

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.

U.42

MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES

L'usage de la calculatrice est autorisé

Equipement d'une pelle hydraulique pour la manutention

Le sujet est composé de trois dossiers :

- le texte : pages 1/5 à 5/5
- le dossier technique : pages DT 1/12 à DT 12/12
- le dossier réponse : pages DR 1/5 à DR 5/5

BAREME (200 points) :

	Modifications générales			Etude du circuit hydraulique de la pelle avant modification					
Numéro	I.1	I.2	I.3	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6
Points	5	5	10	20	10	5	5	5	5

Etude d'un clapet de sécurité de rupture de flexible Etude fonctionnelle							
Numéro	III.1.1	II.1.2	III.1.3'	II.1.4	III.1.5	III.1.6	III.1.7
Points	5	10	5	5	5	10	5

Etude d'un clapet de sécurité de rupture de flexible Etude mécanique									
Numéro	III.2.1	III.2.2	III.2.3	III.2.4	III.2.5	III.2.6	III.2.7	III.2.8	III.2.9
Points	15	20	10	5	5	10	10	5	5

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session : 2003
MME4ME	Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES	
Sous-épreuve :	2 ^{ième} partie MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES	

Equipement d'une pelle hydraulique pour la manutention

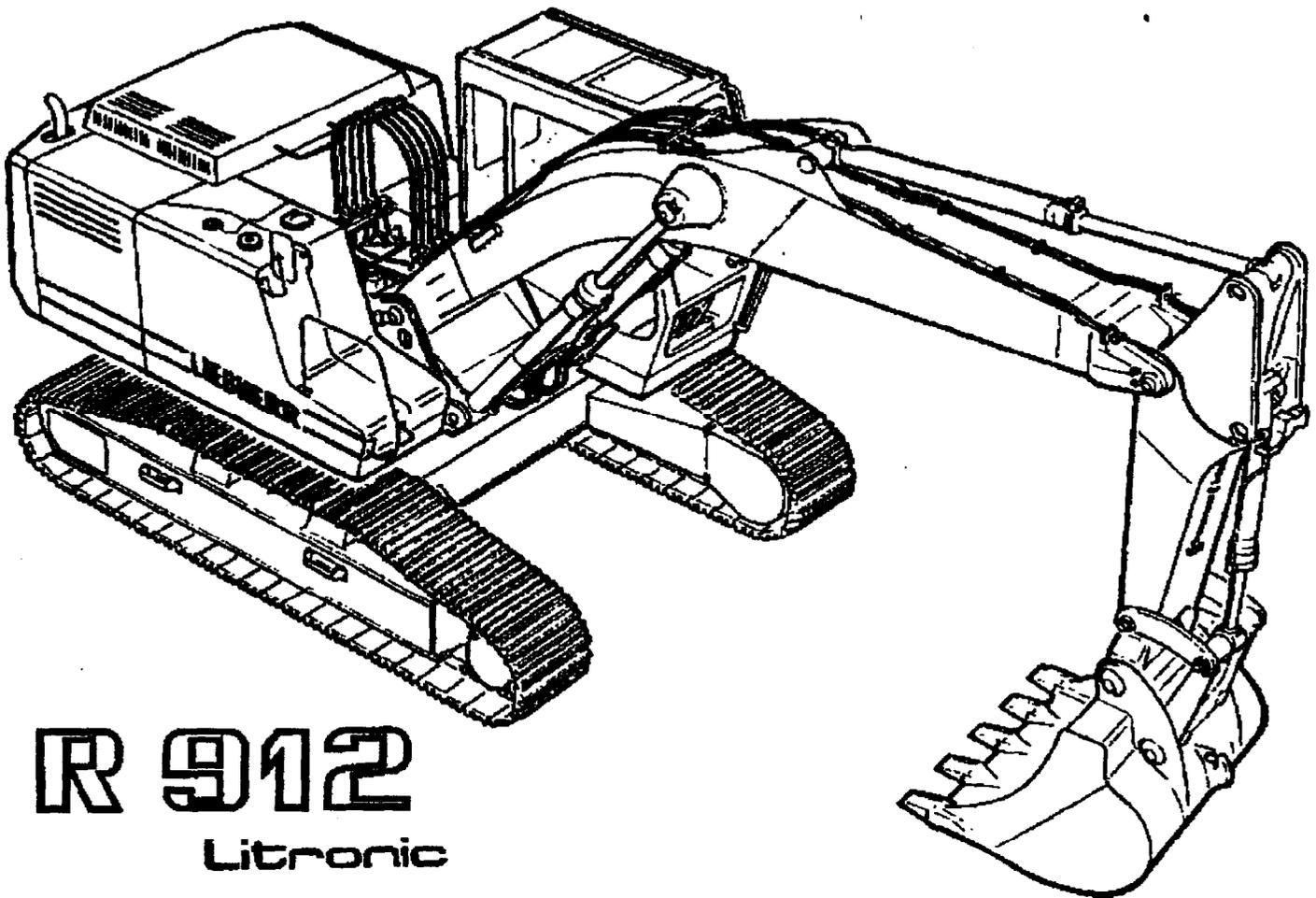
Présentation de l'étude

La diversification des travaux de chantier conduit souvent les entrepreneurs, afin de limiter le nombre de machines, à modifier leur matériel. La pose de canalisations, par exemple, nécessite le creusage de la tranchée et la manutention des buses. Une seule pelle hydraulique, si elle est équipée pour la manutention peut réaliser ce travail.

objet de l'étude

Il s'agit d'étudier les conséquences, aussi bien techniques que réglementaires (législatives) de la modification d'une pelle hydraulique pour des travaux de manutention.

Le support de l'étude est une pelle **LIEBHERR R 912 Litronic**. A l'origine, elle est équipée d'un godet pour le terrassement et on veut l'équiper pour la manutention.



R 912
Litronic

La pelle étudiée est équipée d'une *flèche* de 5,65 m, d'un *balancier* de 2,4 m montés sur un *châssis* de type *HD-SL 417* et dont le numéro de série est compris entre 3001 et 4001.

MME4ME		BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.	Session : 2003
		Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 : Sous-épreuve	: 2 ^{ème} partie	TECHNIQUES APPLIQUEES MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES	Page : 1/5

PELLES HYDRAULIQUES UTILISEES EN LEVAGE

GENERALITES

Lorsqu'une pelle hydraulique est utilisée pour soulever, manutentionner ou transporter des charges accrochées à l'équipement de la pelle au moyen d'un système d'élingage, et que l'intervention d'une ou plusieurs personnes est nécessaire pour accrocher ou décrocher ce système d'élingage, la pelle hydraulique est réputée travailler en levage.

C'est le cas par exemple d'une pelle employée pour la pose de tuyaux ou buses en béton, la manipulation ou le déchargement de poutrelles,...

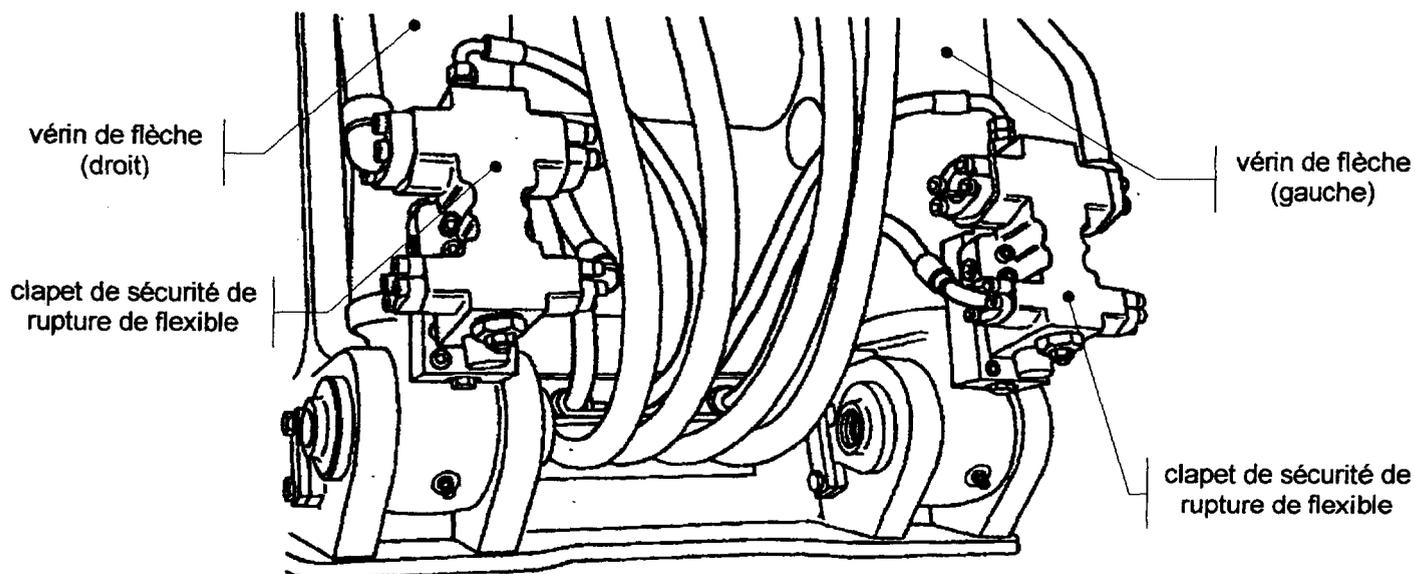
Le travail avec la pelle est dans ce cas soumis aux décrets du ministère de travail et aux directives européennes réglementant la conception et l'utilisation des engins de levage.

Ceux ci imposent notamment que, afin de garantir la sécurité du personnel appelé à intervenir dans la zone de danger de la pelle, cette dernière soit équipée de l'ensemble des dispositifs de sécurité suivants :

- d'un dispositif éprouvé et homologué permettant l'accrochage des charges en toute sécurité, par exemple un crochet de levage monté à la place du godet de la pelle.
Un crochet de levage homologué soudé directement sur le godet et éprouvé est également admis.
- d'un dispositif avertisseur de surcharge qui signale que la charge maximale autorisée est atteinte en enclenchant l'avertisseur sonore de la pelle et en provoquant l'allumage d'un témoin lumineux du pupitre de commande.
- de clapets de sécurité de rupture de conduites répondant aux exigences de l'ISO 8643 et évitant la descente intempestive de l'équipement en cas de fuite sur le circuit hydraulique.
Ces clapets de rupture de flexibles sont montés directement sur les arrivées haute pression des vérins de flèche (voir ci-dessous), ainsi que du vérin de volée si la machine en est équipée et éventuellement du vérin de balancier.
- d'un tableau des capacités nominales de levage situé dans la cabine et visible depuis le poste de conduite de la pelle.

AVERTISSEMENT

L'utilisation d'un crochet se trouvant sur le godet ou toute autre partie d'un équipement de votre pelle, pour lever ou transporter des charges, n'est autorisée que si la pelle est équipée de l'ensemble des dispositifs de sécurité imposés par la réglementation en vigueur.



MME4ME		BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session : 2003
		Durée : 6 h		Coefficient : 2
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES			Page : 2/5
Sous-épreuve	2 ^{ème} partie	MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES		

I. MODIFICATIONS GENERALES

L'utilisation d'une pelle dans les travaux de manutention est assujettie à l'obligation d'afficher dans la cabine (doc. DT 2/12) un tableau de charge dont un extrait est donné document doc. DT 3/12.

- I.1 Expliquer les raisons pour lesquelles la charge maximale admissible varie à portée constante.
- I.2 Que se passe-t-il, si, pour une portée de 6 m, et une hauteur de 1,5 m, on suspend une charge ayant une masse de 6,5 tonnes ?
- I.3 On veut déplacer la charge précédente dans un plan horizontal tel que le crochet du godet décrive la trajectoire AB (doc. DT 3/12). Est-ce possible ? Expliquer.

II. ETUDE DU CIRCUIT HYDRAULIQUE DE LA PELLE AVANT MODIFICATION

- II.1 Afin d'expliquer les conséquences d'une action sur le levier de commande hydraulique droit (81, doc. DT 4/12), on demande de compléter le document réponse DR 2/5 :
 - pour la descente de l'équipement, on complètera seulement les cases ;
 - pour la montée de l'équipement, on complètera les cases ainsi que le schéma hydraulique.On donne le schéma hydraulique général de la pelle R 912 (doc. DT 4/12), sa nomenclature (doc. DT 5/12) ainsi qu'un exemple (doc. DT 6/12).
- II.2 Expliquer, sur feuille de copie les raisons pour lesquelles on utilise deux pompes indépendantes ? Quel est le rôle de l'élément 161, du schéma hydraulique général (doc. DT 4/12 et doc. DT 5/12).
- II.3 En vous aidant des réponses aux questions précédentes, donner (sur feuille de copie) l'ordre de priorité des circuits (avancement, orientation, balancier, godet, flèche). Expliquer et justifier votre réponse.
- II.4 A l'aide des informations du document (doc. DT 7/12), on demande de calculer (sur feuille de copie) la durée minimum nécessaire à la sortie complète des tiges des vérins de flèche ? Faire les hypothèses nécessaires.
- II.5 Expliquer (sur feuille de copie) comment est réalisée la limitation de vitesse de rentrée des tiges des vérins de flèche, si on suppose le distributeur complètement ouvert ? Comment cette vitesse est-elle ajustable par le conducteur ?
- II.6 Expliquer (sur feuille de copie) les conséquences pour les vérins de flèche d'une rupture d'un flexible haute pression (côté grande chambre) ; la rupture se produisant entre le vérin et le bloc 161 (doc. DT 4/12).

III. ETUDE D'UN CLAPET DE SECURITE DE RUPTURE DE FLEXIBLE

III.1 Etude fonctionnelle

- III.1.1 A l'aide du dessin (doc. DT 8/12) du clapet de sécurité de rupture de flexible MHRB 22 Mannesmann Rexroth et de sa nomenclature (doc. DT 9/12) on demande de citer les éléments hydrauliques (limiteur de pression, clapet de non retour, étranglement, etc.) qui constituent le clapet de sécurité de rupture de flexible.
- III.1.2 A partir des documents (doc. DT 8/12) et (doc. DT 9/12) et à l'aide de la réponse à la question précédente, on demande de réaliser sur le document réponse (doc. DR 3/5) le schéma hydraulique normalisé de cet élément.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session : 2003
MME4ME	Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 : Sous-épreuve	TECHNIQUES APPLIQUEES : 2 ^{ème} partie MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES	Page : 3/5

- III.1.3 Pour les vérins de flèche, où doit-on implanter ces éléments dans le schéma hydraulique général de la pelle ? Justifier.
- III.1.4 En cas de rupture d'un flexible d'alimentation de la grande chambre des vérins de flèche, on doit cependant pouvoir descendre la charge. Expliquer de quelle façon ceci est rendu possible.
- III.1.5 Pour le vérin de balancier, comment et où implante-t-on le (ou les) clapet(s) de sécurité de rupture de flexible dans le schéma hydraulique général de la pelle ?
- III.1.6 Lorsqu'on agit sur le levier de droite (repère 3 doc. DT 2/12), on commande le manipulateur hydraulique 81 (doc. DT 4/12) qui génère une pression de pilotage dont la valeur dépend de la position du levier (doc. DT 12/12). En amenant le levier de droite en position descente de flèche (position g figure 1 doc. DR 2/5), la pression de pilotage agit sur le clapet de sécurité de rupture de flexible par l'intermédiaire de l'orifice E (doc. DT 8/12). Quel est alors, (la pression de pilotage est croissante), l'ordre chronologique des événements ? Justifier.
En déduire que la vitesse de descente de la charge est déterminée par la valeur de la pression de pilotage. Expliquer.
- III.1.7 Quel est le rôle du limiteur de pression secondaire incorporé au clapet de sécurité de rupture de flexible (doc. DT 8/12 et doc. DT 9/12) ? Donner en la justifiant la valeur minimum de sa pression de tarage ?

III.2 Etude mécanique

Après installation des clapets de sécurité sur la pelle, il est **obligatoire** de réaliser un essai de fonctionnement. Celui-ci peut être réalisé en interne ou par un organisme agréé (APAVE par exemple). Afin de réaliser cet auto contrôle, on se propose de faire une modélisation puis une étude mécanique permettant de prévoir les performances du clapet de sécurité dans la phase de descente de la charge, après rupture d'une canalisation haute pression des vérins de flèche.

Après ouverture du clapet anti-retour piloté (32-33-34-35-36), l'huile passe de B vers A à travers les perçages radiaux pratiqués dans le tiroir 2 (doc. DT 8/12 et doc. DT 9/12). La section de passage autorisée par ces perçages est fonction de la position du tiroir 2, par rapport au corps du clapet (doc. DT 10/12), donc de la pression de pilotage.

III.2.1 Lorsqu'on applique par l'intermédiaire du manipulateur 81, la pression de pilotage sur le clapet de sécurité, le clapet anti-retour piloté (32-33-34-35-36) commence par s'ouvrir. Etudier, sur feuille de copie l'équilibre de l'ensemble (32-33-34-35) ; pour cela on fera un schéma de l'ensemble isolé sur lequel, on fera apparaître les forces de pression. Déterminer, en négligeant l'action du ressort 35, la valeur minimum de la pression de pilotage permettant le maintien de 36 ouvert.

On donne :

- diamètre de 33 : $d_{33} = 4 \text{ mm}$;
- diamètre extérieur de 32 : $d_{32} = 30 \text{ mm}$;
- $p_B = 350 \text{ bar}$ (pression dans la grande chambre du vérin) ;
- $p_T = 2 \text{ bar}$ (pression de retour au réservoir).

III.2.2 Après que le piston 32 se soit déplacé, la pression de pilotage vient s'appliquer sur le tiroir 2. Etudier, sur feuille de copie, l'équilibre du tiroir 2. Exprimer la pression de pilotage en fonction de la position x_2 du tiroir 2. Tracer sur le document réponse (doc. DR 4/5 figure 1) la courbe représentant la variation de la pression de pilotage en fonction de la position x_2 du tiroir.

- Pour quelle valeur de la pression de pilotage la section de passage commence-t-elle à s'ouvrir ?
- Pour quelle valeur de la pression de pilotage la section de passage est-elle d'aire maximum ?

Les dimensions du tiroir 2 et les caractéristiques mécaniques du ressort 6 sont données sur le document (doc. DT 10/12).

MME4ME		BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session : 2003	
			Durée : 6 h		Coefficient : 2
Epreuve E4 :		TECHNIQUES APPLIQUEES			Page : 4/5
Sous-épreuve :		2 ^{ème} partie MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES			

- III.2.3 A l'aide des courbes représentant la variation de la pression de pilotage ainsi que celle de l'aire de la section de passage **S** en fonction de la position x_2 du tiroir, on demande de tracer sur le document réponse (doc. **DR 4/5 figure 3**) la courbe de la variation de **S** en fonction de la pression de pilotage. Repérer sur la courbe, la plage de progressivité de la vitesse de descente.
- III.2.4 Lors de l'installation sur les vérins de flèche (doc. **DT 7/12**) de clapet de sécurité de rupture de flexible, il faut ouvrir au maximum la restriction **162** (doc. **DT 4/12**) ; ceci afin que le réglage de la vitesse de descente ne se fasse que par la variation de l'aire de la section de passage **S** du fluide à travers le tiroir **2**.
La durée minimum de descente de l'équipement complètement déployé, préconisée par le constructeur est d'environ 5 s. Afin de régler cette durée, on peut agir sur la vis **7** (doc. **DT 8/12**), de façon à limiter la valeur maximum de l'aire de la section de passage du fluide **S** en retour au réservoir.
- Pour une descente complète de l'équipement (course totale des vérins) en 5 s calculer le débit **q** du fluide en retour au réservoir, qui traverse le clapet de sécurité ainsi que le distributeur **101** (doc. **DT 4/12**).
- III.2.5 Les courbes du document (doc. **DT 11/12**) font apparaître la chute de pression aux bornes (A1/B1 → T) du distributeur **101** dans le cas où celui-ci est en pleine ouverture.
Pour le débit calculé ci-dessus déterminer à l'aide du document (doc. **DT 11/12**) les pertes de charge qui apparaissent à la traversée du distributeur **101**, complètement ouvert.
- III.2.6 Puisqu'il s'agit d'étudier la durée minimum de la descente de l'équipement on est amené à considérer la valeur maximum que peut prendre la pression, en service normal, dans la grande chambre du vérin (voir doc. **DT 11/12**).
Calculer alors l'aire de la section de passage **S** permettant le débit **q**, si le coefficient de pertes de charge de l'étranglement est $K = \sqrt{\frac{2}{\rho \cdot \xi}} = 0,015 \text{ kg}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{m}^{\frac{3}{2}}$.
- III.2.7 Déterminer la cote x_2 caractérisant le déplacement du tiroir permettant d'obtenir cette aire. Proposer alors une méthode de réglage de la vis **7** (doc. **DT 8/12**).
Après ce réglage, on réalise un essai de contrôle de la durée de descente des équipements. A l'aide du document (doc. **DT 12/12**), déterminer quelles sont les positions du levier de commande droit que l'on doit choisir pour réaliser cet essai.
- III.2.8 La courbe représentant la variation de l'aire de la section de passage **S** est modifiée. On demande de tracer sur le document réponse (doc. **DR 5/5**) sa nouvelle représentation.
- III.2.9 Après rupture d'un flexible d'alimentation de la grande chambre des vérins de flèche la charge peut être descendue, et la vitesse de descente réglée grâce au clapet de sécurité de rupture de flexible. Cependant il est nécessaire de disposer d'une pression de pilotage pour commander le tiroir **2** (doc. **DT 8/12**). Dans le cas où la génération de cette pression n'est pas disponible (moteur thermique arrêté par exemple) comment pourra-t-on malgré tout descendre la charge ? Expliquer.

MME4ME		BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session : 2003
		Durée : 6 h		Coefficient : 2
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES			Page : 5/5
Sous-épreuve :	2 ^{ème} partie MODELISATION ET ETUDE PREDICTIVE DES SYSTEMES			