



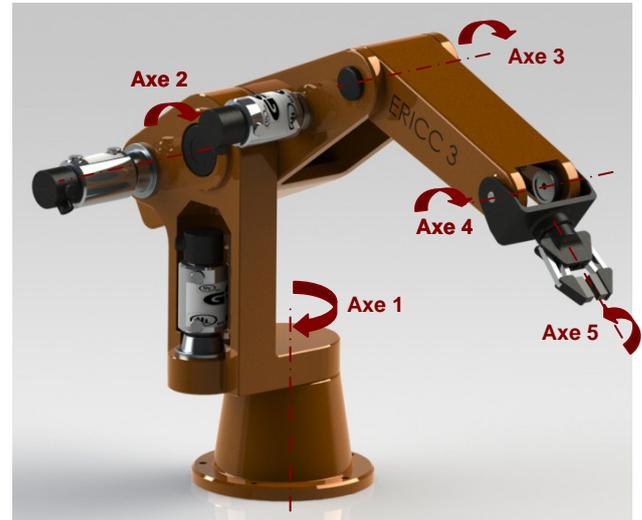
**Objectif :** Déterminer une relation entre le mouvement d'un solide dans l'espace et les lois de commande des différents actionneurs.

## 1. Présentation du robot ERICC 3.

Le robot ERICC 3 est un robot qui possède 5 axes asservis. La figure ci-contre illustre les positions des différents axes de rotation.

La définition des axes est la suivante :

- Axe 1 : axe de lacet
- Axe 2 : axe d'épaule
- Axe 3 : axe de coude
- Axe 4 : axe de poignet
- Axe 5 : axe de pince (en panne).



## 2. Paramétrage de la position du robot.

Le paramétrage de la position du robot est proposé en Annexe 1. Ce paramétrage fait apparaître des angles orientés négatifs pour la position retenue sur la figure.

Quelle que soit la position du robot, les différentes rotations sont définies par :

- Rotation de S1/S0 autour de l'axe  $(O_1, \vec{z}_0)$  avec  $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$  ;
- Rotation de S2/S1 autour de l'axe  $(O_2, \vec{y}_1)$  avec  $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2)$  ;
- Rotation de S3/S2 autour de l'axe  $(O_3, \vec{y}_1)$  avec  $\theta_3 = (\vec{x}_2, \vec{x}_3)$  ;
- Rotation de S4/S3 autour de l'axe  $(O_4, \vec{y}_1)$  avec  $\theta_4 = (\vec{x}_3, \vec{x}_4)$  ;
- Rotation de S5/S4 autour de l'axe  $(O_4, \vec{z}_4)$  avec  $\theta_5 = (\vec{y}_1, \vec{y}_5)$ .

L'Annexe 2 définit les différentes longueurs utiles à notre étude. On notera à cet effet :

$$\overrightarrow{O_0O_1} = L_0 \cdot \vec{z}_0, \quad \overrightarrow{O_1O_2} = L_1 \cdot \vec{z}_0, \quad \overrightarrow{O_2O_3} = L_2 \cdot \vec{x}_2, \quad \overrightarrow{O_3O_4} = -L_3 \cdot \vec{z}_3 \quad \text{et} \quad \overrightarrow{O_4O_5} = -L_4 \cdot \vec{z}_4$$

## 3. Etude cinématique analytique.

Le but est de trouver les lois de commande des variables  $\theta_i$  pour un mouvement de translation uniforme de la pince :  $\overrightarrow{V}_{(O_5 \in S_5 / S_0)} = -V \vec{x}_0$  et  $\overrightarrow{O_2O_4} = \lambda \vec{x}_0$ . On impose au centre de la pince  $O_5$ , un déplacement suivant l'axe  $(O_2, \vec{x}_1)$  et l'axe  $(O_5, \vec{z}_4)$  toujours horizontal.

- ⇒ Faire les figures de calcul nécessaires à l'étude cinématique en tenant compte du fait que l'on désire un mouvement de translation rectiligne uniforme de la pince. Réaliser un schéma 2D faisant apparaître les points  $O_i$ , les paramètres dimensionnels et les axes.
- ⇒ Pour chaque mouvement relatif de  $S_i$  par rapport au solide  $S_{i-1}$ , donner l'expression du torseur cinématique.

- ⇒ Exprimer les torseurs cinématiques des mouvements absolus de chacun des solides  $S_i$  par rapport à  $S_0$ .
- ⇒ Par fermeture géométrique et angulaire, trouver les relations liant les variables articulaires  $\theta_i$  et les paramètres géométriques  $L_i$  pour obtenir le vecteur vitesse  $\overline{V}_{(O_5 \in S_5 / S_0)} = -V\vec{x}_0$ .
- ⇒ A l'aide d'un tableur, tracer les courbes des variables articulaires  $\theta_i$  et  $\dot{\theta}_i$  en fonction du temps, afin de réaliser ce mouvement. On prendra  $V = 0,015$  m/s.

## 4. Etude cinématique expérimentale.

Les différents axes du robot sont munis de capteur incrémentaux permettant de mesurer les positions angulaires et les vitesses de rotation des différents éléments.

Démarche expérimentale : on se propose de réaliser l'acquisition de ces grandeurs lors d'un déplacement programmé correspondant à notre étude.

- ❖ Après avoir allumé le boîtier de commande du robot, lancez le logiciel ERICC 3 et ouvrez le fichier « cinemati.pmc ». Ce fichier correspond à un programme de déplacement adapté à notre étude.

Remarque : si le message « prise d'origine non effectuée » apparaît, alors il faut utiliser l'outil de déplacement manuel pour l'effectuer.

- ❖ Lancez le programme pour visualiser le cycle de déplacement. (programme 501)
- ❖ Après avoir fermé le fichier, utilisez l'outil « nouvelle mesure temporelle » et choisissez « Enregistrement d'un déplacement programmé ». Renseignez les différents champs pour pouvoir réaliser les mesures souhaitées, comme indiqué sur la figure suivante. La mesure débute après avoir sélectionné la commande « DEPART ».
- ❖ La mesure étant exécutée, exploitez les résultats expérimentaux obtenus et comparez les à ceux de l'étude précédente.

	Lacet	Epaule	Coude	Incl.	Rot.
Position mesurée	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cons. position	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vitesse mesurée	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cons. vitesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Courant moteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.N.A.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capteur de P.O.	<input type="checkbox"/>	Position analogique <input type="checkbox"/>			
Top zéro	<input type="checkbox"/>	Accéléromètre <input type="checkbox"/>			

Tout effacer      Numéro du programme: 500

Fermer      Durée de la mesure: 8000 ms

Nombre de points: 200

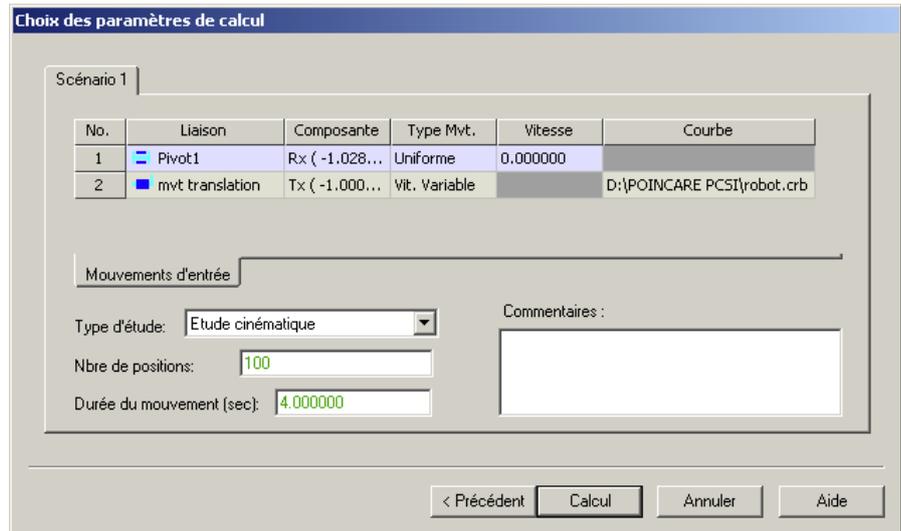
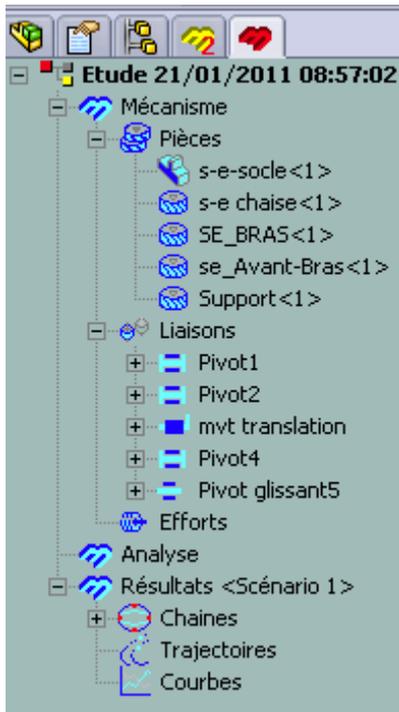
DEPART      STOP

## 5. Modélisation sous Solidworks

But : Retrouver les lois de commande des axes.

- ⇒ Ouvrir l'assemblage Solidworks du robot : robot translation. On remarque sous meca3D que la liaison « Mvt de translation » a été rajoutée. Cette liaison va servir à piloter la translation de la pince du robot.





Dans calcul mécanique, la liaison mouvement de translation va être pilotée.

- ⇒ Afficher les résultats de la position des liaisons pivots.
- ⇒ Enregistrer ces résultats qui serviront à piloter ensuite le vérin.

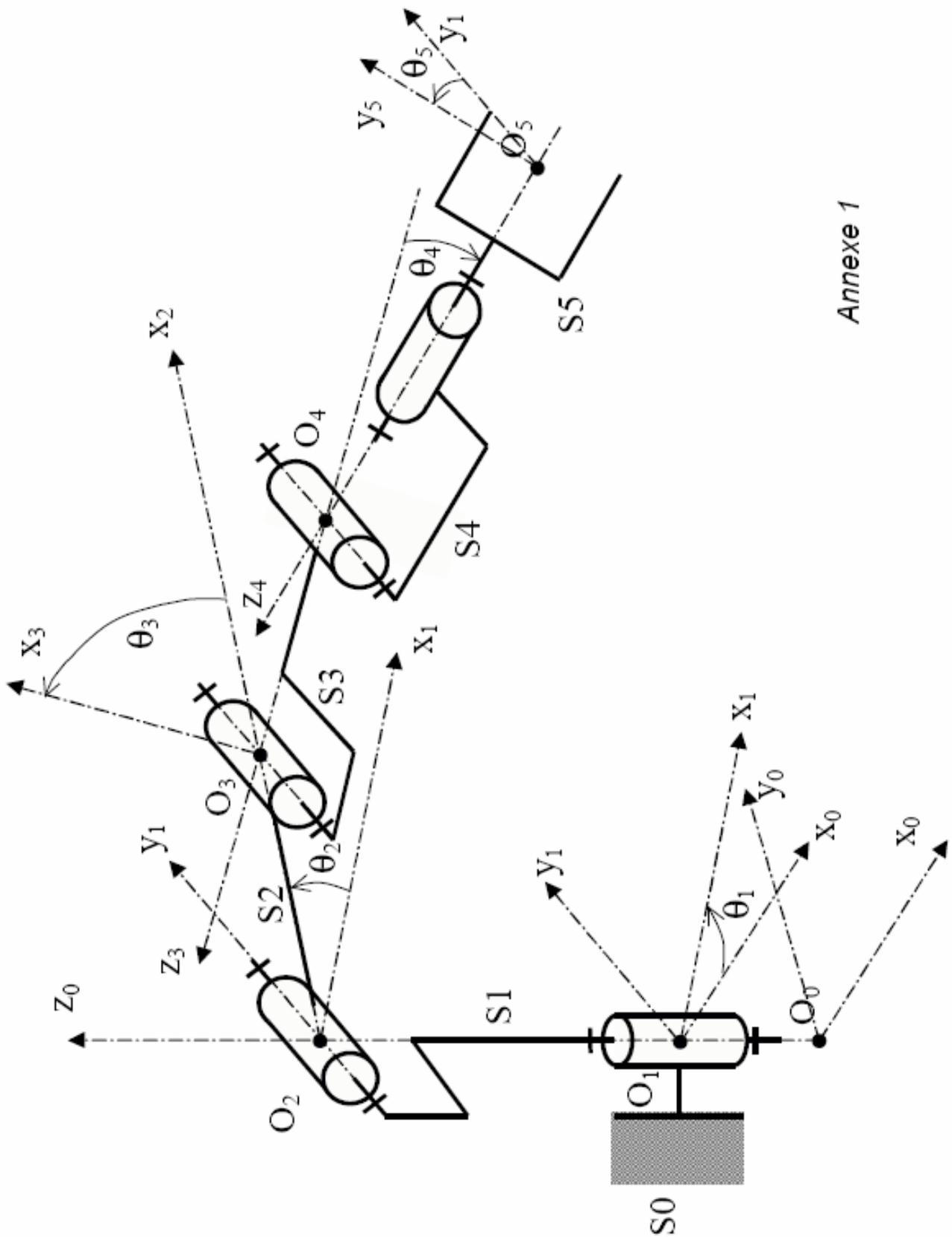
### **Pilotage du robot.**

Ouvrir l'assemblage solidworks de la plateforme : robot pilotage.

La liaison glissière a été remplacée par une liaison libre. Dans calcul mécanique piloté les 3 liaisons pivots par les courbes de position que vous avez précédemment enregistré.

- ⇒ Simuler le fonctionnement, vérifier le mouvement obtenu au niveau de la liaison libre.

### **Confronter vos résultats théoriques, expérimentaux et de simulation**



Annexe 1

## Annexe 2 : Définition géométrique du robot.

Le bras porteur est composé de plusieurs parties :

- Le socle,
- La chaise,
- Le bras,
- L'avant-bras,
- Le poignet,
- La pince.

