

# BTS M.A.V.E.T.P.M

## MODELISATION et ETUDE PREDICTIVE des SYSTEMES

### *ETUDE D'UN TRACTO-PELLE 580 SLE SERVOPOWER*

**Ce sujet comporte trois dossiers:**

☛ **LE SUJET** comportant quatre parties indépendantes: page 1 à page 6

On donne les temps à titre indicatif pour traiter les différentes parties :

|                    |   |          |
|--------------------|---|----------|
| Lecture du sujet : |   | ( 0h15 ) |
| Première partie :  | <i>Analyse du schéma hydraulique du tracto-pelle</i>  | ( 1h45 ) |
| Deuxième partie :  | <i>Modélisation du comportement d'un manipulateur</i> | ( 1h00 ) |
| Troisième partie : | <i>Etude du vérin de flèche</i>                       | ( 1h00 ) |
| Quatrième partie : | <i>Comportement dynamique de la flèche</i>            | ( 2h00 ) |

☛ **UN DOSSIER TECHNIQUE** composé de 17 pages. (DT1 à DT17)

☛ **UN DOSSIER REPONSE** composé de 7 pages. (DR1 à DR7)

**Aucun document autorisé.**

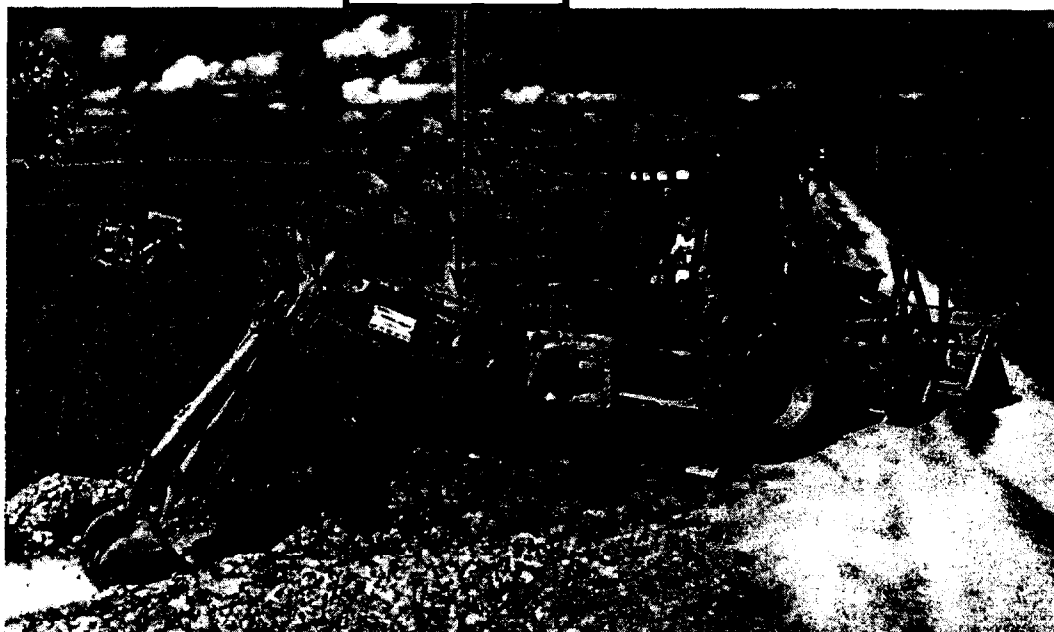
|  |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
| <i>BTS M.A.V.E.T.P.M</i>   |                         | <i>SESSION : 2002</i>  |
| MME4ME   | <i>DUREE : 6 heures</i> | <i>COEFFICIENT : 2</i> |
| <i>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</i> |                         |                        |

L'étude porte sur le *tracto-pelle 580 SLE servopower* que fabrique la société *CASE*. Il se caractérise par l'utilisation de manipulateurs permettant de manœuvrer le chargeur et la pelleuse.

Ce type d'engin est utilisé dans des secteurs divers ( entreprise de travaux publics, entreprise de terrassement, agriculteurs...).

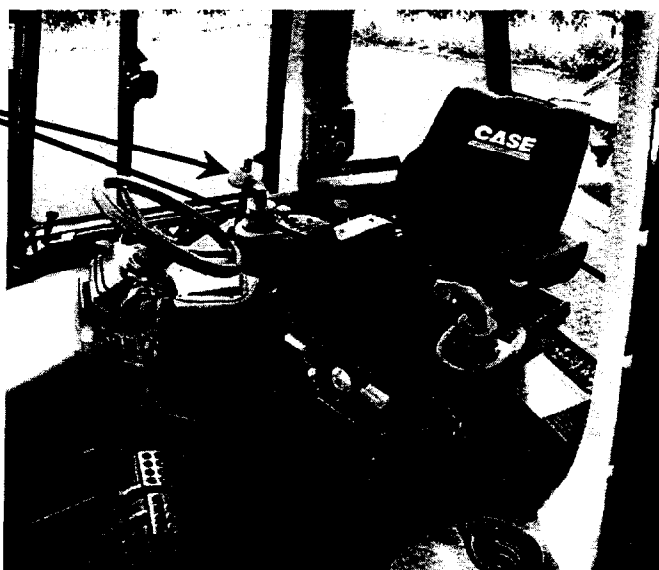
Le but de cette étude est d'analyser le fonctionnement hydraulique, de modéliser le comportement des manipulateurs et enfin de prévoir le comportement dynamique du vérin de flèche de cet engin.

**Vérin de flèche**



*Tracto-pelle 580 SLE servopower*

Manipulateur de commande du chargeur et de la pelleuse.



*Cabine de pilotage du 580 SLE servopower*

|  |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>   |                         | <b>SESSION : 2002</b>  |
| MME4ME   | <i>DUREE : 6 heures</i> | <b>COEFFICIENT : 2</b> |
| <b>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</b> |                         | <b>Page : 1 / 6</b>    |

Le sujet comporte quatre parties indépendantes.

Il est important de bien numéroter les questions traitées.

Le soin apporté à la présentation, la pertinence des hypothèses formulées et des justifications apportées seront pris en compte pour la notation finale.

**Partie 1 : Analyse du schéma hydraulique du tracto-pelle ( voir DT3, DT4 et DT5 )**

- 1.1 Sur quel élément doit-on agir pour obtenir un débit d'alimentation maximum au niveau des équipements ? Donner sa valeur nominale maximale à 2200 tr/min sous 207 bar.
- 1.2 Calculer le débit théorique à 2200 tr/min des étages Q1 et Q2.  
Calculer le rendement volumétrique de chaque étage sous 207 bar.
- 1.3 Moteur tournant et commandes au neutre, quels sont les éléments alimentés sur cet engin ?
- 1.4 Donner le repère et le nom de l'élément qui permet d'alimenter le vérin de flèche.  
Quel est son mode de commande principal ?  
A quoi sert sa commande secondaire par levier mécanique ?
- 1.5 Donner le repère et le nom des éléments qui protègent le vérin de flèche ?
- 1.6 Moteur tournant, distributeur au repos, indiquer la valeur relevée à l'élément 6.  
Colorier sur le DR2 le circuit de décharge. (Voir aussi DT6, DT7 et DT8 )
- 1.7 Le schéma hydraulique simplifié du DR3 représente une situation de travail particulière du tracto-pelle ( vérin de flèche et de balancier en fonction).  
Déterminer après analyse, la pression et la puissance hydraulique disponible en sortie de pompe ainsi que la puissance laminée lors du retour au réservoir dans les deux cas suivant :  
Cas 1 : élément 4q hors fonction (reste en position repos).  
Cas 2 : élément 4q et 3q en fonction.  
Conclure sur l'intérêt d'un tel montage réalisé sur le tracto-pelle.

**Partie 2 : Modélisation du comportement d'un manipulateur**

Le but de cette partie est de déterminer le débit d'alimentation maximum du vérin de flèche en fonction du mode de travail choisi par l'utilisateur.

✪ Pour tous les graphes, indiquer le nom des grandeurs utilisées, les unités et la graduation.

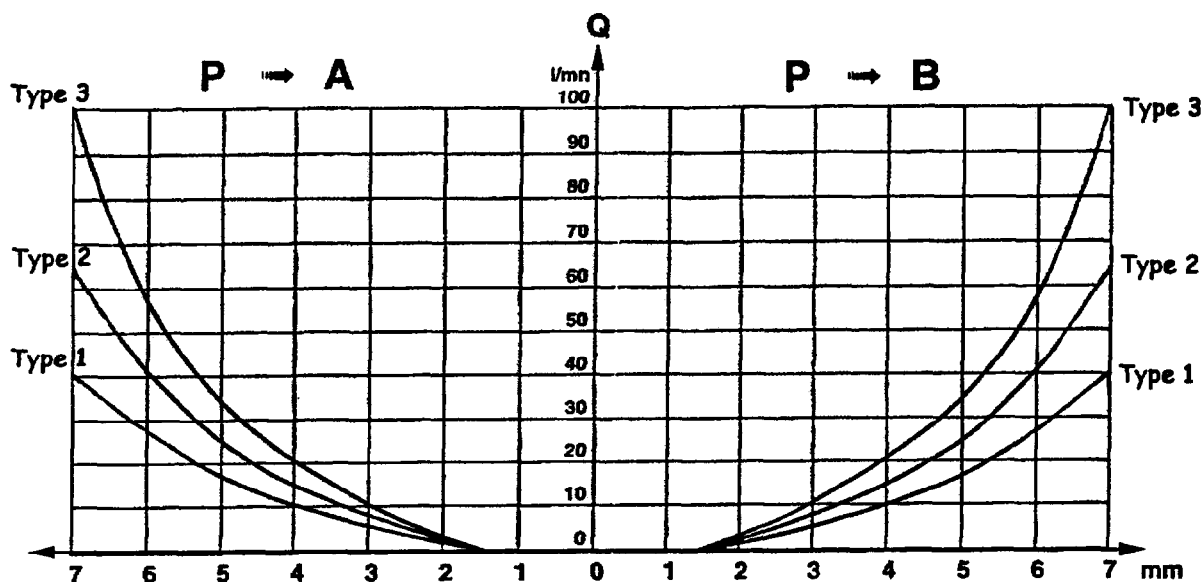
- 2.1 Quel manipulateur commandent le vérin de flèche ? Quel mouvement du manipulateur permet la montée et la descente de la flèche. Quelle chambre du vérin est alors alimentée ? ( voir DT12, page 1/6 et 5/6 )

Les questions 2.3, 2.4 et 2.5 seront traitées à l'aide de DT13, DT14, DT15 et DT16.

- 2.2 Compléter sur le DR4 le schéma permettant de passer du déplacement du manipulateur au mouvement du tiroir du distributeur alimentant le vérin de flèche.  
On s'attachera à faire apparaître les modifications des variables rencontrées ( nature, unité) et le nom des éléments intervenants sur ces variables.

|  |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>   |                         | <b>SESSION : 2002</b>  |
| <b>MME4ME</b>  | <b>DUREE : 6 heures</b> | <b>COEFFICIENT : 2</b> |
| <b>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</b> |                         | <b>Page : 2 / 6</b>    |

- 2.3 Tracer sur le DR5 le graphe donnant la tension SM en fonction du déplacement du manipulateur.
- 2.4 Tracer sur le DR5 le graphe donnant le déplacement du tiroir du distributeur commandant le vérin de flèche en fonction de la tension SM.
- 2.5 Le graphe suivant donne les caractéristiques du débit des trois types de distributeurs (1,2 et 3) utilisés sur le tracto-pelle en fonction de la position de son tiroir.



Le constructeur a fixé les débits maximums d'alimentation du vérin de flèches comme suit : 100 l/min pour la montée de la flèche et 65 l/min pour la descente de la flèche.

Quel type de distributeur choisiriez-vous pour répondre aux besoins du constructeur ?  
 Comment sont obtenus les 65 l/min de la descente ?  
 Sur quel élément agit-on pour obtenir cette différence de débit? (voir DT9 et DT10)

L'utilisation d'un boîtier de commande électronique a donné la possibilité au constructeur de proposer trois modes de travail. Ces modes sont choisis par l'utilisateur en fonction des travaux à effectuer ( sélection avec la position du sélecteur S38 ). On agit différemment sur l'excitation des électrovalves en fonction du mode choisi.

**Mode 1** : comportement linéaire du déplacement du tiroir entre 0 et 40 % correspondant à un déplacement du manipulateur de 15 à 100 %.

**Mode 2** : comportement parabolique du déplacement du tiroir entre 0 et 100 % correspond à un déplacement de 15 à 90 % du manipulateur. A 50 % de déplacement du manipulateur, on a 25 % du déplacement du tiroir.

**Mode 3** : comportement linéaire du déplacement du tiroir entre 0 et 100 % correspondant à un déplacement du manipulateur de 15 à 90 %.

- 2.6 Tracer, avec une couleur différente sur le DR6, le déplacement du tiroir en fonction du déplacement du manipulateur pour ces trois modes de fonctionnement.

|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>                                      |                  | SESSION : 2002  |
| MME4ME  | DUREE : 6 heures | COEFFICIENT : 2 |
| EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41) |                  | Page : 3 / 6    |

- 2.7 Compléter sur le DR6, en phase de montée et descente de flèche pour les trois modes, les débits réels maximums d'alimentation du vérin de flèche et les vitesses (rentrée ou sortie) du vérin de flèche correspondantes. ( Voir DT3 )
- 2.8 Quels conseils donneriez-vous à l'utilisateur sur la nature des travaux qu'il pourra effectuer en fonction du mode sélectionné ?

**Partie 3 : Etude du vérin de flèche en phase de sortie et fin de course (alimentation grande chambre).**

Le but de cette partie est de justifier l'utilisation d'un composant hydraulique à partir d'une analyse qualitative de son comportement mécanique.

- 3.1 Donner le repère du vérin de flèche. ( voir DT4 et DT5 )
- 3.2 En quoi ce vérin est différent des autres vérins du système ?  
Comment nommeriez-vous l'élément principal qui le différencie ?
- 3.3 Quelle est l'utilité du petit perçage réalisé dans le piston ? ( voir DT17 et DR7 )
- 3.4 Compléter le document DR7 en faisant apparaître la position des éléments de la soupape de fin de course ainsi que l'évolution des différentes pressions ( baisse, évolution constante, augmentation...) et débits ( égalité, annulation...) pour les trois phases.

*Phase1 : orifice de refoulement libre.*

*Phase2 : début du recouvrement de l'orifice de refoulement.*

*Phase3 : fin du recouvrement de l'orifice de refoulement.*

*$P_{gc}$  : Pression côté grande chambre*

*$P_{pc}$  : Pression côté petite chambre*

*$Q_{e_{gc}}$  : Débit entrant côté grande chambre*

*$Q_{s_{pc}}$  : Débit sortant côté petite chambre*

*$Q_t$  : Débit traversant la soupape de fin de course*

- 3.5 Tracer, sur feuille de copie, de manière qualitative l'évolution de  $P_{pc}$  en fonction de la course du vérin en faisant apparaître les caractéristiques des éléments actifs dans chaque phase.  
La pression dans la conduite de retour au réservoir sera considérée comme nulle.

**Partie 4 : Comportement dynamique de la flèche (mêmes conditions que précédemment).**

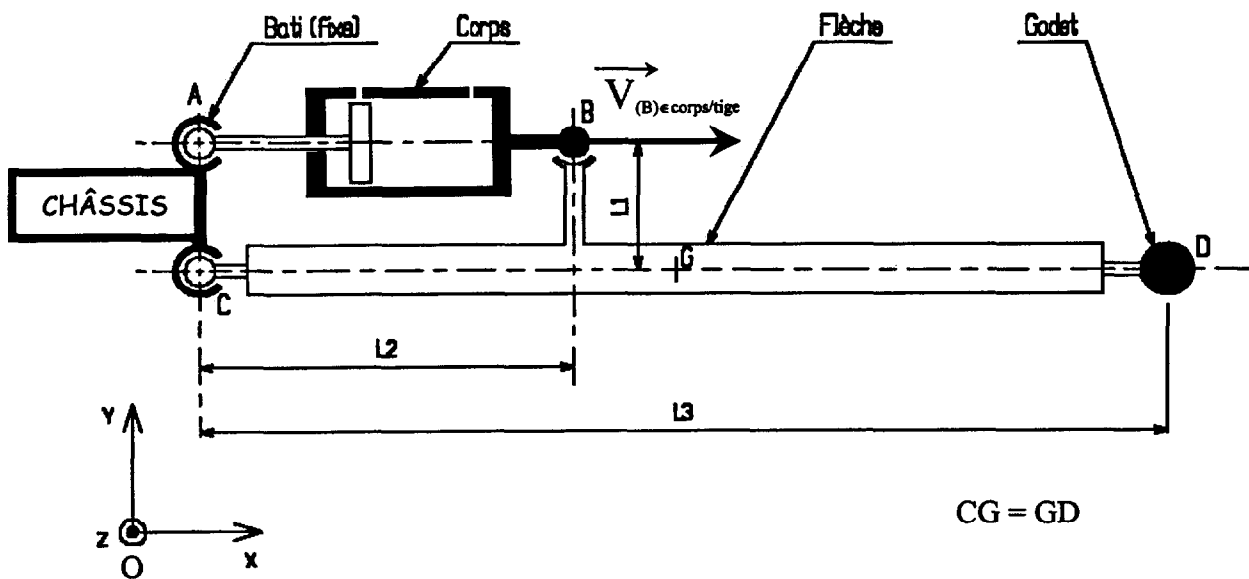
On étudie la position fin de course (voir sur la figure ci-après) avec l'hypothèse que le vérin de flèche et la flèche sont et restent parallèles pour l'étude.

On notera  $S_{gc}$  et  $S_{pc}$  les sections coté grande chambre et petite chambre du vérin de flèche.

Le débit d'alimentation du vérin de flèche est de 65 l/min. Les frottements sont négligés.

Les vérins de balancier et d'extandahoe ne sont pas alimentés et sont en position rentrée. Le balancier est donc solidaire de la flèche. Cet ensemble est appelé flèche sur la figure ci-après.

|  |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>   |                         | <b>SESSION : 2002</b>  |
| MME4ME   | <b>DUREE : 6 heures</b> | <b>COEFFICIENT : 2</b> |
| <b>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</b> |                         | <b>Page : 4 / 6</b>    |



position d'étude

**données et notation :** Les pressions seront exprimées en MPa pour toute cette partie.

$$\begin{aligned}
 M_{\text{godet}} &= M_g = 200 \text{ kg} \\
 M_{\text{flèche}} &= M_f = 1000 \text{ kg} \\
 L_1 &= 0,3 \text{ m} \\
 L_2 &= 1,5 \text{ m} \\
 L_3 &= 4,5 \text{ m} \\
 P_{gc} &= 19 \text{ MPa} \\
 P_{pc} &= 34,5 \text{ MPa} \\
 \vec{g} &= -10 \cdot \vec{y}
 \end{aligned}$$

$$\vec{\Omega}_{\text{flèche/bâti}} = \Omega_f \cdot \vec{z}$$

Vitesse angulaire de la flèche / bâti

$$\dot{\vec{\Omega}}_{\text{flèche/bâti}} = \frac{d}{dt}(\vec{\Omega}_f) = \dot{\Omega}_f \cdot \vec{z}$$

Accélération angulaire de la flèche / bâti

$$\vec{V}(B)_{\text{corps/tige}} = V_s \cdot \vec{x}$$

Vitesse de sortie du corps de vérin/tige

$$\vec{\Gamma}(B)_{\text{corps/tige}} = \frac{d}{dt}(\vec{V}(B)_{\text{corps/tige}}) = a_x \cdot \vec{x} \quad \text{Accélération subie par le corps de vérin}$$

4.1 Calculer le moment d'inertie de l'ensemble (flèche et godet) par rapport à l'axe  $(C, \vec{z})$ .

On donne la relation suivante :

$$J_{\text{flèche+godet}}(C, \vec{z}) = J_f = M_f \cdot \frac{L_3^2}{3} + M_g \cdot L_3^2$$

|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>                                      |                  | SESSION : 2002  |
| MME4ME  | DUREE : 6 heures | COEFFICIENT : 2 |
| EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41) |                  | Page : 5 / 6    |

- 4.2 Donner l'expression littérale de l'effort exercé par le fluide sur le corps.
- 4.3 Appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique à l'ensemble (flèche+godet) dans son mouvement par rapport au bâti. Le repère  $(O, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$  est supposé galiléen.
- 4.4 Ecrire l'équation littérale du moment dynamique en C en projection sur l'axe  $\bar{z}$ .  
En déduire l'expression littérale de l'accélération angulaire  $\dot{\Omega}_f$  en fonction de  $P_{gc}$ ,  $P_{pc}$ ,  $S_{gc}$ ,  $S_{pc}$ ,  $M_g$ ,  $M_f$ ,  $L_1$ ,  $L_3$ ,  $g$  et  $J_f$  subie par l'ensemble (flèche+godet).  
Donner l'expression de  $\dot{\Omega}_f$  en fonction de  $P_{pc}$ .
- 4.5 On donne la relation suivante :  $a_x = -\dot{\Omega}_f \cdot L_1 - \frac{V_s^2 \cdot L_2}{L_1^2}$   
En utilisant les résultats précédents, exprimer littéralement  $a_x$  en fonction de  $P_{pc}$ .  
Calculer sa valeur.
- 4.6 Quel phénomène va-t-on observer au niveau du mouvement du corps ?
- 4.7 Montrer que la distance d'arrêt (exprimée en m) du corps peut s'exprimer littéralement en fonction de  $P_{pc}$  (exprimée en MPa) sous la forme  
$$dist_{arrêt} = \frac{1}{23,3356 \cdot P_{pc} - 764,0692}$$
. Calculer sa valeur.  
(On supposera que le mouvement du corps est un Mouvement de Translation Uniformément Varié)
- 4.8 Tracer l'évolution de cette distance en fonction de la valeur de la pression de tarage. Quels sont les risques encourus si la valeur de tarage de la soupape de fin de course est plus faible ?
- 4.9 Comment, sur le terrain, va-t-on constater que cette valeur n'est pas respectée ?
- 4.10 Donner la méthodologie nécessitant le minimum de démontage afin de vérifier la valeur de tarage de la soupape de fin de course. On indiquera les outils de mesure éventuellement utilisés.

|  |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|
| <b>BTS M.A.V.E.T.P.M</b>   |                         | <b>SESSION : 2002</b>  |
| MME4ME   | <b>DUREE : 6 heures</b> | <b>COEFFICIENT : 2</b> |
| <b>EPREUVE : Modélisation et étude prédictive des systèmes (U41)</b> |                         | <b>Page : 6 / 6</b>    |