

Cycle

5

Expérimenter et Résoudre pour déterminer les performances cinématiques des systèmes de solides

Dossier travaux pratiques

Consignes
générales



Organisation et restitution

Au cours du TP, les étudiants doivent réaliser leur partie mais aussi échanger avec le reste de l'ilot pour pouvoir s'appropriier tous les aspects du TP.

3 passages par le professeur :

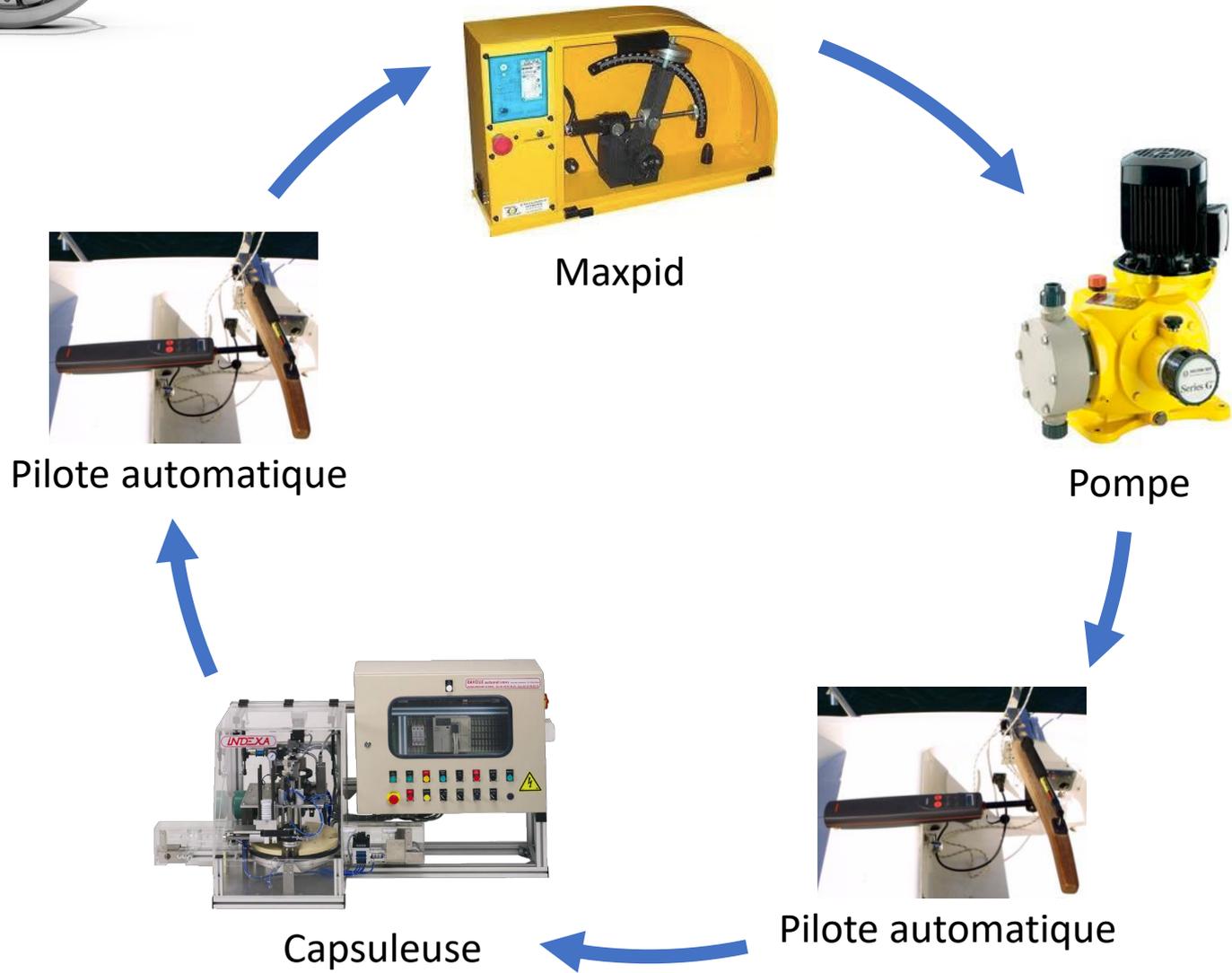
- Démarrage (début du TP)
- Avancement (milieu du TP)
- Restitution (fin de TP) :
 - Poster ou compte rendu

Ressources :

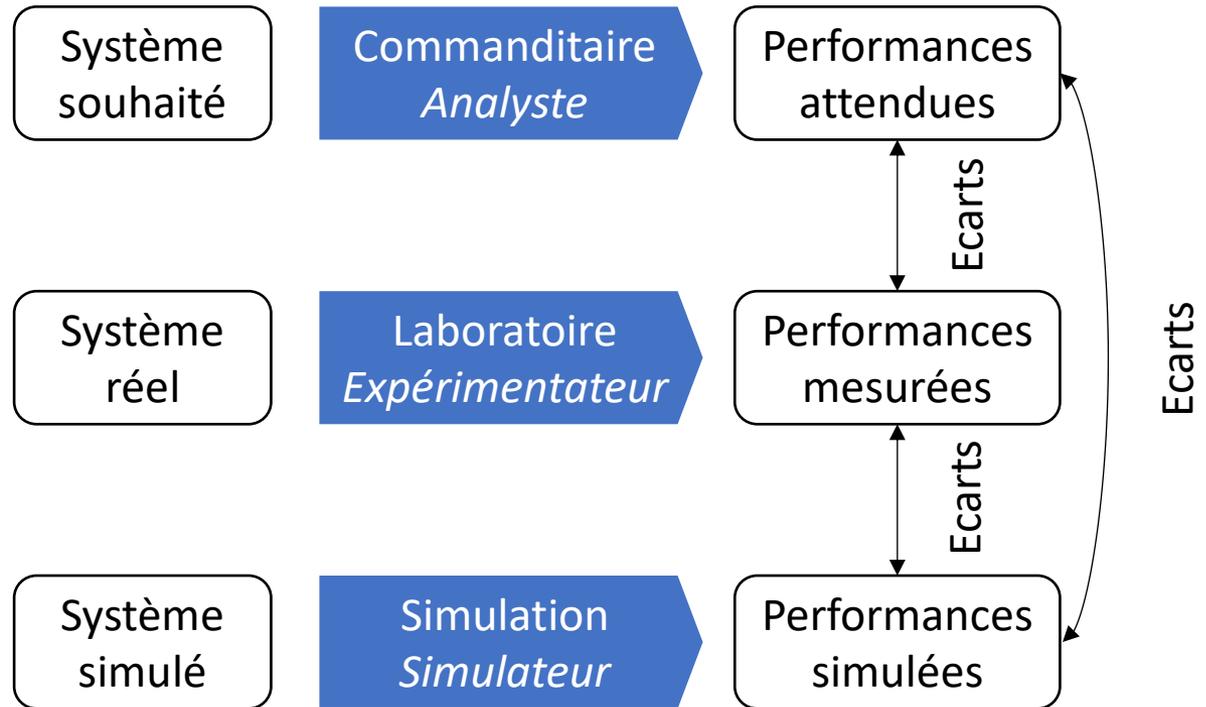
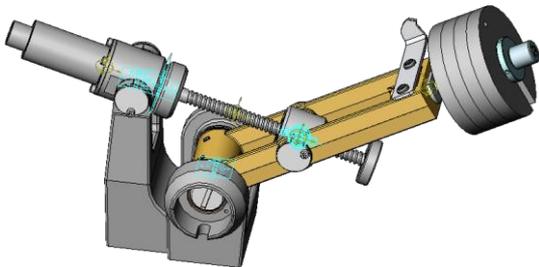
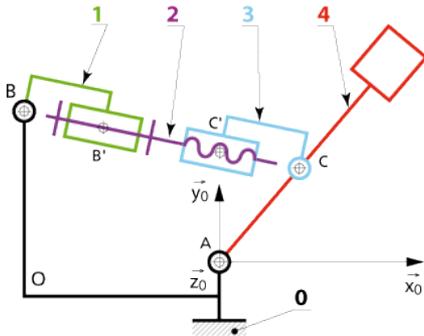
- Sujet TP
- Annexe et dossier ressource
- Internet
- Vidéo présentant le support sur le PC (facultatif)



Roulement TP



Objectif général des TP



- Proposer une modélisation
- Prévoir et vérifier les performances
- Analyser les écarts entre le souhaité, le réel et le simulé

Cycle
5

Expérimenter et Résoudre pour déterminer les performances cinématiques des systèmes de solides

Dossier travaux pratiques

Maxpid



Trame Analytique



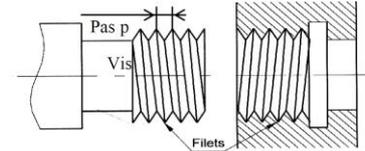
Le but de la modélisation est de déterminer la vitesse de rotation du bras 1 $\dot{\theta}_1$ en fonction de celle du moteur $\dot{\theta}_m$ et des paramètres géométriques du système.

Question 1 : Déterminer les différentes classes d'équivalences sur le système réel puis tracer le graphe des liaisons du système et justifier le choix des liaisons (cf. annexe : Schéma cinématique)

Question 2 : Déterminer les paramètres variables (dépendant du temps) et constants du système, définis sur la figure paramétrée ci-dessus. Justifier la représentation plane du mécanisme pour l'étude du système.

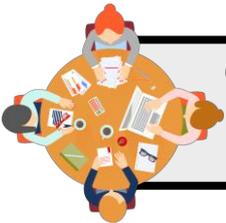
Question 3 : En utilisant une fermeture géométrique, déterminer la loi entrée-sortie géométrique littérale $L = f(\theta_1)$. La relation à obtenir est de la forme suivante : $L = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + 2ac \cos(\theta_1) - 2bc \sin(\theta_1)}$. Les valeurs de a , b et c seront à mesurer directement sur le système réel.

On notera p_{vis} , le pas de la vis (cf. figure ci-contre ; attention au sens du pas). On donne $p_{\text{vis}} = 4$ mm.



Question 4 : Quelle est la relation entre l'angle θ_m de la vis (ou du moteur) et le déplacement L de l'écrou ? En déduire la relation entre l'angle θ_m du moteur et l'angle θ_1 du bras.

Question 5 : Tracer la courbe théorique représentative de $\theta_m = f(\theta_1)$ sous Python (ou Excel) avec un pas de calcul de 1° pour θ_1 sur sa plage de variation. Exprimer ces angles en radians. Cette relation est-elle linéaire ? En déduire la vitesse de rotation du moteur $\dot{\theta}_m$ en fonction de la vitesse de rotation du bras $\dot{\theta}_1$ et de l'angle θ_1 du bras.



Comparer la courbe obtenue avec celles des autres pôles. Sur un même graphique, superposer les trois courbes en respectant les échelles. Quantifier les écarts et identifier les causes de ces écarts.

Question 6 : Pour une valeur $\dot{\theta}_m = 4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et un pas de calcul de 1° pour θ_1 sur sa plage de variation, tracer la courbe représentative de $\dot{\theta}_1 = f(\dot{\theta}_m, \theta_1)$ à l'aide du logiciel Python (ou Excel).

Question 7 : Proposer un domaine pour linéariser cette relation et une approximation linéaire de la forme $\theta_m = A \cdot \theta_1 + B$

La linéarisation de $\theta_m = f(\theta_1)$ permet d'inverser facilement la relation sur le domaine considéré. On donne la relation suivante: $\theta_{\text{bras}} = \theta_1 = \frac{\theta_{\text{mot}} + 19.5}{112}$ (pour $30^\circ \leq \theta_1 \leq 90^\circ$).

Question 8 : En déduire la relation donnant la vitesse de rotation du bras $\dot{\theta}_1$ en fonction de la vitesse de rotation du moteur $\dot{\theta}_m$ et de l'angle θ_1 du bras. Tracer $\dot{\theta}_1 = f(\dot{\theta}_m)$ et comparer cette courbe avant l'hypothèse de linéarisation.



Trame Simulateur

Question 1 : A l'aide des fichiers SolidWorks fournis (Dossier « Assemblage » puis fichier « Assemblage-maxpid »), faire l'assemblage du bras de robot MaxPID dans Meca3D.

Question 2 : Tracer la courbe donnant la rotation angulaire du bras en fonction du temps puis en fonction de la rotation angulaire du moteur.

Question 3 : Tracer la courbe donnant la vitesse de rotation du bras en fonction du temps puis en fonction de la vitesse de rotation du moteur.



Comparer la courbe obtenue avec celles des autres pôles. Sur un même graphique, superposer les trois courbes en respectant les échelles. Quantifier les écarts et identifier les causes de ces écarts.

Question 4 : Déterminer le rapport $\frac{\dot{\theta}_1}{\dot{\theta}_m}$ pour $30^\circ \leq \theta_1 \leq 90^\circ$.

On se place dans le cas de rotation maximal du moteur : on rappelle que le moteur sature à 21,1 V et possède une constante de vitesse de 182 tr/min/V.

Question 5 : À partir du modèle qui a été mis en place précédemment, déterminer le taux de rotation moyen du bras MaxPID. Le critère de rapidité de l'exigence principale est-il vérifié ?

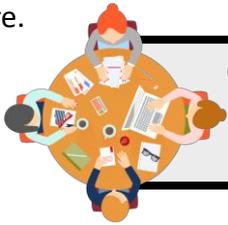
Trame Expérimentale

Question 1 : En laissant les réglages précédent, et en ne rajoutant aucune masse au système, à l'aide du logiciel de pilotage et d'acquisition du logiciel MaxPID, déterminer le tracé de la position du bras en fonction du temps : $\theta_1 = f(t)$.

Question 2 : Déterminer également le tracé de la position angulaire du bras en fonction de la rotation du moteur : $\theta_1 = f(\theta_m)$.

Remarque pour le post-traitement des essais : Une fois l'acquisition effectuée à l'aide du logiciel, enregistrer les courbes dans votre répertoire. Puis ouvrir ce fichier avec Excel/LibreOffice. Indiquer séparateur UNIQUEMENT « ; » (**point virgule**).

Question 3 : Refaire le même essai, cette fois ci avec 2 masses, et tracer $\theta_1 = f(\theta_m)$ et comparer les courbes avec et sans masse. Conclure.



Comparer la courbe obtenue avec celles des autres pôles. Sur un même graphique, superposer les trois courbes en respectant les échelles. Quantifier les écarts et identifier les causes de ces écarts.

Dans le menu "*Paramètres d'asservissement*" définir les paramètres suivants :

MAXPID asservi **Oui**

Gain proportionnel (Kp) = **200**

Gain intégral (Ki) = **0**

Gain dérivé (Kd) = **0**

Accélération ($\ddot{\theta}_n$) = **7.7 rad/s²**

Vitesse ($\dot{\theta}_n$) = **1.5 rad/s**

Définir également, dans le menu "*Pilotage et visualisation*" :

Temps de calcul : **1400ms** Variables actives : **consigne, position, vitesse axe, rotation moteur.**

Question 4 : Piloter le bras par un trapèze de vitesse : Départ $\theta_i = 0^\circ$ Valeur finale : $\theta_f = 80^\circ$. Définir avec précision sur ces courbes les trois phases du mouvement et indiquer les valeurs particulières en abscisse et en ordonnée.

Les graphes des fonctions accélération, vitesse et position angulaire qui caractérisent le mouvement du bras par rapport au bâti sont fournis en annexe.

Question 5 : A l'aide des courbes précédentes, tracer sur le document réponse (annexe 2), l'allure des fonctions accélération, vitesse et position angulaire qui caractérisent le mouvement de la vis par rapport au support.

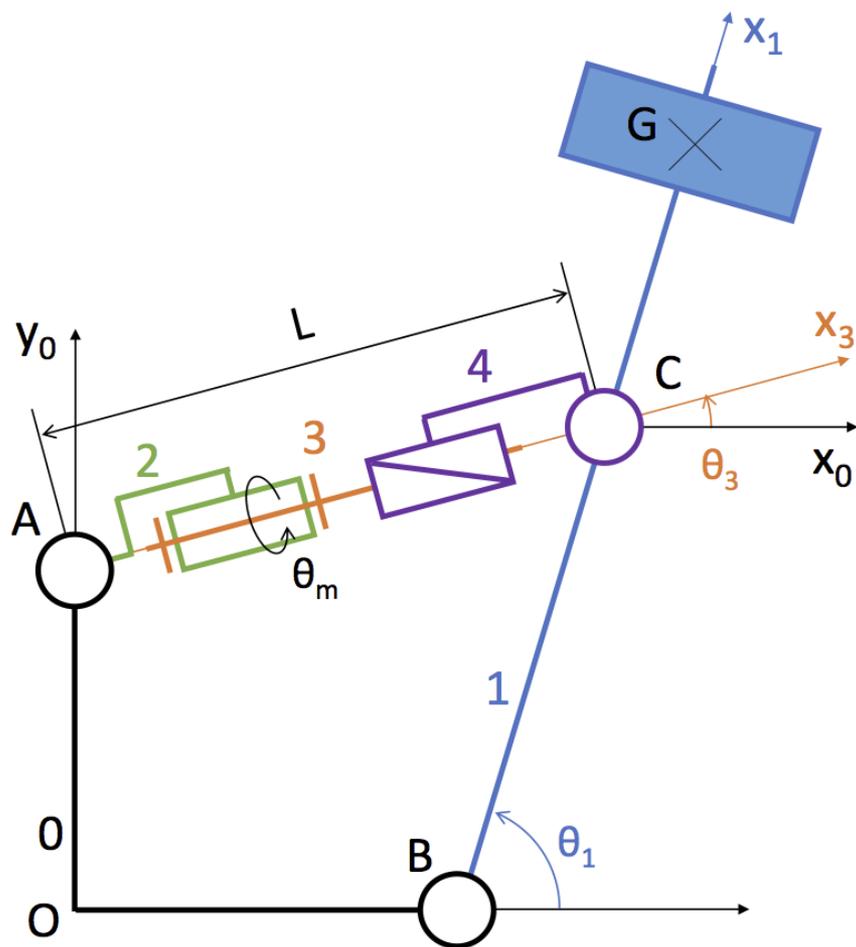
Question 6 : Comparer les résultats aux courbes théoriques. Commenter les écarts.

Dossier travaux pratiques

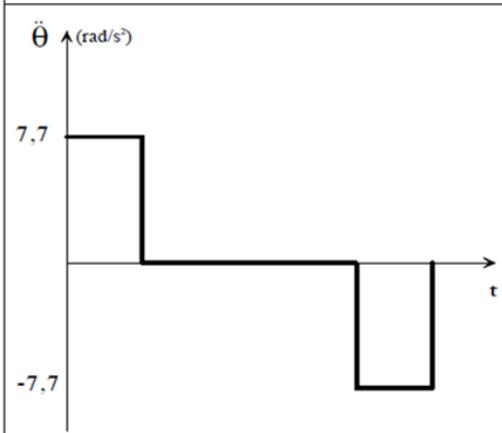
Maxpid



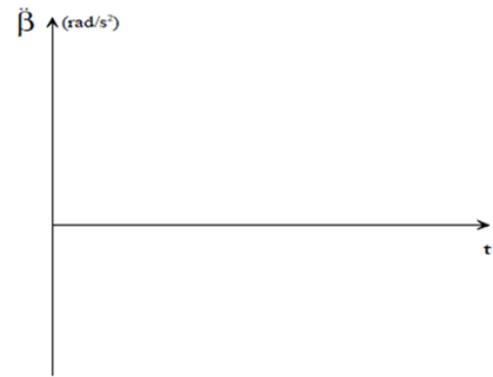
Annexe 1 : Schéma cinématique



Allure des graphes caractérisant le mouvement du bras par rapport au bâti
Vitesse en trapèze

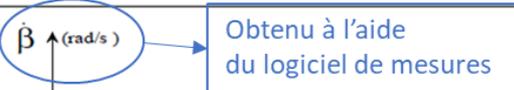
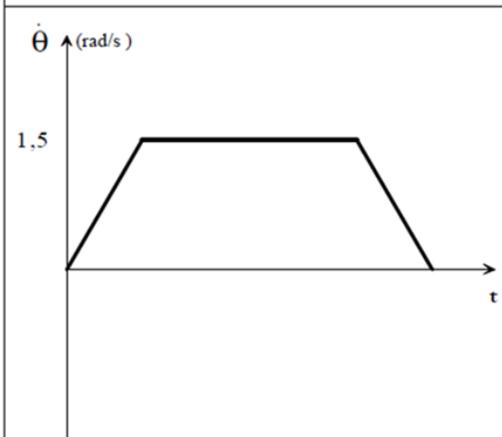


Allure des graphes caractérisant le mouvement de la vis par rapport au support
Fonction linéarisée

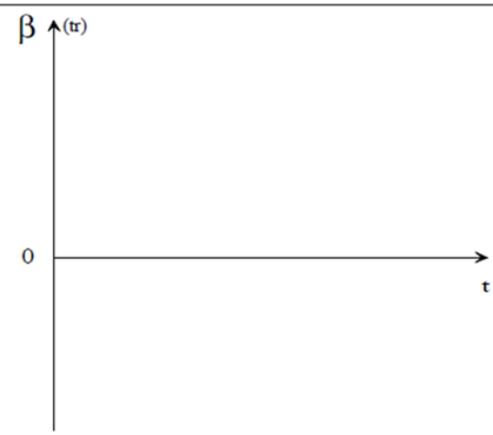
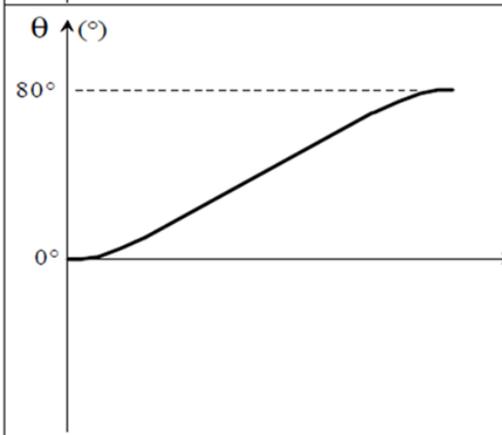


Annexe 2

Dérivation de la fonction
(coefficient directeur des pentes)



Intégration de la fonction
OU
Relevé sur le logiciel de mesures



Annexe 3 : Exigences principales

