

## DOSSIER D'ÉTUDE

Ce dossier comprend 5 parties

Ces parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

Il est conseillé de consacrer à chacune de ces parties la durée suivante :

- Lecture du dossier et des documents techniques.....0h30
- 1<sup>ère</sup> partie : Caractéristiques du moteur.....0h20
- 2<sup>ème</sup> partie : Étude cinématique du piston.....0h55
- 3<sup>ème</sup> partie : Évolution du couple instantané théorique.....0h45
- 4<sup>ème</sup> partie : Étude cinématique du réducteur.....1h30
- 5<sup>ème</sup> partie : Étude d'un frein de parking.....2h00

**BUT DE L'ÉTUDE**

Le constructeur de chariot élévateur décide de modifier le système de frein de parc et de sécurité de ses engins.

La solution retenue est d'adapter un frein multidisque au niveau du moteur hydraulique, celui-ci est couplé à un réducteur qui entraîne la roue.

L'étude permettra de calculer ou de vérifier les différentes caractéristiques du moteur hydraulique et du réducteur afin de dimensionner correctement le frein.

**1<sup>ère</sup> PARTIE : DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR**

**Matière d'œuvre :** documents DT page 5/21

**Domaine étudié :** le moteur hydraulique

**Objectif :** définir les caractéristiques hydrauliques et énergétiques du moteur pour une pression d'utilisation normale :  $p = 225 \text{ bar}$  et  $N_{\text{moteur}} = 2250 \text{ tr/min}$

Compte tenu des données fournies dans le document DT page 6/21, calculer :

- 1.1- la course du piston :  $c$  (voir schéma DT page 5/21),
- 1.2- la cylindrée du moteur ,  
(quel que soit le résultat trouvé précédemment prendre :  $c = 28,7\text{mm}$ )
- 1.3- le débit moyen réel (en l/min) entrant dans le moteur en supposant un rendement volumétrique égal à 1,
- 1.4- la puissance hydraulique développée,
- 1.5- le couple moyen théorique.

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : CINÉMATIQUE DU PISTON

**Matière d'œuvre** : documents DT page 5/21 et DR page 17/21

**Domaine étudié** : le piston

**Objectif** : définir les caractéristiques cinématiques du piston pour  $N_{\text{moteur}} = 2250 \text{tr/mn}$

### Hypothèse :

- La bielle reste parallèle à  $\vec{x}_1$  pendant la rotation du barillet.

Utiliser le document DT page 5/21 « modélisation du moteur hydraulique »

Soit dans la base  $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

$A_0$  : correspond au point mort haut du piston 60 pour  $\theta = 0$  dans le plan  $(O, \vec{y}, \vec{z})$ .

$A_1$  : correspond au point mort bas du piston 60 pour  $\theta = \pi$  dans le plan  $(O, \vec{y}, \vec{z})$ .

$A_i$  : correspond à une position intermédiaire du piston dans le plan  $(O, \vec{y}, \vec{z})$ .

Le segment de droite  $[A_0'A_1']$  représente les différentes positions du piston.

Pour une rotation du plateau 7 de l'angle  $\theta = \omega.t$ , le point  $A_0$  se déplace et se retrouve à la position  $A_i$ .

$[A_0 ; A_{01}]$  : demi-course du piston

$\alpha$  : angle de brisure

**2.1-** Sur le document DT page 5/21, le segment de droite  $[A_i H]$  représente la distance parcourue par le piston pour une rotation  $\theta$  du plateau 7.

Déterminer littéralement la position du piston :  $X_{(t)} = \overline{H A_i} = f(D_1, \alpha, \theta)$ , et montrer que :

$$X_{(t)} = - \frac{D_1}{2} \tan \alpha (1 - \cos \theta)$$

Nota : le signe négatif énonce le fait que le déplacement est exprimé sur l'axe  $O\vec{x}_1$ .

**2.2-** Sur le document réponse DR page 17/21 :

Compléter le tableau et tracer le diagramme représentant le déplacement du piston

à partir de l'expression :  $X_{(t)} = - \frac{D_1}{2} \tan \alpha (1 - \cos \theta)$ .

Graduer l'axe du temps de ce diagramme.

**2.3-** À partir de la relation de la position du piston, déterminer l'expression de la vitesse du piston  $\vec{V}(A_0 60/R_1)$ .

**2.4-** Calculer la vitesse du piston pour  $\theta = 90^\circ$ , pour une fréquence de rotation de 2250 tr/mn, et graduer l'axe échelle des vitesses sur le document DR page 17/21.

**2.5-** Déterminer graphiquement l'accélération d'un piston pour  $\theta = 180^\circ$  et graduer l'axe des accélérations.

**3<sup>ème</sup> PARTIE : ÉVOLUTION DU COUPLE INSTANTANÉ****Matière d'œuvre** : documents DT page 5/21 et DR page 18/21**Domaine étudié** : le moteur hydraulique**Objectif** : détermination du couple instantané théorique du moteur

La pression du fluide entraîne la translation des pistons **60** dans leurs cylindres respectifs. Les actions mécaniques qui en résultent aux contacts de la bielle **58** sur le plateau **7** en  $A_0$  génèrent le mouvement de rotation du plateau **7**.  
L'étude se fait à la pression d'utilisation .

**Données** :

- $|\vec{OA}_i| = |\vec{OA}_0| = R_2 = D_2 / 2$
- diamètre de répartition des pistons :  $D_1$
- le couple résistant global exercé par le pignon arbré **9** sur le plateau **7** est modélisé par :  $\vec{C}_r = C_r \vec{x}_1$  .

**Hypothèses** :

- Toutes les liaisons sont parfaites.
- La bielle **58** reste parallèle à l'axe  $\vec{x}_1$  pendant la rotation du barillet.
- on néglige le poids du plateau **7** et les effets d'inertie dus au plateau **7**.
- la liaison plateau **7** / bâti **1** est modélisée par un pivot d'axe  $O\vec{x}$  .
- le piston étudié se trouve dans une position intermédiaire entre le PMH et PMB.
- on se place en régime établi.

**Isolons le plateau 7, un seul piston 60 et une seule bielle 58 en position angulaire  $A_i$ .**

- 3.1- Exprimer le vecteur  $\vec{OA}_i$  dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  en fonction de  $R_2$  et  $\theta$  et exprimer le rayon  $R_2$  en fonction de  $D_1$  et  $\alpha$ .  
En déduire dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  les composantes du vecteur  $\vec{OA}_i = f(D_1, \theta, \alpha)$ .
- 3.2- Exprimer le torseur en  $A_i$  de l'action due à la pression de l'huile sur le piston **60**  $\{T(\text{huile} \rightarrow 60)\}$  dans le repère  $R_1$ , puis au point  $A_i$  dans le repère  $R$ .
- 3.3- Exprimer le torseur en  $O$  de la liaison pivot entre le plateau **7** et le bâti **1**  $\{T(1 \rightarrow 7)\}$  dans le repère  $R$ .
- 3.4- Appliquer le théorème du moment dynamique en projection sur l'axe  $O\vec{x}_1$  et déterminer le couple résistant unitaire  $C_{ru}$  appliqué sur le plateau **7**.
- 3.5- Sachant que  $|C_r| = |C_m|$  (couple résistant = couple moteur).

Vérifier que le couple moteur instantané unitaire  $C_{miu}$  pour  $\theta = 90^\circ$  est égal à 57,1 N.m et mettre en place sur le document DR page 18/21 l'échelle des ordonnées.

- 3.6- D'après la courbe du DR page 18/21, combien de pistons sont en phase moteur pour  $\theta = 90^\circ$ .
- 3.7- Déterminer graphiquement le couple instantané global du moteur  $C_{mi}$  pour  $\theta = 90^\circ$ .

## 4<sup>ème</sup> PARTIE : ÉTUDE CINÉMATIQUE

**Matière d'œuvre** : documents DT page 4/21, DT page 6/21, DT page 7/21, DR page 19/21 et DR page 20/21

**Domaine étudié** : le réducteur

**Objectif** : Evaluer la vitesse d'avance du chariot élévateur ainsi que le couple sur une roue.

### 4-1) Étude cinématique (Réponses sur les documents **DR pages 19/21 et 20/21**)

- 4.1.1- En vous aidant des informations données par la nomenclature, déterminer le nombre de dents du satellite **10** et de la roue dentée **12**.
- 4.1.2- Les roues dentées **2**, **10** et **9** forment un train épicycloïdal simple. En appliquant la relation de Willis, établir une relation entre  $\omega_{2/0}$ ,  $\omega_{11/0}$ ,  $\omega_{9/0}$  et les nombres de dents des roues dentées (**relation I**).
- 4.1.3- Les roues dentées **2**, **11** et **12** forment un train simple, déterminer la relation entre  $\omega_{2/0}$ ,  $\omega_{11/0}$  puis exprimer  $\omega_{11/0}$  en fonction de  $\omega_{2/0}$  (**relation II**).
- 4.1.4- À l'aide des deux relations (**I** et **II**), déterminer le rapport des vitesses  $\omega_{2/0}/\omega_{9/0}$ .
- 4.1.5- Le rendement global du réducteur est de 0,7.  
Calculer le couple sur le moyeu **2**. On prendra un couple moteur de 125 Nm.
- 4.1.6- La référence des pneumatiques des roues avant est : 275/70 R22.5 , soit un rayon de 22.5 pouces (571.5mm). Calculer la vitesse d'avance de l'engin par rapport au sol si le moteur hydraulique tourne à 2250 tr/min.

## 5<sup>ème</sup> PARTIE : IMPLANTATION D'UN FREIN DE PARC ET SÉCURITÉ

**Matière d'œuvre :** documents techniques DT page 6/21 et DT page 7/21  
et document réponse DR page 21/21

**Domaine étudié :** le moteur hydraulique

**Objectif :** Implanter un frein multidisque intégré au moteur hydraulique

### 5.1- Présentation

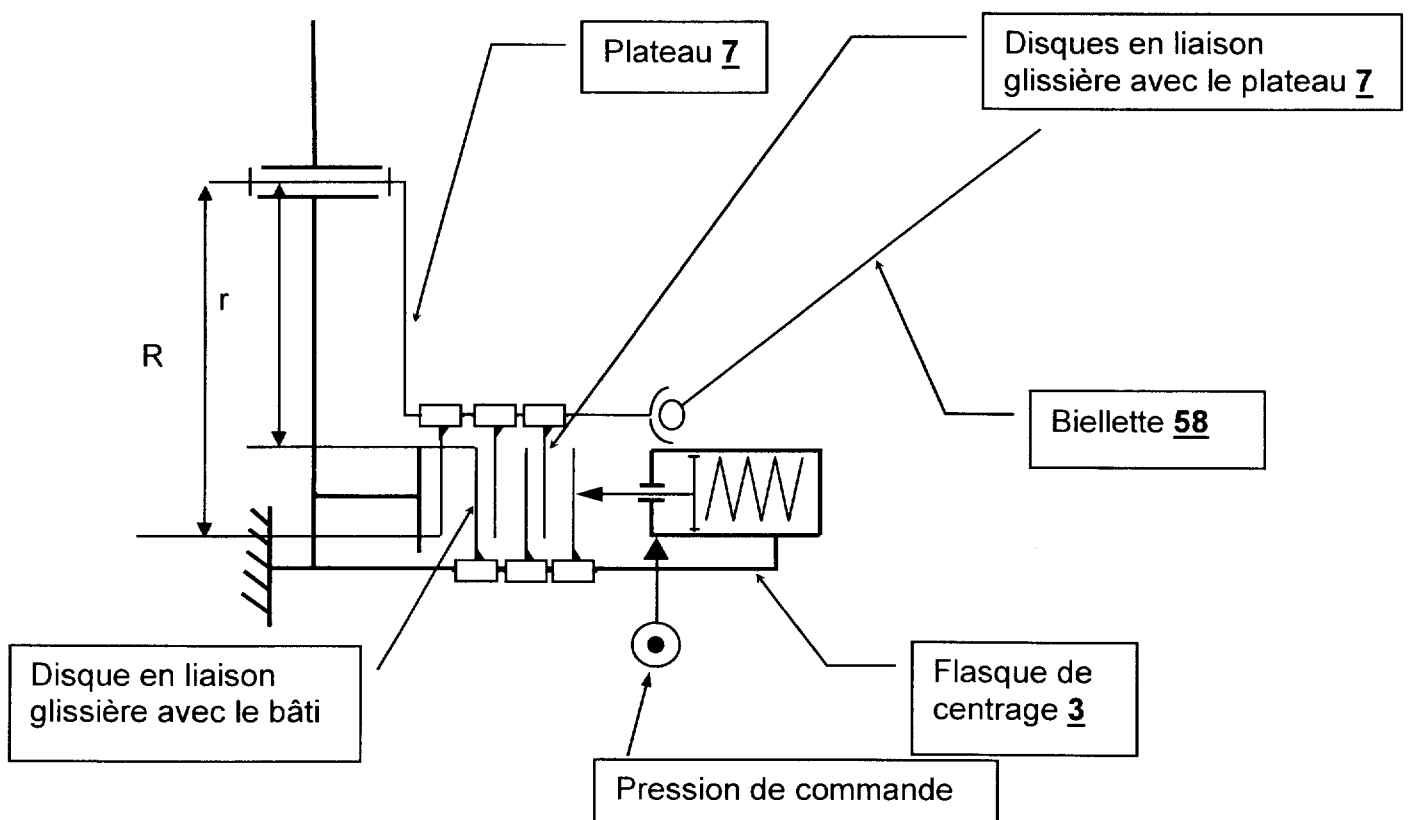
L'étude porte sur la conception du moteur hydraulique et sur l'implantation du frein multidisque intégré.

Lorsque que le moteur hydraulique cesse d'être alimenté le frein doit être actionné par cinq ressorts.

Par conséquent la commande du frein devra impérativement fonctionner **par absence de pression**.

Pour l'implantation du frein, on conservera l'architecture existante et seules les pièces **3** et **4** pourront subir des usinages complémentaires.

Le schéma ci-dessous précise la nature des liaisons entre les éléments constituant le frein hydraulique.



Les caractéristiques des ressorts et des disques sont imposées :

- nombre de disques : **6**
- épaisseur un disque : **2 mm**
- nombre de ressorts (effort presseur) : **5**
- diamètre d'enroulement d'un ressort : **20 mm**
- diamètre de fil d'un ressort : **2 mm**
- nombre de spires d'un ressort : **6**
- longueur libre des ressorts à vide : **30 mm**
- longueur des ressorts sous charge : **15mm**

### 5.2- Cahier des charges

- Les formes intérieures du flasque de centrage **3** peuvent être modifiées de façon à incorporer le frein en tenant compte de l'encombrement de l'ensemble chemise bielle piston non représenté sur le document réponse DR page 21/21.
- Vous réaliserez l'étanchéité statique entre le flasque de centrage **3** et le carter porte moteur **4**.
- Vous réaliserez deux étanchéités dynamiques : entre le piston de commande (à concevoir) et le flasque de centrage **3**.
- Il serait intéressant de prévoir une seule entrée de fluide pour actionner les 5 pistons.
- Un calcul d'avant-projet a permis de déterminer les dimensions des surfaces de friction :  $R = 67\text{mm}$  et  $r = 50\text{mm}$ .

### 5.3- Travail demandé

- Vous vous inspirerez fortement du schéma technologique fourni au DE page 14/21.
- Sur le document réponse DR page 21/21 représenter le dessin d'ensemble en coupe A-A, à l'échelle 1/1, du frein (actionné) intégré au moteur hydraulique. Vous avez toute liberté quant aux choix des vues, coupes, sections, détails nécessaires à la bonne compréhension du document technique.
- Sur la copie, représenter, à main levée en perspective un disque intérieur et un disque extérieur.