Séquence 06 - TP01 - Îlot 01

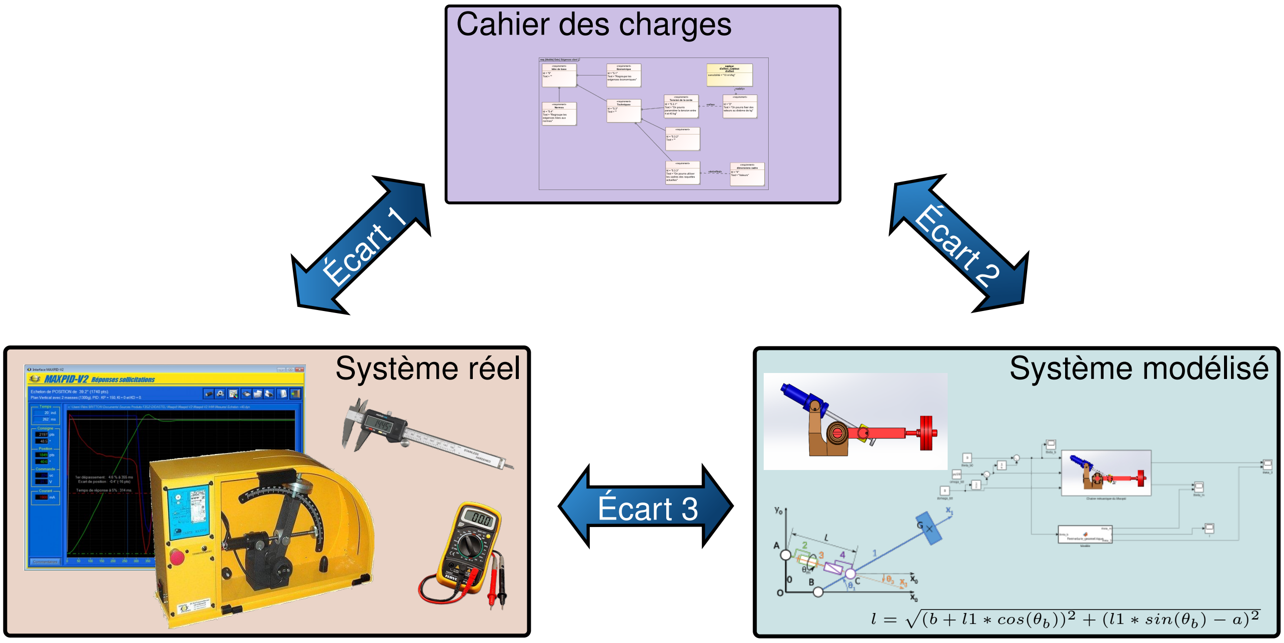
Lycée Dorian
Renaud Costadoat
Françoise Puig

La cinématique des mécanismes

Référence	S06 - TP01 - I01
Compétences	Mod2-C10-1: Modèle de solide indéformable Mod2-C11: Modélisation géométrique et cinématique des mouvements entre solides indéformables Rés-C1: Loi entrée sortie géométrique et cinématique Rés-C6: Utilisation d'un solveur ou d'un logiciel multi physique Com1-C1: Différents descripteurs introduits dans le programme Com2-C4: Outils de communication
Description	Lois E/S de fermeture géométrique et cinématique. Simulation du comportement de modèles. Proposer des lois de commande en fonction d'exigences. Présenter les modèles acausaux
Système	Maxpid

Objectif du TP:

Modéliser la loi d'entrée/sortie cinématique d'un système

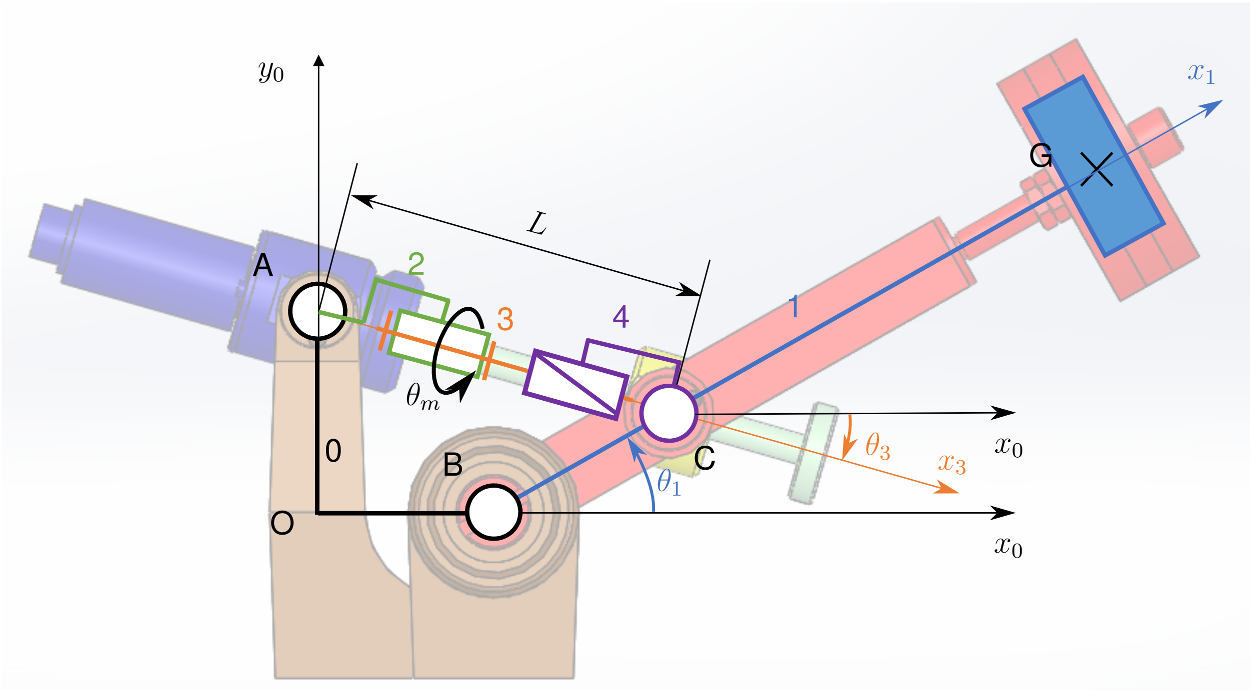


La démarche de l'ingénieur permet :
— De vérifier les performances attendues d'un système, par évaluation de l'écart entre un cahier des charges et les réponses expérimentales (écart 1),
— De proposer et de valider des modèles d'un système à partir d'essais, par évaluation de l'écart entre les performances mesurées et les performances simulées (écart 2),
— De prévoir le comportement à partir de modélisations, par l'évaluation de l'écart entre les performances simulées et les performances attendues du cahier des charges (écart 3).

Pour ce TP, vous aurez besoin :
— **de la procédure d'utilisation de Simscape disponible à la page 6,**

1 Détermination de la loi d'entrée/sortie géométrique

L'objectif de cette partie est de déterminer les équations liant les paramètres géométriques du système Maxpidet de les comparer avec celles obtenues par simulation Matlab/Simscape.



Question 1 Modéliser
Déterminer θ_m et θ_3 en fonction de θ_1 et des dimensions géométriques du système en utilisant la loi de fermeture géométrique. Les dimensions seront mesurées sur le système.

Question 2 Résoudre
Compléter le modèle Simscape avec ces équation comme sur la procédure 6 et vérifier que les résultats correspondent.

Question 3 Résoudre
A l'aide d'un script python, faire varier θ_1 de 0 à $\frac{\pi}{2}$. Et tracer θ_m et θ_3.

Question 4 Expérimenter
Proposer un protocole permettant de mesurer les valeurs extrêmes (qui correspondent à la variation de θ_1 de 0 à $\frac{\pi}{2}$) de θ_m et θ_3.

Question 5 Analyser
Vérifier que le résultat de la question 2 correspond à celui de la question 3.

2 Détermination de la loi d'entrée/sortie cinématique

L'objectif de cette partie est de déterminer les équations liant les paramètres cinématiques du système Maxpidet de les comparer avec celles obtenues par simulation Matlab/Simscape.

On aura ainsi :

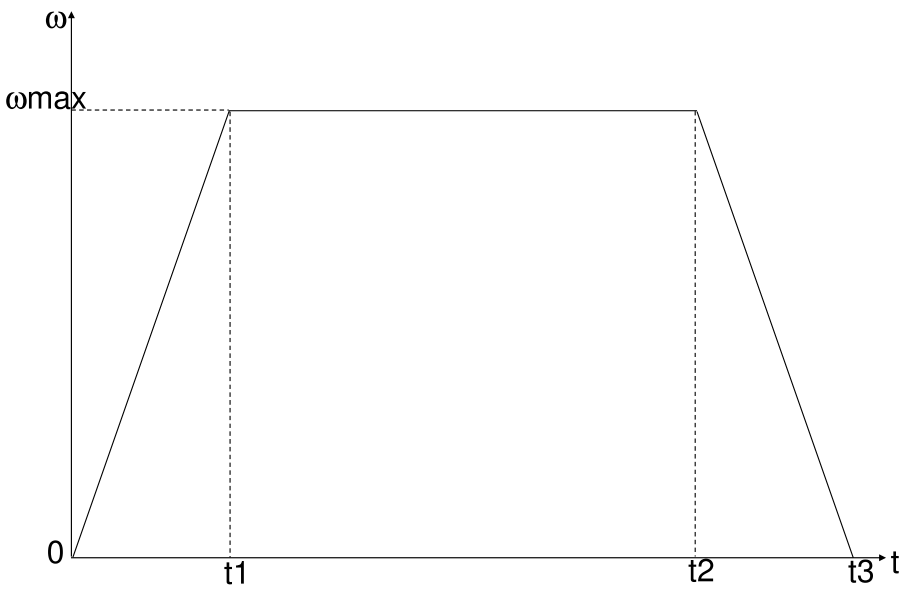
— $\omega_1 = \dot{\theta}_1$,

— $\omega_m = \dot{\theta}_m$ et $\omega_3 = \dot{\theta}_3$.

Question 6 Modéliser — Déterminer ω_m et ω_3 en fonction de ω_1 et des paramètres géométriques du système, en utilisant la loi de fermeture cinématique. Les dimensions seront mesurées sur le système afin d'effectuer l'application numérique.

Question 7 Résoudre — Compléter le modèle Simscape avec ces équation comme sur la procédure 6 et vérifier que les résultats correspondent.

L'objectif est d'obtenir le profil suivant pour la vitesse de rotation ω_1.



Données : $t_1 = 2s$, $t_2 = 8s$, $t_3 = 10s$.

Question 8 Modéliser — Déterminer ω_{max} afin d'obtenir la variation de θ_1 de 0 à $\frac{\pi}{2}$.

Question 9 Modéliser — A l'aide d'un script python, déterminer le profil de vitesse à imposer à ω_m.

3 Vérification à l'aide de relevé expérimentaux

Le fichier contient des relevés expérimentaux issus du système réel.

Question 10 Expérimenter — Ouvrir l'ensemble des fichiers présents dans le dossier compressé et analyser leur contenu.

Question 11 Expérimenter — Expliquer en quelques lignes le protocole expérimental mis en œuvre.

Question 12 Expérimenter — Déterminer les écarts (et leurs origines) entre les résultats des la simulation (parties 1 et 2) et ceux issus de la partie expérimentale.

4 Préparation d'une présentation

Question 13 Communiquer — Préparer une présentation à l'aide de quelques slides pour présenter votre travail.

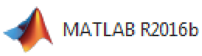
Utilisation de Matlab Simscape

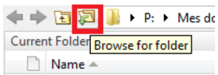
La procédure suivante explique comment utiliser Matlab afin de simuler un modèle Simscape.

Ce modèle a été construit à partir des pièces, assemblages et contraintes d'un modèle Solidworks. Ce dernier n'est pourtant pas nécessaire pour le faire tourner.

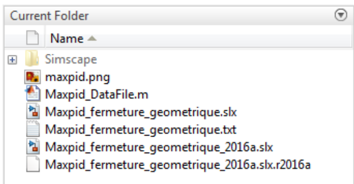
Procédure :

— Dézipper l'archive à télécharger Modèle Simscape,

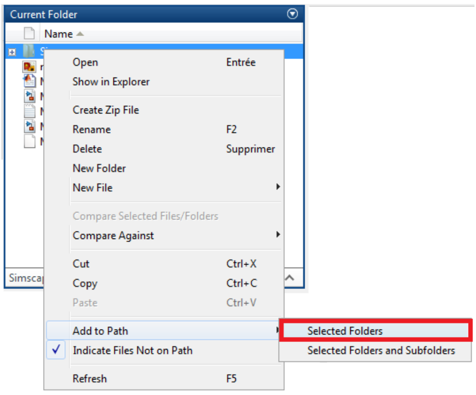
— Lancer Matlab 

— Depuis Matlab, naviguer 

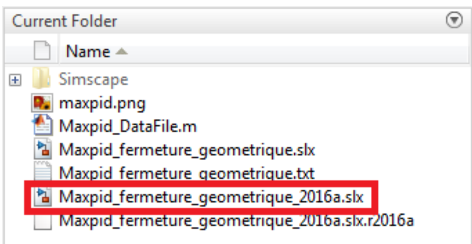
dans le dossier dézippé jusqu'au dossier contenant les fichiers « .slx » et « Simscape »,



— Faire un clic-droit sur le dossier « Simscape » et cliquer sur « Add to Path »,



— Double-cliquer sur le fichier correspondant au TP et à la version de Matlab utilisée, il doit avoir une extension en « slx ».



— Afin d'exporter des données, il est nécessaire d'insérer un bloc **To File** disponible dans la section Sinks et de le connecter à la donnée à extraire,

— Double-cliquer dessus afin de modifier le paramètre Save format en **Array**. Cela a pour effet de créer un fichier *fichier.mat*,

— Celui-ci peut être convertit en fichier *fichier.csv* en utilisant les commandes suivantes:

```
FileData = load('fichier.mat');
csvwrite('fichier.csv', FileData.ans);
```

5 Correction

5.1 Fermeture géométrique

$\overrightarrow{OB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} + \overrightarrow{AO} = \overrightarrow{0}$

$\left\{ \begin{array}{l} b + l_1.cos\theta_1 - l(t).cos\theta_3 = 0 \\ l_1.sin\theta_1 - l(t).sin\theta_3 - a = 0 \end{array} \right.$

$l(t) = l_0 + \frac{p.\theta_m}{2.\pi}$

$\left\{ \begin{array}{l} l(t).cos\theta_3 = b + l_1.cos\theta_1 \\ l(t).sin\theta_3 = l_1.sin\theta_1 - a \end{array} \right.$

Donc,$l(t) = \sqrt{(b + l_1.cos\theta_1)^2 + (l_1.sin\theta_1 - a)^2}$ et $\theta_m = (l(t) - l_0).\frac{2.\pi}{p}$.

Et $\theta_3 = \frac{b+l.cos\theta_1}{l(t)}$

5.2 Fermeture cinématique

$$\{V_{1/0}\} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_b & 0 \end{array} \right\}_B = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & l_1.\omega_b \\ \omega_b & 0 \end{array} \right\}_{C,R_1} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & -sin(\theta_1).l_1.\omega_b \\ 0 & cos(\theta_1).l_1.\omega_b \\ \omega_b & 0 \end{array} \right\}_{C,R_0}$$

$$\{V_{1/0}\} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & \frac{p*\omega_m}{2.\pi} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{C,R_3} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & cos(\theta_3).\frac{p*\omega_m}{2.\pi} \\ 0 & sin(\theta_3).\frac{p*\omega_m}{2.\pi} \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{C,R_0}$$

Donc, $\left\{ \begin{array}{l} -sin(\theta_1).l_1.\omega_b = cos(\theta_3).\frac{p*\omega_m}{2.\pi} \\ cos(\theta_1).l_1.\omega_b = sin(\theta_3).\frac{p*\omega_m}{2.\pi} \end{array} \right.$

Donc, $\omega_m = \frac{2.\pi}{p}.\frac{-sin(\theta_1).l_1}{cos(\theta_3)}.\omega_b$