

TRAVAUX PRATIQUES	<h1>MaxPID – Loi d'entrée-sortie</h1> <h2>Séquence 3 - Analyse et modélisation cinématique des mécanismes</h2>
----------------------	--

1. CONSIGNE - PRESENTATION

Consigne

- Attention au matériel :
 - Le matériel doit être rangé en fin de séance
 - Appelez le professeur avant toute mise en œuvre d'une mesure ou d'un montage pour vérification

Travail demandé

Au travers du système, à l'aide des différentes activités et des documents fournis, vous devrez :

- Présenter le graphe de liaisons du système ;
- Tracer le schéma cinématique plan du système ;
- Tracer la loi d'entrée-sortie en position à partir d'un relevé expérimental ;
- Donner l'expression puis tracer de la loi d'entrée-sortie en position obtenue à l'aide d'une fermeture géométrique ;
- Tracer la courbe de la loi d'entrée-sortie en position à l'aide d'un logiciel de simulation numérique ;
- Evaluer les écarts



Le compte-rendu se fera à l'oral à travers un document numérique de votre choix.

Compétence à acquérir par les membres du groupe

Chaque membre du groupe assure des fonctions / tâches :

- **CE : Chef d'équipe**

Il est chargé :

- de faire le lien entre les membres de l'équipe ;
- d'extraire du cahier des charges les grandeurs pertinentes ;
- d'extraire les informations utiles d'un dossier technique ;
- d'effectuer une synthèse des informations disponibles dans un dossier technique ;
- de mettre en place la trame de la présentation ;
- de soutenir ses équipiers, de faciliter leurs tâches en apportant son aide et d'avoir une vue globale des activités.

- **A-M : Analyseur - Modélisateur**

Il est chargé :

- de réaliser le graphe de structure de tout ou partie d'un mécanisme ;
- de proposer un schéma cinématique (plan ou 3D) minimal et d'architecture de tout ou partie d'un mécanisme ;
- de quantifier des écarts entre des valeurs attendues et des valeurs obtenues par simulation.

- **A-R : Analyseur – Résolveur**

TRAVAUX
PRATIQUES

MaxPID – Loi d'entrée-sortie

Séquence 3 - Analyse et modélisation cinématique des mécanismes

Il est chargé :

- de proposer une démarche permettant de déterminer une loi de mouvement ;
- de déterminer la loi entrée-sortie d'une chaîne cinématique simple ;
- de déterminer les relations de fermeture géométrique et cinématique d'une chaîne cinématique, et résoudre le système associé.

- **E-A : Expérimentateur - Analyseur**

Il est chargé :

- de régler les paramètres de fonctionnement d'un système ;
- de quantifier des écarts entre des valeurs attendues et des valeurs mesurées.

- **EM : Expérimentateur Modélisateur**

Il est chargé :

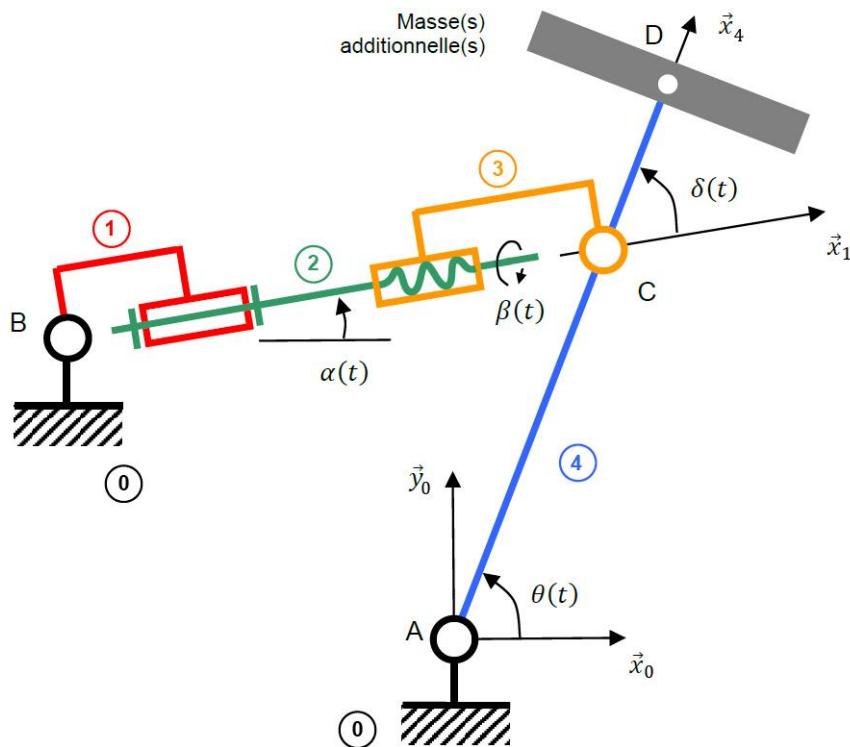
- de définir les méthodes de mesures ;
- de quantifier des écarts entre des valeurs mesurées et des valeurs obtenues par simulation ;
- de vérifier la cohérence du modèle choisi avec des résultats d'expérimentation.

MaxPID – Loi d'entrée-sortie

Séquence 3 - Analyse et modélisation cinématique des mécanismes

3. MODELISATION : GRAPHE DE LIAISONS ET MODELE CINEMATIQUE PLAN

On donne ci-dessous le modèle cinématique plan du système :



0	Bâti	$(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$	Position angulaire de 1 / 0 : $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$
1	Support moteur	$(B, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$	Position angulaire de 2 / 3 : $\beta = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = (\vec{z}_0, \vec{z}_2)$
2	Vis	$(B, \vec{x}_1, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$	Position angulaire de 4 / 1 : $\delta = (\vec{x}_1, \vec{x}_4) = (\vec{y}_1, \vec{y}_4)$
3	Ecrou	$(C, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$	Position angulaire de 4 / 0 : $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_4) = (\vec{y}_0, \vec{y}_4)$
4	Bras	$(A, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_0)$	Position linéaire de 3 / 2 : $\overrightarrow{BC} = x(t). \vec{x}_1$

Données dimensionnelles : $\overrightarrow{AB} = -a. \vec{x}_0 + b. \vec{y}_0$

$$\overrightarrow{AC} = c. \vec{x}_4$$

Pas de la vis 2 : p

Valeurs numériques : $a = 80 \text{ mm}$

$$b = 70 \text{ mm}$$

$$c = 80 \text{ mm}$$

$$p = 4 \text{ mm}$$

3.1 Donner le graphe de liaisons du système correspondant au modèle cinématique.

MaxPID – Loi d'entrée-sortie

Séquence 3 - Analyse et modélisation cinématique des mécanismes

On rappelle la loi de comportement en vitesse de la liaison hélicoïdale entre **2** et **3** :

$$\dot{x} = -\frac{p}{2\pi} \cdot \dot{\beta}$$

On suppose que pour $\theta = 0^\circ$ (bras **4** horizontal) :

- $\beta = 0^\circ$ (origine des angles pour la vis **2**) ;
- $x = x_0 = 170 \text{ mm}$ (origine des distances pour l'écrou **3**).

Ce qui donne finalement la loi de comportement en position de la liaison hélicoïdale :

$$x - x_0 = -\frac{p}{2\pi} \cdot \beta$$

- 3.2** Traduire une fermeture géométrique par une équation vectorielle. Projeter l'équation dans la base liée au bâti **0** et en déduire deux relations scalaires donnant x en fonction de θ, a, b et c .
- 3.3** Utiliser la loi de comportement de la liaison hélicoïdale pour prouver que la relation donnant β en fonction de θ, a, b et c est :

$$\beta(\theta) = -\frac{2\pi}{p} \cdot [x(\theta) - x_0]$$

$$x(\theta) = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + 2 \cdot c \cdot (a \cdot \cos \theta - b \cdot \sin \theta)}$$

- 3.4** A l'aide d'un tableur tracer la courbe $\beta = f(\theta)$.

Rem : on tracera la courbe avec les unités suivantes : β en tours, θ en degrés pour θ variant entre 0° et 100° .

4. EXPERIMENTATION : RELEVÉ DE LA LOI ENTREE-SORTIE EN POSITION

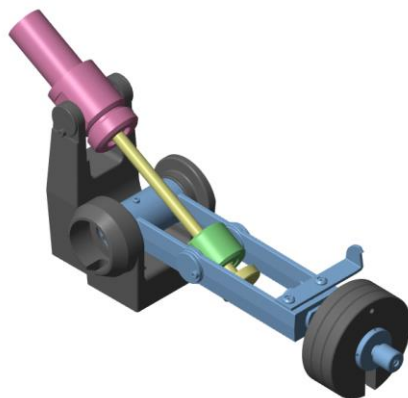
- 4.1** Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer le pas du système vis-écrou. Appliquer le protocole et donner la valeur du pas : p_{exp} .
- 4.2** Evaluer l'écart entre la valeur donnée par le constructeur et celle trouvée expérimentalement.
- 4.3** Manipuler l'extrémité de la vis et utiliser un tableur pour relever la position angulaire du bras θ sur le rapporteur gradué en fonction de la position angulaire (exprimée en tour) de la vis β .

Rem : on fera le relevé pour les positions du bras comprises entre 0° et 60° .

- 4.4** Tracer la courbe $\theta = f(\beta)$

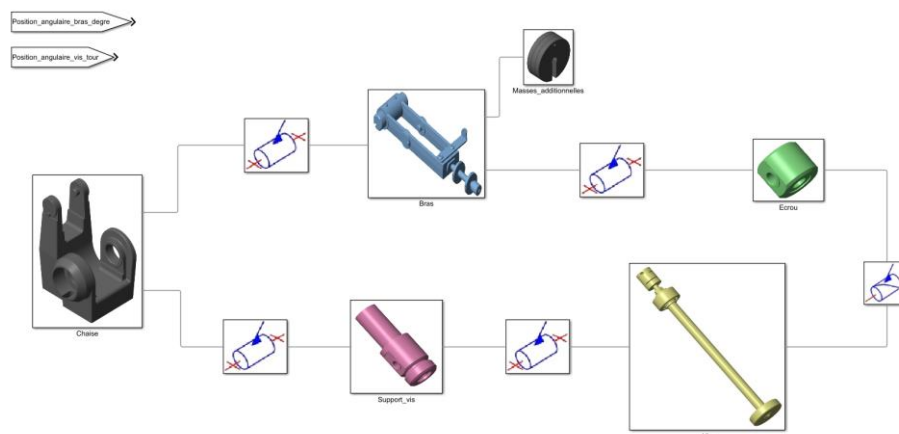
5. SIMULATION : LOI ENTREE-SORTIE EN POSITION

On fournit le modèle numérique Simscape – Multibody du système.



La simulation numérique sera réalisée à l'aide du logiciel **Simulink** et de son module de simulation numérique **Simscape - Multibody**.

- 5.1 Télécharger le dossier « Maxpid – Multibody » à partir de l'ENT Moodle.
- 5.2 Décompacter le dossier téléchargé sur votre espace personnel.
- 5.3 Lancer le logiciel **Simulink** et ouvrir le fichier d'assemblage « **Maxpid.slx** ».
- 5.4 Comparer le graphe de liaisons donné par **Multibody** et celui réalisé lors de la première activité.
- 5.5 Compléter le modèle pour obtenir la courbe donnant la position angulaire du bras $\theta_{bras/0}$ en fonction de la position angulaire de la vis $\theta_{vis/0}$.



6. EVALUATION DES ECARTS

- 6.1 Utiliser un tableur pour évaluer les écarts entre le calcul, le relevé expérimental et la simulation.