

ELEMENTS DE CORRECTION

Sujet du PILOT TRAINER

BTS CPI

Session 2010

1 – ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA POSITION DU CENTRE DE GRAVITE G DE L'ENSEMBLE {BERCEAU+PILOTE} SUR LES EFFORTS QUE DEVRA FOURNIR LE PILOTE DANS DIFFERENTES PHASES DE VOL

Evaluation effort sur maintien en tangage

Q1) Voir DR1

Q2) Voir DR1

Q3) Le centre de gravité se déplace sur une sphère de centre O et de rayon OG

Q4) Equilibre instable, le pilote pourrait se retourner.

Q5) Trois actions mécaniques extérieures à E1: $\vec{F}_{pilote/E1}$, $\vec{A}_{Chassis/E1}$, $\vec{C}_{21/E1}$

Q6) Deux actions mécaniques extérieures à E2: $\vec{B}_{berceau/E2}$, $\vec{C}_{E1/E2}$

Q7) Voir DR2.

Q8) Voir DR2 la norme de l'effort du pilote pour OG=100mm est de 83Newtons.

Q9) La valeur dépasse largement la valeur du CDCF pour un maintien en position (Fmax= 20N). il Faut donc diminuer le rayon de la sphère !

Q10) Pour F<20Newtons, on a OG = 25mm.

Evaluation effort sur manœuvre de roulis

Q11) Mouvement de rotation accéléré autour de l'axe x.

Q12)

$$\dot{\omega} = cste$$

$$\omega = \dot{\theta} = \dot{\omega} t \quad \dot{\omega} = \frac{2\theta_f}{t^2} = \frac{\pi}{6t^2} = 1.454 \text{ rad} / s^2 \text{ d'où}$$

$$\omega_r = 1.4544 \times 0.6 = 0.87264 \text{ rad} / s$$

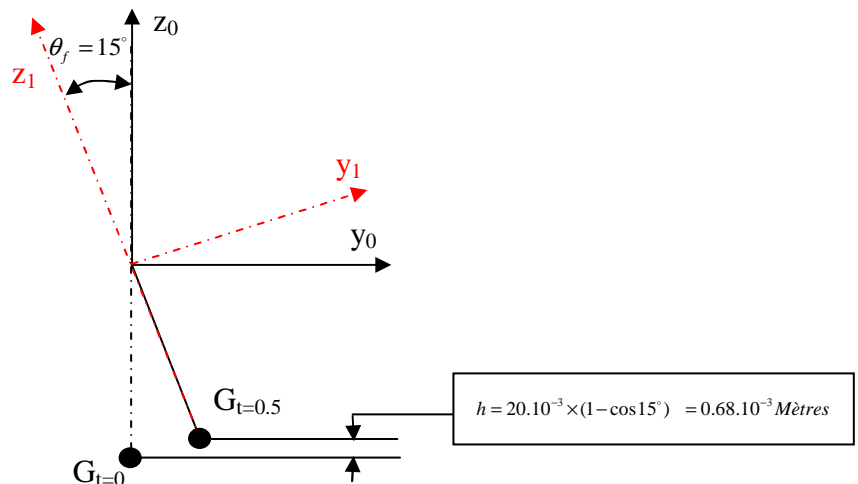
$$\theta = \frac{1}{2} \dot{\omega} t^2$$

$$Q13) EC2-EC1 = \frac{1}{2} J_{ox} \omega_r^2 = \frac{1}{2} \times 12.73 \times (0.87264)^2 = 4.8469 \text{ joules}$$

Q14) La seule action extérieure au système isolé E4, qui travaille est le poids de l'ensemble appliqué en G.

$$W_1^2 \text{ int} = W_1^2 \vec{F}_{pilote/manche} = \|\vec{F}_{pilote/manche}\| \times 0.180$$

$$W_1^2 \vec{P} / E_4 = -M \times g \times h = -160 \times 9.81 \times 0.68.10^{-3} = -1.067 \text{ joules}$$



Q15) $W_{1 \text{ int}}^2 = W_{1 \text{ pilote/manche}}^2 \vec{F}_{\text{pilote/manche}} = \|\vec{F}_{\text{pilote/manche}}\| \times 0.180$ voir DT5 sur mouvement de roulis

Q16)

$$EC_2 - EC_1 = \sum W_{1 \text{ ext} \rightarrow E_4 / Rg}^2 + \sum W_{1 \text{ int} \rightarrow E_4 / Rg}^2$$

$$4.8469 = -1.067 + \|\vec{F}_{\text{pilote/manche}}\| \times 0.180$$

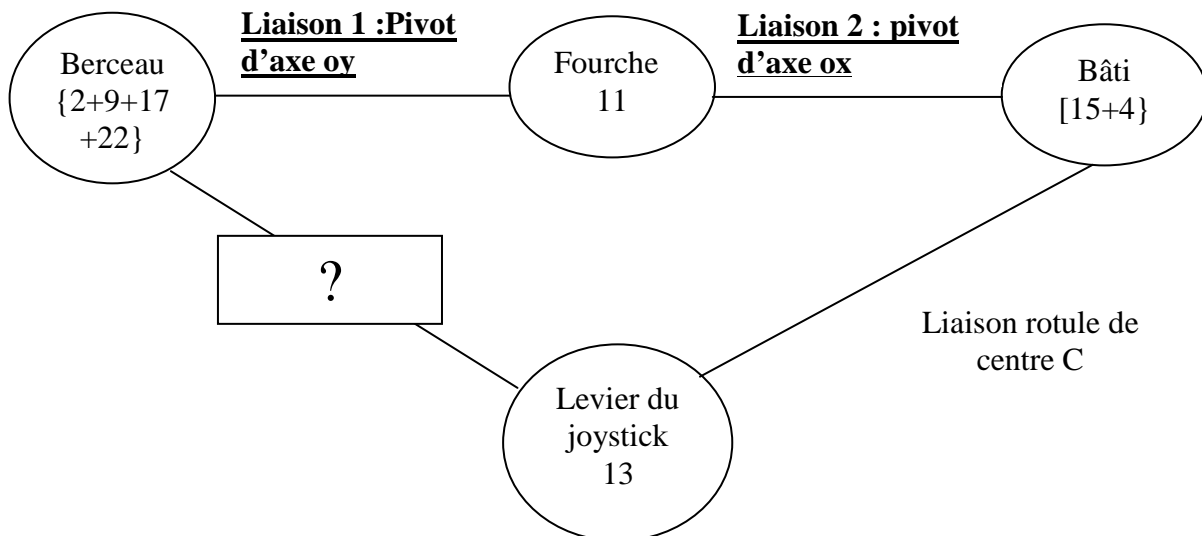
$$\|\vec{F}_{\text{pilote/manche}}\| = \frac{4.8469 + 1.067}{0.180} = 32.85 \text{ Newtons}$$

Q17) Cet effort est supérieur à celui préconisé par le cdcf. Il faut donc diminuer encore la distance OG. En plaçant G en O on obtient F= 27 Newtons. Si l'on veut encore diminuer cet effort, il faut diminuer l'inertie.

Remarque : un calcul avec le même graphe de vitesse effectué sur le mouvement de tangage donne un effort pilote de 49 Newtons, et 43 Newtons si G est en O, donc encore conforme au cahier des charges.

2. Justifier la solution constructive de la fonction technique **FT7 : Transmettre la position du berceau à l'unité centrale.**

Q18)



Q19)

On veut $H=0 = m + Ec - Ic$ avec $Ic = Ic1 + Ic2 + Ic4 + Ic3 = 1 + 1 + 3 + Ic3$

On a $Ec=6$ car il n'y a qu'une seule boucle et $m = mu + mi = 3$

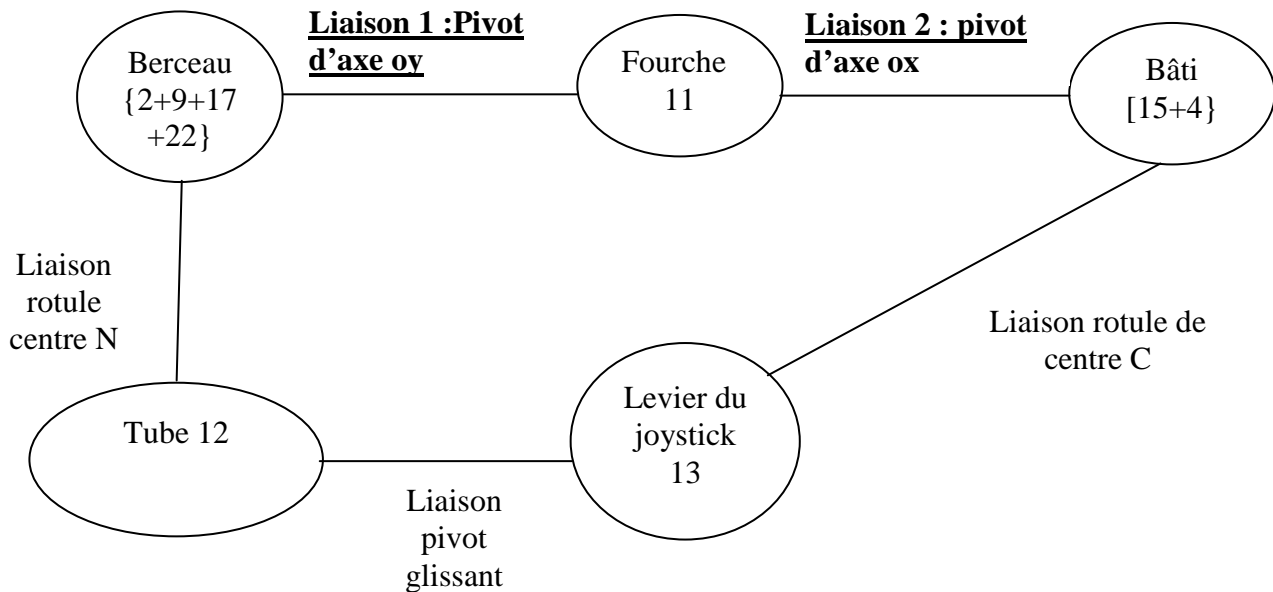
Soit $0 = 3 + 6 - 5 - Ic3$

Donc $Ic3 = 4$

Q20)

Linéaire annulaire et linéaire rectiligne.

Q21)



Q22) la rotation propre du tube.

$$H = 0 = m + E_c - I_c \quad \text{avec} \quad m=4, E_c=6 \text{ et } I_c = 10$$

Q23) voir DR3 corrigé.

Q24) Le cdcf est respecté puisque cf1 et cf2 sont positif Quand N occupe la position N2 et $C_g = 49 \text{ mm} > 1.5D$ quand N occupe la position N1 ($1.5D = 18$)

Q25) Voir DR3 corrigé.

3. Vérification du dimensionnement de la fourche

Q26) Voir DR3 corrigé.

Q27)

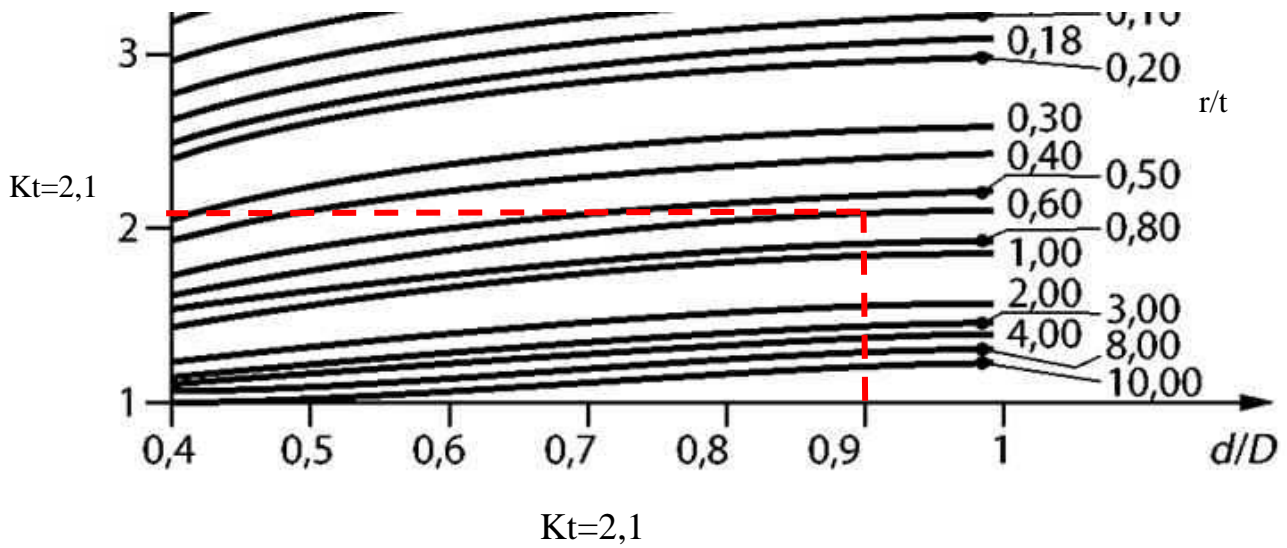
$${}_K \{ \tau_{cohesion} \}_{R_2} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1022070 \\ -1570 & 0 \end{Bmatrix}_{R_2} \quad \text{unités du moment : } N.mm$$

$$Q28) I_{K\bar{y}} = \frac{\pi \times (45^4 - 32^4)}{64} = 149817.1 \text{ mm}^4$$

Q29) Cote de la fibre la plus éloignée de la fibre neutre $y_{\max} = 22.5 \text{ mm}$

$$\sigma_{Nom\max} = \frac{M_y^f \times y_{\max}}{I_{K\bar{y}}} = \frac{1022070 \times 22.5}{149817} = 153.5 \text{ Mpa}$$

Q30) avec $r = 1.5\text{mm}$, $D = 50\text{mm}$, $d = 45\text{mm}$, on a $t = 2.5\text{mm}$. Donc $\frac{r}{t} = 0.6$ et $\frac{d}{D} = 0.9$



$$\sigma_{\max \text{ réel}} = 2.1 \times \sigma_{\text{nom}} = 322 \text{ Mpa}$$

Q31)

$$\text{Coefficient de sécurité } s = \frac{R_E}{\sigma_{\max \text{ réel}}} = \frac{410}{322} = 1.27$$

Coefficient non satisfaisant

Possibilité de choisir un matériau différent ayant un R_E plus important. Ou bien modifier l'épaisseur du tube. (Pour un $D_{\text{int}} = 28\text{mm}$, on arrive à un $s = 1.45$!)

Q32)

Voir DR4 corrigé.

Possibilité de blocage de la rotation par glissement surfacique sur des plans // OX_2Z_2 .

Q33)

Voir DR4

dans la zone de la liaison pivot avec le berceau.

Q34) Ce déplacement à forcément une influence sur la fonction FT2 puisqu'il force le centre gravité G de l'ensemble {berceau + pilote} à s'éloigner du point O . Les efforts au niveau du manche vont donc augmenter si un réglage fin n'est pas effectué.

Q35) Possibilité de choisir un matériau différent ayant un module de Young plus important, ou bien modifier l'épaisseur des tubes ou encore modifier la forme de la fourche pour la rendre plus rigide.

DOCUMENT REPONSE DR4

Question 32



Encastrement ☐

Pivot ☐

Rotule ☐

Pivot glissant ☐

Glissière ☐

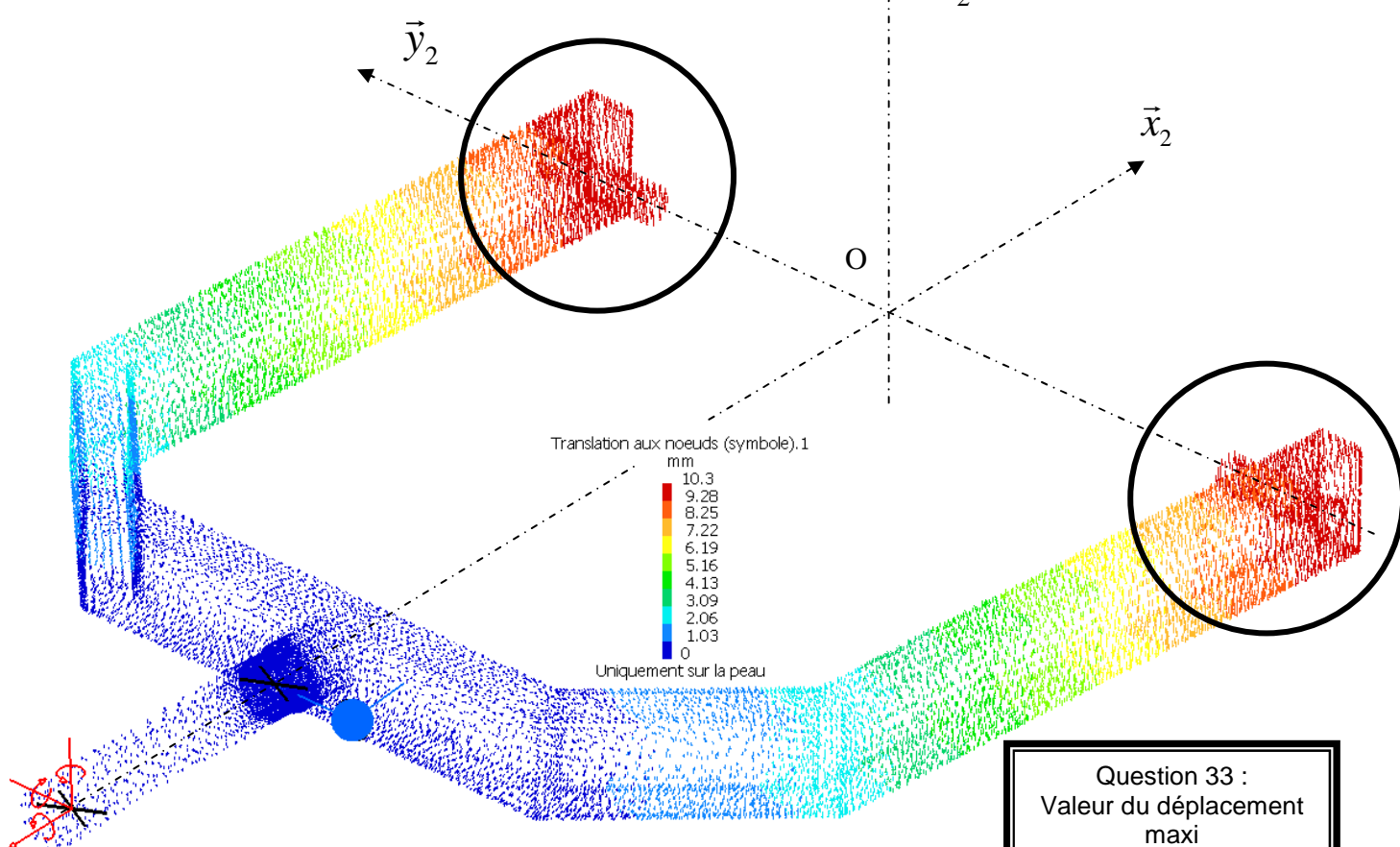
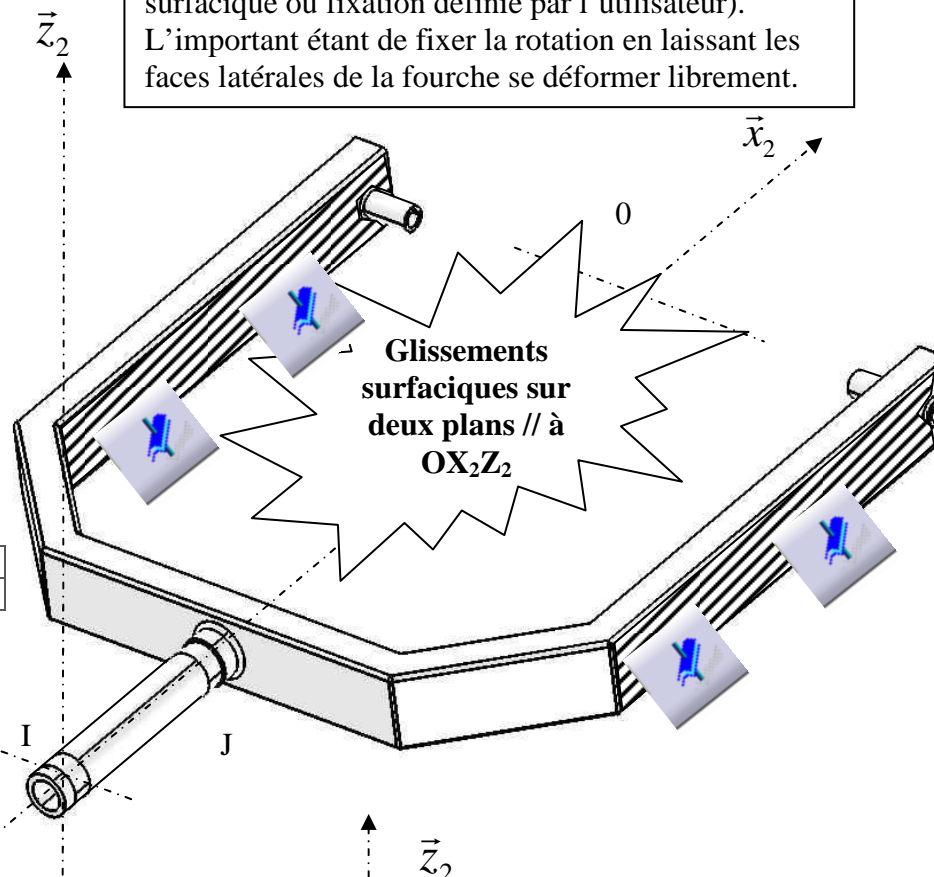
Glissement surfacique ☒

OU

Fixation(s) définie(s) par l'utilisateur ☒

T_{X2}	T_{Y2}	T_{Z2}	R_{X2}	R_{Y2}	R_{Z2}
1	0	1	0	1	0

Plusieurs solutions sont possibles. On en donne deux ici qui permettent de lancer le calcul avec les mêmes éléments géométriques sélectionnés (glissement surfacique ou fixation définie par l'utilisateur). L'important étant de fixer la rotation en laissant les faces latérales de la fourche se déformer librement.



Question 33 :
Valeur du déplacement
maxi

Dép_{maxi} = 10.3mm