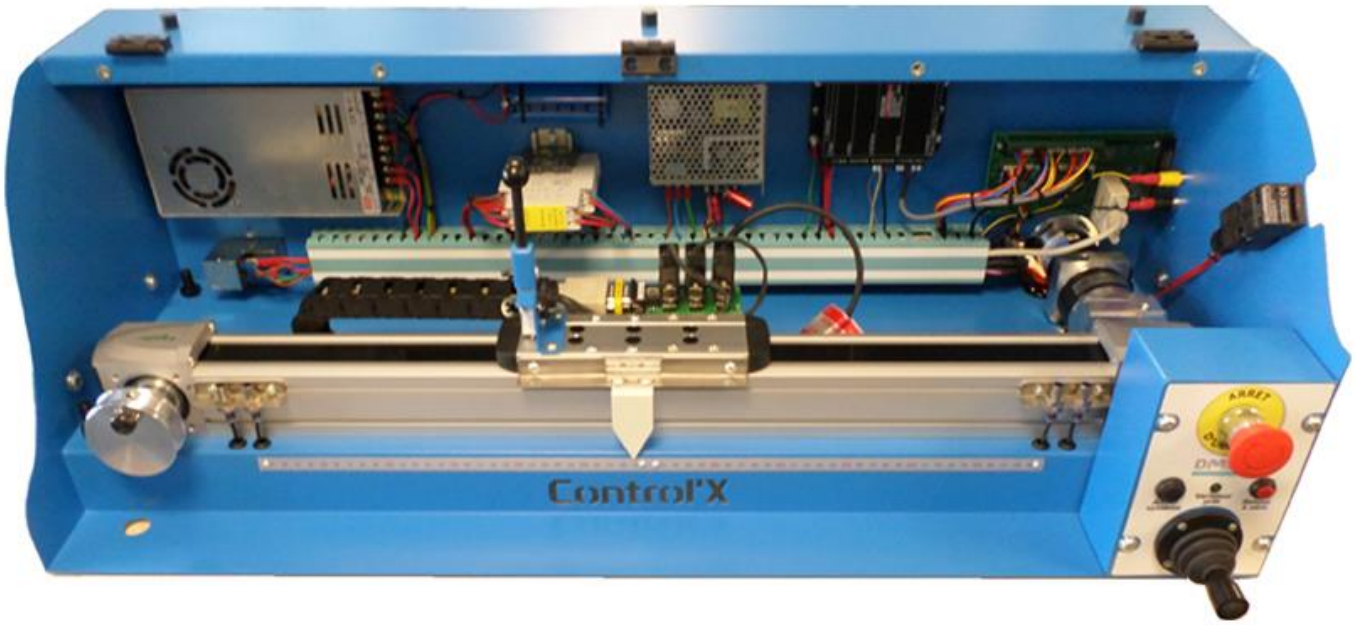
# CONTROL'X

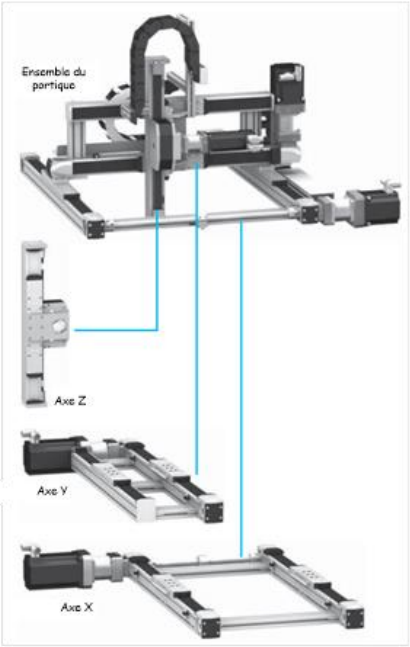
# DOSSIER RESSOURCES



# PRESENTATION DU SYSTEME

Le système industriel dont est extrait Control'X est un robot portique 3 axes Lexium Max R du constructeur Schneider Electric. Ce robot portique est constitué :

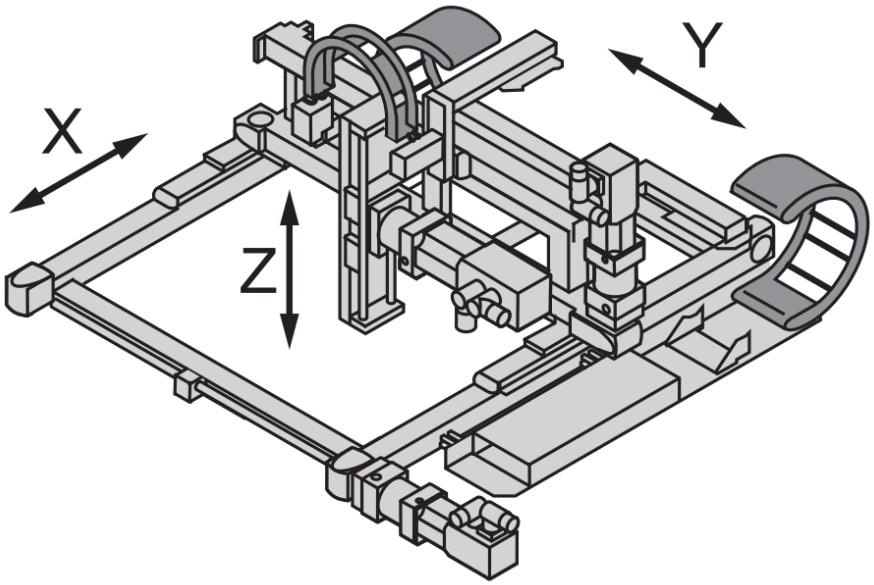
- D'un axe portique double Lexium MAX S assurant un déplacement selon la direction X.
- D'un axe portique double Lexium MAX H assurant un déplacement selon la direction Y.
- D'un axe Cantilever Lexium CAS 4 ou CAS 3 assurant un déplacement selon la direction Z.

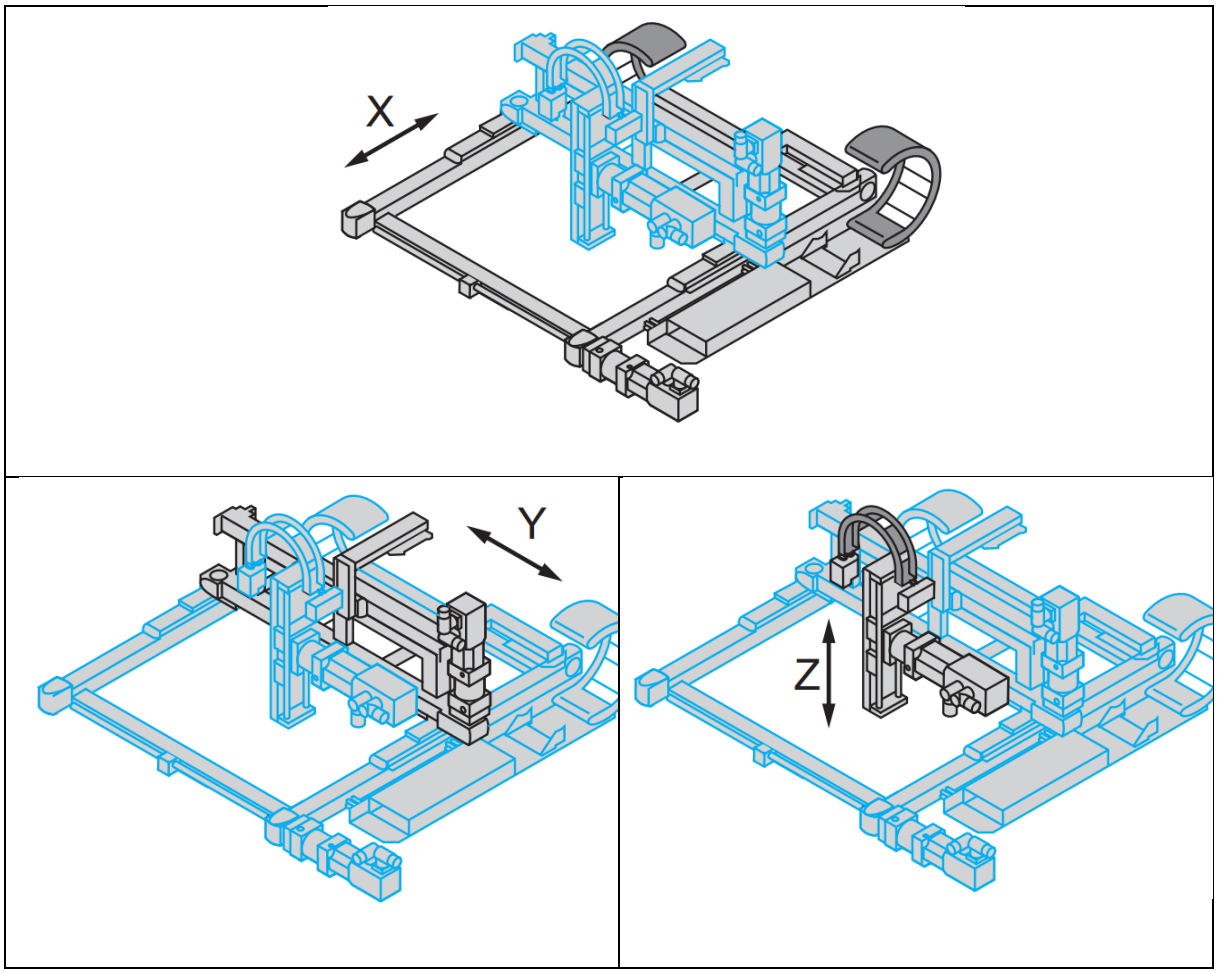



Ce robot portique permet d'apporter une solution fiable pour la manipulation de charges sur de longues distances : selon le modèle, des charges jusqu'à 50 kg peuvent être déplacées jusqu'à 5500 mm en X, 1500 mm en Y et 1200 mm en Z. L'entraînement de chaque axe est assuré par courroie crantée. Les guidages des chariots se font au choix par galets ou billes à recirculation.

Ces robots portiques, commercialisés préassemblés, offrent différentes options de configuration pour chaque axe dont la longueur, le choix entre différentes tailles et types de profilés, le choix entre différents types de guidages …

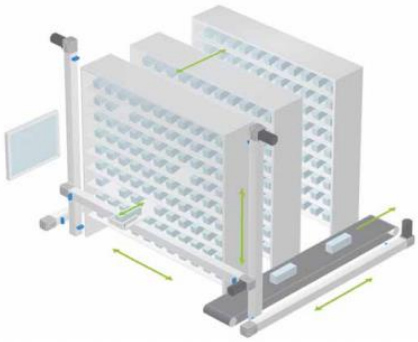
Schneider Electric propose une offre globale constituée des portiques, de nombreux éléments de motorisation, des servovariateurs associés ainsi que des contôleurs de mouvement.




Vues des 3 axes X, Y et Z

Les applications typiques de ces portiques relèvent du "pick and place", de la manutention, de la palettisation, du tri, de l'inspection/mesure de pièces, de l'étiquetage...

| Manutention | Scie volante |
|---|---|
| | |
| **Etiquetage à la volée** | **Pick and place** |
| |  |

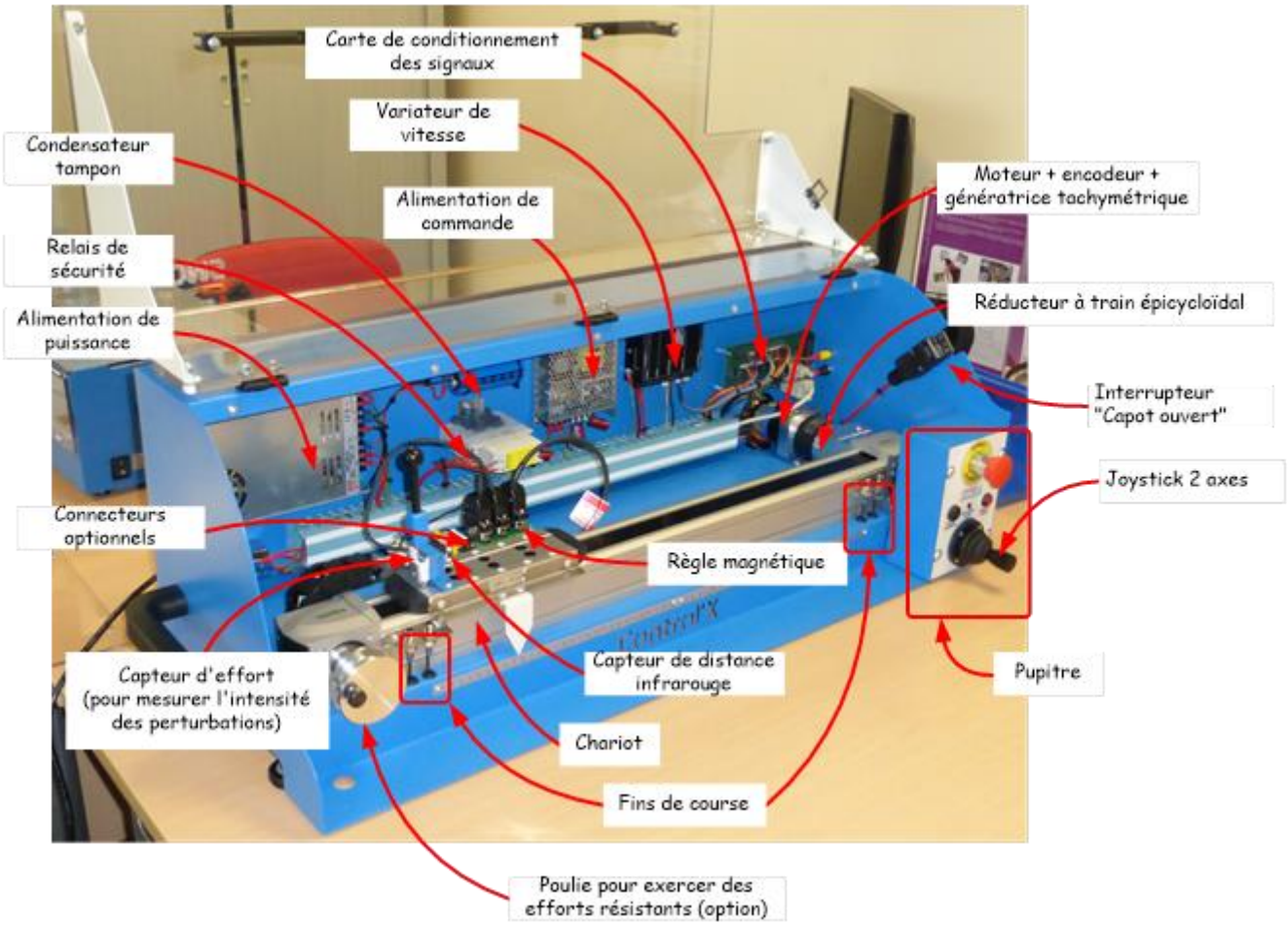
Applications typiques

L'application choisie pour contextualiser Control'X et celle du "pick and place" dans le domaine du placement de composants électroniques. Il s'agit d'un processus de précision consistant à positionner des composants électroniques sur des circuits imprimés. Le cœur de la machine est un portique 3 axes avec moteurs et servovariateurs pour obtenir des mouvements hautement dynamiques et une précision maximale.

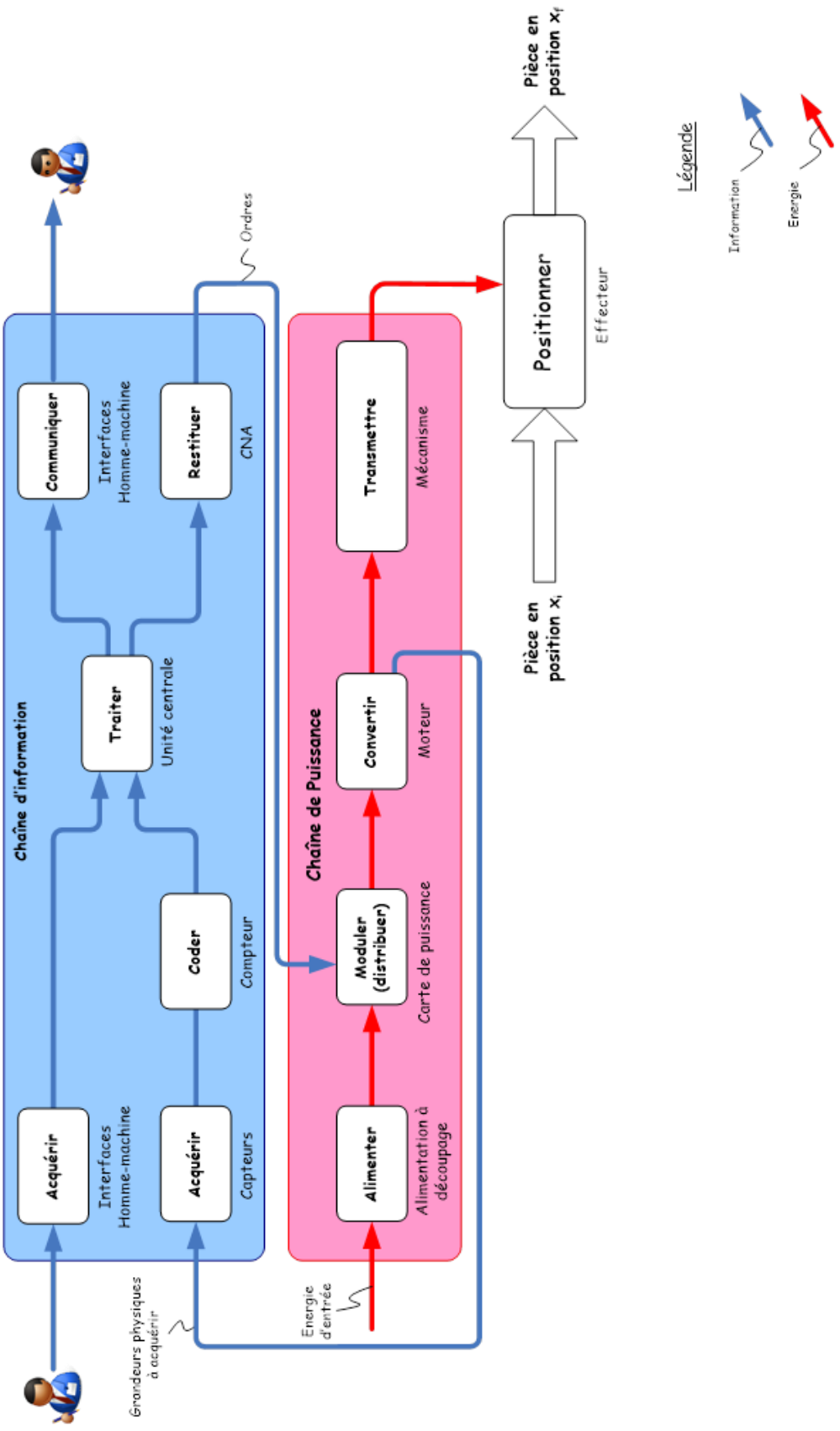
Dans ce contexte d'utilisation, la particularité mécanique tient au fait que les efforts résistants extérieurs exercés sur l'axe sont nuls : le moteur sert uniquement à vaincre les efforts inertiels ainsi que les résistances passives.

Le moteur est souvent en prise directe avec la poulie motrice ou, s'il y a un réducteur, le rapport de réduction est généralement faible.

Le système étudié est décrit ci-dessous :

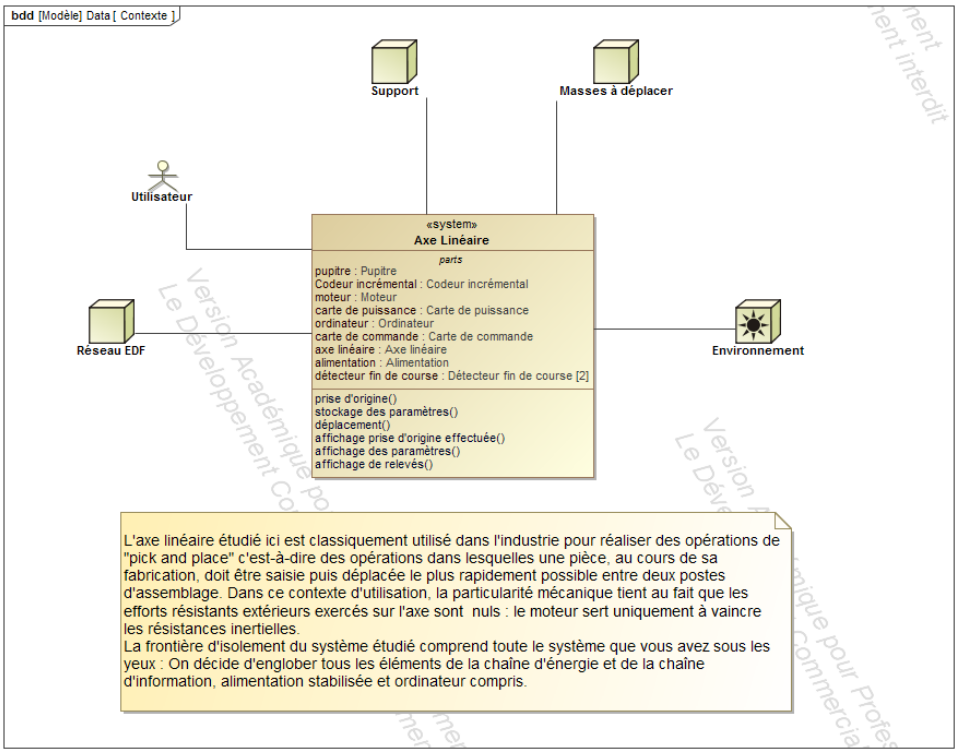


# CHAINE D'INFORMATION ET DE PUISSANCE

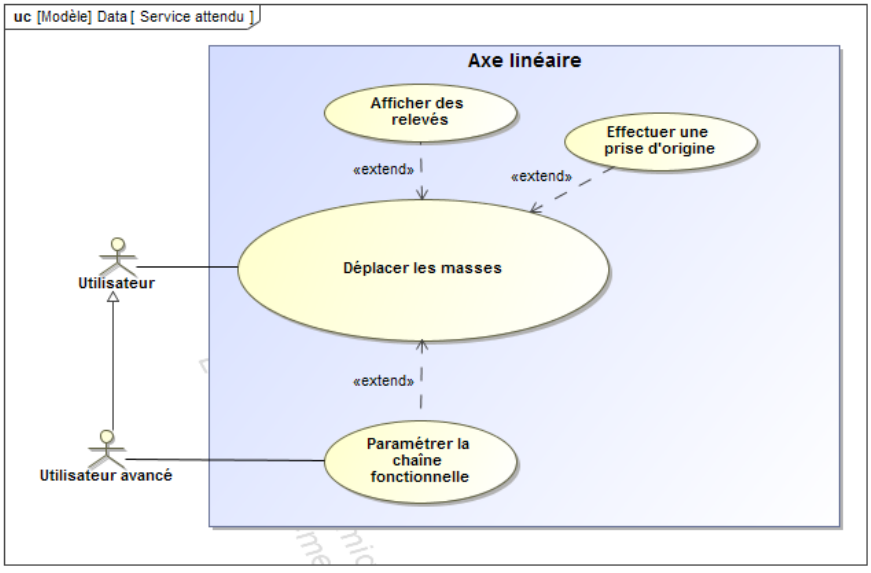


# *ANALYSE SYSTEME – SYSML*

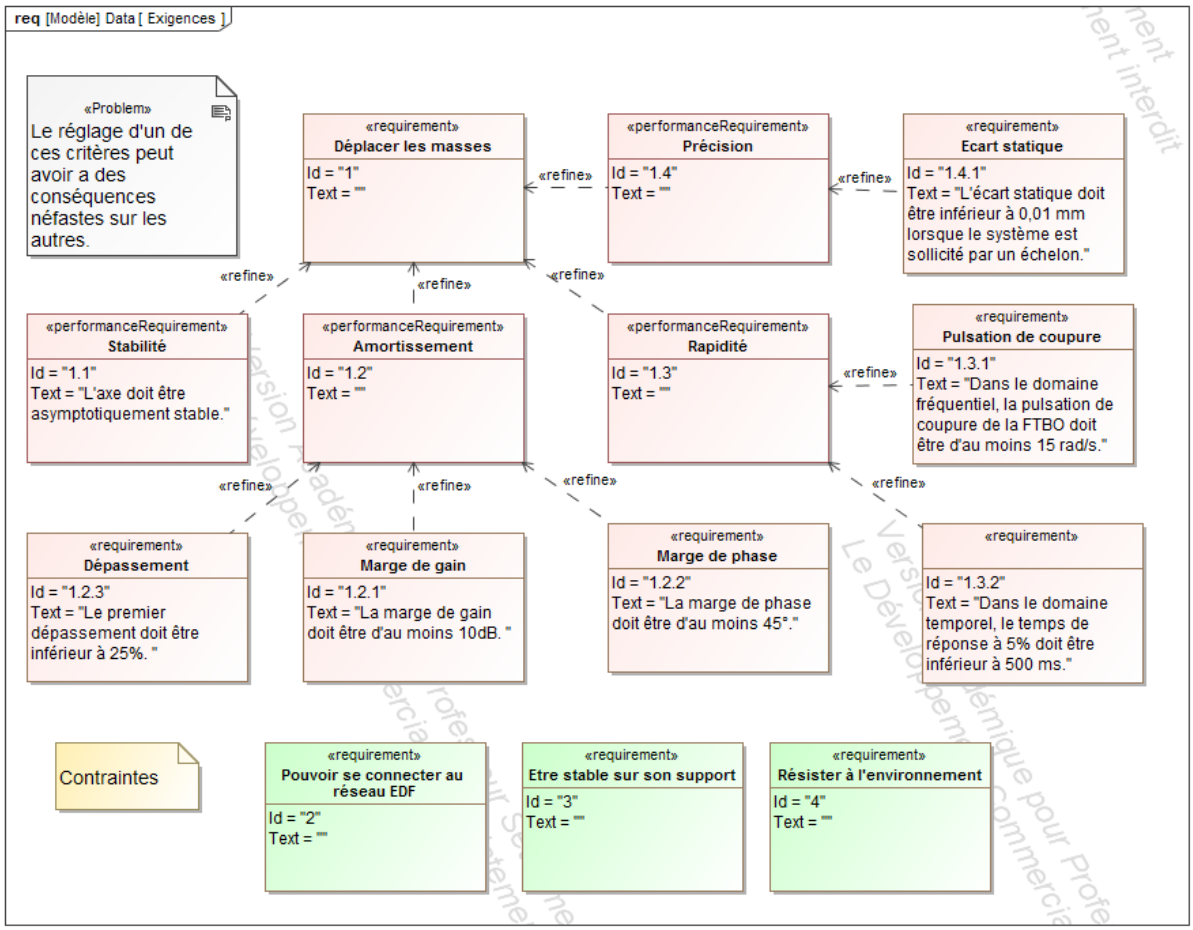
## DIAGRAMME DE CONTEXTE




## DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION



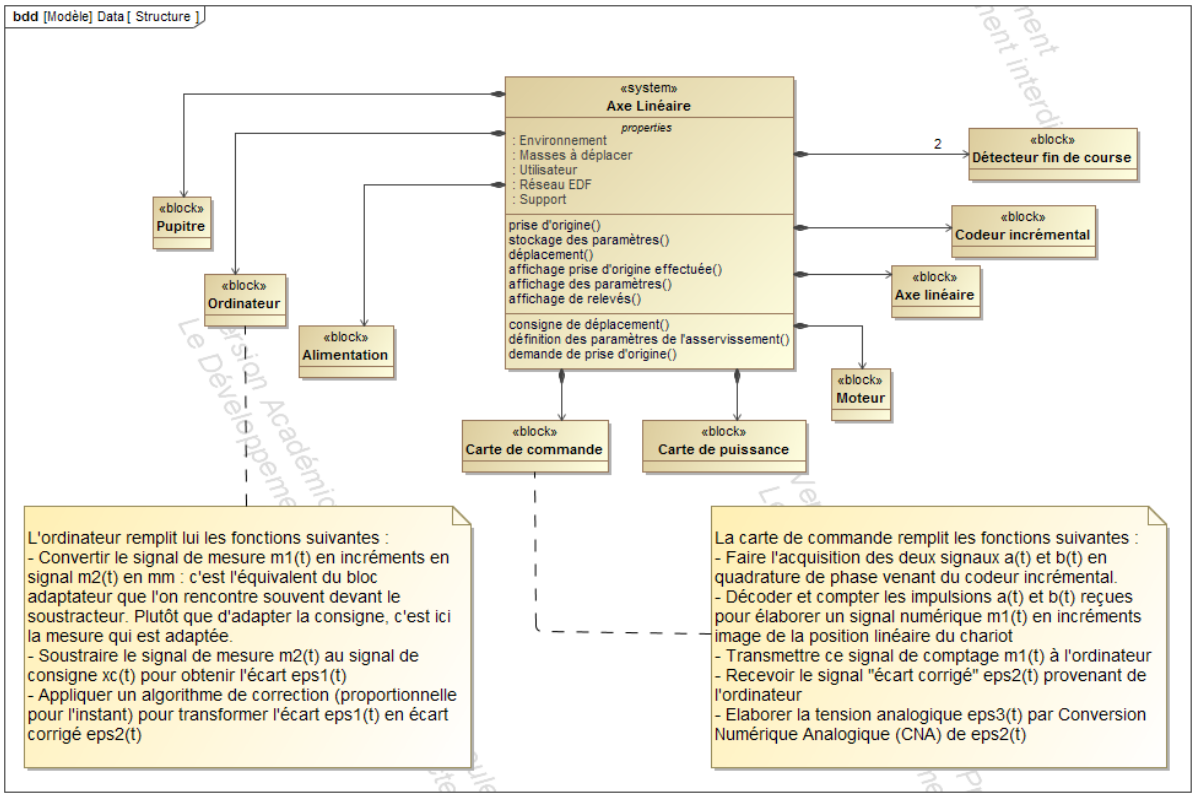
## DIAGRAMME DES EXIGENCES



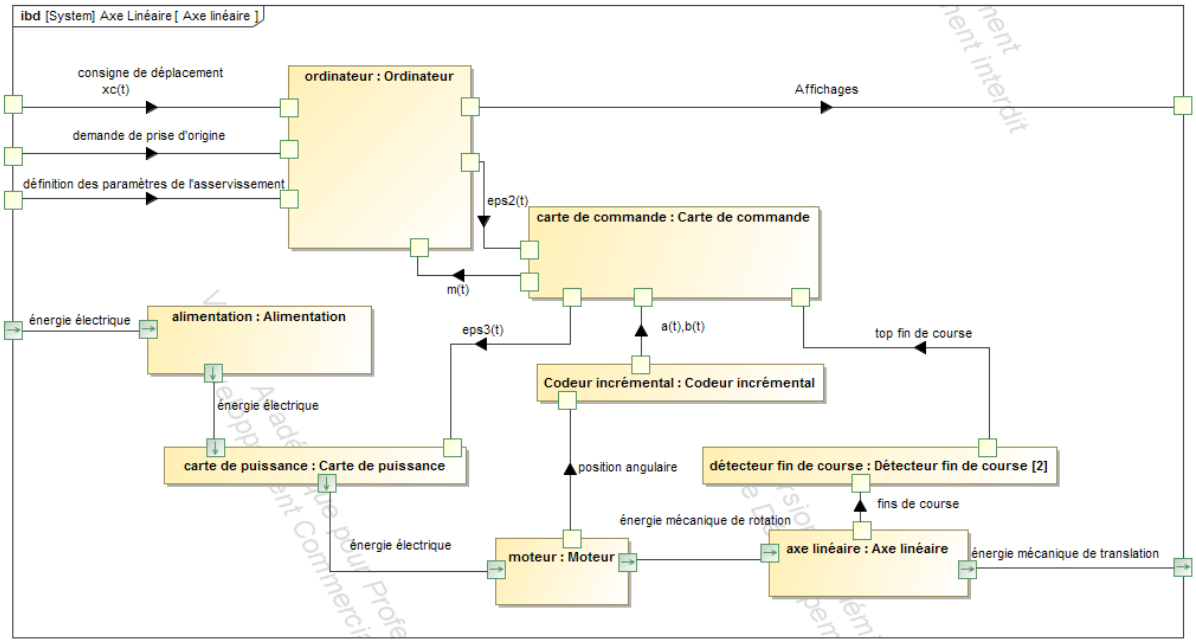

## CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

| Exigence | Critères | | Niveaux |
|---|---|---|---|
| **Positionner une pièce** | **C1** | Système asymptotiquement stable | |
| | **C2** | Amortissement caractérisé par le premier dépassement. | $D_1 < 25\%$ |
| | **C3** | Rapidité caractérisée par le temps de réponse à 5 %. | $T_{5\%} < 500$ ms |
| | **C4** | Précision caractérisée par l'écart statique (écart permanent pour une entrée en échelon) | $\varepsilon_S < 0.5$ mm |

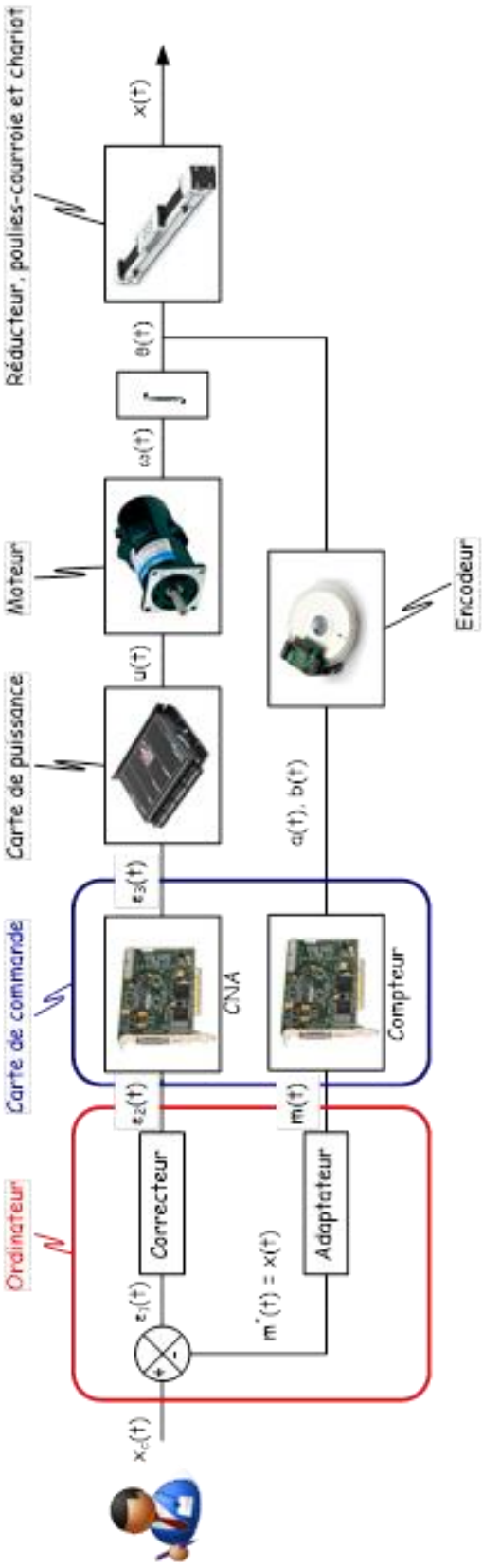
## DIAGRAMME DE DEFINITION DE BLOC




## DIAGRAMME DE BLOC INTERNE



# *STRUCTURE GLOBALE DE L'ASSERVISSEMENT*



# MODELISATION DU MOTEUR A COURANT CONTINU

## ÉQUATIONS DE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement d'un moteur à courant continu peut être modélisé par les équations physiques suivantes :

D'un point de vue électrique, l'induit peut être caractérisé par une résistance en série avec une inductance et une force contre-électromotrice, ce qui conduit à l'équation de maille :

$$\boldsymbol{u(t) = e(t) + R.i(t) + L.\frac{di(t)}{dt}}$$

D'un point de vue mécanique, l'équation du rotor en rotation conduit à :

$$\boldsymbol{J.\frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t) - f.\omega_m(t)}$$

Ce type de moteur répond aux équations électromagnétiques :

$$\boldsymbol{C_m(t) = K_t.i(t)} \quad \textbf{et} \quad \boldsymbol{e(t) = K_e.\omega_m(t)}$$

| Terme | Signification | Unité |
|---|---|---|
| $u(t)$ | tension d'alimentation du moteur | V |
| $e(t)$ | tension de la fem | V |
| $i(t)$ | intensité du courant | A |
| $R$ | résistance de l'induit | Ω |
| $L$ | inductance du bobinage | mH |
| $J$ | inertie du rotor | $kg.m^2$ |
| $f$ | paramètre de frottement fluide (visqueux) | N.m.s |
| $c_m(t)$ | couple moteur | N.m |
| $c_r(t)$ | couple résistant éventuel (perturbation) | N.m |
| $\omega(t)$ | vitesse de rotation de l'arbre du moteur | $rad.s^{-1}$ |
| $K_t$ | coefficient de couple | $N.m.A^{-1}$ |
| $K_e$ | coefficient de vitesse | $V.s.rad^{-1}$ |

## HYPOTHESES SIMPLIFICATRICES FREQUENTES

- Les frottements secs et visqueux sont négligés.
- L'inductance de l'induit du moteur est négligée.
- $K_t = K_e$

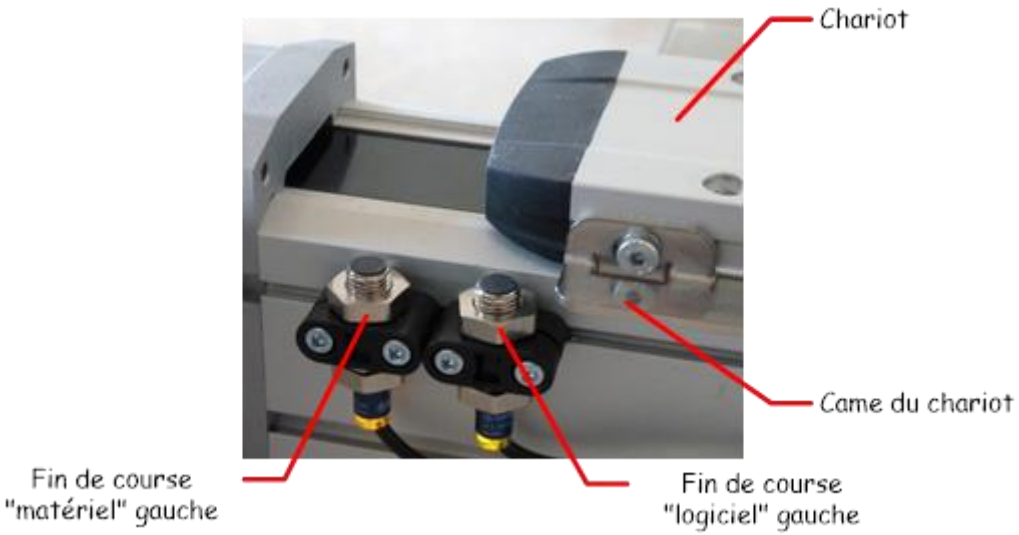
## REMARQUE IMPORTANTE

Dans les documents qui précisent les caractéristiques des moteurs, les constructeurs donnent $1/K_e$ et non pas $K_e$. Dans ces conditions et en respectant les unités, on vérifie aisément que $K_t = K_e$.

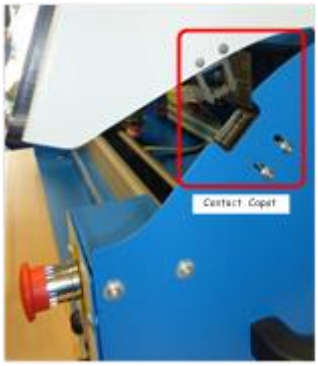
# UTILISATION DU LOGICIEL

- Mettre sous tension le Control'X : pour cela, basculer l'interrupteur situé au dos du carter sur la position 1 :

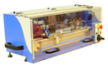
- Vérifier que la came du chariot de Control'X ne recouvre pas les capteurs de fin de course "matériels". Si cela devait être le cas, déplacer à la main le chariot vers l'intérieur de façon à découvrir ces deux capteurs :




- Fermer le capot du carter pour fermer l'interrupteur de sécurité :

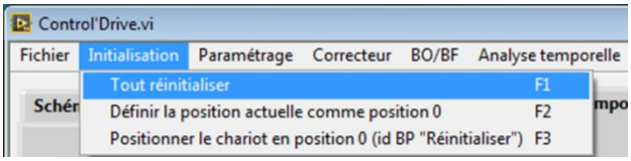


- Sur le pupitre, déverrouiller l'arrêt d'urgence puis appuyer sur le bouton poussoir "Armer système". Un relais auto alimenté colle et la diode verte "variateur prêt" s'allume.

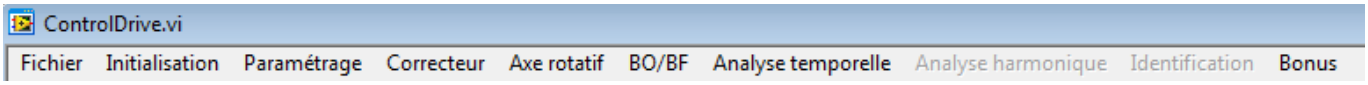
- Lancer maintenant le logiciel Control'Drive : 
Control'X
- **Choisir le mode avancé**

*Sauf s'il ne l'est déjà, le chariot du Control'X doit s'initialiser à gauche sur le capteur de fin de course "logiciel".*

*Si Control'Drive a été lancé avant d'armer Control'X, effectuer une réinitialisation en utilisant la fonction "Tout réinitialiser" du menu "Initialisation " :*

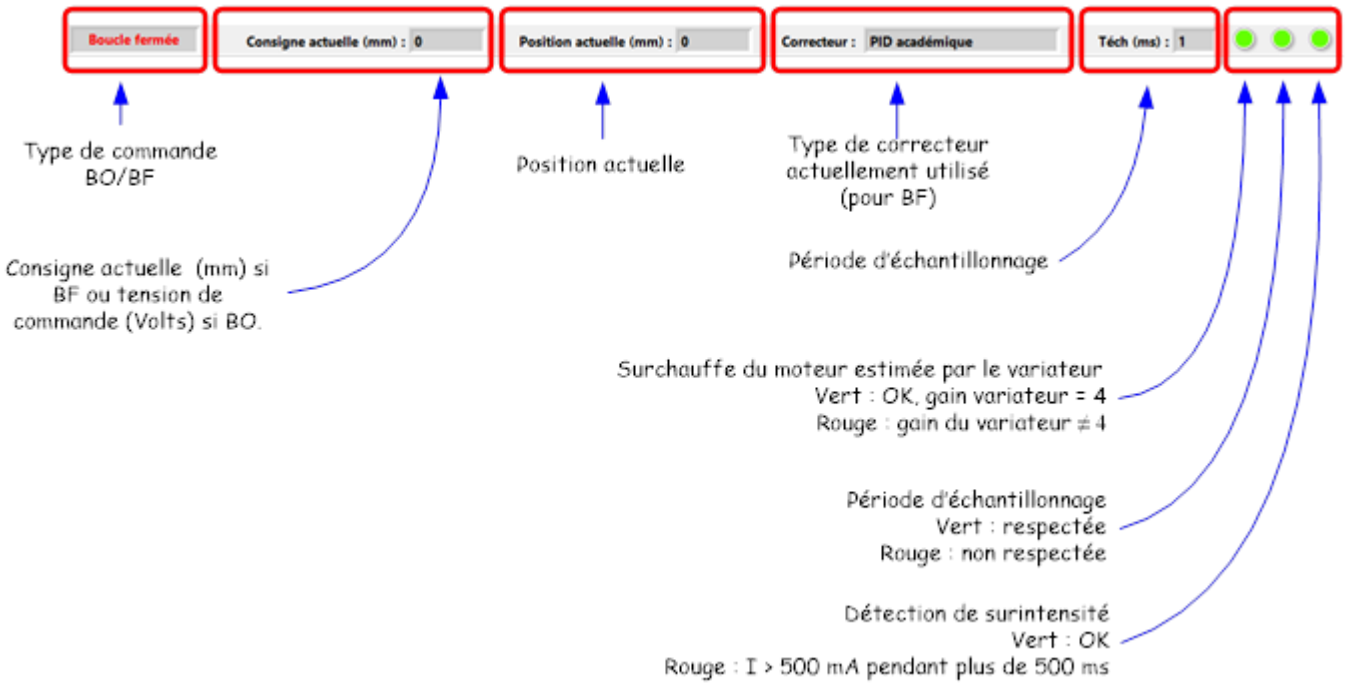



Dans ce qui suit le menu désigne le bandeau supérieur :

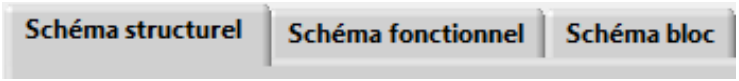



Un onglet désigne un bandeau du type :

Un coup d'œil régulier sur la barre d'état vous permettra de savoir où vous en êtes :

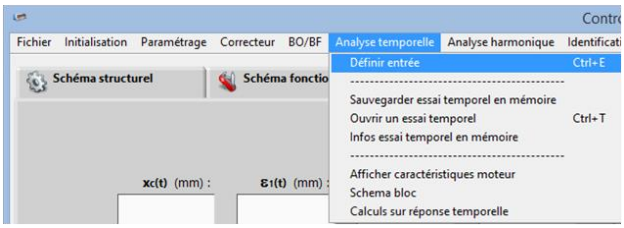



Les manipulations peuvent commencer. On se placera, pour débuter, successivement sur les onglets "Schéma structurel", "Schéma fonctionnel" et "Schéma bloc".

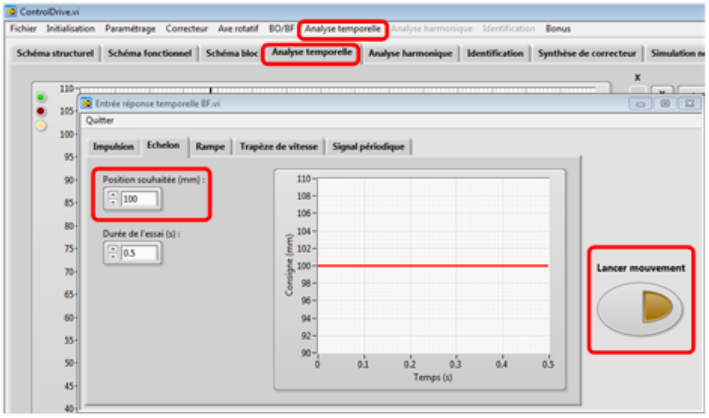


## PILOTAGE EN BOUCLE OUVERTE (BO)

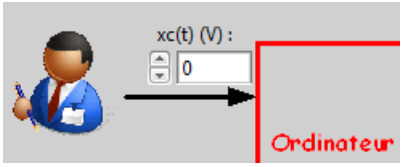
- Se placer en pilotage en BO (Menu "BO/BF").
- Piloter le système avec différents échelons de tension par pas de 0.5 V pour une entrée en tension $x_c(t)(V)$.
- Aller dans l'onglet "Analyse temporelle".




- Générer une consigne en échelon d'amplitude à choisir : menu "Analyse temporelle", "Définir entrée" puis cliquer sur le bouton "Lancer mouvement".



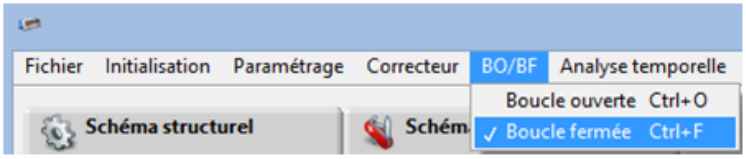

Remarque : Pour régler manuellement la valeur de l'échelon d'entrée, agir sur les petites flèches "haut" et "bas" de la commande ci-dessous ou saisir une valeur numérique dans le champ blanc et valider par entrée.



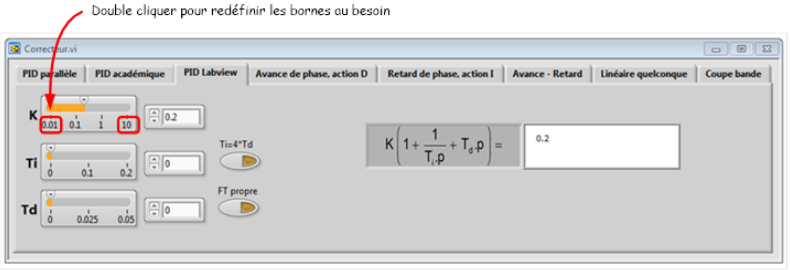

A tout instant on peut repositionner le chariot à son origine en appuyant sur le bouton "Réinitialiser" du pupitre ou en cliquant sur "Positionner le chariot en position 0" du menu "Initialisation".

## PILOTAGE EN BOUCLE FERMEE (BF)

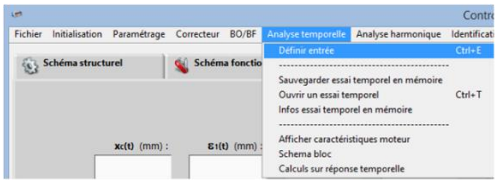
- Se placer en pilotage en BF (Menu "BO/BF").



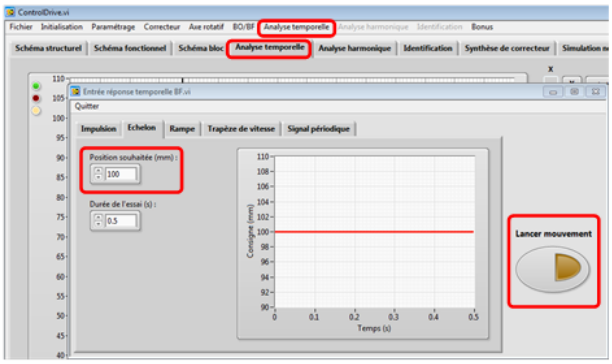

- Régler le gain du correcteur à la valeur souhaitée (Menu "Correcteur", onglet "PID académique").



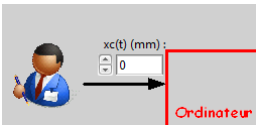

- Aller dans l'onglet "Analyse temporelle".




- Générer une consigne en échelon d'amplitude à choisir : menu "Analyse temporelle", "Définir entrée" puis cliquer sur le bouton "Lancer mouvement".

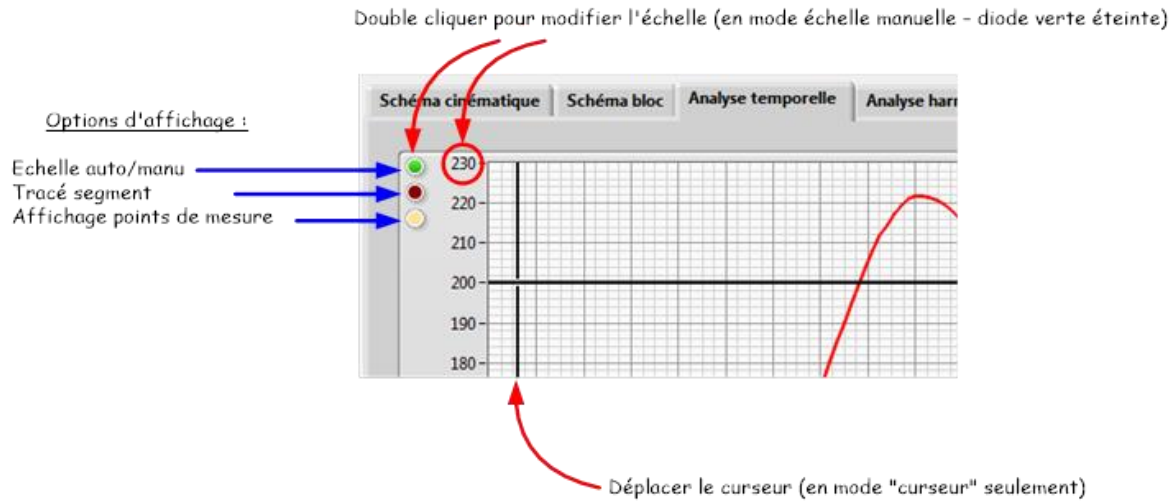


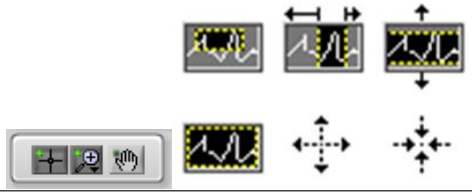

Remarque : Pour régler manuellement la valeur de l'échelon d'entrée, agir sur les petites flèches "haut" et "bas" de la commande ci-dessous ou saisir une valeur numérique dans le champ blanc et valider par entrée.

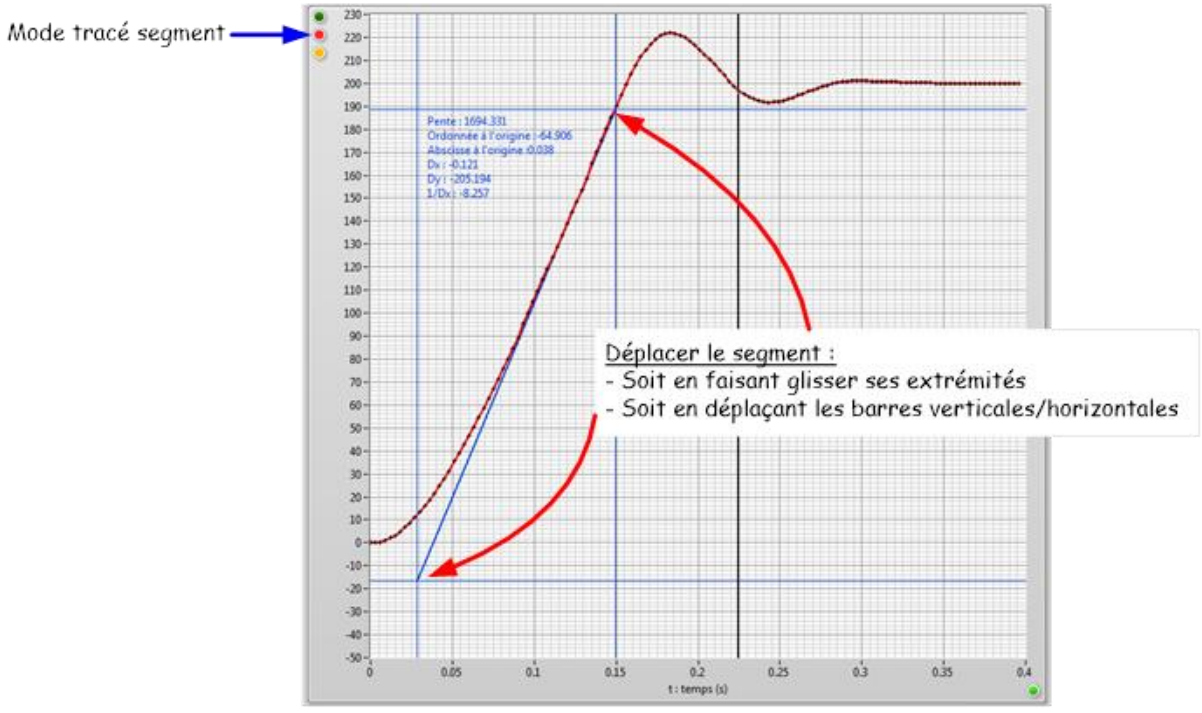


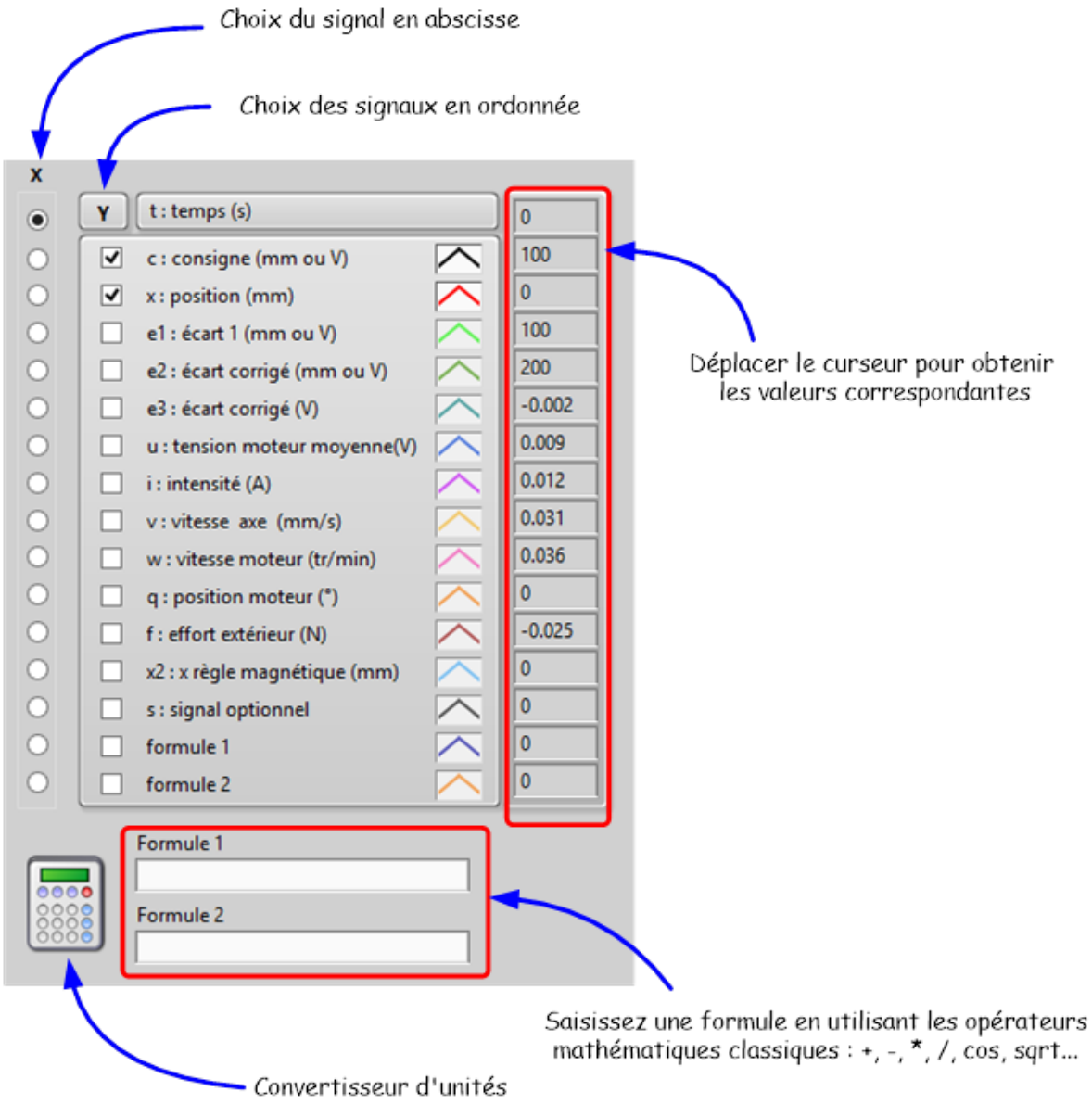

A tout instant on peut repositionner le chariot à son origine en appuyant sur le bouton "Réinitialiser" du pupitre ou en cliquant sur "Positionner le chariot en position 0" du menu "Initialisation".

## PROPRIETES D'AFFICHAGE DES COURBES




| | | |
|---|---|---|
| |  | |
| **Mode curseur** : permet de déplacer le curseur le long d'une courbe ou de sauter de courbe en courbe. | **Mode zoom** : permet de sélectionner le type de zoom : **seulement si les échelles ne sont pas en mode automatique** | **Mode panoramique** : permet de faire glisser la zone observée |




Choix du signal en abscisse
Choix des signaux en ordonnée
X
Y
t : temps (s)
c : consigne (mm ou V)
x : position (mm)
e1 : écart 1 (mm ou V)
e2 : écart corrigé (mm ou V)
e3 : écart corrigé (V)
u : tension moteur moyenne(V)
i : intensité (A)
v : vitesse axe (mm/s)
w : vitesse moteur (tr/min)
q : position moteur (°)
f : effort extérieur (N)
x2 : x règle magnétique (mm)
s : signal optionnel
formule 1
formule 2
0
100
0
100
200
-0.002
0.009
0.012
0.031
0.036
0
-0.025
0
0
0
0
Déplacer le curseur pour obtenir les valeurs correspondantes
Formule 1
Formule 2
Saisissez une formule en utilisant les opérateurs mathématiques classiques : +, -, *, /, cos, sqrt...
Convertisseur d'unités