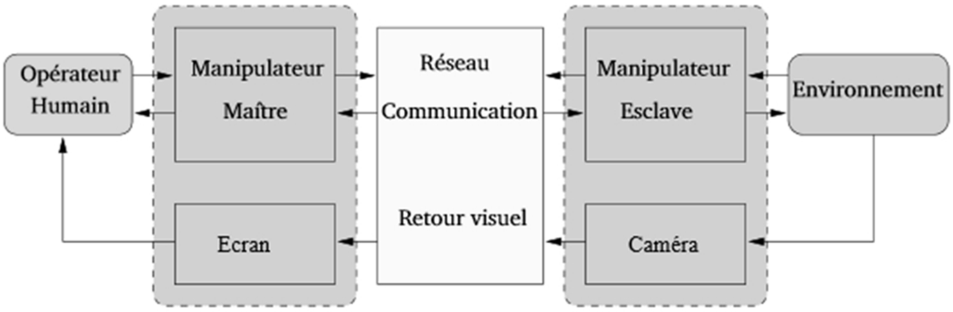
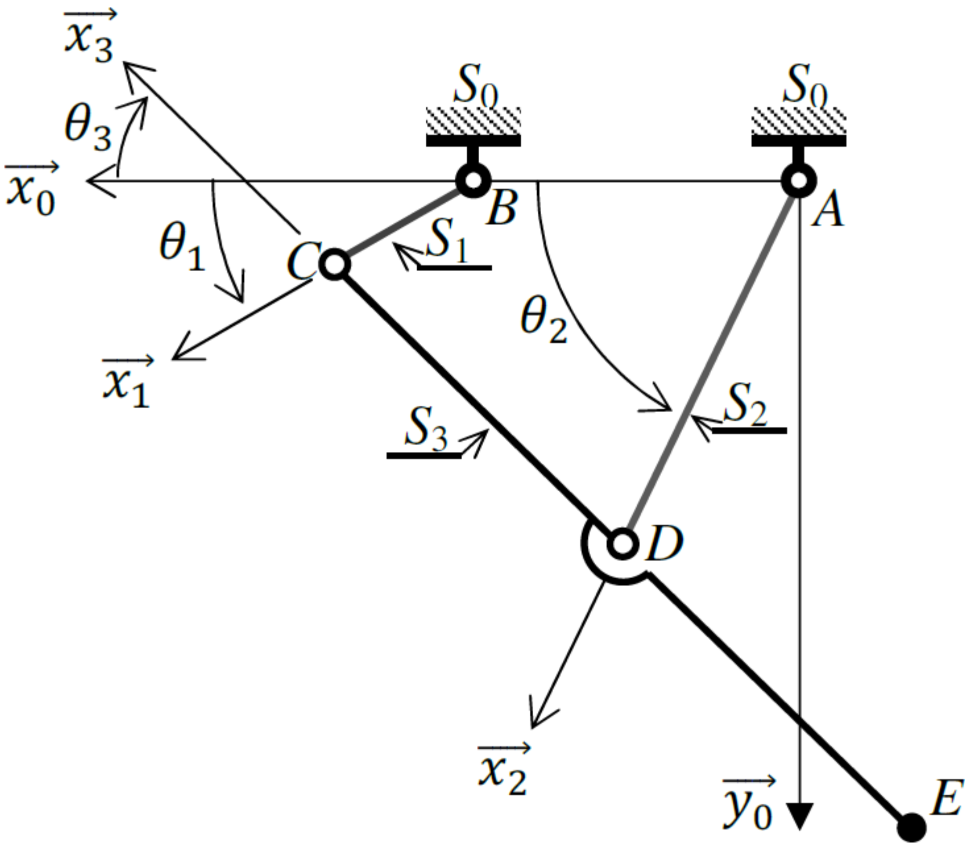
Mise en situation

La téléopération consiste à mettre en relation deux manipulateurs appelés communément maître et esclave. Le manipulateur maître permet au chirurgien de donner sa consigne de déplacement à l'aide d'un levier de commande tandis que l'esclave l'exécute au contact de l'environnement (l'organe à opérer). Les deux sous-systèmes échangent des informations de déplacement et d'effort au travers d'un ou plusieurs canaux de communication. Un retour visuel est également mis en place en parallèle à ce dispositif.



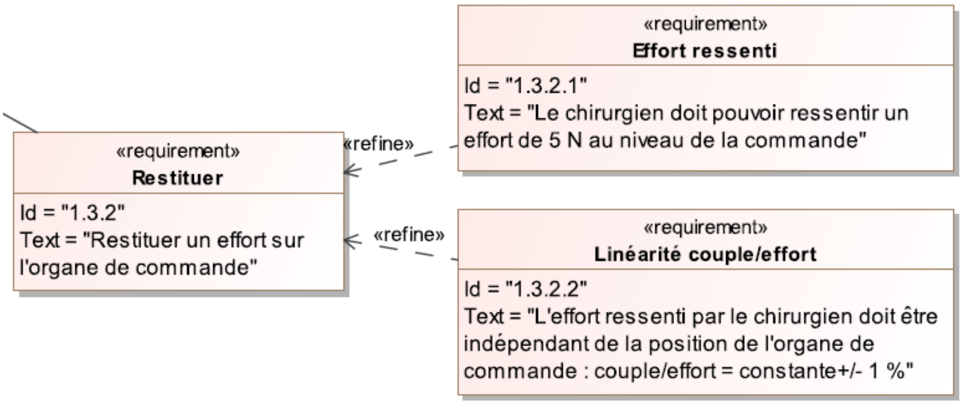
Modélisation de l'interface maître

Ce mécanisme est constitué de 4 barres reliées par des liaisons pivots.



Objectif

Vérifier que l'exigence « Linéarité couple/effort » (id 1.3.2.2) peut être satisfaite par le mécanisme de HOEKEN.

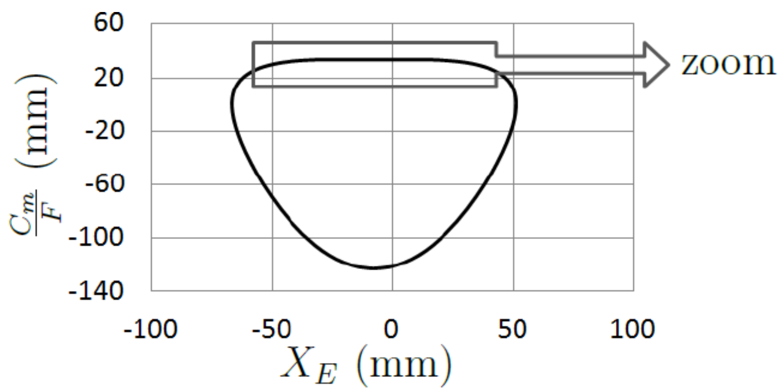


- Solide S_0, repère $\mathcal{R}_0\left(A;\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0}\right)$, $\overrightarrow{AB}=L_0\overrightarrow{x_0}$ avec $L_0=50\,\text{mm}$.
- Solide S_1, repère $\mathcal{R}_1\left(B;\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_0}\right)$, $\overrightarrow{BC}=L_1\overrightarrow{x_1}$ avec $L_1=25\,\text{mm}$, $\theta_1=\left(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_1}\right)=\left(\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_1}\right)$.
- Solide S_2, repère $\mathcal{R}_2\left(A;\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_0}\right)$, $\overrightarrow{AD}=L_2\overrightarrow{x_2}$ avec $L_2=62{,}5\,\text{mm}$, $\theta_2=\left(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_2}\right)=\left(\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_2}\right)$.
- Solide S_3, repère $\mathcal{R}_3\left(C;\overrightarrow{x_3},\overrightarrow{y_3},\overrightarrow{z_0}\right)$, $\overrightarrow{ED}=\overrightarrow{DC}=L_2\overrightarrow{x_3}$ avec $\theta_3=\left(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_3}\right)=\left(\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_3}\right)$.

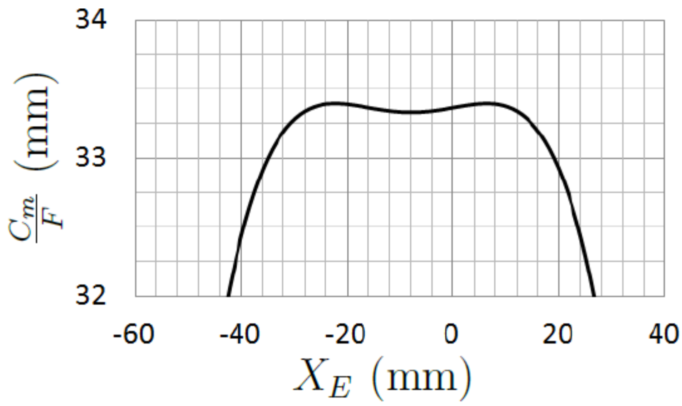
- On notera $\left\{\mathcal{T}\left(S_i\rightarrow S_j\right)\right\}=\left\{\begin{array}{cc} X_{ij} & L_{ij}\\ Y_{ij} & M_{ij}\\ Z_{ij} & N_{ij}\end{array}\right\}_{P,\mathcal{B}_0}$ l'expression l'expression au point P, en projection dans la base $\mathcal{B}_0$, du torseur de l'action mécanique exercée par le solide S_i sur le solide S_j ; toutes les inconnues seront exprimées dans la base $\mathcal{B}_0$.
- L'action mécanique exercée par le moteur sur S_1 sera modélisée par un couple $C_m(t)\overrightarrow{z_0}$.
- L'action mécanique exercée par l'opérateur sur S_3 sera modélisée par une force $F(t)\overrightarrow{x_0}$ appliquée au point E.
- L'accélération de la pesanteur sera négligée.
- Les inerties des solides en mouvement et les frottements dans les guidages seront négligés.

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse du mécanisme (liaisons et efforts).

Cette relation n'étant pas linéaire, on propose d'analyser les résultats d'une simulation numérique en traçant le couple moteur/effort opérateur en fonction de l'abscisse du point E Q6.



(a) Rapport couple/effort



(b) $X_E \in [-60\,\text{mm}, 40\,\text{mm}]$

Question 2 Retrouver ces graphes en utilsant Python. J'ai pas essayé, mais si eux ont réussi, pourquoi pas vous ? Il faut peut-être utiliser le premier devoir de vacances.

Question 3 Déterminer, à partir de la figure précédente, sur quel intervalle de l'abscisse X_E l'exigence « Linéarité couple/effort » (id 1.3.2.2) est satisfaite. (On ajoute que la course sur X_E doit être supérieure à 50 mm.)