

CORRIGES

MECANISME : BALAI et PORTE BALAI**CINEMATIQUE** Etude du mécanisme afin de déterminer la surface balayée du pare brise

Voir documents : 4/24, 8/24, 14/24, 18/24

Données en liaisons avec le document 18/24 :

- Fonctionnement : L'énergie mécanique du moteur se transmet successivement de (3) à (14) puis au balai (17). L'axe secondaire (7) et le bras (15) ne servent qu'à guider l'extrémité de (16).
- On considère que les positions 1 et 3 sont les positions extrêmes du mécanisme. Soit α l'angle de GJ (pièce 14), par rapport à l'axe horizontal, dans ces trois positions :
 - Dans la position 3 : $\alpha = 48^\circ$
 - Dans la position 2 (intermédiaire) : $\alpha = 96^\circ$
 - Dans la position 1 : $\alpha = 156^\circ$
- La pièce (14) a un mouvement de rotation par rapport à (1), de centre G.
- La pièce (15) a un mouvement de rotation par rapport à (1), de centre H.
- L'ensemble $S = \{16, 17\}$ a un mouvement plan par rapport à (1). Dans la position 1 : le CIR de l'ensemble S est H (H = Intersection de JG et IH). On donne : $HM = 0,880$ m et $\omega_{S/1} = 7$ rad/s pour cette position.
- Soit M et L les deux points des extrémités du balai (17). Les directions des vitesses instantanées $\vec{V}_{M17/1}$ et $\vec{V}_{L17/1}$ sont tracées pour les positions 2 et 3. Pour la position 1 : $\vec{V}_{L17/1}$ est donnée entièrement.

Travail demandé :

☞ **Question 1 :** Calculer l'angle de balayage de la pièce (14) (angle parcouru par GJ).

$$156^\circ - 48^\circ = 108^\circ$$

☞ **Question 2 :** Pour la position 1 : Calculer $|\vec{V}_{M17/1}|$. ($HM = 0,880$ m et $\omega_{S/1} = 7$ rad/s pour cette position)

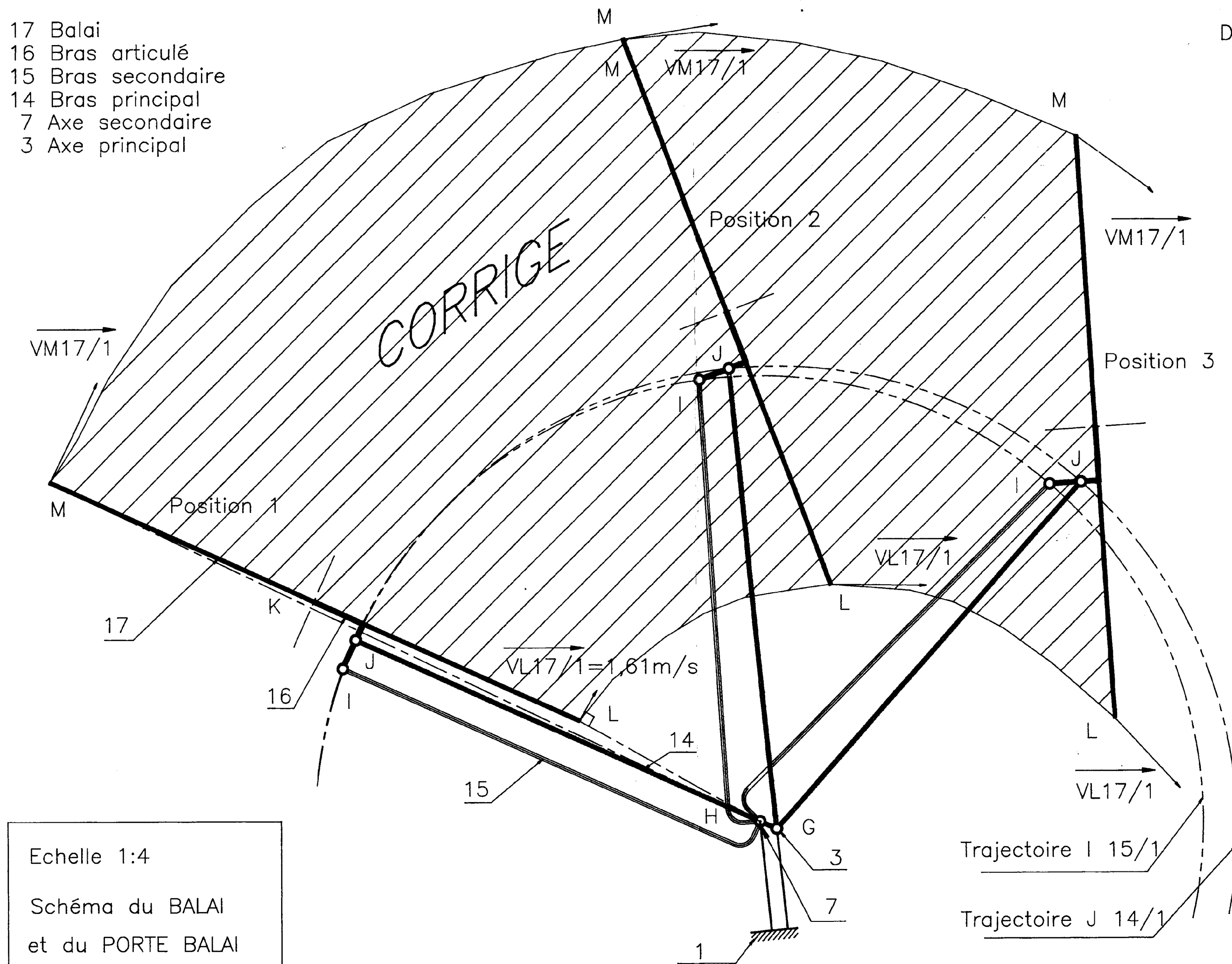
$$\|\vec{V}_{M17/1}\| = \omega_{S/1} \times R = 7 \times 0,88 = 6,16 \text{ m.s}^{-1}$$

☞ **Question 3 :** Tracer sur le document 18/24 : le rayon HM puis la vitesse instantanée $\vec{V}_{M17/1}$, pour la position 1. (Echelle : 5 mm \rightarrow 1 m/s).

☞ **Question 4 :** Tracer, à main levée, les trajectoires $T_{M17/1}$ et $T_{L17/1}$ sur le document 18/24 en utilisant les trois positions données. Puis hachurer la surface du parebrise balayée par le balai (17).

- 17 Balai
- 16 Bras articulé
- 15 Bras secondaire
- 14 Bras principal
- 7 Axe secondaire
- 3 Axe principal

Doc 18/24



MECANISME : TIMONERIE**STATIQUE** Etude du mécanisme dans la position 0 du document 9/24 afin de déterminer les actions sur

(4). Voir documents 8/24, 9/24, 10/24, 11/24, 12/24, 14/24, 21/24.

Données :

- Supposons les lois de la statique applicables (cas des mouvements à vitesse constante).
- L'étude se fera dans le plan xy.
- Toutes les liaisons sont parfaites et les frottements négligés. Le poids des pièces est négligé.
- $C_M = 20 \text{ N.m}$. C_M étant appliqué en A.

Travail demandé : (les six questions suivantes sont relatives à la position 0 du document 9/24).**Question 1 :** La biellette (6) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

a) Compléter le tableau bilan des actions extérieures sur 6.

Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs
5 → 6 en D	Pivot	$T_{5 \rightarrow 6} = \begin{Bmatrix} \vec{D}_{5 \rightarrow 6} \\ D(\vec{0}) \end{Bmatrix}$
3 → 6 en E	Pivot	$T_{3 \rightarrow 6} = \begin{Bmatrix} \vec{E}_{3 \rightarrow 6} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

b) Donner les conditions d'équilibre:

$$\begin{aligned} \bullet \vec{D}_{5 \rightarrow 6} &= - \vec{E}_{3 \rightarrow 6} \\ \bullet \|\vec{D}_{5 \rightarrow 6}\| &= \|\vec{E}_{3 \rightarrow 6}\| \end{aligned}$$

c) Tracer sur le document 21/24, fig. 1, les directions des actions extérieures sur cette biellette.

Question 2 : La biellette (4) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

a) Compléter le tableau bilan des actions extérieures sur (4).

Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs
5 → 4 en C	Pivot	$T_{5 \rightarrow 4} = \begin{Bmatrix} \vec{C}_{5 \rightarrow 4} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$
3 → 4 en F	Pivot	$T_{3 \rightarrow 4} = \begin{Bmatrix} \vec{F}_{3 \rightarrow 4} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

b) Donner les conditions d'équilibre:

$$\begin{aligned} \bullet \vec{C}_{5 \rightarrow 4} &= - \vec{F}_{3 \rightarrow 4} \\ \bullet \|\vec{C}_{5 \rightarrow 4}\| &= \|\vec{F}_{3 \rightarrow 4}\| \end{aligned}$$

c) Tracer sur le document 21/24, fig. 2, les directions des actions extérieures sur cette biellette.

MECANISME : TIMONERIE : Suite de la STATIQUE

Question 3 : La bielle (5) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs
4 → 5 en C	Pivot	$T_{4 \rightarrow 5} = \begin{Bmatrix} \vec{C_{1 \rightarrow 5}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$
6 → 5 en D	Pivot	$T_{6 \rightarrow 5} = \begin{Bmatrix} \vec{D_{6 \rightarrow 5}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$
2 → 5 en B	Pivot	$T_{2 \rightarrow 5} = \begin{Bmatrix} \vec{B_{2 \rightarrow 5}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

b) Ecrire les conditions d'équilibre (en vue d'une résolution graphique) :

$\vec{C_{1 \rightarrow 5}}$ et $\vec{D_{6 \rightarrow 5}}$ concourent en un point I. La bielle (5) est donc en équilibre si $\vec{B_{2 \rightarrow 5}}$ a comme droite de support (BI).

c) Tracer sur le document 21/24, fig 3 : les directions des actions extérieures sur cette bielle. Donner la valeur de l'angle α de la direction de $\vec{B_{2/5}}$.

Question 4 : La manivelle (2) étant isolée, déterminer $\vec{B_{5/2}}$.

Donnée : Bilan des actions extérieures exercées sur (2) :

$$C_M = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 20 \end{Bmatrix}_A \quad T_{1 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_A 0 \\ Y_A 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \quad T_{5 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_B 0 \\ Y_B 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B$$

On prendra $\alpha = 8,44^\circ$ d'où $\tan 8,44^\circ = Y_B / X_B$

a) Appliquer le théorème du moment résultant au point A et calculer $\|\vec{B_{5/2}}\|$:

$$C_M + M_{\vec{A_{5 \rightarrow 2}}} + M_{\vec{A_{1 \rightarrow 2}}} = 0$$

$$\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 20000 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & X_B \\ -28 & Y_B \\ 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 28 X_B + 20000 \end{vmatrix}$$

$$28 X_B + 20000 = 0 \quad \text{soit} \quad X_B = \frac{-20000}{28} = -714,2$$

$$\frac{Y_B}{X_B} = \tan 8,44^\circ = 0,148 \quad \text{soit} \quad Y_B = -714,2 \times 0,148 = -105,98$$

$$\|\vec{B_{5/2}}\| = \sqrt{(-714,2)^2 + (-105,98)^2} = 722,1 \text{ N}$$

Question 5 : La bielle (5) étant isolée : Déterminer graphiquement sur la fig 4 du doc 21/24 les actions $\vec{C_{4/5}}$ et $\vec{D_{6/5}}$. On prendra $\|\vec{B_{5/2}}\| = 720 \text{ N}$. (Echelle : 1 mm → 10 N).

Question 6 : La biellette (4) étant isolée : Déterminer sur le doc 21/24, fig 5, l'action en C de (5) sur (4) ($\vec{C_{5/4}}$), en déduire la nature de la sollicitation subie par cette biellette.

b) Tracer sur le schéma ci-dessous $\vec{B_{5/2}}$ (Echelle : 1 mm → 20 N)

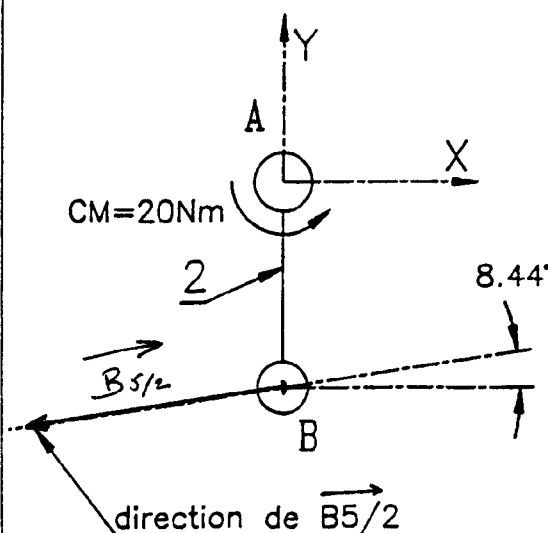


Fig 2:
4 isolée

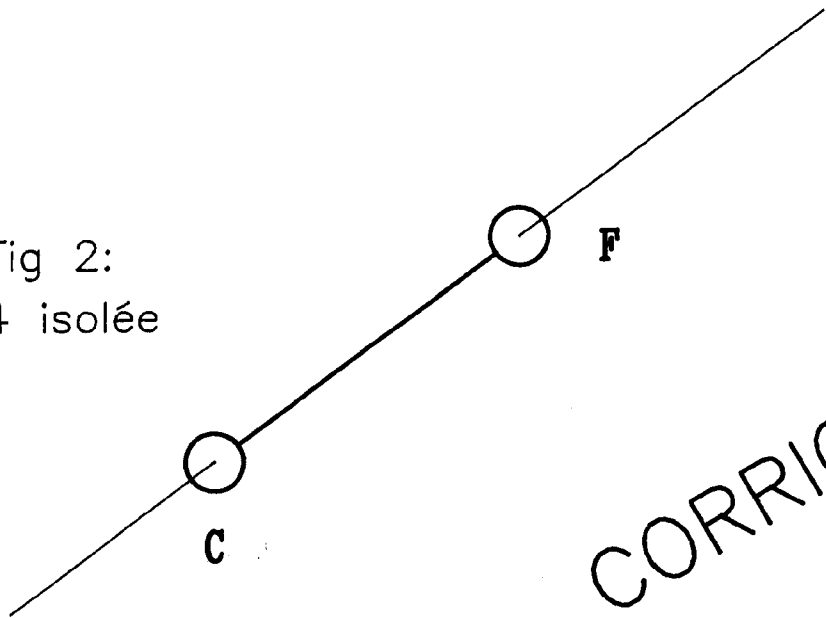
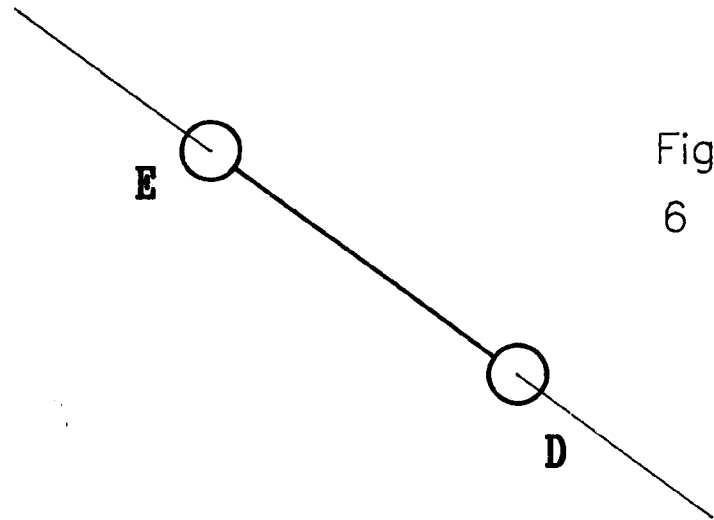


Fig 1:
6 isolée



CORRIGE

Fig 3
5 isolée

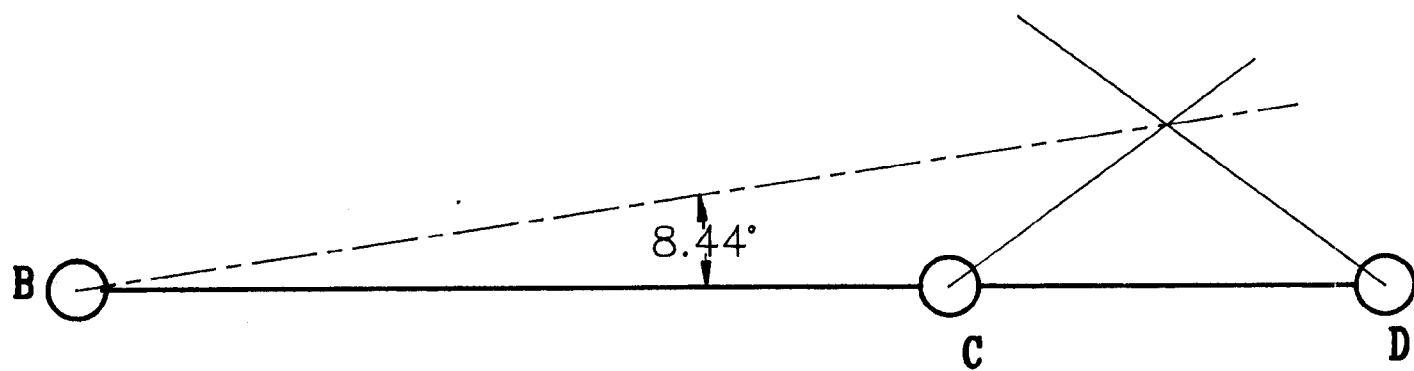
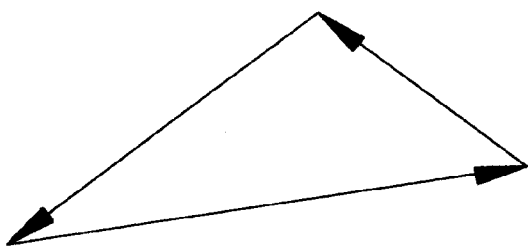


Fig 4
dynamique

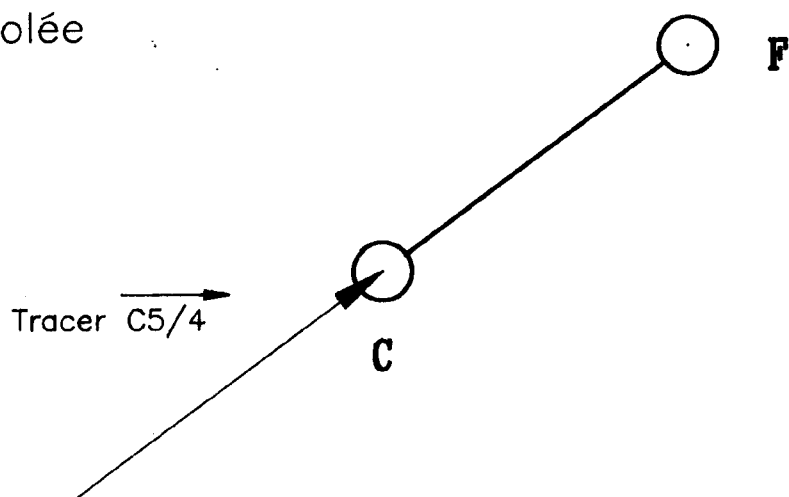


Résultats :

$$\|\vec{C4/5}\| = 533.6 \text{ N}$$

$$\|\vec{D6/5}\| = 355.8 \text{ N}$$

Fig 5:
4 isolée



Résultats :

$$\|\vec{C5/4}\| = 533.6 \text{ N}$$

Nature de la sollicitation :

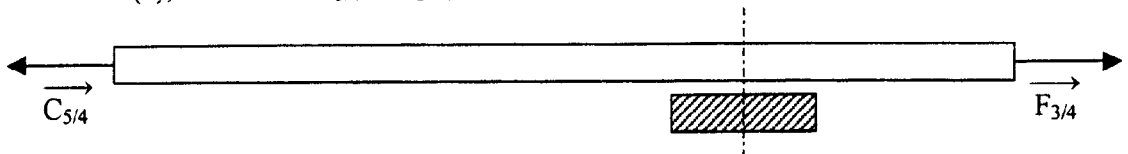
Compression

MECANISME : TIMONERIE**RDM** Etude de la contrainte et de l'allongement de la bielle (4) sous un effort maximum.

Voir documents 9/24, 13/24 et 14/24

Hypothèses pour les calculs de RDM :

- La bielle (4), les actions $\vec{C}_{5/4}$ et $\vec{F}_{3/4}$, seront schématisées comme ci-dessous



- $\|\vec{C}_{5/4}\| = \|\vec{F}_{3/4}\|$ (On prendra comme valeur pour $\|\vec{F}_{3/4}\|$ le résultat de la première question du travail demandé).
- La section de (4) est rectangulaire. Ses dimensions sont 14×4 mm.
- La longueur de (4) est : 60 mm.
- Matière C45 et $R_e = 375$ MPa.
- Coefficient de sécurité = 2
- $E = 200000$ MPa

Travail demandé :

Question 1 : Rechercher sur le doc. 14/24 la position pour laquelle la bielle (4) subit un effort maximum. Pour cette position, donner la norme de l'effort subit (en Newton) et la nature de la contrainte.

Position 22 $\rightarrow \|\vec{C}_{5 \rightarrow 4}\| = 1,0371 \times 10^4 \text{ N} = 10371 \text{ N}$

Traction

Question 2 : Calculer la contrainte de traction dans une section de (4). On prendra comme norme de l'effort normal la valeur trouvée à la question précédente.

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{10371}{14 \times 4} = 185,2 \text{ MPa}$$

Question 3 : Vérifier la condition de résistance.

$$R_{pe} = \frac{R_e}{2} = \frac{375}{2} = 187,5 \text{ MPa}$$

$$R_{pe} > \sigma \quad (187,5 > 185,2)$$

Question 4 : Calculer l'allongement de (4) pour la longueur de 60 mm.

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta L}{L} = 200000 \times \frac{\Delta L}{60} = 185,2 \quad \text{d'où } \Delta L = 0,055 \text{ mm}$$

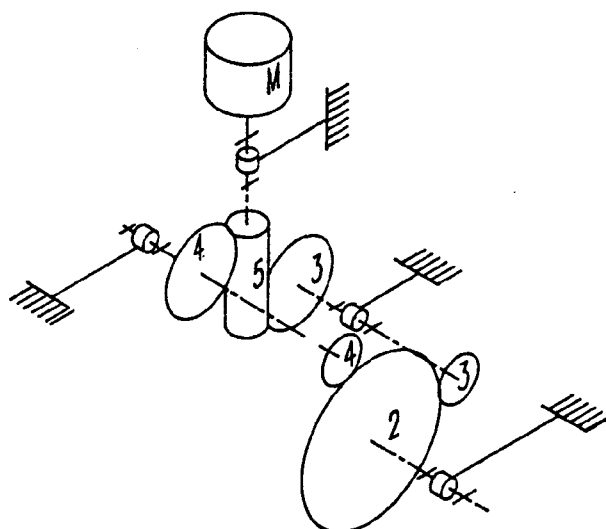
MECANISME : MOTOREDUCTEUR**CALCULS D'ENGRENAGES** Cinématique,

Energétique : Etude des caractéristiques : Puissance, Couple, Vitesse de rotation à la sortie du réducteur.

Voir documents 4/24, 5/24, 6/24, 7/24 et 14/24.

Données :

- Vitesse du moteur $N_5 = 1000$ tr/min
- Rendement du réducteur $\eta = 0,7$
- Puissance absorbée par le réducteur $P_a = 57$ W

**Travail demandé :**

☞ **Question 1 :** Calculer la raison du réducteur (voir les caractéristiques des roues dentées doc 7/24).

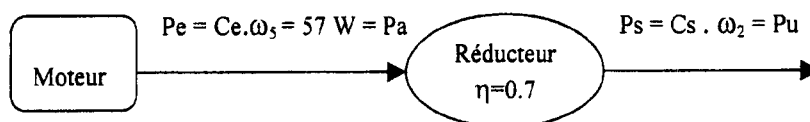
$$\pi = \frac{Z_5 \times Z_3}{Z_3 \times Z_2} = \frac{2 \times 15}{29 \times 55} = 0,0188$$

☞ **Question 2 :** Calculer la vitesse N_2 (en tr/min) et ω_2 (en rad/s) à la sortie du réducteur.

$$\pi = \frac{N_2}{N_5} = 0,0188 \quad \text{soit} \quad N_2 = 1000 \times 0,0188 = 18,8 \text{ tr.min}^{-1}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi N_2}{30} = \frac{\pi \times 18,8}{30} = 1,97 \text{ rad.s}^{-1}$$

☞ **Question 3 :** Calculer la puissance utile P_u à la sortie du réducteur.



$$\frac{P_u}{P_a} = \eta = 0,7 \quad \text{soit} \quad P_u = \eta \times P_a = 0,7 \times 57 = 39,9 \text{ W}$$

☞ **Question 4 :** Calculer le couple C_s à la sortie du réducteur.

$$P_u = C_s \times \omega_2 \quad \text{soit} \quad C_s = \frac{P_u}{\omega_2} = \frac{39,9}{1,97} = 20,2 \text{ N.m}$$

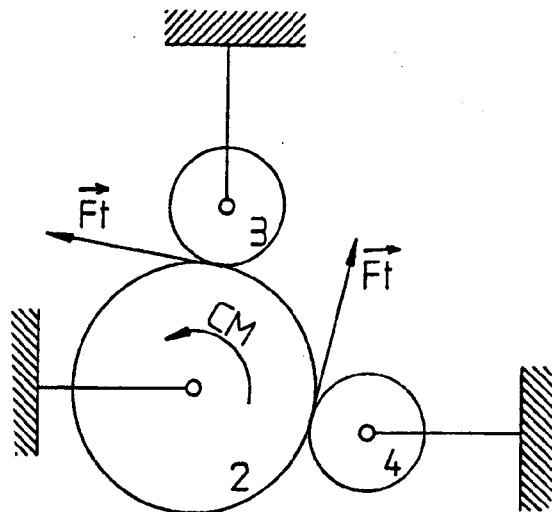
Nota : Pour la suite de l'épreuve C_s sera appelé C_M .

MECANISME : REDUCTEUR**CALCULS D'ENGRENAGES RDM : Etude de la roue (2) afin de déterminer son module.****Données :**

- Couple à la sortie du réducteur $C_M = 20 \text{ Nm}$.
- Pour la matière PA6/6-GF30 on prendra $R_{pe} = 110 \text{ MPa}$.
- On donne la formule à utiliser pour calculer le module (avec $K=10$).

$$m = 2,34 \sqrt{\frac{\|\vec{F}_t\|}{K \cdot R_{pe}}}$$

- Dans ce mécanisme l'action est transmise sur la roue (2) par deux pignons afin de répartir les efforts.
- On donne ci-contre le schéma indiquant les actions tangentielles \vec{F}_t , identiques, des pignons (3) et (4) sur la roue 2.

**Travail demandé :**

Question 1 : Calculer $\|\vec{F}_t\|$, l'action tangentielle de (3) sur (2) (voir les caractéristiques de la roue (2) doc 7/24).

$$d = m \times Z = 0,9 \times 55 = 49,5 \text{ mm} = 0,0495 \text{ m}$$

$$R = \frac{d}{2} = \frac{0,0495}{2} = 0,02475 \text{ m}.$$

$$C_M = 2 \times \|\vec{F}_t\| \times R \quad \text{d'où} \quad \|\vec{F}_t\| = \frac{C_M}{2 \times R} = \frac{20}{2 \times 0,02475} = 404 \text{ N}$$

Question 2 : Calculer le module (On prendra $\|\vec{F}_t\| = 400 \text{ N}$).

$$m = 2,34 \sqrt{\frac{400}{10 \times 110}} = 1,411$$

Question 3 : D'après le résultat de la question 2 : Peut-on garder le module $m = 0,9$? (justifier la réponse). Si non, quelle valeur de module peut-on prendre ?

On doit changer le module car $m = 0,9 \leq 1,411$

On peut prendre $m = 1,5$