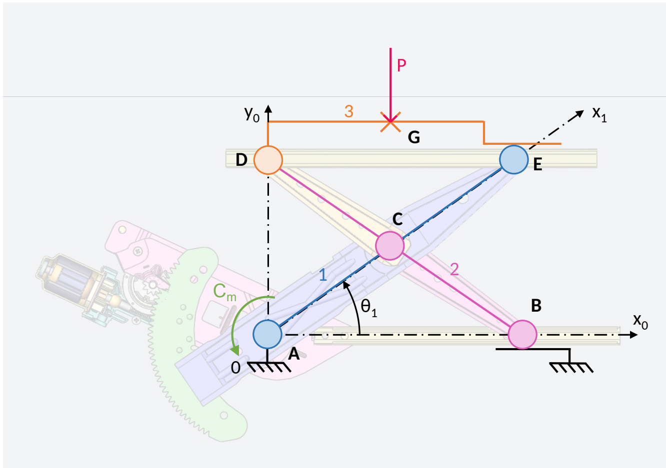
1 Lève vitre électrique

1.1 Présentation du système

Les vitres électriques sont mises en mouvement grâce à un moteur électrique en rotation. C'est le système que nous étudions ici qui permet de transformer ce mouvement de rotation en translation de la vitre.

2 Etude de la vitesse du déplacement de la vitre

Le mouvement d'entrée est la rotation de 1 par rapport à 0, un moteur génère un couple C_m qui permet de compenser le poids P de la vitre, comme indiquée sur la figure ci-contre.



Données géométriques :

- $\overrightarrow{AE} = L.\overrightarrow{x_1}$,
- $\overrightarrow{AB} = L.cos(\theta_1).\overrightarrow{x_0}$,
- $\overrightarrow{AD} = L.sin(\theta_1).\overrightarrow{y_0}$,
- $\overrightarrow{AC} = \frac{L}{2}.\overrightarrow{x_1}$,
- $\overrightarrow{DG} = \frac{L}{2}.cos(\theta_1).\overrightarrow{x_0} + e.\overrightarrow{y_0}$,

Les liaisons aux points A, C et D sont des liaisons pivots et celles en B et E sont des liaisons ponctuelles.

On donne les torseurs des actions extérieures suivantes :

$$\{T_{P\to 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -P & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{G,R_0} \qquad \{T_{C_m\to 1}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & C_m \end{array}\right\}_{A,R_0}$$

Question 1 : Dessiner le graphe de liaison de ce système.

Question 2 : Donner les torseurs d'actions mécaniques suivants :

- $\{T_{0\to 1}\}$ de la liaison entre la pièce 1 et le bâti 0 en A,
- $\{T_{1\to 2}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et la pièce 1 en C,
- $\{T_{0\to 2}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et le bâti 0 en B,
- $\{T_{2\to 3}\}$ de la liaison entre la pièce 3 et la pièce 2 en D,
- $\{T_{1\to 3}\}$ de la liaison entre la pièce 3 et la pièce 1 en E.

Question 3 : Déterminer le système d'équations issu de l'isolement de la pièce 3. Il faudra pour cela écrire les torseurs concernés au point D.

Question 4 : Déterminer le système d'équations issu de l'isolement de la pièce 2. Il faudra pour cela écrire les torseurs concernés au point C.

Question 5 : Déterminer le système d'équations issu de l'isolement de la pièce 1. Il faudra pour cela écrire les torseurs concernés au point A.

Question 6 : En déduire l'expression du couple moteur C_m en fonction du poids de la vitre P et des paramètres géométriques du système.

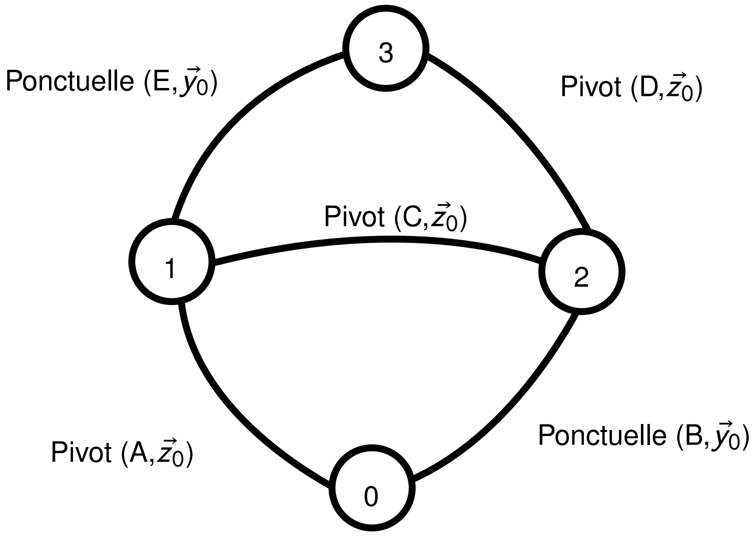
Rappels :

On notera le torseur cinématique du solide i par rapport au solide j exprimé au point M par :

$$\{T_{i \to j}\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{array} \right\}_{X,R_P} \text{, avec } R_P = (\overrightarrow{X_P}, \overrightarrow{Y_P}, \overrightarrow{Z_P})$$

FIN

Question 1 :



Question 2 :

$$\{T_{0\rightarrow 1}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_{01} & L_{01} \\ Y_{01} & M_{01} \\ Z_{01} & 0 \end{array}\right\}_{A,R_0} \quad \{T_{1\rightarrow 2}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & 0 \end{array}\right\}_{C,R_0} \quad \{T_{0\rightarrow 2}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ Y_{02} & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{B,R_0}$$

$$\{T_{2\rightarrow 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_{23} & L_{23} \\ Y_{23} & M_{23} \\ Z_{23} & 0 \end{array}\right\}_{D,R_0} \quad \{T_{1\rightarrow 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ Y_{13} & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{E,R_0}$$

Question 3 :

$$\{T_{2\rightarrow 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_{23} & L_{23} \\ Y_{23} & M_{23} \\ Z_{23} & 0 \end{array}\right\}_{D,R_0} \quad \{T_{1\rightarrow 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ Y_{13} & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{E,R_0} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ Y_{13} & 0 \\ 0 & L\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{13} \end{array}\right\}_{D,R_0}$$

$$\{T_{P\rightarrow 3}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -P & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{G,R_0} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -P & 0 \\ 0 & -\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot P \end{array}\right\}_{D,R_0}$$

Donc :

$$\left\{\begin{array}{l} X_{23}+0+0=0 \\ Y_{23}+Y_{13}-P=0 \\ Z_{23}+0+0=0 \\ L_{23}+0+0=0 \\ M_{23}+0+0=0 \\ 0+L\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{13}-\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot P=0 \end{array}\right.$$

Question 4 :

$$\{T_{3\to 2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{23} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{D,R_0} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{23} & 0 \\ 0 & \frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{23} \end{Bmatrix}_{C,R_0}$$

$$\{T_{1\to 2}\} = \begin{Bmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{C,R_0} \quad \{T_{0\to 2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{02} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{B,R_0} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{02} & 0 \\ 0 & \frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{02} \end{Bmatrix}_{C,R_0}$$

Donc :

$$\begin{cases} X_{12}+0+0=0 \\ Y_{12}-Y_{23}+Y_{02}=0 \\ Z_{12}+0+0=0 \\ L_{12}+0+0=0 \\ M_{12}+0+0=0 \\ 0+\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{23}+\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{02}=0 \end{cases}$$

Question 5 :

$$\{T_{0\to 1}\} = \begin{Bmatrix} X_{01} & L_{01} \\ Y_{01} & M_{01} \\ Z_{01} & 0 \end{Bmatrix}_{A,R_0} \quad \{T_{2\to 1}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{C,R_0} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{12} & 0 \\ 0 & -\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{12} \end{Bmatrix}_{A,R_0}$$

$$\{T_{3\to 1}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{13} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{E,R_0} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{13} & 0 \\ 0 & -L\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{13} \end{Bmatrix}_{A,R_0} \quad \{T_{C_m\to 1}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & C_m \end{Bmatrix}_{A,R_0}$$

Donc :

$$\begin{cases} X_{01}+0+0=0 \\ Y_{01}-Y_{12}-Y_{13}=0 \\ Z_{01}+0+0=0 \\ L_{01}+0+0=0 \\ M_{01}+0+0=0 \\ 0-\frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{12}-L\cdot\cos(\theta_1)\cdot Y_{13}+C_m=0 \end{cases}$$

Question 6 :

$$Y_{13} = \frac{P}{2}$$

$$Y_{23} = -Y_{13}+P = \frac{P}{2}$$

$$Y_{02} = -Y_{23}$$

$$Y_{12} = Y_{23}-Y_{02} = 2\cdot Y_{23} = P$$

$$C_m = \frac{L}{2}\cdot\cos(\theta_1)\cdot P + L\cdot\cos(\theta_1)\cdot\frac{P}{2} = L\cdot\cos(\theta_1)\cdot P$$