

TD 9 Engin flottant mobile de franchissement de voie fluviale Loi E/S par la fermeture géométrique

Le contexte et les informations nécessaires sont dans le TD 7.2.

L'étude proposée porte sur la **vérification des choix d'implantation des actionneurs** conçus pour assurer le déploiement des passerelles visibles pages 6 et 7 (le schéma cinématique est en couleur sur le Drive) :

- le déploiement de la passerelle 5 est réalisé grâce à deux **vérins hydrauliques Ve(1+2) et Vi (3+4)**.
- Le déploiement de la passerelle 9 est réalisé grâce à un **moteur hydraulique M (6+7)** et un système vis-écrou.

On donne :

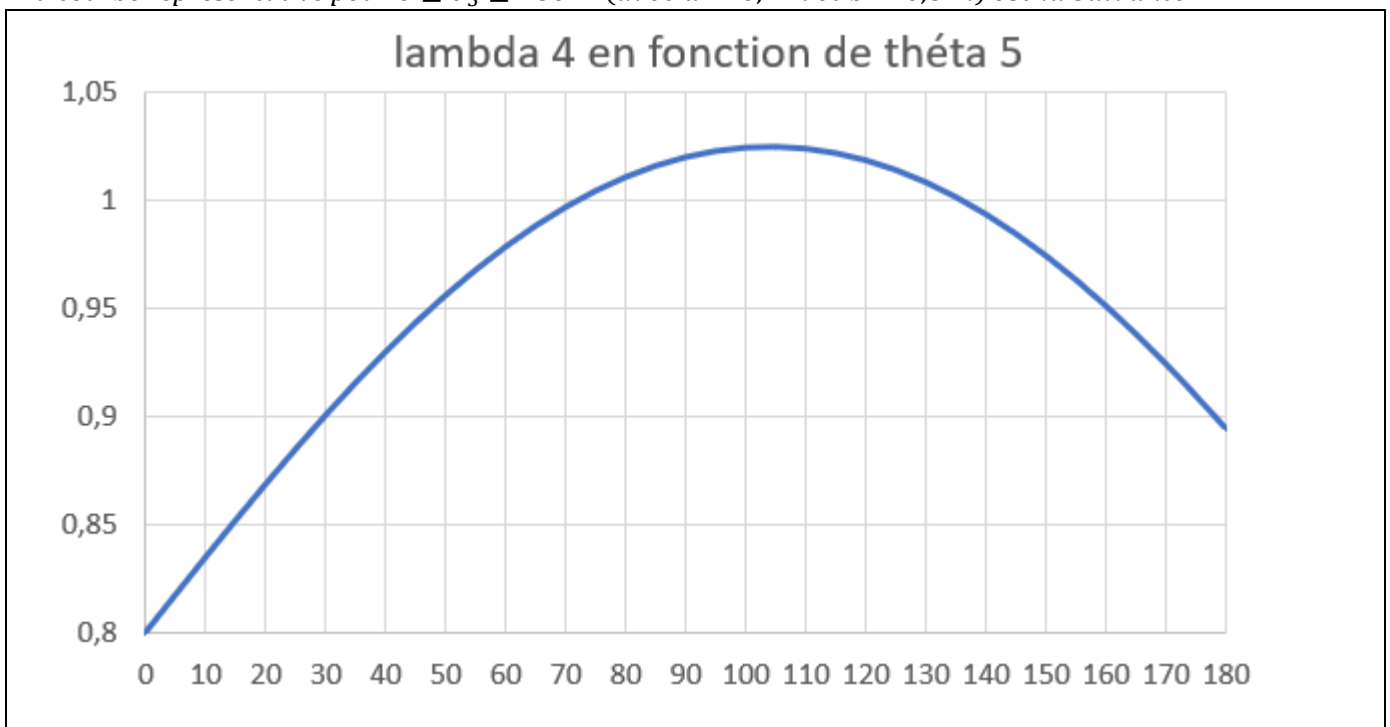
$\overrightarrow{AB} = \lambda_2 \cdot \vec{y}_2$	$\theta_1 = (\vec{x}_0; \vec{x}_1)$	$\theta_m = (\vec{y}_6; \vec{y}_7)$	$\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{CD} = d \cdot \vec{x}_5$; $\overrightarrow{AC} = d \cdot \vec{x}_0 + a \cdot \vec{y}_0$
$\overrightarrow{ED} = \lambda_4 \cdot \vec{y}_4$	$\theta_3 = (\vec{x}_0; \vec{x}_3)$	$\theta_9 = (\vec{x}_5; \vec{x}_9)$	$\overrightarrow{CE} = d \cdot \vec{x}_0 - b \cdot \vec{y}_0$; $\overrightarrow{DG} = d \cdot \vec{x}_5 + e \cdot \vec{y}_5$
$\overrightarrow{GH} = \lambda_8 \cdot \vec{x}_8$	$\theta_5 = (\vec{x}_0; \vec{x}_5)$	$\theta_6 = (\vec{x}_5; \vec{x}_6)$	$\overrightarrow{DF} = L \cdot \vec{x}_5$; $\overrightarrow{FH} = d \cdot \vec{x}_9$; $\overrightarrow{FK} = L \cdot \vec{x}_9$

Déploiement de la passerelle 5 ($\theta_5(t=0) = 0^\circ$; $\theta_5(t=30) = 180^\circ$)

Loi d'entrée-sortie de l'actionneur Vi : $\lambda_4 = f^{-1}(\theta_5)$

Q1. Ecrire une fermeture géométrique qui permette d'obtenir le modèle géométrique direct (MGI) $\lambda_4 = f^{-1}(\theta_5)$

La courbe représentative pour $0 \leq \theta_5 \leq 180^\circ$ (avec $d = 0,2 \text{ m}$ et $b = 0,8 \text{ m}$) est la suivante :



Q2. La courbe obtenue présente un maximum noté $(\theta_{5i \text{ crit}} ; \lambda_{4 \text{ crit}})$. En analysant le schéma cinématique, indiquer à quelle configuration particulière correspond $\theta_{5i \text{ crit}}$. Montrer que la fermeture géométrique peut aussi s'écrire :

$$\cos(\theta_5 + \varphi_i) = \frac{\lambda_4^2 - 2 \cdot d^2 - b^2}{-2 \cdot d \cdot \sqrt{d^2 + b^2}} \text{ et préciser les valeurs de } \lambda_{4 \text{ crit}} ; \theta_{5i \text{ crit}} \text{ et } \varphi_i.$$

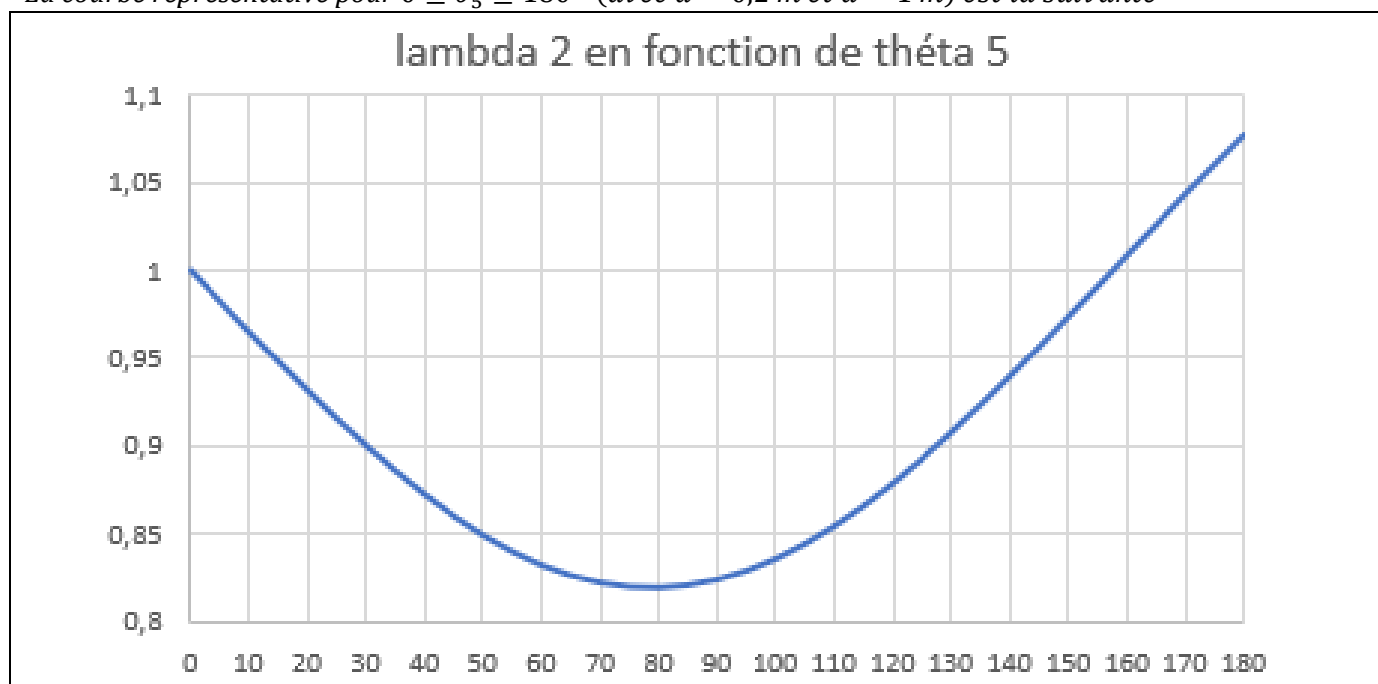
Q3. Considérant le domaine de variation de θ_5 , quelle précaution doit-on prendre pour avoir le modèle géométrique inverse (MGD) $\theta_5 = f(\lambda_4)$? Préciser cette relation.

La présence de cette singularité géométrique crée une incertitude sur la suite du mouvement de la passerelle 5. En effet, après $\theta_5 = \theta_{5i \text{ crit}}$, la tige du vérin **Vi** doit re-renter mais on ne sait pas si la passerelle 5 va continuer dans les θ_5 croissants ou décroissants. En effet, la fonction f n'est pas une bijection et certain λ_4 ont deux antécédents θ_5 . Cette singularité justifie la présence du vérin **Ve** qui, par la sortie de sa tige, va imposer que θ_5 continue de croître. La rotation de la passerelle 5 est donc dans un premier temps, pour $\theta_5 < \theta_{5i \text{ crit}}$, contrôlée par le vérin **Vi** (phase de sortie de la tige 4) puis dans un second temps (avant que $\theta_5 = \theta_{5i \text{ crit}}$), contrôlée par le vérin **Ve** (phase de sortie de la tige 1).

Loi d'entrée-sortie de l'actionneur Ve : $\lambda_2 = g^{-1}(\theta_5)$

Q4. Ecrire une fermeture géométrique qui permette d'obtenir le modèle géométrique direct (MGI) $\lambda_2 = g^{-1}(\theta_5)$

La courbe représentative pour $0 \leq \theta_5 \leq 180^\circ$ (avec $d = 0,2 \text{ m}$ et $a = 1 \text{ m}$) est la suivante :



Q5. La courbe obtenue présente un minimum noté $(\theta_{5e \text{ crit}} ; \lambda_{2 \text{ crit}})$. En analysant le schéma cinématique, indiquer à quelle configuration particulière correspond $\theta_{5e \text{ crit}}$. Calculer $\lambda_{2 \text{ crit}}$ et donner un ordre de grandeur de $\theta_{5e \text{ crit}}$ (lecture de la courbe).

Q6. Quelle condition faut-il imposer à $\theta_{5i \text{ crit}}$ et $\theta_{5e \text{ crit}}$ pour que le déploiement de la passerelle 5 soit maîtrisé ? Est-ce vérifié ? **Conclure sur le choix d'implantation des actionneurs Vi et Ve.**

Q7. Préciser la relation du modèle géométrique inverse (MGD) $\theta_5 = g(\lambda_2)$ en prenant les précautions nécessaires au vu du domaine de variation de θ_5 . Vous préciserez $\theta_{5e \text{ crit}}$ et l'angle φ_e (par analogie avec les questions précédentes).