

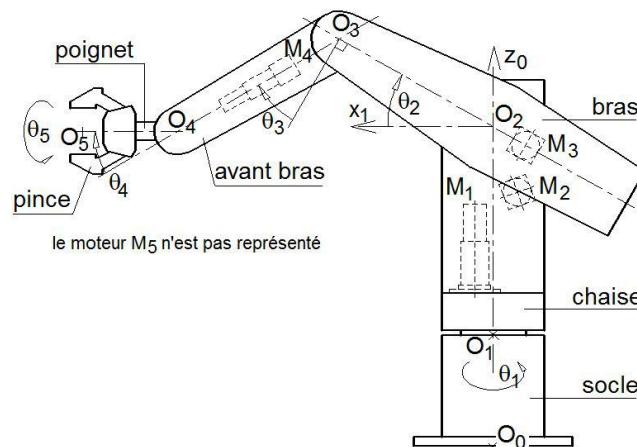
Table des matières

Fiche 1	Présentation Générale	2
	Présentation du système.....	2
	Description structurelle et fonctionnelle du robot 5 axes	2
	2
	3
Fiche 2	Mise en œuvre du robot	5
	Mise sous tension.....	5
	Prise d'origine.....	5
	Choix du mode fonctionnel	5
Fiche 3	Acquisition des données	8
Fiche 4	Description structurelle et technologique	11
	Description structurelle de l'axe de lacet.....	11
	Modélisation en schéma-bloc de l'axe de lacet	12
	Réducteur Harmonic Drive	12
	Modèle de connaissance du réducteur poulie-courroie	12
	Modèle de connaissance et de comportement du moteur.....	13
	Codeur incrémental.....	13
	Codeur incrémental.....	Erreur ! Le signet n'est pas défini.

Fiche 1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Présentation du système

Les applications utilisant des robots industriels sont très nombreuses (quelques dizaines de milliers de robots installés en France). On appelle généralement robot un système mécanique articulé programmable capable de prendre en compte son environnement. L'effecteur monté à l'extrémité du robot est spécifique de l'application. Le robot ERICC 3 (voir figure ci-dessous) présent dans le laboratoire est lui muni d'une pince à mors parallèles standard.

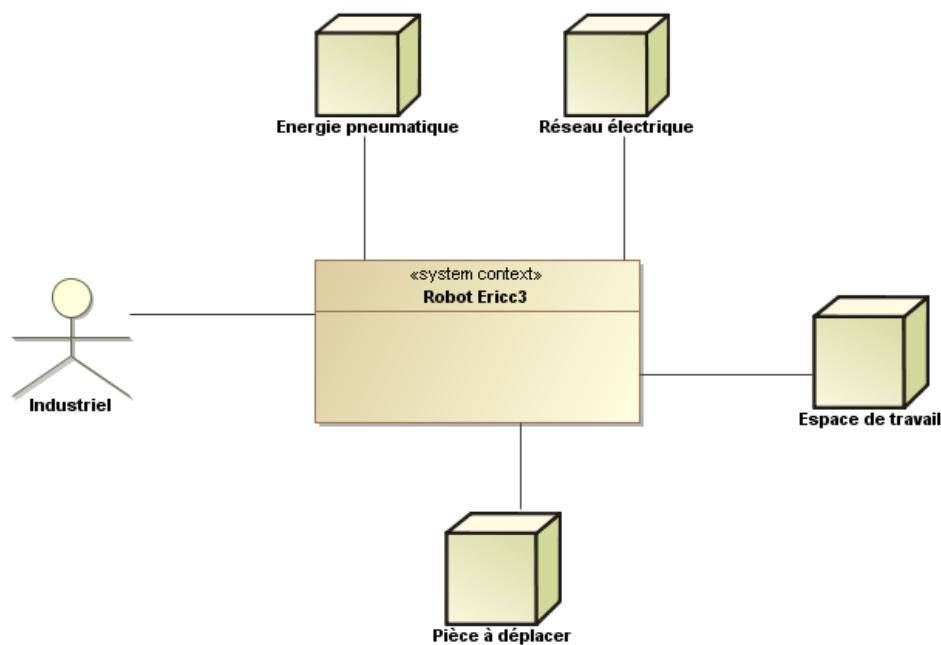


Le robot est un constituant alliant naturellement la mécanique et l'automatique. Sa structure mécanique se divise en deux parties : le **porteur** associé aux trois premiers degrés de liberté (positionnement d'un point de la pince) et une **main ou préhenseur** à deux ou trois degrés de liberté (orientation angulaire de la pince).

Ce robot comprend les **éléments de structure** mécanique suivants :

- | | |
|------------|--------------|
| Le socle | La chaise |
| Le bras | L'avant-bras |
| Le poignet | La pince |

Description structurelle et fonctionnelle du robot 5 axes

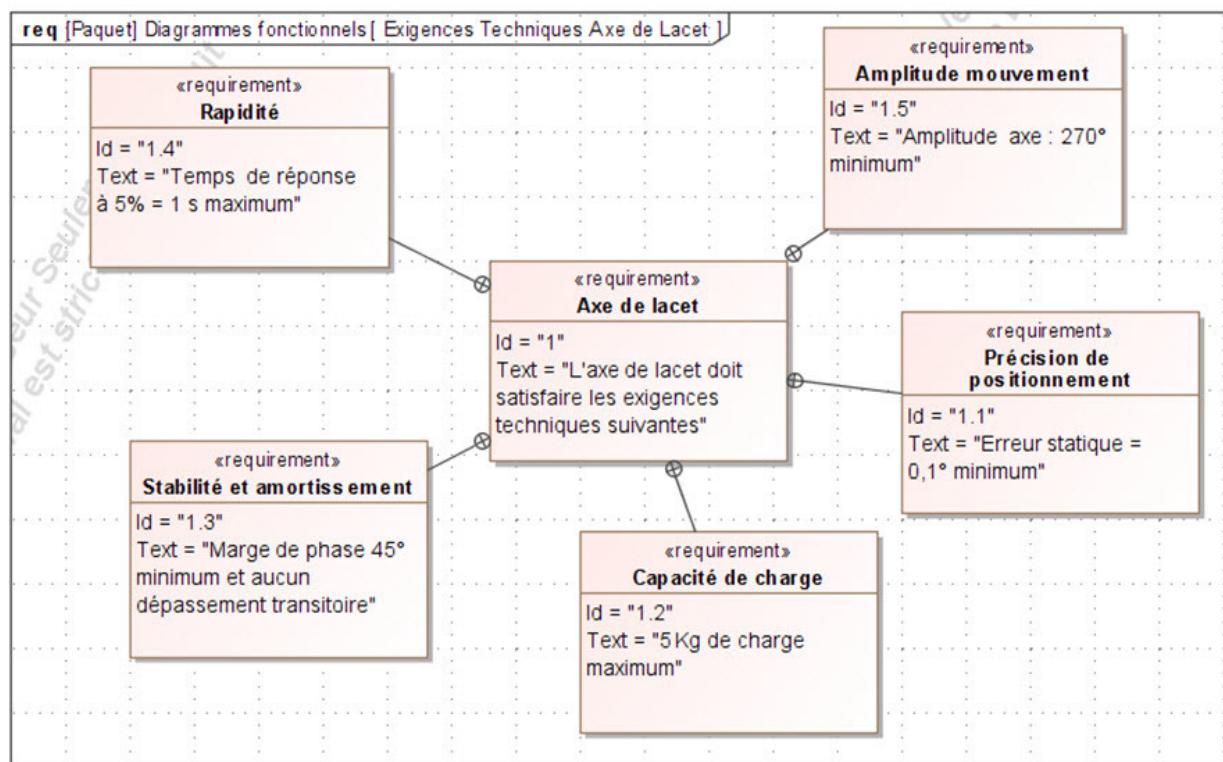


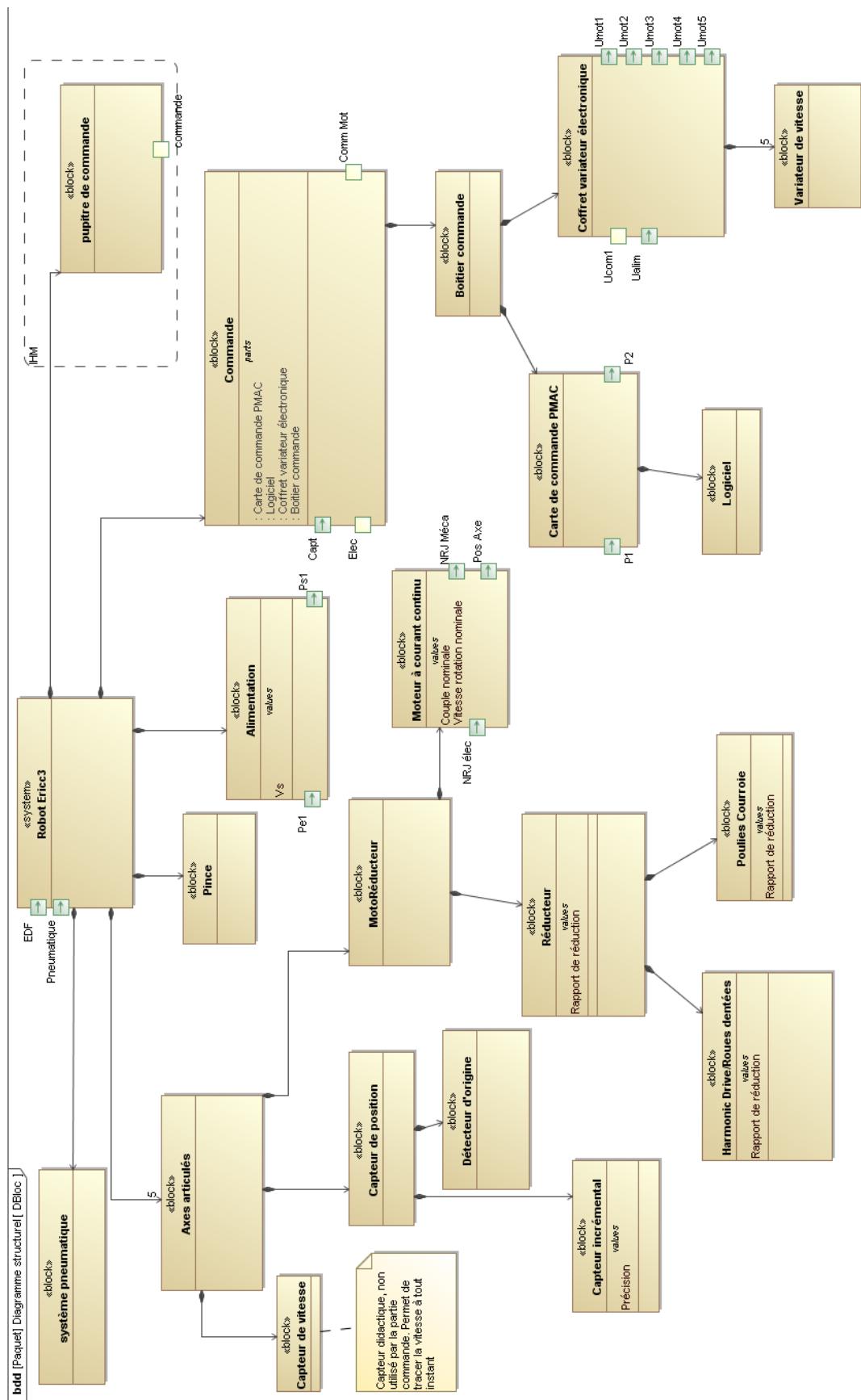
Le système automatisé robot est constitué :

- D'un **ordinateur** avec logiciel de commande, dont la fonction principale est de contrôler le robot tant au niveau de ses déplacement qu'au niveau de son dialogue avec les périphériques ;
- D'une **carte de commande** d'axes qui assure l'ensemble des asservissements. Le Contrôle des axes est géré de manière autonome par le processus local indépendamment du calculateur ;
- D'un **coffret de puissance** comportant notamment :
 - Les amplificateurs de puissance ;
 - Les alimentations à partir du 220 V ;
 - Les contacteurs de commande de freins ;
 - L'électrovanne de commande de la pince pneumatique.

L'ensemble de ces éléments de structure permet de réaliser cinq chaînes fonctionnelles de type axe numérique constituées :

- D'un **calculateur** délivrant les consignes générales d'organisation des déplacements ;
- D'un **processeur de commande** d'axes délivrant les consignes du modèle des lois de déplacements choisies
- D'un **correcteur** (comportant la fonction d'amplification) délivrant une consigne corrigée en fonction de l'état du système.
- D'un **préactionneur** (variateur) qui commande l'alimentation en énergie de l'actionneur ;
- D'un **actionneur** (moteur électrique à courant continu) fournissant un couple pour une vitesse données ;
- D'un **système dynamique** (réducteur, guidages, inertie, charge) répondant aux sollicitations extérieures avec rapidité, précision, stabilité ;
- D'un **capteur** (codeur incrémental) monté sur l'arbre moteur délivrant la mesure de vitesse et de position de cet arbre moteur par rapport à son stator (partie fixe).

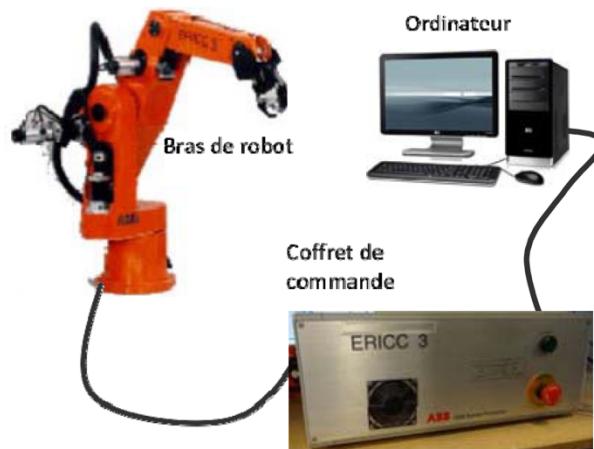




Fiche 2 MISE EN ŒUVRE DU ROBOT

Le dispositif global du robot didactisé présent dans le laboratoire est représenté sur la photo ci-contre. Il se compose principalement des 3 éléments suivants :

- un bras de robot ;
- un coffret de commande, servant notamment à assurer l'alimentation des différents actionneurs électriques du robot ;
- un ordinateur servant à piloter les mouvements du robot et à effectuer des acquisitions grâce à l'utilisation de différents capteurs.

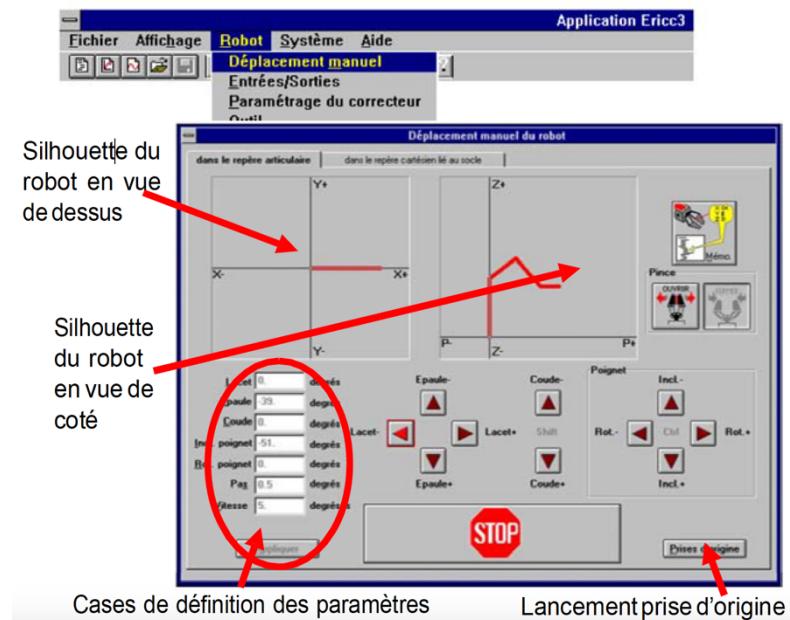


Mise sous tension

- Déverrouiller si nécessaire le bouton d'ARRET d'URGENCE. Ce bouton est utilisé lorsque le robot est en mouvement et qu'il va entrer en collision avec un obstacle (table, personne ...)
- Mettre l'ordinateur sous tension.
- Allumer le coffret de commande en appuyant sur le bouton vert à l'avant du coffret.
- Lancer le logiciel « Robot Ericc3 » à l'aide du raccourci disponible sur le bureau Windows.

Prise d'origine

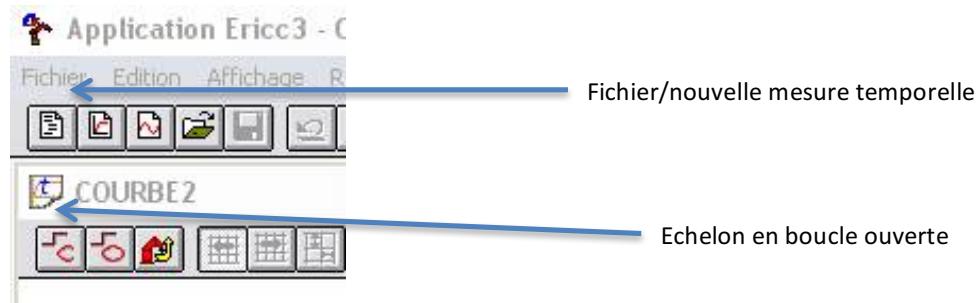
- Effectuer la prise d'origine (Initialisation des paramètres angulaires du robot) en cliquant sur : Robot, Déplacement manuel, Prise d'origine, Départ et suivre les indications fournies.
- Le robot est en service.



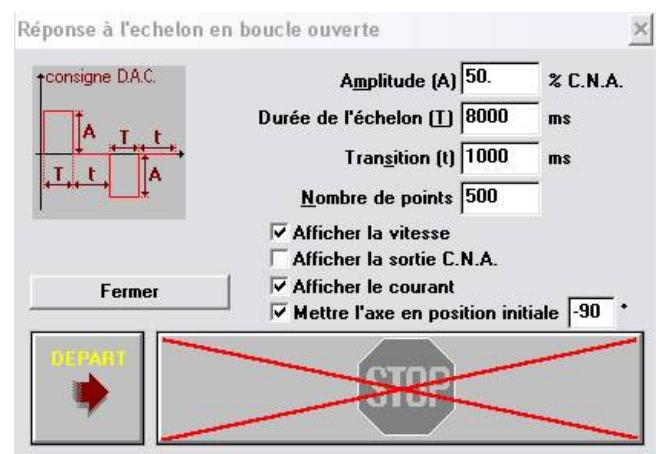
Choix du mode fonctionnel

- Définir les paramètres cibles dans les cases de définition des paramètres avant application.
- Cliquer sur Appliquer, le robot se déplace vers la position demandée.

Mesure en boucle ouverte



- Acquisition : Vitesse, courant
- Amplitude : 50%CNA
- Durée de l'échelon T=8000ms
- Transition : 100ms
- Nombre de point 500



Mesure en boucle fermée avec trapèze de vitesse

Le programme n°452 est donné ci-dessous :

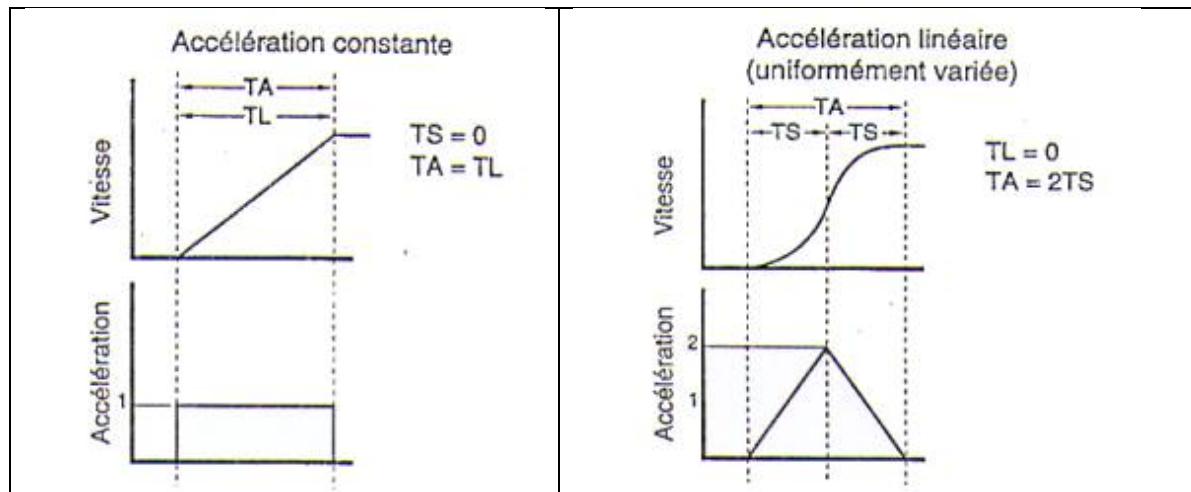
```
CLOSE
DELETE GATHER
OPEN PROG 452 CLEAR
TS0
TA100
F12

G0B1G0X750Y0Z512
DWELL50
G0B1G0X530Y530Z512
RETURN
CLOSE
```

Le langage utilisé par la carte dispose d'instructions dont la syntaxe ressemble au BASIC.

Les instructions de déplacement du robot sont dérivées des codes ISO. Ces instructions sont :

- G0: déplacement à un point sans interpolation,
- La vitesse d'un déplacement est fixée par la commande F suivie de la vitesse en rad/s.
- La forme la plus simple de commande de trajectoire est le déplacement linéaire fondu (mode LINEAR). Elle spécifie le temps de crête (vitesse d'avance) ou le temps du déplacement, le temps d'accélération (TA), la partie du temps d'accélération écoulé dans l'accélération en « courbe S » « TS » et la partie d'accélération qui est linéaire « TL ».



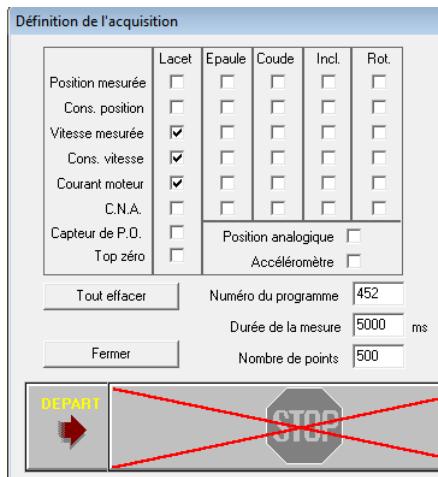
- Dans la barre d'icônes sélectionner la 2ème icône : “**nouvelle mesure temporelle**”



- Dans la fenêtre suivante, cliquer sur la 3ème icône : “**enregistrement d'un déplacement programmé**”;



- Dans la boîte de dialogue qui apparaît, sélectionner l'affichage des grandeurs :



- Position mesurée de l'épaule ;
- Courant moteur de l'épaule ;
- N°du programme à utiliser : **452** ;
- Durée de la mesure : **5 000 ms** ;
- Nombre de points : **500** ;

-

La courbe s'affiche et sur la courbe obtenue :

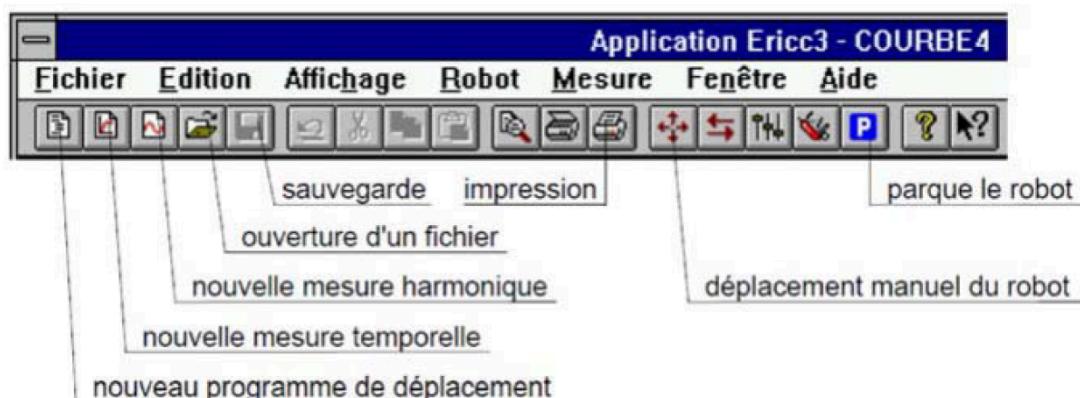
- Vérifier l'affichage en ordonnée de :
 - l'intensité du courant moteur épaule sur l'échelle de droite
 - la vitesse mesurée lacet sur l'échelle de gauche.



<ul style="list-style-type: none"> Mettre en place une grille s'appuyant sur l'ordonnée de droite (courant) ; Numérotter les courbes et positionner la légende ; Effectuer un lissage de la courbe d'intensité (pour cela, cliquer gauche sur la courbe pour la mettre en gras ; cliquer droit et cocher "filtre"); imprimer les courbes. 	<p>The screenshot shows a software window titled "Application Ericc3 - COURBE4". It features a menu bar with "Fichier", "Edition", "Affichage", "Robot", "Mesure", "Fenêtre", and "Aide". Below the menu is a toolbar with various icons. A context menu is open on the right side of the screen, listing options: "Paramètres", "Couleur", "Points", "Filtre" (with a checked checkbox), and "Dérivée première".</p>
--	---

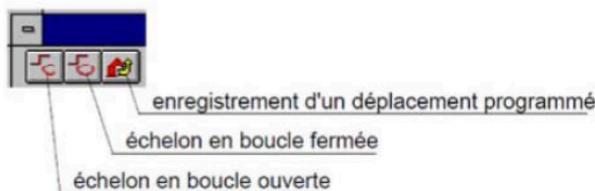
Fiche 3 ACQUISITION DES DONNEES

Le menu initial

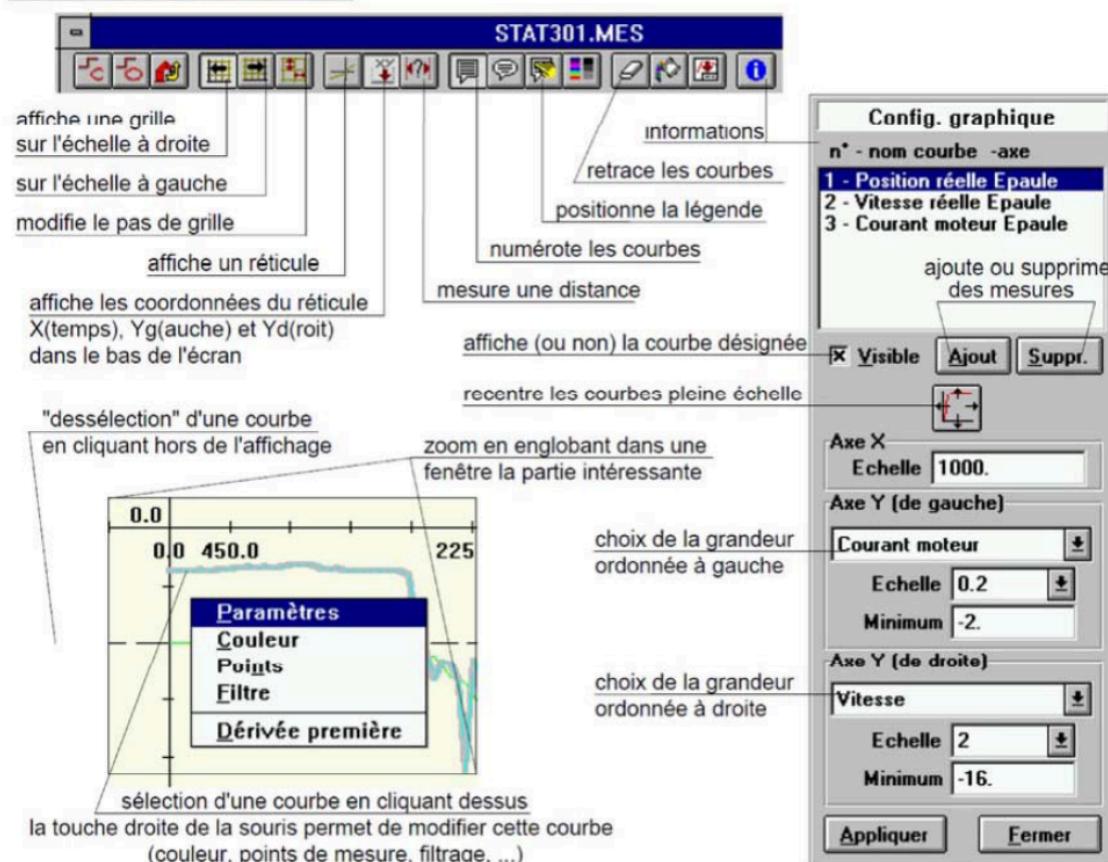


Mesure temporelle

Lancement de la mesure

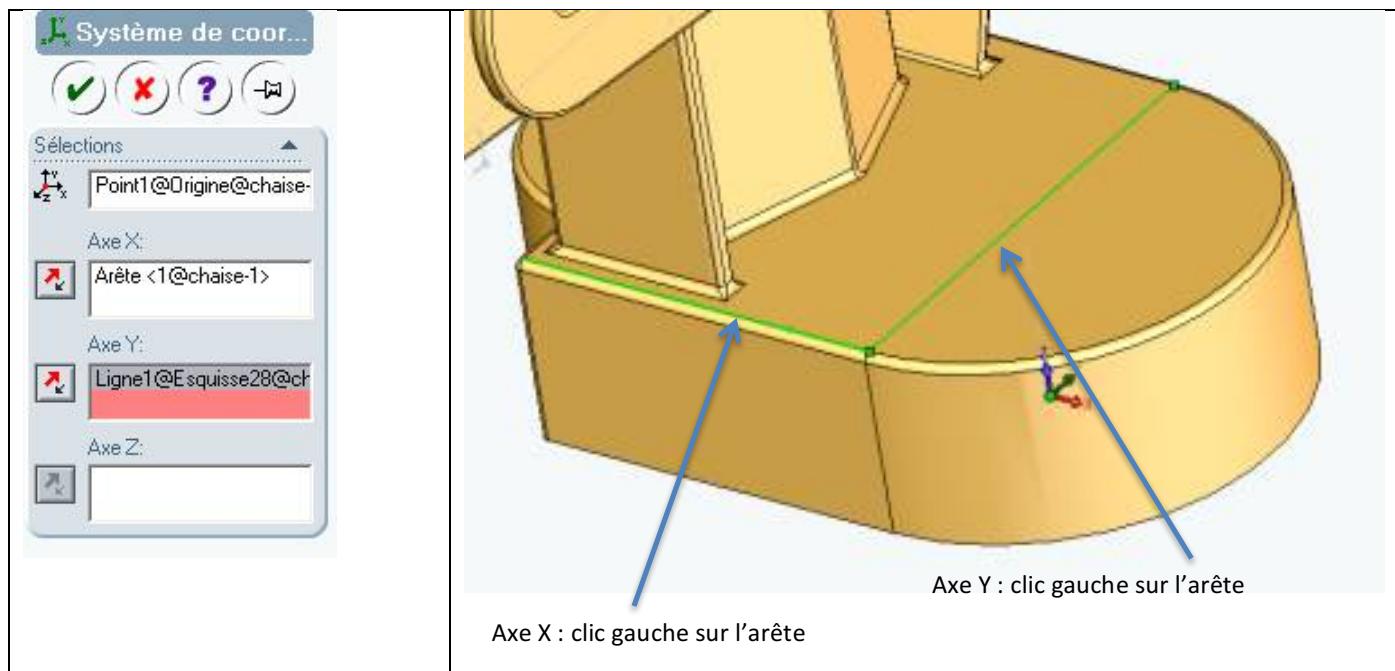


Exploitation des mesures

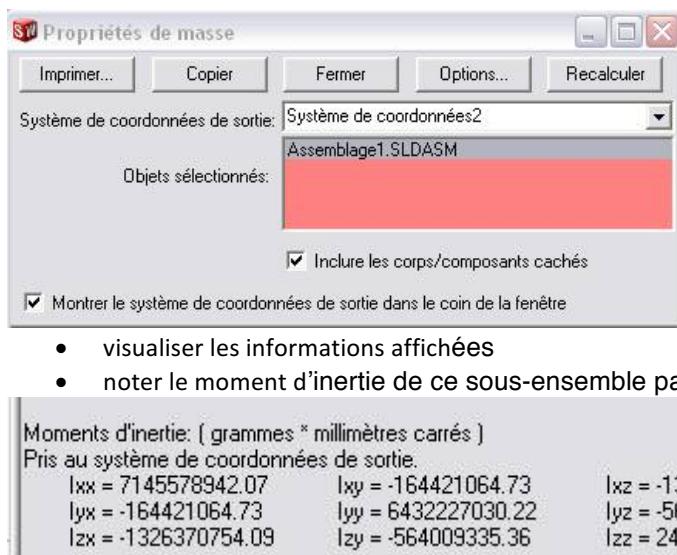


Fiche 4 QUANTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES INERTIELLES AVEC SOLIDWORKS

- Copier à partir du dossier transfert, le modèle du robot simplifié et l'ouvrir avec le logiciel SOLIDWORKS.
- Ce document définit d'une manière très simplifiée la structure du robot.
- Déterminer par l'utilisation du logiciel le moment d'inertie J_{OZ} du robot par rapport à l'axe de rotation de la chaise.
 - Clic gauche : insertion
 - Clic gauche : système de coordonnée
 - Clic gauche sur l'origine du système d'axes visibles sur la chaise (modification d'apparence du centre à l'approche du curseur)

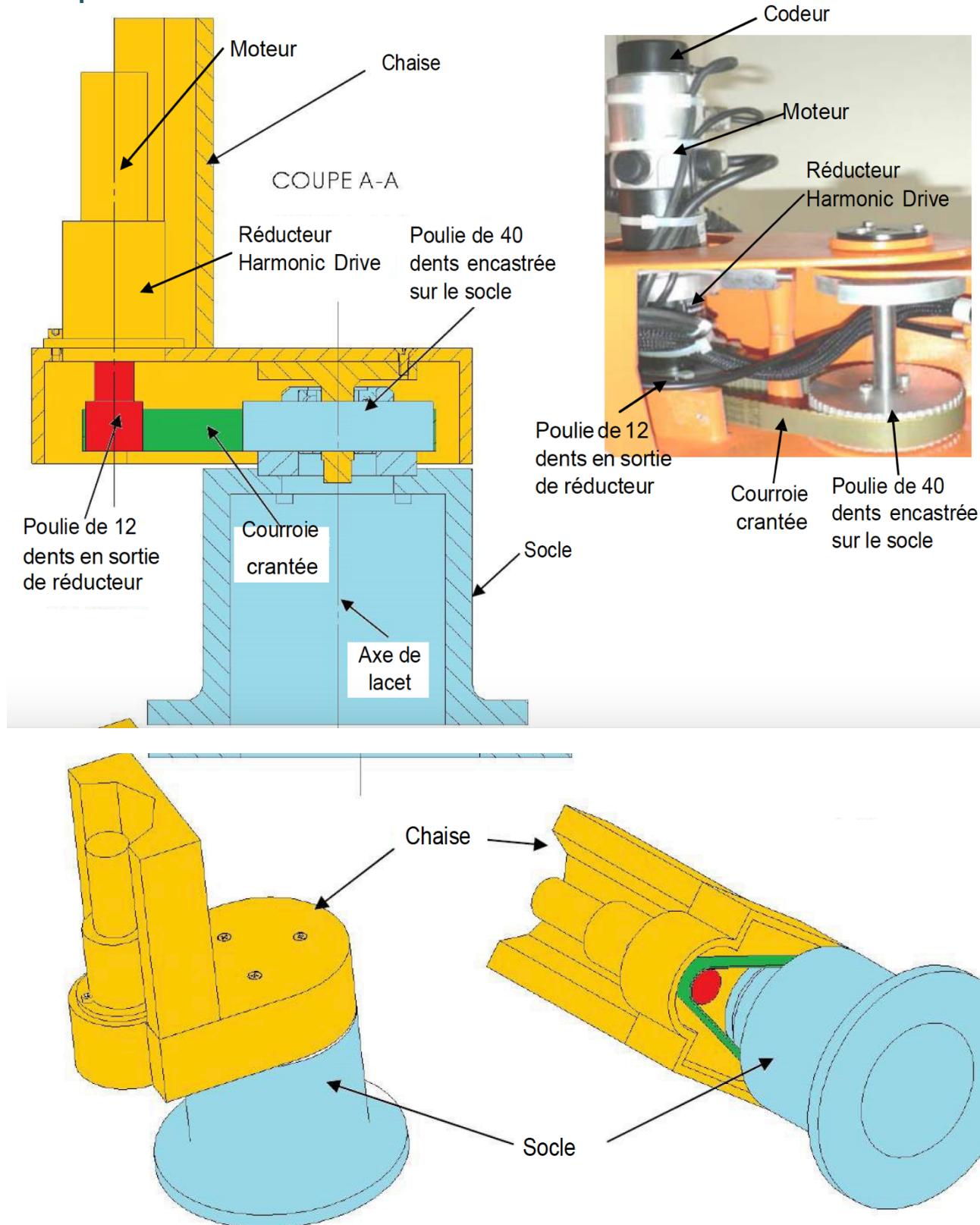


- Clic gauche sur Outils, évaluer ;
- Clic gauche sur propriété de masse et choisir le nouveau système de coordonnées défini



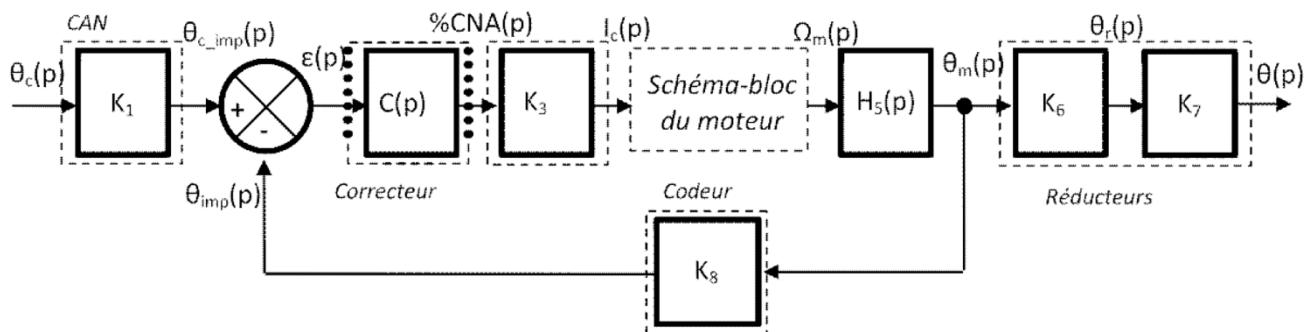
Fiche 5 DESCRIPTION STRUCTURELLE ET TECHNOLOGIQUE

Description structurelle de l'axe de lacet



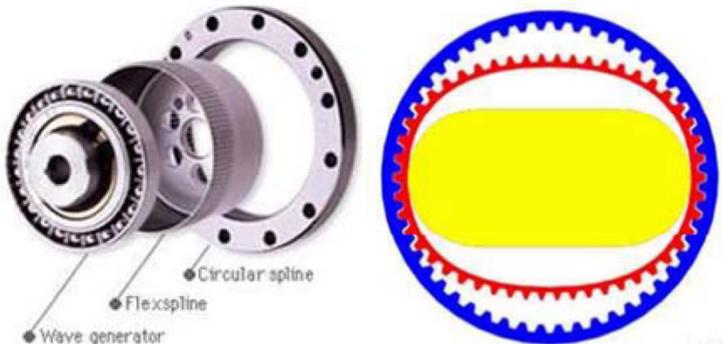
Modélisation en schéma-bloc de l'axe de lacet

La consigne angulaire $\theta_c(t)$ est convertie par un Convertisseur Analogique Numérique (CAN) en un nombre d'impulsion de consigne $\theta_{c_imp}(t)$. Ce nombre d'impulsion de consigne est comparé aux nombres d'impulsions renvoyées par le codeur incrémental $\theta_{imp}(t)$ image de la position réelle de l'axe $\theta(t)$ mais prélevée sur l'arbre moteur. Cet écart est ensuite corrigé par le correcteur, qui délivre une tension de consigne $\%CNA(t)$ (valant 10 V pour une consigne à 100%) au variateur électronique. Le variateur électronique pilote ensuite le moteur courant continu en courant (on supposera ce courant parfait). L'arbre moteur tournant à une vitesse $w_m(t)$ est enfin relié à un réducteur (angle de sortie $\theta_r(t)$) puis à un système poulie-courroie crantée (angle de sortie $\theta(t)$). La poulie réceptrice est liée directement à la chaise du robot.



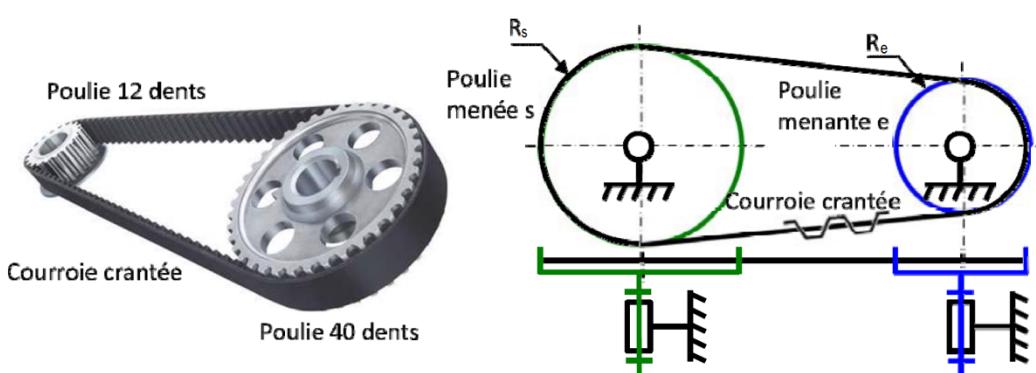
Réducteur Harmonic Drive

L'axe de lacet est équipé d'un réducteur harmonic drive de rapport de réduction 1/100. Le principe de fonctionnement est expliqué sur Ericc3_Video_2 .



Modèle de connaissance du réducteur poulie-courroie

La transmission de puissance par poulie courroie se fait par l'intermédiaire d'un système poulie courroie crantée.



Modèle de connaissance et de comportement du moteur

Le moteur est piloté en courant, on a donc une relation entre l'intensité de consigne $i_c(t)$, la tension aux bornes du moteur $u_m(t)$ et l'intensité $i_m(t)$ qui le parcours : $u_m(t) = k_a \cdot (i_c(t) - i_m(t))$. D'autre part, on a :

$$u_m(t) = e(t) + R \cdot i_m(t) \quad (\text{Loi d'Ohm})$$

$$e(t) = K_e \cdot \omega_m(t)$$

(Equation de l'électromagnétisme)

$$J \frac{dC_m(t)}{dt} = C_m(t)$$

$\omega_m(t)$: Vitesse angulaire du moteur [rad/s]

(Equation de la dynamique de l'arbre

moteur)

$$C_m(t) = K_m \cdot i_m(t)$$

(Equation de l'électromagnétisme)

Avec :

$u_m(t)$: Tension du moteur [V]

$e(t)$: Force contre électromotrice du moteur [V]

$i_m(t)$: Intensité dans le moteur [A]

$C_m(t)$: Couple exercé par le moteur [N.m]

R : Valeur de la résistance [Ω]

K_e : Coefficient de la force contre électromotrice [V/(rad/s)]

J : Inertie équivalente ramenée sur l'arbre moteur [kg.m²]

K_m : Constante de couple [N.m/A]

- Coefficient de couple du moteur : $K_m = 0,048 \text{ Nm/A}$.

On rappelle que le couple moteur C_m est en relation avec l'intensité du moteur par la relation : $C_m = K_m \cdot I_m$.

- Intensité maximale admissible du courant parcourant le moteur en régime permanent est $I_{M\max} = 2,6 \text{ A}$.

Codeur incrémental

Le codeur incrémental délivre une information du déplacement angulaire du disque sous forme de train d'impulsions. Le nombre d'impulsions décompté à partir d'une origine permet d'avoir accès à la position angulaire, tandis que la fréquence du signal renseigne sur la vitesse du disque.

Il est constitué d'une ou plusieurs voies comportant les zones opaques et transparentes régulièrement espacées. Le nombre de zones transparentes définit la résolution du capteur. Le codeur de l'axe de lacet fournit 2000 impulsions par tour.



Correcteur

Le correcteur Proportionnel Intégral Dérivé (PID) est directement réglable dans le logiciel, il a pour fonction de transfert

$$C(p) = \frac{K_p}{1048576} V/\text{points}$$

où $K_p = 1000000$ correspond au gain proportionnel réglé dans le logiciel (Vérifier dans l'interface logicielle que le gain du correcteur est bien un correcteur proportionnel de gain 1000000, si ce n'était pas le cas refaire tous les essais).