

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2011**

**SOUS EPREUVE E51
MODELISATION ET COMPORTEMENT DES
PRODUITS INDUSTRIELS**

**Remorque porte voitures LOHR
SYSTEME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TELESCOPIQUE ST**

CORRIGE

Ce dossier comporte 6 pages.

CPE5MC-C

1 VALIDATION DES PERFORMANCES CINEMATIQUES

Construction du modèle numérique

Question 4.

$$6(n-1) - N_s - mc + h = 0$$

Donc

$$6(4-1) - (5+5+4+4) - 1 + h = 0$$

$$\text{Finalement : } h = 1$$

Modification à apporter : remplacer la liaison pivot L9 par une sphérique, ce qui réduit le nombre d'inconnues statiques de 2 tout en introduisant une mobilité cinématique interne supplémentaire.

$$6(4-1) - (5+3+4+4) - 2 + h = 0$$

d'ou : $h = 0$

2 VERIFICATION DE LA RESISTANCE DU BRAS...

Etude de l'équilibre statique de la plate-forme pour la phase de manœuvre

Question 6.

- Un système est plan s'il présente :
 - un plan de symétrie géométrique ;
 - une symétrie du chargement.
- Bilan des actions mécaniques extérieures au système isolé :

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{r}_{pes \rightarrow E} \\ \end{array} \right\}_{G_{PF}} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -4.mg & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(O,x,y,z)} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -77040 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(O,x,y,z)}$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{r}_{compas.AV \rightarrow P.F} \\ \end{array} \right\}_{H_1} = \left\{ \begin{array}{cc} X_{H1} & 0 \\ Y_{H1} & 0 \\ H_1 & 0 \end{array} \right\}_{(O,x,y,z)}$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{r}_{compas.AR \rightarrow P.F} \\ \end{array} \right\}_{H_2} = \left\{ \begin{array}{cc} X_{H2} & 0 \\ Y_{H2} & 0 \\ H_2 & 0 \end{array} \right\}_{(O,x,y,z)}$$

- Le principe fondamental de la statique appliqué à l'ensemble isolé s'écrit :
le système "Plate-forme" est en équilibre donc :

$$\left\{ \vec{r}_{P.F. \rightarrow P.F} \right\} = \{0\}$$

- La paire de compas la plus chargée appliquées est la paire arrière :

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{r}_{compas.AR \rightarrow P.F} \\ \end{array} \right\}_{H_2} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -24400 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(O,x,y,z)}$$

Etude de la phase de freinage

Question 7.

- Le mouvement de l'ensemble isolé E par rapport au sol pendant la phase de freinage en ligne droite est un mouvement de translation rectiligne suivant \vec{x} uniformément décéléré.
- Bilan des actions mécaniques extérieures à l'ensemble E (véhicules + plate-forme).

$$\left\{ \tau_{pes \rightarrow Ensemble} \right\}_{G_E} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -4.m.g & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -78480 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

$$\left\{ \tau_{compas.AV \rightarrow P.F} \right\}_{H_1} = \begin{Bmatrix} X_{H1} & 0 \\ Y_{H1} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

$$\left\{ \tau_{compas.AR \rightarrow P.F} \right\}_{H_2} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{H2} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

- Principe fondamental de la dynamique à l'ensemble E.

$$\left\{ \tau_{\vec{E} \rightarrow E} \right\}_{G_E} = \begin{Bmatrix} m_E.0,6.g.\vec{x} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

$$= \begin{Bmatrix} 47088.\vec{x} \\ -33,4.10^6.\vec{z} \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

- Réduction des actions mécaniques en H1

$$\left\{ \tau_{pes \rightarrow Ensemble} \right\}_{H_1} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -78480 & 0 \\ 0 & -241.10^6 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

$$\left\{ \tau_{compas.AR \rightarrow P.F} \right\}_{H_1} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{H2} & 0 \\ 0 & 5105.Y_{H2} \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

- Résolution des équations :

T.R.D. en projection sur \vec{x} : $X_{H1} = 47088$

T.M.R. en projection sur \vec{z} : $5105.Y_{H2} - 241.10^6 = -33,4.10^6$

$$Y_{H2} = 40653$$

T.R.D. en projection sur \vec{y} : $Y_{H1} + Y_{H2} - 78480 = 0$

$$Y_{H1} = 37826$$

- La paire de compas la plus chargée est la paire avant.
- Le torseur associé à l'action mécanique correspondante sur un compas donne :

$$\left\{ \tau_{compas.AV \rightarrow P.F} \right\}_{H_1} = \begin{Bmatrix} 23544 & 0 \\ 18913 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$$

Etude de la résistance du bras télescopique pendant la phase freinage

Question 8.

- Torseur des actions de cohésion entre les points H ($x = 0$) et J ($x = 520$)

$$\left\{ \tau_{cohésion} \right\}_G = \begin{Bmatrix} -5500 & 0 \\ 31000 & 0 \\ 0 & -31000.x \end{Bmatrix}_{(O,x_H,y_H,z)}$$

- Diagrammes correspondants sur les figures 1 et 2 du document réponse DR3.

Question 9. $\sigma_f = -\frac{Mfz}{\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)} \quad \sigma_{f(AA)} = 375 \text{ MPa} \text{ et } \sigma_{f(BB)} = 281 \text{ MPa}$

Section dans laquelle les contraintes de flexion sont les plus élevées : section AA passant par J

Question 10. Coefficient de sécurité $s = \frac{R_e}{\sigma_{f(AA)}} = 1,25$

Le bras télescopique est correctement dimensionné.

3 – DETERMINATION DE LA PUISSANCE DU GROUPE DE LEVAGE.

Vérification de la position correspondant à la puissance maximale théorique du vérin – Détermination de cette puissance

Question 11.

- L'effort maximal du vérin est fournie à l'instant $t = 0$ (pour la position 0) et vaut $23 \cdot 10^4 \text{ N}$
- Puissance maximale théorique du vérin $P = \vec{F}_{PF \rightarrow \text{Vérin}} \cdot \vec{V}_{H3/0} \quad P = 230000 \times 0,01 \quad \boxed{P = 2300 \text{ W}}$

Prise en compte des frottements dans la liaison L8 - puissance réelle du vérin

Question 12.

- Vecteur vitesse de glissement $\vec{V}_{(F \in 3/8)}$ et force $\vec{F}_{8 \rightarrow 3}$: voir figure 3 document DR3
- Puissance P_{L8} dissipée dans la liaison L8, à l'instant $t = 0$: $P_{L8} = \vec{F}_{8 \rightarrow 3} \cdot \vec{V}_{F3/8} = -F_N \cdot \|\vec{V}_{F3/8}\| \cdot \tan \varphi$

$$P_{L8} = 26,6 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15$$

$$\boxed{P_{L8} = 36 \text{ W}}$$

Question 13. $\boxed{P_{Vréelle} = P + P_f = 2470 \text{ W}}$

Puissance hydraulique Détermination de la puissance mécanique utile du moteur

Question 14.

- Puissance hydraulique maximale $P_{Hyd} = 2 \cdot \frac{P_{Vréelle}}{\eta_v} = 2 \cdot \frac{2470}{0,95}$ soit $\boxed{P_{Hyd} = 5200 \text{ W}}$
- Débit pompe $Q_v = 2 \cdot \|\vec{V}_{B \in S5/S4}\| \cdot S_{Vérin} = 2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot \frac{110^2}{4}$ soit $\boxed{Q_v = 1,9 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 / \text{s}}$
ou $\boxed{Q_v = 11,4 \text{ l} / \text{min}}$

- Pression en sortie de pompe : $P_{Hyd} = p \cdot Q_v$

$$p = \frac{P_{Hyd}}{Q_v} = \frac{5200}{0,19 \cdot 10^{-3}} \quad \text{soit} \quad \boxed{p = 27,36 \text{ MPa}}$$

- Sur DT6 pour une PA12 et $Q_v = 11,7 \text{ l} / \text{min}$, on relève : $N = 1000 \text{ trs} / \text{min} \quad \eta_{pompe} = 0,976$

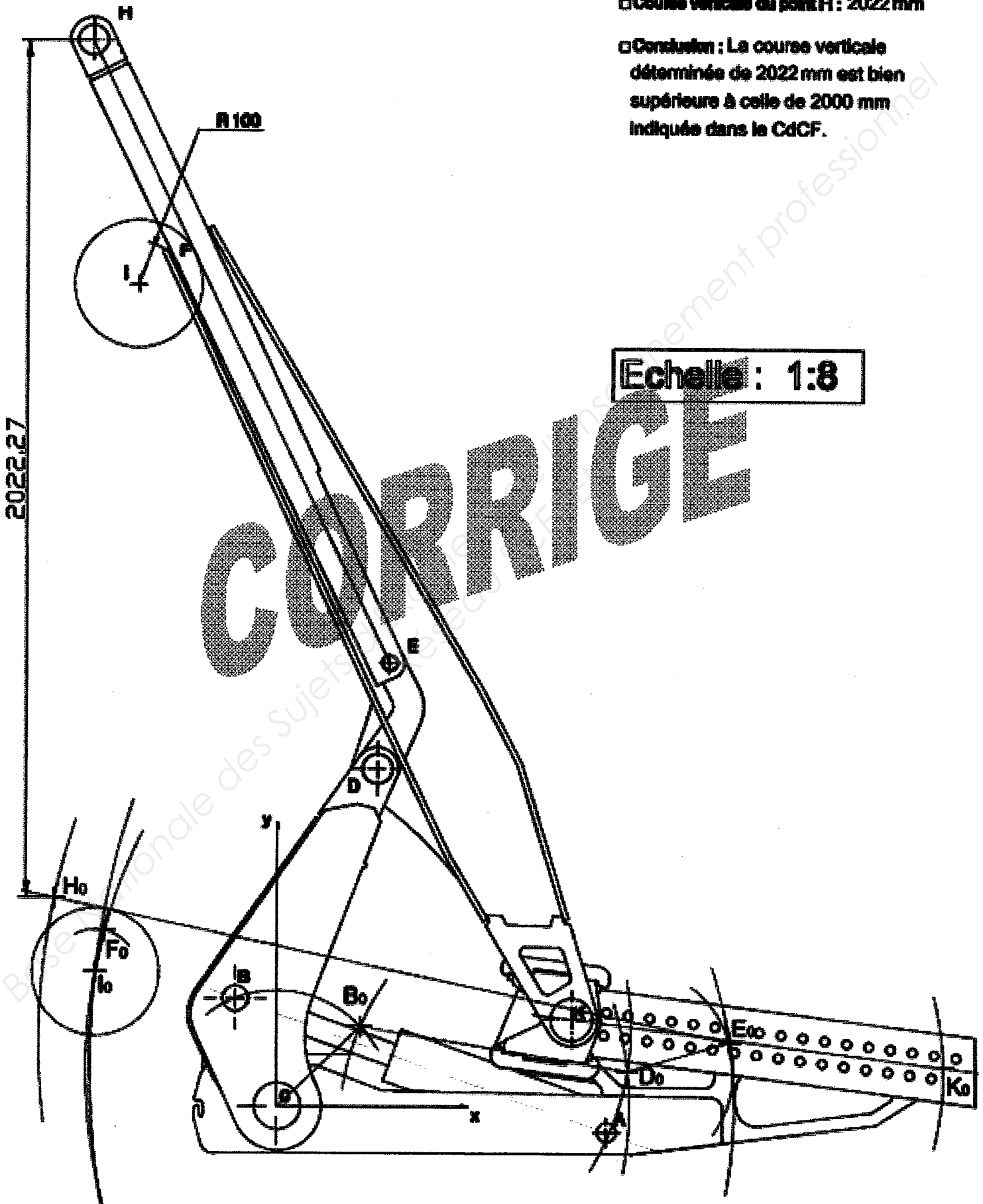
- Puissance utile du moteur : $P_{MU} = \frac{P_{Hyd}}{\eta_{pompe}} = \frac{5200}{0,976}$ soit $\boxed{P_{MU} = 5327 \text{ W}}$

- L'entraînement de la pompe par un moteur électrique monté sur la remorque est possible bien qu'aux limites de la capacité en courant de la batterie (plus de 220 A) ; il s'agit cependant de la puissance maximale à $t = 0$, pour une vitesse imposée de façon théorique (autorégulation).

1.1 - Détermination du déplacement de la plate-forme lors de la manœuvre

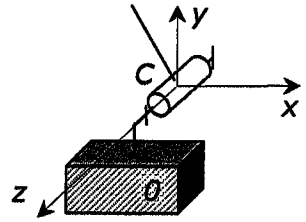
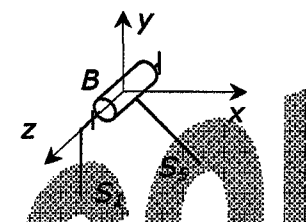
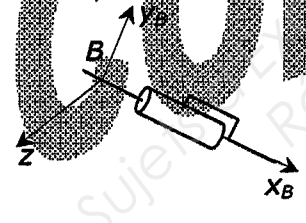
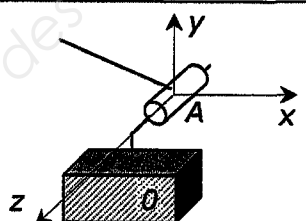
Question 1.

Question 2.

 Course verticale du point H : 2022 mm Conclusion : La course verticale déterminée de 2022 mm est bien supérieure à celle de 2000 mm indiquée dans le CdCF.**Echelle : 1:8**

Question 3.

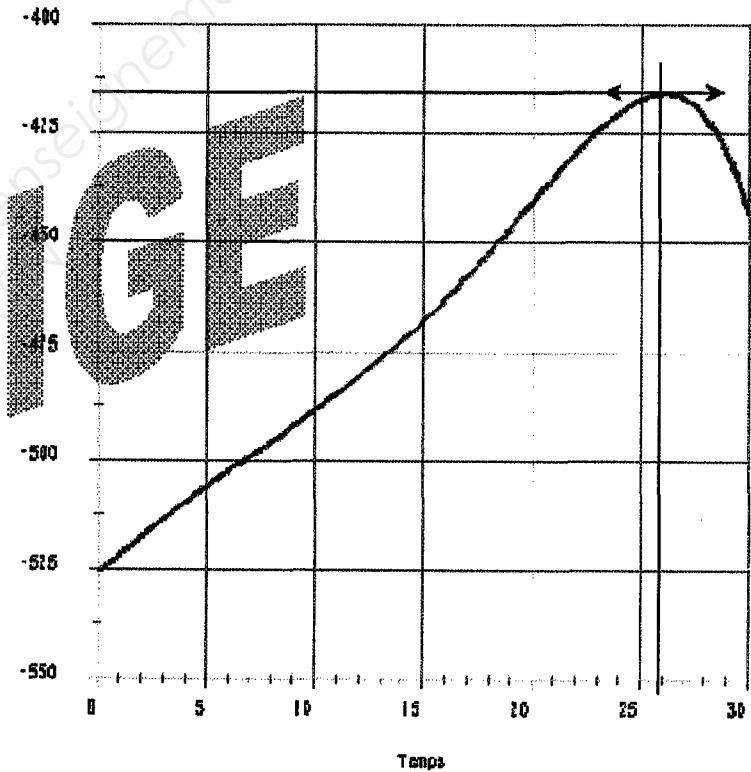
Modélisation des liaisons

Liaison	Nom	Caractéristiques géométriques	Repère – Symbole (Voir Fig.1 DT4)
L1 entre S0 et S1	Liaison pivot	Axe (C, z)	
L9 entre S1 et S5	Liaison pivot	Axe (B, z)	
L1 entre S5 et S4	Liaison pivot glissant	Axe (B, x _B)	
L1 entre S4 et S0	Liaison pivot glissant	Axe (A, z)	

Question 5.

Débattement horizontal du point H

Courbe 1 : Position du point H0 sur l'axe Cx en mm



- Débattement horizontal (suivant x) du point H :
 $\Delta x = 525 - 415 = 110 \text{ mm}$
- Conclusion: valeur inférieure à 120 mm \rightarrow conforme au CdCF

Question 8. Sollicitations dans le bras télescopique 3

Fig. 1 Diagramme des efforts normaux

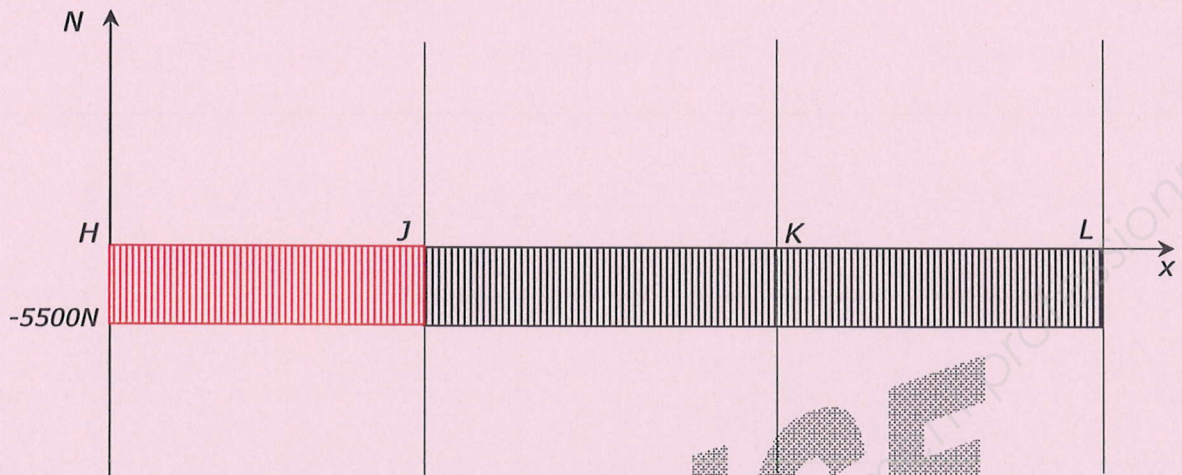
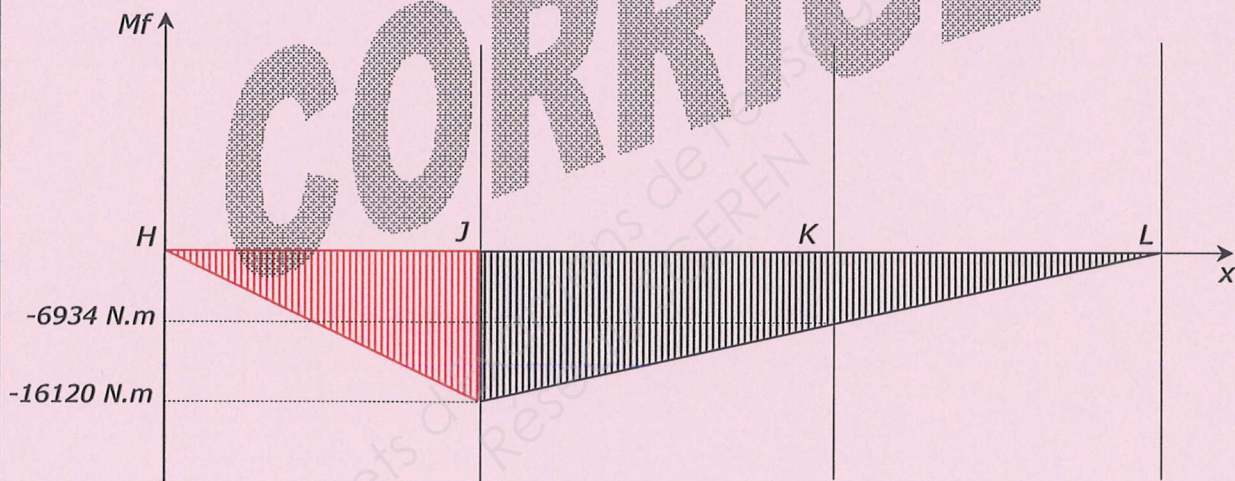


Fig. 2 Diagramme des moments de flexion



Question 12.

Prise en compte des frottements dans la liaison L8

