

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 Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

**Modélisation des éléments de mécanismes
Calcul des grandeurs caractéristiques
(Sous épreuve E 4-1)**

CORRIGÉ

I. VÉRIFICATION DE LA PUISSANCE HYDRAULIQUE EN FONCTIONNEMENT

I.1) Détermination de la pression minimale d'alimentation du vérin

Q I.1.

EQUILIBRE DE 2

Corrigé

□ Bilan

$${}_P \{ \overrightarrow{SP}_{mi} \} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ m \cdot g & 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 800 \cdot (-10) & 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -8000 & 0 \end{Bmatrix};$$

$${}_A \{ \overrightarrow{SA}_{3/2} \} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_A & 0 \end{Bmatrix}; \quad {}_B \{ \overrightarrow{SB}_{4/2} \} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_B & 0 \end{Bmatrix}$$

□ PFS

Le solide 2 est en équilibre et il est soumis à 3 AME. La somme des AME est nulle.

□ Résolution

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i/\bar{z}} \Rightarrow -8000 + Z_A + Z_B = 0 \\ \text{hyp} \Rightarrow Z_A = Z_B \end{array} \right\} \quad Z_A = Z_B = 4000 \text{ N}$$

□ Tracé (sur DR1)

Q I.2. Le poids de 5-5' étant négligeable, cet ensemble est soumis à des actions modélisables par deux glisseurs $\vec{F}_{4-4'} / 5-5'$ et $\vec{E}_{3-3'} / 5-5'$. L'équilibre de 5-5' impose que ces deux glisseurs aient pour axe commun EF (Frottement négligeable dans les liaisons en E et F). Le principe des actions mutuelles appliqué en E et en F permet de dire que $\vec{F}_{5-5'} / 4-4'$ et $\vec{E}_{5-5'} / 3-3'$ ont également pour axe EF.

EQUILIBRE DE 4

□ Bilan

AME	Pt du support	Sens/direction	Norme (N)
$\overrightarrow{B}_{2/4}$	B	Vertical ↓	4000
$\overrightarrow{D}_{1/4}$	D	?	?
$\overrightarrow{F}_{5/4}$	F	EF	?

□ PFS

Le solide 4 est en équilibre et il est soumis à 3 AME. La somme des AME est nulle. Les AME doivent être concourantes en un même point.

□ Tracé (sur DR1) échelle 10mm ⇒ 2000N

□ Résultats

AME	Pt du support	Sens/direction	Norme (N)
$\overrightarrow{D}_{1/4}$	D	FD ↗	4600
$\overrightarrow{F}_{5/4}$	F	EF ←	2200

Q 1.3. L'équilibre de 5-5' donne $\vec{E}_{3/5} = -\vec{F}_{4/5}$ d'où $\vec{E}_{5/3}$ par le principe des actions mutuelles.

EQUILIBRE DE 3

□ Bilan

$$\left\{ \vec{S}_{A_{2/3}} \right\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -4000 & 0 \end{Bmatrix} ; \left\{ \vec{S}_{C_{1/3}} \right\}_C = \begin{Bmatrix} X_C & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_C & 0 \end{Bmatrix} ; \left\{ \vec{S}_{E_{5/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} -2200 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix} ;$$

Corrigé

$$\left\{ \vec{S}_{E_{6/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} E \cdot \cos(12,2^\circ) & 0 \\ 0 & 0 \\ E \cdot \sin(12,2^\circ) & 0 \end{Bmatrix}$$

□ PFS

Le solide 3 est en équilibre et il est soumis à 4 AME. La somme des AME est nulle.

Expression des torseurs au point E

$$\vec{M}_{E A_{2/3}} = \vec{EA} \wedge \vec{A}_{2/3} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 200 & -4000 & 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \left\{ \vec{S}_{A_{2/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -4000 & 0 \end{Bmatrix}$$

$$\vec{M}_{E C_{1/3}} = \vec{EC} \wedge \vec{C}_{1/3} = \begin{vmatrix} -96,82 & X_C & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 175 & Z_C & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 175 X_C & 96,82 Z_C & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \left\{ \vec{S}_{C_{1/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} X_C & 0 \\ 0 & 175 X_C + 96,82 Z_C \\ Z_C & 0 \end{Bmatrix}$$

Calcul

$$\begin{aligned} -2200 + E \cos(12,2^\circ) + 0 + X_C &= 0 \\ 0 + E \sin(12,2^\circ) - 4000 + Z_C &= 0 \\ 0 + 0 + 0 + 175 X_C + 96,82 Z_C &= 0 \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} -2200 + 0,977E + X_C &= 0 \\ +0,211E - 4000 + Z_C &= 0 \end{aligned} \Rightarrow E = 4034 \text{ N}$$

$$X_C = \frac{-96,82 \cdot Z_C}{175}$$

$$\left\{ \vec{S}_{E_{6/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} E \cdot \cos(12,2^\circ) & 0 \\ 0 & 0 \\ E \cdot \sin(12,2^\circ) & 0 \end{Bmatrix} \Rightarrow \left\{ \vec{S}_{E_{6/3}} \right\}_E = \begin{Bmatrix} 3943 & 0 \\ 0 & 0 \\ 852 & 0 \end{Bmatrix}$$

Q 1.4.

$$Pad = \frac{\| \vec{E}_{3/6} \|}{S} = \frac{\| \vec{E}_{3/6} \| \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{4034 \cdot 4}{\pi \cdot 32^2} = 5$$

$$Pad = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$Pad = 50 \text{ bars}$$

1.2) Course du vérin nécessaire pour atteindre la position en fin de montée

Q 1.5.

Mouvement de 6 par rapport à 7 : Translation rectiligne d'axe EH

Mouvement de 7 par rapport à 1 : Rotation de centre H d'axe H \vec{y}

Mouvement de 6 par rapport à 1 : Mouvement plan (O \vec{x}, \vec{y})

Trajectoire du point E : $T_{(E, 6/7)}$ sur DR2.

Q 1.6.

Mouvement de 3 par rapport à 1 : Rotation de centre C d'axe C \vec{y}

Trajectoire du point E : $T_{(E, 6/1)} \Rightarrow$ arc de cercle de centre C de rayon EC

Q 1.7.

Mouvement de 2 par rapport à 3 : Rotation de centre A d'axe A \vec{y}

Q 1.8.

Trajectoire du point A : $T_{(A, 2/1)} \Rightarrow$ arc de cercle de centre C de rayon CA

Mouvement de 2 par rapport à 1 : $T_{(A, 2/1)} = T_{(B, 2/1)} \Rightarrow$ Translation circulaire de rayon AC ou BD

1.3) Débit volumique nécessaire lors de la montée

Q I.9. Tracé sur DR2

$$\Rightarrow \overline{V}_{(A,2/1)} = 52 \text{ mm/s} \quad \text{et} \quad \overline{V}_{(E,7/6)} = 105 \text{ mm/s}$$

Q I.10.

$$Q_v = \left\| \overline{V}_{(E,7/6)} \right\| \cdot S = \left\| \overline{V}_{(E,7/6)} \right\| \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{105 \cdot \pi \cdot 32^2}{4} = 84446 \text{ mm}^3/\text{s} \quad Q_v = 84 \text{ cm}^3/\text{s}$$

1.4) Puissance hydraulique si document pompe

Q I.11.

$$P_{Hy} = Q_v \cdot P_{ad} = 84 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^6 = 420 \text{ W} \quad P_{Hy} = 420 \text{ W}$$

II. VÉRIFICATION DE LA DURÉE DE L'OPERATION D'AIGUILLAGE

2.1) Détermination de la durée du mouvement suivant l'axe x

Q II.12.

Phase I mouvement Translation Rectiligne Uniformément Accélééré

$$\begin{array}{lll} a_1(t) = a_1 & v_1(t) = a_1 (t - t_0) + v_0 & x_1(t) = \frac{1}{2} a_1 (t - t_0)^2 + v_0 (t - t_0) + x_0 \\ \text{Conditions initiales} & & \text{Conditions finales} \\ t_0 = 0 ; x_0 = 0 ; v_0 = 0 & & t_1 = ? ; x_1 = 100\text{mm} ; v_1 = 116\text{mm/s} ; a_1 = ? \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} v_1(t_1) = 116 = a_1 (t_1 - 0) \Rightarrow 116 = a_1 t_1 \\ x_1(t_1) = 100 = \frac{1}{2} a_1 (t_1 - 0)^2 \Rightarrow 100 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \end{array} \right\} \Rightarrow 100 = \frac{1}{2} 116 t_1 \quad \boxed{t_1 = \frac{200}{116} = 1,724 \text{ s}}$$

$$a_1 = 116 / 1,724 = 67,28 \text{ mm/s}^2$$

$$\boxed{a_1(t) = 67,28 \quad v_1(t) = 67,28 t \quad x_1(t) = 33,64 t^2}$$

Q II.13.

Phase II mouvement Translation Rectiligne Uniforme

$$\begin{array}{lll} a_2(t) = 0 & v_2(t) = v_2 & x_2(t) = v_1 (t - t_1) + x_1 \\ \text{Conditions initiales} & & \text{Conditions finales} \\ t_1 = 1,724\text{s} ; x_1 = 100\text{mm} ; v_1 = 116\text{mm/s} & & t_2 = ? ; x_2 = 1505\text{mm} ; v_2 = 116\text{mm/s} ; a_2 = 0 \end{array}$$

$$x_2(t) = 116 (t - 1,724) + 100 \Rightarrow x_2(t) = 116 t - 100 \Rightarrow x_2(t_2) = 1505 = 116 t_2 - 100 \Rightarrow \boxed{t_2 = 13,83 \text{ s}}$$

$$\boxed{a_2(t) = 0 \quad v_2(t) = 116 t \quad x_2(t) = 116 t - 100}$$

Q II.14.

Phase III mouvement Translation Rectiligne Uniformément Accélééré

$$\begin{array}{lll} a_3(t) = -a_1 & v_3(t) = a_3 (t - t_2) + v_2 & x_3(t) = \frac{1}{2} a_3 (t - t_2)^2 + v_2 (t - t_2) + x_2 \\ \text{Conditions initiales} & & \text{Conditions finales} \\ t_2 = 13,83\text{s} ; x_2 = 1505\text{mm} ; v_2 = 116\text{mm/s} ; a_3 = -67,28\text{mm/s}^2 & & t_3 = ? ; x_3 = ? ; v_3 = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} v_3(t) = -67,28 (t - 13,83) + 116 \Rightarrow v_3(t) = -67,28 t + 1047 \\ x_3(t) = -33,64 (t - 13,83)^2 + 116 (t - 13,83) + 1505 \Rightarrow x_3(t) = -33,64 t^2 + 930,5 t - 6440 + 116 t - 1605 + 1505 \\ \Rightarrow x_3(t) = -33,64 t^2 + 1046,5 t - 6540 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} v_3(t_3) = 0 = -67,28 t_3 + 1047 \Rightarrow t_3 = 15,56 \text{ s} \\ x_3(t_3) = x_3(15,56) = -33,64 (15,56)^2 + 1046,5 \cdot 15,56 - 6540 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{t_3 = 15,56 \text{ s} \quad x_3 = 1599 \text{ mm}}$$

$$\boxed{a_3(t) = -67,28 \quad v_3(t) = -67,28 t + 1047 \quad x_3(t) = -33,64 t^2 + 1046,5 t - 6540}$$

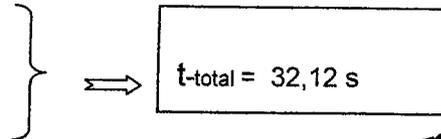
2.2) Détermination de l'opération d'aiguillage

Q II.15.

Translation sur l'axe x : $t_x = 15,56$ s

Monté sur l'axe z : $t_z = 1$ s

Translation sur l'axe y : $t_y = 15,56$ s



Corrigé

DEUXIEME ETUDE - VERIFICATION DE LA RESISTANCE DE LA CHAINE

III. DÉTERMINATION DES EFFORTS SUPPORTÉS PAR LA CHAINE

3.1) Détermination de la tension motrice dans les chaînes.

Q III.16 - Isolement d'une partie des chaînes + la palette

Calcul du poids de l'ensemble isolé (poids des éléments de chaînes négligés) :

$$P_p = m_p \cdot g = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ N}$$

□ Bilan

$$\vec{P}_p = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -5000 \end{pmatrix} ; \vec{F} = \begin{pmatrix} X_F \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} ; \vec{R} = \begin{pmatrix} -T_f \\ 0 \\ N \end{pmatrix} ; \vec{T}_p = \begin{pmatrix} -300 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

□ PFD

L'ensemble isolé est en accélération supposée constante. La somme des AME est égale au produit de la masse par l'accélération a_{moy} .

$$\vec{Mpa} = \begin{pmatrix} +mp \cdot a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad mp = 500 \text{ kg} ; a_{\text{moy}} = 0,07 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

□ Résolution

$$\sum / \vec{X} \Rightarrow X_F - T_f - 300 = mp \cdot a$$

$$\sum / \vec{Z} \Rightarrow -5000 + N = 0$$

$$\text{hyp} \Rightarrow T_f = \mu \cdot N$$

$$N = 5000 \text{ N}$$

$$T_f = 5000 \cdot 0,2 = 1000 \text{ N}$$

$$X_F = T_f + 300 + mp \cdot a = 1000 + 300 + (500 \cdot 0,07) = 1335 \quad X_F = 1335 \text{ N} \quad \vec{F} = \begin{pmatrix} 1335 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

3.2) Vérification de la résistance d'une chaîne.

Q III.17 - Tension équivalente dans une chaîne :

$$T_{\text{eq}} = T_{\text{totale}} \cdot C_s = 1470 \times 3 = 4410 \text{ N} \gg T_{\text{max}} = 4000 \text{ N} \Rightarrow \text{Le dimensionnement n'est pas acceptable.}$$

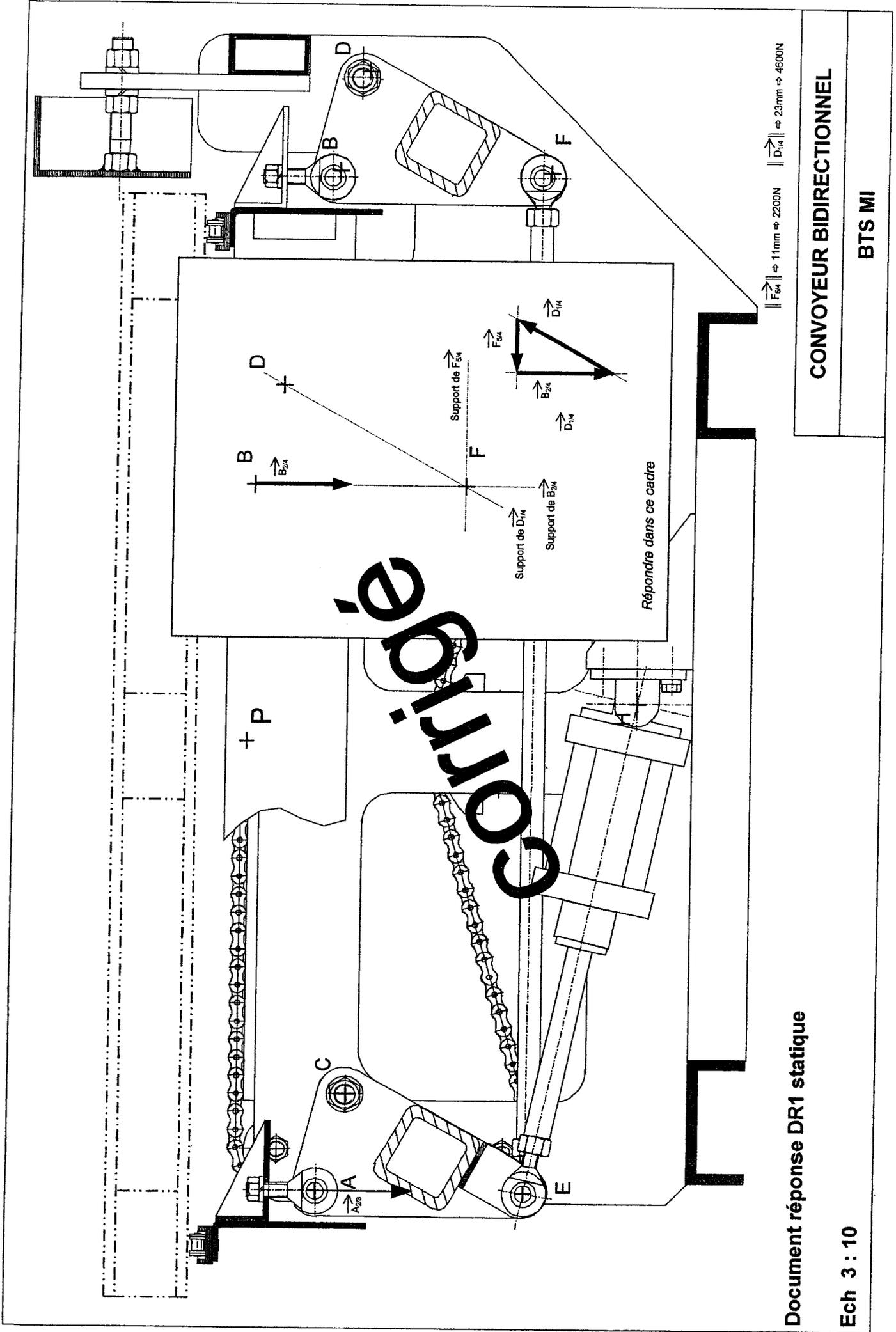
IV. RECHERCHE DE SOLUTIONS

Q IV.19

Autres solutions envisageables.

Utilisation

- d'une chaîne double.
- de deux chaînes identiques.
- d'une chaîne plus grosse.

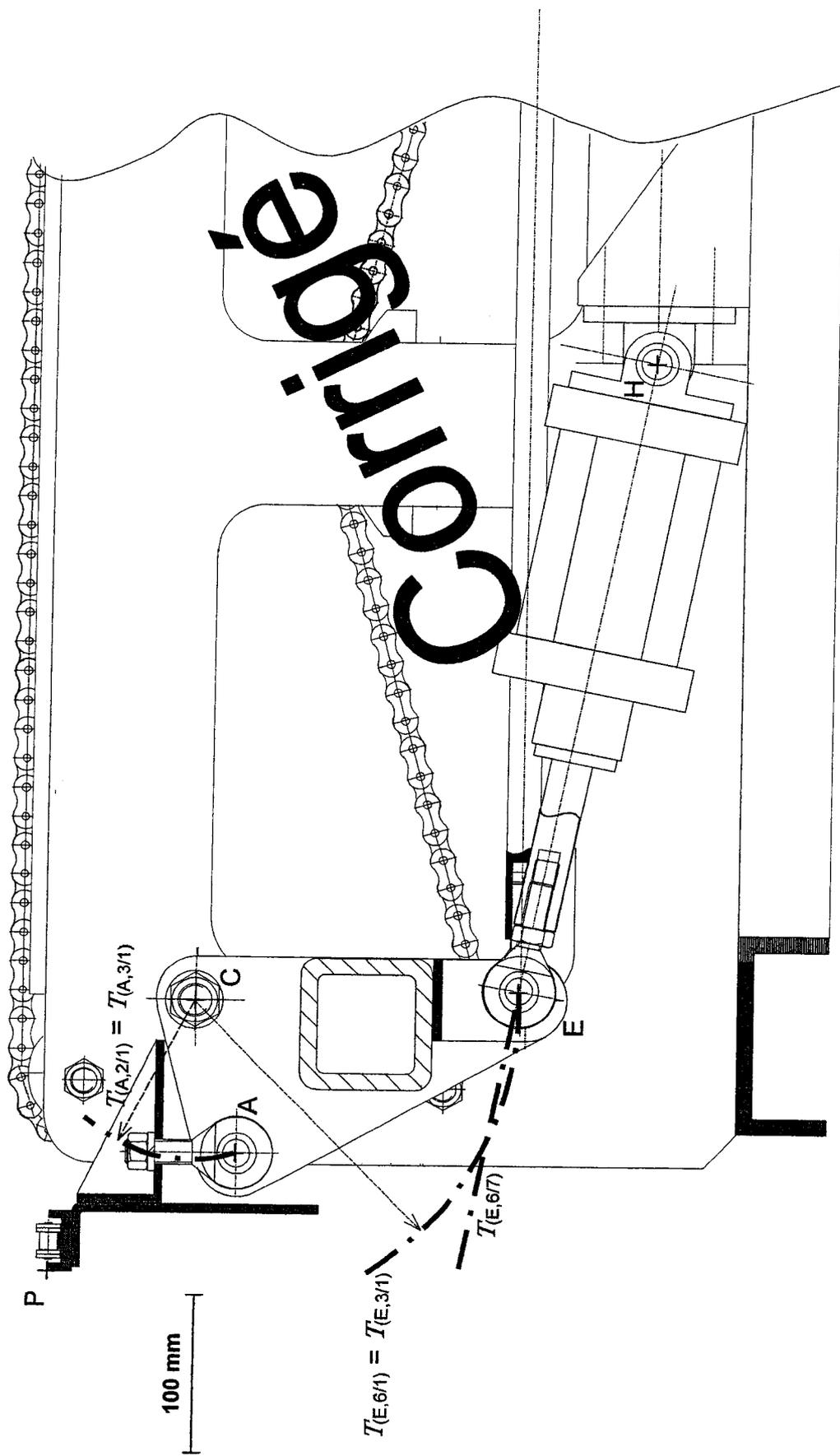


Document réponse DR1 statique

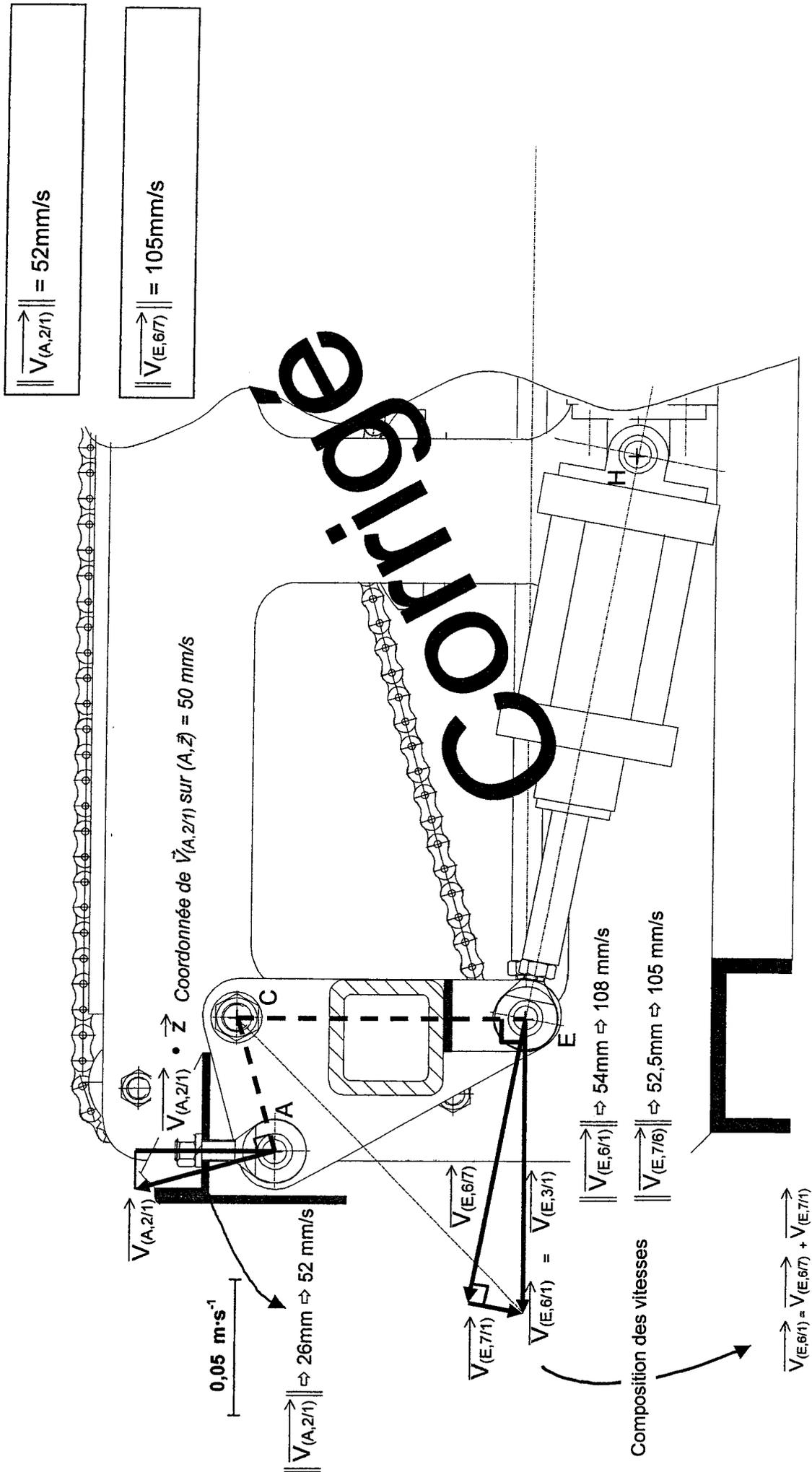
Ech 3 : 10

CONVOYEUR BIDIRECTIONNEL

BTS MI



Corrigé



Document réponse DR3 - Cinématique Vitesse

Ech 1 : 4

CONVOYEUR BIDIRECTIONNEL

BTS MI