

## Partie A-Cinématique du système de dépliage de la flèche

Voir DR1 et 2.

## Partie B : Étude de la stabilité de la grue

**Question B-1 :** Les cotes  $a$ ,  $b$ , et  $c$  représentent les "bras de levier" des forces par rapport au point B, calculer ces distances.

$$\begin{aligned} a &= 1,8 - 0,9 = 0,9 \text{ m} \\ b &= 1,2 + 1,8 = 3 \text{ m} \\ c &= 10,4 - 1,8 = 8,6 \text{ m} \end{aligned}$$

**Question B-2 :** Écrire l'équation vectorielle des moments en B et sa projection sur l'axe z.

$$\begin{aligned} \vec{M}_B(\vec{A}) + \vec{M}_B(\vec{P}_2) + \vec{M}_B(\vec{P}_1) + \vec{M}_B(\vec{C}) &= \vec{0} \text{ d'où en projection sur } z \\ -3,6 \times \|\vec{A}\| + b \times \|\vec{P}_2\| + a \times \|\vec{P}_1\| - c \times \|\vec{C}\| &= 0 \end{aligned}$$

**Question B-3 :** En déduire l'expression littérale de  $\|\vec{P}_2\|$  et calculer sa valeur.

$$\|\vec{P}_2\| = \frac{3,6 \times \|\vec{A}\| - a \times \|\vec{P}_1\| + c \times \|\vec{C}\|}{b} \text{ avec } \begin{aligned} \|\vec{A}\| &= 0 & a &= 0,9 \text{ m} \\ \|\vec{P}_1\| &= 93200 \text{ N} & b &= 3 \text{ m} & \text{d'où } \|\vec{P}_2\| &= 64920 \text{ N} \\ \|\vec{C}\| &= 32400 \text{ N} & c &= 8,6 \text{ m} \end{aligned}$$

**Question B-4 :** Déterminer le nombre de blocs de lests qu'il faut installer avant d'utiliser la grue.

$$64920 / (2 \times 900 \times 10) = 3,6 \text{ donc } 4 \text{ paires (8) blocs additionnels}$$

**Question B-5 :** Quel terme de l'équation des moments change lorsque la charge est placée à l'extrémité de la flèche ? Pourquoi faut-il diminuer la charge soulevée ?

**C'est le bras de levier  $c$  qui augmente, donc pour que le moment ne change pas il faut que la charge diminue.**

## Partie C : Fonction Levage

**Question C-1 :** A partir des caractéristiques du moteur ( données page précédente) et du réducteur ( voir graphe de transmission ci-dessus), calculer la fréquence de rotation  $N_t$  (tr/min) du tambour dans le cas de la charge maximum, ainsi que sa vitesse de rotation  $\omega_t$  (rad/s).

$$N_t = N_{\text{moteur}} \times r = 45 \text{ tr/min soit } \omega_t = 2 \times \pi \times N_t / 60 = 4,72 \text{ rad/s}$$

**Question C-2 :** Exprimer la vitesse  $V_{\text{câble}}$  en fonction de  $R_{\text{moyen}}$ , rayon moyen d'enroulement du câble sur le tambour.

$$V_{\text{câble}} = \omega_t \times R_{\text{moyen}} \text{ avec } V_{\text{câble}} \text{ en m/s, } \omega_t \text{ en rad/s et } R_{\text{moyen}} \text{ en m}$$

**Question C-3 :** Pour quelle couche la vitesse du câble est-elle la plus grande ?

**3° Couche, car c'est là que le rayon est le plus grand**

**Question C-4 :** Calculer la vitesse moyenne du câble c'est-à-dire lorsqu'il s'enroule sur la deuxième couche.

$$V_{\text{cable}} = 4,72 \times 0,2366 / 2 = 0,56 \text{ m/s soit } 33,5 \text{ m/min}$$

**Question C-5 :** Quelle longueur de câble L doit s'enrouler sur le tambour pour faire monter le crochet d'une hauteur h ? En déduire la relation entre les vitesses  $V_{\text{cable}}$  et  $V_{\text{crochet}}$ .

$$L = 2 \times h \text{ donc } V_{\text{cable}} = 2 \times V_{\text{crochet}}$$

**Question C-6 :** Calculer la vitesse atteinte par le crochet lorsque le câble s'enroule sur la deuxième couche et vérifier qu'elle correspond à la vitesse annoncée par le constructeur.

$$V_{\text{crochet}} = 33,5 / 2 = 16,75 \text{ m/min, et le graphe de vitesse indique } 16 \text{ m/min à charge maxi}$$

**Question C-7 :** Calculer  $\|\vec{D}\|$  en Newton lorsque la masse M est suspendue au crochet.

$$\|\vec{D}\| = M \times g / 2 = 1800 \times 10 / 2 = 9000 \text{ N}$$

**Question C-8 :** Calculer  $N(c \rightarrow t)$  (N.m), lorsque le câble s'enroule sur la couche de diamètre  $D = 236,6 \text{ mm}$ .

$$N(c \rightarrow t) = \|\vec{H}\| \times D / 2 = 9000 \times 0,2366 / 2 = 1064,7 \text{ N.m}$$

**Question C-9 :** Expliquer pourquoi  $N(\text{bâti} \rightarrow \text{tambour}) = 0$ . En déduire la valeur de  $C_s$ .

$$N(\text{bâti} \rightarrow \text{tambour}) = 0 \text{ car liaison pivot sans frottement donc } C_s = -N(c \rightarrow t)$$

**Question C-10 :** Exprimer en fonction de  $C_m$ ,  $\omega_m$  et  $C_s$ ,  $\omega_s$ , les grandeurs suivantes :  $P_{\text{mot}}$ ,  $P_{\text{red}}$  et  $\eta$ .

$$\begin{aligned} P_{\text{mot}} &= C_m \times \omega_m \\ P_{\text{red}} &= C_s \times \omega_s \\ \eta &= P_{\text{red}} / P_{\text{mot}} \end{aligned}$$

**Question C-11 :** Dans l'expression du rendement faire apparaître le rapport  $r = \frac{\omega_s}{\omega_m}$ , puis exprimer

$C_m$  en fonction de  $C_s$ , r et  $\eta$ .

$$\eta_{\text{red}} = \frac{C_s \times \omega_s}{C_m \times \omega_m} = \frac{C_s}{C_m} \times \frac{\omega_s}{\omega_m} = \frac{C_s}{C_m} \times r \text{ et donc } C_m = \frac{r \times C_s}{\eta}$$

**Question C-12 :** Calculer  $C_m$  nécessaire pour soulever la charge maximum.

$$C_m = \frac{1}{27,95} \times 1064,7 = 39,68 \text{ N.m}$$

**Question C-13 :** Calculer le couple moteur disponible à 1260 tr/min (on se servira de la puissance nominale). Conclusion quant à la validité du choix du moteur ?

$$C_m = \frac{P}{\omega_m} = \frac{5500}{1260 \times \frac{\pi}{30}} = 41,68 \text{ N.m} > 39,68 \text{ N.m} \text{ donc moteur OK.}$$

## Partie D : Fonction retenir ou freiner la charge

**Question D-1 :** Calculer l'effort normal N nécessaire pour obtenir le moment nominal de freinage.

$$N = \frac{M_f}{n \times f \times R_{\text{moyen}}} \text{ avec } \begin{array}{l} n=4 \\ f=0,25 \\ M_f=85 \text{ N.m} \\ R_{\text{moyen}} = (0,115 + 0,080) / 2 = 0,0975 \text{ m} \end{array} \text{ donc } N=871,8 \text{ N.m}$$

**Question D-2 :** En déduire l'effort  $F_{\text{ressort}}$  que doit exercer chacun des trois ressorts.

$$F_{\text{ressort}} = N/3 = 871/3 = 290,6 \text{ N}$$

**Question D-3 :** Déterminer la longueur L qu'il faut donner au ressort pour obtenir le moment nominal de freinage.

$$\text{Lecture courbe } L=23 \text{ mm ou } L_0 - L = F_{\text{ressort}}/k = 290,6/66,5 = 4,4 \text{ mm soit } L=27,5 - 4,4 = 23,1 \text{ mm}$$

**Question D-4 :** Quel est le type d'écrou utilisé pour effectuer ce réglage. Expliquer ce choix.

**Écrou auto-freiné, pour maintien du réglage initial (éviter un desserrage en fonctionnement)**

**Question D-5 :** Exprimer la valeur de l'entrefer e après usure d'une valeur u de chaque garniture.

À partir de quelle usure des garnitures doit-on refaire le réglage de l'entrefer ?

$$e = e_i + 4 \times u \text{ or } e_{\text{max}} = 1,5 \text{ mm et } u_{\text{max}} = (e_{\text{max}} - e_i) / 4 = (1,5 - 0,9) / 4 = 0,15 \text{ mm}$$

**Question D-6 :** Cette usure a-t-elle une influence sur le moment de freinage ? Expliquer.

**Si l'usure devient plus importante la longueur des ressorts va grandir et donc l'effort fourni par ceux-ci diminuer.**

## Partie E-Fonction Limiter la charge

Voir DR3

Question A-1 : Liaison L<sub>2-3</sub> : **Pivot glissant ou glissière**

**Liaison 1-6**

Question A-2 :

<del>R<sub>x</sub></del>	<del>R<sub>y</sub></del>	R <sub>z</sub>
<del>T<sub>x</sub></del>	<del>T<sub>y</sub></del>	<del>T<sub>z</sub></del>

Liaison L<sub>1-6</sub> : **Pivot d'axe z**

**Liaison 1-4**

Question A-3 :

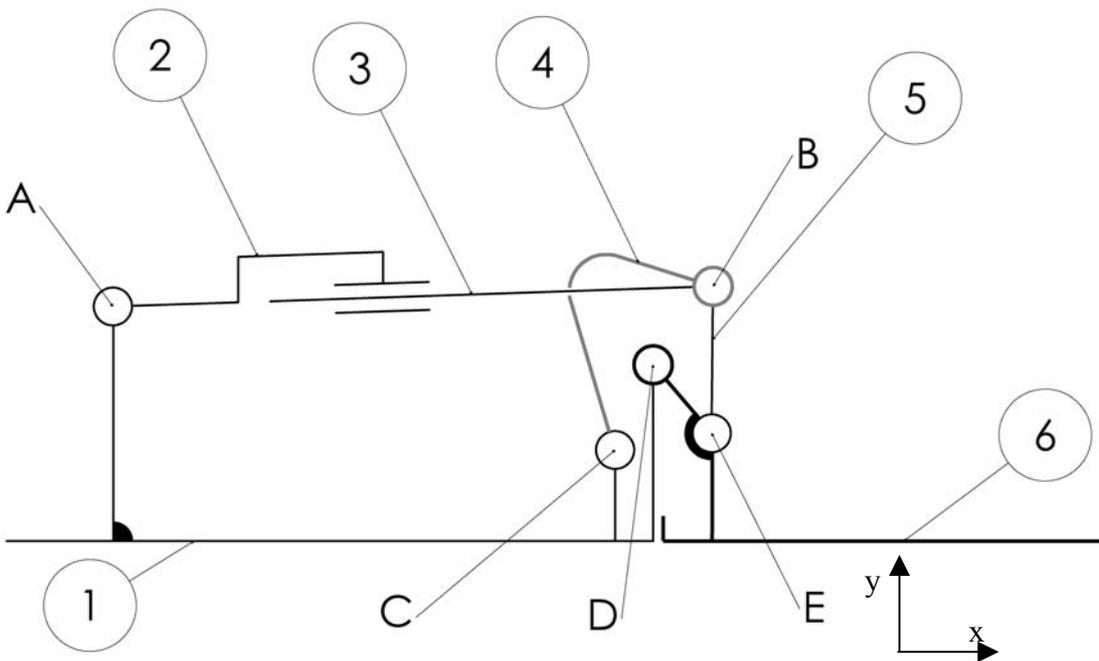
1 = {1, 20, **11, 12, 21, 22** }

4 = {4, **41, 42** }

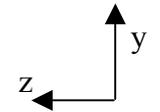
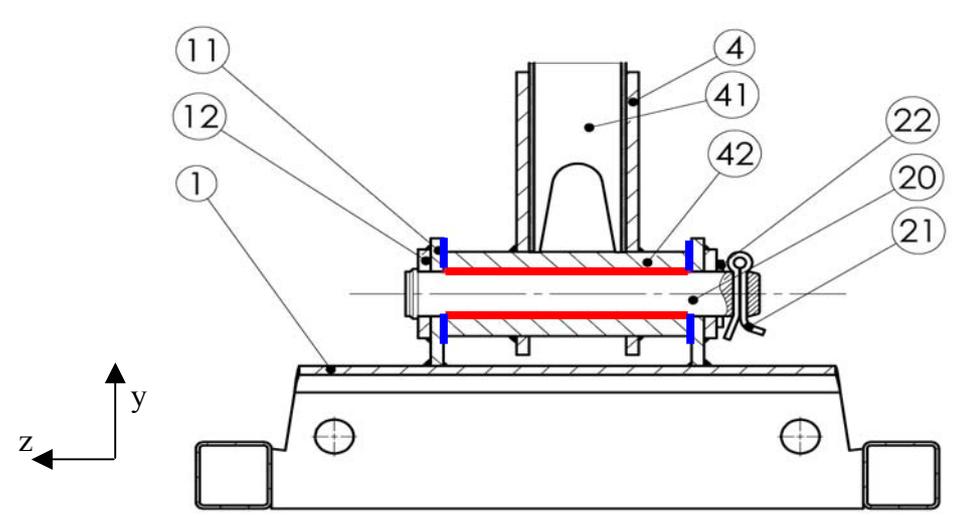
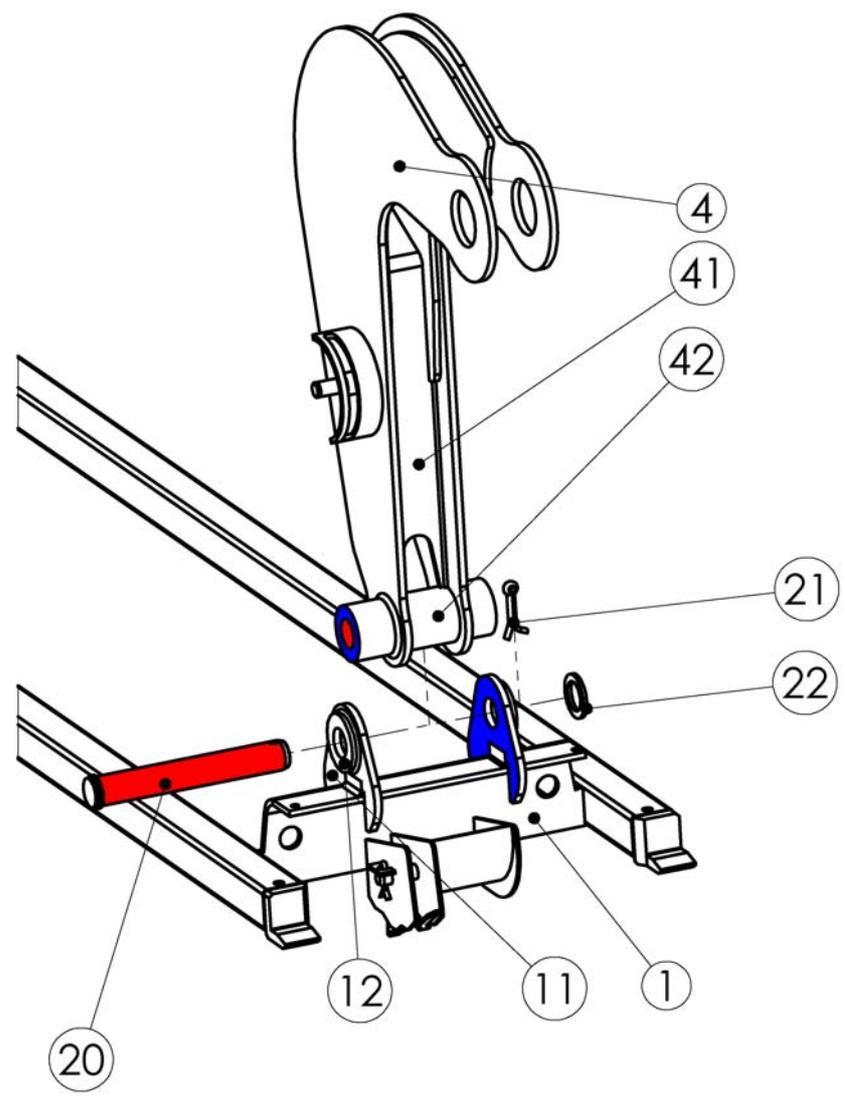
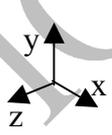
Question A-5 et A-6 :

Couleur surface	Nature surface	Degrés de liberté supprimés	Liaison résultante											
<b>rouge</b>	<b>Cylindrique axe z</b>	<table border="1"> <tr> <td><del>R<sub>x</sub></del></td> <td><del>R<sub>y</sub></del></td> <td>R<sub>z</sub></td> </tr> <tr> <td><del>T<sub>x</sub></del></td> <td><del>T<sub>y</sub></del></td> <td><del>T<sub>z</sub></del></td> </tr> </table>	<del>R<sub>x</sub></del>	<del>R<sub>y</sub></del>	R <sub>z</sub>	<del>T<sub>x</sub></del>	<del>T<sub>y</sub></del>	<del>T<sub>z</sub></del>	<b>Pivot d'axe z</b>					
<del>R<sub>x</sub></del>	<del>R<sub>y</sub></del>	R <sub>z</sub>												
<del>T<sub>x</sub></del>	<del>T<sub>y</sub></del>	<del>T<sub>z</sub></del>												
<b>bleu</b>	<b>Plane normale z</b>	<table border="1"> <tr> <td><del>R<sub>x</sub></del></td> <td><del>R<sub>y</sub></del></td> <td>R<sub>z</sub></td> </tr> <tr> <td>T<sub>x</sub></td> <td>T<sub>y</sub></td> <td><del>T<sub>z</sub></del></td> </tr> </table> <p>Ou</p> <table border="1"> <tr> <td>R<sub>x</sub></td> <td>R<sub>y</sub></td> <td>R<sub>z</sub></td> </tr> <tr> <td>T<sub>x</sub></td> <td>T<sub>y</sub></td> <td><del>T<sub>z</sub></del></td> </tr> </table>	<del>R<sub>x</sub></del>	<del>R<sub>y</sub></del>	R <sub>z</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	<del>T<sub>z</sub></del>	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>z</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	<del>T<sub>z</sub></del>
<del>R<sub>x</sub></del>	<del>R<sub>y</sub></del>	R <sub>z</sub>												
T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	<del>T<sub>z</sub></del>												
R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>z</sub>												
T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	<del>T<sub>z</sub></del>												

Question A-7

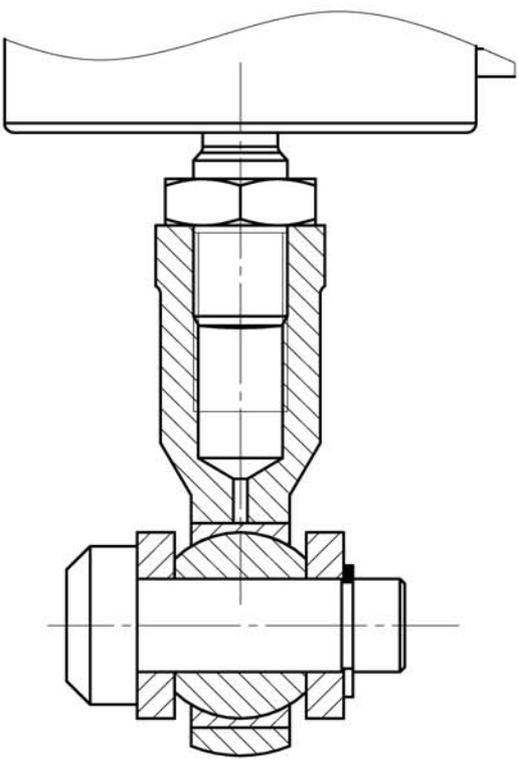


LECTIO

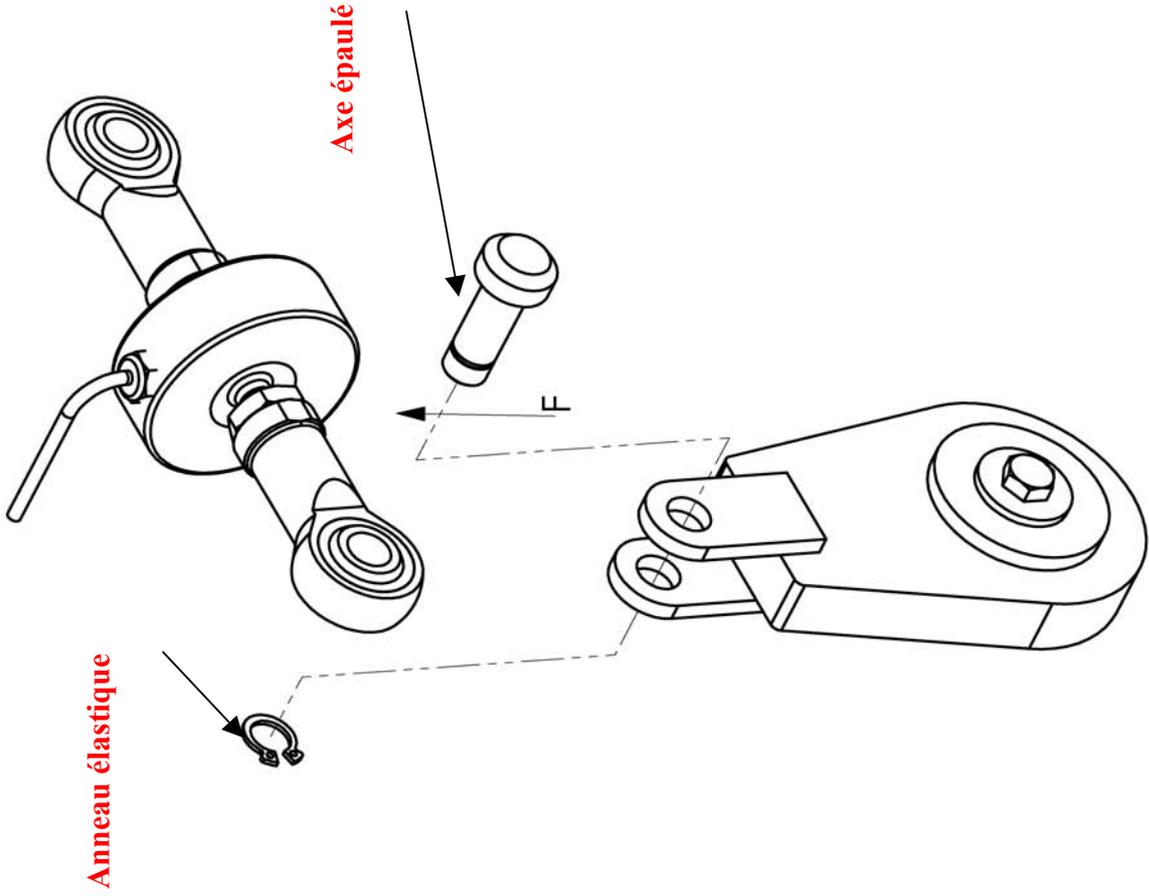




Echelle indifférente



Vue en coupe partielle suivant F  
A compléter



Croquis à compléter

Zone de travail



Vue suivant F du système coupé

Référence des composants à commander :

- 1-U9B/20kN et
- 2x1-U9/20kN/ZGWR