

# Robots FANUC LR MATE 100 et ARC MATE 100 IB

Jean-Louis Boimond  
Université Angers

## Table des matières

1	DESCRIPTION DES ROBOTS FANUC LR MATE 100 IB ET ARC MATE 100 IB .....	1
1.1	Description générale.....	2
1.2	Mise en route du système .....	5
1.3	Arrêt du système.....	6
2	MISE EN MOUVEMENT DU BRAS DES ROBOTS FANUC LR MATE 100 IB ET ARC MATE 100 IB .....	7
2.1	Les modes de déplacement.....	7
2.2	Mise en mouvement en mode manuel .....	8
2.3	Mise en mouvement en mode programme.....	10
2.3.1	Exécution d'un programme .....	10
2.3.2	Arrêt d'un programme.....	11
2.3.3	Création d'un programme.....	11
2.4	Quelques instructions de mouvement.....	11
2.4.1	Structure de mouvement.....	12
2.4.2	Données de position .....	14
2.4.3	Trajectoire de positionnement .....	15
2.5	Entrées/Sorties.....	16
2.6	Structures algorithmiques de base .....	16
2.7	Sous-programme .....	17
2.8	Exemple de programme.....	17

Ce document est largement inspiré des documents produits par Fanuc et livrés avec les robots.

## 1 DESCRIPTION DES ROBOTS FANUC LR MATE 100 IB ET ARC MATE 100 IB

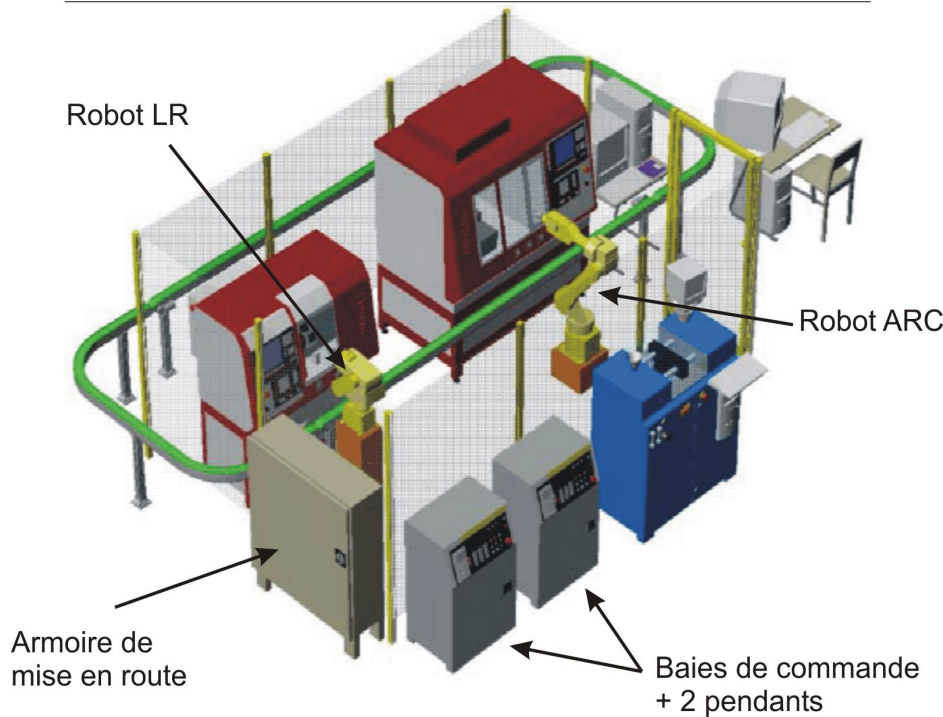
Robot 5 axes LR Mate 100 IB



Robot 6 axes ARC Mate 100 IB



Ces deux robots se situent au sein de la chaîne de production du hall de technologie :




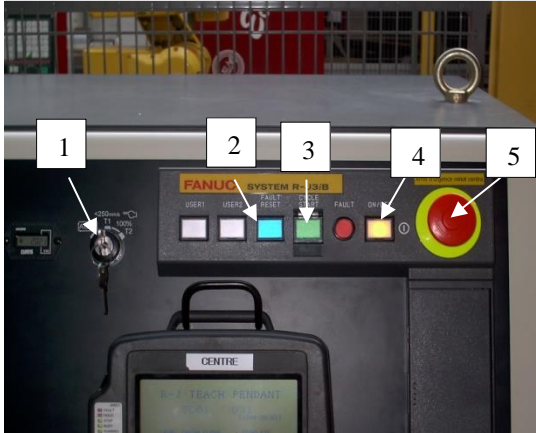
### 1.1 Description générale

Le robot FANUC **LR Mate 100 IB** est un robot électrique 5 axes destiné au chargement déchargement de machine, à la soudure et à la manutention. Sa petite taille et ses capacités sont adaptées pour les petites applications industrielles et les utilisations en laboratoire. Le robot LR Mate 100 IB est conçu pour être fiable dans les environnements sévères.

Le Robot FANUC **ARC Mate 100 IB** est un robot électrique 6 axes destiné aux applications, précises et rapides, de soudure et découpe. Basé sur une construction simple et fiable, le robot ARC Mate 100 IB dernière génération de robot soudure ARC, a un design compact avec des vitesses et une plage de mouvement accrues. La conception flexible et compacte simplifie l'intégration, augmente les possibilités d'accès dans des espaces confinés et permet une installation dense de robots et de leurs périphériques.

### Quelques caractéristiques :

<b><i>Robot LR Mate 100 IB</i></b>	<b><i>Robot ARC Mate 100 IB</i></b>
Charge maximale : 3-5 kg Charge à l'axe J3 : 12 Kg Rayon d'action (mm) : 620 Répétabilité : +/- 0.04 mm	Charge maximale : 6 kg Charge à l'axe J3 : 12 Kg Rayon d'action (mm) : 1373 Répétabilité : +/- 0.08 mm

<p>Plage de mouvement (°) Vitesse nominale (°/s)</p> <p>J1 : 320                      240  J2 : 185                      270  J3 : 365                      240  J4 : 240                      330  J5 : 400                      480</p>	<p>Plage de mouvement (°) Vitesse nominale (°/s)</p> <p>J1 : 340                      150  J2 : 250                      160  J3 : 315                      170  J4 : 380                      400  J5 : 280                      400  J6 : 720                      520</p>
<p style="text-align: center;"><b>Face avant de la baie de commande</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Face avant de la baie de commande</b></p> 
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sélecteur des 3 modes (AUTO, T1, T2)</li> <li>2. Bouton d'arrêt d'urgence</li> <li>3. Sectionneur robot tour (interrupteur de sécurité)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sélecteur des 3 modes (AUTO, T1, T2)</li> <li>2. Relâchement de l'alarme</li> <li>3. Bouton de départ</li> <li>4. Bouton de mise sous tension</li> <li>5. Bouton d'arrêt d'urgence</li> </ol>

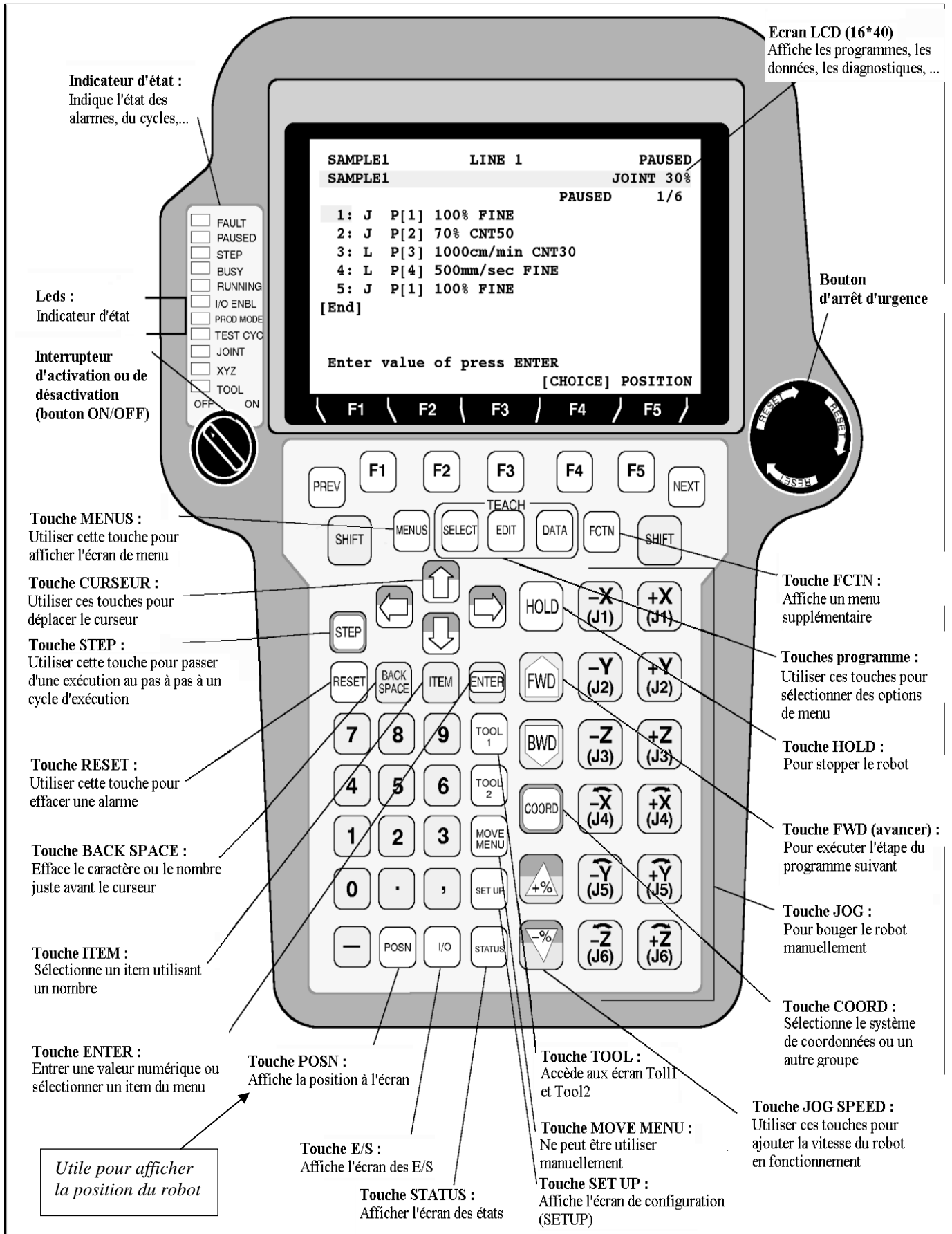
## Description du pendant

Le *pendant* est connecté à la carte PC, située dans le contrôleur, par un câble et constitue l'interface entre le logiciel *Handling tool* et l'opérateur.

Les opérations suivantes peuvent être réalisées avec le pendant :

- Bouger le robot manuellement (cf. §2.2),
- Créer un programme (cf. §2.3.3),
- Exécuter un programme (cf. §2.3.1).

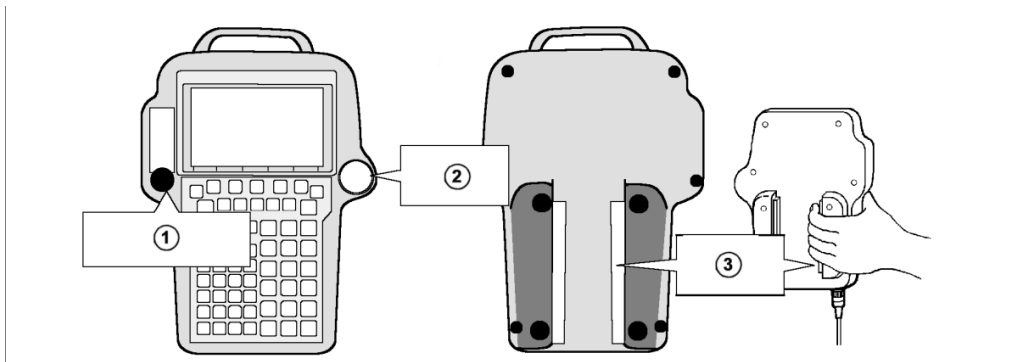
**NB :** Les codes d'erreurs et remèdes sont accessibles dans les annexes A1-A2-A3 du « Manuel de mise en service du FANUC ».



## 1.2 Mise en route du système

### Règles de sécurité :

- Personne ne doit être dans l'espace de travail du bras du robot.
- La phase de test du robot s'effectue toujours en vitesse réduite : **Se mettre en mode T1 (vitesse < 250 mm/s)**.
- Être prêt à appuyer sur le **bouton arrêt d'urgence** durant la phase de test du robot.



### Le corps mort :

L'interrupteur du *corps mort* (voir ③ figure ci-dessus) est utilisé comme un moyen d'activer les mouvements. Lorsque le pendant est activé, il faut appuyer sur l'interrupteur du *corps mort* pour autoriser les mouvements. En le relâchant, le robot stoppe immédiatement, c'est également le cas lors d'un appui sur le bouton d'arrêt d'urgence ② . Noter que le robot stoppe également lorsque l'interrupteur du *corps mort* est trop comprimé par l'opérateur.

### Pour entrer dans l'enceinte :





Pour accéder aux robots, maintenir appuyer le bouton "**demande d'accès**", situé à côté de la porte, et tirer la manette de manière à ouvrir la porte. L'ouverture de la porte empêche le mouvement du bras des robots (une lumière rouge apparaît au-dessus de l'armoire de mise en route).

Pour permettre la mise en mouvement du bras des robots : fermer la porte, puis réarmer l'enceinte à l'aide du bouton vert situé à quelques pas et à droite de la porte (la lumière rouge s'éteint).

**Attention :** En mode **T1** (voir sélecteur situé sur la baie de commande), le bras des robots peut être mis en mouvement à vitesse réduite lorsque la porte est ouverte. Ceci permet d'être proche du bras du robot et ainsi de programmer des mouvements précis.

### Mise en route générale :

#### 1. ARMOIRE DE MISE EN ROUTE

<p>Sur le côté de l'armoire, mettre « <b>l'Intersectionneur transitique</b> » sur la position « <b>ON</b> ».</p>	
<p>Sur la face avant de l'armoire, appuyer sur le bouton vert « <b>Mise en énergie</b> ».</p>	
<p>Ouvrir l'armoire du bas et positionner le commutateur sur « <b>TP</b> » à l'aide de la clé.</p>	
<p>Sur le côté de l'armoire, ouvrir la vanne de l'air comprimé (<b>celle du bas !!</b>).</p>	

<p><b>2. BAIE DE COMMANDE</b></p>	
<p>Positionner la clé (la même pour les 2 baies de commande) sur « <b>T1</b> ».</p>	
<p>Positionner le « <b>Sectionneur robot</b> » sur « <b>ON</b> ».</p>	
<p>Uniquement pour le robot ARC Mate 100 IB (robot de droite) : Appuyer sur le bouton de mise sous tension.</p>	

<p><b>3. PENDANT</b></p>	
<p>Positionner l'interrupteur d'activation et de désactivation (cf. §1.2, 1<sup>ère</sup> figure - ①) sur « <b>ON</b> ».</p>	

### 1.3 Arrêt du système

Afin d'arrêter le système, il faut :

- Exécuter le programme *TP* afin de remettre le robot en configuration initiale.

Au niveau du **pendant** :

- Positionner l'interrupteur d'activation et de désactivation sur « **OFF** ».

Au niveau de la **baie de commande** :

- Uniquement pour la baie de commande du robot ARC Mate 100 IB (6 axes) : Appuyer sur le bouton de mise hors tension.
- Mettre le "Sectionneur robot" sur la position « **OFF** ».
- Positionner la clé (la même pour les 2 baies de commande) sur « **AUTO** ».

Au niveau de l'**armoire de mise en route** :

- Sur le côté de l'armoire, fermer la vanne de l'air comprimé.
- Ouvrir l'armoire de mise en route et positionner le commutateur sur « **SIMUL** » à l'aide de la clé.
- Sur le côté de l'armoire, mettre l'intersectionneur transitique sur la position « **OFF** ».

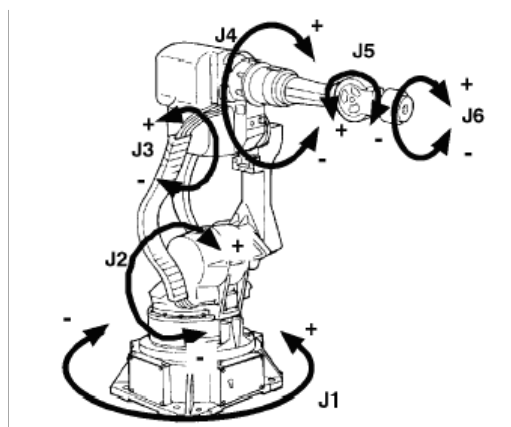
## 2 MISE EN MOUVEMENT DU BRAS DES ROBOTS FANUC LR MATE 100 IB ET ARC MATE 100 IB

Une fois la mise en route générale effectuée, on dispose de 2 moyens pour mettre le bras en mouvement : soit manuellement *via* le pendant, soit automatiquement *via* l'exécution d'un programme (à l'aide du terminal). Décrivons les différents modes de déplacements possibles du bras.

### 2.1 Les modes de déplacement

#### ➤ Le mode *JOINT*

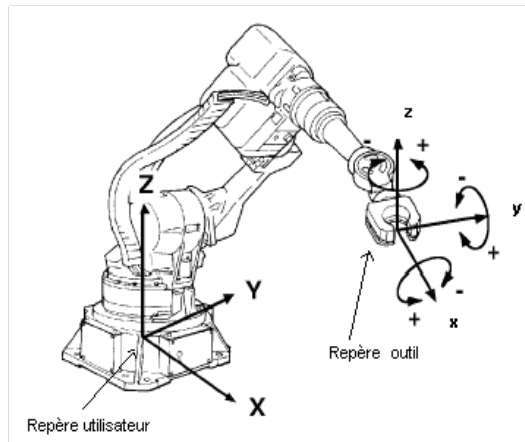
Dans un déplacement *JOINT*, on peut déplacer chaque axe du robot indépendamment les uns des autres (excepté le déplacement de J2 qui entraîne un déplacement de J3).



Robot ARC Mate 100 IB

#### ➤ Le mode *XYZ - USER*

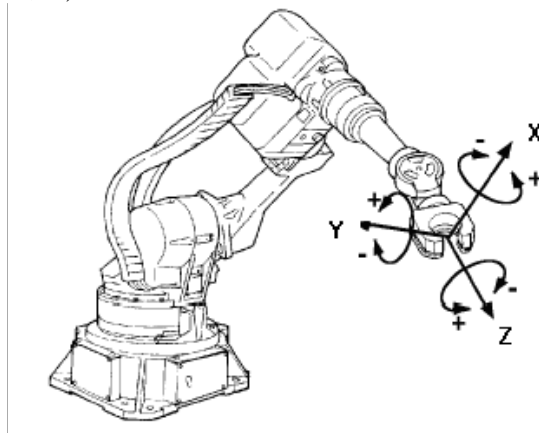
Dans ce mode de déplacement, le centre outil du robot effectue des *translations* selon les axes X, Y et Z du *repère utilisateur* (correspondant au repère  $R_0$ ). Le robot effectue des *rotations* d'outil autour des axes x, y et z du *repère outil* (correspondant au repère associé à l'outil).



Robot ARC Mate 100 IB

➤ ***Le mode TOOL***

Dans ce mode de déplacement, le centre outil effectue des *translations* selon les axes  $X, Y, Z$  du *repère outil* (correspondant au repère associé à l'outil) sachant que le robot effectue des *rotations* d'outil autour de ces mêmes axes (à savoir  $X, Y, Z$ ).

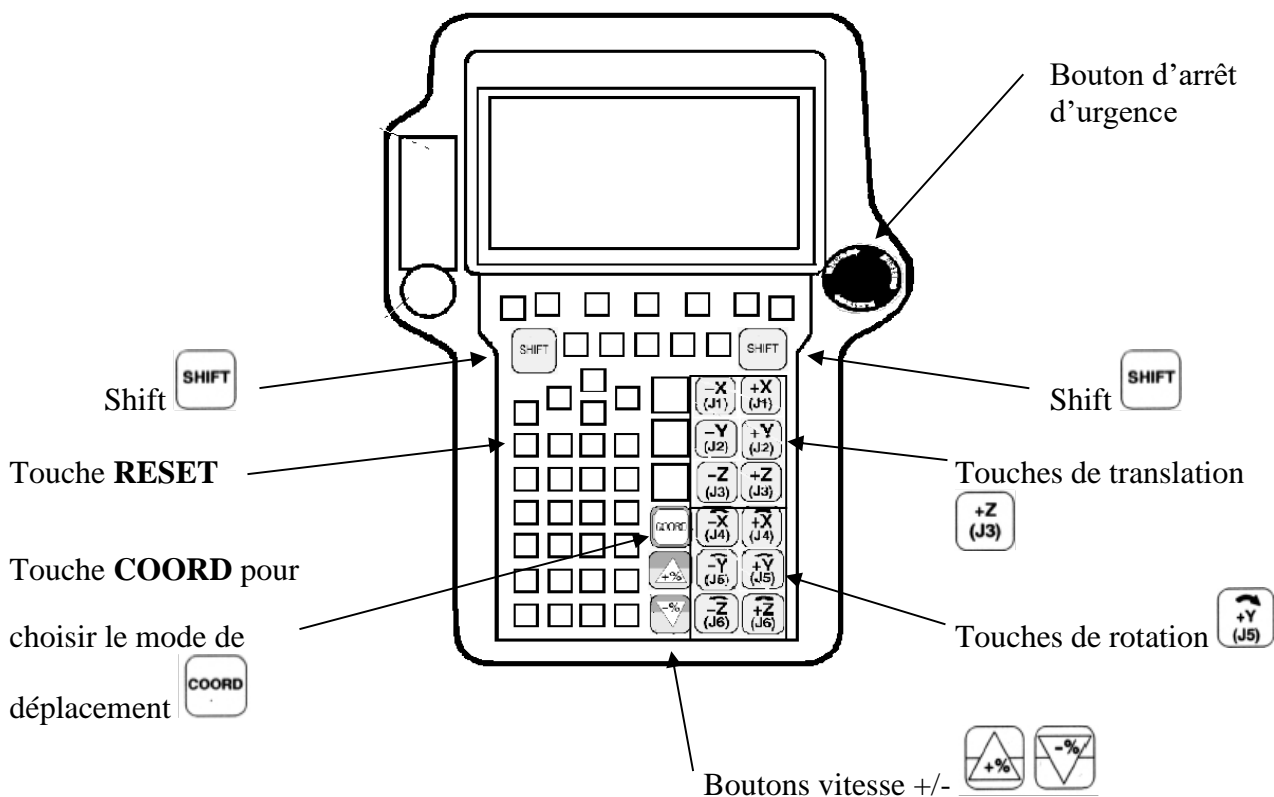


Robot ARC Mate 100 IB




**2.2 *Mise en mouvement en mode manuel***



## Les touches du mode *manuel* :



## Fonctionnement :

1. Prendre le pendant en appuyant sur l'interrupteur du corps mort.
2. Les modes de déplacement sont sélectionnés à l'aide de la touche  du pendant, l'appui successif permettant le passage d'un mode à l'autre (*JOINT*, *USER*, *TOOL*). Le système de coordonnées sélectionné est affiché dans le coin supérieur gauche du pendant.
3. Appuyer sur la touche  pour enlever le mode **FAULT** (indicateur situé en haut et à gauche du pendant) dû au déclenchement d'une alarme.
4. On peut choisir l'axe sur lequel on veut se déplacer **en maintenant** la touche  et les touches de rotation, ou de translation, selon le mode de déplacement choisi.



Touches de translation :

--	--	--	--	--	--







Touches de rotation :

--	--	--	--	--	--

## Remarques :

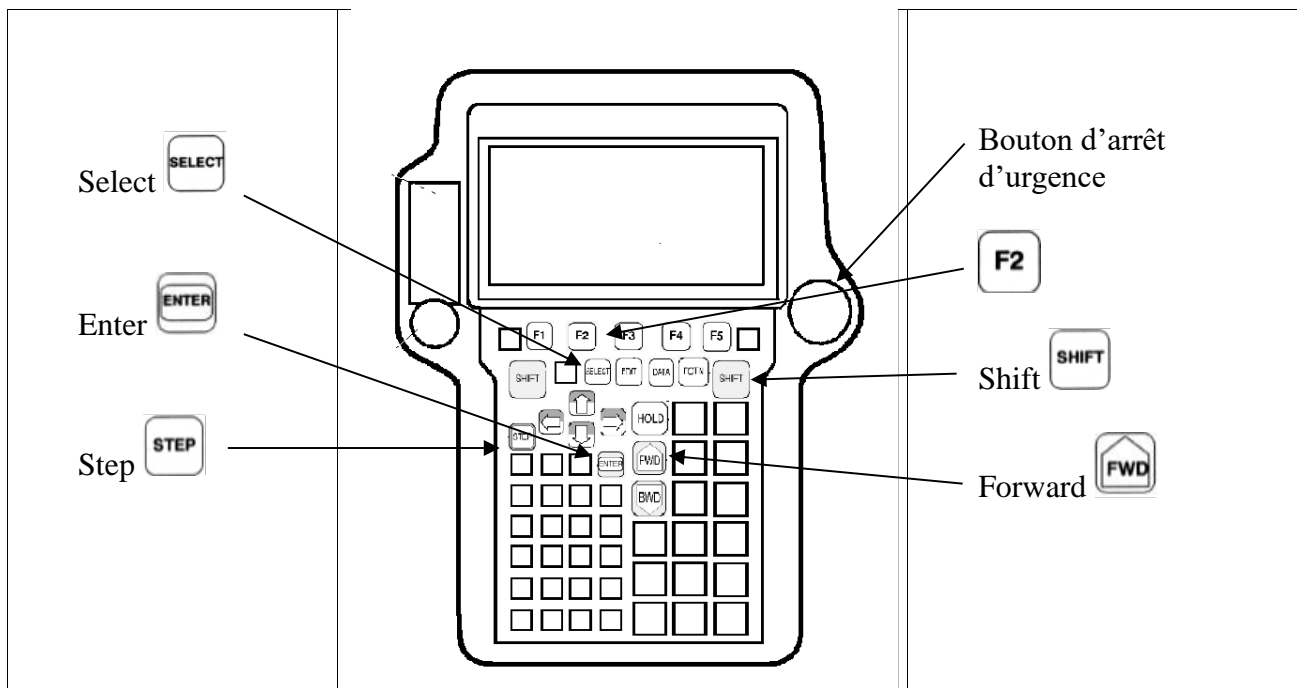
- Les touches  ajustent la vitesse du mouvement sélectionné.
- Appuyer sur la touche  pour connaître la position du robot.

## Exemples :







<i>JOINT</i> (articulaire)	<i>USER</i> (cartésien)	<i>TOOL</i> (outil)
<b>Rotation de la 3ème articulation :</b> Appuyer sur  + 	<b>Translation selon l'axe Ox du repère fixe :</b> Appuyer sur  + 	<b>Rotation selon l'axe Oy du repère outil :</b> Appuyer sur  + 

### 2.3 Mise en mouvement en mode programme

Les touches du mode programme :







#### 2.3.1 Exécution d'un programme

1. Appuyer sur la touche  pour accéder à la liste des programmes.
2. Se positionner sur le programme souhaité à l'aide des touches   et presser la touche  pour visualiser les lignes du programme sélectionné.
3. Appuyer simultanément sur les touches  et  pour exécuter le programme.



Exemples d'exécution de programmes :

Robot LR Mate 100 IB	Robot ARC Mate 100 IB
Exécuter le programme <i>TP</i>	Exécuter le programme <i>Prgtest1</i>



**Remarque :** Il est possible d'exécuter un programme **en mode pas à pas** en sélectionnant le mode **step**, pour cela :

1. Appuyer sur la touche . Le voyant **STEP** s'allume en haut à gauche du pendant.
2. Appuyer simultanément sur les touches  et  pour exécuter une ligne du programme.
3. Appuyer sur la touche  pour quitter le **mode pas à pas**.

### 2.3.2 Arrêt d'un programme


Le relâchement de la touche  suspend l'exécution du programme. On sort du programme en appuyant sur le bouton , il s'ensuit un accès à la liste des programmes disponibles.

### 2.3.3 Création d'un programme

Pour accéder au menu des programmes, appuyer sur la touche . Appuyer sur la touche  - **CREATE** pour créer un nouveau programme.


Pour entrer le nom du programme, utiliser les flèches   de manière à avoir accès aux options :

- *words*, ce qui permet la sélection d'un mot prédéfini,
- *upper case*, ce qui permet la sélection de lettres majuscules,
- *lower case*, ce qui permet la sélection de lettres minuscules,
- *option*, ce qui permet d'insérer, d'effacer, ...

Valider le nom du programme par un appui sur la touche .

Appuyer sur la touche  - **EDIT** pour éditer un programme.

Appuyer sur la touche  - **POINT** pour afficher le menu d'instruction standard de mouvements.

Sélectionner l'instruction de mouvement souhaitée en appuyant sur la touche . Il reste à définir les différents paramètres de l'instruction de mouvement.

Voir p. 5.21 du « Manuel de mise en service du FANUC » pour insérer, détruire une ligne de commande.

**Rappel :** *W* pour *yaW* signifie lacet, *P* pour *Pitch* signifie tangage, *R* pour *Roll* signifie roulis.

## 2.4 Quelques instructions de mouvement

Une instruction de mouvement déplace le bras du robot à une position spécifiée, dans les limites de la zone de travail, avec une rapidité et un mode de mouvement prédéfinis. Dans une instruction de mouvement, les items énumérés ci-dessous doivent être spécifiés. La structure d'une instruction de mouvement est indiquée dans la figure qui suit.

1. Structure de mouvement : Spécifie la façon de contrôler le chemin de déplacement jusqu'à une position donnée.
2. Structure des données de position : Registre qui permet d'enregistrer les données de position.
3. Données de position : Spécifie une position vers laquelle le robot doit se déplacer.
4. Vitesse : Spécifie la vitesse du robot.
5. Trajectoire de positionnement : Définit la méthode avec laquelle le robot termine son mouvement.

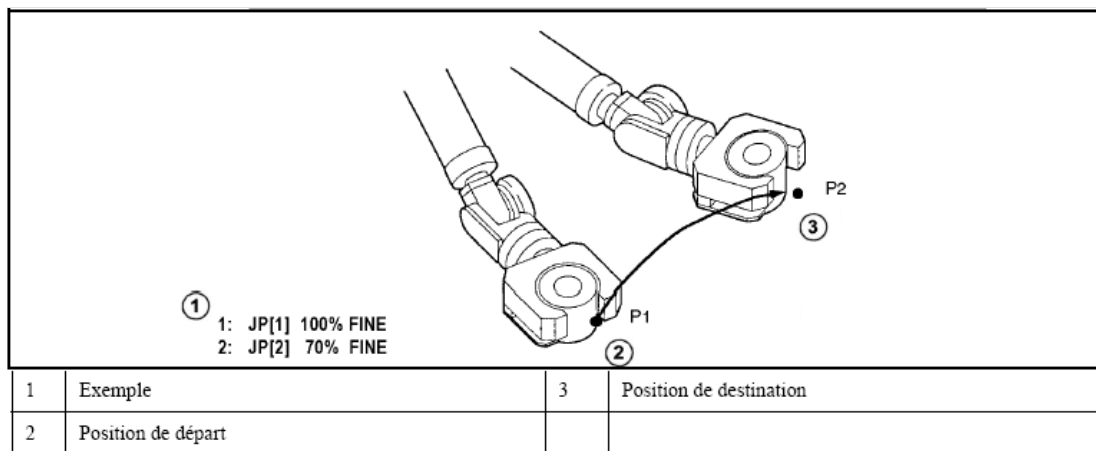
	* Un numéro de position peut être aussi grand que la capacité de mémoire le permet.		
1	Structure du mouvement J (Joint) L (Linéaire) C (Circulaire)	4	Vitesse : 1 à 100 % 1 à 2000 mm/sec 1 à 12000 cm/min 0.1 à 4724.0 inch/min 1 à 272 deg/sec 1 à 3200 deg/sec 1 à 32000 m/sec
2	Structure des données de position : P 1 à 1500* PR 1 à 10	5	Trajectoire de positionnement FINE CNT 0 à 100
3	Données de position : UF : 0 UT : 1 X : 1500.374 W : 10.000 Y : -342.992 P : 20.000 Z : 956.895 R : 40.000 CONF : N, R, D, F, 0, 0, 0		

### 2.4.1 Structure de mouvement

Le chemin d'un mouvement jusqu'à une position définie est spécifiée par la structure de mouvement ① . Trois types de mouvement sont possibles :

#### ➤ Mouvement Joint (J)

Le mode de mouvement *JOINT* est le mode de base pour déplacer le robot dans une position spécifique. Le robot accélère le long, ou autour, de tous les axes, bouge à une vitesse spécifiée, décélère, et s'arrête. La trajectoire de mouvement est, habituellement, non linéaire. Un pourcentage de vitesse maximum est défini comme vitesse de mouvement *JOINT*.

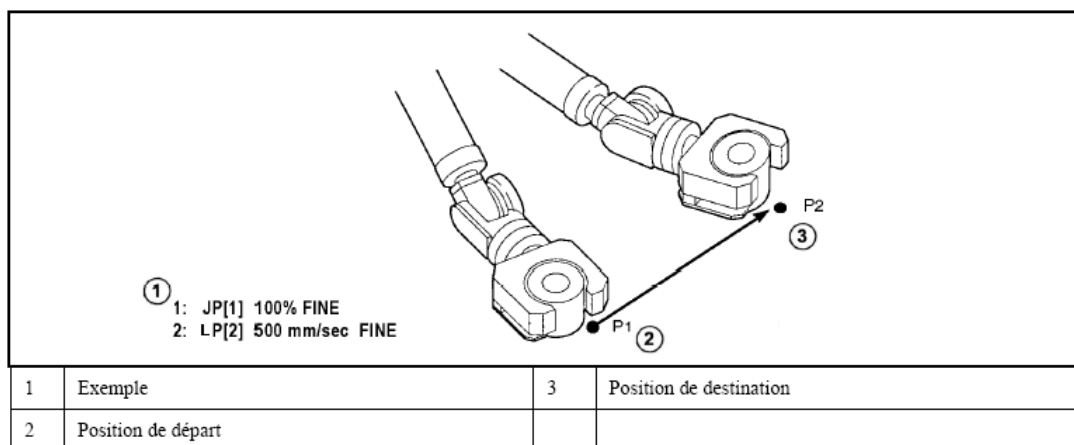


Lorsque le type de mouvement est *JOINT*, la vitesse est spécifiée ainsi :

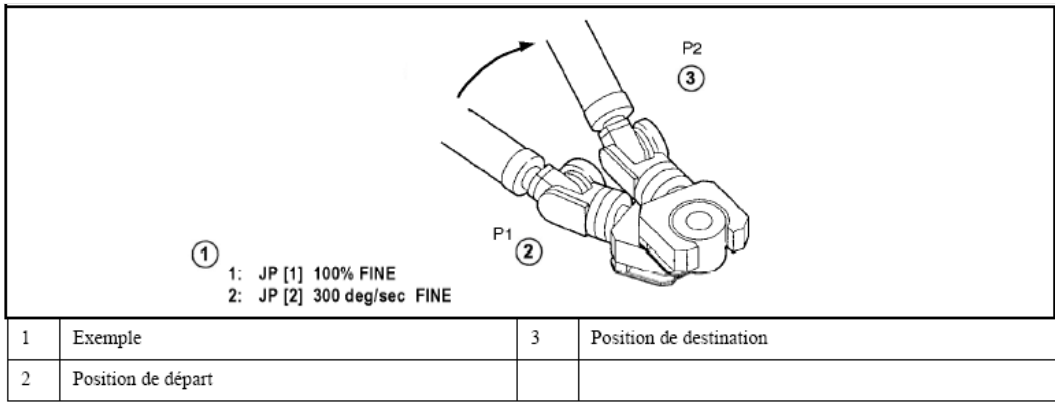
- Un **pourcentage** de 1 à 100 % de la vitesse maximum doit être défini.
- Lorsque l'unité de mesure est la seconde, spécifier une valeur de 0,1 à 3200 *sec*, représentant le temps pris pour un mouvement.
- Lorsque l'unité de mesure est la milliseconde, spécifier une valeur de 1 à 32000 *msec*, représentant le temps pris pour un mouvement.

### ➤ **Mouvement linéaire (L)**

Le mode de mouvement *Linéaire* contrôle la trajectoire du centre outil par une droite allant d'un point de départ à un point final. La structure du mouvement est spécifiée de façon à apprendre une position finale. Pour la spécification de vitesse linéaire, l'option désirée doit être choisie en **mm/sec**, **cm/min** ou **inch/min**.

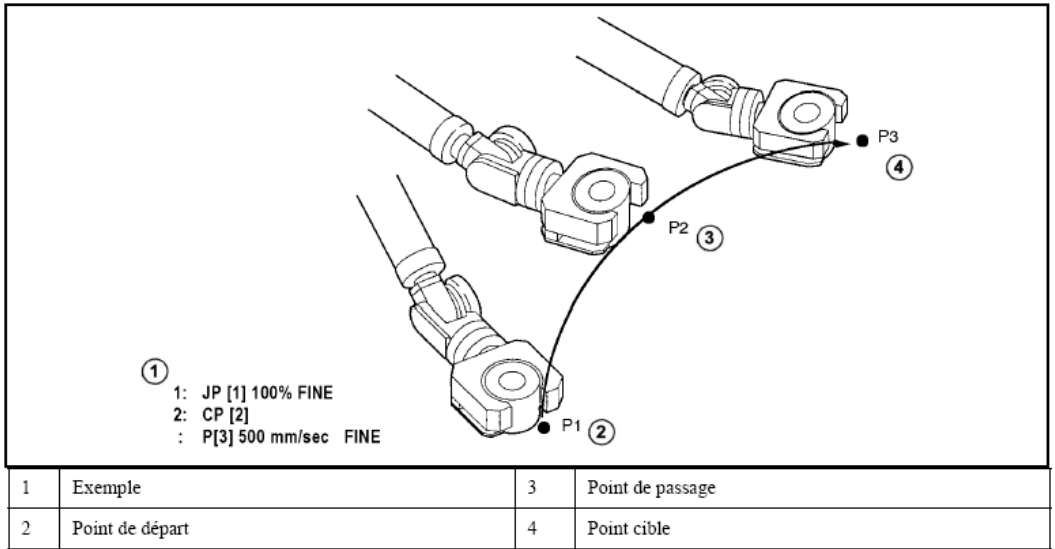


L'opération de rotation est un procédé de mouvement par lequel l'outil est tourné autour de la pointe du centre outil, depuis la position de départ à la position cible, en utilisant une opération linéaire. La vitesse est spécifiée en **deg/sec**. Le point est commandé **linéairement**.



➤ **Mouvement circulaire (C)**

Le mode de mouvement *Circulaire* contrôle la trajectoire du centre outil depuis le point de départ jusqu'au dernier point en passant par un point de passage intermédiaire. Le point de passage et le point cible sont indiqués dans une instruction. Pour la spécification de la vitesse circulaire, l'option désirée doit être choisie en **mm/sec**, **cm/min** ou **inch/min**.



**2.4.2 Données de position**

Il existe deux types d'enregistrement de position ② :

Commande de position P[n]	Registre de position PR[x]
<b>n</b> est le numéro de position. Une commande de position stocke l'information sur la position actuelle du bras du robot.	<b>x</b> est le numéro du registre de position. Un registre de position stocke l'information sur la position dans un emplacement de stockage séparé du programme.

L'information de position ③ décrit l'emplacement du centre outil, elle est effectuée par le biais de 7 composantes, comme indiqué ci-dessous :

$$P[n] = (X, Y, Z, W, P, R, config).$$

Les composants d'emplacement ou de localisation (**X, Y, Z**) décrivent l'emplacement tridimensionnel de la position. Les composants d'orientation (**W, P, R**) décrivent la rotation respectivement autour de X, Y, Z.

Le composant de configuration (**config**) décrit l'état des axes lorsque le robot arrive à la position de destination. L'orientation des axes du poignet à la position de destination reste la même mais l'orientation des autres axes peut changer.

### 2.4.3 Trajectoire de positionnement

La trajectoire de positionnement ⑤ définit la méthode avec laquelle le robot termine son mouvement dans une instruction. Deux sortes de positionnement de trajectoire sont possibles : **FINE** et **CNT**.

**Positionnement de trajectoire FINE JP[i] 50% FINE** : Lorsque le positionnement de trajectoire FINE est spécifié, le robot s'arrête à un point de destination avant de repartir jusqu'au point suivant.

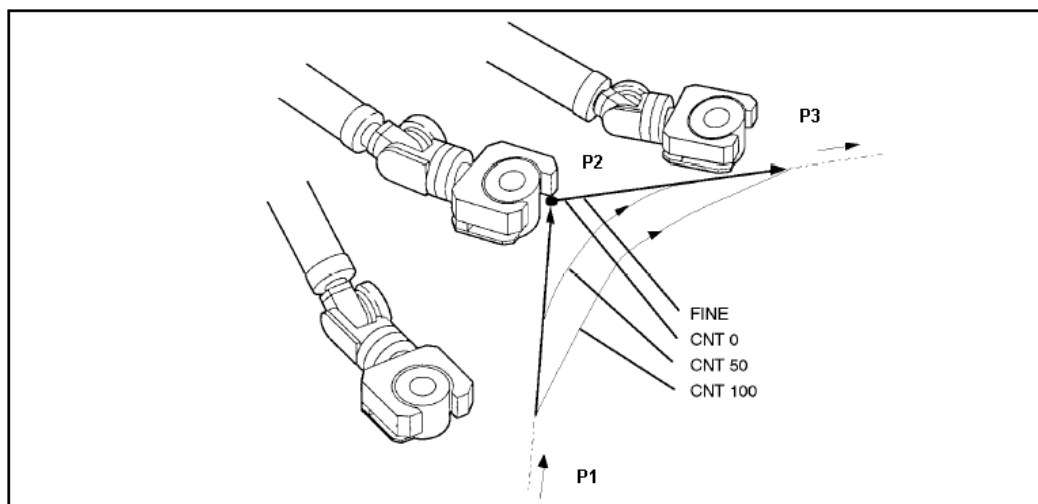
**Positionnement de trajectoire CNT JP[i] 50% CNT50** : Lorsque le positionnement de trajectoire CNT est spécifié, le robot s'approche du point de destination mais ne s'arrête pas et continue jusqu'au point suivant.

La proximité à laquelle le robot doit s'approcher du point de destination peut être définie en spécifiant une valeur de 0 à 100.

Sur CNT0, le robot est au plus près avec une décélération maximum.

Sur CNT100, le robot est au plus loin avec une décélération minimum.

Lorsqu'une instruction comme une **instruction d'attente** est apprise, le robot s'arrête **au point cible** pour exécuter cette instruction.







1	Point de départ P1	3	Point suivant P3
2	Point cible P2		



#### ➤ Exemple : Déplacement du robot ARC Mate sur une position souhaitée



Position :    X = 210.574            Y = 712.501            Z = 357.396  
                   W = 103.041            P = -60.693            R = 124.391  
                   J1 = 87.957            J2 = -23.175            J3 = -24.453  
                   J4 = -72.955            J5 = 44.234            J6 = 89.797


**NB** : yaW correspond à l'angle de lacet, Pitch à l'angle de tangage et Roll à l'angle de roulis.

Prendre la posture que vous souhaitez mémoriser. Appuyer sur la touche  - **POINT**.

Se déplacer dans le menu avec les touches  , appuyer sur la touche  pour sélectionner la commande voulue. Pour réaliser un mouvement simple, on choisit : **JP [..] 100% FINE**





Pour modifier les différentes caractéristiques, se déplacer sur la ligne de commande à l'aide des touches  .


Sélectionner **P [..]** et appuyer sur la touche  - **POSITION** pour entrer les coordonnées de la position désirée (appuyer sur la touche  - **REPRE** pour sélectionner le repère souhaité, soit le repère **USER** (X, Y, Z, W, P, R), soit le repère **JOINT** (J1, ..., J6)).

Appuyer sur la touche  - **DONE** pour enregistrer les coordonnées entrées.


**NB :** Voir le manuel (section 5-18) en ce qui concerne les modifications d'un programme (insérer, effacer, ...).

## 2.5 Entrées/Sorties





Appuyer sur la touche  pour accéder au menu des entrées/sorties et sélectionner **I/O** à l'aide des touches  , valider votre choix en appuyant sur la touche .

Appuyer sur la touche  - **TYPE** pour accéder aux différentes entrées/sorties.

**Exemple :** Accéder aux E/S du robot

Appuyer sur la touche  - **TYPE**, choisir **ROBOT** à l'aide des touches   et . Sur la page résultante, sont listées toutes les E/S automates du robot dans des registres de type **RO [..] = ...**, notamment l'ouverture et la fermeture de la pince.

**Pour insérer une E/S dans un programme :**

Lors de l'édition d'un programme (pour cela appuyer sur la touche **EDIT**), appuyer sur la touche  - **INST** (appuyer, si nécessaire, sur la touche **NEXT** pour accéder à **INST**), choisir **I/O** à l'aide des touches   et presser .

**Exemple :** Ouverture et fermeture de la pince

Choisir les registres **RO [..]=...**, entrer le numéro du registre (RO [1]) pour la pince.

Ouverture de la pince → RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF

Fermeture de la pince → RO [1 : FERMETURE PINCE] = ON

## 2.6 Structures algorithmiques de base









Instruction de branchement inconditionnel : **JMP LBL[x]**

Instruction de branchement conditionnel : **IF RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF ...**

Instructions WAIT : **WAIT ... (sec)**

**WAIT RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF**

## 2.7 *Sous-programme*

Pour faire appel au sous-programme **program**, insérer l'instruction **CALL program** en appuyant sur la touche  - **INST**, ensuite à l'aide des flèches  , choisir **CALL**. Sélectionner le sous-programme dans la liste donnée à l'aide des flèches   puis appuyer sur .

## 2.8 *Exemple de programme*

Déplacement de tubes de stylo

```
RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF
JPR [6 : depart] 100% FINE
JPR [7 : POS STYLO] 100% FINE
RO [1 : FERMETURE PINCE] = ON
JPR [8 : SOULEVE] 100% FINE
JPR [9 : TOURME] 100% FINE
JPR [10 : DEPLACE 1] 100% FINE
JPR [11 : DPELACE 2] 100% FINE
RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF
JPR [12] 100% FINE
JPR [13] 100% FINE
JPR [14] 100% FINE
RO [1 : FERMETURE PINCE] = ON
JPR [15] 100% FINE
JPR [16] 100% FINE
JPR [17] 100% FINE
JPR [18] 100% FINE
RO [1 : FERMETURE PINCE] = OFF
JPR [19] 100% FINE
CALL TP
END
```