



Géométrie pour la mécanique



Référence S03 - TP01 - I02

Compétences Mod2-C11: Modélisation géométrique et cinématique des mouvements entre solides indéformables

Description Déterminer une fermeture géométrique et vérifier expérimentalement.

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 4**,



1 Modélisation géométrique

Des données sur le système sont disponibles ici : [Ressources système](#).

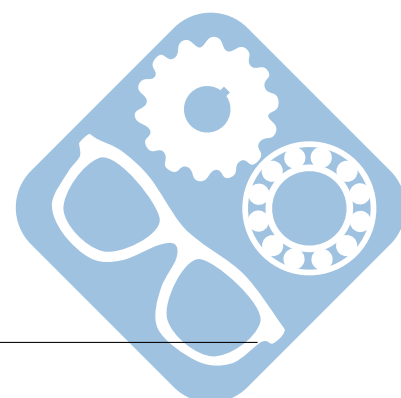
- Question 1** Écrire les vecteurs \overrightarrow{AB} , \overrightarrow{AC} et \overrightarrow{BC} dans les bases respectives $B_0(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$, $B_3(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ et $B_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$. On mesurera $\|\overrightarrow{AO}\|$, $\|\overrightarrow{OB}\|$ et $\|\overrightarrow{BC}\|$ directement sur le système et on prendra $\|\overrightarrow{AC}\| = l(t)$ variable.
- Question 2** Donner la relation qui existe entre ces vecteurs.
- Question 3** Projeter cette relation dans la base $B_0(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ afin d'obtenir deux équations scalaires. On fera apparaître les angles θ_1 et θ_m .
- Question 4** A partir de ces équations, déterminer la relation $\theta_2 = f(\theta_m)$.

2 Vérification par la simulation

- Question 5** Simuler le modèle Simulink (version 2016a) sans le modifier, vérifier les données affichées.
- Question 6** Éditer le modèle en recopiant la formule de la première partie dans le bloc fonction et comparer les résultats des deux modèles.

3 Vérification expérimentale

- Question 7** Filmer le mouvement du Maxpiddans la même vue que celle du schéma cinématique.
- Question 8** A l'aide du logiciel Tracking repérer les trajectoires des points du schéma cinématique et valider les résultats précédents.



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  MATLAB R2016b

— 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 converti en fichier *fichier.csv* en utilisant les commandes suivantes:

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



4 Correction

Question 1:

$\overrightarrow{AB} = a \cdot \overrightarrow{y_0}$, $\overrightarrow{AC} = l(t) \cdot \overrightarrow{x_1}$ et $\overrightarrow{BC} = b \cdot \overrightarrow{x_2}$, avec $a=112\text{mm}$ et $b=81\text{mm}$.

Question 2:

$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$.

Question 3:

$$l(t) \cdot \cos\theta_1 = b \cdot \cos\theta_2 \quad (1)$$

$$l(t) \cdot \sin\theta_1 = a + b \cdot \sin\theta_2 \quad (2)$$

Question 4:

$$\tan\theta_1 = \frac{a + b \cdot \sin\theta_2}{b \cdot \cos\theta_2} \quad (3)$$

Question 5:

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{a + b \cdot \sin\theta_2}{b \cdot \cos\theta_2}\right) \quad (4)$$

Question 6:

$$b \cdot \sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2 = a \cdot \cos\theta_1 + b \cdot \sin\theta_2 \cdot \cos\theta_1$$

$$b \cdot (\sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2 - \sin\theta_2 \cdot \cos\theta_1) = a \cdot \cos\theta_1$$

$$b \cdot \sin(\theta_1 - \theta_2) = a \cdot \cos\theta_1$$

$$\theta_1 - \theta_2 = \arcsin\left(\frac{a}{b} \cdot \cos\theta_1\right)$$

$$\theta_2 = \theta_1 - \arcsin\left(\frac{a}{b} \cdot \cos\theta_1\right) \quad (5)$$

