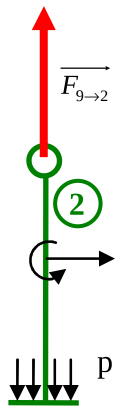
Frein de sécurité d'une grue portuaire – Corrigé

Q.1. Pour serrer le frein, la haute pression dans le vérin doit se situer dans la cavité supérieure.

Q.2. $\left\|\overrightarrow{F_{2\to 9}}\right\| = p.S = 20\times 3000 = 60000\,\text{N}$
(200 Bars = 200.10^5 Pa= 20 MPa (N/mm^2) et 30 cm^2 = 3000 mm^2).
Echelle des forces : 1 cm = 30000 N



On isole la tige 2 seule, on effectue le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (BAME) et on applique le PFS.
La haute pression est dans la cavité supérieure du vérin.

$\overrightarrow{F_{2\to 9}} = -\overrightarrow{F_{9\to 2}}$ → L'action de 2 sur 9 est orientée de bas en haut.

Q.3. On isole le solide 4 et on effectue le BAME. Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées. Direction de la force : (DB).

On isole le solide 3 et on effectue le BAME. Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées. Direction de la force : (BC).

Q.4. On isole la pièce 9 et on effectue le BAME : système en équilibre sous l'action unique de 3 glisseurs alors les résultantes des 3 glisseurs sont coplanaires, concourantes en B et de somme vectorielle nulle. On en déduit graphiquement les efforts $\overrightarrow{F_{3\to 9}}$ et $\overrightarrow{F_{4\to 9}}$.

On isole le solide 4 et on effectue le BAME. Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées. On en déduit les efforts $\overrightarrow{F_{4\to 5}} = -\overrightarrow{F_{5\to 4}}$.

On isole le solide 3 et on effectue le BAME. Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées. On en déduit les efforts $\overrightarrow{F_{3\to 6}} = -\overrightarrow{F_{6\to 3}}$.

Q.5. On cherche $\overrightarrow{F_{5\to 7}}$ → Calcul de $\overrightarrow{V_{G,7/5}}$
$\overrightarrow{V_{G,7/5}} = \overrightarrow{V_{G,7/0}} - \overrightarrow{V_{G,5/0}}$ et $\overrightarrow{\Omega_{7/0}} = \overrightarrow{\Omega_{7/5}} + \overrightarrow{\Omega_{5/0}}$ où $\overrightarrow{\Omega_{5/0}}$ peut être considéré comme négligeable. Compte tenu de la position de la masse $\overrightarrow{\Omega_{7/0}}$ est tel que dessiné sur le document réponse DR2. On en déduit la direction et le sens de $\overrightarrow{V_{G,7/5}} = \overrightarrow{V_{G,7/0}}$ ainsi que la direction et le sens de $\overrightarrow{F_{5\to 7}}$ opposée à $\overrightarrow{V_{G,7/5}}$.

On cherche $\overrightarrow{F_{6\to 7}}$ → Calcul de $\overrightarrow{V_{G,7/6}}$
$\overrightarrow{V_{G,7/6}} = \overrightarrow{V_{G,7/0}} - \overrightarrow{V_{G,6/0}}$ et $\overrightarrow{\Omega_{7/0}} = \overrightarrow{\Omega_{7/6}} + \overrightarrow{\Omega_{6/0}}$ où $\overrightarrow{\Omega_{6/0}}$ peut être considéré comme négligeable. Compte tenu de la position de la masse $\overrightarrow{\Omega_{7/0}}$ est tel que dessiné sur le document réponse DR3. On en déduit la direction et le sens de $\overrightarrow{V_{G,7/6}} = \overrightarrow{V_{G,7/0}}$ ainsi que la direction et le sens de $\overrightarrow{F_{6\to 7}}$ opposée à $\overrightarrow{V_{G,7/6}}$.

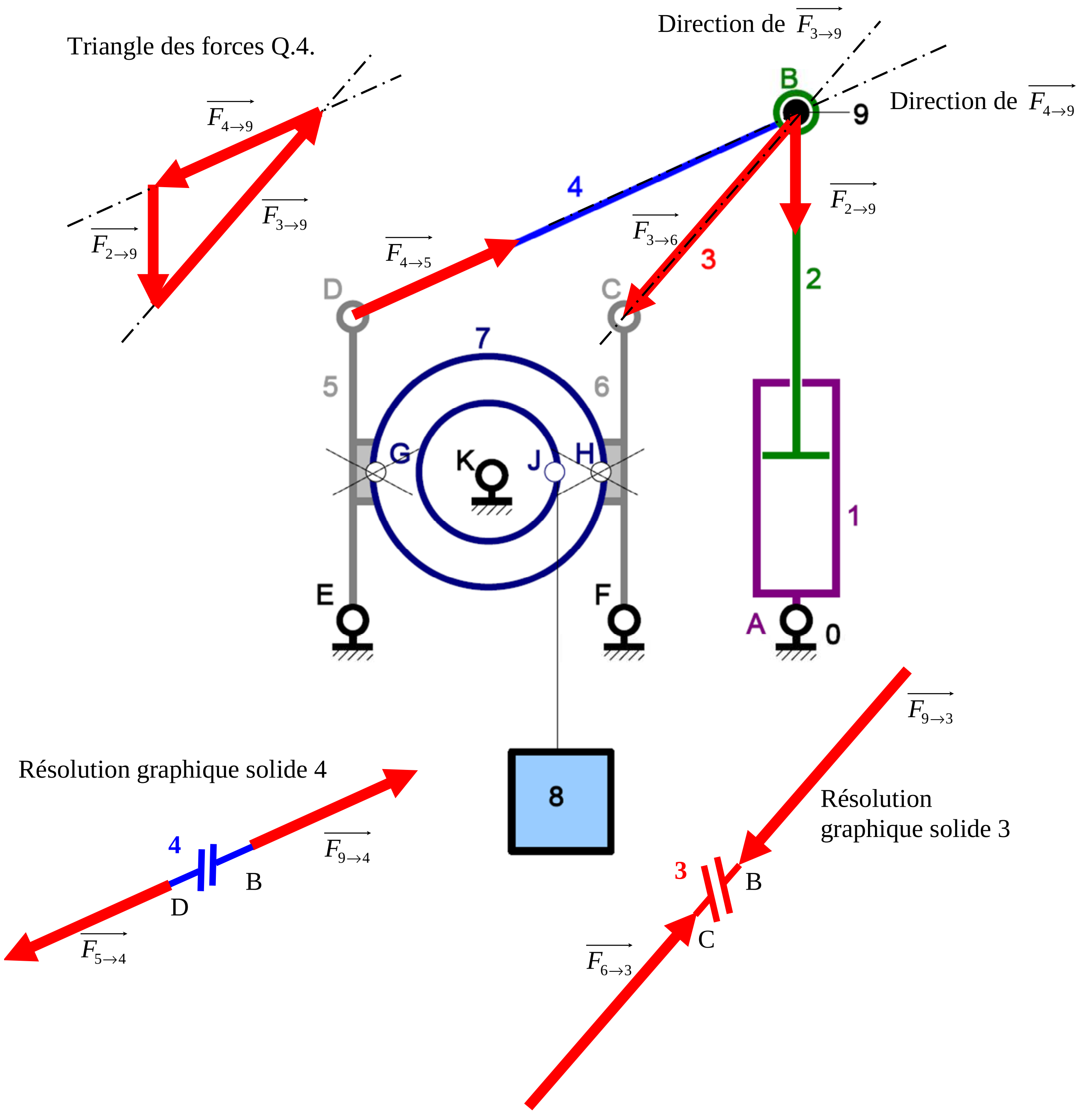
Q.6. On isole la pièce 5 et on effectue le BAME : système en équilibre sous l'action unique de 3 glisseurs alors les résultantes des 3 glisseurs sont coplanaires, concourantes en J et de somme vectorielle nulle. On en déduit graphiquement $\overrightarrow{F_{5\to 7}} = -\overrightarrow{F_{7\to 5}}$ puis $\overrightarrow{T_{5\to 7}}$.

Q.7. On isole la pièce 6 et on effectue le BAME : système en équilibre sous l'action unique de 3 glisseurs alors les résultantes des 3 glisseurs sont coplanaires, concourantes en P et de somme vectorielle nulle. On en déduit graphiquement $\overrightarrow{F_{6\to7}} = -\overrightarrow{F_{7\to6}}$ puis $\overrightarrow{T_{6\to7}}$.

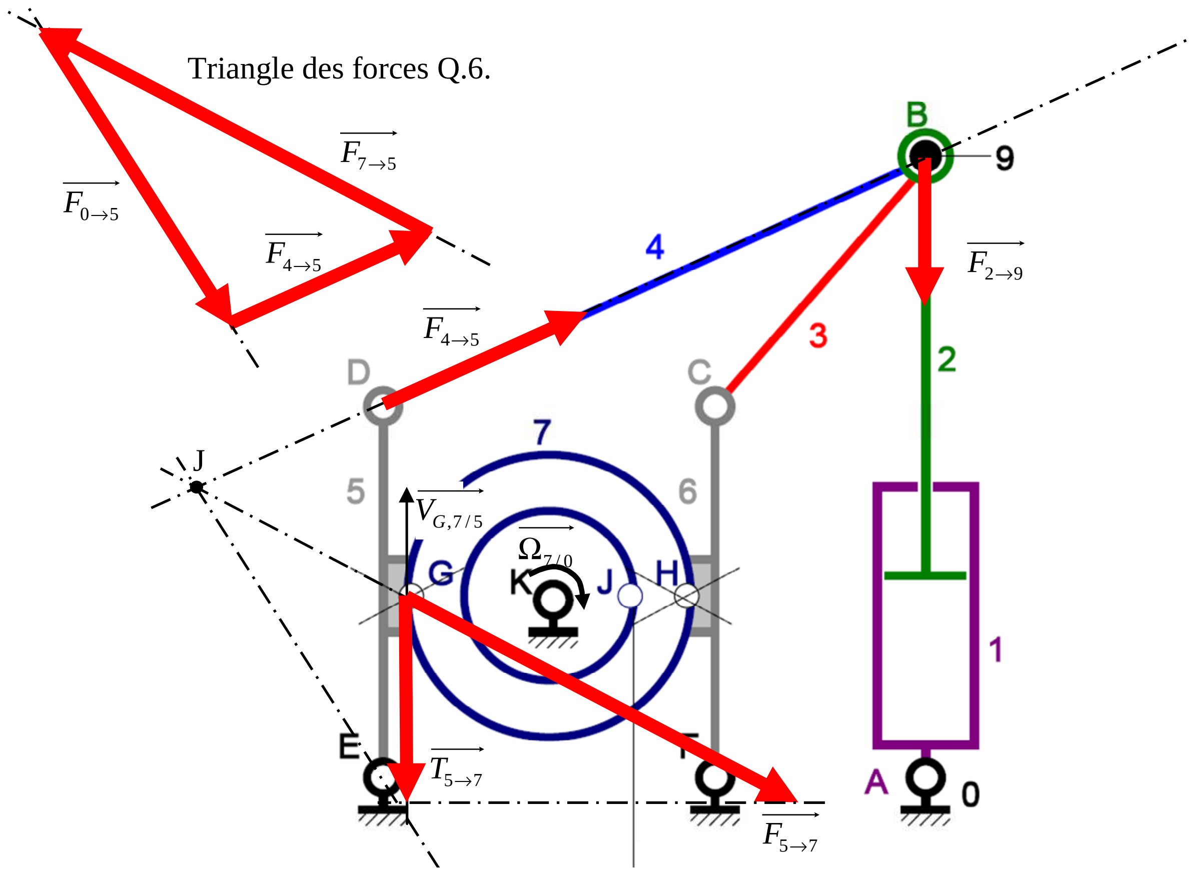
Q.8. Graphiquement on a $\left\|\overrightarrow{T_{5\to7}}\right\| = 2{,}8$ cm et $\left\|\overrightarrow{T_{6\to7}}\right\| = 3{,}3$ cm soit $\left\|\overrightarrow{T_{5\to7}}\right\| = 84000$ N $\left\|\overrightarrow{T_{6\to7}}\right\| = 99000$ N.
$Cf = 84000 \times 0{,}12 + 99000 \times 0{,}12 = 21960$ Nm

Q.9. $F_{\max} = \dfrac{Cf}{0{,}08} = 274500$ N >> 60000 N $\rightarrow$ C.d.C.F. ok.

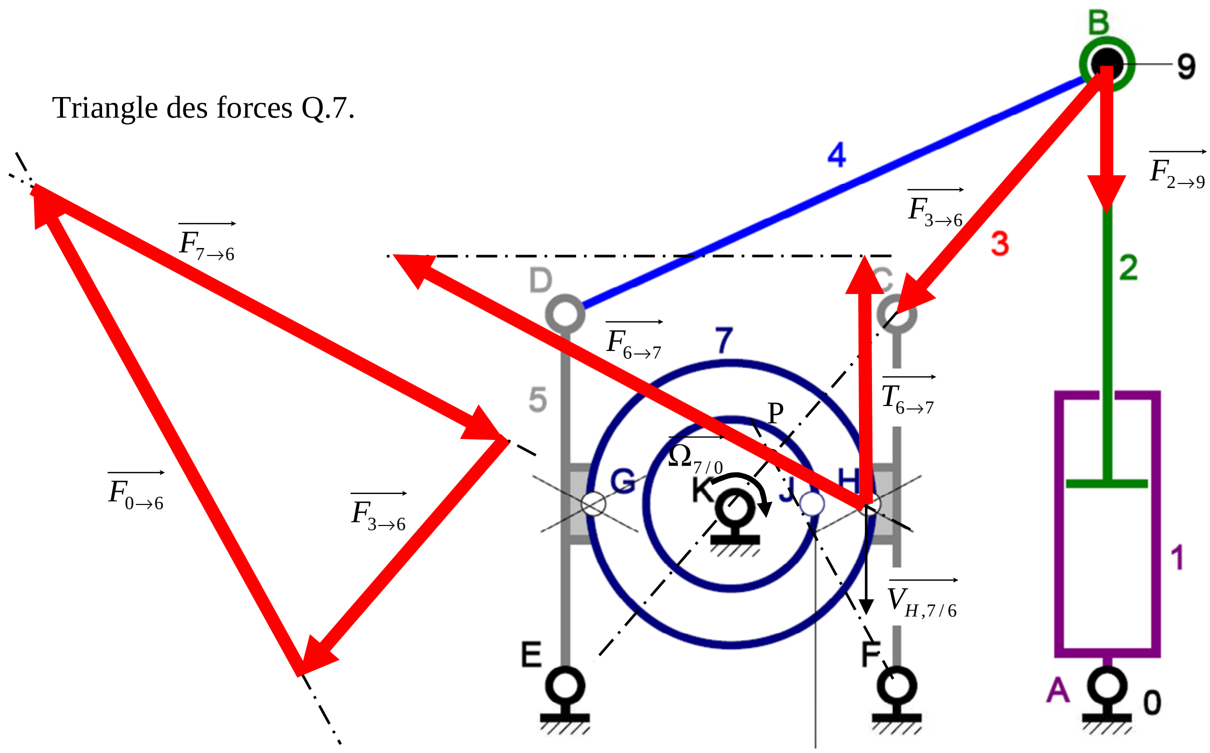
Document réponse DR1 :



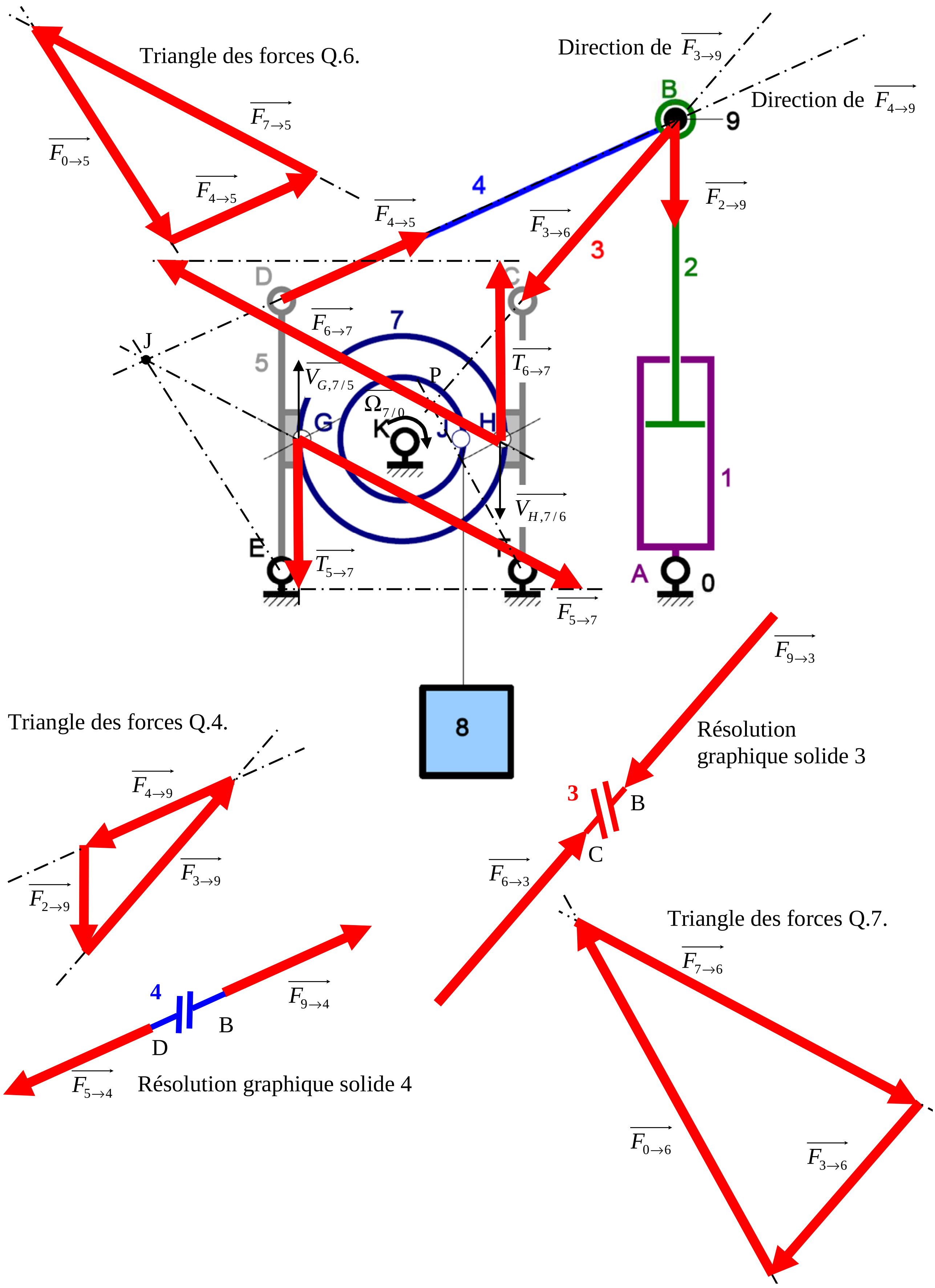
Document réponse DR2 :



Document réponse DR3 :



Toute la résolution graphique sur une seule figure :



Remonte pente – Corrigé

Q.1. En A : liaison ponctuelle avec frottement de normale $-\vec{y}$: $\{F_{A(3\to4)}\} = \left\{ \begin{matrix} X_{A34} & 0 \\ Y_{A34} & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{(B)}^{A}$

→ Le torseur d'action mécanique transmissible de 3 sur 4 au point A est un glisseur dont le support passe par A.

Q.2. En B : liaison ponctuelle avec frottement de normale $\vec{y}$: $\{F_{B(3\to4)}\} = \left\{ \begin{matrix} X_{B34} & 0 \\ Y_{B34} & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{(B)}^{B}$

→ Le torseur d'action mécanique transmissible de 3 sur 4 au point B est un glisseur dont le support passe par B.

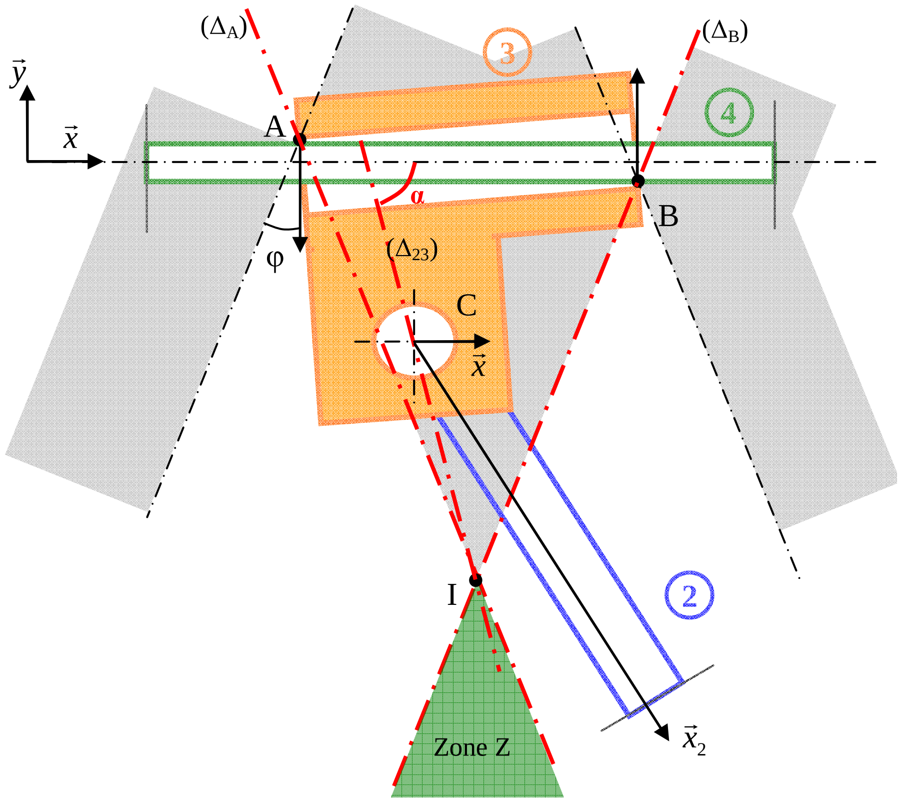
On notera par la suite $\overrightarrow{A_{3\to4}}$ et $\overrightarrow{B_{3\to4}}$ les résultantes de ces torseurs et Δ_A et Δ_B leurs supports.

Q.3. Voir construction graphique.

Q.4. On isole le solide 2 et on effectue le BAME. Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées : $\{F_{2\to3}\} = \left\{ \begin{matrix} X_{23} & 0 \\ Y_{23} & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{(B)}^{C}$ → Le torseur d'action mécanique transmissible de 2 sur 3 au point C est un glisseur dont le support passe par C.

Q.5. Graphiquement on a $\alpha = 75°$.
Graphiquement on a $(\vec{x}, \vec{x}_2) = 59° < 75°$ → Pas de glissement entre 3 et 4 → C.d.C.F. ok.

Document réponse 1.

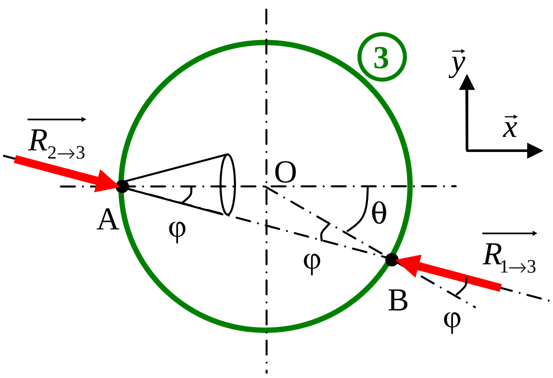


Pince lève tôles – Corrigé

Q.1. On isole la bille 3 et on effectue le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (BAME).

Le solide isolé est soumis à 2 forces → ces 2 forces ont même norme et sont directement opposées. Direction de la force : (AB).

On pose $R = \left\|\overrightarrow{R_{2\to3}}\right\| = \left\|\overrightarrow{R_{1\to3}}\right\|$



A la limite du glissement de la tôle par rapport à la bille $\overrightarrow{R_{2\to3}}$ est sur le cône de frottement de demi-angle au sommet φ.

On applique le PFS au solide 3 au point B.

$R.\cos\varphi - R.\cos(\theta-\varphi) = 0$ (1)

$-R.\sin\varphi + R.\sin(\theta-\varphi) = 0$ (2)

$-R.\cos\varphi.r.\sin\theta + R.\sin\varphi.r.(1+\cos\theta) = 0$ (3)

(1) → $\cos\varphi - \cos\theta.\cos\varphi - \sin\theta.\sin\varphi = 0$

$1-\cos\theta - \sin\theta.\tan\varphi = 0 \;\rightarrow\; \tan\varphi = \dfrac{1-\cos\theta}{\sin\theta}$ (4)

$(2) \rightarrow -\sin\varphi + \sin\theta.\cos\varphi - \cos\theta.\sin\varphi = 0$

$$-\tan\varphi + \sin\theta - \cos\theta.\tan\varphi = 0 \rightarrow \tan\varphi = \frac{\sin\theta}{1+\cos\theta} \qquad (5)$$

$$(3) \rightarrow -\sin\theta + \tan\varphi.(1+\cos\theta) = 0 \rightarrow \tan\varphi = \frac{\sin\theta}{1+\cos\theta} \qquad (6)$$

(Remarque : $\frac{1-\cos\theta}{\sin\theta} = \frac{\sin\theta}{1+\cos\theta}$)

D'où : $\boxed{f_{\min} = \tan\varphi = \frac{\sin\theta}{1+\cos\theta}}$ (7)

Q.2. On isole la tôle 2 et on effectue le BAME : système en équilibre sous l'action unique de 3 glisseurs alors les résultantes des 3 glisseurs sont coplanaires, concourantes en J et de somme vectorielle nulle.

Q.3. La présence de frottement est de nature à diminuer l'intensité des forces sur la bille 2.

Document réponse 1.