



# Les efforts mécaniques



Référence	S05 - TP01 - I03
Compétences	Mod2-C15: Modélisation des actions mécaniques Rés-C2: Actions mécaniques dans les liaisons, équations de mouvement Com2-C4: Outils de communication
Description	Principe Fondamental de la Statique. Modélisation des actions mécaniques
Système	Moby Crea



### Objectif du TP:

**Modéliser la loi de transmission mécanique 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 à votre disposition les documents suivants :**

- La Mise en oeuvre du système,
- de la procédure d'utilisation de Simscape disponible à la page 4,
- Les divers documents des Ressources système.



# 1 Détermination de la loi de transmission des actions mécaniques

L'objectif de cette partie est de déterminer les équations liant les actions mécaniques du système Moby Creaet de les comparer avec celles obtenues par simulation Matlab/Simscape.

On aura ainsi :

- poids du bébé  $P$ ,
- couple moteur  $C_m$ .

**Question 1** Écrire les torseurs d'action mécanique de chacune des liaisons ainsi que des actions mécaniques extérieures.  
**Modéliser**

**Question 2** Isoler les solides

**Modéliser**

**Question 3** Déterminer le poids du bébé  $P$  en fonction du poids du bébé  $P$  et des paramètres géométriques du système, en utilisant I. Les dimensions seront mesurées sur le système afin d'effectuer l'application numérique.  
**Modéliser**

**Question 4** Compléter le modèle Simscape avec ces équation comme sur la procédure 4 et vérifier que les résultats correspondent.  
**Résoudre**

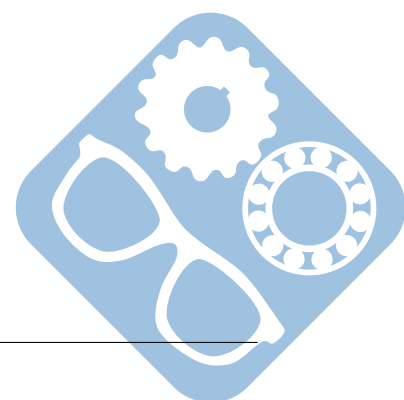
## 2 Vérification à l'aide de relevé expérimentaux

Proposer un protocole expérimental afin d'obtenir le tracé précédent.

**Question 5** Expliquer en quelques lignes le protocole expérimental mis en œuvre.  
**Expérimenter**

**Question 6** Mettre en œuvre ce protocole expérimental pour certaines positions du système.  
**Expérimenter**

**Question 7** Déterminer les écarts (et leurs origines) entre les résultats des la simulation et ceux issus de la partie expérimentale.  
**Expérimenter**



# Utilisation de Matlab Simscape

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

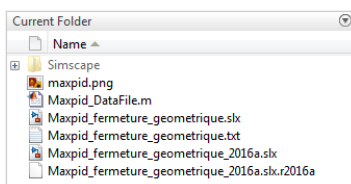
Ce modèle a été construit à partir des pièces, assemblages et contraintes d'un modèle Solidworks. Ce dernier n'est pourtant pas nécessaire pour le faire tourner.

Procédure :

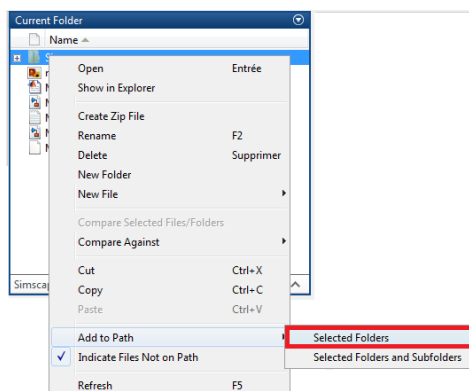
— Dézipper l'archive à télécharger [Modèle Simulink complet](#),

— Lancer Matlab  MATLAB R2016b

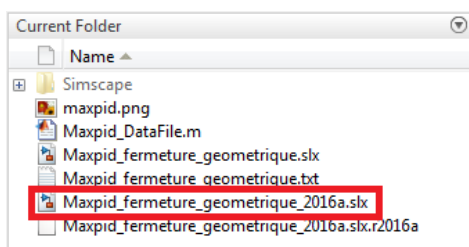
— Depuis Matlab, naviguer  dans le dossier dézippé jusqu'au dossier contenant les fichiers « .slx » et « Simscape »,



— 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 ».

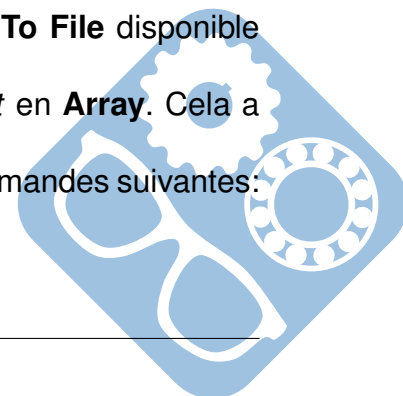


— Afin d'exporter des données, il est nécessaire d'insérer un bloc **To File** disponible dans la section *Sinks* et de le connecter à la donnée à extraire,

— 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);
```



### 3 Correction

$$\begin{aligned} \{T_{P \rightarrow 3}\} &= \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -P & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{C,R_0} \\ \{T_{C_m \rightarrow 1}\} &= \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & C_m \end{Bmatrix}_{A,R_0} \\ \{T_{0 \rightarrow 1}\} &= \begin{Bmatrix} X_{01} & L_{01} \\ Y_{01} & M_{01} \\ Z_{01} & 0 \end{Bmatrix}_{A,R_0} \\ \{T_{1 \rightarrow 2}\} &= \begin{Bmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{B,R_0} = \begin{Bmatrix} X_{12} & L_{12} + l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot Z_{12} \\ Y_{12} & M_{12} - l_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot Z_{12} \\ Z_{12} & l_1 \cdot (\cos \theta_1 \cdot Y_{12} - \sin \theta_1 \cdot X_{12}) \end{Bmatrix}_{A,R_0} \\ \{T_{2 \rightarrow 3}\} &= \begin{Bmatrix} X_{23} & L_{23} \\ Y_{23} & M_{23} \\ Z_{23} & 0 \end{Bmatrix}_{C,R_0} = \begin{Bmatrix} X_{23} & L_{23} + l(t) \cdot Z_{23} \\ Y_{23} & M_{23} \\ Z_{23} & -l(t) \cdot X_{23} \end{Bmatrix}_{A,R_0} \\ \{T_{0 \rightarrow 3}\} &= \begin{Bmatrix} X_{03} & L_{03} \\ 0 & M_{03} \\ Z_{03} & N_{03} \end{Bmatrix}_{A,R_0} \end{aligned}$$

Isoler 1

$$\begin{cases} X_{01} - X_{12} = 0 \\ Y_{01} - Y_{12} = 0 \\ Z_{01} - Z_{12} = 0 \\ L_{01} - L_{12} - l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot Z_{12} = 0 \\ M_{01} - M_{12} + l_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot Z_{12} = 0 \\ -l_1 \cdot (\cos \theta_1 \cdot Y_{12} - \sin \theta_1 \cdot X_{12}) + C_m = 0 \end{cases}$$

Isoler 2

$$\begin{cases} X_{12} - X_{23} = 0 \\ Y_{12} - Y_{23} = 0 \\ Z_{12} - Z_{23} = 0 \\ L_{12} + l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot Z_{12} - L_{23} - l(t) \cdot Z_{23} = 0 \\ M_{12} - l_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot Z_{12} - M_{23} = 0 \\ l_1 \cdot (\cos \theta_1 \cdot Y_{12} - \sin \theta_1 \cdot X_{12}) + l(t) \cdot X_{23} = 0 \end{cases}$$

Isoler 3

$$\begin{cases} X_{23} + X_{03} = 0 \\ Y_{23} - P = 0 \\ Z_{23} + Z_{03} = 0 \\ L_{23} + l(t) \cdot Z_{23} + L_{03} = 0 \\ M_{23} + M_{03} = 0 \\ N_{03} - l(t) \cdot X_{23} = 0 \end{cases}$$

$$C_m = -l(t) \cdot X_{23} = -l(t) \cdot X_{12}$$

$$Y_{23} = P = Y_{12}$$

$$C_m = \frac{l_1 \cdot l(t) \cdot \cos \theta_1}{l(t) - l_1 \cdot \sin \theta_1} \cdot P$$

