

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

# Mécanique

## MECA2 - Révisions

### TD3

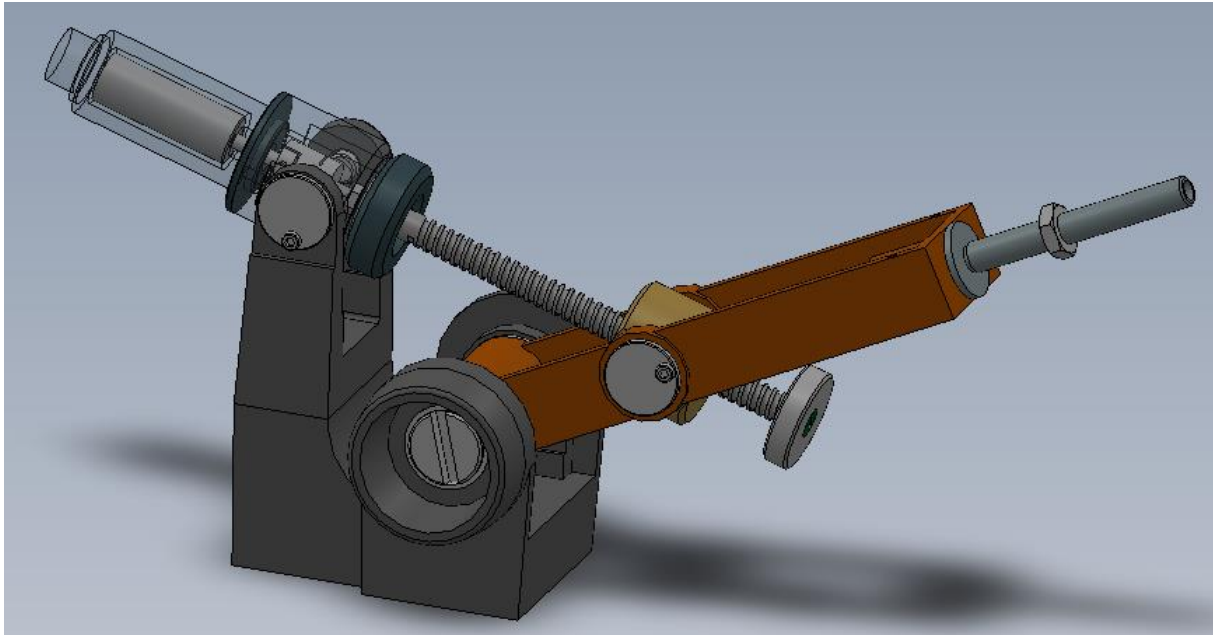
*Géométrie – Cinématique – Statique*  
*Maxpid*



Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## Exercice 1: Loi E/S géométrique et cinématique – Principe Fondamental de la Statique – Dynamique

*Maxpid*



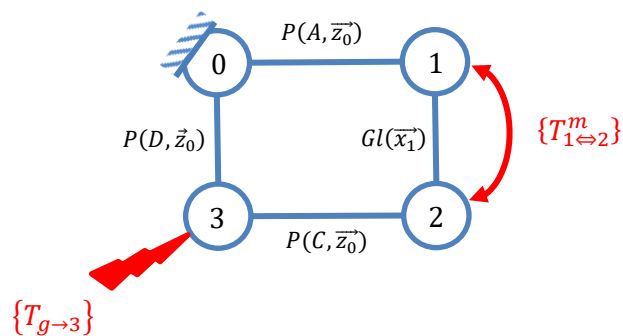
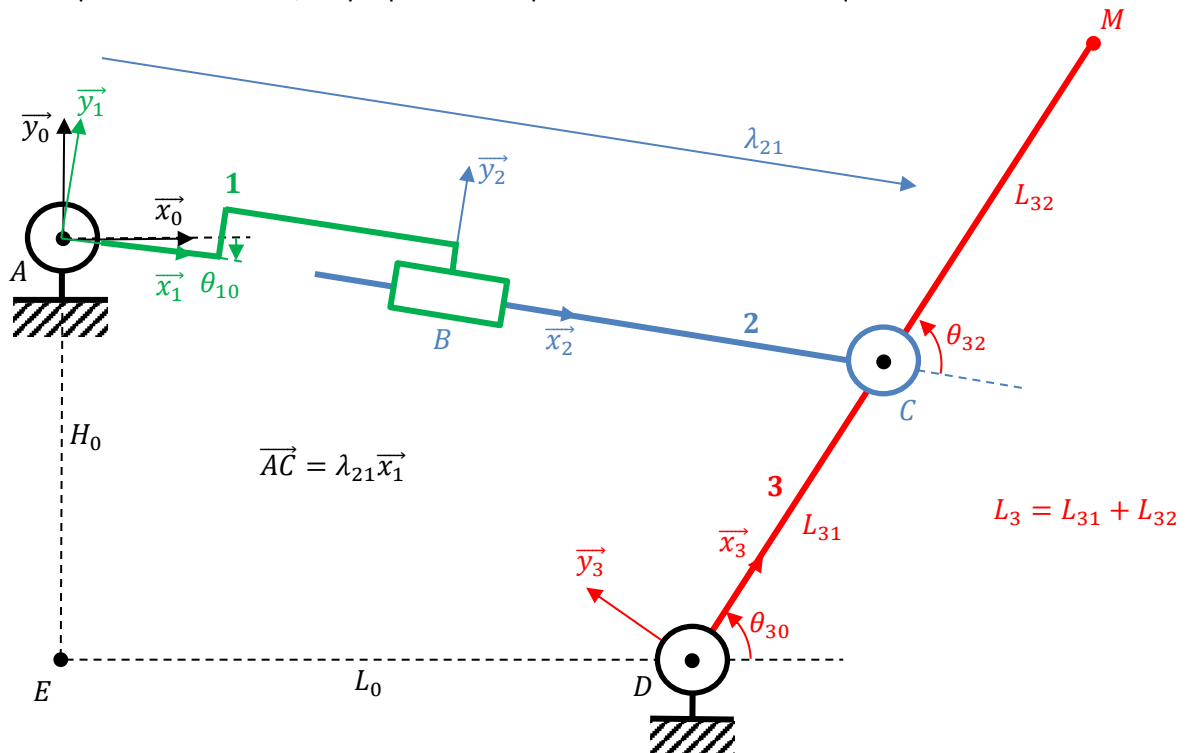
On s'intéresse au mécanisme de transformation de mouvement entre la rotation du moteur et la rotation du bras en sortie.

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## Schéma cinématique

En PSI, il vous faudra savoir proposer un modèle cinématique. Nous validerons cette compétence en TP. Pour ce TD, le voici :

Pour simplifier notre étude, on propose de simplifier le modèle cinématique ainsi :



Remarque : il y a autant de paramétrage de personnes qui le proposent, c'est pourquoi il est important de s'accorder dès le départ sur un modèle.

On supposera dans la suite que le mouvement d'entrée, imposé, est le mouvement de la pièce 2 par rapport à 1.

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## ***Etude géométrique***

**Question 1: Etablir les 3 équations géométriques scalaires du problème dans la base 0**

**Question 2: Etablir la relation entrée/sortie en position  $\lambda_{21} = f(\theta_{30})$**

On notera que cette relation est implicite si l'on cherche  $\theta_{30}$  pour un  $\lambda_{21}$  donné.

**Question 3: Proposer une méthode de résolution numérique permettant de déterminer  $\theta_{30}$  en degrés pour une valeur donnée de  $\lambda_{21}$  en mm variant dans l'intervalle de 90 à 110 (les dimensions seront mesurées sur le schéma cinématique) - Vous définirez une fonction  $f(\text{teta}, \text{lamb})$ , une fonction récursive dichotomie( $f, a, b, \text{Crit}$ ) et une fonction Resolution() renvoyant les listes Lambda21 et teta30**

Vous verrez dans le sujet E3A PSI 2019 des questions numériques similaires (Q20 à 23).

**Question 4: Exprimer  $\theta_{32}$  en fonction du seul paramètre géométrique  $\theta_{30}$  et des constantes (utile dans la suite) – On justifiera le choix de la fonction trigonométrique choisie**

Nous pourrions comme pour le système bielle/manivelle, déterminer tous les paramètres géométriques en fonction d'un seul, mais comme vous le savez maintenant, je passe.

Il arrive que l'on souhaite la relation entre  $\lambda_{21}$  et  $\theta_{10}$

**Question 5: Etablir la relation entrée/sortie en position  $\lambda_{21} = f(\theta_{10})$**

Petite astuce : oubliez tout ce que vous avez fait avant.

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## ***Etude cinématique***

On impose les notations, en mécanisme plan :

$$\{\mathcal{V}_{ji}\} = \begin{Bmatrix} 0 & U_{ji} \\ 0 & V_{ji} \\ R_{ji} & 0 \end{Bmatrix}_P^{\mathfrak{B}_k}$$

**Question 6:** Proposer les 4 torseurs cinématiques des liaisons du mécanismes, et réalisez les choix de points et bases qui seront utiles pour la suite

**Question 7:** Etablir les 2 équations vectorielles de la fermeture cinématique du système en C

**Question 8:** Etablir les 3 équations scalaires de la fermeture cinématique du système dans  $\mathfrak{B}_1$

On sait depuis le TD précédent qu'il est possible de déterminer toutes les inconnues cinématiques en fonction de l'entrée, ici la rotation 2/1. Limitons-nous à la relation entrée/sortie recherchée.

**Question 9:** Déterminer  $R_{30}$  en fonction de l'unique inconnue cinématique  $U_{21}$  et des paramètres géométriques

Remarquez que pour tracer l'évolution de la vitesse de sortie  $R_{30}$  en fonction d'une vitesse d'entrée constante  $U_{21}$  pour toutes les positions de la sortie  $\theta_{30}$  (par exemple), il est nécessaire de connaître  $\theta_{32}$  en fonction de  $\theta_{30}$ .

**Question 10:** Exprimer  $R_{30}$  en fonction de l'unique inconnue cinématique  $U_{21}$ , de l'unique paramètre géométrique variable  $\theta_{30}$  et des constantes

**Question 11:** Exprimer finalement  $\vec{V}(M, 3/0)$  en fonction de l'unique inconnue cinématique  $U_{21}$  et du seul paramètre géométrique variable  $\theta_{30}$  et des constantes

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## ***Etude statique par stratégie d'isolements***

On suppose une action extérieure du poids en  $M$  sur 3, et une interaction entre 1 et 2, et on néglige l'effet de la gravité sur les autres pièces :

$$\{\mathcal{T}_{1 \rightarrow 2}^m\} = \begin{Bmatrix} F & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{B}_1} ; \quad \{\mathcal{T}_{g \rightarrow 3}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -P & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_M$$

Remarque : dans cette partie, on appelle  $R_{23}$  la résultante de 2 sur 3, et non la rotation du torseur cinématique précédent.

**Question 12:** Justifier le fait que  $\overrightarrow{R_{23}} = R_{23}\overrightarrow{x_2}$

**Question 13:** Justifier le fait que  $R_{23} = F$

**Question 14:** En déduire la relation entre  $F$  et  $P$

Remarquez que pour tracer l'évolution de la force  $F$  en fonction du poids  $P$  constant pour toutes les positions de la sortie  $\theta_{40}$  (par exemple), il est nécessaire de connaître  $\theta_{32}$  en fonction de  $\theta_{40}$ .

**Question 15:** Exprimer  $F$  en fonction de  $P$ , de l'unique paramètre géométrique variable  $\theta_{30}$  et des constantes

## ***Etude statique complète***

**Question 16:** Etablir le graphe des liaisons du système

**Question 17:** Donner les torseurs  $\{T_{ji}\}$  des actions dans toutes les liaisons

**Question 18:** Faire le bilan du nombre d'équations et d'inconnues du problème plan afin de vérifier qu'il est solvable

**Question 19:** Appliquer le PFS au solide 1 en  $A$  dans la base  $\mathcal{B}_1$  et en déduire un système de 3 équations

**Question 20:** Appliquer le PFS au solide 2 en  $A$  dans la base  $\mathcal{B}_1$  et en déduire un système de 3 équations

**Question 21:** Appliquer le PFS au solide 3 en  $E$  dans la base  $\mathcal{B}_1$  et en déduire un système de 3 équations

**Question 22:** Récapituler les 9 équations statiques du mécanisme en faisant apparaître en rouge les données et en bleu les actions inconnues de liaison

**Question 23:** Résoudre le système afin d'exprimer toutes les inconnues de liaison en fonction de l'effort  $F$  ainsi que la relation liant  $F$  et  $P$

**Question 24:** En déduire  $F = f(P)$

Dernière mise à jour	MECA 2	Denis DEFAUCHY
29/08/2022	Révisions	TD3 - Sujet

## ***Etude dynamique (5/2)***

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué dans un référentiel Galiléen dit la chose suivante :

$$\frac{dEc}{dt} = P_{int} + P_{ext}$$

Lorsqu'il est appliqué à un système statique ( $\frac{dEc}{dt} = 0$ ) sans frottements ( $P_{int}^{liaisons} = P_{ext}^{liaisons} = 0$ ), il donne :

$$\{\mathcal{V}_{21}\}\{\mathcal{T}_{1 \rightarrow 2}^m\} + \{\mathcal{T}_{g \rightarrow 3}\}\{\mathcal{V}_{30}\} = 0$$

**Question 25: Retrouver la relation statique entrée/sortie à l'aide du TEC et de la relation cinématique entrée/sortie**