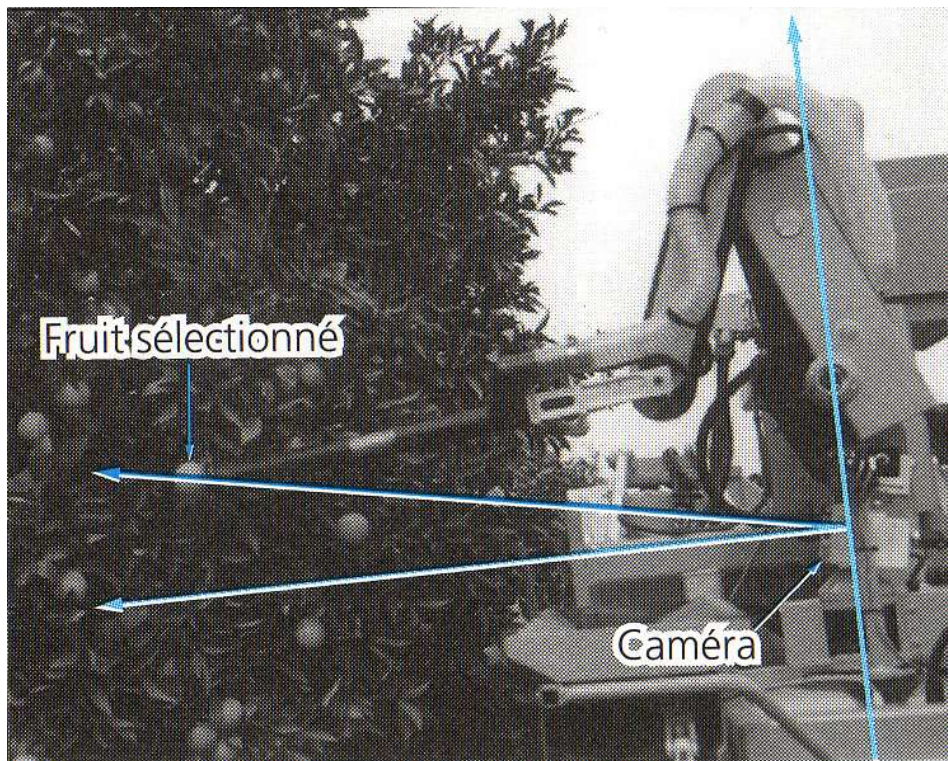


TP

Étude géométrique d'un système

Bras MAXPID



Compte-rendu :

Pensez à mentionner :

- les noms et prénoms de chaque membre du binôme,
- votre classe et groupe (SI1, SI2 ou SI3),
- la date du jour,
- en titre le nom du TP : « Etude géométrique du bras MAXPID ».

Un compte-rendu n'est pas un Devoir surveillé, il doit pouvoir se comprendre sans avoir connaissance de l'énoncé, expliquez rapidement ce que vous faites, présentez les résultats, les tableaux de relevés de mesures avec des commentaires si nécessaire.

Si vous avez à tracer une courbe, donnez-lui un titre suffisamment clair, pensez à préciser la légende, les échelles, ce à quoi correspondent les axes, etc.

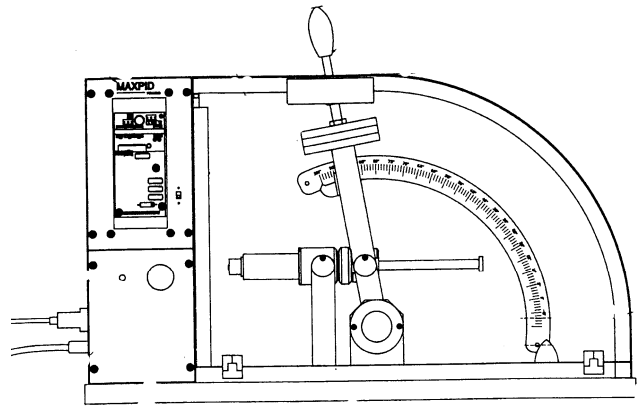
Contenu du dossier :

Ce dossier contient :

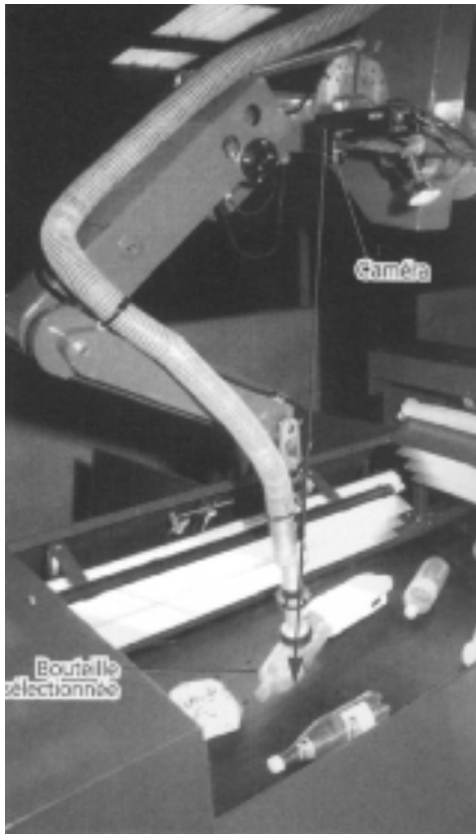
- L'énoncé du travail à effectuer,
- Un dossier Ressources,
- Un dossier de documents réponses.

1- Présentation du système

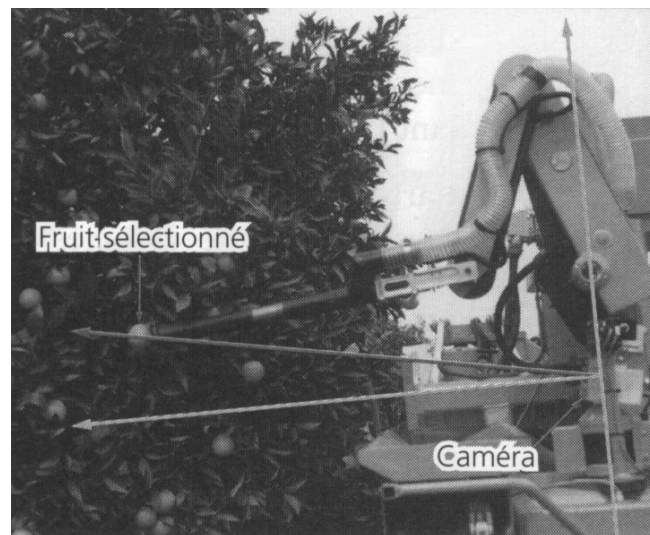
Vous avez devant vous une chaîne fonctionnelle de positionnement angulaire (CFPA) reliée à un micro-ordinateur de type PC.



Cette chaîne fonctionnelle **MAXPID** est un système dérivé des robots cueilleurs de fruits **MAGALI-CITRUS** (ainsi que du système de tri sélectif **PACKEE**) développés par la société **PELLENC S.A.** de **PERTUIS** (Vaucluse).



Système de tri sélectif **PACKEE**

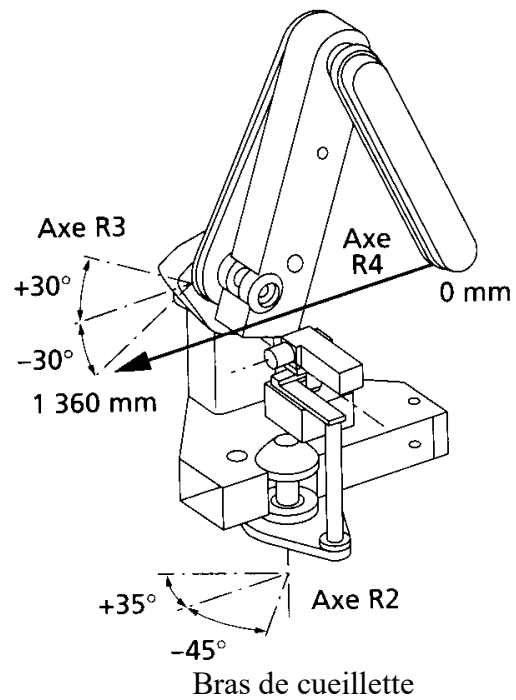


Le robot **MAGALI-CITRUS** est capable de repérer et de localiser automatiquement une pomme ou une orange mure grâce à un système de *vision artificielle* (caméra solidaire du bras). Une fois localisé, le fruit est saisi par une ventouse montée en bout du bras.

Le fruit ne pourra être saisi et détaché de l'arbre que si la position du bras est parfaitement contrôlée : le bras doit se positionner à l'endroit voulu pour assurer un bon contact avec la ventouse et éviter des mouvements nuisibles (vibrations par exemple).

Pour satisfaire à ces contraintes, le *bras vision* doit être asservi en position. La société PELLENC a pour cette raison conçu et développé une carte et un logiciel spécifiques.

MAXPID constitue un sous-ensemble des robots MAGALI-CITRUS- PACKEE. C'est un système qui intègre toutes les fonctions mécaniques, électriques, électroniques et informatiques nécessaires à l'asservissement de position.



2- Objectifs du TP

Les objectifs de ce T.P. sont :

- Découvrir les outils de modélisation cinématique d'un système avec l'hypothèse d'une géométrie parfaite (graphe des liaisons, schéma cinématique) ;
- Etablir une loi entrée/sortie géométrique à partir d'un modèle cinématique ;
- Evaluer la validité d'un modèle ;
- Analyser l'impact de la géométrie du système de transmission de puissance sur les performances du système.

L'extrait du cahier des charges concerné par cette étude peut s'écrire de la manière suivante :

Exigence	Critère d'évaluation	Quantification
Transmettre le mouvement de la sortie de moteur au bras de robot MAXPID	Amplitude angulaire du mouvement du bras	Au moins 90°
	Linéarité de la loi entrée-sortie géométrique	Variation du rapport de réduction inférieure à 10% de la valeur moyenne.
	Réduction de vitesse de rotation	Rapport de réduction > 90 .

3- Travail à réaliser

a. Modélisation cinématique.

L'objectif de cette partie est d'établir un modèle cinématique de la chaîne d'action du bras maxpid.

Question 1 :

Complétez sur les documents réponses DRa et DRb le nom de chacun des composants. Donnez également la fonction principale de chacun de ces composants.

Question 2 :

Effectuez un graphe des liaisons du système.

Le schéma cinématique du bras MAXPID est donné en page suivante.

On précisera les hypothèses permettant d'aboutir à la modélisation des liaisons.

Après avoir mis hors tension MAXPID, ouvrez le carter puis déplacez manuellement le bras.

Observez alors les mouvements au niveau des liaisons.

Complétez le graphe des liaisons en précisant les caractéristiques géométriques de chaque liaison (points, axes...).

Appelez le professeur pour valider le modèle cinématique.

b. Etablissement de la loi entrée/ sortie à partir du modèle.

Dans cette partie on souhaite déterminer la relation entre la rotation du moteur et la rotation du bras.

Dans un souci d'homogénéisation des notations, on travaillera avec les notations données sur le schéma cinématique donné en document ressources.

Question 3 :

Quelles remarques pouvez-vous faire sur l'emplacement des liaisons sur le schéma cinématique qui vous a été remis (comparer avec le système réel)? Expliquez selon quels critères on a « déformé » le système.

On considèrera le mouvement de rotation du moteur comme étant « l'entrée » du mécanisme et le mouvement de rotation du bras comme étant la « sortie ».

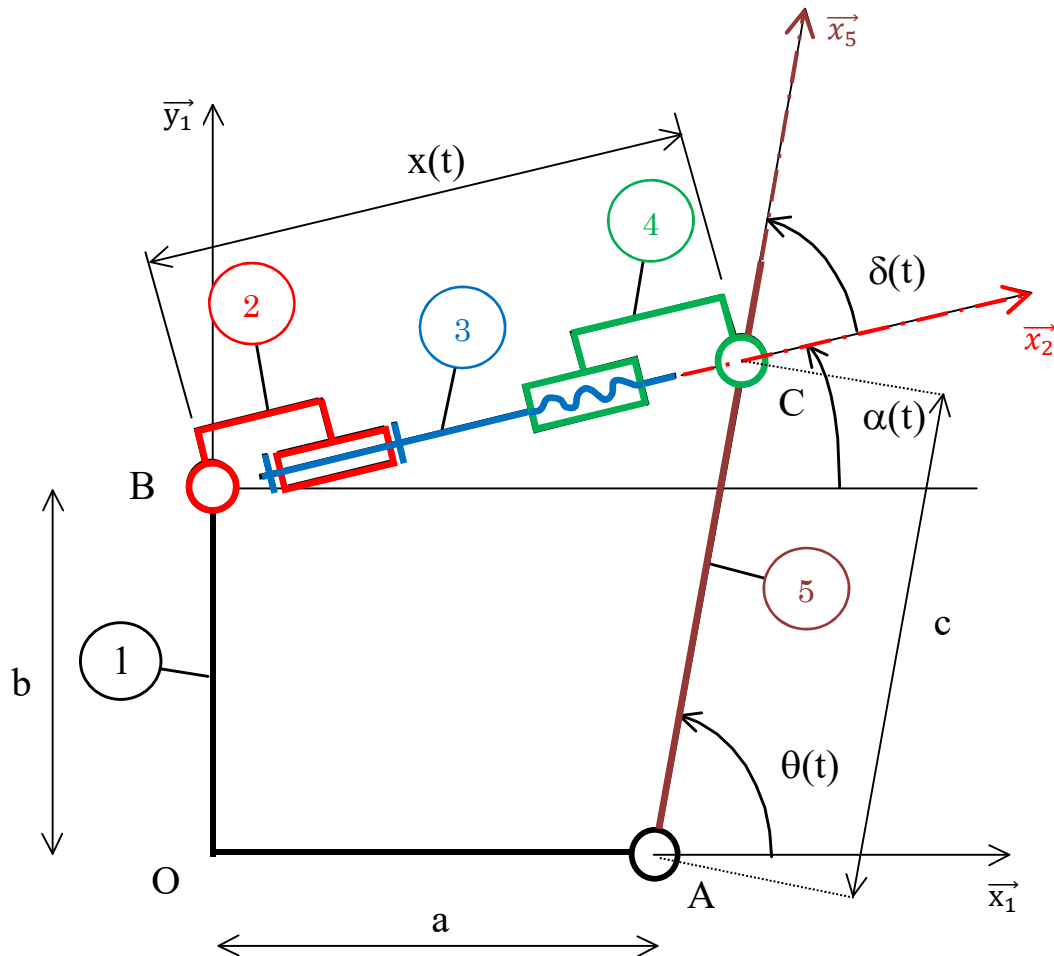
Question 4 :

A partir du schéma cinématique fourni en dossier ressources, écrivez la relation vectorielle de fermeture géométrique (relation de Chasles dans le quadrilatère OACB donnant \overline{OO} égal au vecteur nul).

Question 5 :

Projetez la relation vectorielle obtenue en question 4 sur les directions données par les vecteurs $\overline{x_1}$ et $\overline{y_1}$ afin d'obtenir deux équations scalaires (avec des réels et non des vecteurs).

Schéma cinématique du bras Maxpid :



Question 6 :

Déterminez la relation $x = f(\theta)$ (ici, pour simplifier le calcul, on déterminera la loi donnant l'entrée x en fonction de la sortie θ).

Déduisez-en la loi $\beta = f(\theta)$ où β est l'angle de rotation de la vis 3 par rapport au corps du moteur 2 (vous appellerez p le pas du système vis-écrou).

Faites l'application numérique en relevant les longueurs sur les plans d'ensemble du dossier ressources.

En programmation en langage python, effectuez le tracé de la courbe de la loi géométrique. Pour cela, créez un script et sauvegardez-le sous votre compte.

Vous pourrez copier-coller le script python du dossier commun qui donne un script de tracé avec la bibliothèque matplotlib.pyplot.

Vous créez des listes **Ltheta_mod** et **Lbeta_mod** contenant respectivement les listes de valeurs de θ (variant de 0 à 100°) et β . Vous mettez les valeurs de β en tours pour pouvoir faire la comparaison avec la loi expérimentale que vous établirez dans la suite de l'activité).

Question 7 :

La loi entrée-sortie obtenue permet-elle une étude du système comme un système linéaire ? Pourquoi ?

Quelles conséquences l'allure de la loi entrée-sortie peut-elle avoir sur les performances du système asservi MAXPID ?

Vous reviendrez au cahier des charges pour cette analyse.

Remarque : nous avons abordé ces points sur le système MAXPID lors des TP de la série « Etude des systèmes asservis ».

c. **Etablissement de la loi entrée / sortie expérimentale, comparaison avec le modèle :**

On souhaite maintenant établir la loi expérimentale puis la comparer au modèle établi dans la partie précédente.

Sur votre script python, créez une liste **Ltheta_exp** qui va contenir la liste des valeurs que vous allez relever pour l'angle θ du bras et une liste **Lbeta_exp** qui va contenir la liste des valeurs prises par l'angle β de la vis.

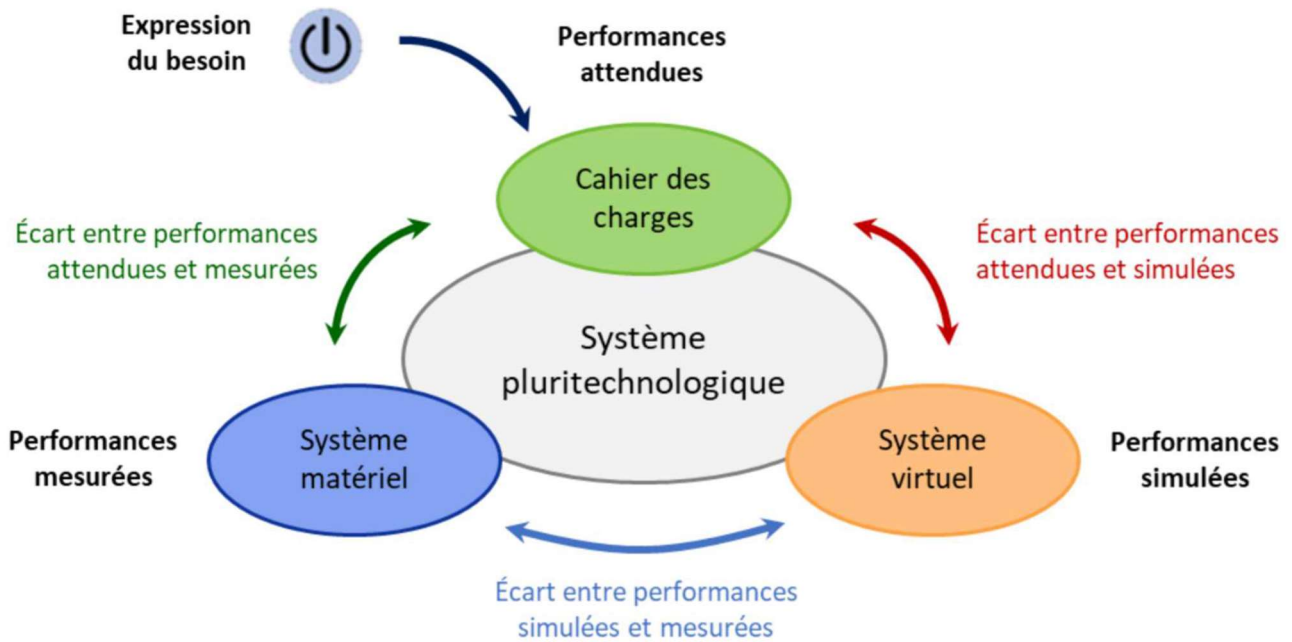
En faisant tourner à la main la vis du moteur, relever les couples de valeurs (entrée/sortie).

Procédez comme suit :

- Placez le bras en butée basse,
- Vérifiez qu'un repère au feutre a bien été effectué sur le disque en bout de vis,
- Effectuez un tour de vis et relevez sur le logiciel l'angle du bras,
- Relevez les valeurs de β (1 tour, 2 tours, etc) et de θ (en degrés) pour les placer dans les listes **Lbeta_exp** et **Ltheta_exp** ;
- Effectuez de même pour chaque tour de plus de vis.

d. Conclusion : confrontation des trois points de vue de description d'un système

Pour rappel, voici un schéma qui représente les trois points de vue de description :



Question 8 : Comparaison modèle-expérience

Superposez la loi entrée-sortie du modèle sur le même graphique que la loi expérimentale.

Comparez les courbes et interprétez les écarts.

Pour cette comparaison, il sera intéressant de présenter les courbes aux différentes étapes de votre travail. Si les courbes expérimentale et du modèle sont très éloignées l'une de l'autre, interrogez-vous sur deux aspects :

- La définition de la valeur Zéro choisie pour \otimes et \otimes pour les deux études,
- Le signe donné aux valeurs relevées expérimentalement.

Question 9 : Retour au cahier des charges et évolution du modèle

Reprenez la réflexion amorcée en question 7 sur l'adéquation des lois entrée-sortie géométriques obtenues avec les trois critères du cahier des charges décrits en début d'énoncé de ce TP.

Pourquoi pensez-vous que pour obtenir un système asservi performant, nous avons besoin d'un système de transmission linéaire ?

La non-linéarité de la loi entrée-sortie peut aussi poser problème pour la mise en place d'une modélisation des systèmes que nous considérons linéaires (et continus invariants) pour établir les schémas blocs. Pour faire évoluer le modèle, on pourra se placer autour d'un angle de 45° pour le bras et prendre la pente de la courbe comme gain pour notre système. On définit alors une loi entrée-sortie linéaire.

Discutez de la pertinence de cette modélisation.

Tracez la courbe de la loi entrée-sortie avec ce nouveau modèle en la superposant aux précédentes.