

Projet de robotique (Computer graphics)

Guillaume LAROYENNE

ENSISA 2A

25 janvier 2019

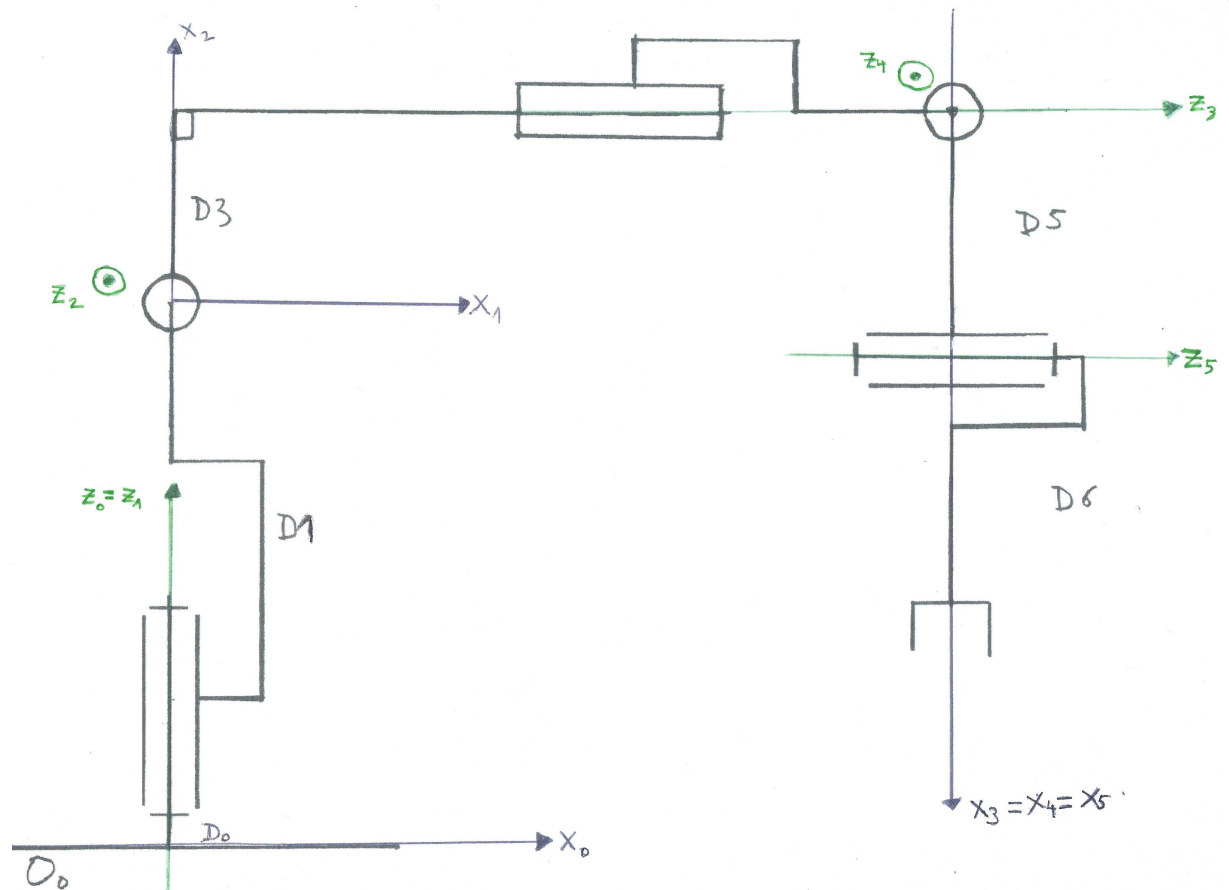


Table des matières

1	Calcul du modèle géométrique direct	3
1.1	Schéma cinématique du robot	3
1.1.1	Débattement des articulations et valeurs des constantes	3
1.2	Paramètres géométriques du robot	4
1.3	Calcul du modèle géométrique directe	4
1.3.1	Calcul des matrices de transformation	4
1.3.2	Calcul de la position de l'organe terminal	5
1.4	Ajustement par rapport au <i>Framework</i> Java 3D	6
1.4.1	Nouveau référentiel	6
1.4.2	Nouvelles valeurs articulaire	6
1.4.3	Position de l'organe terminal sur le logiciel	6
2	Manuel utilisateur du logiciel	8
2.1	Utilisation de base	8
2.1.1	Commandes de base	9
2.2	Utilisation des animations	10
2.2.1	Animation aléatoire	10
2.2.2	Dessiner une ligne	10
2.2.3	Dessiner un "cercle"	10
2.2.4	Dessiner le texte "ENSISA"	11

1 Calcul du modèle géométrique direct

1.1 Schéma cinématique du robot



1.1.1 Débattement des articulations et valeurs des constantes

A_3	$\pi/2$
D_0	0.05
D_1	0.1533
D_3	0.1666
D_5	0.05
D_6	0.05
q_1	$[-\infty, +\infty]$
q_2	$[\pi/4, 3\pi/4]$
q_3	$[0.15, 0.35]$
q_4	$[0, \pi]$
q_5	$[-\pi/2, \pi/2]$

Sans unité car se sont les valeurs intégrés dans le logiciel. Sur Java 3D, pour qu'un objet soit complètement visible, sa taille doit être comprise entre 0 et 1.

1.2 Paramètres géométriques du robot

j	α_j	d_j	θ_j	r_j	σ_j
1	0	0	q_1	$D12$	0
2	$+90^\circ$	0	q_2	0	0
3	$+90^\circ$	$D3$	180°	q_3	1
4	$+90^\circ$	0	q_4	0	0
5	-90°	$D5$	q_5	0	0

On pose $D12 = D1 + D2$, car les axes $Z0$ et $Z1$ sont confondus.

1.3 Calcul du modèle géométrique direct

1.3.1 Calcul des matrices de transformation

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos(q_1) & -\sin(q_1) & 0 & 0 \\ \sin(q_1) & \cos(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & D12 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos(q_2) & -\sin(q_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(q_2) & \cos(q_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & D3 \\ 0 & 0 & -1 & -q_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^3T_4 = \begin{bmatrix} \cos(q_4) & -\sin(q_4) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(q_4) & \cos(q_4) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^4T_5 = \begin{bmatrix} \cos(q_5) & -\sin(q_5) & 0 & D5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\sin(q_5) & -\cos(q_5) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1.3.2 Calcul de la position de l'organe terminal

$$\prod_{j=1}^5 {}^{j-1}T_j = U_0 = \begin{bmatrix} S_x & n_x & a_x & P_x \\ S_y & n_y & a_y & P_y \\ S_z & n_z & a_z & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} S_x &= \sin(q_1) \times \sin(q_5) + \cos(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q_2 - q_4) \\ S_y &= \sin(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q_2 - q_4) - \sin(q_5) \times \cos(q_1) \\ S_z &= \sin(q_2 - q_4) \times \cos(q_5) \\ n_x &= \sin(q_1) \times \cos(q_5) - \sin(q_5) \times \cos(q_1) \times \cos(q_2 - q_4) \\ n_y &= -\sin(q_1) \times \sin(q_5) \times \cos(q_2 - q_4) - \cos(q_1) \times \cos(q_5) \\ n_z &= -\sin(q_5) \times \sin(q_2 - q_4) \\ P_x &= (D3 \times \cos(q_2) + D5 \times \cos(q_2 - q_4) + q_3 \times \sin(q_2)) \times \cos(q_1) \\ P_y &= (D3 \times \cos(q_2) + D5 \times \cos(q_2 - q_4) + q_3 \times \sin(q_2)) \times \sin(q_1) \\ P_z &= D5 \times \sin(q_2 - q_4) - q_3 \times \cos(q_2) \end{aligned}$$

U_0 représente le point à la rotoïde q_5 . Pour obtenir la position de l'organe terminal il faut faire une translation de $D6$ sur l'axe $X5$.

On calcule donc : $U_0 \times T_6$, avec :

$$T_6 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & D6 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

On en déduit donc que la position de l'organe terminal est :

$$E = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \\ \alpha \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} P_x &= D6 \times (\sin(q_1) \times \sin(q_5) + \cos(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q_2 - q_4)) + (D3 \times \cos(q_2) + D5 \times \cos(q_2 - q_4) + q_3 \times \sin(q_2)) \times \cos(q_1) \\ P_y &= D6 \times (\sin(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q_2 - q_4) - \sin(q_5) \times \cos(q_1)) + (D3 \times \cos(q_2) + D5 \times \cos(q_2 - q_4) + q_3 \times \sin(q_2)) \times \sin(q_1) \\ P_z &= D12 + D3 \times \sin(q_2) + D5 \times \sin(q_2 - q_4) + D6 \times \sin(q_2 - q_4) \times \cos(q_5) - q_3 \times \cos(q_2) \\ \alpha &= 1 \end{aligned}$$

1.4 Ajustement par rapport au *Framework* Java 3D

1.4.1 Nouveau référentiel

Sur Java 3D les axes x , y , z du référentiel sont positionnés différemment. En effet, la hauteur est représentée sur l'axe y , la largeur sur l'axe x et la profondeur sur l'axe z .

Sur le programme, la position de l'organe terminal (E') est donc :

$$E' = \begin{bmatrix} P_y \\ P_z \\ P_x \\ \alpha \end{bmatrix}$$

1.4.2 Nouvelles valeurs articulaire

Quelques différences sont présentes entre le schéma cinématique et le programme développé avec Java 3D. Sur certaines rotoïdes, l'ange de référence n'est pas le même. C'est le cas des rotoïdes q_2 et q_4 . En effet il a été choisi, qu'en cas de configuration nulle de toute les rotoïdes (configuration par défaut du programme), le robot décrive un angle droit dans le plan z , y . On pose donc les relations entre les angles q calculés selon le schéma cinématique et les angles q' du logiciel :

$$\begin{aligned} q'_2 &= \pi/2 - q_2 \\ q'_4 &= \pi/2 + q_4 \end{aligned}$$

Changement des amplitudes articulaires

On en déduit le nouveau débattement articulaire de q'_2 et q'_4 :

q'_2	$[-\pi/4, \pi/4]$
q'_4	$[-\pi/2, \pi/2]$

1.4.3 Position de l'organe terminal sur le logiciel

Finalement, la position de l'organe terminal du robot sur le logiciel en fonction de q est :

$$E = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \\ \alpha \end{bmatrix}$$

$$P_x = D6 \times (\sin(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q'_2 + q'_4) - \sin(q_5) \times \cos(q_1)) + (D3 \times \sin(q'_2) + D5 \times \cos(q'_2 + q'_4) + q_3 \times \cos(q'_2)) \times \sin(q_1)$$

$$\begin{aligned}
P_y &= D12 + D3 \times \cos(q'_2) - D5 \times \sin(q'_2 + q'_4) - D6 \times \sin(q'_2 + q'_4) \times \cos(q_5) - \\
&\quad q_3 \times \sin(q'_2) \\
P_z &= D6 \times (\sin(q_1) \times \sin(q_5) + \cos(q_1) \times \cos(q_5) \times \cos(q'_2 + q'_4)) + (D3 \times \\
&\quad \sin(q'_2) + D5 \times \cos(q'_2 + q'_4) + q_3 \times \cos(q'_2)) \times \cos(q_1) \\
\alpha &= 1
\end{aligned}$$

2 Manuel utilisateur du logiciel

2.1 Utilisation de base

Au lancement de l'application deux fenêtres s'ouvrent. L'une d'elles (cf figure 1) permet de visualiser la scène 3D contenant le robot. La seconde (cf figure 2) permet d'interagir avec le robot en saisissant différentes commandes. Pour manipuler le robot veuillez saisir une commande dans le champ prévu à cet effet puis cliquez sur le bouton **"Fetch"**. Le bouton **"Help"** situé en haut à gauche de la fenêtre de commande permet d'ouvrir le guide d'utilisation.

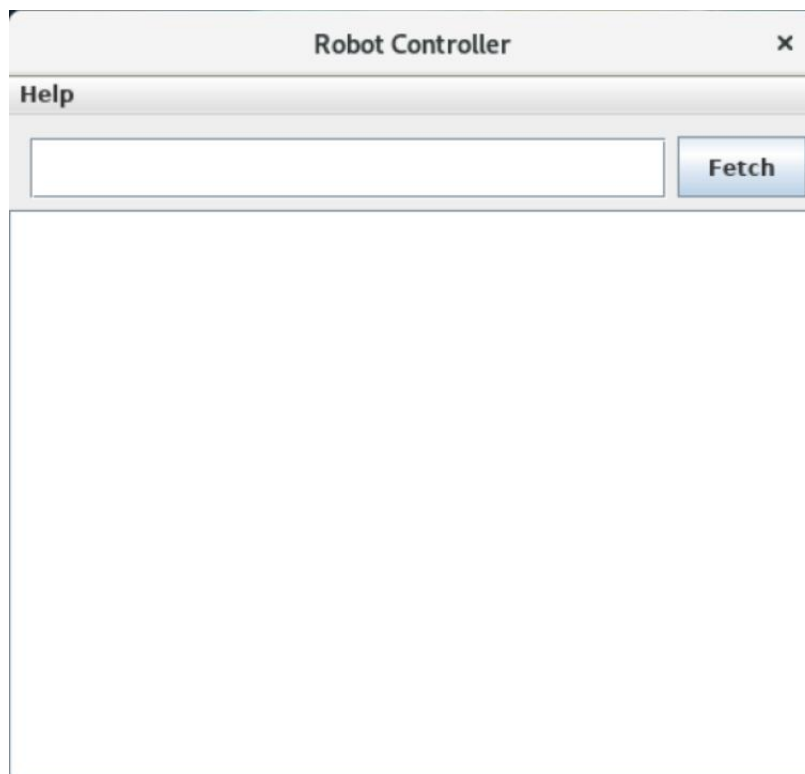


FIGURE 1 – Fenêtre de contrôle du robot

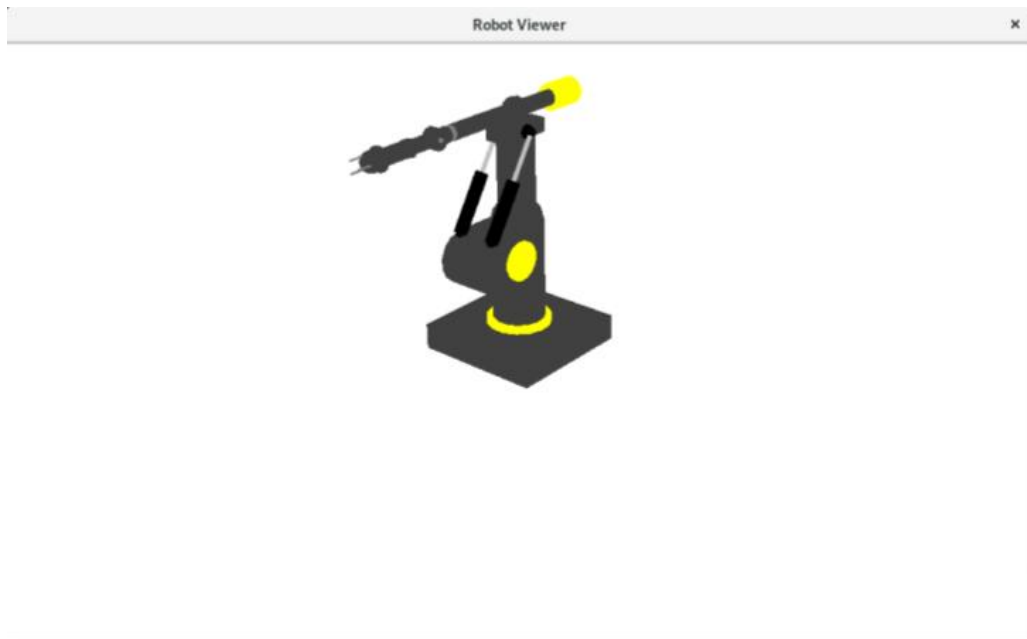


FIGURE 2 – Fenêtre de visualisation de la scène 3D

2.1.1 Commandes de base

Nom	paramètres	description
<i>go</i>	$\langle x \rangle \langle y \rangle \langle z \rangle$	Demande au robot d'atteindre le point donné en paramètre en suivant une droite du point d'origine jusqu'au point demandé. Cette opération s'effectue uniquement si le point est atteignable.
<i>reach</i>	$\langle x \rangle \langle y \rangle \langle z \rangle$	Positionne le robot au point donné en paramètre, si le point est atteignable.
<i>animation</i>		Lance une animation mettant en scène l'ensemble des articulations.
<i>test</i>		Lance une animation qui présente les débattements articulaires.
<i>organ</i>	$\langle on/off \rangle$	<i>on</i> : Active un traceur mouvement au bout de l'organe terminal. <i>off</i> : Désactive le traceur.
<i>joint</i>	$\langle number \rangle \langle value \rangle$	Affecte la valeur donnée à l'articulation passée en paramètre
<i>where</i>		Affiche les coordonnées de l'organe terminal
<i>help</i>		Affiche la liste des commandes possibles

TABLE 1 – Tableau des commandes

2.2 Utilisation des animations

Remarque : Pour visualiser les formes dessinées par le robot, n'oubliez pas d'activer le traceur de mouvement. (*commande : `organ on.`*)

2.2.1 Animation aléatoire

Pour que le robot réalise une animation aléatoire, vous pouvez utiliser la commande *animation*.

Cette commande manipule de manière aléatoire les différentes articulations du robot.

L'animation sera arrêtée automatiquement après un cours instant.

2.2.2 Dessiner une ligne

Pour faire dessiner une ligne par le robot, saisissez la commande *draw line*.

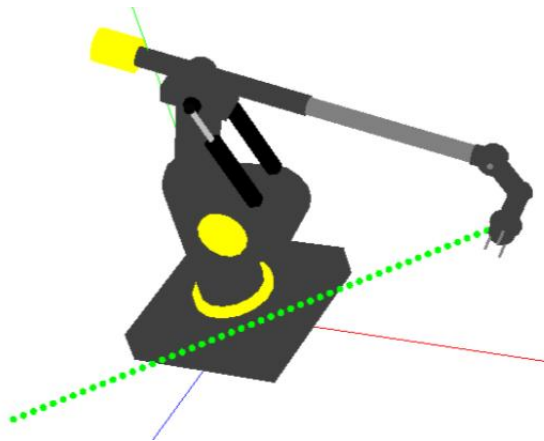


FIGURE 3 – Ligne dessinée par le robot

2.2.3 Dessiner un "cercle"

Pour faire dessiner un cercle par le robot, saisissez la commande *draw circle*.

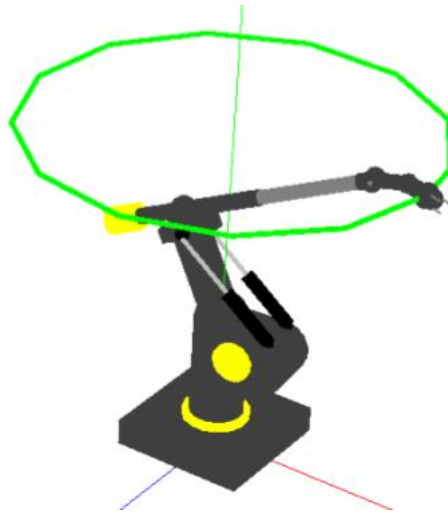


FIGURE 4 – Cercle dessiné par le robot

2.2.4 Dessiner le texte "ENSISA"

Pour faire dessiner le texte "ENSISA" par le robot, saisissez la commande *draw ensisa*.

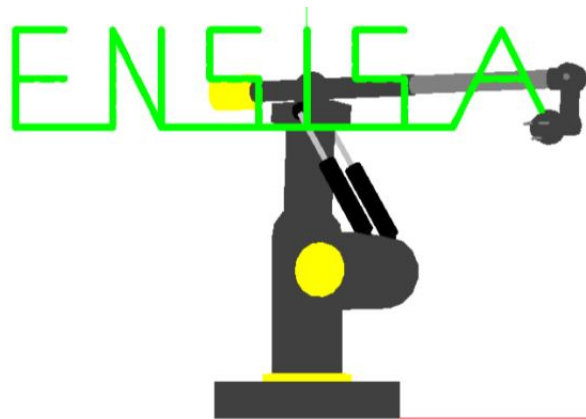
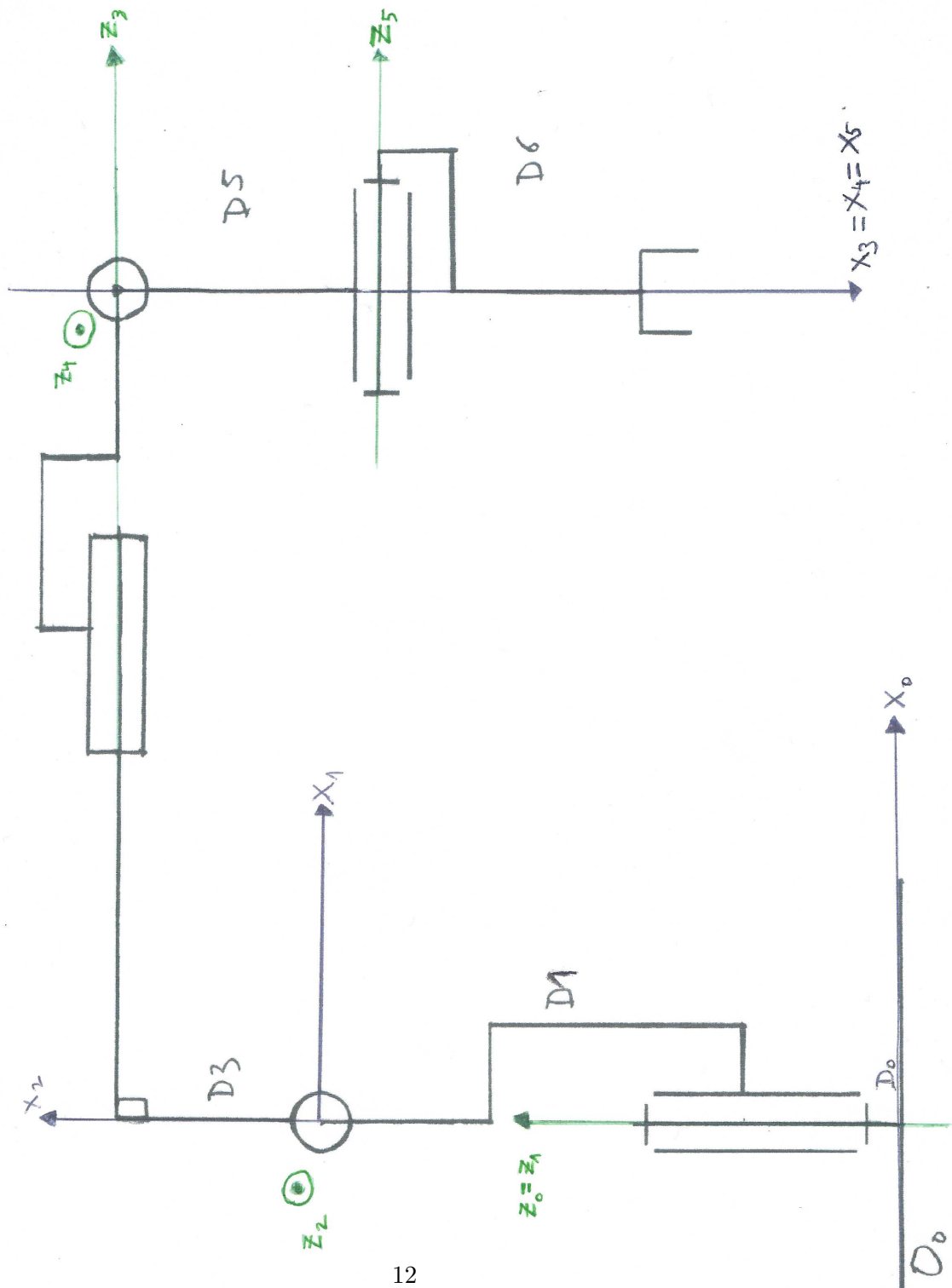


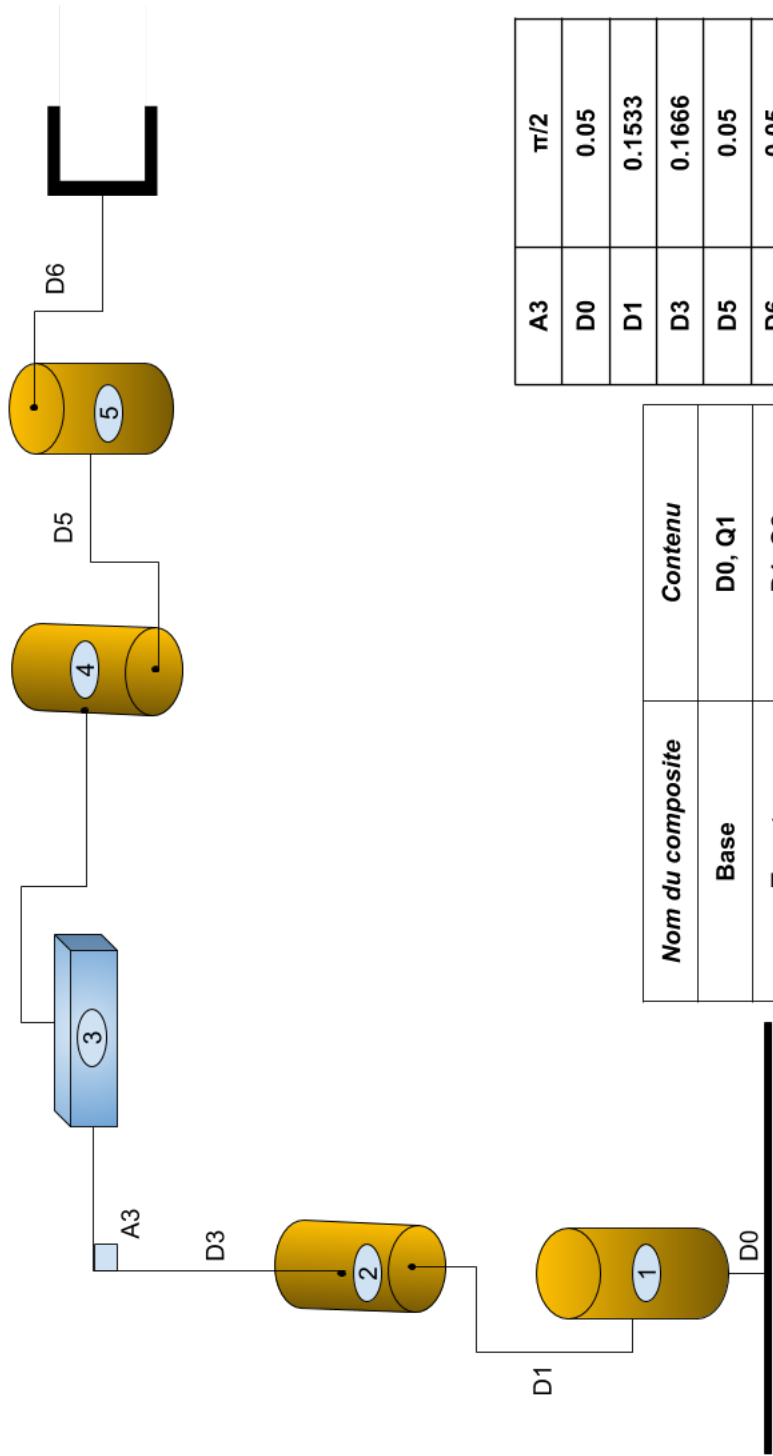
FIGURE 5 – Nom de notre école dessiné par le robot

Annexes

Schéma cinématique du robot



Modélisation logiciel avec Java 3D



Nom du composite	Contenu
Base	D0, Q1
Turret	D1, Q2
Girder	D3, A3
Pole	Q3, Q4
First Phalanx	D5, Q5
Second Phalanx	D6

A3	$\pi/2$
D0	0.05
D1	0.1533
D3	0.1666
D5	0.05
D6	0.05
Q1	$[-\infty, +\infty]$
Q2	$[-\pi/4, \pi/4]$
Q3	$[0.15, 0.35]$
Q4	$[-\pi/2, \pi/2]$
Q5	$[-\pi/2, \pi/2]$