

SESSION 2009

**CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS À LA LISTE D'APTITUDE**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

**Options : CONSTRUCTION,
MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS,
MAINTENANCE DES VÉHICULES, MACHINES AGRICOLES,
ENGINS DE CHANTIER,**

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique - à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : *Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

Tournez la page S.V.P.

A

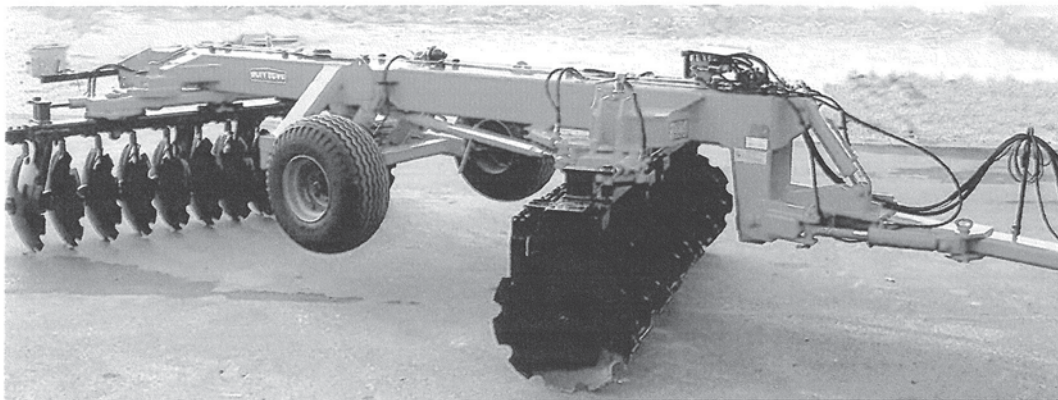
THEME :
Cover Crop en X

Documents remis au candidat :

- Dossier présentation et travail demandé : page 1 à 13
- Dossier technique : DT 1 à DT 5
- Documents réponses (à rendre avec la copie) : DR 1 à DR 5

Dossier présentation

Objet de l'étude	<i>page 1</i>
Principales caractéristiques techniques	<i>page 2</i>
Relations avec le milieu extérieur	<i>page 2</i>
Problématique	<i>page 2</i>
Nouveau système à compensation mécanique	<i>page 3</i>



Travail demandé

I - Analyse du fonctionnement	<i>page 4</i>
II - Caractérisation cinématique du système de compensation mécanique	<i>page 4</i>
III - Vérification des deux vérins hydrauliques	<i>page 7</i>
IV - Etude du sous système « élastique »	<i>page 10</i>
V - Vérification du tirant au flambage	<i>page 12</i>
VI - Validation de la modification de la fixation du tube transversal de l'essieu	<i>page 12</i>

Temps conseillé pour les différentes parties

Lecture du sujet	Partie I	Partie II	Partie III	Partie IV	Partie V	Partie VI
15 min	40 min	1h15	1h30	1h30	20 min	30 min

Objet de l'étude (voir document technique DT1)

La société Quivogne située à Jussey en Haute-Saône fabrique et commercialise des engins agricoles. L'objet de cette étude est un Cover-Crop autoporteur en X. Ce type de matériel, attelé à un tracteur, permet d'accélérer la dégradation des pailles, la réalisation d'un faux semis et la destruction des ravageurs tels que les limaces.

Il est conçu pour travailler à une profondeur comprise entre 5 et 15 cm. Le contrôle de la profondeur de pénétration dans le sol est réalisé par des butées mécaniques sur la tige d'un des vérins hydrauliques.



Il comporte 2 positions : une pour le travail (pneus en contact avec la terre et disques enfoncés dans le sol) et une pour le transport (pneus en contact avec la route ou la terre et disques levés). Le passage de l'une à l'autre étant réalisé en faisant pivoter partiellement l'essieu par rapport au châssis à l'aide de deux vérins hydrauliques. Le réglage de la profondeur de travail est réalisé à l'aide de butées mécaniques directement sur la tige d'un des vérins.



Position transport



Position travail



Détail d'un vérin hydraulique de levage et des butées de réglage de la profondeur de travail

La liaison au tracteur se fait par une attache sur la flèche.

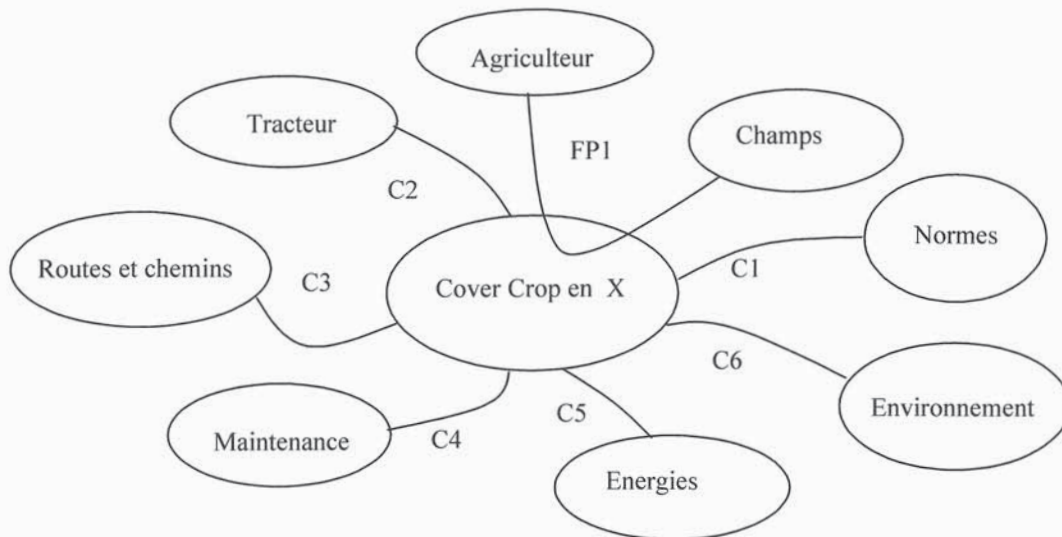
Cette flèche est équipée d'un système de compensation hydraulique qui permet :

- de régler la hauteur de l'extrémité de la flèche pour adapter le système à différents tracteurs,
- d'absorber les secousses transmises par le tracteur,
- de maintenir le châssis parallèle au sol aussi bien dans la position transport que dans la position travail.

Principales caractéristiques techniques

Nombre de disques	28	Largeur de travail	3200 mm
Diamètre des disques	660 mm	Masse du système	3690 kg
Ecartement des disques	23 mm	Puissance minimale du tracteur	80 kW
Pression hydraulique nécessaire au fonctionnement	$1,8 \cdot 10^7$ Pa (180 bars)	Diamètre du piston des vérins de levage	80 mm
		Diamètre de la tige des vérins de levage	45 mm

Relations avec le milieu extérieur



FP1	Permettre à l'agriculteur de travailler la terre à différentes profondeurs
C1	Respecter les normes en vigueur
C2	Etre remorquable dans de bonnes conditions par différents tracteurs
C3	Pouvoir rouler sur les routes et les chemins
C4	Etre d'un entretien simple
C5	Utiliser l'énergie électrique et hydraulique du tracteur
C6	Résister à l'environnement extérieur

Problématique

Suite à la demande de plusieurs clients, le constructeur souhaite faire évoluer son produit. La modification consiste à remplacer le système à compensation hydraulique par un système à compensation mécanique (plus simple, moins coûteux et plus fiable), tout en conservant les mêmes vérins hydrauliques de levage.

Le système à compensation mécanique est constitué de 2 sous-systèmes :

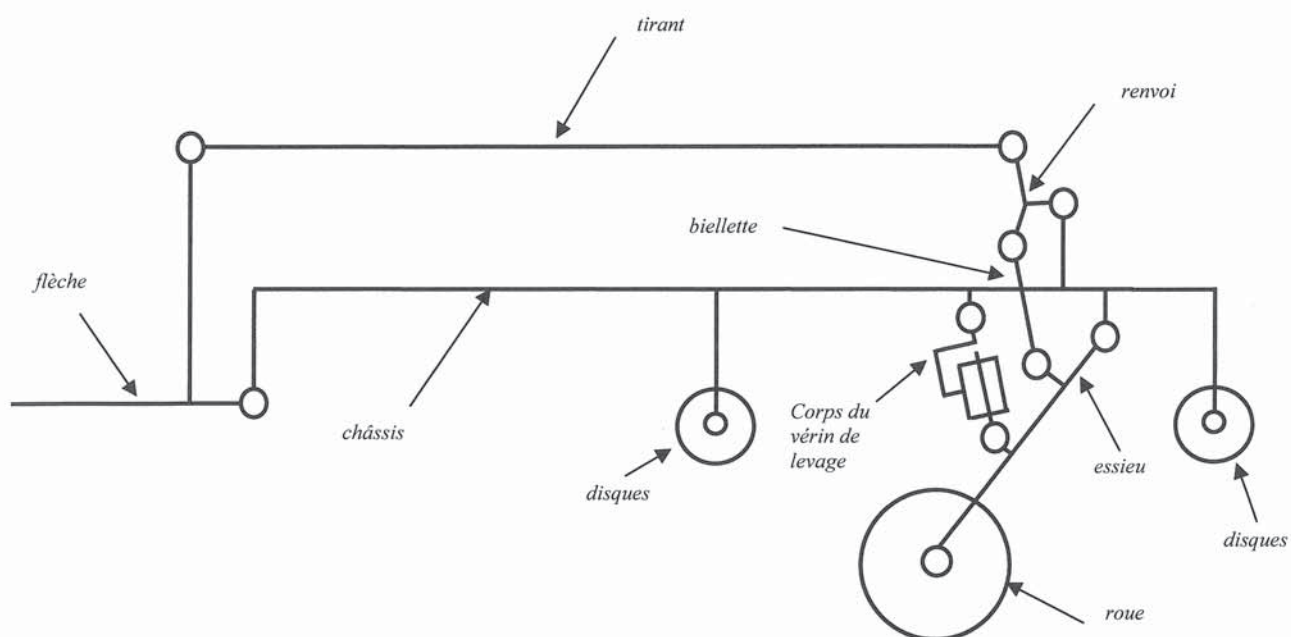
- sous système « élastique »
- sous système « de renvoi »

L'étude suivante consiste à vérifier :

- que le système à compensation mécanique proposé répond au cahier des charges d'un point de vue cinématique,
- que les vérins hydrauliques de levage restent aptes à actionner le système dans sa nouvelle version,
- que les éléments du système à compensation mécanique sont correctement dimensionnés pour supporter les différents efforts.

Nouveau système à compensation mécanique

Schéma cinématique plan (sans le sous système « élastique »)



I Analyse du fonctionnement

1) Analyse interne du système

Question 1 : A partir de la description du système et des différents documents techniques, compléter le diagramme FAST du système à compensation mécanique sur le document réponse1.

2) Mise en évidence de la nécessité du système de compensation :

On donne, sur le document réponse 2, le schéma cinématique dans la position transport (figure 1) sans le système de compensation mécanique.

Question 2 : Compléter le schéma cinématique en représentant les différentes pièces dans la position travail (document réponse 2 figure 2).

Question 3 : Préciser, la position du châssis et des disques par rapport au sol en position travail.

Question 4 : Indiquer alors, sur le document réponse 2, si la fonction technique FT3 (voir diagramme FAST sur le document réponse 1) est respectée et conclure.

II Caractérisation cinématique du système de compensation mécanique

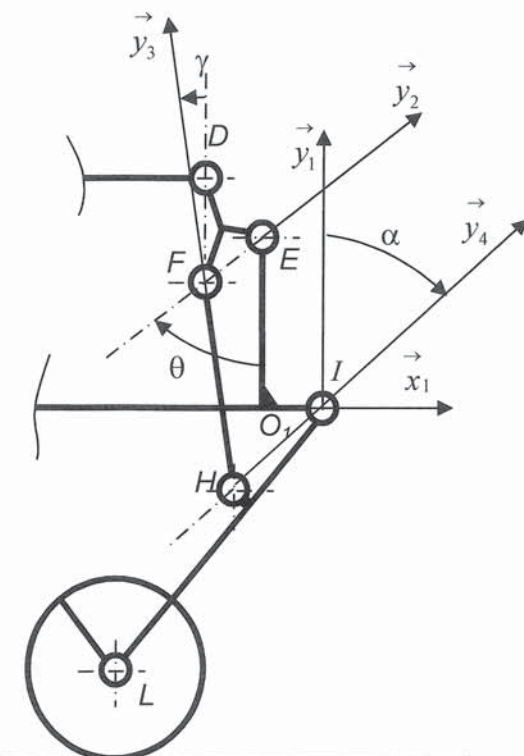
Le cahier des charges impose le maintien du châssis horizontal par rapport au sol dans les positions travail et transport, l'attache au tracteur étant fixe (dans cette étude) et les roues étant en contact avec le sol.

Pour simplifier l'étude, nous supposons que le châssis est fixe et parallèle au sol. Il est donc nécessaire de déterminer la relation entre l'amplitude du mouvement des roues et l'amplitude du mouvement de la fixation au tracteur qui permette de respecter le cahier des charges fonctionnel. Pour déterminer cette relation, nous allons procéder en trois étapes.

1) Amplitude du déplacement angulaire du renvoi pour passer de la position transport à la position travail (15 cm de pénétration dans le sol) :

Le passage de la position transport à la position travail implique une variation de l'angle α (voir modélisation ci-dessous) de $\alpha=70^\circ$ (position transport) à $\alpha=127^\circ$ (position travail), l'objectif de cette question est de déterminer la variation de l'angle θ correspondante.

Hypothèses et données :



$R_1(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ repère lié au châssis

$R_2(F, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_1)$ repère lié au renvoi

$R_3(H, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_1)$ repère lié à la bielle

$R_4(H, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_1)$ repère lié à l'essieu

$\alpha = (\vec{y}_1, \vec{y}_4)$; $\theta = (\vec{y}_1, \vec{y}_2)$; $\gamma = (\vec{y}_1, \vec{y}_3)$

$\|O_1E\| = h = 582 \text{ mm}$; $\|O_1I\| = e = 148 \text{ mm}$;

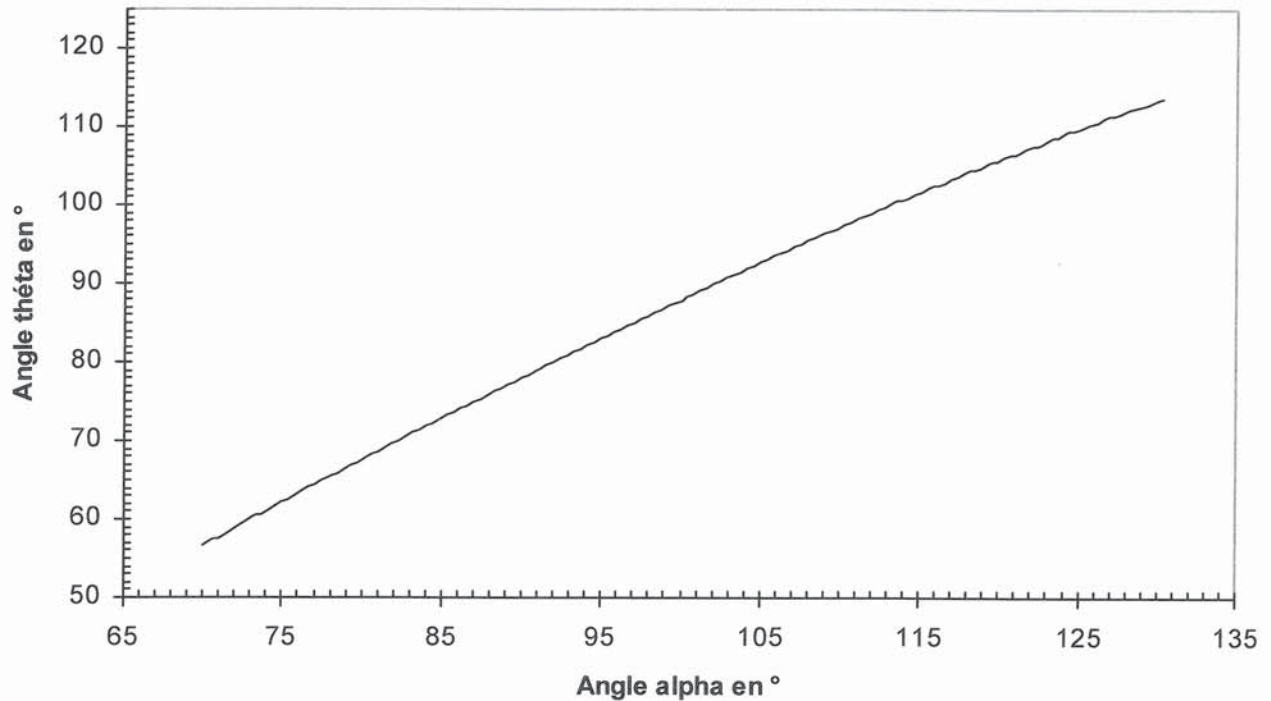
$\|EF\| = c = 266 \text{ mm}$; $\|FH\| = l = 530 \text{ mm}$;

$\|IH\| = d = 276 \text{ mm}$

Question 5 : Ecrire la condition de fermeture géométrique entre les points : O_1, I, H, F et E .

Question 6 : En déduire deux équations scalaires en projection sur les axes $\vec{x}_1$ et $\vec{y}_1$.

La résolution mathématique du système d'équations obtenu permet de déterminer l'angle θ (théta) en fonction de l'angle α (alpha). Le résultat est visible sur la courbe ci-dessous.

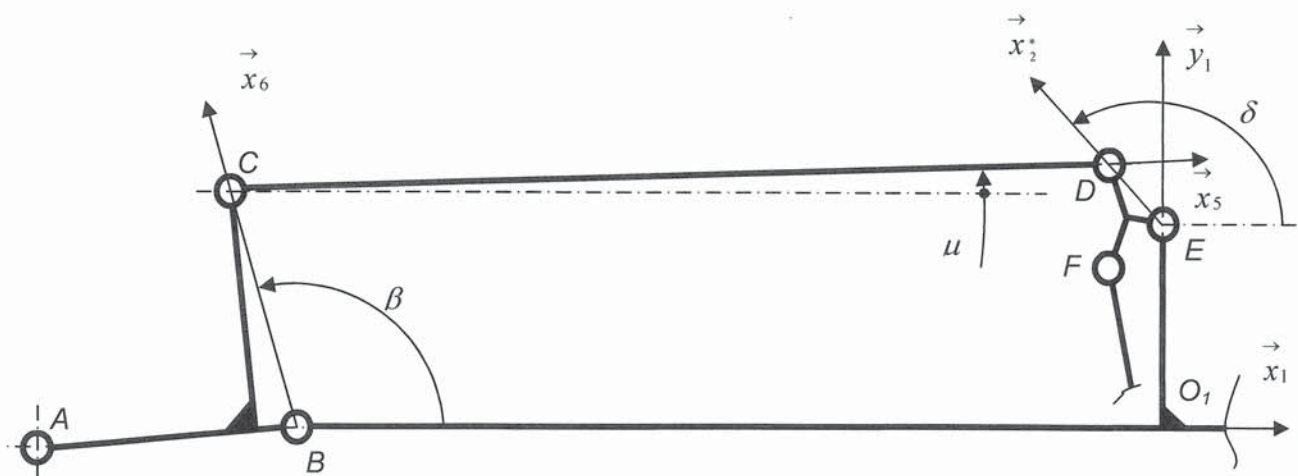


Question 7 : Relever numériquement la variation angulaire $\Delta\theta$ de l'angle θ pour passer de la position transport à la position travail.

2) Amplitude de déplacement angulaire de la flèche lors du passage de la position transport à la position travail (15 cm de pénétration dans le sol) :

L'objectif de cette question est de déterminer la variation de l'angle β en fonction de la variation de la position angulaire δ du renvoi. En position transport, $\delta = 145^\circ$ et en position travail $\delta = 91^\circ$.

Hypothèses et données



$R_1(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ repère lié au châssis

$R_2^*(E, \vec{x}_2^*, \vec{y}_2^*, \vec{z}_1)$ repère lié au renvoi

$R_5(C, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_1)$ repère lié au tirant

$R_6(B, \vec{x}_6, \vec{y}_6, \vec{z}_1)$ repère lié à la flèche

$\delta = (\vec{x}_1, \vec{x}_2^*)$; $\mu = (\vec{x}_1, \vec{x}_5)$; $\beta = (\vec{x}_1, \vec{x}_6)$

$$\|\overline{DE}\| = b = 266 \text{ mm} ; \|\overline{CD}\| = i = 3468 \text{ mm} ;$$

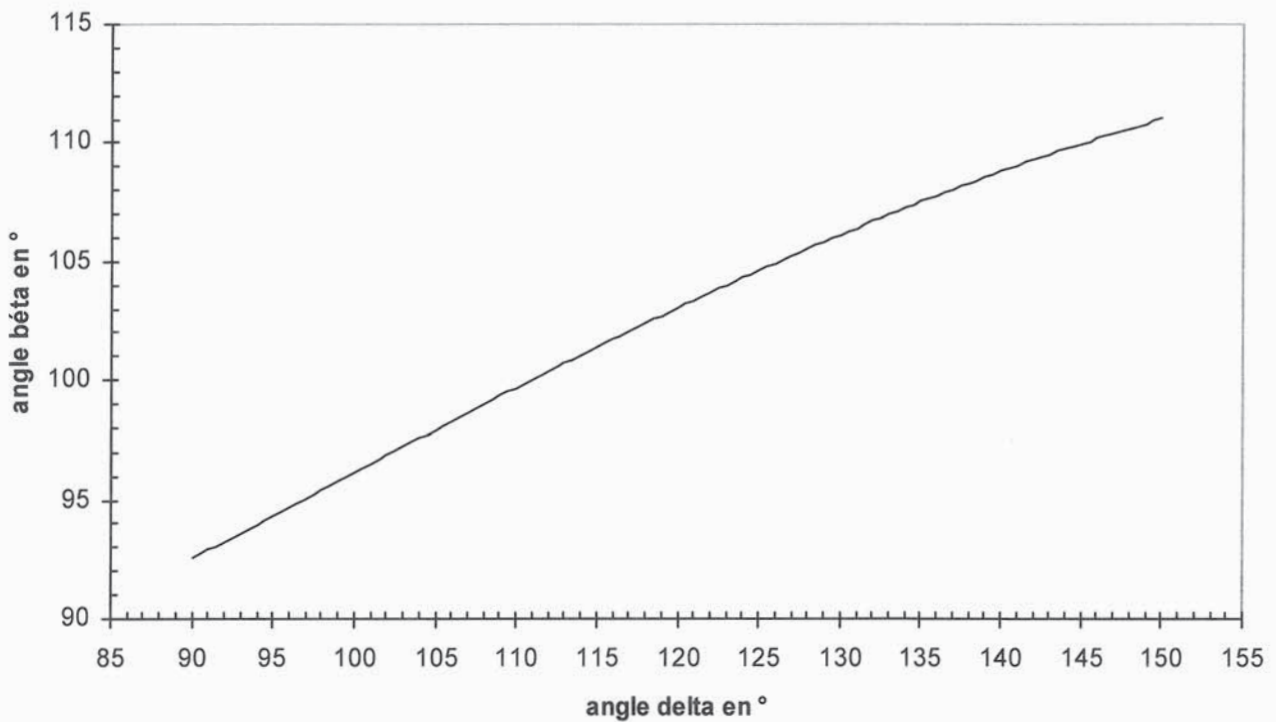
$$\|\overline{CB}\| = a = 733 \text{ mm} ; \|\overline{AB}\| = f = 1890 \text{ mm} ;$$

$$\|\overline{O_1B}\| = g = 3436 \text{ mm} ; \|\overline{O_1E}\| = h = 582 \text{ mm}$$

Question 8 : Ecrire une condition de fermeture géométrique.

Question 9 : En déduire deux équations scalaires en projection sur les axes $\vec{x}_1$ et $\vec{y}_1$.

La résolution mathématique du système d'équations obtenu permet de déterminer l'angle β (bêta) en fonction de l'angle δ (delta). Le résultat est visible sur la courbe ci-dessous.



Question 10 : Déterminer numériquement la variation angulaire $\Delta\beta$ de l'angle β pour passer de la position transport à la position travail.

3) Amplitude de déplacement de l'extrémité de la flèche (point A)

Sur le document réponse 3 (figure 1), l'essieu est représenté en position transport.

Question 11 : Tracer, sur le document réponse 3 (figure 1), l'épure de la position de l'essieu en position travail (correspondant à la variation de l'angle α) et en déduire la valeur de la variation en hauteur du point L centre de la roue.

Sur le document réponse 3 (figure 2), la flèche est représentée en position transport.

Question 12 : Tracer, sur le document réponse 3 (figure 2), l'épure de la position de la flèche pour la position travail (correspondant à la variation de l'angle β déterminée précédemment) et en déduire la valeur de la variation en hauteur du point A extrémité de la flèche.

Question 13 : Comparer les valeurs obtenues, et dans l'éventualité d'une différence, préciser l'incidence qu'elle va avoir.

III Vérification des 2 vérins hydrauliques

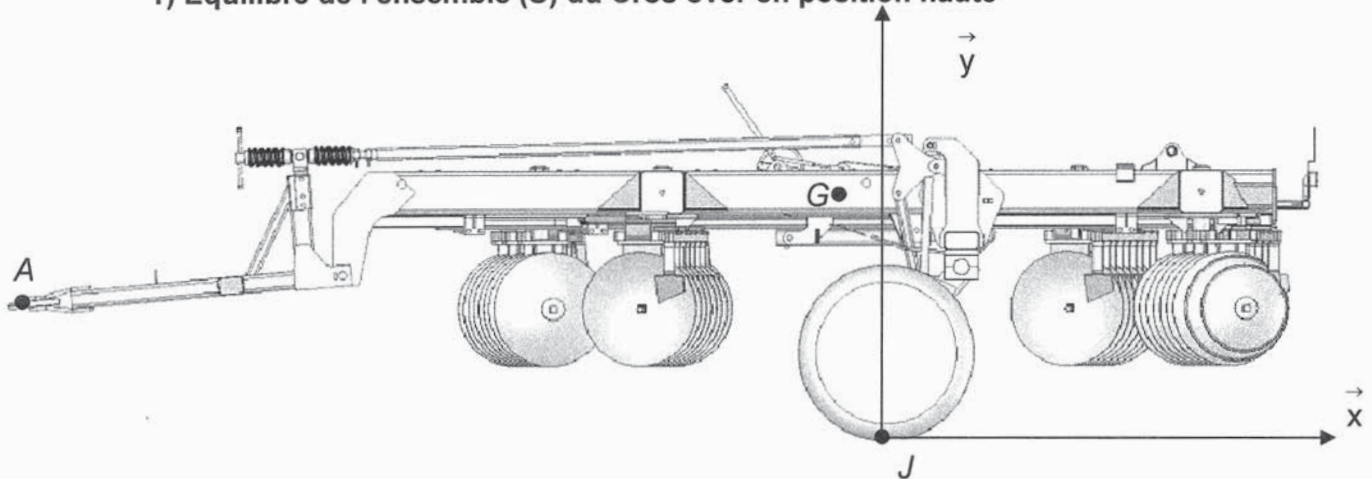
L'objectif de cette partie est de vérifier qu'avec le système de compensation mécanique les vérins hydrauliques permettent toujours de relever le système dans de bonnes conditions.

Une étude préalable a déterminé que la position la plus défavorable est à la fin du levage de l'ensemble (passage de la position travail à la position transport).

Pour toute cette partie :

- les liaisons seront supposées parfaites
- $R(J, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est un repère fixe lié au châssis,
- les efforts sont donnés en Newtons,
- les coordonnées des différents points sont données en millimètres,
- le système est supposé immobile.

1) Equilibre de l'ensemble (S) du Cros over en position haute



Hypothèses et données

Le système étudié admet un plan de symétrie $(J, \vec{x}, \vec{y})$.

La liaison roue sol sera assimilée à une liaison ponctuelle de normale : $J, \vec{y}$.

$$\vec{JG} = (-260; 1400; 0) \text{ et } \vec{JA} = (-5000; 785; 0)$$

$$\text{L'action de la pesanteur sur (S) en G vaut : } \left\{ \mathcal{T}_{pes \rightarrow S} \right\}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -38500 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

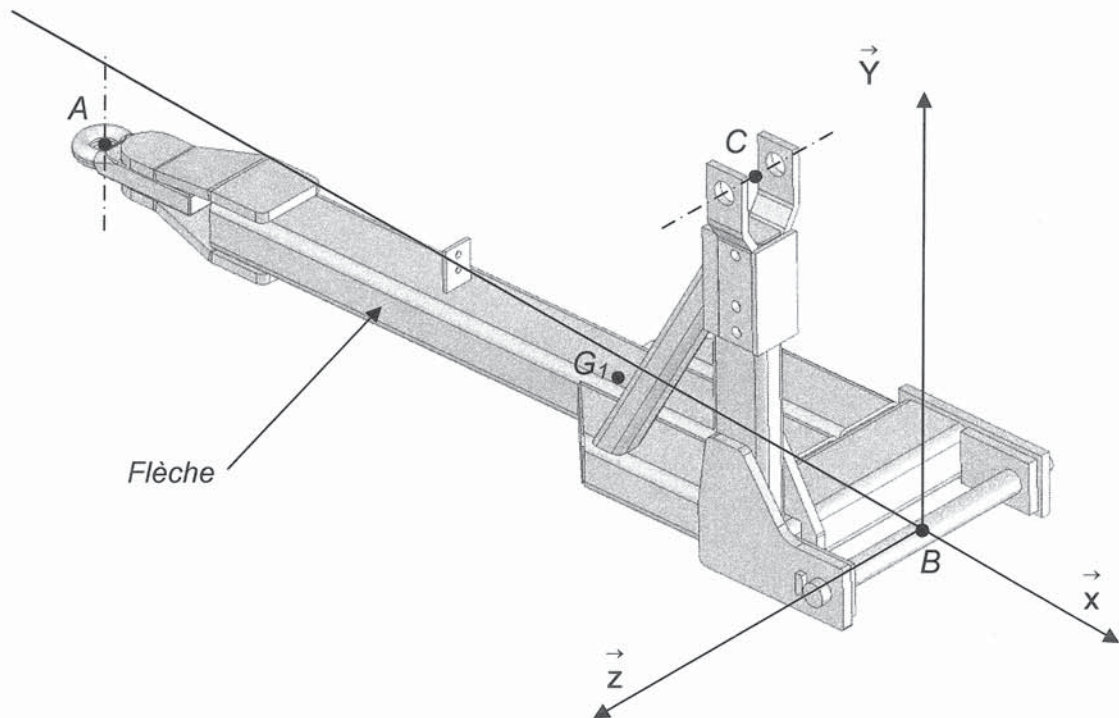
L'action du tracteur sur (S) en A est notée : $\{\mathcal{T}_{trac \rightarrow S}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{(trac \rightarrow S)} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$

Question 14 : Ecrire le torseur d'action mécanique transmissible $\{\mathcal{T}_{sol \rightarrow S}\}$ en J.

Question 15 : Appliquer le principe fondamental de la statique à l'ensemble S au point J

Question 16 : En déduire la valeur de $Y_{(trac \rightarrow S)}$.

2) Equilibre de la flèche



Hypothèses et données :

La liaison entre la flèche et le châssis est modélisée par une liaison pivot d'axe $B, \vec{z}$

$\vec{BG}_1 = (-620; -40; 50)$; $\vec{BA} = (-1900; -160; 0)$ et $\vec{BC} = (-250; 687; 205)$

L'action de la pesanteur sur la flèche en G_1 vaut : $\{\mathcal{T}_{pes \rightarrow flèche}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -1460 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{G_1}$

L'action du tracteur sur la flèche (quels que soient les résultats trouvés précédemment) vaut :

$$\{\mathcal{T}_{trac \rightarrow flèche}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 2100 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A$$

L'action de l'ensemble $S_1 = \{\text{noix} + \text{tirant}\}$ sur la flèche (l'angle μ étant considéré comme

faible) est notée : $\{\mathcal{T}_{S_1 \rightarrow flèche}\} = \begin{Bmatrix} X_{S_1 \rightarrow flèche} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_C$

Question 17 : Ecrire le torseur d'action mécanique transmissible $\{\mathcal{T}_{cha \rightarrow flè}\}$ par la liaison entre la flèche et le châssis au point B.

Question 18 : Appliquer le principe fondamental de la statique à la flèche au point B.

Question 19 : En déduire la valeur de $X_{S_1 \rightarrow flè}$

3) Equilibre du renvoi

Hypothèses et données :

Le système étudié admet un plan de symétrie

$(F; \vec{x}, \vec{y})$

La liaison entre le renvoi et la biellette est une liaison pivot d'axe $F, \vec{z}$.

La liaison entre le renvoi et le châssis est une liaison pivot d'axe $E, \vec{z}$

La liaison entre le renvoi et l'ensemble

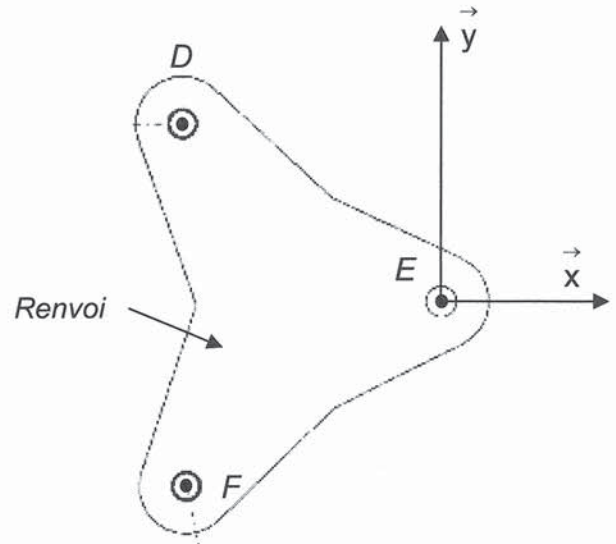
$S_1 = \{\text{noix} + \text{tirant}\}$ est une liaison pivot d'axe $D, \vec{z}$

On néglige le poids du renvoi et de la biellette devant les autres actions mécaniques.

L'action de $S_1 = \{\text{noix} + \text{tirant}\}$ sur le renvoi en D

(quels que soient les résultats trouvés

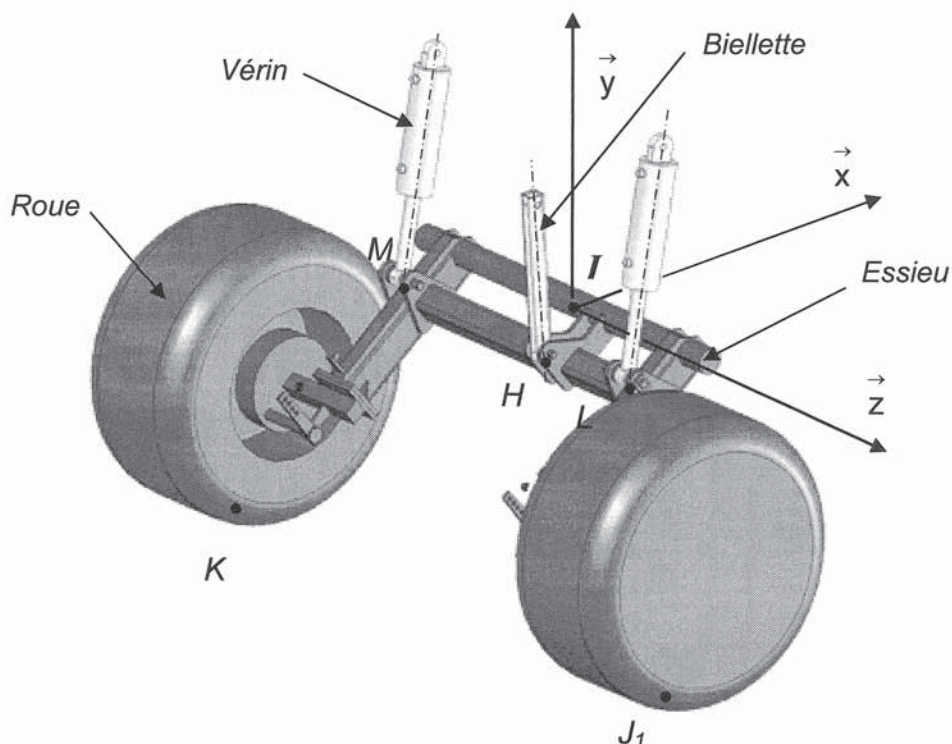
précédemment) vaut : $\|\vec{D}_{(S_1 \rightarrow \text{rev})}\| = 4350 \text{ N}$



Question 20 : Justifier, sur le document réponse 4, le support de : $\vec{F}_{(biel \rightarrow \text{rev})}$ en F.

Question 21 : sur le document réponse 4, traduire l'équilibre du renvoi et déterminer par une résolution graphique l'action $\vec{F}_{(biel \rightarrow \text{rev})}$ de la biellette sur le renvoi en F. On précisera rapidement la démarche utilisée.

4) Equilibre de l'ensemble $S_2 = \{\text{essieu} + \text{roues}\}$



Hypothèses et données :

La liaison entre l'essieu et la biellette est une liaison pivot d'axe $H, \vec{z}$.

Les liaisons entre les tiges de vérins et l'essieu sont des liaisons pivot d'axe $L, \vec{z}$ ou $M, \vec{z}$.

La liaison entre le châssis et l'essieu est une liaison pivot d'axe : $I, \vec{z}$.

Les liaisons entre les roues et le sol seront assimilées à deux liaisons ponctuelles de normale : $J_1, \vec{y}$ et $K, \vec{y}$.

Les deux vérins sont identiques et produisent chacun un effort $\parallel \vec{L}(\text{vé} \rightarrow S_2) \parallel$

On néglige le poids de l'essieu devant les autres actions mécaniques.

Une étude statique traduisant l'équilibre de l'ensemble S_2 a permis de trouver l'équation suivante : (forces en newton et distances en mètres) :

$$-0,218 \times \left\| \vec{J}_1(\text{sol} \rightarrow S_2) \right\| - 0,218 \times \left\| \vec{K}(\text{sol} \rightarrow S_2) \right\| + 2 \times 0,22 \times \left\| \vec{L}(\text{vé} \rightarrow S_2) \right\| - 0,276 \times \left\| \vec{H}(\text{biel} \rightarrow S_2) \right\| = 0$$

avec $\left\| \vec{J}_1(\text{sol} \rightarrow S_2) \right\| = \left\| \vec{K}(\text{sol} \rightarrow S_2) \right\| = 18210 \text{ N}$ et $\left\| \vec{H}(\text{biel} \rightarrow S_2) \right\| = 2700 \text{ N}$

Question 22 : Préciser la démarche qui a permis d'écrire cette équation.

Question 23 : Vérifier que les vérins conviennent pour la version à compensation mécanique.

IV Etude du sous système « élastique »

L'objectif de cette partie est d'analyser le fonctionnement du sous système « élastique ».

Question 24 : A partir du plan d'ensemble, compléter le document réponse 5 (figure 1) : schéma cinématique du sous système « élastique ».

Question 25 : Préciser (sur le document réponse 5) la procédure à réaliser pour régler en hauteur l'extrémité de la flèche, afin d'adapter le système à différents tracteurs.

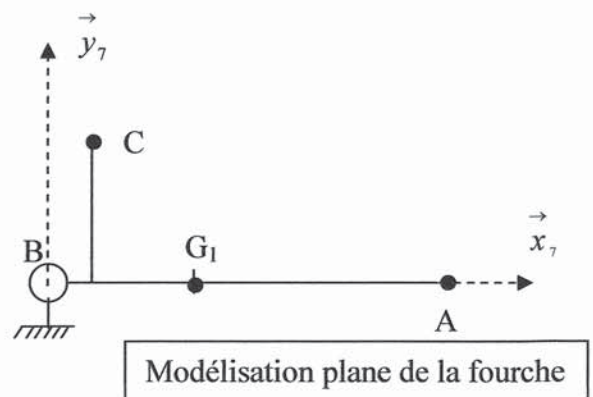
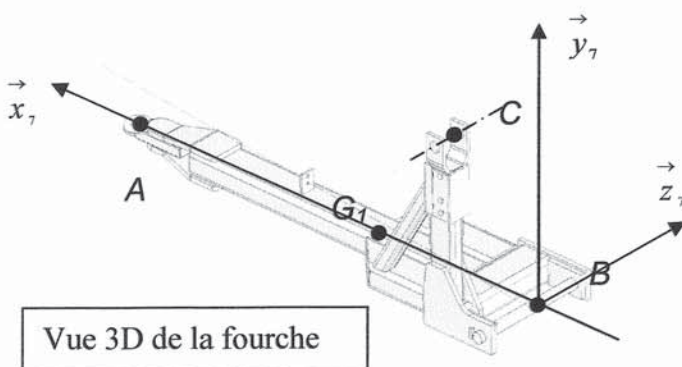
Question 26 : On désire changer les 2 butées à billes. Compléter, sur le document réponse 5 (figure 2) le graphe de montage (incomplet) permettant de réaliser cette maintenance.

On désire étudier le comportement du système à compensation mécanique lors du passage du tracteur sur une bosse.

Hypothèses et données

La flèche est animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe $B, \vec{z}_7$.

L'angle $\varphi(t)$ donne le paramétrage de ce mouvement.



Le problème est considéré comme plan.

$$\overrightarrow{BA} = a\overrightarrow{x_7} \text{ avec } a = 1860 \text{ mm}$$

$$\overrightarrow{BC} = c\overrightarrow{x_7} + b\overrightarrow{y_7} \text{ avec } c = 100 \text{ mm et } b = 700 \text{ mm}$$

$$\overrightarrow{BG_1} = d\overrightarrow{x_7} \text{ avec } d = 600 \text{ mm}$$

Les 2 ressorts sont identiques, leur raideur vaut $K = 2,2 \cdot 10^6 \text{ N.m}^{-1}$ et leur action mécanique conjuguée sur la flèche, en supposant que les déplacements angulaires restent faibles vaut :

$$\left\{ \mathcal{C}_{res1 \rightarrow 2 \rightarrow \text{flèche}} \right\}_c = \begin{cases} 2.K.b.\varphi(t).\overrightarrow{x_7} \\ \vec{0} \end{cases} \quad \text{avec } \varphi(t) \text{ en radian}$$

L'action de la pesanteur sur les différents éléments est négligée, devant les autres actions mécaniques, sauf pour la flèche qui a une masse $m = 146 \text{ kg}$

L'action du tracteur sur la flèche vaut : $\overrightarrow{F_{trac \rightarrow \text{flèche}}} = F.\overrightarrow{y_7}$ (supposée verticale)

La flèche est en liaison pivot d'axe $\overrightarrow{Bz_7}$ avec le châssis,

L'accélération de la pesanteur vaut : $\|\vec{g}\| = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

$$\text{Les caractéristiques d'inertie de la flèche sont : } \begin{pmatrix} 11.3 & -1.95 & -13.2 \\ -1.95 & 51.6 & 2.1 \\ -13.2 & 2.1 & 46.3 \end{pmatrix}_{G_1, \overrightarrow{x_7}, \overrightarrow{y_7}, \overrightarrow{z_7}} \text{ en kg.m}^2$$

Question 27 : Expliquer brièvement l'utilité de ce sous système « élastique »

Question 28 : A partir de l'écriture au point B du principe fondamental de la dynamique en projection sur l'axe $\overrightarrow{Bz_7}$ montrer que l'expression de l'accélération angulaire de la flèche est la suivante :

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{a.F - m.g.d}{I_{Bz}} - \frac{2.b^2.K}{I_{Bz}}.\varphi(t) \quad \text{avec } I_{Bz} \text{ moment d'inertie de la flèche autour de l'axe } \overrightarrow{Bz_7}$$

En réalité, l'action du tracteur sur la flèche n'est pas constante mais dépend de nombreux paramètres dont la forme de la route et la vitesse du tracteur. On note $F(t)$ l'action du tracteur sur la flèche (toujours supposée verticale), φ_0 et F_0 les valeurs de $\varphi(t)$ et de $F(t)$ à l'équilibre statique.

Les questions suivantes vont permettre d'aborder de façon simplifiée l'étude fréquentielle du mouvement de la flèche autour de la position d'équilibre.

Question 29 : Ecrire, au point B et en projection sur l'axe $\overrightarrow{Bz_7}$, l'équation du moment statique traduisant l'équilibre de la flèche.

Question 30 : En posant $\varphi^*(t) = \varphi(t) - \varphi_0$ et $F^*(t) = F(t) - F_0$ et à partir des questions précédentes écrire l'équation des petits mouvements autour de la position d'équilibre statique.

On suppose dans une étude approchée que l'action du tracteur sur la flèche en terrain accidenté prend la forme :

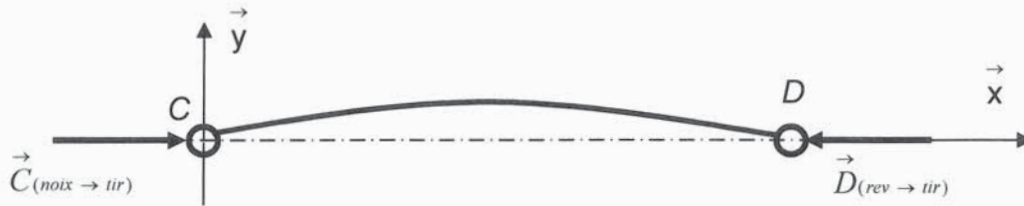
$$F(t) = F_0 + F_1 \sin \omega t \quad \text{avec } F_0 = 2000 \text{ N}, F_1 = 4000 \text{ N}, f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ et } 0 < f < 10 H_z$$

Question 31 : Afin d'éviter les phénomènes de résonance, vérifier que la raideur des ressorts permette d'obtenir une fréquence propre du système différente de la fréquence f de l'action du tracteur sur la flèche.

V Vérification du tirant au flambage :

On se propose de vérifier la tenue au flambage du tirant.

On adopte la modélisation suivante :



Hypothèses et données :

$\|\vec{C}_{(noix \rightarrow tir)}\| = \|\vec{D}_{(rev \rightarrow tir)}\| = 15000 \text{ N}$ (quels que soient les résultats trouvés précédemment)

La longueur du tirant est de 3,4 mètres

Le tirant est de section carrée creuse : 70 mm x 70 mm, épaisseur 5 mm

La résistance élastique (R_e) du matériau constituant le tirant vaut 355 MPa.

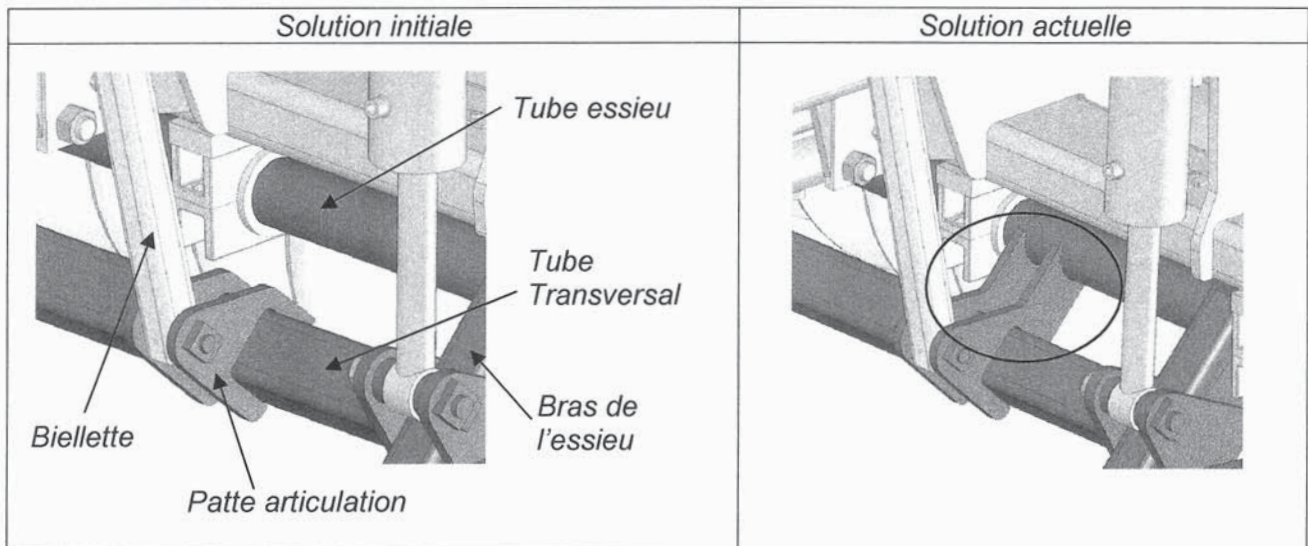
La résistance pratique à la compression (R_{pc}) du matériau constituant le tirant vaut 100 MPa.

Le module d'élasticité longitudinal (E) du matériau constituant le tirant vaut $2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$.

Question 32 : A l'aide du document technique DT4 «Vérification d'une poutre au flambage » : calculer le coefficient d'élancement de la poutre et vérifier que le tirant résiste aux efforts.

VI Validation de la modification de la fixation du tube transversal de l'essieu

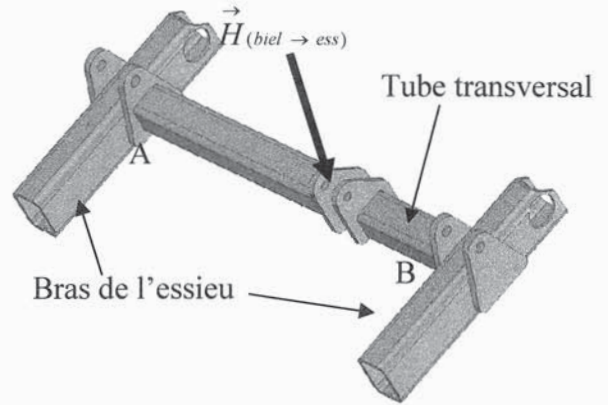
L'objectif de cette partie est de valider la modification du constructeur qui a consisté à lier (par soudage) les deux pattes assurant l'articulation avec la biellette à la fois au tube transversal et au tube de l'essieu. Cette modification doit permettre de soulager les soudures entre le tube transversal et les bras de l'essieu.



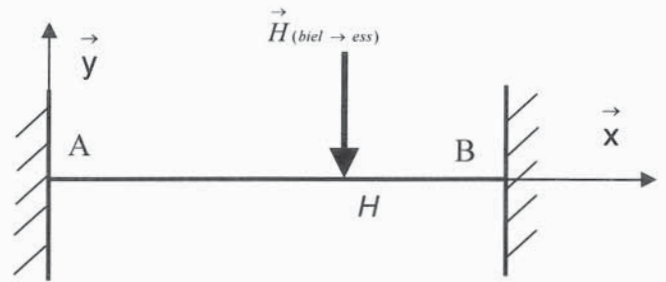
1) Analyse de la solution initiale (Tube transversal soudé aux deux extrémités sur les bras de l'essieu) :

Hypothèses simplificatrices :

On néglige les effets dus au moment de torsion et le problème est supposé plan de plan $(H; \vec{x}, \vec{y})$.



On propose la modélisation ci-contre : poutre encastrée aux deux extrémités (A et B) et une charge concentrée supposée connue $\vec{H}_{(biel \rightarrow ess)}$ en H



Question 33 : Préciser le nombre d'inconnues statiques du problème ainsi modélisé.

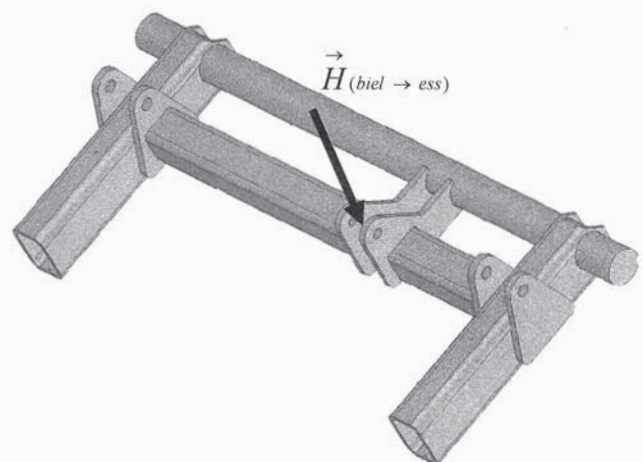
Question 34 : Expliciter en quelques lignes une méthode de résolution qui permette de déterminer les inconnues de liaisons en A et B.

Un logiciel d'éléments finis a permis d'obtenir la répartition de la contrainte équivalente dans le tube transversal (figure 1 du document technique DT5 : Résultats du logiciel de calcul par éléments finis).

Question 35 : Donner la valeur de la contrainte maximale et préciser sa localisation.

2) Validation de la solution actuelle (Tube transversal soudé aux deux extrémités sur les bras de l'essieu + pattes d'articulation soudées sur le tube d'essieu)

Un logiciel d'éléments finis a permis d'obtenir la répartition de la contrainte équivalente dans le tube transversal (figure 2 du document technique DT5 Résultats du logiciel de calcul par éléments finis) :



Question 36 : Donner la valeur de la contrainte maximale et préciser sa localisation.

Question 37 : La modification proposée par le constructeur vous paraît-elle judicieuse ?

FIN DE L'EPREUVE