

## TP3-3 – CAPSULEUSE



## ÉTUDE GÉOMETRIQUE

### OBJECTIF

Réaliser l'étude géométrique de la croix de Malte de la capsuleuse :

- d'un point de vue théorique
- d'un point de vue expérimental
- d'un point de vue numérique

Comparer les résultats et identifier les différences.

MISE EN SITUATION

Le conditionnement de nombreux produits alimentaires est réalisé dans des bocaux en verre fermés par des capsules vissées. La société RAVOUX, spécialisée dans le conditionnement, a créé ce prototype afin d'optimiser ses machines de production. Il est donc équipé de nombreux capteurs permettant, via un ordinateur, d'optimiser les paramètres de production tel que la qualité totale, la production maximale, ...

La variété des produits conditionnés nécessite des dispositifs de remplissage différents mais le système de mise en place et de serrage de la capsule est souvent du même type que celui de cette capsuleuse.

Nous distinguerons une première partie désignée par « transfert du bocal », chargée de produire les situations successives du bocal et une deuxième désignée par « capsuleur », chargée de l'approvisionnement, de l'insertion et du vissage contrôlé de la capsule.

PRISE EN MAIN DU SYSTÈME

Mettez en route la machine en suivant la procédure MODE PRODUCTION

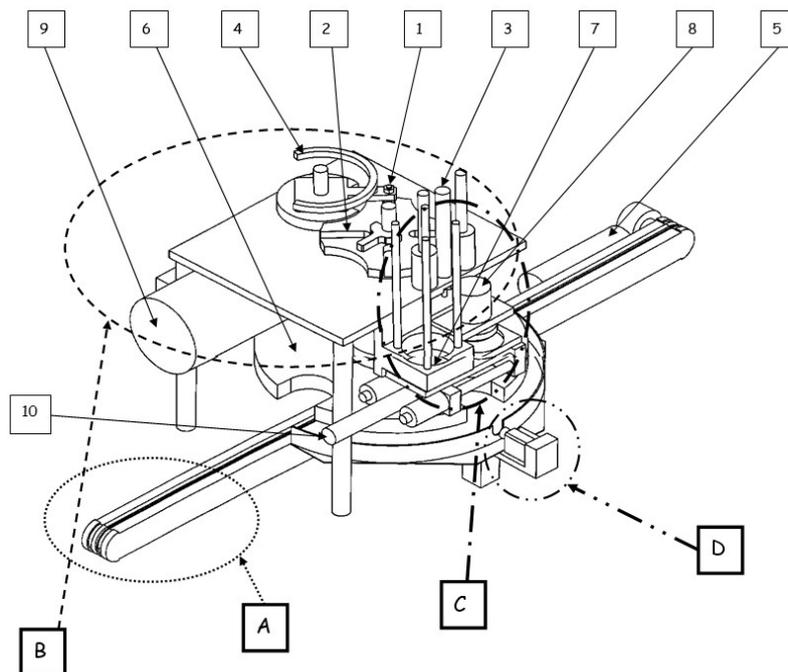
- Actionnez l'interrupteur rotatif situé à droite. Vérifiez la pression : 6 bars
- Mettez un bocal ouvert à gauche sur le tapis d'entrée.
- Mettez le bouton **production expérimentale** à gauche et le bouton **auto/main** à gauche (donc sur **auto**).
- Appuyez sur **Service** : le voyant défaut clignote.
- Appuyez sur **initialisation** : le voyant défaut est fixe. Appuyez sur **marche**.
- Pour arrêter la machine appuyez sur **arrêt**.

S'il y a blocage, faire initialisation puis de nouveau marche.

**Q1** En observant le système, identifier parmi les noms suivants :

- les différents blocs du système indiqués par les lettres,
- les constituants indiqués par les chiffres.

Moteur	Vérin de serrage	Roue de la croix de malte
Plateau	Galet	Ventouse
Came	Vérin de monter/descente	Vérin de tiroir
Ensemble de capsulage	Tapis roulant	Moteur de tapis



Le dessin ci-dessus est dans le répertoire du TP.

## ÉTUDE THÉORIQUE

On s'intéresse dans cette étude au système de transformation de mouvement dit à « croix de Malte ».

### MODELISATION

Le schéma cinématique du système de transformation de mouvement est donné sur les figures ci-dessous :

La **figure 4** correspond à la position particulière où le maneton entre en contact avec la came.

La **figure 5** correspond au cas général.

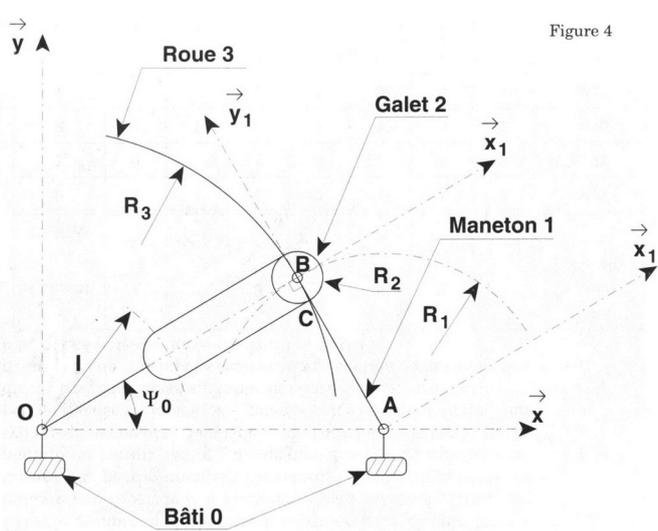


Figure 4

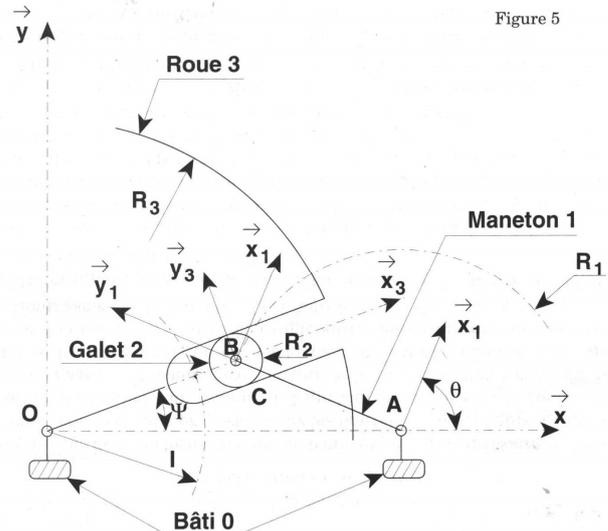


Figure 5

#### Rappel des données numériques :

- Vitesse de la came d'entrée :  $\dot{\theta} = cte$
- $OA = E = 125 \text{ mm}$

### ÉTUDE CINÉMATIQUE

L'objectif de cette étude est d'établir par un calcul analytique la loi d'entrée/sortie du système à croix de Malte.

- Q2** Établir le graphe des liaisons et la ou (les) figure(s) de changement de base.
- Q3** Déterminer la valeur de  $\Psi_0$  sur notre système. De quoi dépend cette valeur ? En déduire la valeur du rayon  $R_1$  ainsi que l'intervalle d'étude de  $\theta$  (valeurs de  $\theta$  correspondant à un mouvement de la croix)
- Q4** À partir de la figure 5, déterminer la loi entrée-sortie  $\psi = f(\theta, \rho)$  avec  $\rho = \frac{R_1}{E}$ .
- Q5** Pour avoir le lien entre les vitesses, dériver cette loi par rapport au temps afin d'obtenir la relation entre  $\dot{\psi}$ ,  $\dot{\theta}$ ,  $\theta$  et  $\rho$ , c'est la loi entrée/sortie cinématique.

### TRACÉ SOUS PYTHON

- 🐍 Ouvrir le fichier **Capsuleuse - Etudiant.py**
- 🐍 **Ligne 13** : compléter l'expression de  $\rho$ .
- 🐍 **Ligne 20** : Définir la liste des angles  $\theta$  pour l'étude. Utiliser la fonction `linspace` de numpy pour avoir un array et les convertir en radians avec la fonction `deg2rad` de numpy par exemple.
- 🐍 **Ligne 23** : Définir la liste des temps en supposant que la vitesse de rotation du moteur est constante.
- 🐍 **Ligne 47** : Calculer les valeurs de  $\Psi$  avec votre équation de la question Q5.
- 🐍 **Exécuter le programme**. La courbe doit se tracer.



## ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

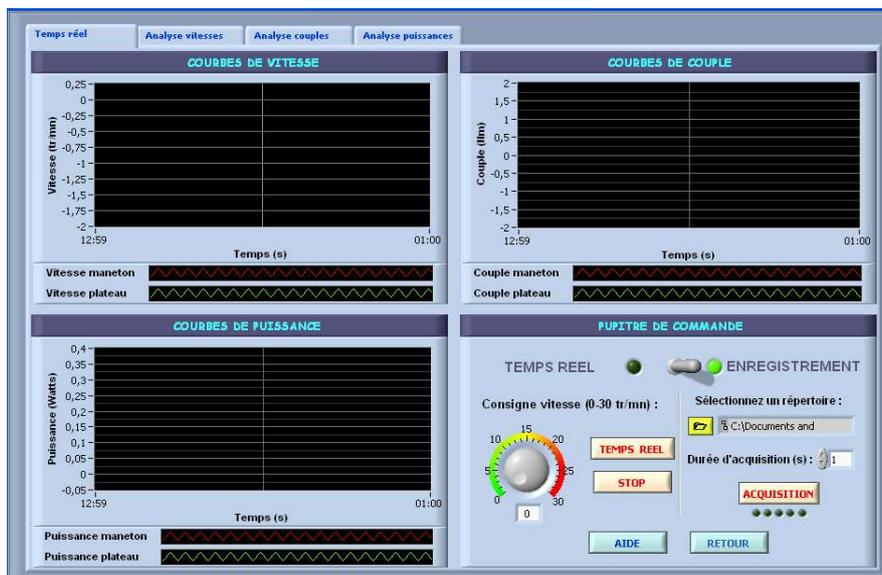
**Objectif** : Relever les mesures de l'angle moteur et de l'angle de la croix pour établir la loi entrée sortie.

La capsuleuse est équipée de capteurs de vitesse sur les axes de rotation du maneton **1** et de la roue **3**. Ces capteurs couplés au logiciel d'acquisition va vous permettre de mesurer la vitesse de la croix de Malte en fonction du temps.

- ☛ Vérifier qu'aucun bocal n'est présent dans le système. S'il y en a, les enlever puis refaire la manipulation du début pour initialiser le système.
- ☛ Mettez le bouton **production/expérimentation** à **droite**.
- ☛ Appuyer sur le bouton **marche**. Le voyant **marche** s'allume et rien ne se passe, l'indexa est en attente d'une consigne venant du PC.
- ☛ **S'il y a des problèmes de connexion, relancer le PC.**



- ☛ Ouvrir Applicatifs Indexa, **acquisition des signaux**, se mettre en **mode enregistrement** :



- ☛ En bas à droite, sélectionner un répertoire, cliquer sur **le bureau**, cliquer sur « sélectionner ce répertoire ».
- ☛ Toutes les données seront maintenant enregistrées sur le bureau.
- ☛ Régler la consigne sur **5 t/mn**.
- ☛ Régler la durée d'acquisition sur **4 s** (normalement cela suffit pour faire une rotation de la croix) puis cliquer sur acquisition.

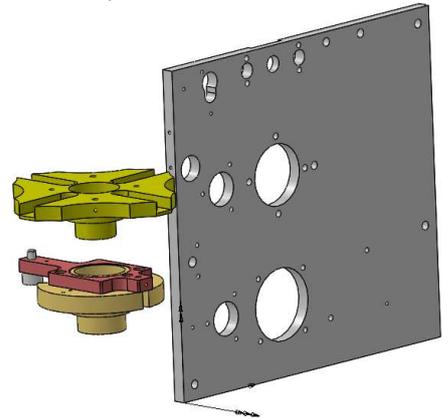
Sur le bureau, sont apparus 3 fichiers Excel (Vitesses, Couple et Puissances).

- ☛ Faire une copie de ces fichiers expérimentaux puis sur un ordinateur plus compétent, les ouvrir avec Notepad++, **les vérifier et les modifier pour Python, penser à les enregistrer au format texte.**

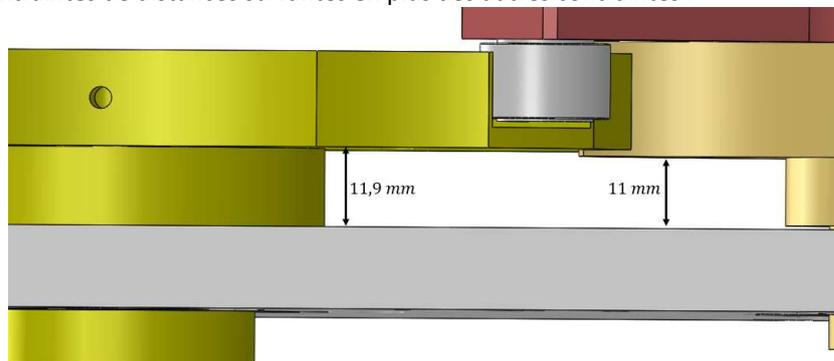
**Remarques** : Par exemple, pour le fichier Vitesse il faut remplacer les virgules par des points.

## SIMULATION NUMÉRIQUE SUR SOLIDWORKS

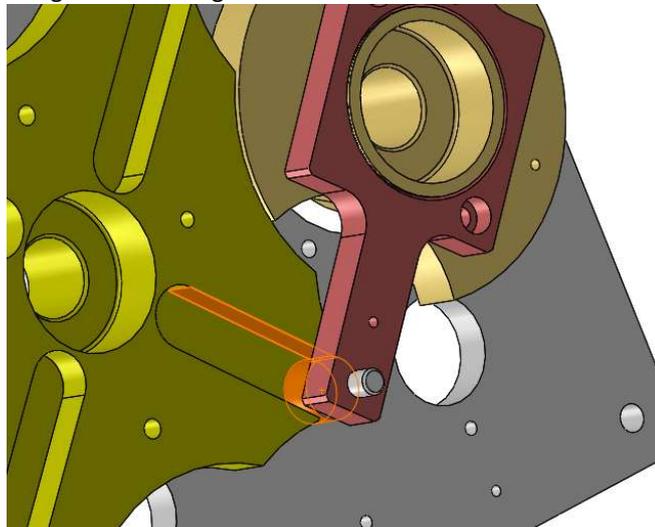
-  Récupérez le dossier **Capsuleuse** dans le répertoire de la classe **copiez-le** dans votre espace.
-  Ouvrir le fichier d'assemblage **Capsuleuse - Etudiant**. Il y a 3 assemblages :
  - La plaque support qui est notre bâti 0,
  - L'arbre moteur 1,
  - La croix de malte 2.



-  Assembler la croix de malte et l'arbre moteur sur la plaque support. Petite aide, imposer des contraintes de distances suivantes en plus des autres contraintes :



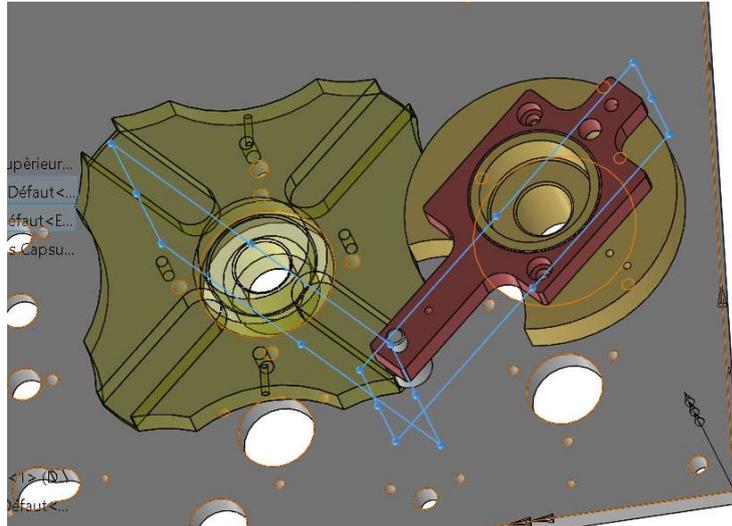
-  Enfin, créer une contrainte de tangence entre le galet et la croix de Malte.



Si on fait bouger le système, on observe une oscillation de la croix ; on ne peut pas résoudre ce problème avec des contraintes.

Nous voulons visualiser la rotation de la croix uniquement lorsqu'elle bouge.

-  La position de départ doit correspondre à l'entrée du doigt en contact avec la rainure. Pour définir proprement cette position, créer une contrainte de perpendicularité entre l'axe de la rainure (plan 3 de la croix) et le plan du plateau contenant le doigt (plan de droite) ; voir figure ci-dessous.

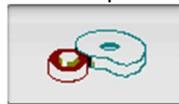


☞ Valider puis clic droit sur cette contrainte et **supprimer** .

☞ Sous meca3D, faire un clic droit sur **Mécanisme** puis **construction automatique**.

Meca3D génère les 2 liaisons pivot. Normalement c'est tout. Parfois il crée une liaison pignon crémaillère. Si c'est le cas il faut la supprimer. Nous allons créer la liaison « came ».

☞ Faire un clic droit sur **liaison** puis **ajouter**. Dans les liaisons possibles, sélectionner la liaison Came :



☞ Dans la première fenêtre, sélectionner dans l'ordre :

- L'arbre moteur,
- La croix de malte.

Puis suivant.

☞ Dans la définition des données géométriques, il faut définir les deux surfaces en contact. Toujours dans le même ordre que précédemment. Lors de la sélection des surfaces, il faut **maintenir la touche Ctrl enfoncé !!**

Base Idéale			
O	72.535	132.509	21.700
X	-0.707	0.707	0.000
Y	0.707	0.707	-0.000

☞ Cliquer sur terminer (2 fois de suite).

Il n'y a plus qu'à faire tourner !

- ☞ Faire un clic droit sur analyse puis **calcul mécanique** et choisir les bons paramètres ! Pour pouvoir comparer avec l'expérimentation, il faut prendre la même vitesse de rotation.
- ☞ Ajouter la courbe de la vitesse de rotation de la came en fonction du temps.
- ☞ Afficher la courbe puis faire un clic droit dans la zone des données et sauvegarder les données au format texte.
- ☞ Faire une copie de ce fichier puis l'ouvrir avec Notepad++, **le vérifier et le modifier pour Python**.

## BILAN

**Objectif** : Comparer les résultats et analyser le fonctionnement du système.

## COMPARAISON DES RÉSULTATS

## COURBE DES DONNÉES DE SOLIDWORKS

-  Pour les données Solidworks, la fonction de récupération des données est déjà faite : **donneesSldW(NomFichier)**.
-  Décommenter la **ligne** `#Sldw=donneesSldW("Resultat SLDW.txt")`. Les données sont alors stockées dans le tableau **Sldw**.
-  Décommenter la **ligne** `#pl.plot(Sldw[0],Sldw[1],label='SLDW')`. Celle-ci trace la courbe de  $\dot{\psi}$  en fonction du temps.

## COURBES DES DONNÉES EXPÉRIMENTALES

-  En vous aidant de la fonction **donneesSldW(NomFichier)**, créer la fonction **donneesExp(NomFichier)** permettant de récupérer les données expérimentales.
-  Compléter le programme afin de tracer sur le même graphique les courbes issues des 3 méthodes.

**Q6** Comparer vos courbes.

## QUESTIONS SYSTÈME

- Q7** Quelle partie du mécanisme permet un « indexage » (un blocage) du système à croix de malte lorsque le maneton n'est plus engagé dans la rainure ?
- Q8** Justifier l'emploi d'un galet à roulement plutôt qu'une solution avec un axe cylindrique fixe.