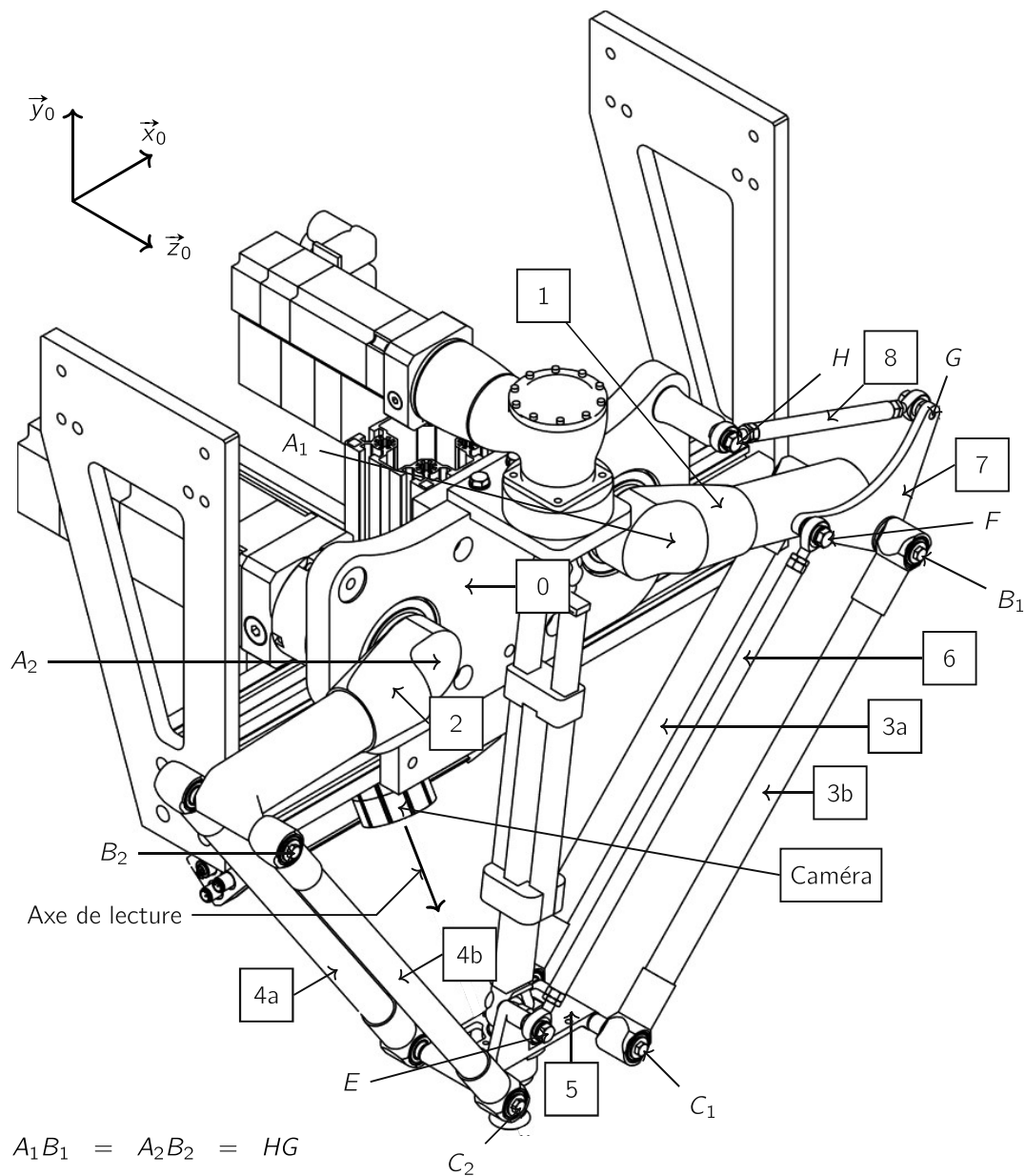


A.1 Vue en perspective du Robot Delta



$$A_1B_1 = A_2B_2 = HG$$

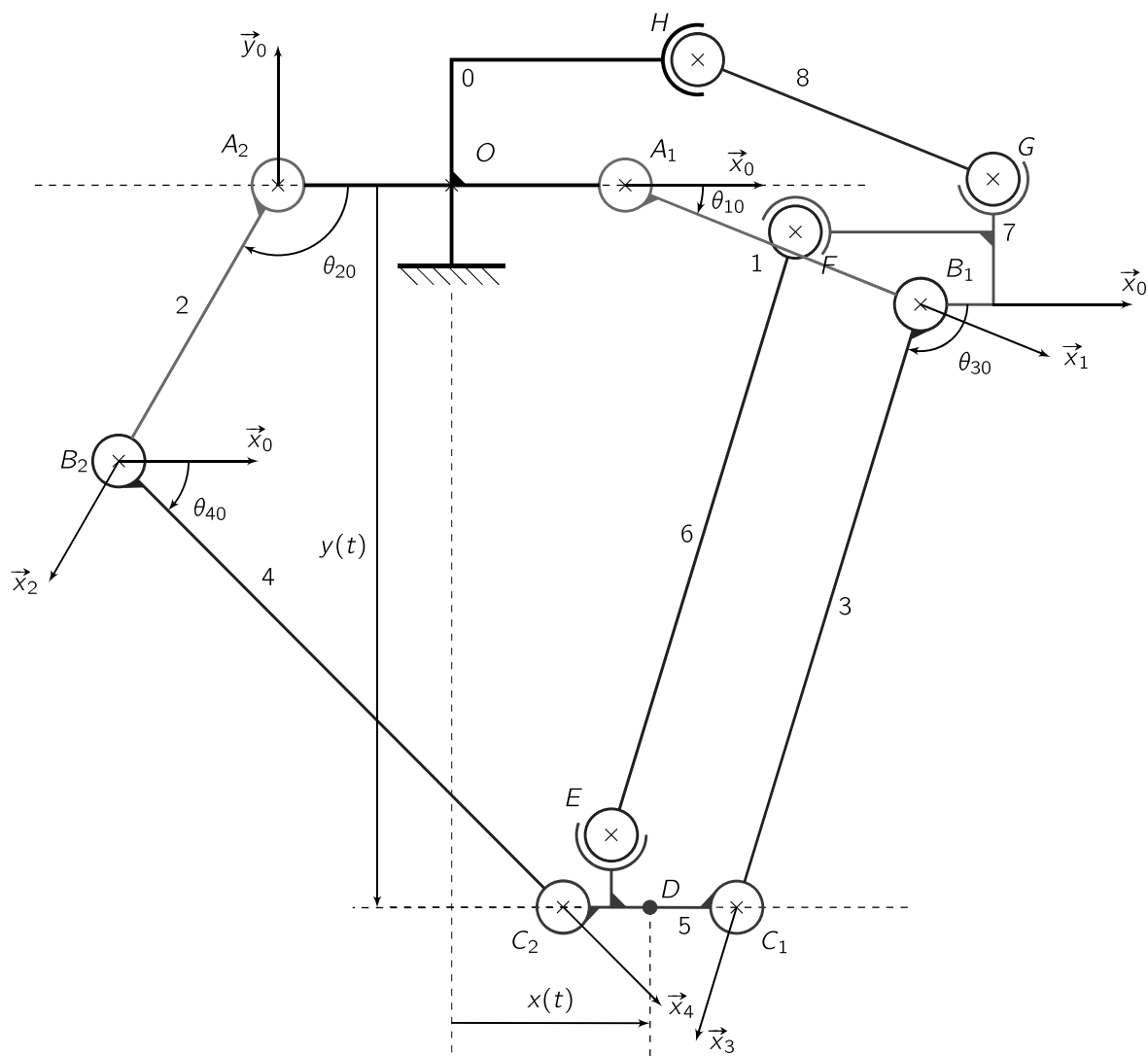
$$B_1C_1 = B_2C_2 = EF$$

$$A_1H = B_1G$$

$$C_1E = B_1F$$

Figure 15 – Vue en perspective du Robot Delta

A.2 Schéma cinématique 2D du Robot Delta



Remarque : le bras principal 1 est relié par une liaison pivot avec le bras secondaire 3 et par une autre liaison pivot (de même axe) avec le triangle 7. Il n'y a pas de liaison entre le bras secondaire 3 et le triangle 7.

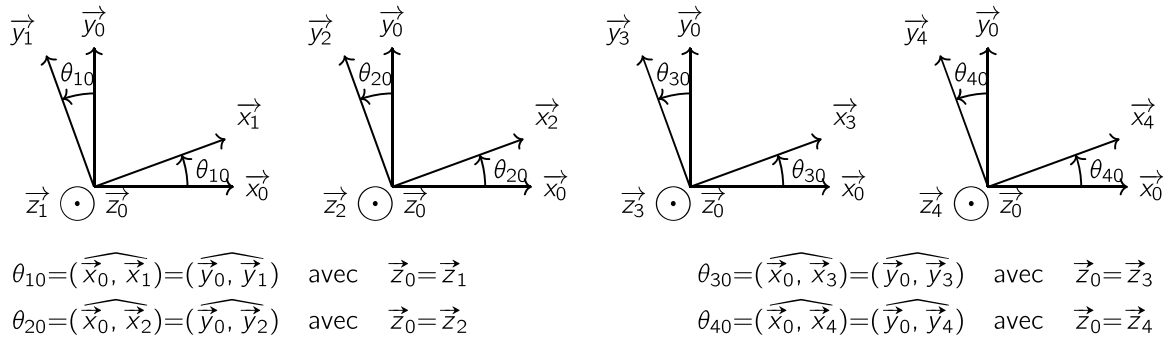
Figure 16 – Schéma cinématique du Robot Delta avec simplification des bras secondaires ($\{3a, 3b\} \rightarrow 3$ et $\{4a, 4b\} \rightarrow 4$)

A.3 Paramétrage du Robot Delta

A.3.1 — Paramètres géométriques

$$\begin{array}{llll}
 \overrightarrow{OA_1} = \overrightarrow{A_2O} = a \cdot \vec{x}_0 &;& \overrightarrow{OD} = x(t) \cdot \vec{x}_0 + y(t) \cdot \vec{y}_0 & a = 120 \text{ mm} \\
 \overrightarrow{A_1B_1} = \overrightarrow{HG} = b \cdot \vec{x}_1 &;& \overrightarrow{A_2B_2} = b \cdot \vec{x}_2 & b = 220 \text{ mm} \\
 \overrightarrow{B_1C_1} = \overrightarrow{FE} = c \cdot \vec{x}_3 &;& \overrightarrow{B_2C_2} = c \cdot \vec{x}_4 & c = 440 \text{ mm} \\
 \overrightarrow{C_2D} = \overrightarrow{DC_1} = d \cdot \vec{x}_0 && & d = 60 \text{ mm} \\
 \overrightarrow{A_1H} = \overrightarrow{B_1G} = x_0 \cdot \vec{x}_0 + y_0 \cdot \vec{y}_0 && & x_0 = 50 \text{ mm} \quad y_0 = 87 \text{ mm} \\
 \overrightarrow{C_1E} = \overrightarrow{B_1F} = -x_5 \cdot \vec{x}_0 + y_5 \cdot \vec{y}_0 && & x_5 = 33,3 \text{ mm} \quad y_5 = 50 \text{ mm}
 \end{array}$$

A.3.2 — Paramètres angulaires



A.3.3 — Références et paramètres d'inertie

Élément	Repère associé	Centre d'inertie	Masse	Matrice d'inertie
0	$\mathcal{R}_0 = (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$	-	-	-
1	$\mathcal{R}_1 = (A_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$	\vec{G}_1 $\overrightarrow{A_1 G_1} = a_g \cdot \vec{x}_1$	m_p	$\mathbb{I}(A_1, 1) = \begin{bmatrix} A_p & 0 & -E_p \\ 0 & B_p & 0 \\ -E_p & 0 & C_p \end{bmatrix}_{\mathcal{B}_1}$
2	$\mathcal{R}_2 = (A_2, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$	\vec{G}_2 $\overrightarrow{A_2 G_2} = a_g \cdot \vec{x}_2$	m_p	$\mathbb{I}(A_2, 2) = \begin{bmatrix} A_p & 0 & -E_p \\ 0 & B_p & 0 \\ -E_p & 0 & C_p \end{bmatrix}_{\mathcal{B}_2}$
3	$\mathcal{R}_3 = (B_1, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$	-	négligée	-
4	$\mathcal{R}_4 = (B_2, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$	-	négligée	-
5	$\mathcal{R}_5 = (D, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$	\vec{G}_5 $\overrightarrow{D G_5} = x_g \cdot \vec{x}_0 + y_g \cdot \vec{y}_0$	m_5	$\mathbb{I}(G_5, 5) = \begin{bmatrix} A_5 & -F_5 & -E_5 \\ -F_5 & B_5 & -D_5 \\ -E_5 & -D_5 & C_5 \end{bmatrix}_{\mathcal{B}_0}$
6	$\mathcal{R}_6 = (F, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$	-	négligée	-

$$m_p = 2,8 \text{ kg} \quad \text{et} \quad C_p = 0,2 \text{ kg.m}^2$$

Tableau 4 – références et paramètres d'inertie

On note \mathcal{B}_i , la base $(\vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$. Le vecteur unitaire vertical ascendant est \vec{y}_0 .

Le point D sert de référence pour le positionnement de la charge.

Chacun des deux bras principaux est mu par un moteur lié au bras via un réducteur dont le coefficient de réduction $r = 5$ et l'inertie, ramenée sur l'arbre moteur vaut $J_r = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$.

Les caractéristiques des moteurs sont données **Tableau 5** en **Annexe E.1**.

B.1 Fonctionnement d'un tube de Venturi

Le schéma de la **Figure 17** présente le principe de fonctionnement d'un tube de Venturi. Il permet de générer une aspiration s'il est alimenté en air comprimé (débit Q et pression en amont p_{am} supérieure à celle en aval p_{atm} , pression atmosphérique). C'est un canal possédant un rétrécissement et un orifice secondaire. Le rétrécissement permet l'augmentation de la vitesse des particules du fluide et la diminution de la pression (dépression δp).

Sous l'effet de la dépression, une aspiration (débit q) est générée par l'orifice secondaire. S'il n'y a pas d'alimentation en air comprimé $p_{am} > p_{atm}$, il n'y a pas d'aspiration.

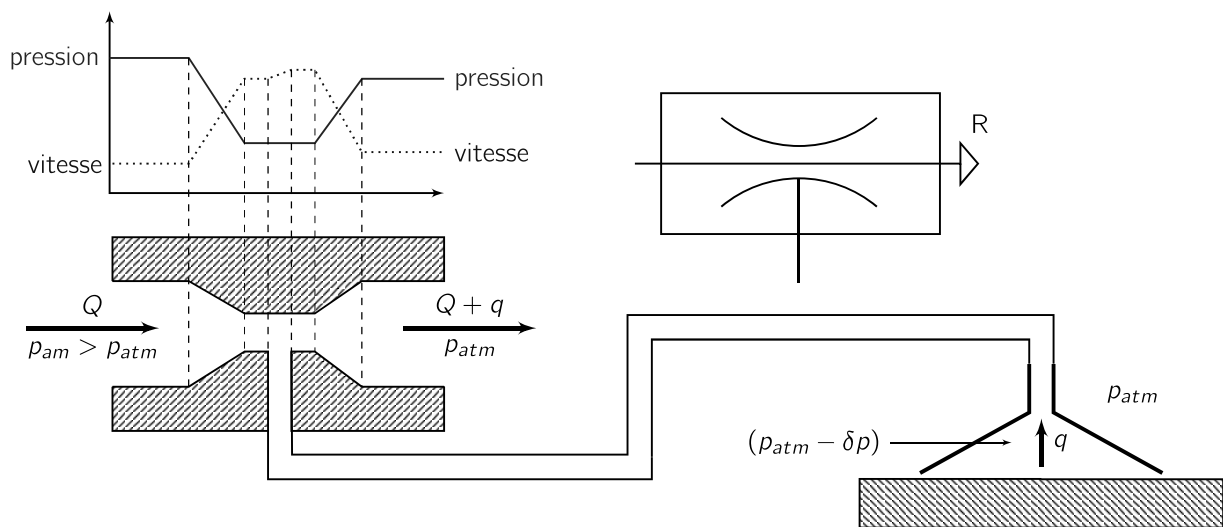


Figure 17 – Principe de fonctionnement d'un tube de Venturi

B.2 Représentation normalisée des distributeurs

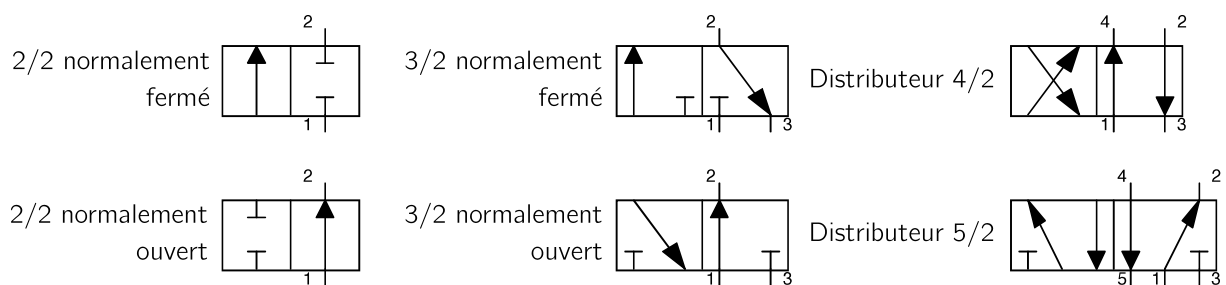


Figure 18 – Représentation des distributeurs

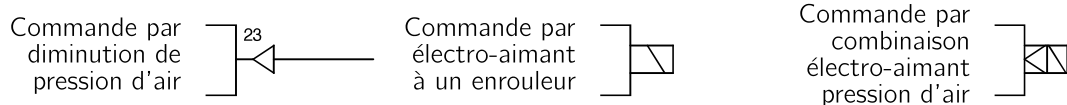


Figure 19 – Représentation des commandes des distributeurs

B.3 Exemples de représentation

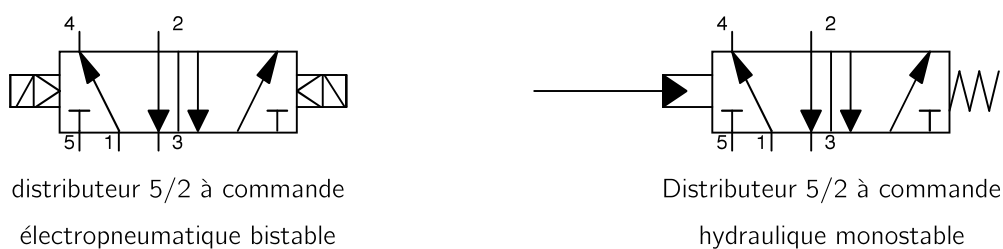


Figure 20 – Exemples de représentation de distributeurs

ANNEXE

C

Logique séquentielle

C.1 Désignations

Positions prise Robot Delta	
Position haute (position d'attente et de reconnaissance image)	PH
Position basse emplacement 1	PB1
Position basse emplacement 2	PB2
Position basse emplacement 3	PB3
Position basse emplacement 4	PB4

Distributeur 3/2 bistable
Électrovanne distributeur 3/2 pour aspiration prise cube EV+
Électrovanne distributeur 3/2 pour libération prise cube EV-

Variable	Interprétation	Valeurs
N	Nombre de prises	0, 1 ou 2
E3	Emplacement 3 libre ou non	0 ou 1
E4	Emplacement 4 libre ou non	0 ou 1
Image	Image reconnue	0 (pas d'inscription sur la face du cube), A ou B

C.2 Images des cubes

Image = A	Image = B	Image = 0

Figure 21 – Définition des images A, B et 0

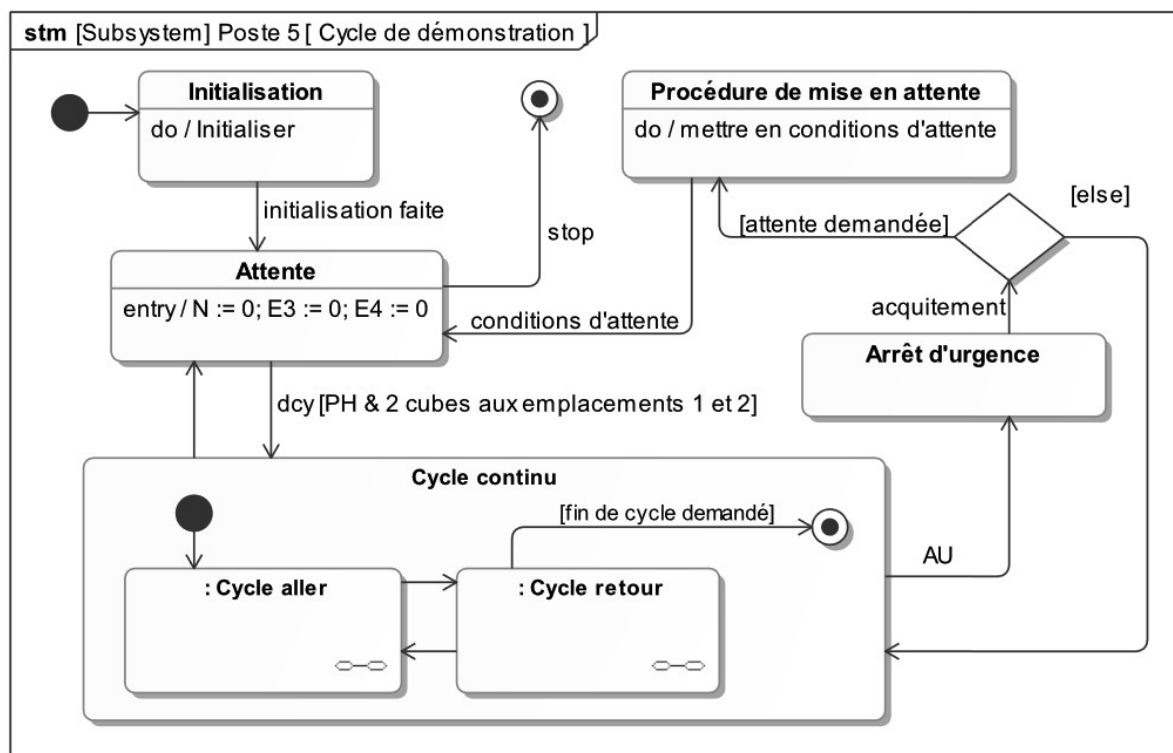


Figure 22 – diagramme d'états (stm) du cycle de démonstration

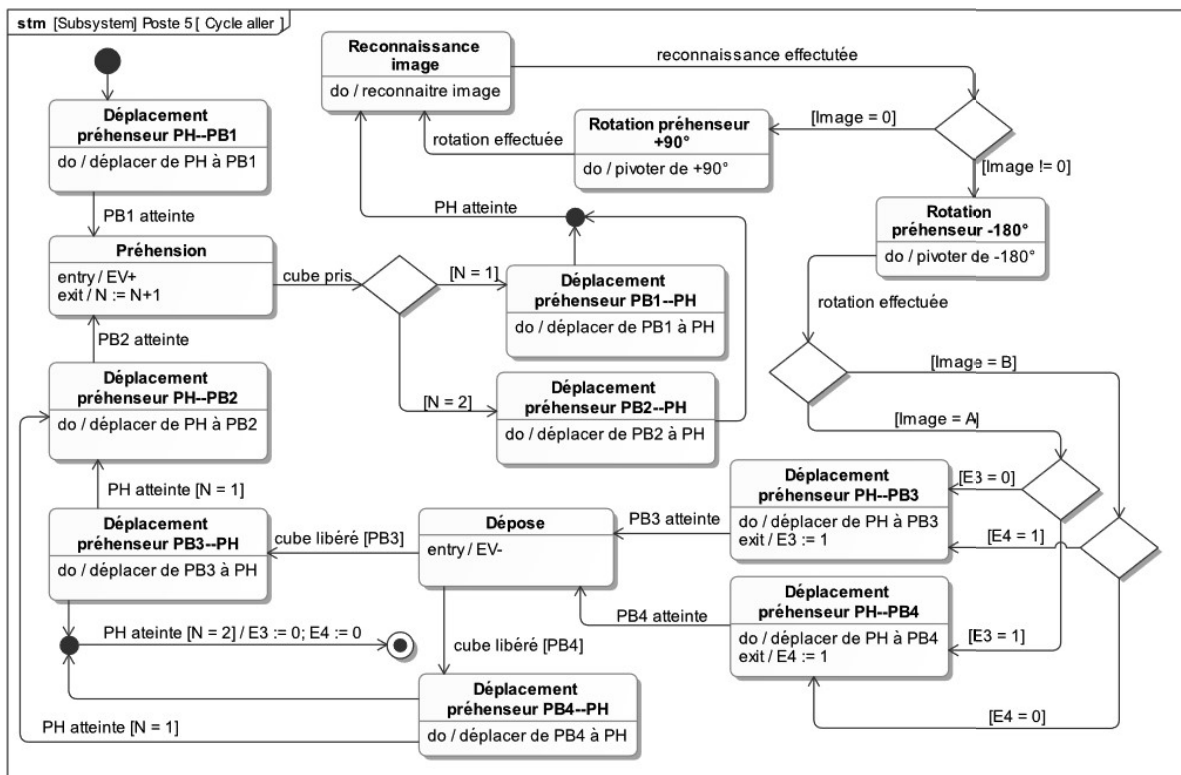
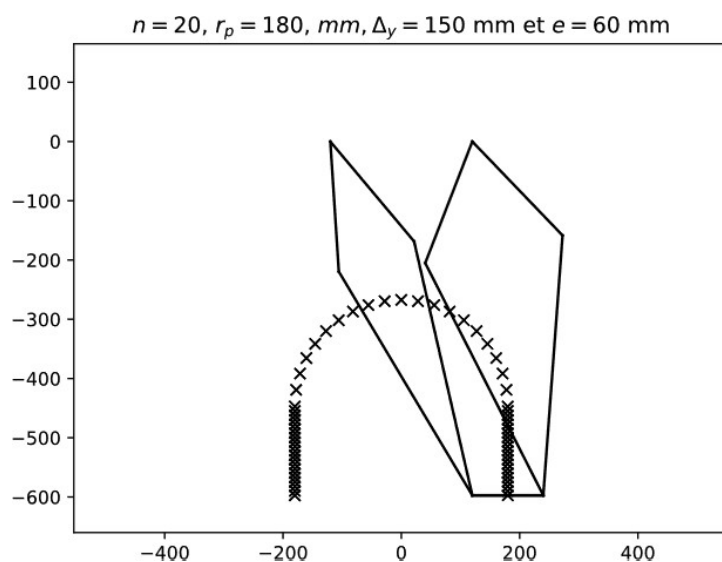
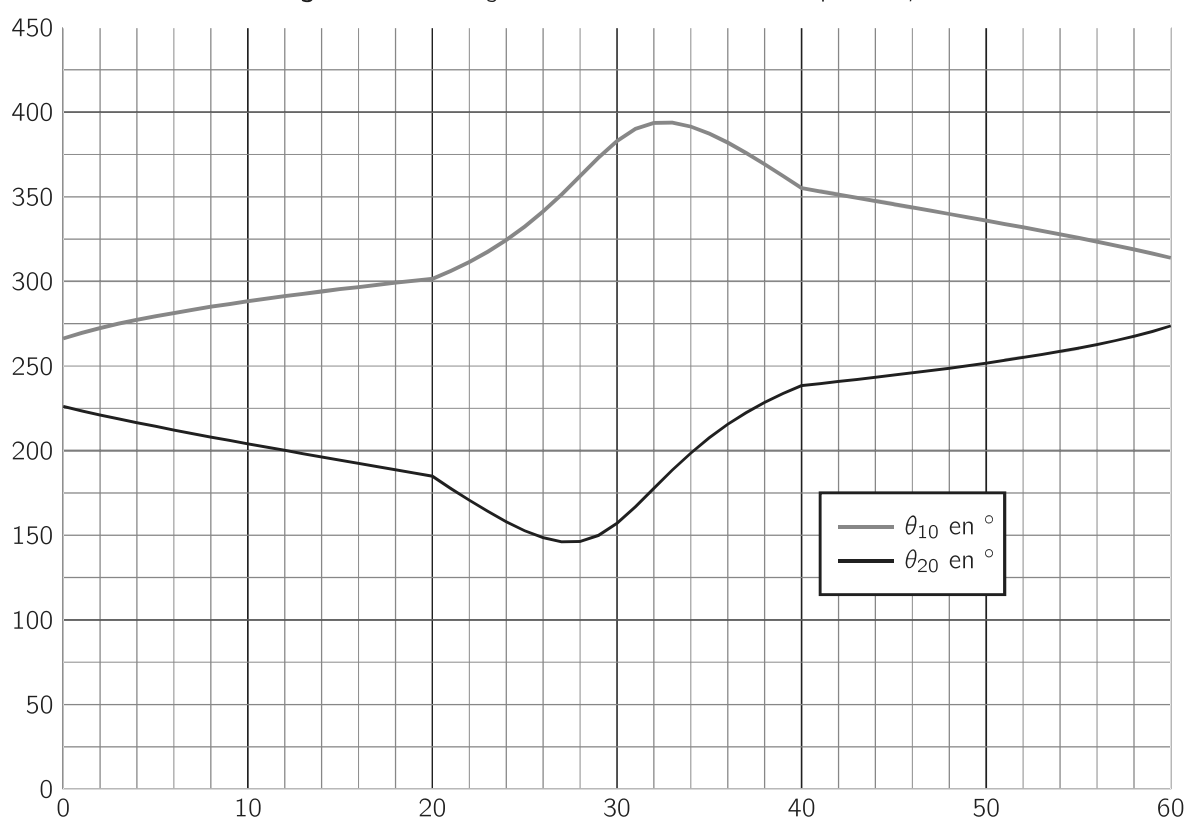


Figure 23 – diagramme d'états (**stm**) du cycle aller

Figure 24 – Configurations du Robot Delta au point D_f Figure 25 – Évolutions des angles θ_{10} et θ_{20} en fonction de k , lors du mouvement du point D de D_i à D_f

E.1 Caractéristiques du servo-moteur SEW CM63S

n_N	M_0	I_0	M_{pk}	I_{max}	M_{0VR}	I_{0VR}	m	J_{mot}	L_1	R_1	U_{p0} cold	m_{bmot}	J_{bmot}	M_{B1}	M_{B2}
$[min^{-1}]$	$[N.m]$	$[A]$	$[N.m]$	$[A]$	$[N.m]$	$[A]$	$[kg]$	$[kg.cm^2]$	$[mH]$	Ω	$[V]$	$[kg]$	$[kg.cm^2]$	$[N.m]$	$[N.m]$
3000	2.9	2.15	11.1	12.9	4	3	4.0	1.15	36.5	6.79	90	5.0	1.49	7	9.3

n_N : Vitesse de rotation

M_0 : Couple à l'arrêt (couple thermique permanent à basse vitesse)

I_0 : Courant à l'arrêt

M_{pk} : Couple limite maximum des servomoteurs

I_{max} : Courant moteur maximal autorisé

M_{0VR} : Couple à l'arrêt avec ventilation forcée

I_{0VR} : Courant à l'arrêt avec ventilation forcée

J_{mot} : Moment d'inertie de l'arbre moteur

J_{bmot} : Moment d'inertie de l'arbre moteur avec le frein

M_{B1} : Couple de freinage standard

M_{B2} : Couple de freinage en option

L_1 : Inductivité entre la phase de connexion et le point neutre

R_1 : Résistance entre la phase de connexion et le point neutre

U_{p0} froid : Tension interne à 1000 tr.min⁻¹

Tableau 5 – Données constructeur des servo-moteur SEW CMP63S