

## XIV. L'utilisation d'un robot industriel



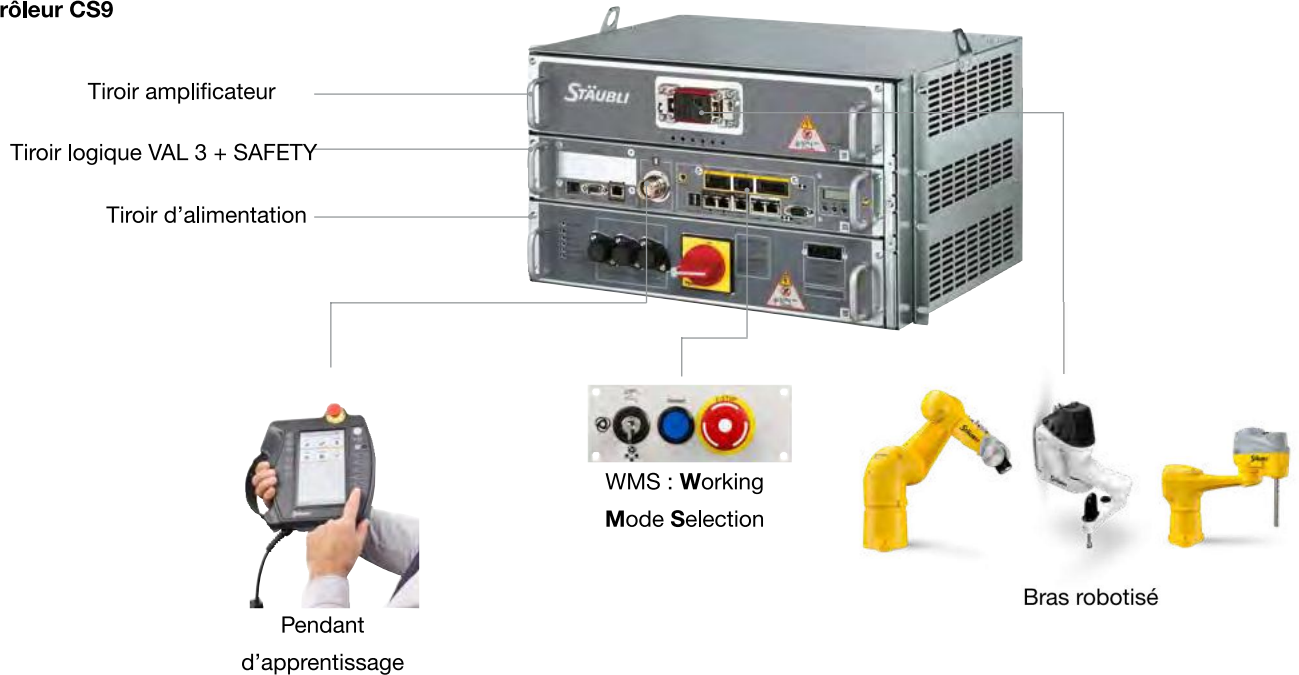


## A. Démarrage du système

Un robot industriel se compose de 4 éléments :

- Le contrôleur
- Le pendant d'apprentissage
- Le bras
- Le WMS (Working Mode Selection - Sélecteur de Mode de Marche)

### 1. Contrôleur CS9



### 2. Pendant d'apprentissage SP2

Le pendant d'apprentissage est l'interface de « pied de machine » du robot. Il permet la commande manuelle des mouvements, le réglage de paramètres divers ainsi que l'édition de programmes via une interface graphique tactile.



Léger, compact et robuste, il convient aux droitiers comme aux gauchers.

### 3. Les modes de marche

Un robot peut s'utiliser dans deux contextes distincts : le premier, la programmation et le réglage, nécessite que le robot puisse être piloté manuellement par un opérateur se tenant à proximité. Dans ce cas, la vitesse du robot sera limitée de manière sûre.

Le second, le contexte de production, doit permettre au robot de fonctionner de manière autonome. À chacun de ces contextes correspond un mode de marche.



#### Mode automatique :

La cellule est fermée, personne à l'intérieur :

- Le robot est contrôlé par un programme (testé au préalable).
- Les mouvements peuvent être effectués à très grande vitesse.
- Mode déporté : le robot est contrôlé par un système externe.

2 modes possibles :



Mode local

ou



Mode déporté

#### Mode manuel :

Le robot est contrôlé par l'opérateur qui a le boîtier de commande manuel en main, contact « Homme présent » activé :

- Un programme peut être exécuté avec la touche « MVT/Pause » maintenue.
- La vitesse est limitée à 250 mm/s maximum et l'opérateur peut se tenir à proximité du robot.
- Mode spécifique manuel de test : vitesse à 100% à valider à chaque mise sous puissance.

2 modes possibles :



Mode manuel

ou



Mode manuel test

#### 4. Après un arrêt d'urgence actionné

À la suite de l'enclenchement d'un arrêt d'urgence :

**Lancer le premier cycle à vitesse faible (10 %)**

- Touche de réglage de la vitesse moniteur

**Se tenir prêt à arrêter le mouvement du bras**

- Bouton "Arrêt d'urgence" = coupure immédiate de la puissance des moteurs et arrêt des mouvements, cas d'urgence idéalement
- Touche « Puissance bras » = coupure du robot uniquement
- Touche « MVT/Pause » = Arrêt soft et immédiat (pour mise au point), pas de coupure de puissance
- Si la cellule est collaborative, utiliser tout capteur/dispositif provoquant l'arrêt sécurisé des mouvements



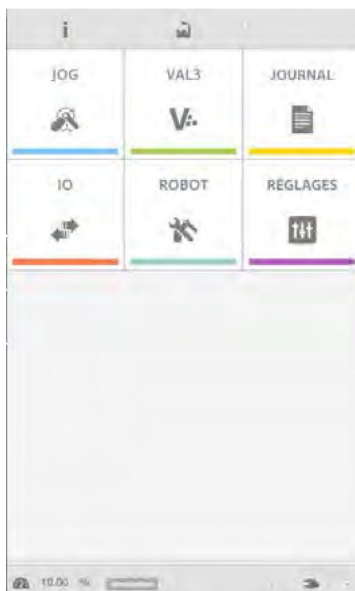
Toujours suivre les consignes de sécurité

#### 5. Mise en route du robot

- Commuter le sectionneur général



- Attendre l'apparition du menu principal sur le boîtier manuel



## 6. Mise sous puissance

Pour permettre les mouvements, les servomoteurs d'un robot doivent être activés. Lors de cette activation, les freins mécaniques vont se déverrouiller, et la position

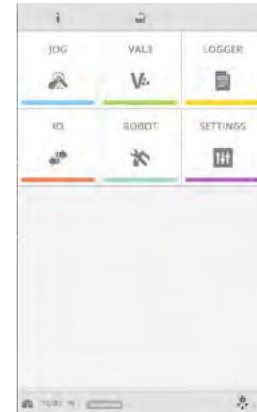
du bras sera gérée par ces moteurs. Cette activation est qualifiée de mise sous puissance du bras. La procédure exacte varie en fonction du mode de marche.

### Mise sous puissance en mode automatique

- Pas d'arrêt d'urgence enclenché
- Activer le mode automatique (local ou déporté)



- Presser le bouton bleu «Restart» (SAFETY) sur le WMS, sauf si le programme a été modifié au préalable par le fabricant



- Appuyer sur le bouton de mise sous puissance (mode local)
- Mise sous puissance par système externe (automate)



### Mise sous puissance en mode manuel

- Activer le mode manuel
- Presser le bouton bleu « Restart » (SAFETY), sauf si le programme a été modifié au préalable par le fabricant



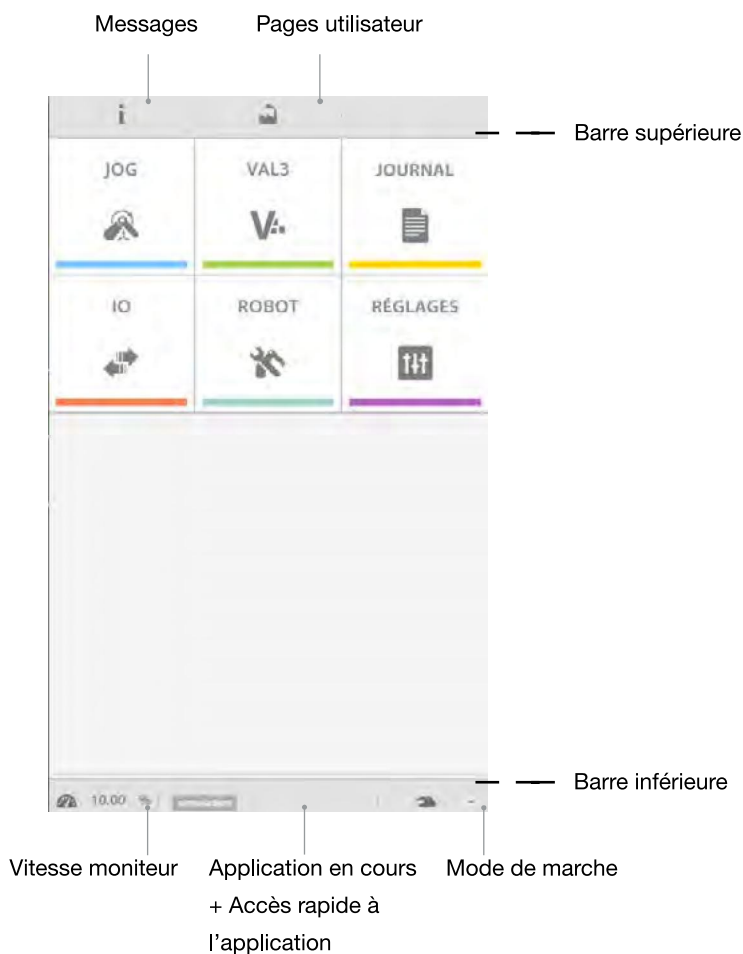
- Saisir le boîtier de commande manuel et appuyer sur le bouton «Homme présent»
- Appuyer sur le bouton de mise sous puissance
- La puissance du bras se coupera à chaque relâchement du bouton «Homme présent».



## 7. Navigation de l'interface du pendant d'apprentissage SP2

### Menu principal

- JOG : déplacements manuels  
Apprentissage, édition, mouvements des points
- VAL3 : gestionnaire de l'application VAL3  
Ouverture, lancement, modification et sauvegarde d'application VAL3
- JOURNAL : Journal d'événements
- IO : entrées/sorties/communication entre le robot et les périphériques (SAFETY y compris)
- Robot : calibrage, restauration, phasage, libération des freins  
Informations : versions du matériel, logiciels. Enregistreur, sécurité (SAFETY)
- Réglages : réseaux, langue, date/heure, profils.



### Navigation d'un écran à un autre



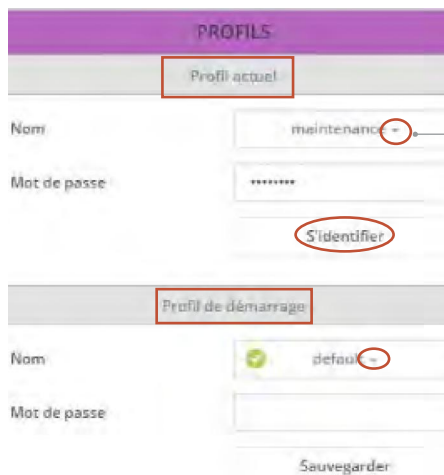
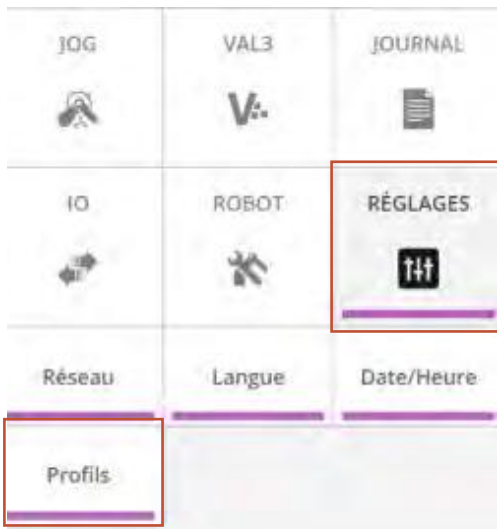
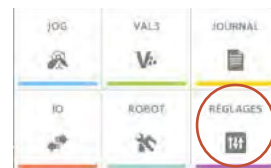
Barre d'accès rapide à n'importe quel écran :

- Accès au gestionnaire d'application
- Accès à la page de déplacements manuels
- Accès aux entrées/sorties

- Sélection rapide d'un mode de déplacement (Joint Repère ou Tool) sans changer d'écran
- Désélection d'un mode de déplacement pour le lancement d'une application en mode manuel

## Gestion des utilisateurs

- 2 zones : profil actuel et profil de démarrage
- Certains profils requièrent un mot de passe
- Profil de base « default », sans mot de passe



### Accès à la liste des profils

3 profils à la première livraison :

- Default (sans mot de passe)
- Maintenance (avec mot de passe)
- Stäubli (avec mot de passe)

## B. Déplacement du robot au pendant d'apprentissage SP2

### 1. Déplacer le bras au boîtier manuel (mode JOG)

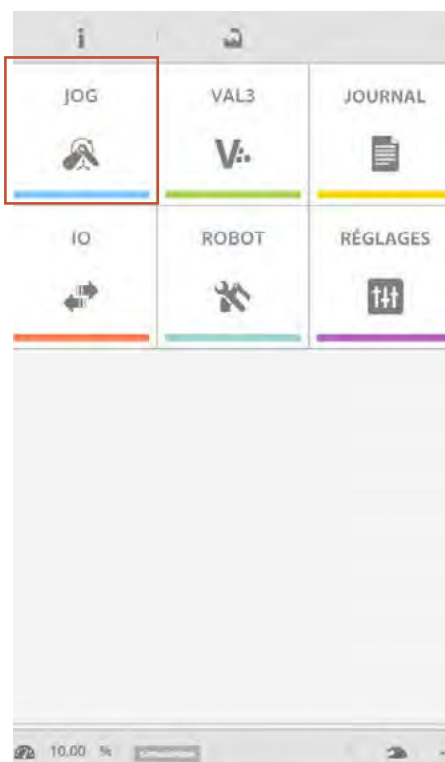
Sélectionner le mode de marche manuel



### 2 méthodes pour déplacer le robot en mode manuel

#### Méthode classique

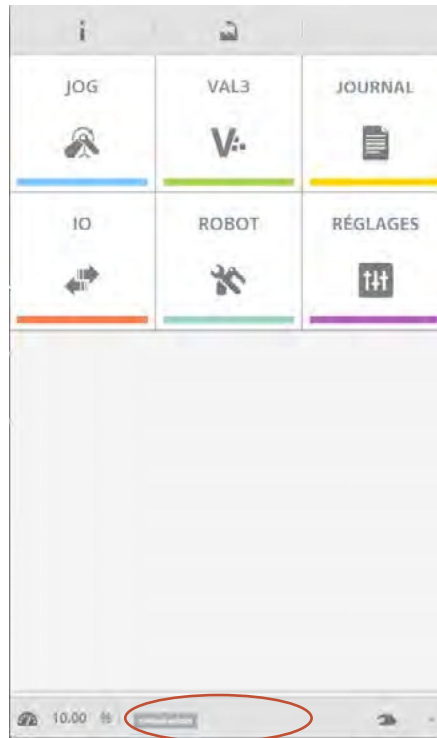
- Accès aux points, aux outils, repères, valeurs des capteurs de position
- Accès aux choix de types de mouvements (courbes, droits...)





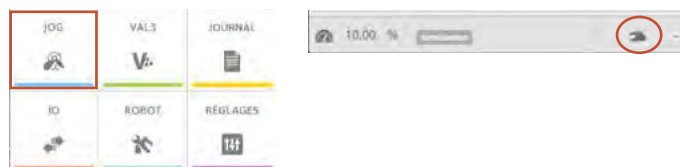
**Méthode rapide et dans n'importe quel menu**

- Barre en bas d'écran (partie centrale)
- Choix rapide d'un mode de déplacement sans changer de page

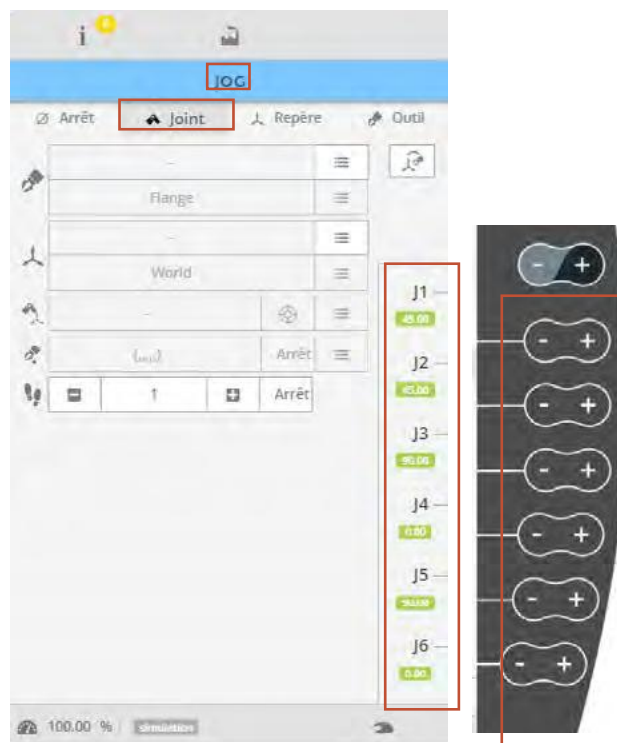


**2. Mode de déplacement articulaire**

L'accès au mode JOINT se fait par le menu principal (JOG) ou la barre d'accès rapide en bas d'écran. Le mode manuel est obligatoire.



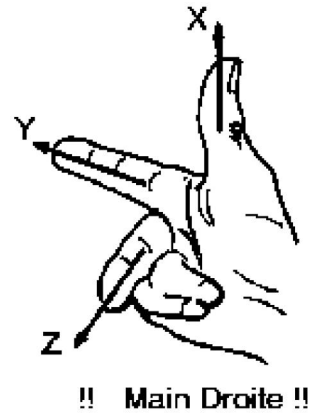
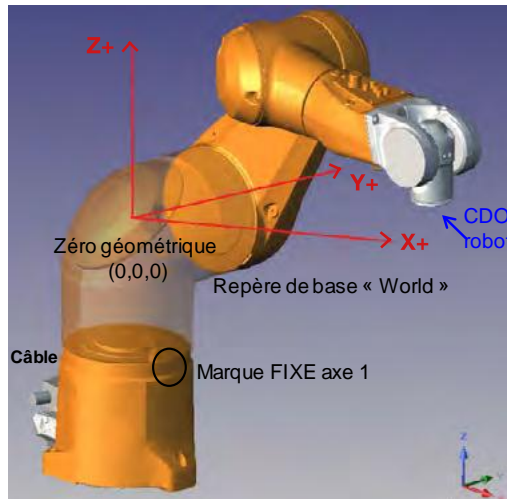
- Choisir le mode JOINT.
- Le mode JOINT est inscrit dans la barre d'accès rapide en bas de l'écran dès que le bras est sous puissance.
- La position courante du robot est indiquée en valeurs angulaires.
- Appuyer sur les touches du boîtier pour bouger les axes.



### 3. Mode de déplacement cartésien (REPERE)

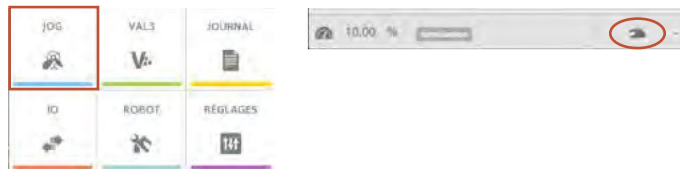
- X, Y, Z : coordonnées du centre espace du centre outil du robot
- Repère au centre du robot appelé « World »
- Centre de l'outil CDO, de base du robot appelé « Flange » (centre de la bride JOINT 6)

De base, le robot se déplace suivant un repère invisible partant de son centre. Repères cartésiens **FIXES** X, Y, Z, toujours les mêmes directions.



L'accès au mode repère FRAME se fait par le menu principal (JOG) ou la barre d'accès rapide en bas d'écran (mode manuel obligatoire).

Lorsque le bras est sous puissance, le mode repère est signalé dans la barre d'accès rapide



- L'outil courant est indiqué (ici « Flange » le centre de la bride axe 6).
- Le repère courant est aussi indiqué (ici « World », le zéro géométrique).
- X, Y, Z représentent une translation du centre outil dans le repère courant (unité mm).
- RX, RY, RZ, représentent les rotations du centre outil courant autour des axes X (RX), Y (RY), Z (RZ) du repère courant (unités degrés).

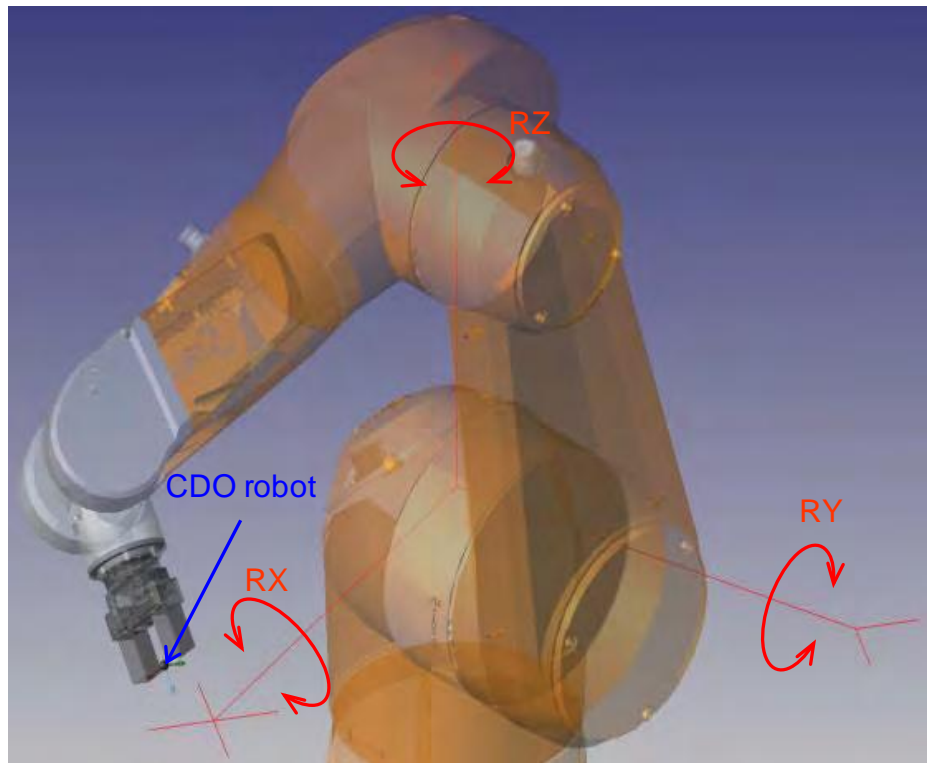
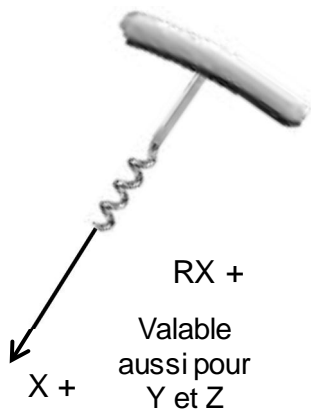
Un repère FRAME peut être sélectionné d'une application VAL3.



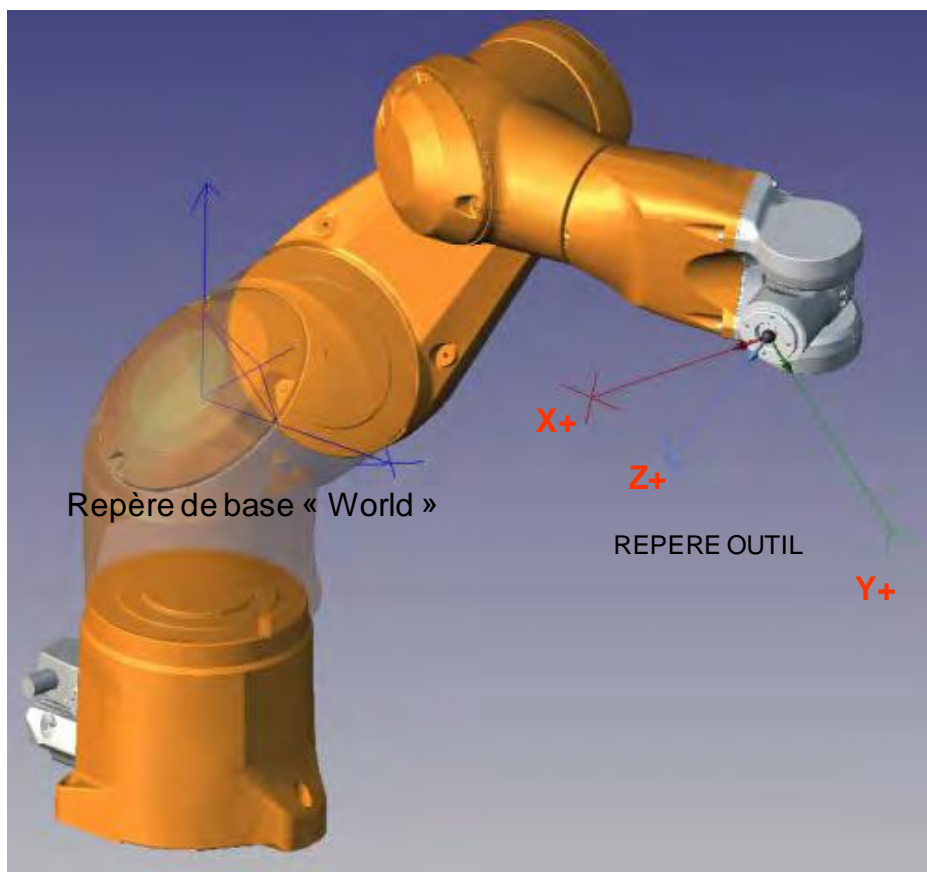
4. Orientation des axes

Le sens de rotation positif autour d'un axe cartésien est le sens horaire. Dans le langage familier, cette règle est qualifiée de «règle du tire-bouchon».

(RX, RY, RZ) : coordonnées de l'orientation du CDO du robot = rotation autour des 3 axes pour passer du 0, 0, 0, à l'orientation du CDO du robot.



5. Mode de déplacement cartésien (OUTIL)



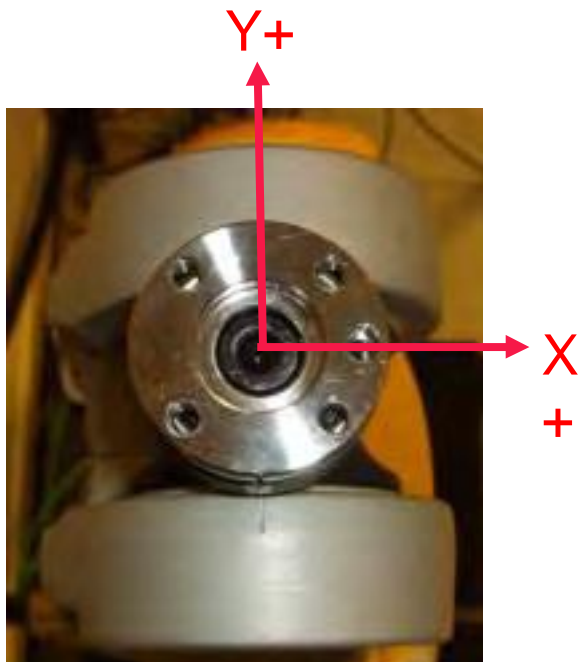
Le robot se déplace suivant un repère invisible partant de son **centre outil**.



Repère outil de base « Flange », lié à la bride joint 6.

Repère MOBILE :

- Les directions X-Y évoluent quand l'axe 6 bouge.
- Z sortant de la bride.



Comme les autres modes, le mode outil se choisit depuis la page JOG ou depuis la barre d'accès rapide en bas d'écran (mode manuel obligatoire).

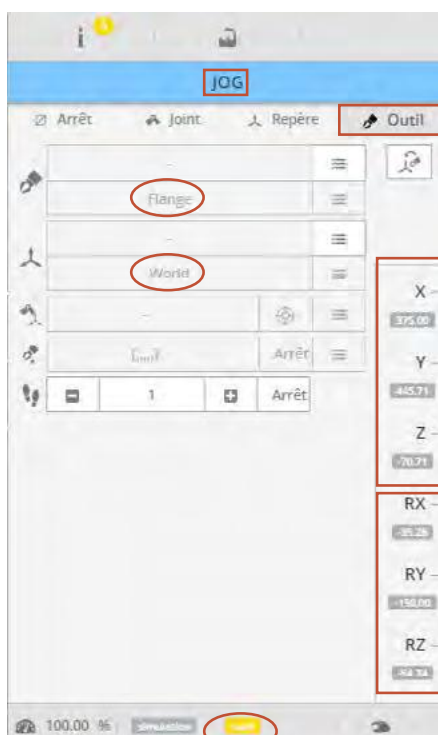


Lorsque le bras est sous puissance, le mode repère est signalé dans la barre d'accès rapide.

- L'outil courant est indiqué (ici « Flange », le centre de la bride axe 6).
- Le repère courant est aussi indiqué ici « World », le zéro géométrique.

Les valeurs indiquées sont identiques au mode Frame.

- X, Y, Z, représentent la position courante du centre outil sélectionné dans le repère courant (unités mm).
- RX, RY, RZ, représentent les rotations du centre outil autour des axes X (RX), Y (RY), Z (RZ), du repère courant (unités degrés).



Un repère outil peut être sélectionné d'une application VAL3.

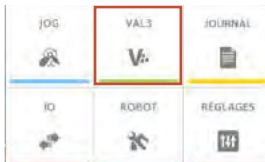
## C. Gestionnaire d'application

Le gestionnaire d'application est l'environnement de l'interface via lequel l'utilisateur pourra éditer et déboguer des programmes d'application.

Affichage écran d'accueil, mais accès par bouton du menu contextuel.

### 2 gestionnaires sont proposés :

- Application VAL3 pour la programmation
- Tâches, pour le débogage
- Des touches de fonctions de F1 à F8
- Des touches principales (SHIFT, ENTER, ESC)
- Un clavier alphanumérique (touche KBD activée)
- Des touches de navigations (Up, Left, Right et Down)
- Une touche aide HELP pour les touches de fonctions
- Des touches pour démarrer et arrêter une application VAL3, Run et Stop

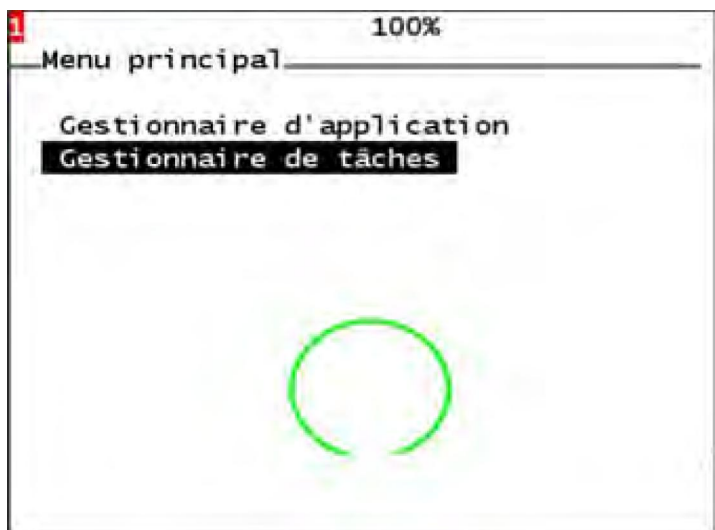


### 1. Navigation dans le gestionnaire d'application

Une alternative aux boutons Up, Left, Right et Down : cliquer sur l'écran en haut, en bas, à droite ou à gauche pour déplacer le

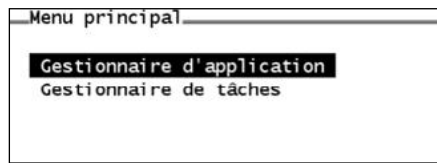
curseur de ligne.

Un halo vert en forme de cercle indique la direction sélectionnée.

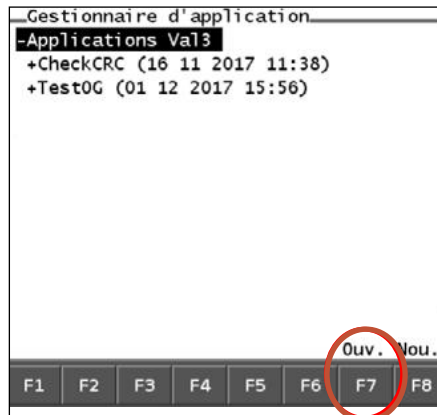


## 2. Chargement d'une application

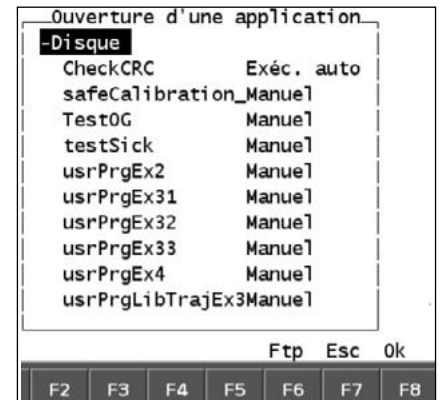
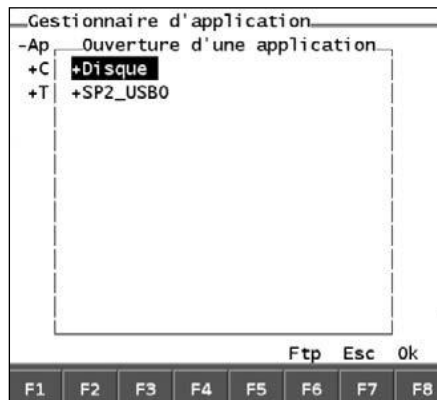
- Bouton du menu contextuel du boîtier



- Entrer dans le gestionnaire d'application (touche ENTER ou click à droite écran)
- Touche F7 pour ouvrir



- Touche RIGHT (ou click à droite de l'écran) sur la ligne Disque ou SP2\_USB0
- Aller sur la ligne de l'application
- Valider par la touche F8 ou ENTER



## 3. Structure d'une application

**Variables globales** : variables de différents types définies par le programmeur.

- Outils, repères, points cartésiens, position angulaire
- Booléens, numériques, chaîne de caractères

**Programme** : programmes exécuté comme tâche ou sous programme.

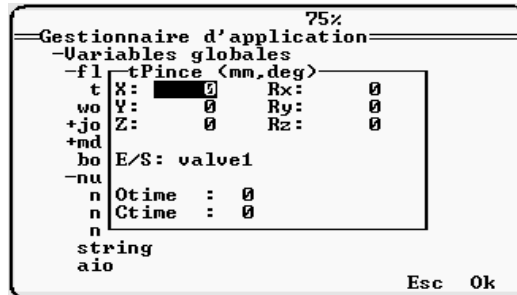


#### 4. Édition des données

- ESC** Annulation des données
- ENTER** Pour éditer un champ (entrer la valeur ou la sélectionner dans une liste)
- ENTER** Validation

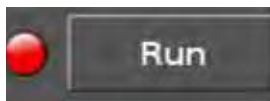
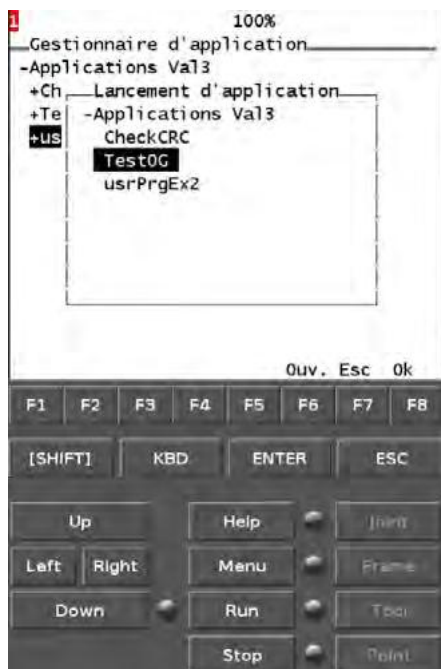


Pour les données à valeurs multiples :  
Validation par la touche OK (F8)



#### 5. Lancement d'une application

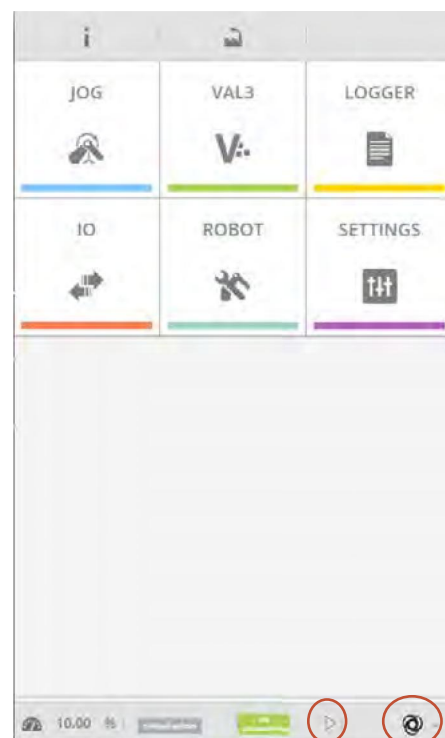
- Toucher Run
- Choisir l'application puis la touche F8 ou ENTER. Le voyant rouge à gauche de Run s'allume.



## 6. Autorisation des mouvements (mode automatique local)

### Application lancée, sélectionner le mode automatique local

- Vérifier les conditions du mode automatique (pas d'arrêt d'urgence, portes fermées, distances des scrutateurs...)
- À la mise sous puissance, l'état des mouvements est «**stoppé**», le voyant du bouton Mouvement/Pause clignote.
- À l'appui du bouton Mouvement/Pause, le cycle s'exécute automatiquement, l'état des mouvements passe à «**En mouvement**».
- Chaque appui sur le bouton Mouvement/Pause provoque un arrêt immédiat des mouvements «**stoppés**» (Clignotement voyant Mouvement/Pause).
- À chaque coupure, il y a une remise sous puissance, l'état des mouvements passe alors à «connexion».
- L'état «**connexion**» signifie qu'une connexion à la trajectoire connue va être exécutée.



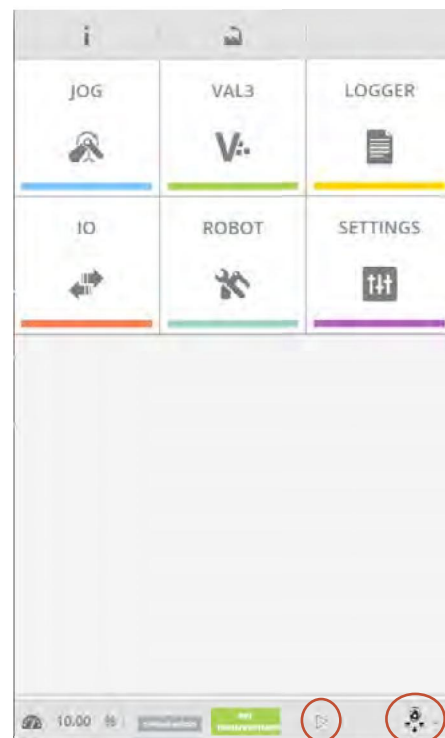
## 7. Autorisation des mouvements (mode automatique déporté)

### Application lancée, sélectionner le mode automatique

- Vérifier les conditions du mode automatique (pas d'arrêt d'urgence, portes fermées, distances des scrutateurs).
- La mise sous puissance n'est pas possible à partir du boîtier manuel. Les mouvements sont commandés par un contact externe, plusieurs cas possibles:
  - Robot piloté par un automate ou une machine
  - Le boîtier peut être facultatif (bouchon en place quand la puissance bras est activée), les mouvements peuvent être lancés par programme
- Si le boîtier manuel n'est pas présent, vérifier la possibilité de régler la vitesse et d'activer un arrêt immédiat, sinon seul un arrêt d'urgence stoppera le bras.



**Attention :** Sur certaines applications, dès que la mise sous puissance est activée, le robot peut se mettre à bouger.





## 8. Autorisation des mouvements (mode manuel)

### Application lancée, sélectionner le mode manuel

- À la mise sous puissance, l'état des mouvements est «**stoppé**», (le voyant du bouton Mouvement/Pause clignote).
- À l'appui du bouton Mouvement/Pause, le cycle s'exécute tant que le bouton est pressé.

L'état des mouvements passe à «**En mouvement**».

- Chaque relâchement du bouton provoquera un arrêt immédiat des mouvements «**stoppés**» (clignotement du voyant Mouvement/Pause).
- L'état «**connexion**» indique qu'une connexion à la trajectoire connue va être exécutée.

Si un mode de déplacement manuel est actif, le bouton Mouvement/Pause ne clignotera pas. Pour désactiver le mode, choisir «**Aucun**».

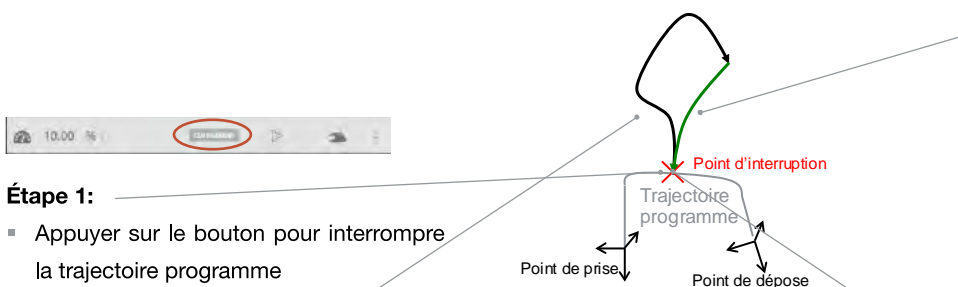


## 9. Mouvement de connexion

En cas d'interruption de ses mouvements, et ce quelle que soit la nature de cette interruption (arrêt d'urgence ou autre), le robot dispose de la capacité à reprendre à tout moment l'exécution de ses mouvements

sans que la trajectoire originale soit pour autant altérée. Pour que ce mécanisme puisse fonctionner dans tous les cas, il faut que le robot soit ramené sur le point d'interruption dans le cas où il en aurait été écarté

(via un pilotage manuel par exemple). Cette étape est qualifiée de « mouvement de connexion ».



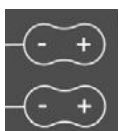
### Étape 1:

- Appuyer sur le bouton pour interrompre la trajectoire programmée



### Étape 2:

- Déplacement manuel du bras
- Exemple : au pendant d'apprentissage SP2.  
Peut aussi être : libération de freins...



### Étape 3:

- Maintenir le bouton (quel que soit le mode de marche) : mouvement de connexion à vitesse lente jusqu'au point d'interruption



Pendant cette phase, le mode de marche peut être changé, le robot peut être de nouveau déplacé manuellement (contournement d'un obstacle)...

### Étape 4:

- Maintenir le bouton (mode manuel) ou simple appui (mode automatique) : reprise du cycle à la vitesse initiale



Le robot reprend ses mouvements sur sa trajectoire programmée sans aucune altération sur cette dernière, comme s'il ne s'était pas arrêté.

## 10. Arrêt d'une application

- Appuyer sur le bouton du menu contextuel du boîtier



- Appuyer sur la touche STOP
- Répondre OK (touche F8)



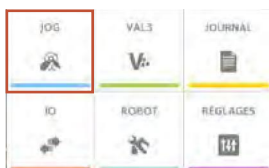
Note : l'affichage et le comportement du robot peuvent être programmés dans le programme STOP pour répondre aux besoins de l'application.

## D. Apprentissage de la cellule

Les mouvements d'un robot industriel sont généralement réalisés de la manière suivante : des instructions du langage de programmation sont utilisées pour interpoler des trajectoires entre des points préala-

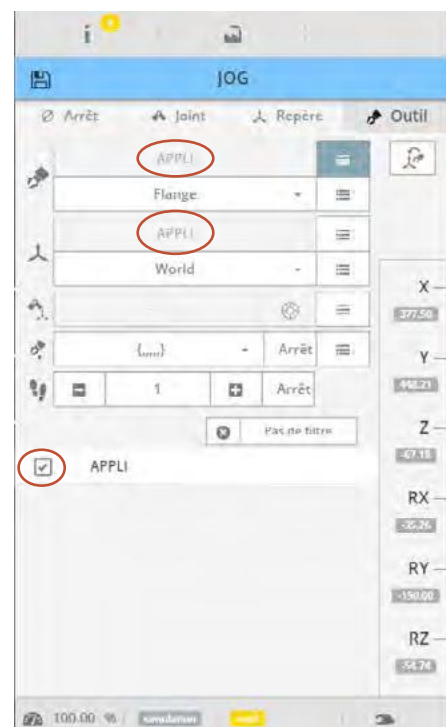
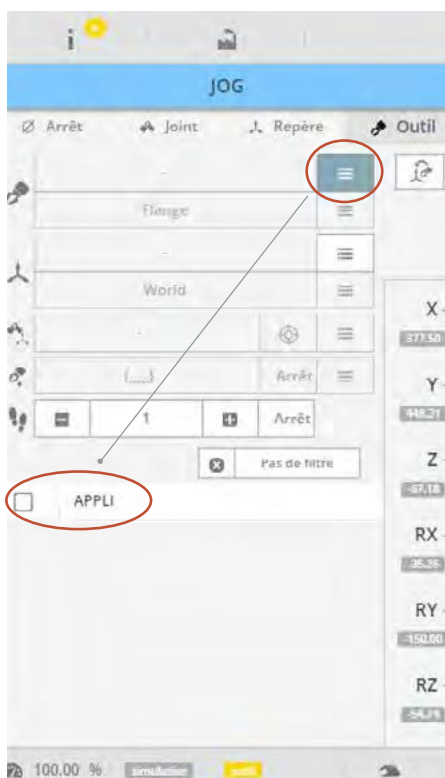
blement appris au robot. Cet apprentissage consiste à positionner manuellement le robot à l'aide du pendant d'apprentissage, et à enregistrer sa position dans des variables.

### 1. Accès à la liste des points



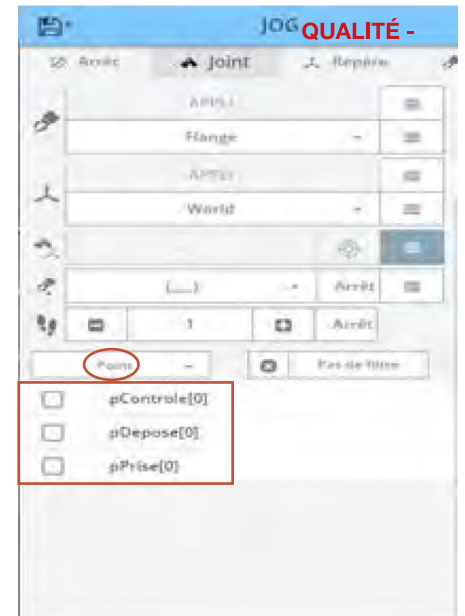
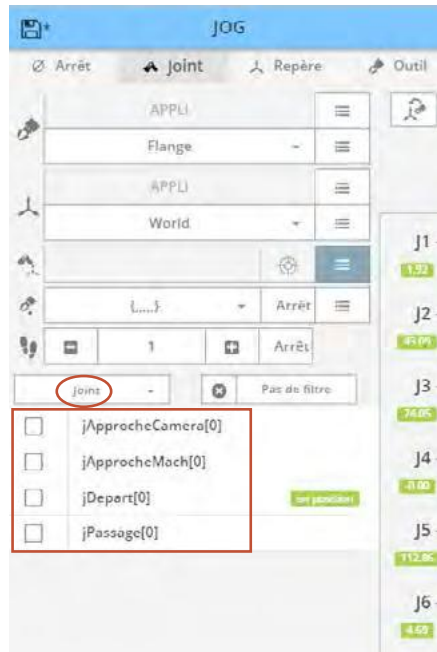
- Avant de bouger ou apprendre un point, choisir dans la liste l'application le contenant.
  - Choisir le nom de l'application si elle est déjà chargée en mémoire
- ou
- Ouvrir puis choisir l'application si la mémoire est vide.

Dès l'application sélectionnée, son nom apparaît dans les champs de l'outil et du repère.





- À l'appui du bouton d'appel des points, ils apparaissent à la place de(s) nom(s) d'application(s)
- 2 catégories de points peuvent être choisies (angulaire ou cartésien)



## 2. Point articulaire : variable de type JOINT

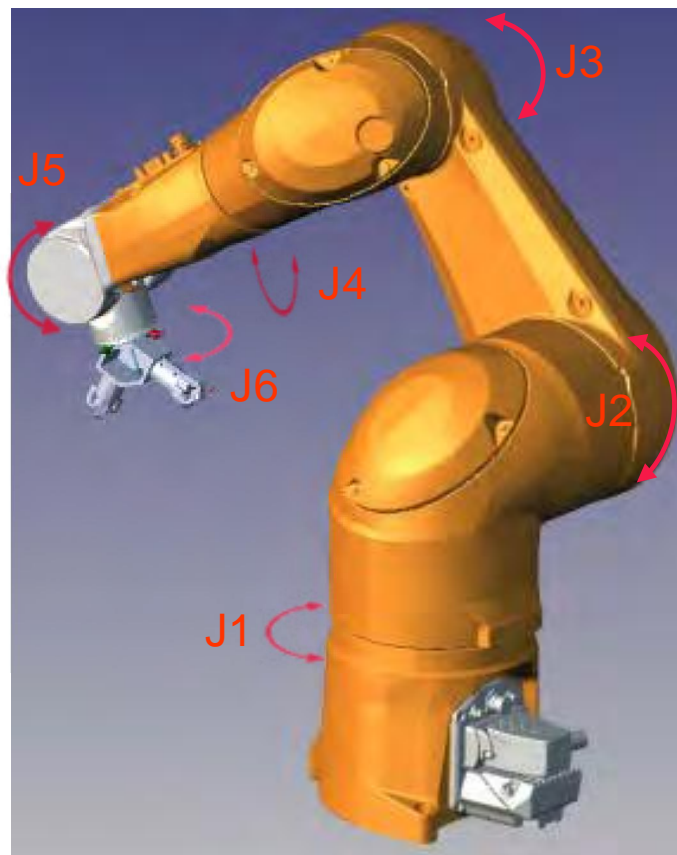
- Exemple de nom de point : jDepart, jRepli, jAppro
- Le système enregistre les valeurs angulaires des 6 axes J1 à J6.
- Convention Stäubli sur la définition du nom de la variable avec un préfixe j
- Pour chaque point articulaire, la configuration du bras est unique

### Exemple ici :

- Épaule droite
- Coude en haut (par rapport à l'axe X du « World »)
- Poignet « positif » (tuyau et connexion électrique au dessus de l'avant bras)

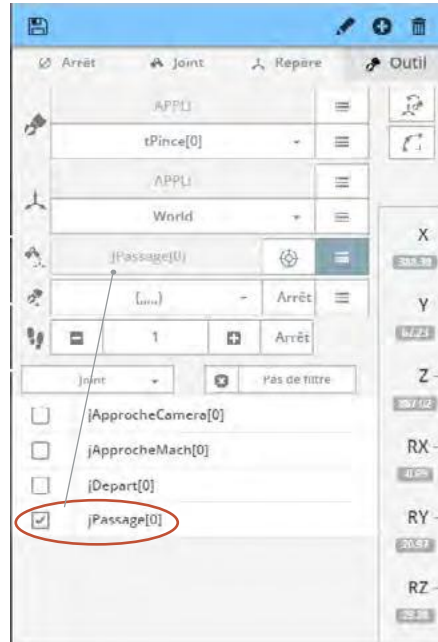
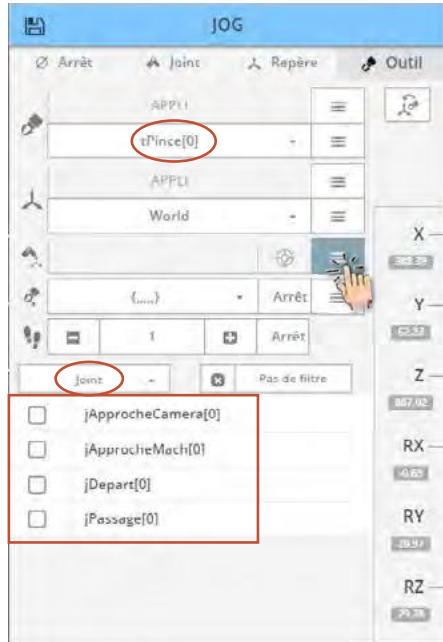
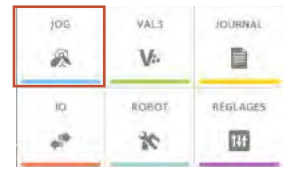
### Utile pour :

- Éviter les collisions entre la fonderie du bras et la périphérie
- Éviter le défaut de « singularité »

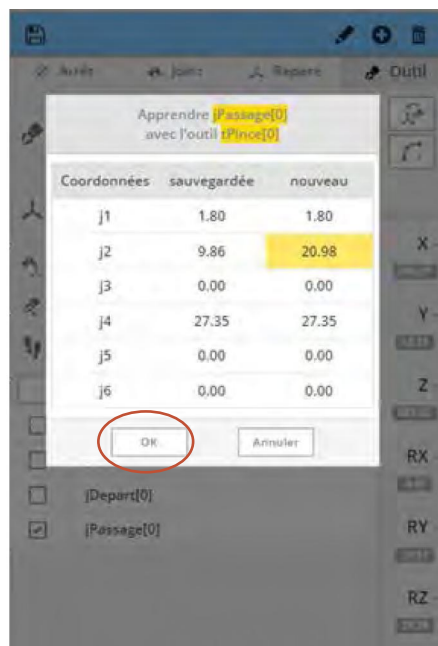
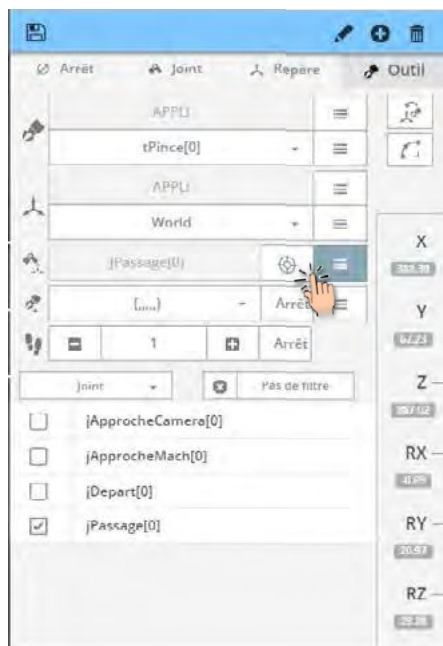
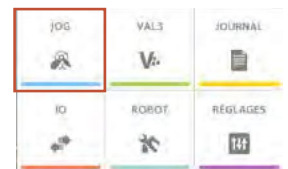


### 3. Apprentissage d'un JOINT

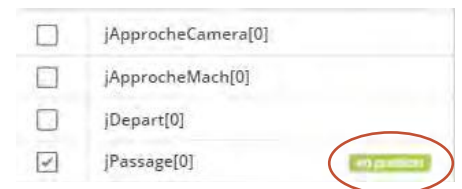
- Déplacer le bras à la position souhaitée (modes Joint, Frame ou Tool)
- Choisir le nom du point où l'outil est en position



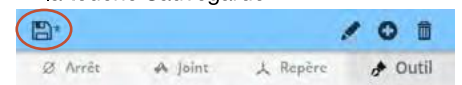
- Apprendre la position du bras à l'aide du bouton et valider par OK.



- La bannière «En position» indique que la position est apprise au point sélectionné.



- Ne pas oublier d'enregistrer le point avec la touche Sauvegarde.

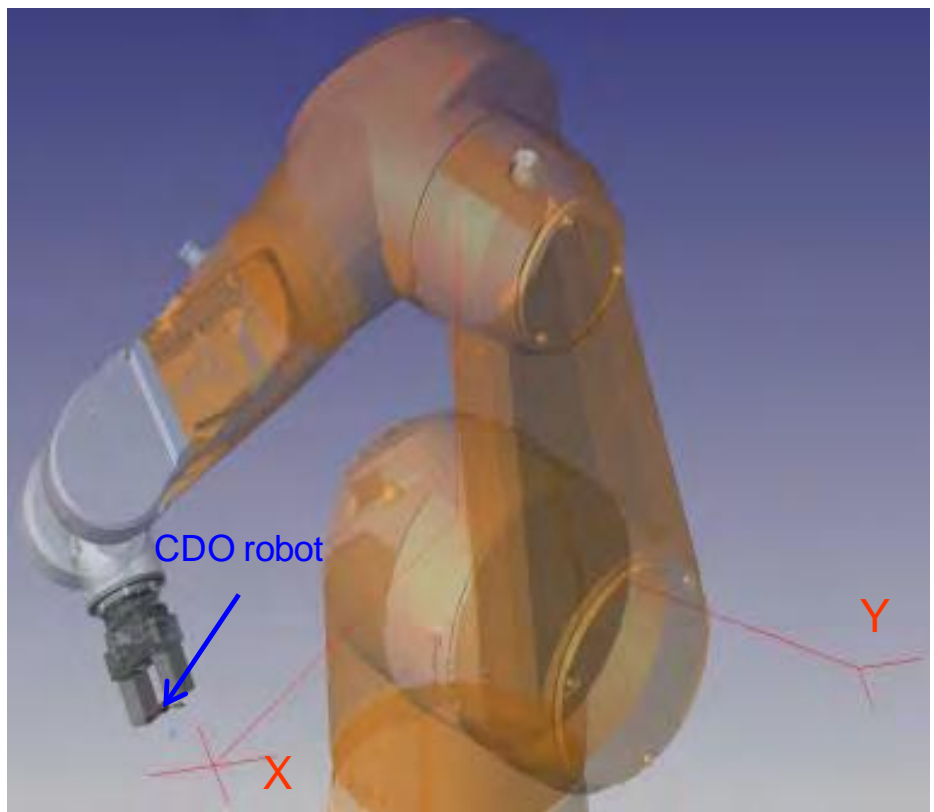


#### 4. Points cartésiens : variable de type POINT

- Exemple de noms de points : pPrise, pPose, pTraj
- Le système enregistre les translations et rotations du centre outil courant dans le repère courant (unité mm et degrés).
- Convention Stäubli sur la définition du nom de la variable avec un préfixe p
- Pour un même point cartésien, la configuration du bras peut être différente.

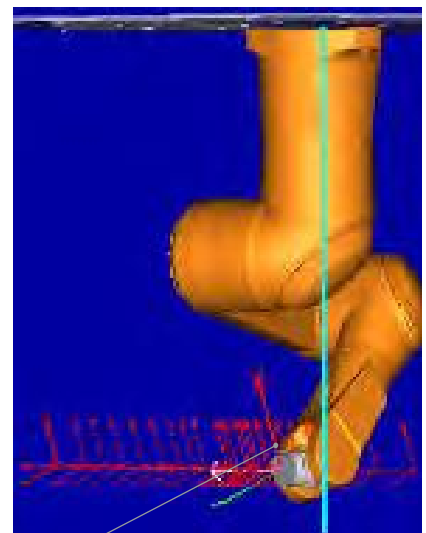
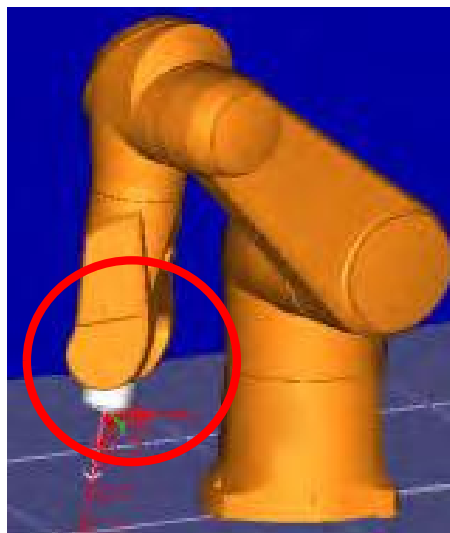
**Exemple :**

- Épaule gauche, coude en haut et poignet positif lors de l'apprentissage, mais un changement de configuration peut forcer le bras à être configuré différemment au retour du même point cartésien.

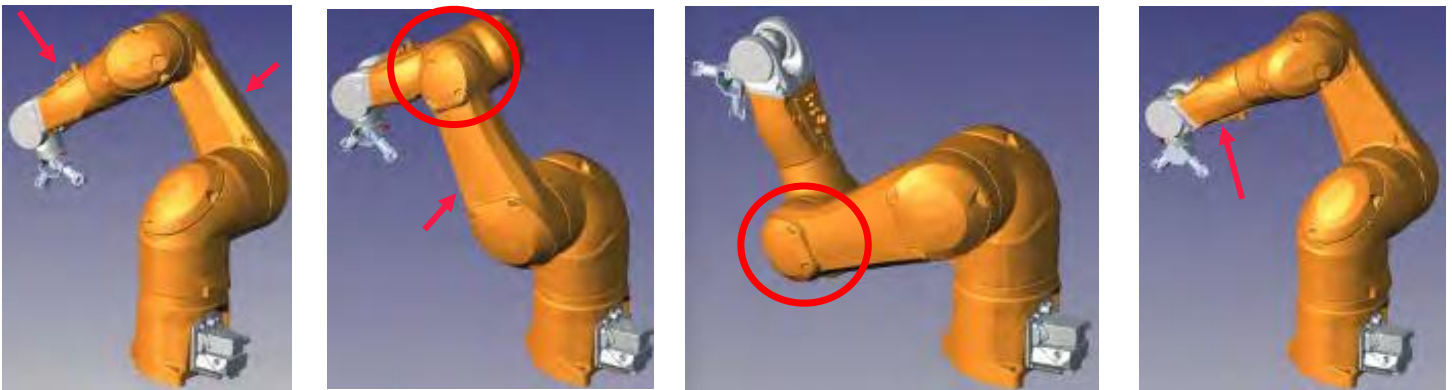


**Utile pour :**

- Lier des points au même repère (palettisation, trajectoire complexe, calcul de points d'approche)
- Attention aux « singularités » (joint 5 proche de 0 ou poignet dans le prolongement de l'épaule)



## 5. Configuration du bras



### On choisit de définir la configuration du bras avec un point type JOINT

- Approche zone : type JOINT (passage par la position sans marquer l'arrêt)
- Action prise/pose (pièce, outil porté) sur

une position : Type POINT

Au minimum une position articulaire dans une application, exemple : jDépart.

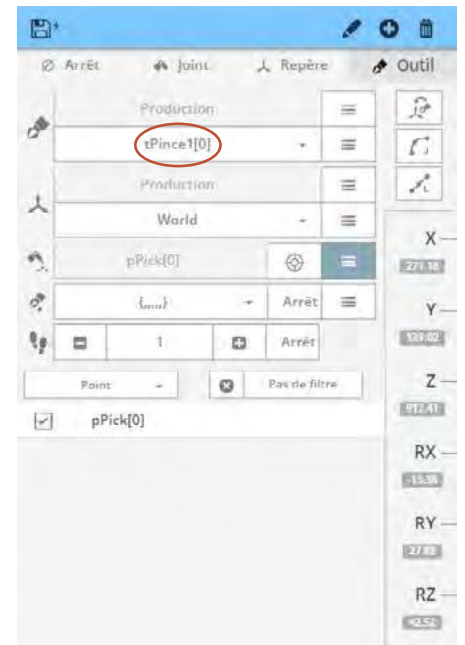
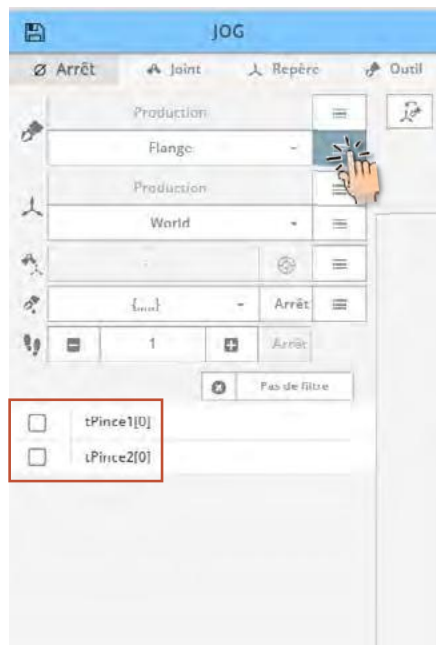
Une position de type JOINT pour chaque zone nécessite un changement de

configuration de bras.

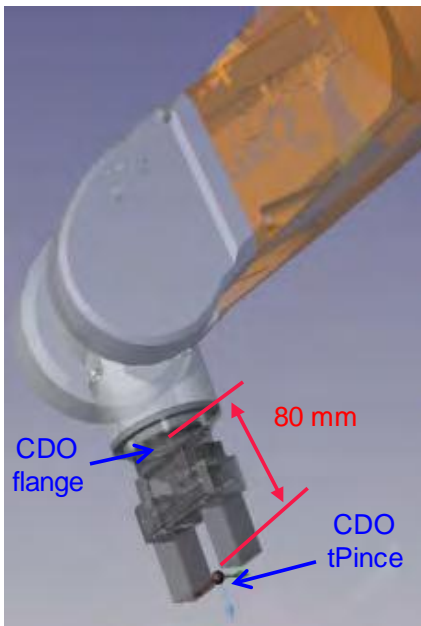
Le programme devra faire passer le robot sur le joint d'une zone avant d'effectuer des trajectoires sur les points cartésiens de cette même zone.

## 6. Sélection des outils

Lors de l'apprentissage ou du déplacement sur un point cartésien, il faut impérativement sélectionner le bon outil de travail.



## 7. Définition des outils



**Définir la géométrie et l'action d'un outil permet :**

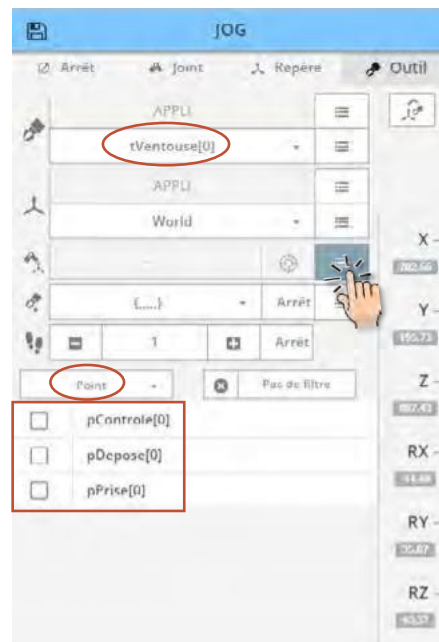
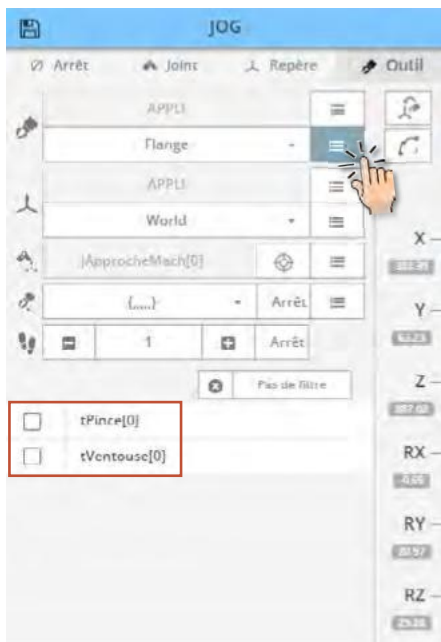
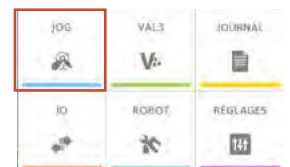
- d'atteindre les mêmes points avec différents outils
- de contrôler la vitesse et la trajectoire en bout d'outil
- de corriger la géométrie de l'outil au fil du temps (en cas d'usure d'un outil porté par le robot)
- de faciliter l'apprentissage des points

Les coordonnées d'un point correspondent à la position d'un centre outil à un moment donné (apprentissage)

Index	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Gripper	OTime	CTime
0	0	0	80	0	0	0	DsiIO\Qvalve1-1	0	0


## 8. Apprentissage d'un POINT

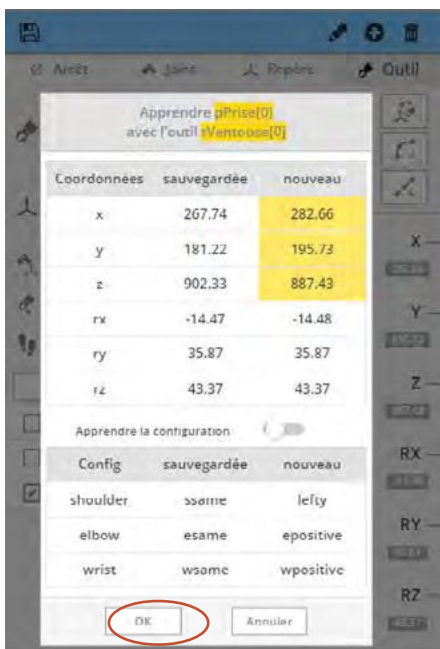
- Déplacer le bras à la position souhaitée (mode JOINT, FRAME, TOOL).
- Choisir l'outil utilisé.
- Afficher la liste des points cartésiens et choisir le point à apprendre.



- Apprendre la position du bras à l'aide du bouton et valider en appuyant sur OK.



- Apprendre la position du bras à l'aide du bouton  et valider en appuyant sur OK.



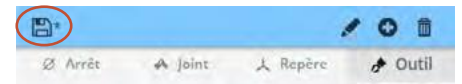
- Apprendre la configuration du bras permet de forcer l'angle de l'épaule, le coude et le poignet.



- La bannière «**En position**» indique que la position est apprise au point sélectionné.



- Ne pas oublier d'enregistrer le point avec la touche sauvegarde.



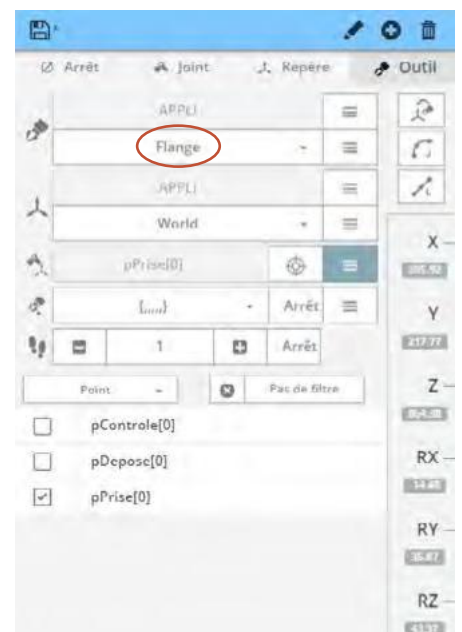
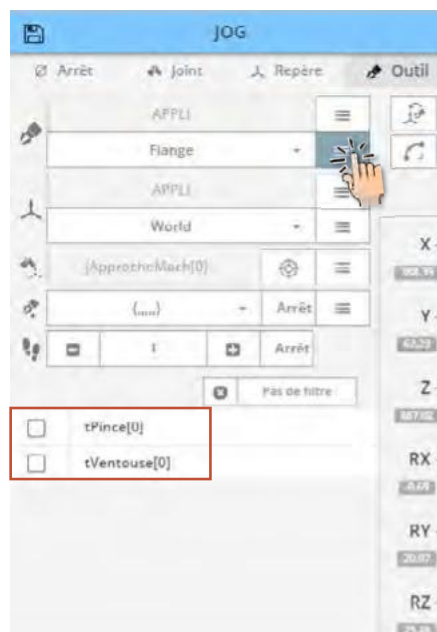
## 9. L'erreur à ne pas commettre

Il faut bien choisir l'outil à utiliser.

Généralement ce n'est pas «flange» (centre de la bride robot).

Si le mauvais outil est sélectionné, les déplacements aux points cartésiens suivants pourront provoquer un choc (mode manuel conseillé).

L'enregistrement des coordonnées des points cartésiens sera également erroné.





10. Sigles sur les positions

zéro

en position

proche position

non atteignable

- Point non appris, coordonnées = 0
- Robot en position avec l'outil courant (0.01 mm)
- Robot proche de la position avec l'outil courant (1 mm)
- Position non atteignable avec l'outil courant

<input type="checkbox"/>	pControle[0]	proche position
<input checked="" type="checkbox"/>	pDepose[0]	en position
<input type="checkbox"/>	pCI[0]	zéro
<input type="checkbox"/>	pPrise[0]	

11. Sauvegarde après apprentissage

Si les données ne sont pas sauvegardées sur la compact Flash, un astérisque apparaît à côté de l'icône disquette.

- Appuyer sur l'icône Disquette pour sauvegarder et l'astérisque disparaîtra.




## E. Vérification des points

Il est parfois nécessaire de vérifier ou de régler les POINTS ou les JOINTS. Dans ce but,

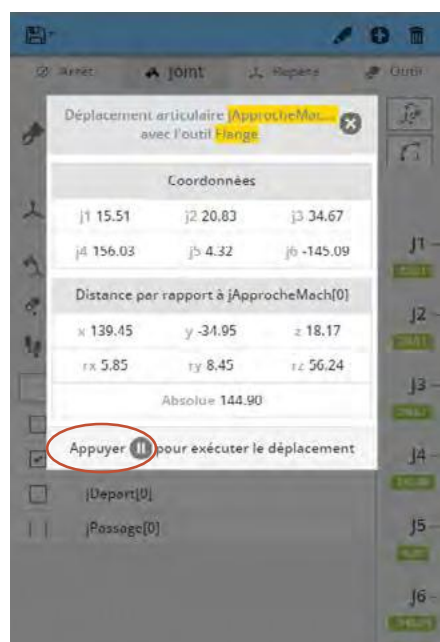
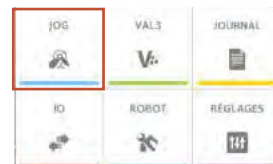
il est possible de ramener manuellement le robot sur des positions déjà apprises.

### 1. Déplacement aux points

#### Points articulaires (JOINTS)



- La touche  permet de demander le déplacement autonome du bras au point sélectionné.

- C'est l'appui sur la touche MVT/Pause et son maintien qui exécuteront le mouvement.

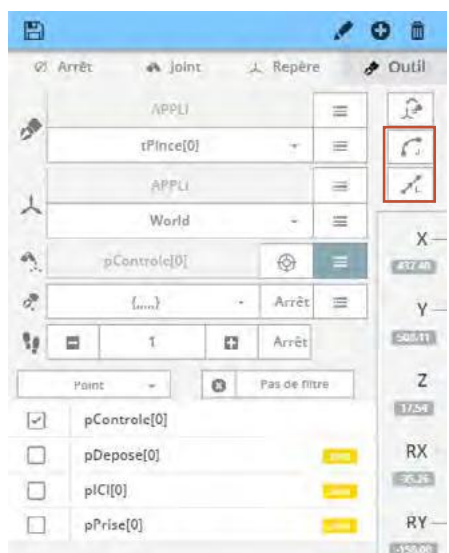


**Attention :** le bras suivra une courbe qui le déplacera au point demandé par le plus court chemin. Bien regarder le bras et retirer le maintien sur la touche MVT/Pause en cas d'approche d'un obstacle.

#### Points cartésiens (POINTS)

- Les touches  et  permettent de demander le déplacement autonome du bras au point sélectionné, soit en courbe soit en ligne droite.


- C'est l'appui sur la touche MVT/Pause et son maintien qui exécuteront le mouvement.

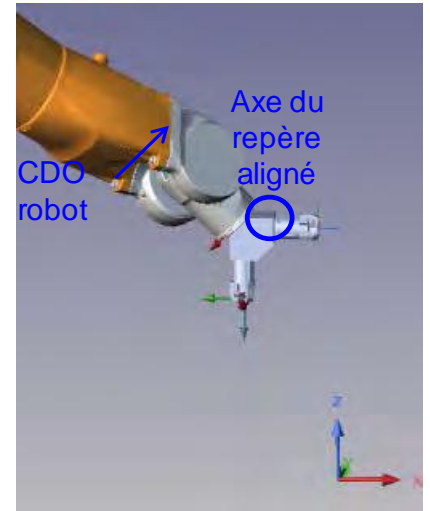
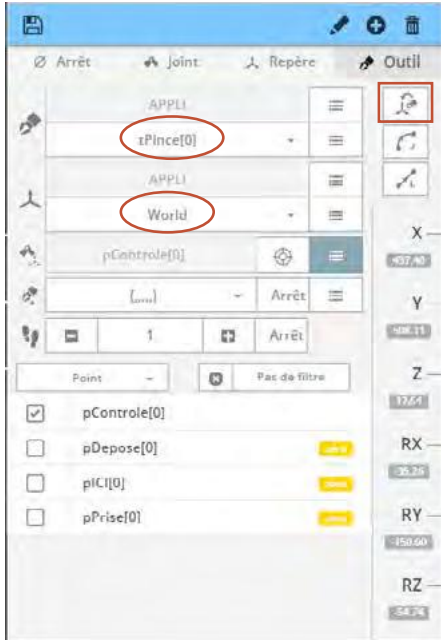


Bien sélectionner l'outil courant.

**Attention :** le bras suivra une courbe ou une ligne droite qui le déplacera au point demandé. Bien regarder le bras et retirer le maintien sur la touche MVT/Pause en cas d'approche d'un obstacle.

## 2. Alignement de l'outil courant

- La touche  permet d'aligner l'outil courant (axe Z outil) sur l'axe le plus proche (axe X, Y ou Z) du repère courant le plus proche.
- C'est l'appui sur la touche MVT/Pause et son maintien qui exécuteront le mouvement.

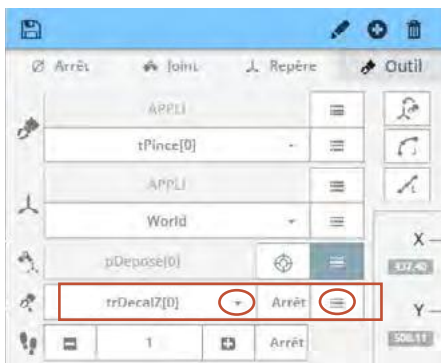


Position demandée atteinte dès que «atteint» indiqué.




## 3. Approche sur points cartésiens

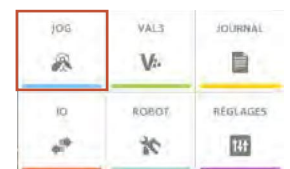
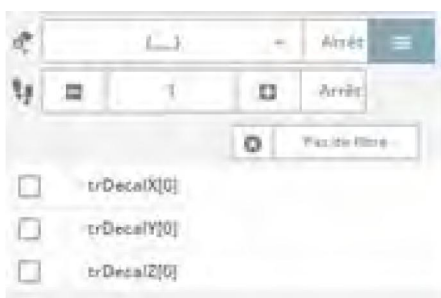
- Sous la ligne d'affichage des points et le bouton d'apprentissage, une ligne est réservée à l'approche.
- La flèche vers le champ ouvre une liste des dernières variables d'approche utilisées.



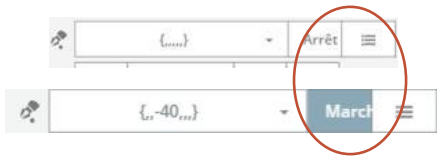
Il est possible de saisir ses propres coordonnées du décalage avec la sélection.



- La touche  liste les autres variables existantes



- Dès que l'approche est prête à être exécutée, il faut l'activer en appuyant sur la touche « Arrêt ».



Sur une page, le comportement du robot en mode manuel est résumé :

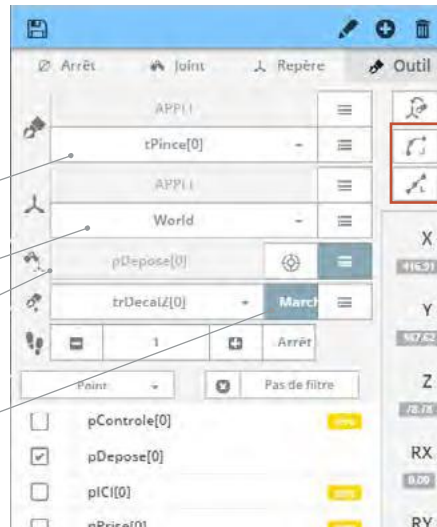
Outil courant

Repère courant

Point sélectionné

Approche activée

- C'est avec les choix de mouvements (courbe ou linéaire) que le mouvement sera pris en compte.



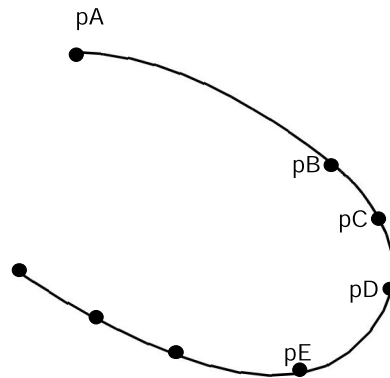
## F. Instructions de mouvements

Une fois les POINTs et les JOINTs définis, ils vont être exploités par des instructions de mouvements afin de former les trajectoires. Les paramètres de vitesse, d'accélération

et de lissage seront spécifiés à ces instructions via des structures appelées MDESCs (Motion DESCriptor ou descripteur de mouvement).

### 1. Articulaire : MOVEJ

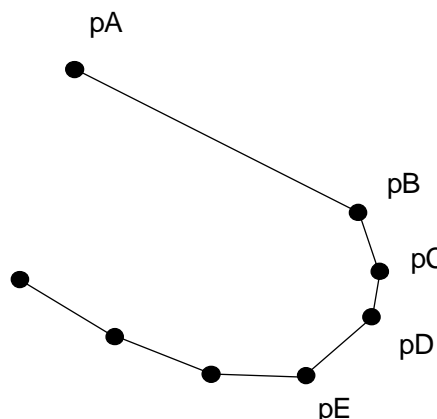
- moveJ (point, tool, mdesc)
- ou
- moveJ (joint, tool, mdesc)
- Mouvement courbe
- Vitesse et accélération décrites par mdesc (descripteur de mouvements)



**movej(pA, tPince, mRapide)**  
**movej(pA, tPince, mRapide)**  
**movej(pA, tPince, mRapide)**  
**movej(pA, tPince, mRapide)**  
**movej(pA, tPince, mRapide)**

### 2. Linéaire : MOVEL

- movel(point, tool, mdesc)
- Non disponible pour un type JOINT
- Mouvement en ligne droite
- Vitesse et accélération décrites par mdesc (descripteur de mouvement)
- Mouvement utilisé pour insérer des pièces...



**movel(pA, tPince, mRapide)**  
**movel(pA, tPince, mRapide)**  
**movel(pA, tPince, mRapide)**  
**movel(pA, tPince, mRapide)**  
**movel(pA, tPince, mRapide)**

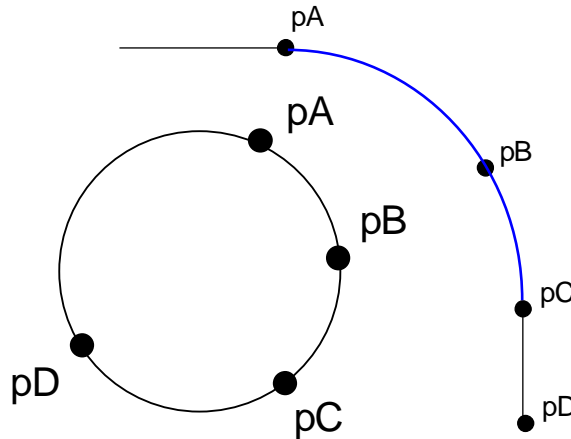
### 3. Circulaire : MOVEC

- `movec(point, point, tool, mdesc)`
- Non disponible pour un type JOINT

```

movel(pA, tPince, mRapide)
movec(pB, pC, tPince, mRapide)
movel(pD, tPince, mRapide)
    
```

- Interpolation circulaire : mouvement en arc de cercle
- Cercle réalisable avec 4 points



```

movec(pB, pC, tPince, mRapide)
movec(pD, pA, tPince, mRapide)
    
```

### 4. Applications et mouvements

Afin d'améliorer la qualité des mouvements, ces derniers sont traités dans une tâche dédiée appelée pile de mouvement.

Exécution d'application

```

movej(pA, ,)
movel(pB, ,)
movej(pC, ,)
movel(pD, ,)
            
```

Pile de mouvement

Bouton  
Mouvement/Pause

L'indépendance est complète entre les 2 niveaux.

Sur certaines applications, il faut stopper et relancer une application pour prendre en compte les dernières coordonnées apprises.

### 5. Descripteur de mouvements mdesc

Index	Accel	Vel	Decel	TVel	RVel	Blend	Leave	Reach
0	100	100	100	99 999	99 999	joint	50	50
	%	%	%	mm/s	deg/s		mm	mm

- `vel`, `accel`, `decel` : % des valeurs nominales sur articulations.
- En complément, pour un contrôle type process :
  - `tvel` : vitesse de translation max. en bout outil en mm/s
  - `rvel` : vitesse de rotation max. en bout outil en degrés/s
  - hors process : on garde les valeurs définies
- Au final : la valeur la plus restrictive sera utilisée.

**mNonSpeed**

Vitesse (%): **100**

Blend : **Off**

↔

**mNonSpeed**

Accel (%) : **100**

Vel (%) : **100**

Decel (%) : **100**

Tvel (mm/s) : **99999**

Rvel (deg/s) : **99999**

Blend : **Off**

Leave (mm) : **50**

Reach (mm) : **50**

>> Esc Ok

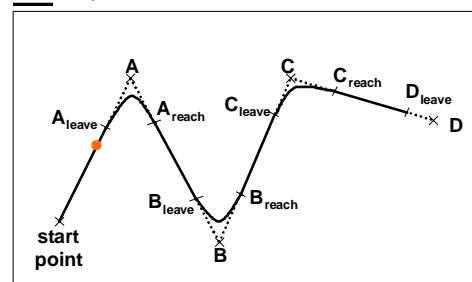
Les valeurs en % sont relatives aux spécifications nominales des articulations.

- Blend : lissage de la trajectoire, du plus rapide au plus lent :
  - joint : la trajectoire du CDO(1) n'est plus contrainte entre les points leave et reach.

- Cartesian : le CDO(1) peut s'écarter de la trajectoire entre les points leave et reach, mais doit rester dans le plan de cette dernière.

- off : pas de lissage, le CDO(1) s'arrête sur tous les points.

.... Trajectoire de base, sans lissage  
Trajectoire lissée



(1) CDO : Centre De l'Outil

## 6. Synchronisation des mouvements

**waitEndMove()** permet de bloquer l'exécution du programme jusqu'à ce que le robot arrive à un point spécifique.

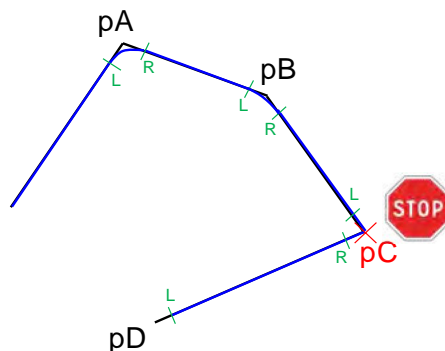
Le robot ira alors jusqu'au point cible du dernier mouvement à exécuter, et s'y arrêtera (le lissage est annulé).

```

ACCEL  VEL  DECEL  TVEL  RVEL  BLEND  LEAVE  REACH
Exemple : mRapide = {100, 100, 100, 99999, 99999, joint, 20, 20}
    
```

```

move(pA,tPince,mRapide)
move(pB,tPince,mRapide)
move(pC,tPince,mRapide)
waitEndMove()
move(pD,tPince,mRapide)
    
```



De ce fait, le **waitEndMove()** doit s'utiliser aussi peu que possible, et uniquement quand le robot doit vraiment aller jusqu'au point.

## G. Édition de programme sur le MCP

### 1. Éditeur

- Depuis le Gestionnaire d'application, placer le curseur sur le nom du programme et appuyer sur la touche ou Edit.



Édition du programme sélectionné

Création d'un nouveau programme

## 2. Règles d'édition

La syntaxe de chaque ligne doit être correcte :

- Toutes les variables doivent être définies.
- Une seule instruction par ligne

```

===== 10%
**exchange()
-begin
  title("Déplacement en jDepart ")
  open(tlPince)
  movej(jDepart, tlPince, mRapide)
  movej(appro(pA, trApproZ), tlPince, mR:
  movel(pA, tlPince, mLent)
  close(tlPince)
  movel(appro(pA, trApproZ), tlPince, mL:
  movej(appro(pB, trApproZ), tlPince, mR:
  movel(pB, tlPince, mLent)
  open(tlPince)
  movel(appro(pB, trApproZ), tlPince, mL:
  movej(appro(pC, trApproZ), tlPince, mR:
Pts      Marq Col. Cop. Sup. Ins. Enr.
F1      F2      F3      F4      F5      F6      F7      F8
  
```

- Insérer une nouvelle ligne après la sélection

## 3. Édition d'une ligne

Saisie semi-automatique des mots :

- Taper les premières lettres du mot et appuyer sur une touche pour sélectionner dans une liste.
- Presser « ENTREE » pour valider.

```

===== 10%
**start()
-begin
  // Comment
  wait(bStart==true)
  movej(jInit, tPointer, mFast)
  movej(pA, tPointer, mFast)
  waitEndMove()
  mo
end
His. Loc. Prg. Glo. VAL3
  
```

Historique dernières commandes    Variable locale    Liste des programmes    Variable globale    Choix instruction VAL3

## 4. Opération d'édition

- Possibilité de copier/coller des lignes entières ou des blocs de lignes

Lignes marquées

```

===== 10%
**exchange()
-begin
#  title("Déplacement en jDepart ")
#  open(tlPince)
#  movej(jDepart, tlPince, mRapide)
#  movej(appro(pA, trApproZ), tlPince, mR:
#  movel(pA, tlPince, mLent)
close(tlPince)
  movel(appro(pA, trApproZ), tlPince, mL:
  movej(appro(pB, trApproZ), tlPince, mR:
  movel(pB, tlPince, mLent)
  open(tlPince)
  movel(appro(pB, trApproZ), tlPince, mL:
  movej(appro(pC, trApproZ), tlPince, mR:
Pts      Marq Col. Cop. Sup. Ins. Enr.
F1      F2      F3      F4      F5      F6      F7      F8
  
```

Pour déplacer un bloc :

- Marquer + Copier + Supprimer + Coller

Copier / Coller/  
Supprimer

## 5. Résumé d'édition

- Appuyer sur «ESC» pour quitter



- Utiliser la touche «ENTREE» pour rééditer une ligne existante
- Utiliser la touche «ESC» pour annuler les modifications d'une ligne en cours d'édition

- Saisie d'une ligne caractère par caractère possible
- Saisie d'une ligne sans taper un seul caractère possible mais uniquement par sélection dans des listes

- Méthode la plus rapide : choisir le menu désiré et taper les premières lettres; quand le mot désiré est sélectionné valider par « ENTREE ».

### Exemple :

- Ajout d'une instruction : movej(joint, tool,mdesc)
- Touche « Ins. » pour insérer une nouvelle ligne

- Touche « VAL3 » pour choisir dans la liste des instructions
- Taper « m » + « o » + touche « Ok » pour insérer la ligne

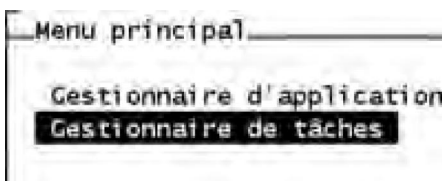
- Renseigner les 3 paramètres par la touche « Glo. »

## 6. Gestionnaire de tâches

- Appuyer sur le bouton du menu contextuel du boîtier



- Lorsqu'une application est en exécution, l'état de ses tâches est listé dans le « Gestionnaire de tâches ».



50%

==Gestionnaire de tâches==

Nom	Etat	Appli	Pri	Err
demoIO~	RUNNING	demoIO	10	0

---

Programme courant de la tâche: demoIO: start(3)

Ligne en cours d'exécution: wait(bIn0=true)

Info Dbg. Ter. Rep. Sus.

F1
F2
F3
F4
F5
F6
F7
F8

Code erreur si <>0

Priorité de la tâche

Programme courant de la tâche

Ligne en cours d'exécution

Suspendre une tâche en exécution

Lancer le débogueur et stopper la tâche

Terminer une tâche arrêtée

Reprise d'une tâche arrêtée



## 7. Exécution pas à pas

Autorise l'exécution pas à pas d'un programme et permet de visualiser/modifier des variables.

Point  
exécution →

Point arrêt → \*

Ajout / Supp  
Pt arrêt →

? 75%

```

*robot()
  cls()
  put("Entrez nombres de cycles : ")
  > get(nNb)
  cls()
  -for nCompteur=1 to nNb
    +if io:SelectRef==true
      nTempsCycle=clock()
      call echange()
      waitEndMove()
      cls()
      put("Temps de Cycle : ")
      putln(clock()-nTempsCycle)
    endFor

```

Pts ; Uar. ->\* <)\* <\*) Rep. Enr.

Commentaires
Affiche  
variables
Repositionne  
Pt exécution
Pas ext.  
CALL
Pas int.  
CALL
Reprise

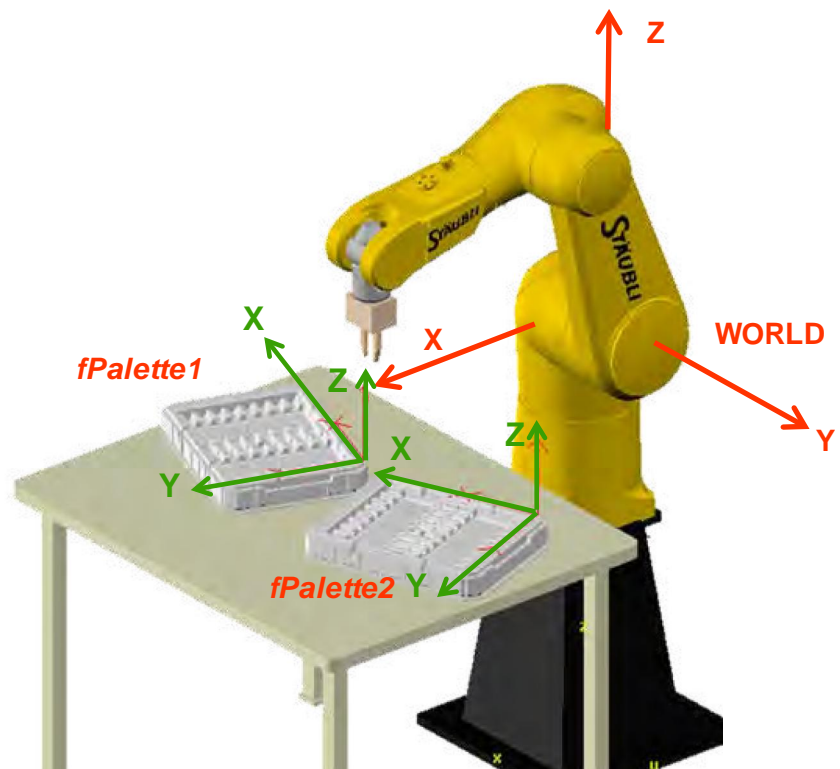
## H. Repères locaux (FRAME)

Afin de faciliter un éventuel réapprentissage des POINTS, il est possible de les définir relativement à un référentiel utilisateur (repère) appelé FRAME.

### 1. Utilisation d'un FRAME

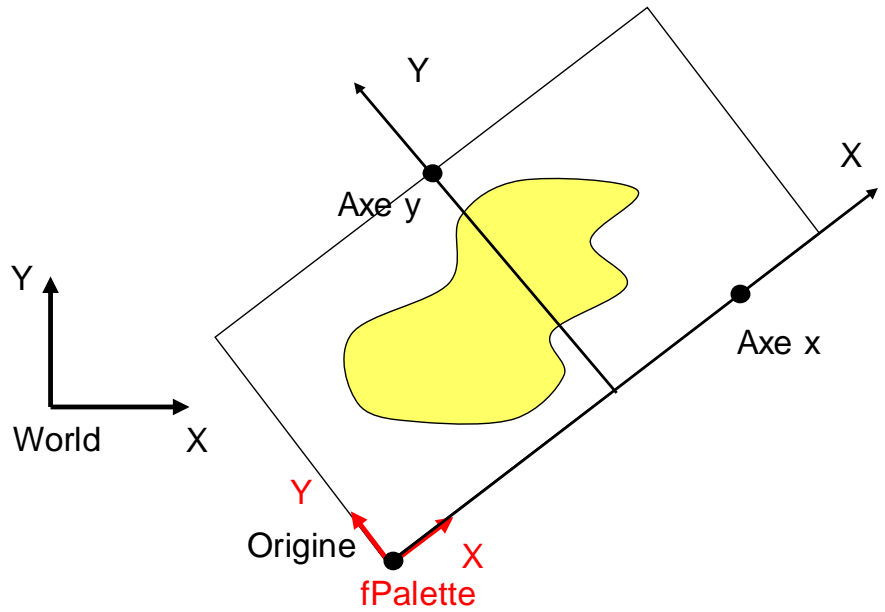
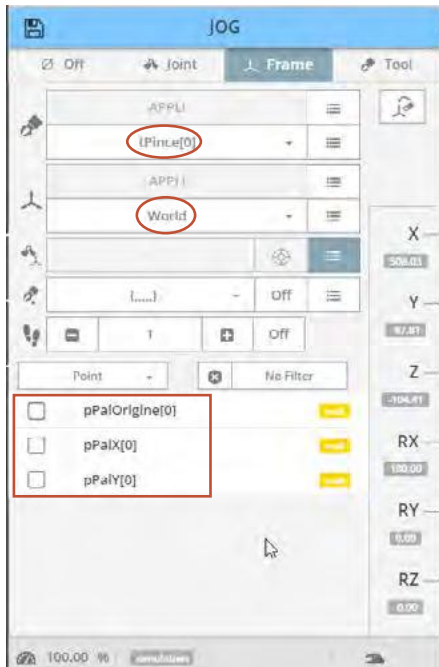
#### Repère de travail local :

- Pour faciliter le ré-apprentissage des points
- Utiliser pour dupliquer des points
- Décalage de points dans la palette



## 2. Apprentissage du FRAME

- Définir 3 points à apprendre
- Utiliser un outil précis (ex : une pointe)
- Définir cet outil comme courant
- Apprendre les points les plus écartés possibles (+ de précision)



## 3. Calcul d'un FRAME par programme

`nErreur = setFrame(pOrigine, pX, pY, fRepere)`

Code d'erreur de calcul :

- 0 : pas d'erreur
- 1 : pX trop proche de pOrigine
- 2 : les 3 points sont trop alignés

3 points O, X, Y

Frame à calculer

# I. Entrées / sorties digitales

## 1. Communication CS9 (process industriel)



Sorties pour pilotage d'actionneurs

Entrées pour détection de capteurs

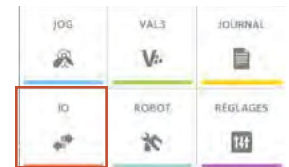
Automate programmable

Pupitre / Balance / Automate ...

Liaison série  
RS232  
TCP/IP communication

## 2. Entrées / sorties digitales de base

- De base : 2 entrées et 2 sorties rapides (connecteur J212)
- 1 page filtrant les entrées et 1 page filtrant les sorties



### Actions possibles :

- Verrouillage
- + activation / désactivation (sorties seulement)



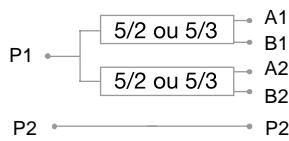
### 3. Entrées / sorties digitales (électrovannes)

- Sorties électrovannes (2 en option Valve1, Valve2 sauf TX2-40, 1 EV seulement)

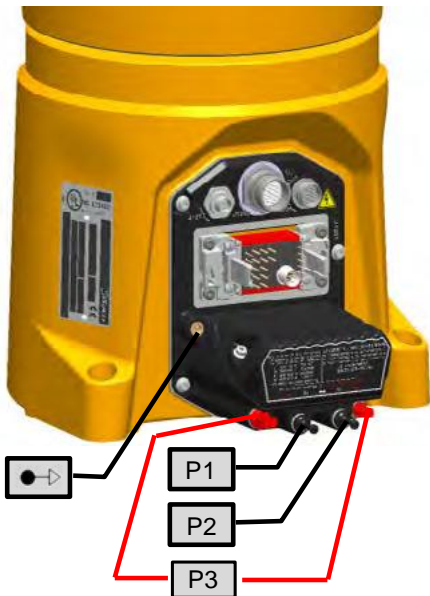
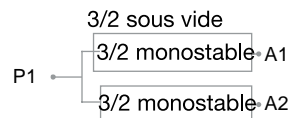
De base : 3 tuyaux directs



Option 1 : 2 électrovannes bistables 5/2 ou 5/3 monostables pressurisées



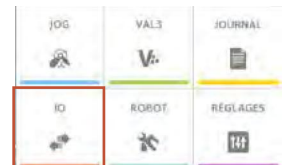
Option 2 : 2 électrovannes monostables



P3 : Pressurisation du bras



- Commande sur carte DSI pied du bras (sous le connecteur du câble)
- 1 page filtrant les entrées analogiques
- 1 page pour les sorties digitales
- État des sorties dédiées aux électrovannes



#### Actions possibles :

- Verrouillage
- + activation / désactivation



4. Modules E/S IP20, RAIL DIN

Désignation	Description	Référence		Conso
Coupleur EtherCAT 8E/4S	EtherCAT coupler <b>8 DI + 4 DO</b>	<u>D244 030 xx</u>		Alim 24V 1A
Module EtherCAT 8 E/S digital	<b>8 DI + 8 DO</b>	<u>D244 031 xx</u>		130 mA
Module EtherCAT 4 Entrée Analogique	4 AI -10 .. +10V, 16 bits	<u>D244 427 xx</u>		180 mA
Module EtherCAT 4 Sortie Analogique	4 AO -10 .. +10V, 16 bits	<u>D244 428 xx</u>		265 mA
Module EtherCAT 1 Entrée Codeur Incrémental	1 codeur ABZ, 5VDC	<u>D244 429 xx</u>		130 mA
Module EtherCAT 2 Liaisons Séries RS232	2 RS232	<u>D244 430 xx</u>		130 mA
Module EtherCAT 2 Liaisons Séries RS422/485	2 RS422/RS485	<u>D244 431 xx</u>		270 mA
Module EtherCAT Borne Alim. Supplémentaire	1 Ebus PSU 24V-2A	<u>D244 432 xx</u>		Alim 24V 2A
	1 bus end cap	<u>D244 032 xx</u>		

5. Intégration de l'outil

Standard :

- Câble Ethernet Industriel (cat 5e) avec la connectique du pied à l'avant-bras
- Câble électrique Utilisateur avec la connectique du pied à l'avant-bras
- Tuyaux pneumatiques intégrés avec la connectique du pied à l'avant-bras



Options :

- Électrovannes intégrées
- Module E/S EtherCAT pour l'outil ou l'avant-bras



Ethernet

Electrique

Pneumatique



Désignation	Description	Référence	
Module EtherCAT	TX2-90 8 DI or DO Kit incluant fixation et câbles	D244 464 xx	
<b>EtherCAT box</b>	8 DI ou DO	<u>D244 435 xx</u>	
<b>Câbles</b>	Câble alimentation 1m	D244 436 xx	
	Câble EtherCAT 1m	D244 437 xx	
<b>Connecteur E/S option</b>	Connecteur E/S TX2-40 (J1202/J1203, J1217/J1218)	D244 468 xx	
	Connecteur E/S TX2-60 (J1202/J1203, J1217/J1218)	D244 467 xx	
	Connecteur E/S TX2-90 (J1202/J1203, J1217/J1218)	D244 463 xx	