charge nominale donnée par le constructeur.

1.2 Cas dynamique : chargeur en phase de freinage (trajectoire rectiligne horizontale), charge de 3000 kg à 6 m de hauteur et 1,25 m de portée

1.2.1 ★ A partir de la configuration proposée DR2, déterminer graphiquement la décélération limite avant basculement du chargeur en suivant les étapes suivantes :

- Déterminer la direction de l'action du sol sur les pneumatiques avant en exploitant graphiquement la partie  $\sum \overrightarrow{M_G \overrightarrow{F_{ext/S}}} = \vec{0}$  du principe fondamental de la dynamique appliqué à S (chargeur + charge) de centre de gravité G et de masse m
- Déterminer  $m \cdot \overrightarrow{a_G}$  en exploitant graphiquement la partie  $\sum \overrightarrow{F_{ext/S}} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$  du principe fondamental de la dynamique appliqué à S (chargeur + charge) de centre de gravité G et de masse m
- En déduire la valeur de l'accélération  $a_G$

Nota : Le contact pneumatique/sol est modélisé comme étant ponctuel

1.2.2 Ce freinage est-il possible si le facteur d'adhérence pneumatique/sol est  $f = 0,4$  ? Justifier votre réponse graphiquement sur le dossier réponse DR2.

1.2.3 Déterminer, en détaillant la démarche adoptée, la décélération maximale du chargeur à partir du relevé de sa vitesse donné sur le dossier réponse DR2. Pourquoi n'y a-t-il pas eu basculement ?

1.3 Etude du système hydraulique de freinage (DT4 et 5)

L'étude est limitée au circuit de freinage, on considère que le conducteur freine, mais il n'y a aucune action sur la direction et les équipements.

1.3.1 ★ Sur le schéma hydraulique, document réponse DR3, surligner :

En rouge : le circuit d'alimentation et de pression

En bleu : le circuit de retour

En vert : le circuit de pilotage

1.3.2 ★ Donner sur le document réponse DR4, la désignation et la fonction pour le système étudié de chacun des 4 composants repérés sur ce document.

1.3.3 ★ Le chauffeur appuie toujours sur la pédale de frein, la pression pilote vient s'appliquer sur l'élément d'entrée du distributeur principal (orifice repéré DLS).

<i>BTS M.A.V.E.T.P.M.</i>		<i>SESSION: 2006</i>
CODE MME4ME	<i>DUREE: 6 heures</i>	<i>COEFFICIENT : 2</i>
<i>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i>		<i>Page : 2 / 5</i>

Expliquer l'influence de cette pression pilote sur la valve de distribution de l'élément d'entrée, et indiquer le rôle de cette valve dans le circuit hydraulique ?

Nota : on ne tient pas compte de l'influence de cette pression pilote sur le système de régulation de la pompe

## 2 Etude de l'équipement - Cinématique de compensation - Efforts et pression - Contraintes dans la flèche - Régulation

2.1 Etude cinématique du système de compensation permettant le maintien de l'inclinaison de la charge au cours d'une phase de levée - le bras télescope a un mouvement de rotation (DT3, 4 et 10)

2.1.1 ★ Quel doit être le mouvement théorique de l'ensemble rigide {charge ; fourches ; tablier ; porte-tablier} pour que la charge conserve son orientation initiale par rapport au sol ? Décrire le procédé hydraulique et automatique utilisé afin de conserver cette orientation.

Nota : aucun calcul n'est demandé pour cette question.

2.1.2 Déterminer la relation entre les vitesses de sortie et rentrée de tige des vérins de compensation et d'inclinaison ?

Nota : donner une expression littérale puis exprimer numériquement le rapport des vitesses.

2.1.3 Vérifier, à l'instant  $t = 3,3 \text{ s}$ , que la simulation proposée DT10 respecte bien la relation déterminée en 2.1.2.

2.1.4 ★ Retrouver la valeur de la vitesse de rotation de la charge P par rapport au bâti O à l'instant  $t = 3,3 \text{ s}$  (rentrée de tige du vérin d'inclinaison) - suivre pour cela la démarche ci-dessous :

a. A partir du DT10, déterminer et tracer  $\overline{V_{C6/7}}$  sur DR5.

b. A partir de la loi de composition des vecteurs vitesse, déterminer et tracer  $\overline{V_{C5/8}}$  sur DR5.

c. En déduire  $\overline{V_{C4/8}}$  - puis déterminer et tracer  $\overline{V_{B4/8}}$  sur DR5 (utiliser le Centre Instantané de Rotation de 4 ou le théorème de l'équiprojectivité).

d. En déduire  $\overline{V_{B P/8}}$  puis  $\omega_{P/8}$ .

e. Avec  $\omega_{P/8}$  calculé et  $\omega_{8/0}$  relevé sur DT10, déduire  $\omega_{P/0}$ , et retrouver (aux approximations de tracé près) cette valeur sur DT10.

2.1.5 ★ En exploitant DT10, conclure quant à la variation d'orientation de la charge au cours de la levée du bras de télescope.

<b>BTS M.A.V.E.T.P.M.</b>		<i>SESSION</i> : 2006
CODE MME4ME	<i>DUREE</i> : 6 heures	<i>COEFFICIENT</i> : 2
<i>EPREUVE</i> : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)		Page : 3 / 5

## 2.2 Comparaison état statique / comportement dynamique de l'équipement, et étude du circuit hydraulique correspondant

2.2.1 ★ L'ensemble des pièces étant en équilibre, déterminer graphiquement sur le dossier réponse DR6 l'effort transmis par le vérin d'inclinaison si la masse de la charge portée est 3000 kg. Isoler pour cela successivement les ensembles {P;1;2;3}, puis {4} et enfin {5}

Nota : faire des hypothèses simplificatrices, mais néanmoins réalistes, afin d'arriver simplement au résultat.

2.2.2 En considérant négligeable la pression dans la chambre "basse pression", déduire des résultats précédents la pression dans la chambre "haute pression" du vérin d'inclinaison (caractéristiques DT4).

2.2.3 A partir des résultats d'une simulation dynamique présentés DT8, comparer la valeur de l'effort dans le vérin d'inclinaison à  $t = 14\text{ s}$  (état d'équilibre) avec celle déterminée 2.2.1. Quelles sont les causes de cette différence ?

2.2.4 ★ Quelles sont les causes des variations de l'effort (et donc de la pression) dans le vérin d'inclinaison entre les instants  $0\text{ s}$  et  $7\text{ s}$  du cycle décrit DT8 ? Même question entre les instants  $7\text{ s}$  et  $14\text{ s}$ .

2.2.5 ★ En considérant négligeable la pression dans la chambre "basse pression", et après avoir relevé la valeur maximale de l'effort transmis par le vérin d'inclinaison au cours du cycle présenté DT8, vérifier que la pression dans la chambre "haute pression" est compatible avec le système hydraulique.

2.2.6 ★ Justifier l'utilisation des clapets de sécurité associés aux vérins de levage et d'inclinaison.

2.2.7 ★ Lors de la sortie du vérin d'inclinaison (opération de cavage), la pression dans le vérin de compensation peut atteindre  $280\text{ bars}$ . Cette pression est théoriquement suffisante pour réussir à lever le bras. Quelle sécurité le constructeur a-t-il pris pour contrer cet inconvénient ? Justifier la réponse.

## 2.3 Evaluation du coefficient de sécurité adopté pour le dimensionnement de la flèche 8 (DT9 avec les valeurs de contraintes exprimées en valeur absolue)

2.3.1 ★ A quelle sollicitation principale est soumise la flèche 8 dans la zone A (voir DT9) ? Illustrer la réponse à l'aide d'un schéma simplifié des efforts s'exerçant sur cette zone A

Nota : il n'est demandé aucun calcul ni aucune valeur numérique.

<i>BTS M.A.V.E.T.P.M.</i>		<i>SESSION: 2006</i>
CODE MME4ME	<i>DUREE: 6 heures</i>	<i>COEFFICIENT : 2</i>
<i>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i>		<i>Page : 4 / 5</i>

2.3.2 ★ On considère une section droite  $(O, \bar{y}, \bar{z})$  dans la zone A (voir DT9). Quelle forme a la répartition des contraintes normales sur le segment [IJ] ?

Même question pour le segment [IK].

Nota : il n'est demandé aucun calcul ni aucune valeur numérique.

2.3.3 ★ Interpréter les concentrations locales de contraintes dans les zones B et C. Si la flèche est en acier de construction dont la limite élastique est  $R_e = 380 \text{ Mpa}$ , quel est l'ordre de grandeur du coefficient de sécurité adopté par le constructeur vis à vis de ces conditions extrêmes ?

## 2.4 Analyse du principe de régulation

2.4.1 ★ Sur le document réponse DR7, et pour les différentes phases de fonctionnement qui vous sont données, renseigner l'état de la pompe et la situation du circuit.

2.4.2 ★ Chaque élément de la valve de distribution est composé d'un distributeur principal proportionnel associé à un tiroir de compensation (balance de pression). Représenter sur le document DR8 la position des composants du bloc de l'équipement sollicité lorsqu'on souhaite lever le bras du manipulateur. Indiquer également en surlignant de façon claire et judicieuse les conduites d'alimentation, de pression, de retour et de pilotage.

2.4.3 ★ Dans ce type de circuit la pression  $P_x$  (ou PLS) de pilotage de la pompe est assurée par l'équipement le plus chargé. Expliquer comment cette pression est générée et comment la sélection de l'équipement le plus chargé est assurée.

<i>BTS M. A. V. E. T. P. M.</i>		<i>SESSION: 2006</i>
<i>CODE MME4ME</i>	<i>DUREE: 6 heures</i>	<i>COEFFICIENT: 2</i>
<i>EPREUVE: Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i>		<i>Page: 5 / 5</i>