

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI, TIZI-OUZOU**



**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

## **Mémoire de fin d'études**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme  
D'INGENIEUR D'ETAT EN ELECTRONIQUE  
Option : contrôle**

*Thème:*

*Etude et automatisation par automate programmable  
S7-200 d'une machine pour emboutissage à l'entreprise  
ENIEM*

Proposé par:  
**M<sup>r</sup> : M. CHALLAL**

Encadré par :  
**M<sup>me</sup> : N. DJOUAHER**

Etudié et réalisé par:  
**M<sup>elle</sup> : AIT OUMEGHAR Nabila**  
**M<sup>elle</sup> : BELBAL Tinhinene**

*Promotion 2011*

# Remerciements

*Nous tenons à remercier en premier lieu et avant Dieu, le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans de bonnes conditions.*

*Nous tenons à remercier notre Co-promoteur M<sup>f</sup> M. CHALLAL et notre promotrice M<sup>me</sup> N. DHOUAHER ainsi que M<sup>f</sup> M. CHARIF de nous avoir suivi, dirigé et soutenu tout au long de ce travail, leurs aides et leurs conseils nous ont été très précieux.*

*Nous remercierons les membres de jury d'avoir bien voulu examiner et juger ce travail.*

*Nous remercions tous nos enseignants du département électronique de l'UMMTO qui nous ont encadrés durant toute notre formation.*

*Nous remercions nos deux familles, ainsi que tous les amis pour leur soutien moral durant toute cette période.*

*Enfin, nous pensés à toute personne qui a contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce modeste travail.*

# Sommaire

Présentation de l'entreprise.....	1
Introduction générale .....	5
 <b>Chapitre I : Les systèmes automatisés industriels</b>	
<b>I- Préambule.....</b>	<b>7</b>
<b>II –Définition d'un système automatisé .....</b>	<b>7</b>
<b>III- Structure d'un système automatisé .....</b>	<b>7</b>
<b>III-1 Partie opérative (OP).....</b>	<b>8</b>
<b>III-1-1 Les prés actionneurs.....</b>	<b>8</b>
a) Les distributeur.....	8
b) Les contacteur.....	9
c) Les relais .....	9
d) Les électrovannes.....	9
<b>III-1-2 Les actionneurs.....</b>	<b>10</b>
a) Les moteurs.....	10
b) Les vérins.....	11
c) Les capteurs.....	13
<b>III-2 La partie commande (PC).....</b>	<b>14</b>
<b>III-2-1 Unité de traitement.....</b>	<b>15</b>
<b>IV- L'automate programmable.....</b>	<b>15</b>
<b>IV-1 Définition.....</b>	<b>15</b>
<b>IV- Structure interne.....</b>	<b>15</b>
<b>IV-2-1 L'unité centrale.....</b>	<b>16</b>
a) Le processus de communication.....	16
b) La mémoire .....	16
<b>IV-2-2 Bloc d'alimentation.....</b>	<b>17</b>
<b>IV-2-3 Les modules enfichables.....</b>	<b>17</b>
<b>IV-2-4 Les module d'entrées/sorties.....</b>	<b>17</b>
<b>IV-3 Types d'automate programmable.....</b>	<b>17</b>
<b>IV-4 Principe de fonctionnement .....</b>	<b>18</b>
<b>IV-5 Câblage des entrées sorties d'un automate .....</b>	<b>18</b>
<b>IV-6 Langage de programmation API.....</b>	<b>19</b>
<b>IV-7 Poste de contrôle .....</b>	<b>20</b>
<b>V- Conclusion.....</b>	<b>20</b>

## Chapitre II : Structure de la machine à emboutissage et son mode de fonctionnement

<b>I-Préambule</b> .....	22
<b>II-Description de l'emboutissage</b> .....	22
<b>II-1 Définition</b> .....	22
<b>II-2 Principe de fonctionnement</b> .....	22
<b>II-3 Etapes techniques de réalisation</b> .....	22
<b>III-Structure de la machine</b> .....	24
<b>III-1 Bloc auto-bras</b> .....	24
<b>III-1-1 partie fixe</b> .....	25
a) Les actionneurs.....	25
<b>III-1-2 Partie mobile</b> .....	25
a) Le chariot.....	25
b) Le magasin.....	26
c) La table de prés actionneur .....	26
d) L'auto-bras.....	26
<b>III-2 Bloc presse</b> .....	28
<b>III-2-1 Partie supérieure</b> .....	29
a) Groupe cylindre piston .....	29
b) Le réservoir d'huile hydraulique.....	29
c) Le coulisseau.....	29
d) Soupapes (vannes) oléo-dynamique de commande.....	31
e) Le serre tôle .....	31
<b>III-2-2 Partie inférieure</b> .....	31
a) La fosse de fondation de la presse .....	31
b) La table porte outils.....	32
<b>IV- Mode de fonctionnement</b> .....	32
<b>IV-1 La partie commande</b> .....	32
<b>IV-1-1 Poste opérateur</b> .....	32
a) Mode automatique.....	32
b) Mode semi automatique.....	33
c) Mode manuel.....	33
<b>IV-2 Partie opérative</b> .....	36
<b>IV-2-1 Description de cycle d'usinage</b> .....	36
<b>V- Cahier des charges</b> .....	37
<b>VI- Conclusion</b> .....	37

## Chapitre III : Amélioration et modélisation de la machine par GRAFCET

I- Préambule.....	38
II- Solutions proposées .....	38
II-1 Au niveau de la presse.....	38
II-2 Au niveau de poste de chargement.....	39
II-3 Au niveau de poste d'évacuation.....	39
III- Modélisation par GRAFCET.....	39
IV- Conclusion .....	40

## Chapitre IV : l'implémentation de la solution proposée dans un API S7-200

I- Préambule.....	41
II- Choix de l'automate programmable.....	41
III- Présentation de l'automate S7-200.....	41
IV- Caractéristiques de l'automate S7-200 .....	42
V- Composants principaux de l'automate programmable S7-200.....	43
V-1 la CPU S7-200.....	43
V-2 les modules d'extension .....	43
VI- Logiciel de programmation STEP7 Micro/Win.....	44
VI-1 Définition.....	44
VI-2 Organisation de programme de commande.....	44
VI-3 exemple de la programmation de la commande de la machine .....	46
VII- Simulation et teste du programme .....	47
VII-1 La Simulation avec le logiciel de simulation MFC S7-200.....	47
VII-2 Mise en marche de logiciel MFC S7-200.....	47
VIII- Conclusion.....	49
Conclusion générale.....	50

## Bibliographie

## Annexe

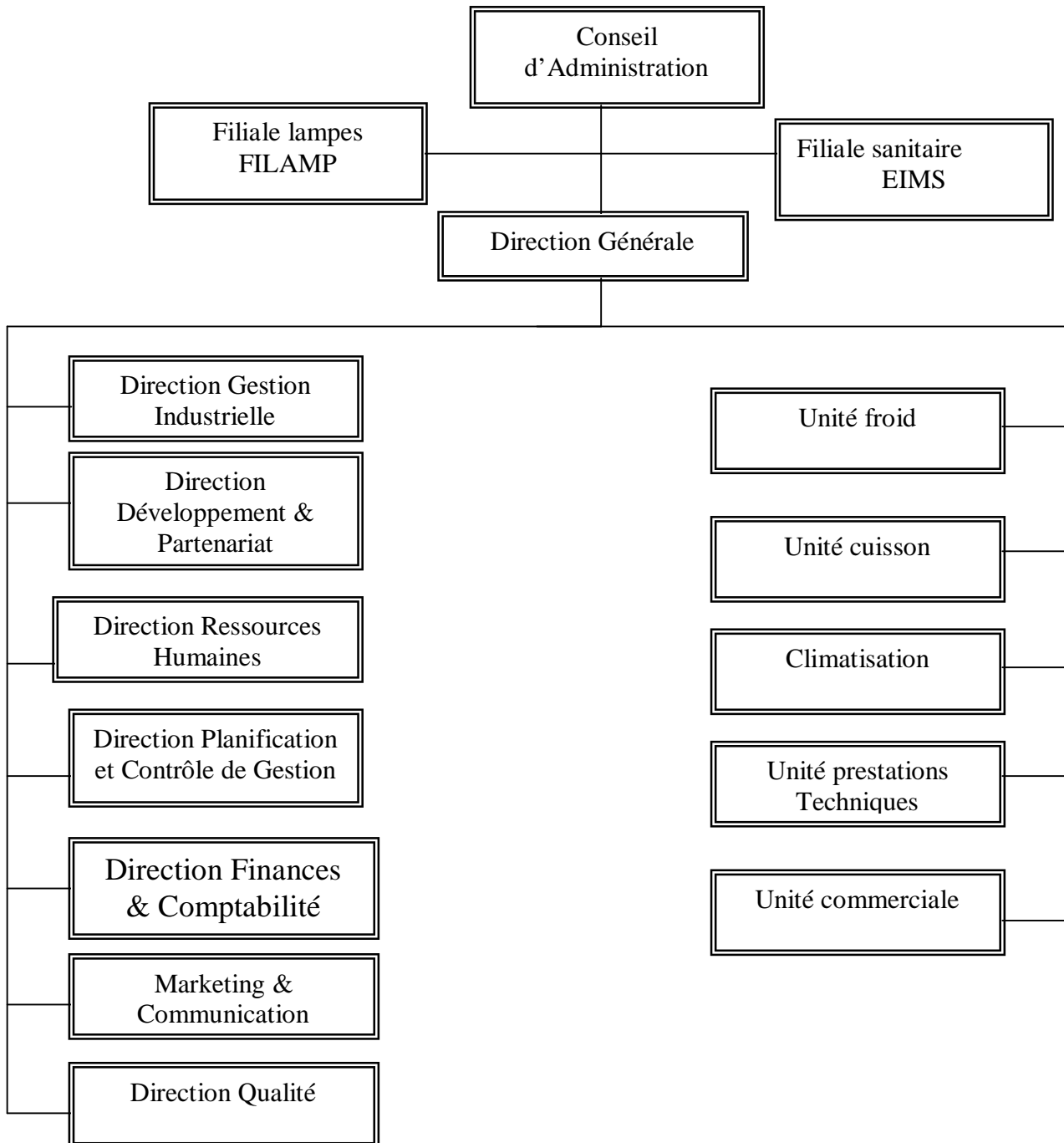
*Présentation de l'entreprise*  
***Présentation de l'entreprise***

## Présentation sommaire

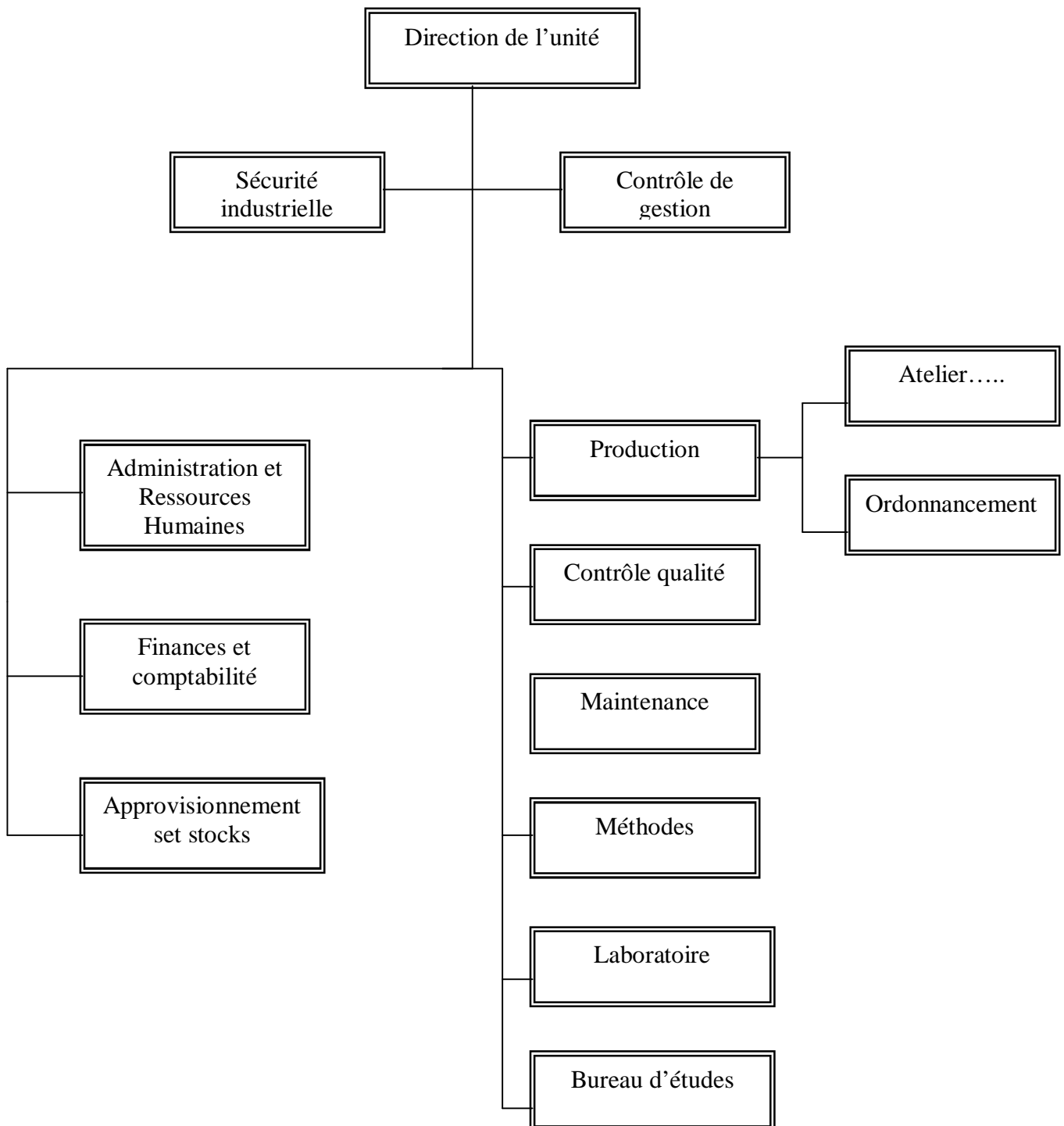
L'ENIEM est une entreprise de production d'appareils électroménagers issus de la restructuration de SONELEC et qui existe depuis 1974, ses usines sont situées dans la zone industrielle de Oued Aissi et son siège à Tizi-Ouzou.

### 1. Organisation générale

Organigramme de l'entreprise :



**3. Organisation type des unités de production**



## 4. Produits fabriqués

### 4.1. Produits froid

- Réfrigérateurs (10 modèles)
- Conservateurs vitrés (2 modèles)
- Congélateurs bahut (2 modèles)

### 4.2. Produits cuisson

- Cuisinière 4 feux (5 modèles)
- Cuisinière 5 feux (2 modèles)

### 4.3. Produits de climatisation et autres

- Climatiseurs split système ( de 9.000 à 24.000 BTU)
- Machine à laver 7 kg
- Chauffe-eau 10l
- Radiateur à gaz butane

## 5. Métier de l'ENIEM

L'Entreprise utilise plusieurs métiers technologiques pour la fabrication de ses produits notamment :

- **Transformation plastiques.**
  - Injection plastique ;
  - Injection polystyrène ;
  - Thermoformage de plaque ;
  - Plastification.
- **Transformation de tôles.**
  - Refendage ;
  - Découpage ; pliage ; emboutissage ...
- **Transformation de tubes et fils.**
  - Redressage et coupe ;
  - Pliage ; formage.
- **Soudage.**
  - Par points ;
  - Par induction ;
  - Brasage.
- **Traitements et revêtement de surfaces.**
  - Peinture électrostatique (liquide) ;
  - Emailage ;
  - Décapage, phosphatation ;
  - Zingage, chromage et nickelage.

- ***Moussage.***
  - Injection de polyuréthane.
  
- ***Contrôle qualité des produits.***
  - A la réception.
  - En cours de fabrication.
  
- ***Maintenance des équipements et moyens de production.***
  
- ***Production et distribution des utilités.***
  - Production et distribution d'eau chaude et surchauffée et d'air comprimé ;
  - Distribution de gaz (Cyclopentane, Azote, Argon.)
  
- ***Contrôle et analyse.***
  - Chimie ;
  - Métallurgie ;
  - Essais produits.
  
- ***Fabrication mécanique.***
  - Tournage, fraisage, rectification ;
  - Usinage par électroérosion ;
  
- ***Traitement thermique.***
- ***Fonctions de soutien technique.***
  - Etudes produits ;
  - Méthodes fabrication ;
  - Ordonnancement ;

*Introduction générale*  
***Introduction générale***

## **Introduction générale**

Afin de suivre la concurrence imposée par l'économie du marché, les entreprises doivent améliorer la qualité de leurs produits, la quantité et réduire les coûts de production. Pour cela les entreprises sont appelées à intégrer dans leurs chaînes de production des systèmes de commande adaptés tel que les automates programmables industriels.

L'E.N.I. E.M. (Entreprise Nationale des Industries de l'électroménager), est une entreprise publique économique issue de la restructuration organique de la SONELEC. Son siège social se situe au chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production Froid., cuisson, et climatisation sont implantées à la zone industrielle Aissat Idir d'Oued-Aissi.

Pour faire face à la rude concurrence des entreprises étrangères, l'ENIEM ne cesse d'améliorer ses différentes installations. C'est dans cette perspective que cette entreprise a signé de nombreux contrats de travail avec des firmes internationales portant sur l'amélioration de la qualité du produit et sur la formation d'une classe travailleuse qualifiée.

L'ENIEM est parmi les entreprises qui ont entamées le processus d'automatisation dans notre pays, en introduisant les automates programmables industriels (API) avec l'apport technologique et le savoir faire des firmes étrangères.

Dans ce contexte, le responsable du département maintenance de l'unité «cuisson» de l'ENIEM, nous a proposé l'adaptation d'un automate programmable de type SIEMENS S7-200, pour une machine à emboutissage.

Pour automatiser un système industriel on doit d'abord connaître toutes ses ambiguïtés et les exigences de son fonctionnement. Ensuite à l'aide des outils et des méthodes facilitant cette tâche, on entame une suite de procédures d'analyse, d'étude et d'essais. Cette démarche peut se résumer en deux phases. Une phase d'étude et une phase de réalisation et de mise en œuvre.

Le présent mémoire est subdivisé en quatre chapitres présentés comme suit :

- Ø Le premier chapitre comprend une vue globale sur les systèmes automatisés.
- Ø Le deuxième chapitre comporte une description générale de la machine, où sont présentées ses différentes parties constitutives.
- Ø Le troisième chapitre est consacré à l'amélioration et la modélisation de la machine en faisant appel à l'outil de modélisation qui est le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition).

- Ø Le quatrième chapitre est consacré à la programmation de la solution proposée à l'aide du logiciel STEP 7 Micro-Win et la simulation du programme avec le logiciel de simulation MFC S7\_200.
- Ø On terminera notre travail par une conclusion générale.

*Chapitre I:*  
**Chapitre I:**  
*Les systèmes automatisés*  
**Les systèmes automatisés**  
*industriels*  
**industriels**

**I-Préambule:**

Les systèmes techniques peuvent être de nature très diverse et différentes disciplines peuvent s'interpénétrer : l'automatique, l'informatique, la mécanique, l'électronique, l'électrotechnique.

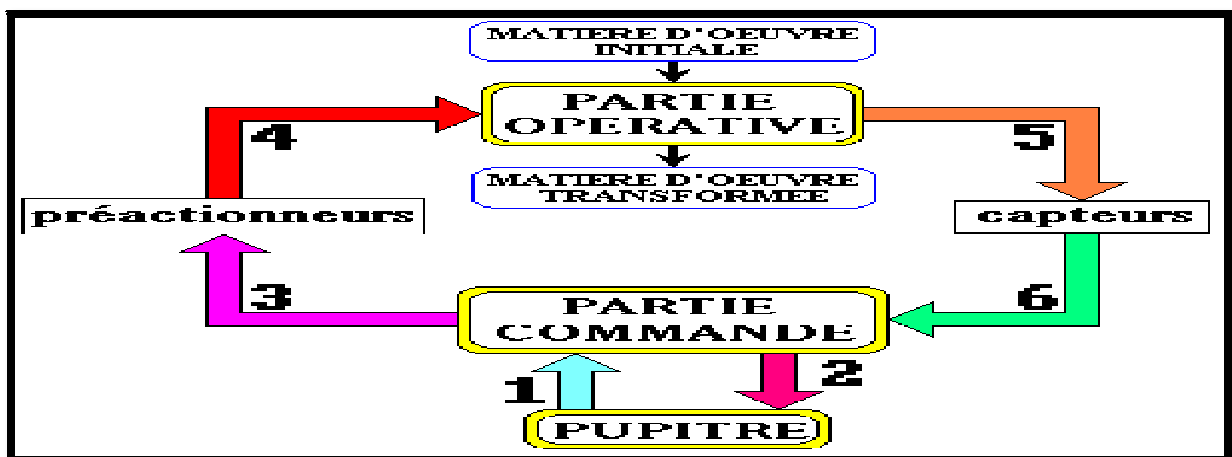
Plus le système est complexe, plus les disciplines concernées sont nombreuses. Nous nous intéresserons principalement aux systèmes automatisés dans lesquels tout ou une partie du savoir-faire est confié à une machine. Simples ou complexes, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien.

**II- Définition d'un système automatisé :** un système de production est dit automatisé s'il effectue toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur. C'est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

**III- Structure d'un système automatisé :**

La notion de système automatisé peut s'appliquer aussi bien à une machine isolée qu'à une unité de production, voire même à une usine ou un groupe d'usines. Il est donc indispensable, avant toute analyse, de définir la frontière permettant d'isoler le système automatisé étudié de son milieu extérieur.

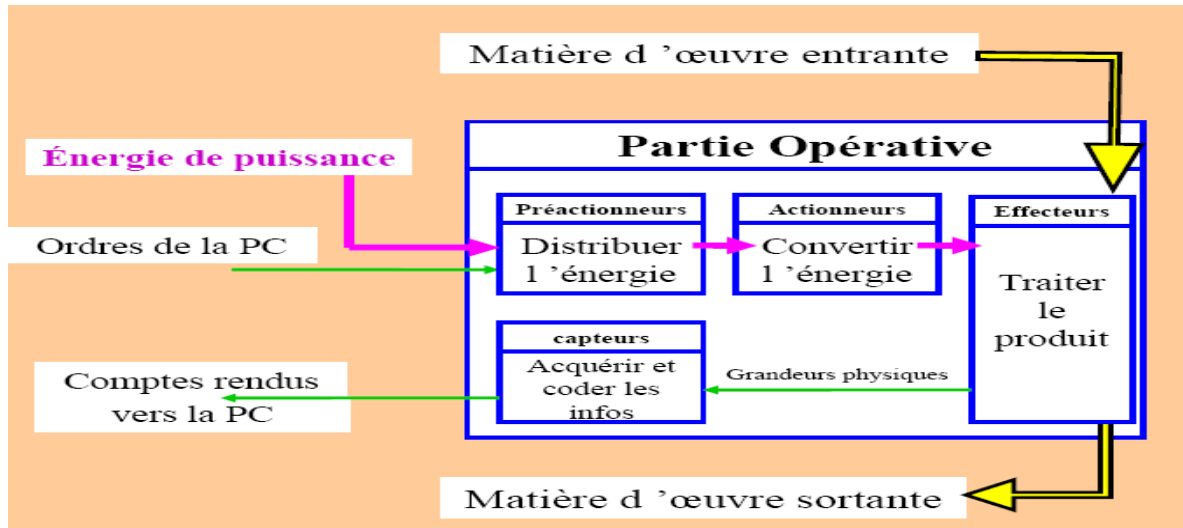
On peut décomposer fonctionnellement un système automatisé de production en trois parties comme l'indique la figure 1.



**Figure 1 : Structure d'un système automatisé**

**III-1 Partie opérative (P.O) :**

Appelée aussi partie puissance ; est le processus physique à automatiser, elle est le siège des conversions énergétiques, reçoit les ordres de la partie commande et lui adresse des comptes rendus. Cette partie se compose d'un ensemble d'éléments qui sont : l'unité de production, qui a pour fonction de réaliser la fabrication ou la transformation dans le processus industriel, des pré- actionneurs des actionneurs, des effecteurs et capteurs, comme l'indique la figure 2.



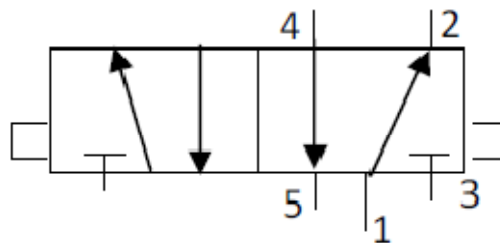
**Figure 2 : partie opérative**

**III-1-1 Les pré actionneurs :**

Un pré-actionneur est une interface de puissance entre la partie commande et la partie opérative, son rôle est la gestion de l'énergie de commande d'un actionneur auquel il est associé, on citera le distributeur, le contacteur, le relais et L'électrovanne.

**a- Le distributeur :**

Sa fonction est de commander le départ, l'arrêt, la direction d'un débit et la réception d'un signal de commande qui peut être électrique ou pneumatique ou encore hydraulique. Pour caractériser un distributeur, il faut définir le nombre de voies ou d'orifices ainsi que le nombre de positions. Dans notre machine on à des distributeurs 5/2 (5orifices et 2 positions) dont La représentation schématique est indiquée par la figure 3.

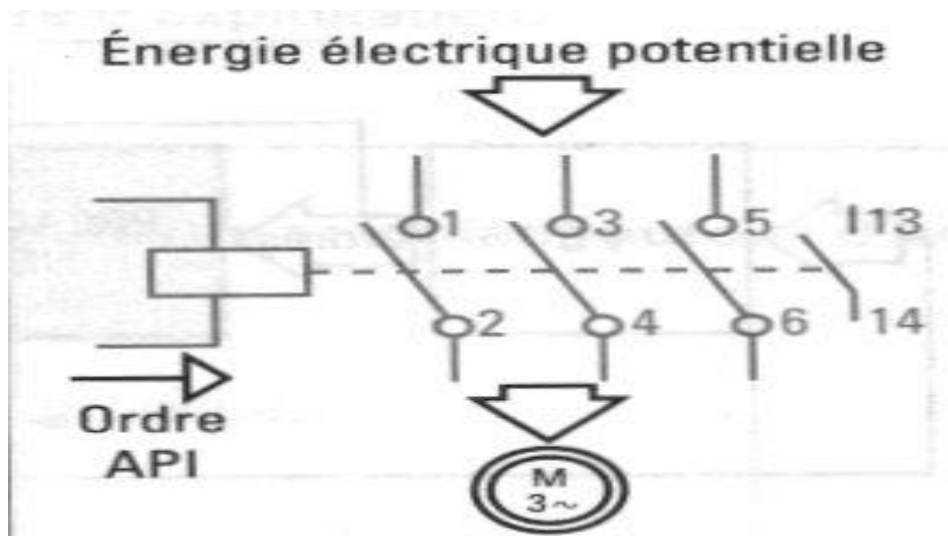


**Figure 3 : représentation schématique d'un distributeur 5/2**

**b- Le contacteur :**

Un contacteur est un appareil mécanique de connexion, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service.

Le contacteur de puissance est utilisé pour la commande de moteurs, de résistances de chauffages, de circuits de puissance en général. Sa représentation schématisée est indiquée en figure 4.



**Figure 4 : Entrées/sorties d'un contacteur.**

**c- Les relais :**

Les relais sont des interrupteurs qui sont commandés par un électro-aimant, c'est-à-dire, une bobine de fils qui produit, comme un aimant, un champ magnétique lorsqu'elle est traversée par un courant. Ils sont constitués d'une bobine alimentée par le circuit de commande, dont le noyau mobile ou la palette provoque la commutation de contacts pouvant être placés dans un circuit de puissance. Les relais possèdent un contacte auxiliaire qui permet de maintenir l'état excité même si la cause de son excitation initiale disparaît, pour le désactiver il faut un autre signal.

**d- Les électrovannes :**

C'est des dispositifs commandés électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. Les électrovannes sont caractérisées par :

- ü Le nombre des orifices (2, 3, 4, 5).

ü Le nombre de mode de distribution ou position (2 ou 3).

ü Le type de commande assurant le changement de position, simple pilotage avec rappel par ressort ou double pilotage.

Il existe deux types d'électrovannes :

«**TOR** » et « **proportionnelle** »

-Les "TOR " sont soit ouvertes soit fermées.

- Les électrovannes proportionnelles sont plus ou moins passantes en fonction de la tension qu'on leurs applique.

### **III-1-2 Les actionneurs :**

un actionneur est l'organe de la partie opérative qui, recevant un ordre de la partie commande via un éventuel pré-actionneur, convertit l'énergie(pneumatique, hydraulique ou électrique) qui lui est fournie en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées d'un système automatisé, on citera les moteurs et les vérins.

#### **a- Les Moteurs :**

Les moteurs sont des dispositifs transformant une énergie non mécanique (éolienne, chimique, électrique et thermique) en une énergie mécanique ou travail.

C'est une machine transformatrice d'énergie calorifique à une énergie mécanique, la majorité des moteurs fournissent l'énergie par la rotation d'un axe. De ce fait, ils fournissent un travail sous forme de couple. La vitesse de rotation des moteurs est souvent exprimée en tours par minute (tr/min).On citera les moteurs électriques.

#### **Ø Les moteurs électriques :**

Les moteurs électriques sont des machines destinées à transformer une énergie électrique en énergie mécanique. Plusieurs types de moteurs électriques existent. Parmi ces moteurs on citera le moteur asynchrone triphasé utilisé dans notre machine.

#### **ü Le moteur asynchrone triphasé :**

Le moteur asynchrone c'est un moteur qui fonctionne avec une tension alternative triphasée, c'est le plus utilisé dans toutes les applications industrielles ou domestiques de l'électricité, du

fait de sa facilité d'installation, de son bon rendement et de son excellente fiabilité, permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique, comme l'indique la figure 5.



**Figure 5 : moteur asynchrone triphasé**

### **b- Les vérins :**

Un vérin est un actionneur utilisant de l'énergie pneumatique ou hydraulique pour produire un déplacement linéaire ou rotatif. On citera le vérin pneumatique et hydraulique.

#### **Ø Le vérin pneumatique :**

Un vérin pneumatique est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique.

Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre, est utilisé dans toutes les industries manufacturières. On distingue deux types de vérins :

#### **ü A simple effet :**

Un vérin simple effet ne travaille que dans un sens. L'arrivée de la pression ne se fait que sur un seul orifice d'alimentation ce qui entraîne le piston dans un seul sens et son retour s'effectuant sous l'action d'un ressort.

#### **ü A Double effet :**

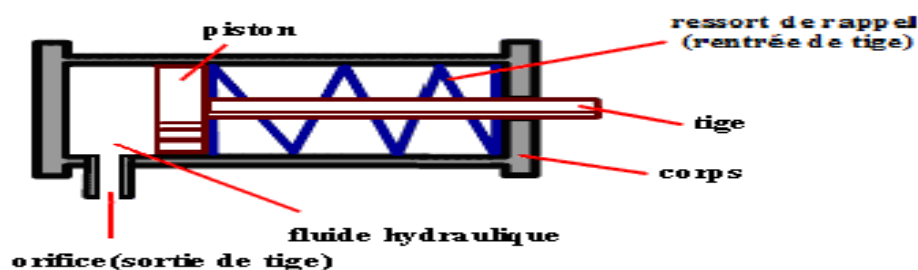
Un vérin double effet a deux directions de travail. Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

### Ø Le vérin hydraulique :

Le vérin hydraulique est utilisé avec de l'huile sous pression jusqu'à 350 bars dans un usage courant. Plus coûteux il est utilisé pour les efforts les plus importants et les vitesses les plus précises. On distingue deux types :

#### ü A simple effet :

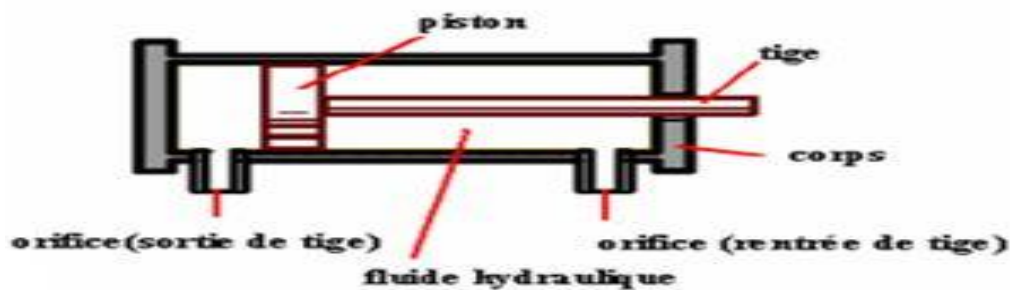
un vérin à simple effet ne travaille que dans un sens (en tirant ou en poussant), ce qui veut dire que le fluide hydraulique n'agit que dans un sens et le retour se fait généralement soit par un ressort ou soit par charge, comme l'indique la figure 6.



**Figure 6 : schéma d'un vérin hydraulique à simple effet**

#### ü A double effet :

Un vérin à double effet est un vérin qui travaille dans les deux sens (en poussant et en tirant), c'est-à-dire le fluide hydraulique est envoyé sous pression de part et d'autre du piston en fonction du travail voulu (sortie-entrée de tige), comme l'indique la figure 7.



**figure 7 : schéma d'un vérin hydraulique à double effet**

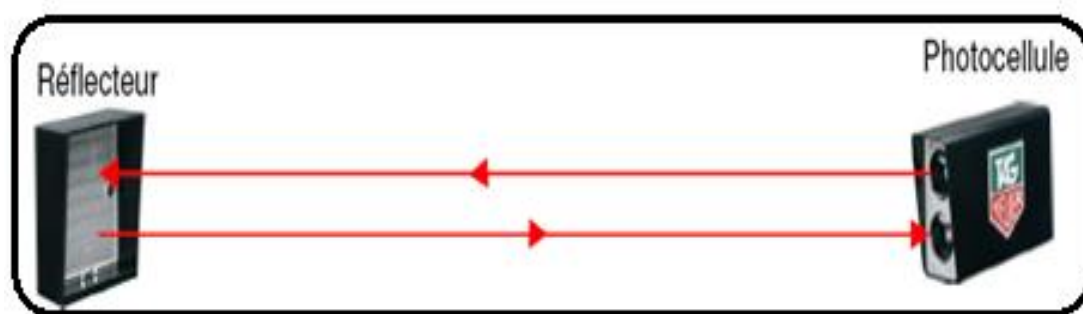
### c- Les capteurs

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Ils prélevent une information (position, vitesse, pression...) et aussi sur le comportement de la partie opérative, sur la transformation d'une information exploitable par la partie commande qui traite des variables logiques ou numériques. Les capteurs sont placés à la frontière entre la partie opérative et la partie commande ; et ainsi ils détectent la position ou la présence des différents mobiles, pièces et transmettent ces informations à la partie commande. On citera les fins de course mécanique et les photocellules.

Ø **Un capteur fin de course:** est un capteur de position, de contacts. Il peut être équipé d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien (0 ou 1).

Ø **Un capteur photocellule :** La photocellule est un dispositif électronique qui utilise la technologie des rayons infrarouge actifs modulés ; Elle permet par interruption de faisceau infrarouge d'activer un contact (relais), et se différencie par sa dimension, la portée du rayon utile.

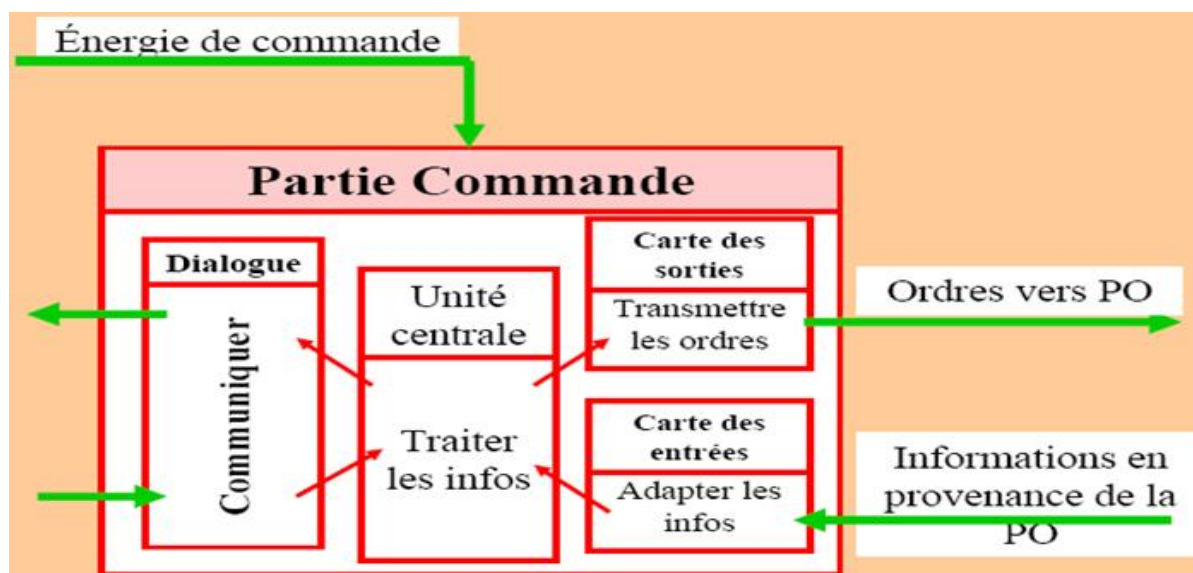
Barrière lumineuse dotée d'un émetteur et d'un récepteur avec une alimentation interne ou externe. La détection se fait lorsque la cible traverse et pénètre dans le faisceau lumineux émis par l'émetteur et modifie la lumière reçue par le récepteur pour avoir à la sortie un changement, comme l'indique la figure 8.



**Figure 8 : capteur photocellule**

**III-2 La partie commande (P.C) :** la partie commande d'un automatisme est le centre de décision. Il donne des ordres à la partie opérative et reçoit ses comptes rendus. La partie commande peut être mécanique, électronique ou autre. Sur de gros systèmes, elle peut se

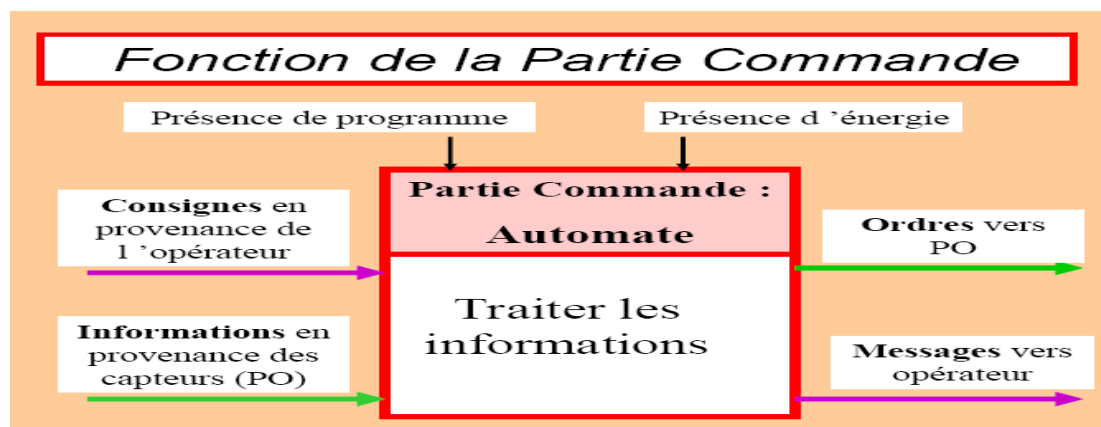
composer de trois parties : un ordinateur, un logiciel et une interface, comme l'indique la figure 9.



**Figure 9 : la partie commande**

Le rôle de cette partie comme l'indique la figure 10 est :

- D'émettre les ordres de fonctionnement de la partie opérative, ces ordres sont transmis aux pré-actionneurs.
- De recevoir les informations transmises par les capteurs relatives à la situation de la partie opérative.
- De recevoir les consignes de fonctionnement en provenance du pupitre.
- D'émettre les signaux de signalisation.
- D'assurer le traitement des informations suivant une logique donnée (programme) afin d'élaborer des ordres.



**Figure 10 : fonction de la partie commande**

### **III-2-1 Unité de traitement:**

Elle peut être réalisée en logique câblée (pneumatique ou électrique), par un séquenceur, ou par automate programmable.

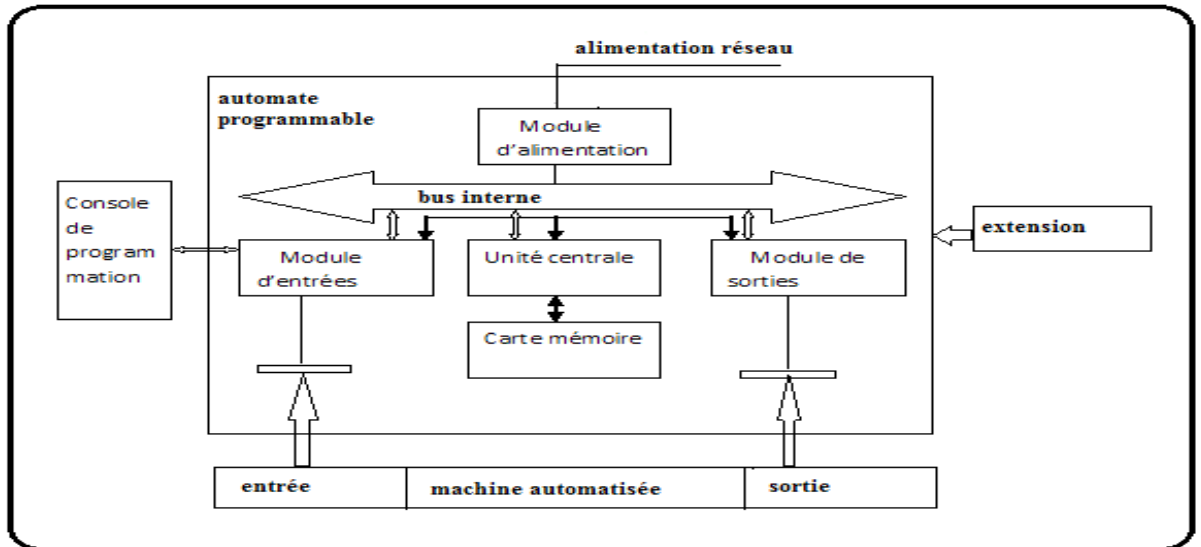
### **IV- L'automate programmable :**

#### **IV-1 Définition :**

On nomme automate programmable industriel API (en anglais « programmable logic Controller » PLC) ; un dispositif électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, c'est un système de traitement logique d'informations dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction du processus à réaliser.

#### **IV-2 Structure interne :**

La structure d'un automate programmable (AP), ressemble à celle d'un micro-ordinateur comme le montre la figure 11.



**Figure11 : structure interne d'un automate programmable**

L'automate comporte principalement les parties suivantes :

- L'unité centrale ;
- Bloc d'alimentation ;
- Les modules d'entrées / sorties ;
- Des modules enfichables ajoutés en guise de périphérie .Ces parties sont reliées entre elles par un bus ;

#### **IV-2-1 L'unité centrale (UC) :**

C'est l'ensemble des dispositifs nécessaires au fonctionnement logique interne de l'API, elle comprend ce qui suit :

##### **a- Le processeur de communication :**

C'est la partie intelligente de l'UC, appelé l'unité de traitement(UT).Il est chargé d'assurer le contrôle de l'ensemble de la machine et d'effectuer le traitement demandé par l'instruction du programme. Il comprend différents registres :

- ü Registre interne ;
- ü Compteur ordinal (pointeur) ;
- ü Registre d'adresse (adresse opérande) ;
- ü Registre accumulateur ;

##### **b- La mémoire :**

Elle est conçue en vue de stocker toutes les informations du système ; elle dialogue d'une part avec le processeur et de d'autre part avec les organes d'entrées/sorties.

**IV-2-2 bloc d'alimentation :**

Il permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement, à partir d'une alimentation en 220 volts alternatifs. Ce bloc délivre les tensions dont l'automate à besoin : 24 ou 12 ou 5 volts.

**IV-2-3 Les modules enfichables :**

Le raccordement d'autres modules à l'automate est prévu pour l'obtention des fonctions supplémentaires ; ces modules sont :

- Les cartes mémoires ;
- Les coupleurs : ce sont des cartes électriques qui assurent la communication et l'échange d'information entre une unité centrale (UC) et :
  - ü Les modules d'entrées / sorties par l'intermédiaire d'un bus interne.
  - ü Les périphériques de l'automate (console, imprimante, micro ordinateur) par un bus externe.
- Les cartes d'entrées / sorties ;
- Les consoles de programmation ;

**IV-2-4 Les modules d'entrées/sorties :**

- ü les modules d'entrées (TOR) : un module d'entrée doit permettre à l'unité centrale de l'automate d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs qui lui sont associés (module 4, 8,16 ou 32 entrée).A chaque entrée, correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire. Une diode électro lumineuse (LED) située sur la carte donne l'état de chaque entrée.
- ü Les modules de sorties (TOR) :  
Un module de sortie permet à l'API d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance (état logique-signal électrique) et délivre l'information de l'automate vers le processus.  
L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente (LED).
- ü Les modules (d'entrées/sorties) analogiques : auquel on n'aura pas à faire dans notre programme.

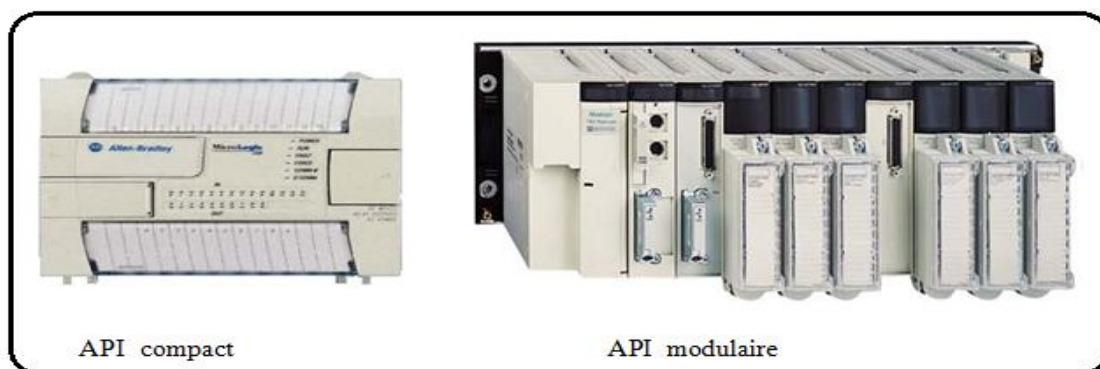
**IV-3 Type d'automate programmable :**

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- Ø **Les automates monobloc (compact):** se caractérisent par une réalisation compacte, c'est à dire un boîtier reliant tous les éléments constituant : alimentation, interfaces d'entrée/sortie. Le nombre des entrées/sorties étant fixe, il faut choisir l'automate selon l'application concrète (nombre et type d'entrées/sorties, complexité du

programme préconise), les changements ultérieurs dans la conception de l'installation pouvant rendre inutilisable l'automate choisie initialement.

Ø **Les automates modulaires** : se caractérisent par une famille des modules pour un type d'automate, l'utilisateur n'ayant qu'à choisir les modules qui en étant rattachés ensemble peuvent satisfaire les demandes de l'application préconisée. Les changements ultérieurs dans la structure et la complexité de l'installation ne présentent aucun problème pour ce type d'automate. Si besoin, on peut ajouter des modules à la structure initiale d'une telle manière que les demandes soient satisfaites. Le nombre total des entrées/sorties peut arriver pour ces types d'automates à quelques centaines ou même milliers.



**Figure 12 : différents types d'API**

#### **IV-4 Principe de fonctionnement :**

Le traitement a lieu en quatre phases :

- Ü Phase 1 : Gestion du système
- Ü Phase 2 : Acquisition des entrées
- Ü Phase 3 : Traitement des données
- Ü Phase 4 : Emissions des ordres

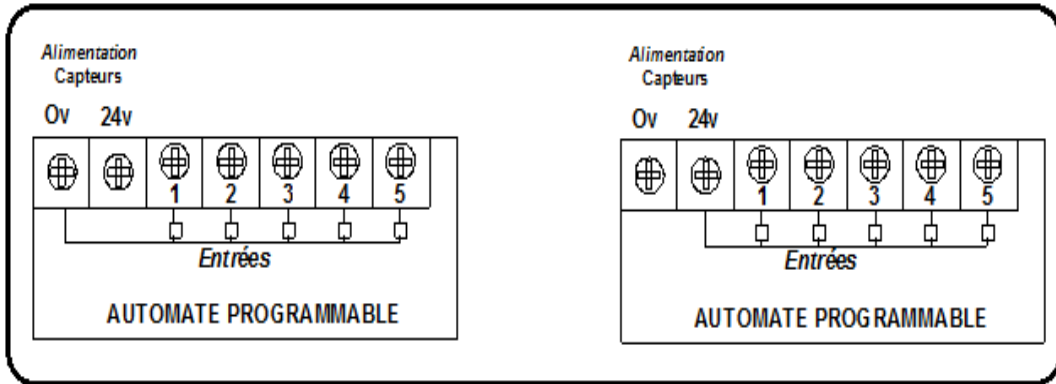
#### **IV-5 Câblage des entrées / sorties d'un automate :**

##### Ø **Alimentation de l'automate**

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 220V ; 50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V ...).

##### Ü **Alimentation des entrées de l'automate :**

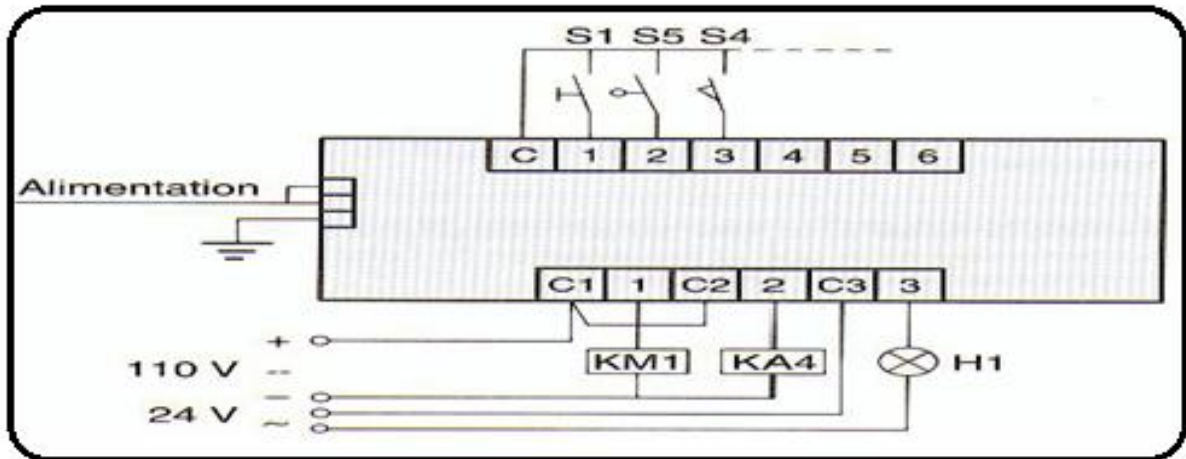
L'automate est pourvu généralement d'une alimentation pour les capteurs/détecteurs (attention au type de logique utilisée : logique positive ou négative), comme l'indique la figure 13.



**Figure 13 : alimentation d'un API**

**Ü Alimentation des sorties de l'automate :**

Les interfaces de sorties permettent d'alimenter les divers pré-actionneurs. Il est souhaitable d'équiper chaque pré-actionneur à base de relais de circuits RC, comme c'est indiqué dans la figure 14.



**Figure 14 : raccordement d'un API**

**IV-6 Langage de programmation des API :**

Il existe six langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial, Chaque automate se programmant via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

- Ø Liste d'instructions (IL : Instruction List) :
- Ø Langage littéral structuré (ST : Structured Text)
- Ø Langage à contacts (LD : Ladder diagram)

- Ø Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram)
- Ø GRAFCET
- Ø Logigramme

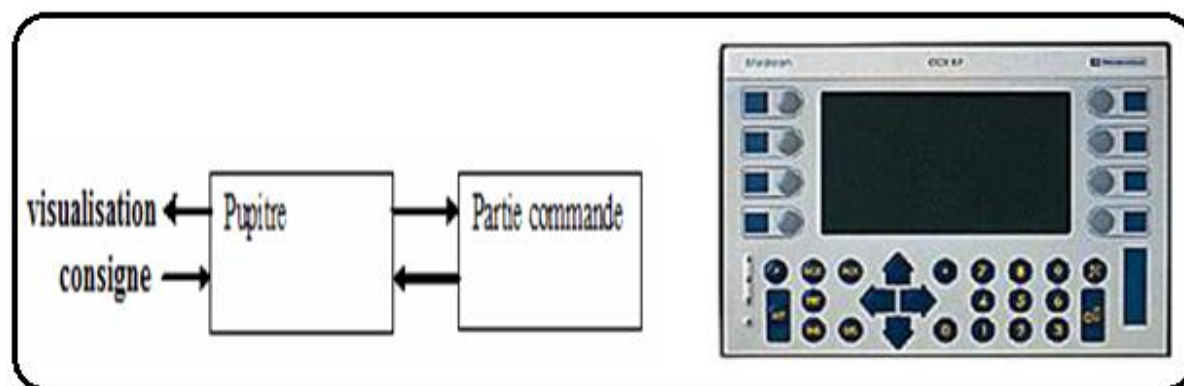
#### **IV-7 Poste de contrôle:**

Le dialogue homme / machine est la fonction privilégiée par laquelle un opérateur peut à la fois surveiller et conduire un système automatisé.

Un système automatisé a pour vocation de fonctionner sans intervention humaine. Cependant à différents moments de son fonctionnement, il doit pouvoir échanger des informations avec son utilisateur. Ces informations sont bidirectionnelles. On citera le pupitre de commande.

#### **Ø Le pupitre de commande :**

Le pupitre de commande industriel est un terminal de dialogue et d'exploitation. Il offre des services performants d'affichage, de saisie de paramétrage, de commande pour la conduite de la machine, mais aussi de gestion de défauts, d'historiques sur les pièces et les défauts, comme l'indique la figure 15.



**Figure 15 : pupitre de commande industriel**

#### **V- Discussion :**

Dans ce premier chapitre, nous avons évoqué l'importance de l'automatisation des systèmes de production et l'apport de l'introduction des API dans l'industrie moderne, qui ont largement facilité le pilotage des SPA conformément à un programme placé dans leur mémoire.

Dans le chapitre suivant nous allons mener une étude approfondie sur la machine pour emboutissage installée dans l'unité cuisson de l'ENIEM ; pour comprendre plus précisément le fonctionnement automatique du processus c'est-à-dire l'interaction entre la

partie commande et la partie opérative, afin de développer une solution de conduite programmable.

*Chapitre II:*  
**Chapitre II:**  
*Structure*  
**Structure**  
*de la machine*  
**de la machine**  
*pour emboutissage*  
**pour emboutissage**  
*et son mode*  
**et son mode**  
*de fonctionnement*  
**de fonctionnement**

**I- Préambule :**

Le travail proposé dans ce mémoire consiste à l'automatisation d'une machine utilisée pour l'emboutissage des pièces des cuisinières, qui occupe une place très importante dans l'unité cuisson, car avec la mise en service de cette grande machine en 1991 l'emboutissage des pièces a bénéficié de plusieurs améliorations, en qualité et en quantité de produit final.

Avant de procéder à l'amélioration de la machine, nous allons dans ce chapitre, étudier le fonctionnement actuel de cette dernière ; cela implique d'associer étroitement l'observation, l'analyse fonctionnelle et la prise en compte des facteurs influents sur le fonctionnement de la machine afin de pouvoir développer des solutions et des améliorations aux problèmes.

**II- Description de l'emboutissage :****II-1 Définition :**

Les techniques de transformations de tôles sont très variées. L'emboutissage est l'un des plus importants procédés de fabrication permettant d'obtenir à partir d'une feuille de tôle plane et mince une pièce non développable généralement de forme relativement complexe. Pratiqué sur presses hydrauliques simple ou double effet, le formage de fonds de réservoir en acier est l'application la plus répandue de l'emboutissage. La production de l'emboutissage à chaud est moins rapide que l'emboutissage à froid à cause du temps de chauffage.

Les pièces produites sont de qualité plus modeste tant au niveau de l'état de surface que de dimensions.

**II-2 Principe de fonctionnement :**

Le principe est fondé sur la déformation plastique du matériau, déformation consistant en un allongement ou un rétreint local de la tôle pour former la pièce commandée (Rétreint: Diminution de volume d'un matériau). Par suite de la conservation globale (au moins approximative) du volume du matériau lors de l'emboutissage, les zones d'étirement subissent un amincissement (qui doit rester limité pour éviter la rupture) et les zones de rétreint (compression) subissent une combinaison d'épaississement et de plissement : on cherche en général à éviter ce dernier effet de l'emboutissage. On essaie de le déplacer dans des parties de tôle qui seront supprimées dans la suite du processus de fabrication.

**II-3 Etapes techniques de réalisation :**

Pour la description du principe de fonctionnement nous montons le moule sous la presse suivant le schéma de la figure 1 et nous décrivons un cycle d'emboutissage.

Le moule se compose de trois parties : matrice ; bague serre-tôle et poinçon.

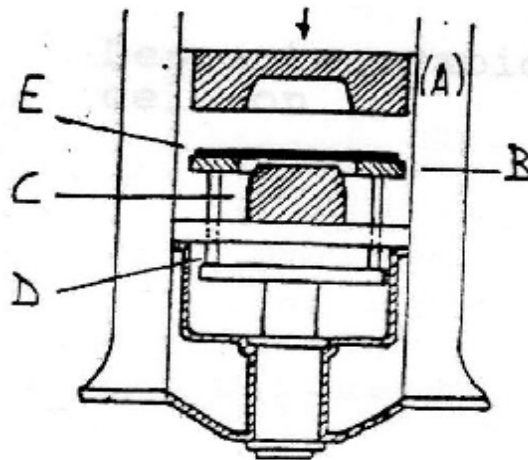
La matrice (A) doit être fixée au coulisseau de la presse : le poinçon(C) à la table fixe.

La bague serre-tôle (B) vient à être connectée au moyen des colonnes (D) au groupe des cylindres du serre-tôle.

Nous plaçons la plaque de tôle (E) dans le moule ouvert et nous commandons la descente du coulisseau ainsi on aura un abaissement rapide, frein, fermeture moule et début de l'emboutissage.

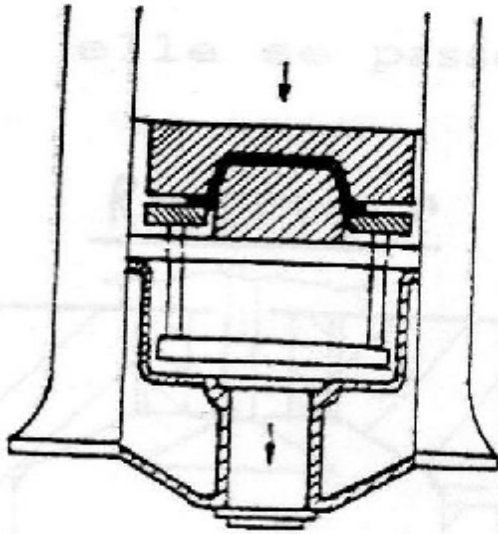
En même temps les colonnes du serre-tôle poussent les cylindres inférieurs qui en provoquant une réaction de régulation serrent la feuille de tôle entre la matrice (A) et la bague(B).

Durant toute la phase d'emboutissage la tôle est retenue entre A et B avec force qui est réglable en fonction de la profondeur d'emboutissage requise.

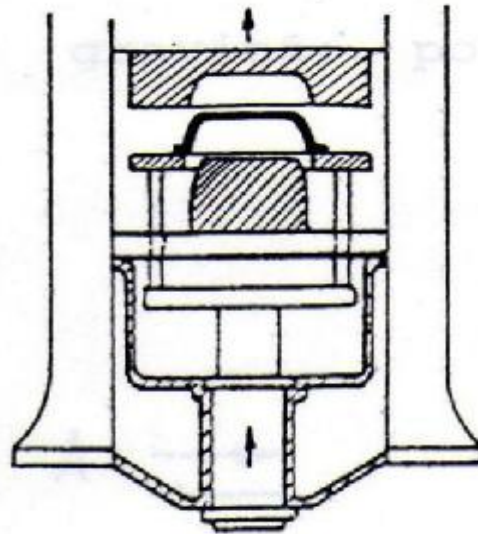


**Figure 1 : début de l'emboutissage**

A la fin d'emboutissage comme le montre la figure 2 ; la presse s'ouvre jusqu'à sa fin de course supérieure et le serre-tôle suit le mouvement du coulisseau de la presse et agit pour l'extraction de la pièce du poinçon comme l'indique la figure 3.



**Figure 2 : fin de l'emboutissage**



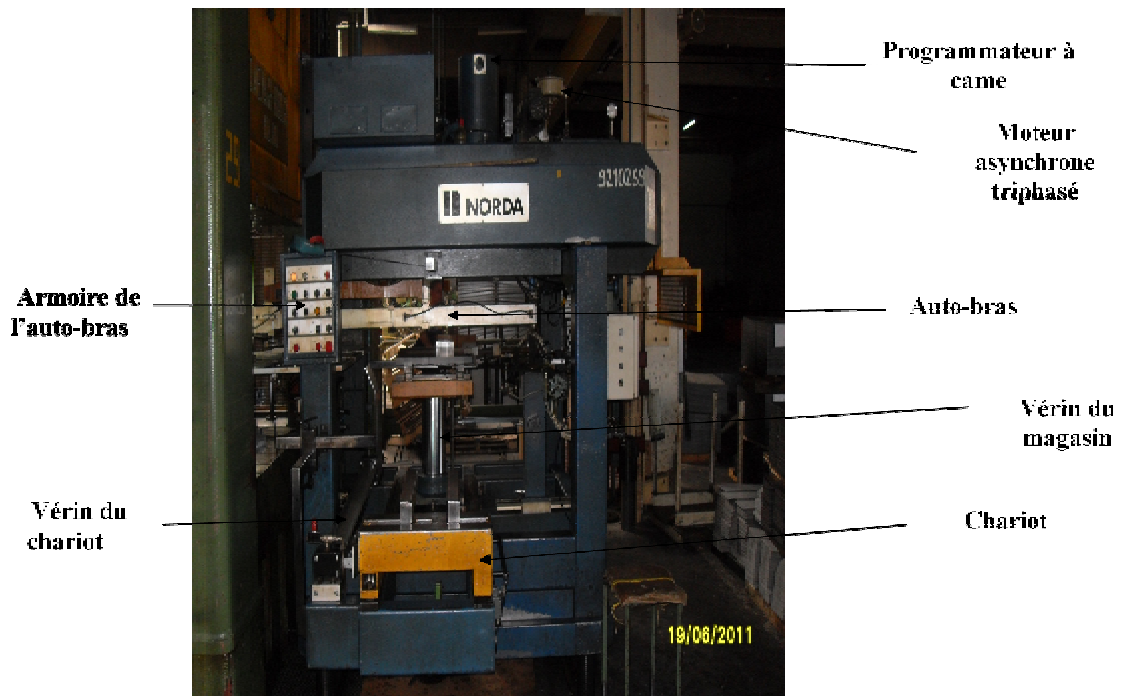
**Figure 3 : extraction de la pièce**

### **III- Structure de la machine :**

La machine oléo dynamique pour emboutissage est composée de deux systèmes semi-automatique (auto-bras / presse) la synchronisation de ces deux derniers forme une machine automatique.

#### **III-1 Bloc auto-bras :**

Comporte la partie fixe et la partie mobile, comme l'indique la figure 4.



**Figure 4 : le bloc de l'auto-bras**

**III-1-1 Partie fixe**

Cette partie est représentée par le bâti de l'auto-bras qui est un bloc métallique constitué des éléments suivant :

**a-Actionneurs :****Ø Le moteur de translation de l'auto-bras :**

C'est un moteur triphasé asynchrone utilisé pour le freinage mécanique de l'auto-bras muni d'un réducteur, son freinage est effectué par un électro-frein.

**Ø Le Programmeur à came :**

Le programmeur à cames de notre machine se déclenche lorsque le fin de course vérin de poste d'évacuation complètement sorti est actionné.

On aura ainsi les opérations suivantes :

- Û Descente de l'auto-bras
- Û Contrôle d'épaisseur
- Û Aspiration de la tôle par des ventouses
- Û Montée de l'auto-bras
- Û Avancement longitudinal
- Û Relâchement
- Û Retour du vérin de poste d'évacuation après l'évacuation de la tôle au prochain poste.
- Û Retour du système auto-bras à sa position initiale.

**II-1-2 Partie mobile :**

Cette partie est constituée des éléments suivants :

**a- Le chariot (chargeur)** : d'une structure en acier ; c'est un dispositif qui a pour tâche d'alimenter en tôles d'acier la presse pour emboutissage ; formé de quatre tiges ,deux inférieures et deux supérieures qui présentent un support pour la tôle sur lequel l'opérateur dépose le paquet de tôles ; il se déplace longitudinalement sur des rails grâce à l'effort d'un vérin hydraulique et cela pour transporter le paquet de tôles jusqu'au magasin ; équipé aussi de deux fins de course mécanique installés aux deux extrémités des rails, comme l'indique la figure 5.

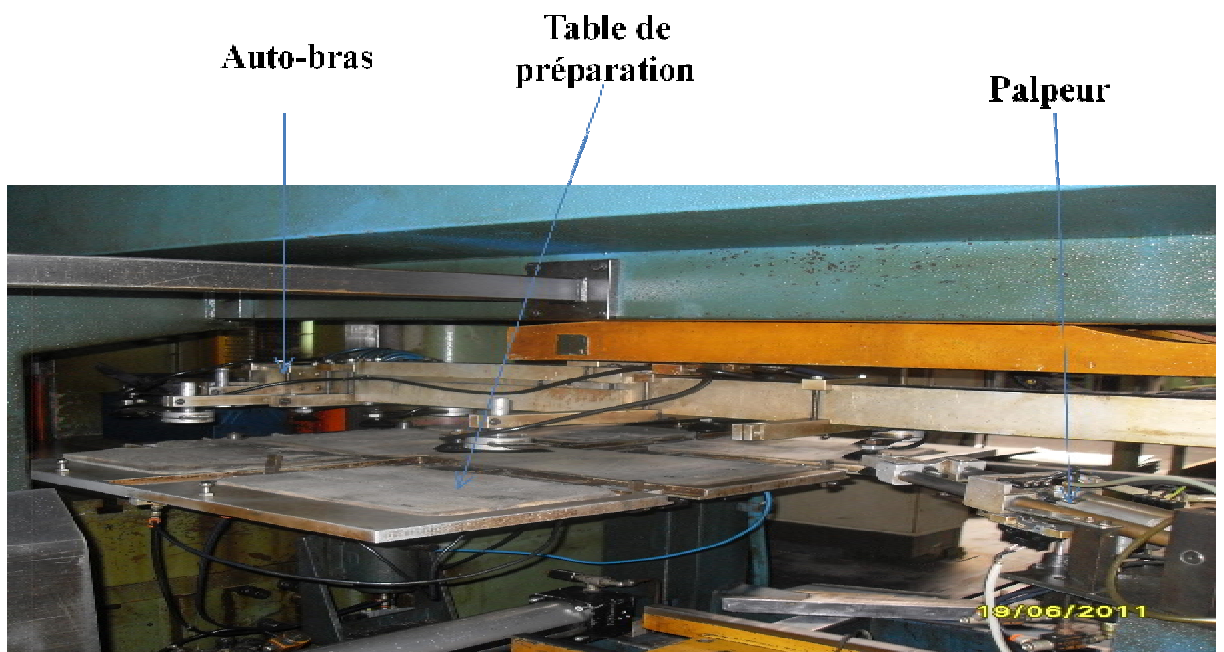


**Figure 5 : le chariot**

**b- Le magasin** constitué d'un vérin mixte et d'un support porte tôles ; équipé d'un photocellule qui détecte la présence de la tôle sur le magasin.

**c- La table de préparation et de positionnement** : c'est dans ce poste que s'effectue la préparation du cycle, c'est la phase intermédiaire entre le chargement et l'emboutissage.

**d- L'Auto-bras** : constitué essentiellement des éléments figurants dans la figure 6.

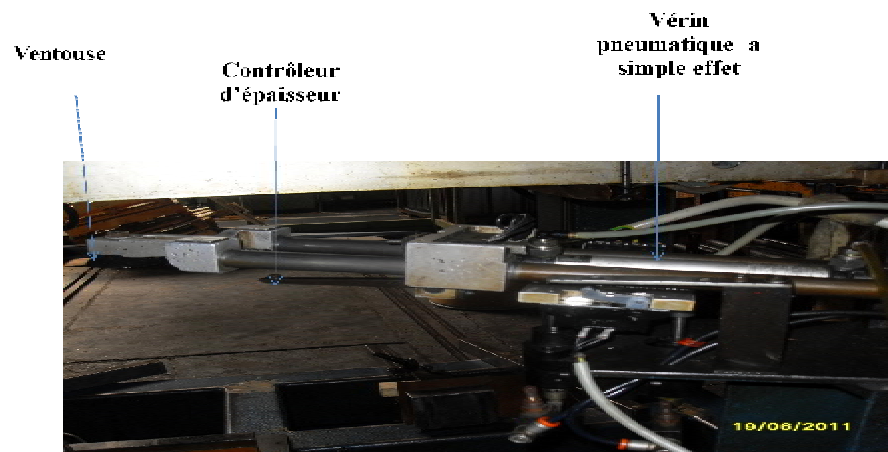


**Figure 6 : l'auto-bras**

Ø **Le palpeur** : le mouvement du palpeur s'effectue à l'aide d'un vérin pneumatique à simple effet qui sert à écarter la tôle retenue du poste d'alimentation et à positionner le contrôleur d'épaisseur.

- **Le Contrôleur d'épaisseur** :

C'est un capteur fin de course mécanique, de contact réglable à une épaisseur donnée selon la pièce à usiner, comme l'indique la figure 7.



**Figure 7 : le palpeur**

Ø **Les ventouses** : ce sont des éléments de préhension souples ; destinées à être utilisées avec un générateur à vide ; présentes au niveau du système auto-bras et du palpeur de notre machine ; leur tâche principale est le déplacement horizontal de la tôle.



**Figure 8 : la ventouse**

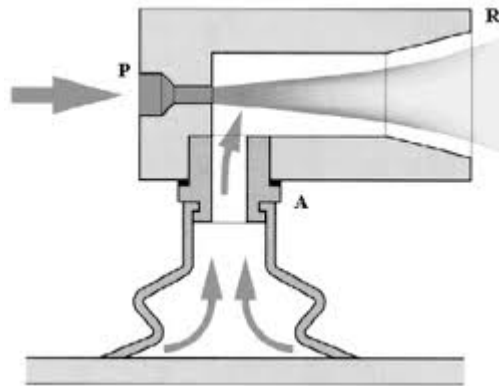
### ▼ Le générateur de vide ou « venturi » :

Avec le développement de l'automatisation de reprise et d'assemblage, saisir une pièce devient un problème courant. La préhension par le vide est souvent utilisée.

En figure 9 on a un schéma symbolique d'un venturi associé à une ventouse, un étranglement prévu à l'intérieur de l'éjecteur provoque une accélération du flux d'air (P) vers l'orifice (R) qui entraîne l'air ambiant de l'orifice (A) et provoque ainsi une dépression.

Basé sur le principe de l'effet venturi ces appareils permettent d'obtenir à partir d'une source d'air comprimé à 5bars, un vide correspondant à 87% de la pression atmosphérique.

Le nombre de ventouses nécessaires à une application dépend de la charge à déplacer et de la position de déplacement de la pièce.



**Figure 9 : schéma symbolique d'un venturi associé à une ventouse**

### Ø Vérin de poste d'évacuation :

C'est un vérin pneumatique à double effet, sa tâche principale consiste à assurer le déplacement de la tôle d'un poste à un autre.

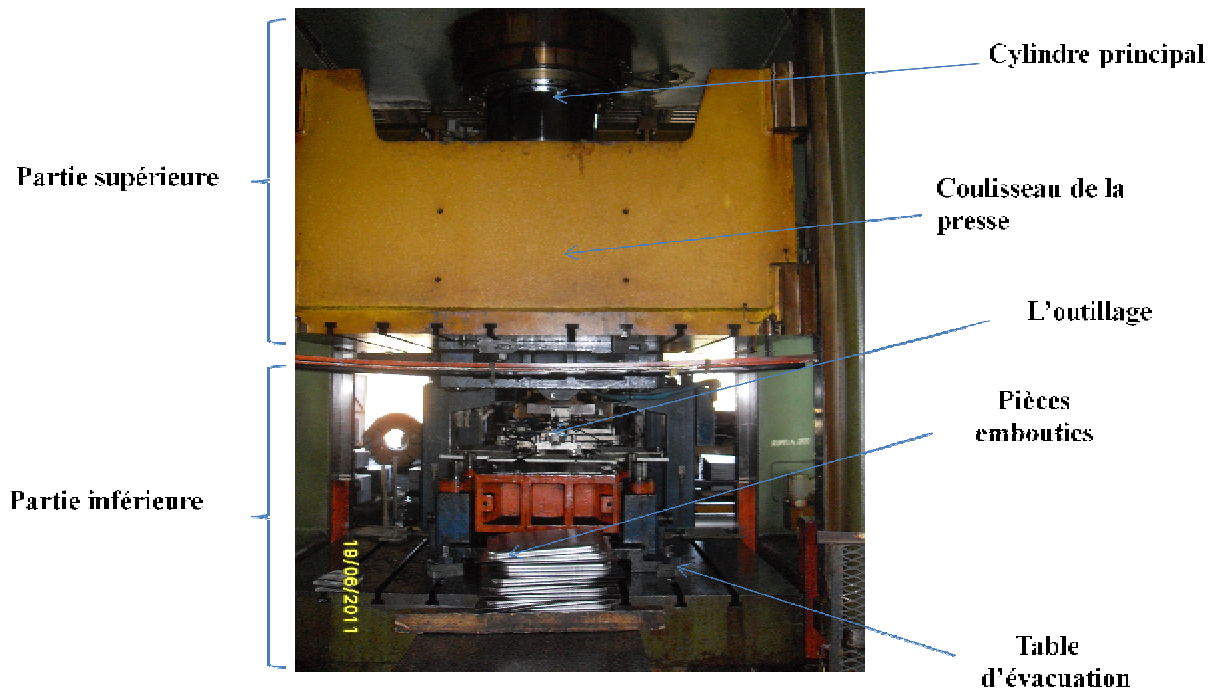
### III-2 Bloc presse

Le bâti de la presse : est en acier soudé uniquement en fil continu.

Pour les exigences de la rigidité, le bâti est dimensionné de façon qu'il puisse résister aux efforts de l'emboutissage, et autres.

Le corps de la presse, en outre est dimensionné en tenant compte de la charge de dynamique à laquelle il sera soumis et des nécessités de flexion entre table et coulisseau.

La presse est composée de deux parties comme c'est indiqué dans la figure 10.



**Figure 10 : bloc presse**

**III-2-1 Partie supérieure** : on citera les éléments constitutifs de cette partie

**a- Groupe cylindrique piston** : c'est un cylindre oléo-dynamique à double effet ; à l'intérieur de ce dernier glisse un piston.

**b- Réservoir d'huile hydraulique**: situé dans la partie supérieure de la presse ;

- Ø Il alimente les pompes du côté aspiration,
- Ø Il est connecté directement à la vanne de remplissage du cylindre principal et reçoit tous les écoulements des vannes.
- Ø Il est muni d'un niveau visuel de max et min et d'un indicateur électrique de secours pour le niveau minimum.

**c- Coulisseau** : il est constitué entièrement en tôle d'acier soudé, il est pourvu d'une grande surface pour la fixation des outillages, il est muni de quatre glissières très longues permettant un bon centrage du coulisseau ; il glisse sur des rails ; son mouvement est composé de deux phases : la descente rapide et la phase de freinage (travail).

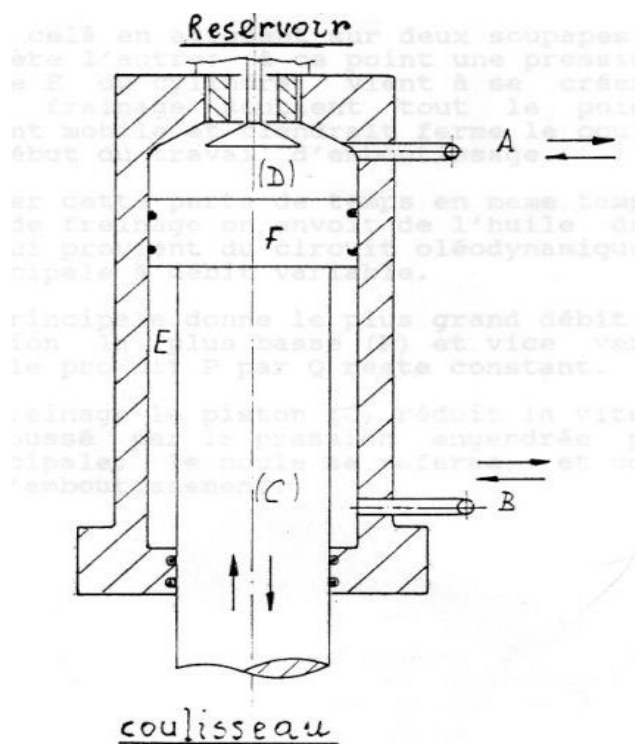
Ø **La descente rapide** : elle se passe par gravité, pour cela on joint le circuit oléo-dynamique le tuyau (B) directement au réservoir.

Le poids du piston, du coulisseau et de la matrice du moule provoque le mouvement vers le bas du piston(C). Pour maintenir la partie supérieure du cylindre pleine

d'huile, durant ce mouvement rapide de descente, la grosse vanne de remplissage (D) s'ouvre par effet de décompression.

Ø **La phase de freinage :** la position du moule ayant été rejoint, on ralenti pour passer à la vitesse de l'emboutissage.

Après le freinage le piston(C) réduit la vitesse de travail ; le moule se ferme et la phase de l'emboutissage commence.



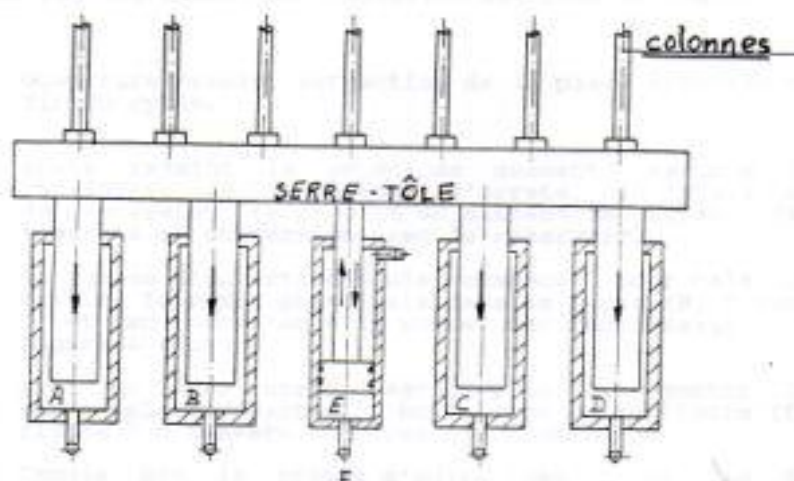
**Figure 11 : schéma du coulisseau**

#### **d- Soupapes (vannes) oléo-dynamiques de commande :**

Le commandement oléo-dynamique est obtenu au moyen de cartouches commandées par électrovannes ; les cartouches sont montées sur un bloc dans lequel on établit toutes les connections entre les vannes, à l'extérieur du bloc il y a les connections à bride pour les tuyauteries qui proviennent des pompes et celles qui portent aux cylindres de la presse.

#### **e- le serre-tôle :**

Durant la phase de travail les colonnes du serre-tôle transforment une partie de la force du cylindre principal aux quatre cylindres (A-B-C-D) du serre-tôle et compriment l'huile contenue. Le cylindre principal (E) sert pour les mouvements de montée et de descente du serre-tôle



**Figure 12 : schéma du serre-tête**

**III-2-2 Partie inférieure** : cette partie du corps supporte la table de travail, comporte

**a- La fosse de fondation de la presse:**

**Ø Groupe moteurs pompe contient :**

Û une pompe 'LINDE' à débit variable avec régulateur de puissance constante accouplé directement au moyen de joint avec moteur électrique Siemens(HP100).

La pompe à débit variable donne au coulisseau de la presse la vitesse maximum quand la pression est très faible et une très petite vitesse quand la pression est maximum.

Û Le deuxième moteur HP20 est accouplé avec une pompe double Vickers à palettes à débit constant :

Cette pompe, appelée pompe 2 a les fonctions suivantes :

- ✚ Fournir l'huile à basse pression pour le pilotage des vannes (commande indirecte)
- ✚ Ouvrir et fermer les vannes de remplissage du cylindre principal.
- ✚ Alimenter le mouvement des sécurités mécaniques du coulisseau.
- ✚ Alimenter le régulateur de la pompe principale à débit variable pour obtenir la régulation de la vitesse d'emboutissage indépendamment du régulateur de puissance constante.

Toujours avec ce régulateur de la pompe principale on obtient une vitesse d'extraction lente.

Û Le troisième moteur (HP10) est accouplé avec une pompe Vickers à débit constant et sert uniquement pour alimenter le circuit de filtration et de refroidissement de l'huile hydraulique.

Les trois pompes décrites sont montées sur un support joint au monobloc dans la fosse de fondation de la presse, cet arrangement permet la réduction du bruit au niveau des opérateurs.

**b- La table porte outils :** c'est une table fixe de réaction obtenue à partir d'un bloc unique en acier soudé et normalisé elle contient des trous de passage des colonnes du serre-tôle mais également des rainures pour le fixage des moules.

#### **IV- Mode de fonctionnement**

Avant la mise en marche, on doit passer par la phase de préparation de la machine qui consiste à mettre sous alimentation les différents organes électriques, pneumatiques et hydrauliques de cette dernière. Une fois la préparation est faite, on vérifie toutes les positions initiales de chaque bloc ce qui nous permettra d'enclencher le démarrage en mode automatique. Cette phase de préparation est réalisée et visualisée au niveau du pupitre de commande.

La machine qui fait l'objet de cette étude fonctionne automatiquement avec les opérations suivantes.

#### **IV-1 La Partie commande**

Dans cette partie on distingue :

##### **IV-1-1 Poste opérateur :**

Chaque système automatisé a recours à l'intervention humaine qui donne des informations à traiter pour les transformer en ordres par la partie commande qui seront à leur tour envoyés vers la partie opérative.

Dans notre machine, chaque élément démarre ou s'arrête par l'intermédiaire d'un commutateur situé sur le poste opérateur, ce dernier comporte des indications montrant l'état de fonctionnement avec un bouton d'arrêt d'urgence pour la sécurité.

Ce poste comporte trois tables de commande :

- Ø Une armoire de commande principale
- Ø Une table de commande auto-bras
- Ø Deux tables de commande manuelles de la presse

On trouve trois modes de fonctionnement : manuel, semi-automatique et automatique. Pour sélectionner un des trois, on agit sur le bouton de sélection de mode qui se trouve sur la table de commande principale.

**a- Mode automatique** le cycle de travail se fait d'une manière automatique ; sans aucune intervention humaine et cela jusqu'à épuisement des tôles au niveau du poste d'alimentation.

**b- Mode semi-automatique**

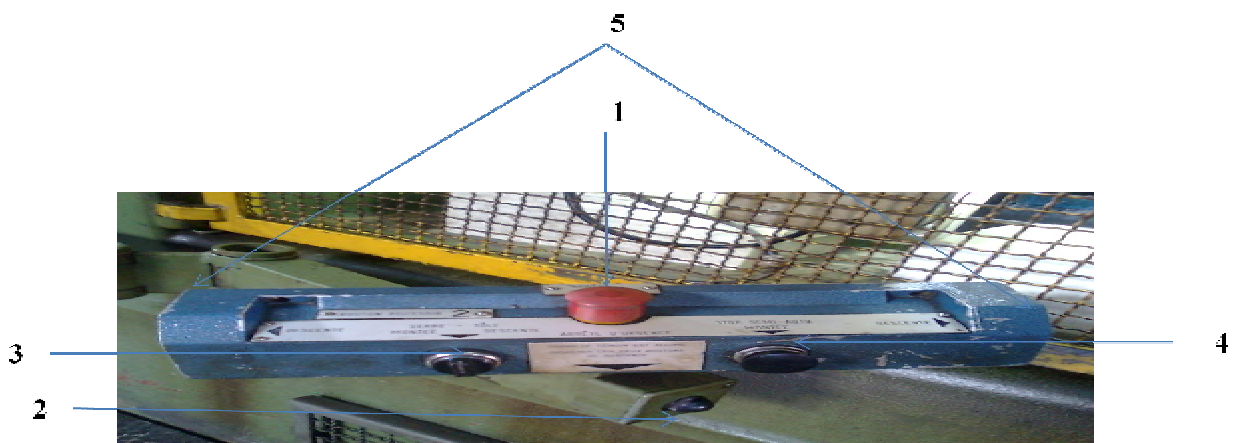
Pour ce mode, une fois sélectionné sur la table de commande principale l'opérateur doit aussi appuyer sur deux autres boutons poussoirs situés au niveau des extrémités de la table de commande auxiliaire pour démarrer l'opération d'emboutissage.

**c- Mode manuel**

La machine peut être commandée manuellement en utilisant la table de commande principale et la table de commande auxiliaire qui comportent toutes les commandes nécessaires pour un cycle de fonctionnement complet.

Ø **Table de commande auxiliaire** : comporte comme l'indique la figure 13 :

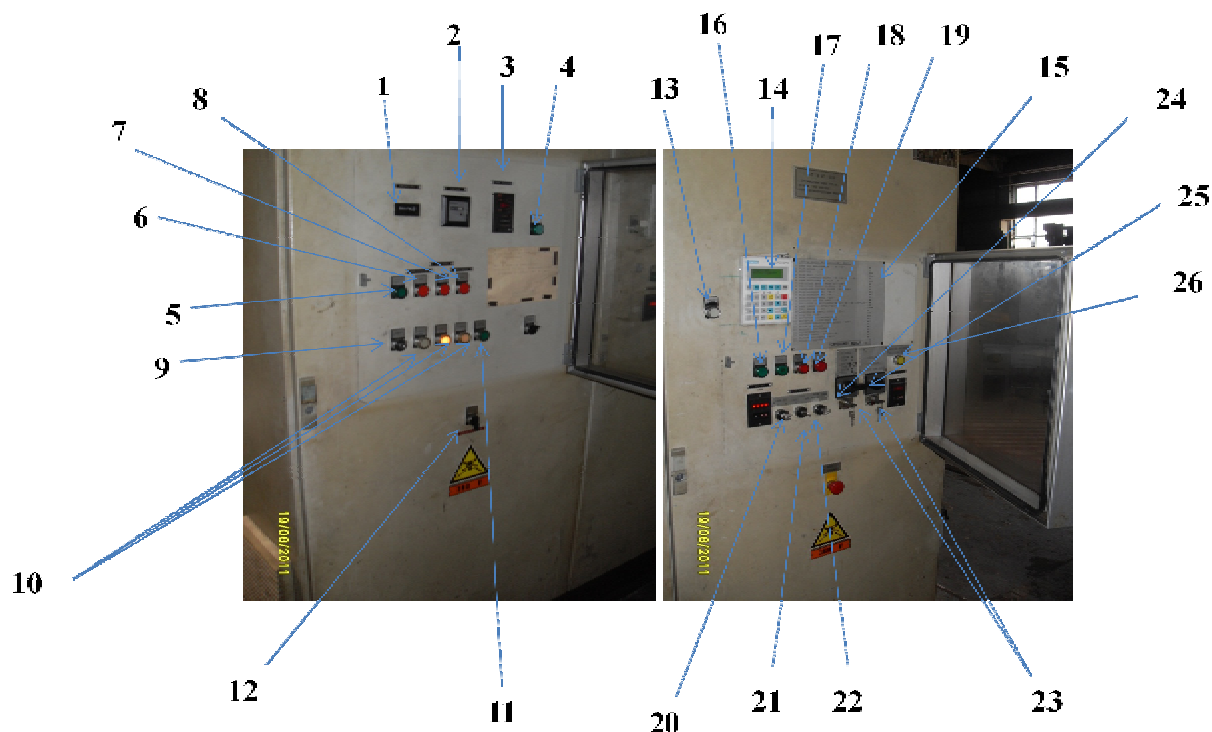
1. Bouton poussoir pour l'arrêt d'urgence
2. Voyant lumineux
3. Sectionneur montée ou descente du serre-tôle
4. montée du coulisseau
5. Descente du coulisseau



**Figure 13: la table de commande auxiliaire**

**Ø L'armoire de commande principale**

Sert à commander les différentes tâches de la machine. Elle est installée juste à côté, c'est un ensemble, comprenant l'appareillage de commande, de contrôle, de réglage et de sécurité du dispositif électrique comme l'indique la figure 14.



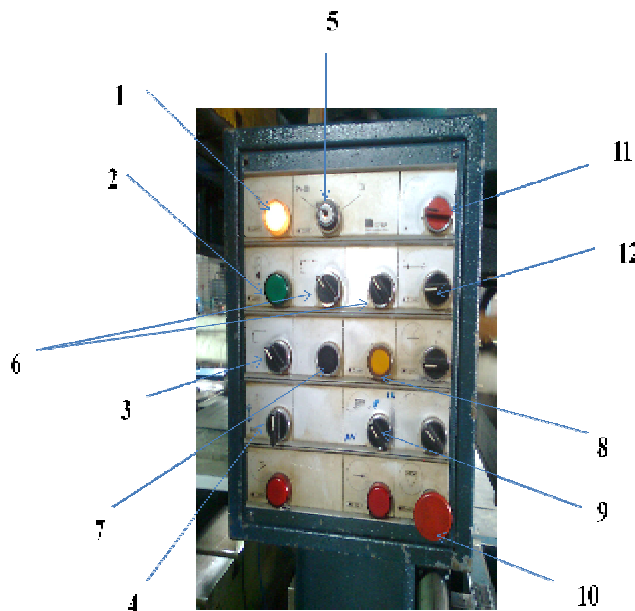
**Figure 14 : armoire de commande principale**

1. Compteur de pièces
2. Compteur d'heures
3. Thermorégulateur
4. Témoin refroidissement d'huile
5. Voyant lumineux pompes allumée (commandes enclenchées)
6. Bouton poussoir arrêt de la pompe de refroidissement
7. Bouton poussoir arrêt de la pompe auxiliaire
8. Bouton poussoir arrêt de la pompe principale
9. Sectionneur a clé de commande
10. Bouton poussoir pour l'allumage de la machine
11. Bouton poussoir commande de lubrification et graissage des rails
12. Sectionneur a clé éclairage de la fosse
13. Voyant lumineux rétablissement alarme coulisseau
14. Afficheur
15. Liste alarme de la presse
16. Voyant lumineux cycle essais effectué
17. Voyant lumineux sécurité mécanique enclenchée
18. Bouton poussoir lent emboutissage
19. Voyant lumineux urgence presse
20. Sectionneur à clé a deux positions pour le serre-tôle (en position 1 ou 0)
21. Sectionneur à pour la presse (PMH) a trois positions (à 0 ,1 ou 3)
22. Sectionneur à clé a deux positions (à 1ou a 2) pour auto-bras
23. Sectionneurs à clés pour la mise en marche des tables de commande auxiliaire
24. Sélecteurs à quatre (4) positions

- 1-auto bras
- 2-bouton poussoir 1
- 3-bouton poussoir 1+2
- 4-bouton poussoir 2
- 25. Sélecteur de mode de marche à trois (3) positions
  - 1-cycle lent
  - 2-cycle manuel
  - 3-cycle semi-automatique
- 26. Bouton poussoir coulisseau bloqué

Ø **La table de commande auto-bras** : comporte comme l'indique la figure 15

- 1. Témoin de mise sous tension
- 2. Témoin de bon fonctionnement des fins de courses
- 3. Sectionneur Départ ou arrêt du système auto-bras
- 4. Sectionneur Montée ou descente du magasin
- 5. Sectionneur à clé pour la mise en marche de la table de commande
- 6. Deux sectionneurs mise en marche de l'auto-bras (avant et arrière)
- 7. Bouton poussoir relâchement de la tôle en acier
- 8. Témoin mise en marche automatique du chariot
- 9. Position du chariot (avant ou arrière)
- 10. Témoin détecte le dépassement d'épaisseur de la tôle
- 11. Montée du magasin
- 12. Descente ou montée du bâti de l'auto-bras



**Figure15 : la table de commande auto-bras**

**IV-2 Partie opérative****IV-2-1 Description de cycle d'usinage :**

Pour commencer, l'opérateur doit mettre sous tension la machine en actionnant le disjoncteur principal, puis il faut vérifier l'arrivée d'une pression suffisante dans le circuit pneumatique à l'aide d'un manomètre monté sur la machine. Il faut vérifier également la présence d'eau dans le circuit de refroidissement à l'aide du capteur de présence d'eau. L'opérateur va vérifier toutes les positions initiales de chaque poste et dans le cas d'une position erronée il intervient pour remettre le poste à sa position initiale manuellement ; une fois tout ça est fait on aura le démarrage de notre cycle de travail dont les différentes phases sont citées ci dessous :

**Ø Chargement des composants :**

- On sélectionne le mode manuel,
- Chargement manuel de paquet de tôles sur le chariot par un agent
- On commande les opérations suivantes :
  - Û Descente du magasin
  - Û Déplacement du chariot vers l'avant
  - Û Montée du magasin
  - Û Déchargement du paquet de tôle sur le support du magasin
  - Û Libération du chariot
  - Û Retour du chariot à sa position initiale

**Ø Préparation du cycle :**

- On sélectionne le mode semi-automatique jusqu'à la retenue de la première tôle.

**Ø Départ du cycle :**

Après la mise en mode automatique, il y aura les opérations suivantes :

- Ø Une fois le capteur fin de course coulisseau complètement en haut est actionné ;

La commande de la presse délivre un signal qui permettra la sortie du vérin de poste d'évacuation et c'est ainsi qu'on aura les opérations suivantes :

- Ø Démarrage de cycle de l'auto-bras ; La tôle étant positionnée sur le magasin, on aura:

- Û La descente de l'auto-bras
- Û Le contrôle d'épaisseur
- Û L'aspiration de la tôle par des ventouses
- Û La montée de l'auto-bras
- Û L'avancement longitudinal
- Û Le relâchement

- Û Le retour du vérin de poste d'évacuation après l'évacuation de la tôle au prochain poste
- Û Le retour du système auto-bras à sa position initiale (fin de cycle auto-bras)
  - Ø Le Départ du cycle de la presse ; une fois le capteur fin de course auto-bras à sa position initiale est actionné ; la presse délivre un signal pour la descente du coulisseau.
    - Û Déroulement de l'opération de l'emboutissage au niveau du poste de travail
    - Û Ejection de la pièce usinée
    - Û Retour du coulisseau de la presse à sa position initiale (complètement en haut) ; cela implique la sortie du vérin poste d'évacuation et démarrage à nouveau du cycle auto-bras
    - Û Evacuation de la pièce usinée vers le poste d'évacuation.

### **V- Cahier de charge fonctionnel :**

Le travail qui nous a été demandé au niveau de l'unité cuisson de l'entreprise ENIEM est d'étudier la machine pour emboutissage, en vue d'une amélioration de son automatisation par un automate programmable S7 de la firme SIEMENS.

Les causes qui ont motivées ce travail sont :

- Ø Pannes assez fréquentes que subit l'automate actuel
- Ø Amélioration de sécurités et de la cadence de production
- Ø Flexibilité du programme de fonctionnement
- Ø Politique suivie par l'entreprise qui est la modélisation de ses équipements de production.

### **IV- Discussion :**

Après une étude approfondie du fonctionnement de la machine pour emboutissage, nous avons pu cerner les insuffisances de cet équipement :

- Ø L'intervention humaine dans plusieurs opérations, c'est-à-dire beaucoup de tâches se font manuellement donc par conséquent il en résulte un manque de quantité de production. On peut citer deux postes ou pratiquement toutes les opérations se font d'une manière manuelle :
  1. Au niveau de poste de chargement : l'opérateur doit commander manuellement le déplacement de paquet de tôles du chariot vers le poste d'alimentation (magasin), ainsi que le réglage de la position du magasin et cela en utilisant la table de commande de l'auto-bras à chaque épuisement de la tôle.
  2. Au niveau de poste d'évacuation : l'opérateur doit lui-même déchargé les pièces usinées de la table d'évacuation vers une caisse.
- Ø Le manque de capteurs nécessaire pour le fonctionnement et la sécurité.

Dans le chapitre suivant, nous essayerons de proposer quelques solutions et d'adapter certaines améliorations à certains inconvénients et de modéliser la machine améliorée par un GRAFCET.

*Chapitre III:*  
**Chapitre III:**  
*Amélioration et modélisation*  
**Amélioration et modélisation**  
*de la machine*  
**de la machine**  
*avec l'outil GRAFCET*  
**avec l'outil GRAFCET**

## I- Préambule

Le bon fonctionnement d'une chaîne de fabrication repose sur deux éléments principaux : la sécurité et la productivité. Pour atteindre ces objectifs, il est essentiel que les processus de production soient assortis d'un niveau optimal d'automatisation afin d'éviter les opérations manuelles gourmandes en main d'œuvre qui ralentissent inévitablement le flux des produits tout au long de la chaîne de fabrication.

On va voir à travers ce chapitre, la nécessité de proposer une solution d'automatisation où apparaissent des améliorations afin de seconder l'homme, d'augmenter la qualité de productivité et le niveau de sécurité ainsi de réduire les pertes d'énergie et de temps.

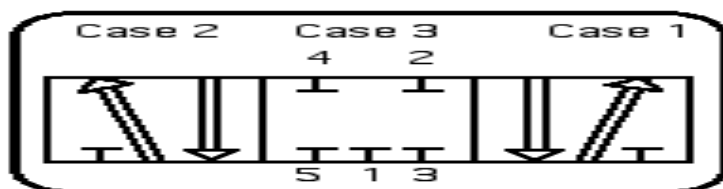
On terminera par la modélisation de la machine pour emboutissage avec l'outil de modélisation GRAFCET.

## II- Solutions proposées :

### II-1 Au niveau de la presse :

Dans le fonctionnement actuel, le coulisseau ne peut pas maintenir sa position d'arrêt c'est à dire chaque arrêt de la presse, pour raison de réglage ou autre le coulisseau glisse tout au long du bâti ce qui présente un énorme danger pour l'opérateur vu que la presse pèse des tonnes.

Ainsi pour y remédier à ce problème, on préconise de remplacer le distributeur actuel 5/2 associé au vérin hydraulique à double effet ; qui commande le mouvement du coulisseau ce distributeur possède que deux positions (la descente ou la montée) par un autre distributeur 5 / 3 qui possédera une position de plus (position blocage) à l'absence de la tension.



**Figure 1 : Distributeur 5/3.**

**II-2 Au niveau de poste de chargement :**

A ce niveau ; on suggère d'insérer deux capteurs photocellule l'un au niveau du magasin, l'autre au niveau du chariot et cela pour remplacer le rôle des boutons poussoirs et ainsi automatiser cette phase de chargement comme suit :

- Ø Sélectionner le mode chargement en automatique à l'aide d'un seul bouton poussoir.
- Ø Détection de présence de la tôle au niveau du chariot ; ainsi qu'au niveau du magasin grâce aux deux photocellule insérés.
- Ø Déroulement de la phase de chargement comme il sera expliqué dans le GRAFCET (figure 3).

**II-3 Au niveau de poste d'évacuation :**

Installation d'un tapis roulant pour évacuer les pièces usinées ; munie d'un moteur triphasé.

La commande de ce tapis sera basée sur un compteur calculant le nombre de pièces.

Ce nombre sera programmable sur le pupitre de commande ; une fois atteint, il génère une impulsion pour exciter le moteur qui entrainera la rotation du tapis et qui restera en marche jusqu'à l'arrivée de la pièce à l'extrémité du tapis.

L'arrêt du moteur sera conditionné à un signal fourni par un capteur photocellule installé à l'extrémité du tapis qui indiquera l'évacuation des pièces par l'opérateur.

L'intérêt d'un tel dispositif, réside dans le fait que l'opérateur ne peut pas prélever les pièces usinées manuellement juste après l'opération de l'emboutissage, vu leur température très élevée, ainsi que dans le but de diminuer le temps de cycle en éliminant l'intervention humaine ce qui augmentera le rendement de la machine.

**III- Modélisation par GRAFCET :**

Après les améliorations proposées ; nous allons à présent procéder à la modélisation de la machine avec l'outil GRAFCET, comme l'indique la figure 3 (GRAFCET niveau 1) ; et la figure 4 (GRAFCET niveau 2).

**IV- Discussion :**

Tenant compte de la complexité et de la difficulté du processus, on a modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET.

On a élaboré en premier lieu un GRAFCET de niveau 1 pour expliquer le système ; puis le GRAFCET de niveau 2 qui met en œuvre et décrit la partie opérative. Le GRAFCET de niveau 2 est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés.

Au terme de ce chapitre on conclue que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation opérationnel, il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet aussi de créer un lien entre ces deux parties.

Ainsi le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du logiciel de simulation **STEP 7 MICRO-WIN**.

*Chapitre IV:*  
**Chapitre IV:**  
*L'implémentation*  
**L'implémentation**  
*de la solution programmée*  
**de la solution programmée**  
*dans un*  
**dans un**  
*API S7-200*  
**API S7-200**

**I- Préambule :**

Avant de passer à la réalisation matérielle d'un système industriel, il est nécessaire de vérifier son fonctionnement par simulation pour voir s'il est conforme aux objectifs fixés lors de sa conception. Il est donc essentiel de disposer d'un moyen (logiciel) pouvant réaliser cette simulation.

Le logiciel de simulation ainsi que le logiciel de programmation dépendent de l'automate programmable utilisé et la technologie choisie.

Après la modélisation de la machine à emboutissage par GRAFCET, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape fera l'objectif de ce présent chapitre et consistera à la conception du programme qui sera implanté dans l'automate S7-200, et avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter l'automate utilisé, citer les critères sur lesquels notre choix est basé, le logiciel de programmation **STEP7 Micro / Win** ainsi que le simulateur MFC S7-200.

**II- Choix de l'automate programmable industriel :**

Le choix de l'automate S7-200 (CPU 226) de la firme SIEMENS, s'est fait selon différents critères dont on cite :

- Ø Le choix de la firme SIEMENS est relié au fait que l'évolution automatique de l'ENIEM s'est longtemps faite par des automates programmables de la firme SIEMENS de la première génération d'automate jusqu'au S7 ; et ceci grâce à leur réputation en terme de fiabilité et de robustesse.
- Ø Du type S7-200, car il répond entièrement aux besoins et aux exigences de la programmation.

**III- Présentation de l'automate S7 200 :**

La famille S7-200 est constituée de micro-automates programmables utilisables dans des applications de commande et de régulation dans le monde de l'industrie manufacturière et du contrôle de processus. C'est une solution compacte et économique.

Sa forme compacte, ses possibilités d'expansion, son faible prix et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande de petites applications, surtout en termes de temps réel-rapide. En outre, le large choix de tailles et de tensions de CPU offre la souplesse nécessaire pour résoudre les problèmes d'automatisation, comme l'indique la Figure 1.



**Figure 1: automate S7 200.**

#### **IV- Caracteristiques de l'automate S7 200 :**

- Ø Petit et compact\_ idéal pour toutes les applications contraignantes en espace disponible.
- Ø Eventail complet de fonctions de base sur tous les types de CPU.
- Ø Grande capacité mémoire.
- Ø Comportement temps réel exceptionnel\_maitriser surement le processus à chaque instant, c'est accroitre la qualité, l'efficacité et la sécurité.
- Ø Manipulation simple grace à la conviviabilité du logiciel STEP7-MICRO/WIN idéal aussi bien pour les débutants que pour les expert.
- Ø Large gamme de modules d'extension assurant différentes fonctions
- Ø Large choix de CPU, riche en fonction de base et avec un port de communication programmable.
- Ø Les possibilités de communication du SIMATIC S7-200 sont exceptionnelles, les interfaces standard assurent la connection des consoles de programmation, des interfaces homme Machine ainsi que des produits extérieurs:modem, imprimante, PC, le port USS permet le pilotage de 31 variateurs de vitesses.
- Ø Il est une véritable alternative économique pour les automatismes.
- Ø son faible prix et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande de petites applications.
- Ø Le S7-200 surveille les entrées et modifie les sorties conformément au programme utilisateur, qui peut contenir des opérations booléennes, des opérations de comptage, des opérations de temporisation, des opérations arithmétiques complexes et des opérations de communication avec d'autres unités intelligentes.

## V- Composants principaux de l'automate programmable S7-200:

Un automate programmable S7-200 combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrées et circuits de sorties complétée de divers modules d'extension facultatifs dans un boîtier compact afin de créer un puissant micro-automate.

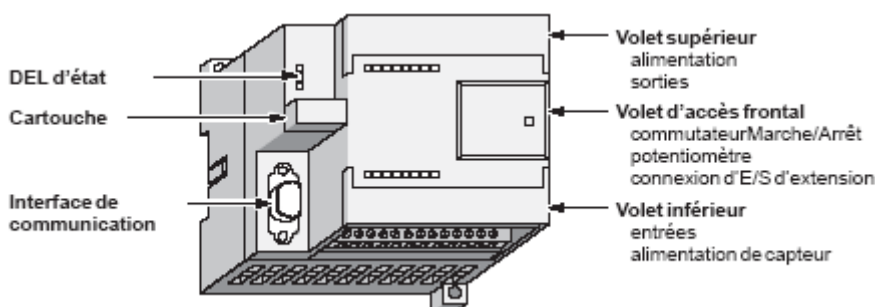
### V-1 CPU S7-200

La CPU S7-200 est un appareil autonome compact comprenant une unité centrale (CPU ou UC), une alimentation et des entrées/sorties discrètes.

- ü La CPU exécute le programme et sauvegarde les données pour la commande du processus ou de la tâche d'automatisation.
- ü L'alimentation fournit de l'énergie électrique à l'appareil de base et à tout module d'extension connecté.
- ü Les entrées et les sorties sont les points de commande du système : les entrées surveillent

les signaux des appareils sur site (tels que capteurs et commutateurs) et les sorties commandent pompes, moteurs et autres appareils dans processus.

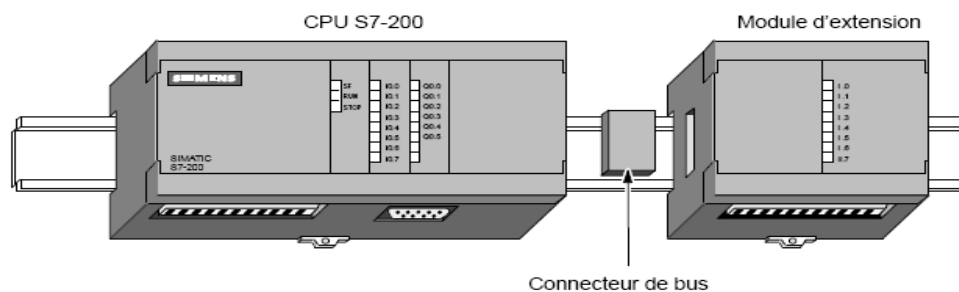
- ü L'interface de communication vous permet de connecter la CPU à une console de programmation ou à d'autres appareils. Certains CPU S7-200 disposent de deux interfaces de communication.
- ü Des témoins (DEL), donnent des informations visuelles sur l'état de fonctionnement de la CPU (marche-RUN ou Arrêt – Stop), l'état en vigueur des E /S locales et la détection éventuelle d'une défaillance système.



**Figure 2: CPU S7 200.**

### V-2 Modules d'extension

La CPU S7-200 comporte des entrées/sorties locales, et inclus une large variété de modules d'extension permettent d'ajouter des entrées/sorties à l'appareil de base et des fonctions à la CPU afin de répondre aux exigences des applications.



**Figure 3: CPU S7 200 avec module d'extension.**

## VI- Logiciel de programmation STEP 7 - Micro/Win:

### VI-1 Définition :

Le puissant logiciel de programmation Micro/WIN contient les outils et langages nécessaires pour toute la gamme S7-200 et permet d'associer au programme toutes les informations nécessaires à la communication avec l'API.

### VI-2 Organisation de programme de commande:

Un programme de commande pour une CPU S7-200 comporte les types suivants d'unité d'organisation de programme (UOP) :

- **Programme principal : PPAL**

Il comporte les opérations qui commandent l'application, les opérations dans le programme principal sont exécutées séquentiellement, une fois par cycle de la CPU.

- **Sous-programme : SBR\_i**

Ces éléments du programme ne sont exécutés que lorsqu'ils sont appelés par le programme principal, par un programme d'interruption ou par un autre sous-programme.

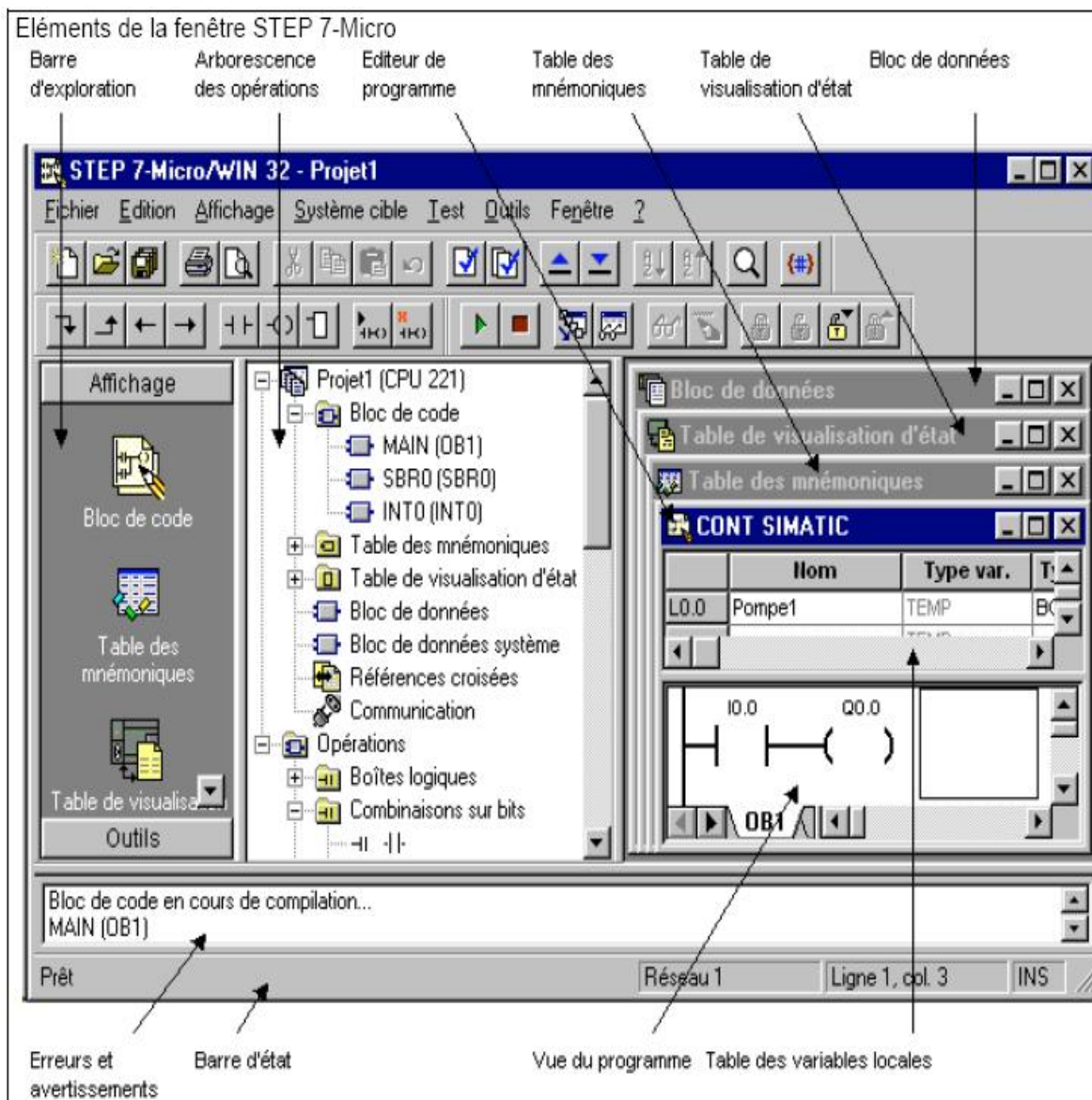
- **Programme d'interruption: INT\_i**

Un programme d'interruption est un ensemble facultatif d'opérations situées dans un bloc distinct et qui sont exécutées uniquement lorsqu'une interruption se produit.

### Remarque :

STEP7- MICRO/WIN organise le programme en fournissant des onglets distincts pour chaque UOP dans la fenêtre de l'éditeur de programme.

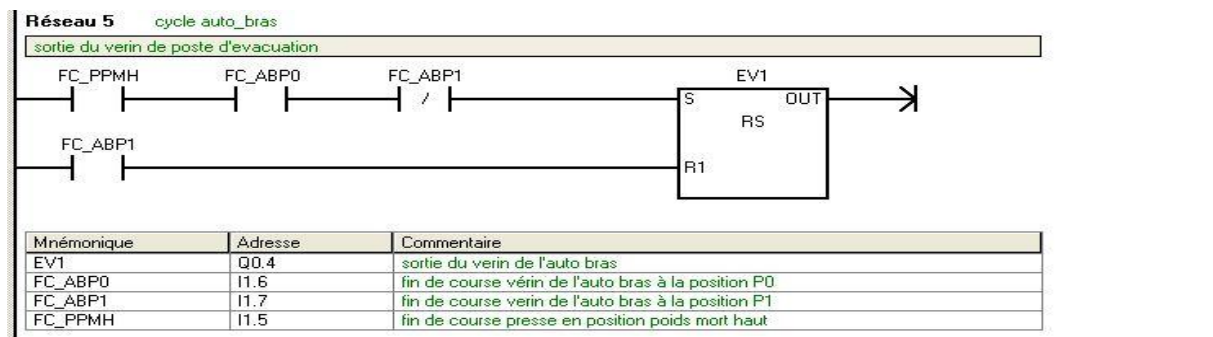
Le programme principal PPAL, constitue toujours le premier onglet, il est suivi des onglets des sous programmes et programmes d'interruption créés.



**Figure 4 : Fenêtre de MICRO-WIN**

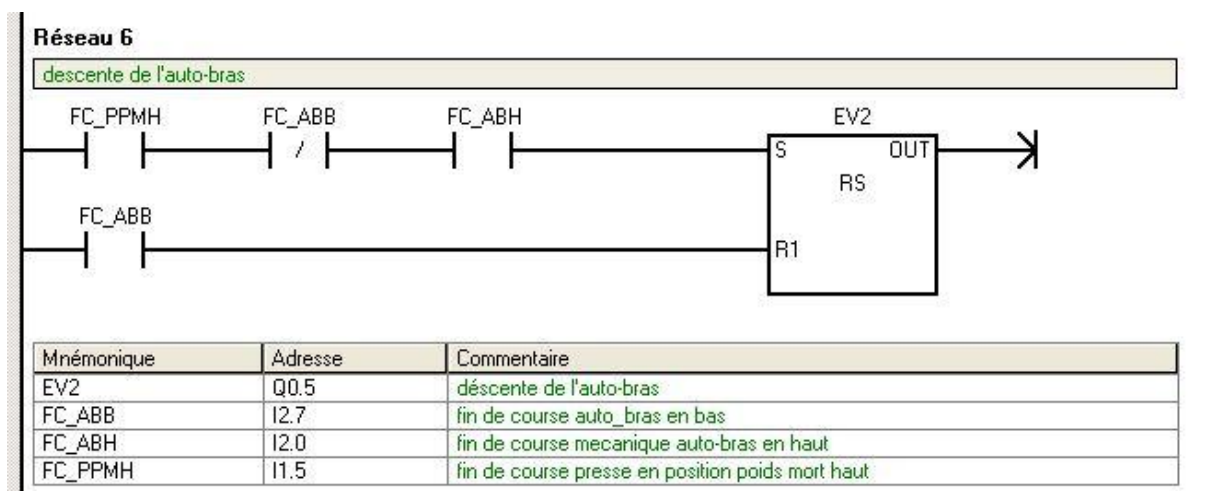
**VI-3 exemple de programmation de la commande de la machine**

Ø Cycle de l'auto-bras :



L'objectif de ce réseau est de regrouper les conditions nécessaires pour la sortie du verin poste d'évacuation ,il suffit que le verin atteigne la position 1 pour que la sortie (EV1) soit remise à zéro.

- FC\_PPMP : fin de course presse complètement en haut
- FC\_ABP0 : fin de course auto-bras en position initiale
- FC\_ABP1 : fin de course auto-bras en position 1



L'objectif de ce réseau est de regrouper les conditions nécessaires pour la descente de l'auto\_bras ; et il suffit que l'auto\_bras atteigne la position basse pour que la sortie (EV2) soit remise à zéro.

- FC\_ABB : fin de course auto\_bras en position basse ;
- FC\_ABH : fin de course auto\_bras en position haute ;
- et comme condition de sécurité ; la presse doit toujours maintenir la position en poids mort haut pendant tout le cycle de l'auto\_bras.

**VII- Simulation et teste du programme :**



Après l'élaboration de programme automate, on passe à l'étape de validation du programme par simulation afin de vérifier le bon fonctionnement de notre automatisme. La simulation se fait avec le logiciel MFC S7-200 qui est un logiciel optionnel de MICRO/WIN son domaine d'utilisation et le test du programme Micro/Win pour l'automate S7-200.

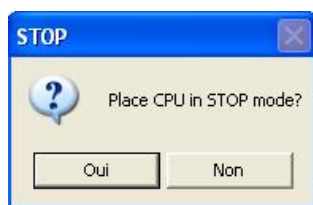
**VII-1 Simulation avec le logiciel de simulation MFC S7-200:**

Cette application dispose d'une interface permettant la surveillance et la modification des différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple d'activer ou désactivé des entées).

**VII-2 Mise en marche de logiciel MFC S7-200 :**

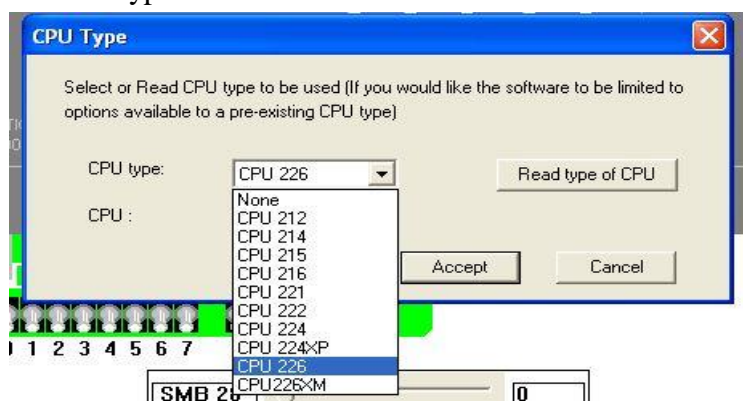
La procédure à suivre est la suivante:

1. Le lancement du simulateur en cliquant sur  S7\_200.exe
2. Mettre ma CPU en mode STOP .



**Figure 5: Mode STOP.**

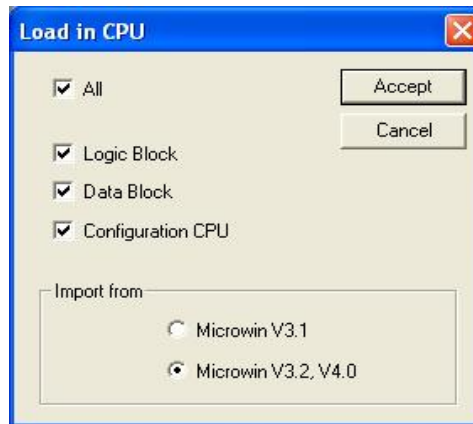
3. Choisir le type de CPU avec laquelle on travail en sélectionnant la commande
4. Configuration → CPU type.




**Figure 6: Type de CPU.**

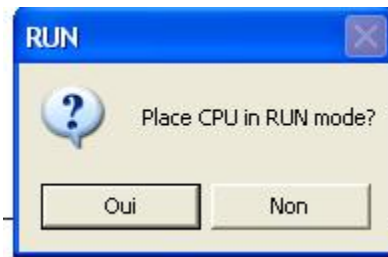
5. Charger le programme de l'ordinateur vers la CPU, en sélectionnant la commande Program → load program.

Et pour cela le programme saisi dans le logiciel Micro/Win doit être exporté dans un fichier.



**Figure 7 : charger le programme.**

6. Mette la CPU en mode  RUN.

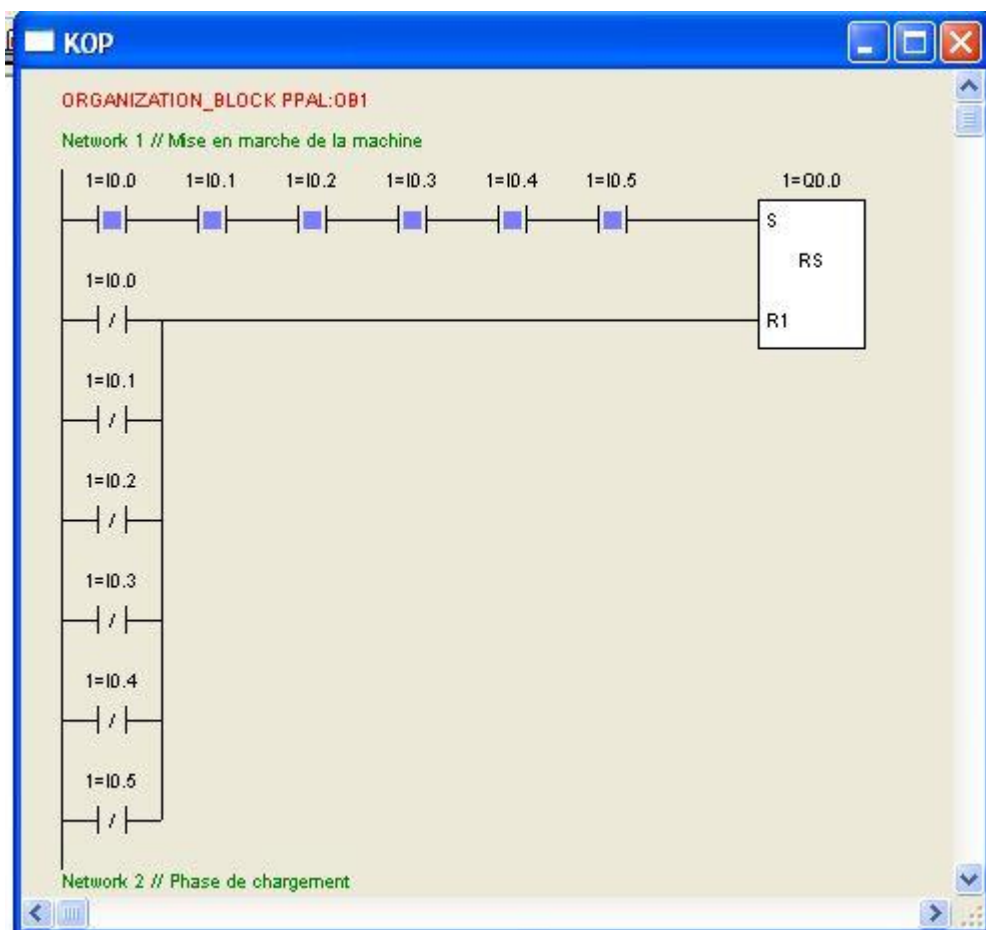


**Figure 8 : Mode RUN.**

7. Une fois le programme est chargé dans CPU, on active des entrées pour visualiser les résultats.

Et pour la visualisation de l'état de programme ; on sélectionne la commande

State program  et state table  .



**Figure 9: Exemple de simulation avec MFC S7-200.**

### **VIII- Discussion:**

Ce chapitre nous a permis de présenter l'automate programmable industriel de la firme Siemens et S7 200 que nous avons choisi pour l'automatisation de la machine pour emboutissage en se basant sur les critères de choix de l'automate ainsi que le cahier de charge de notre station.

Par suite on a vu le logiciel de programmation Micro/Win qui constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate S7-200, maniable et facile à utiliser.

L'implémentation du langage LADDER et l'utilisation du logiciel de simulation MFC S7-200 ; nous a permis de visualiser l'état des sorties en activant les entrées l'une après l'autre après la mise en œuvre du programme régissant le fonctionnement de la machine, tout en apportant des améliorations à sa commande à savoir l'ajout de capteurs pour des mesures de sécurité et un tapis pour évacuer des pièces .

Ce test montre que le programme élaboré correspond au fonctionnement souhaité.

La simulation logicielle est une démarche nécessaire pour la détection des erreurs du programme avant sa mise en fonctionnement. Grâce au logiciel de simulation MFC S7-200 nous avons pu visualiser et simuler le programme avec succès.

*Conclusion générale*  
***Conclusion générale***

## **Conclusion générale**

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'adaptation d'un automate programmable à une machine pour emboutissage au sein de l'unité cuisson de l'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM).

Ce stage de fin de cycle nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des nombreux avantages qu'il présente : nous a permis de découvrir l'environnement industriel, nous a apporté un grand apport en terme d'informations et de connaissances pratiques reçues sur le terrain et initié à l'étude et au fonctionnement de la machine pour emboutissage ; ainsi ce genre de stage constitue un complément indispensable pour la formation d'un ingénieur, lui permettant une transition facile de la formation au domaine professionnel.

Après l'étude de la machine, nous avons proposé une solution de commande automatisée à base d'API S7-200.

A travers ce travail nous avons utilisé l'outil de modélisation GRAFCET qui nous a facilité le passage à la transcription de ce modèle en langage STEP 7 / Micro-Win et l'élaboration d'une solution programmable dont la validité de ce programme a été réalisée par le biais du logiciel de simulation MFC S7-200.

On a constaté aussi durant notre projet, que les facteurs sécurité et fiabilité doivent être pris en compte par l'ingénieur, c'est-à-dire qu'il faut s'assurer de la fiabilité des composants, pour garantir un bon fonctionnement du procédé. Comme il doit penser à la sécurité du personnel et du matériel par intégration de capteurs et des conditions d'arrêt d'urgence qui stoppent les actions dangereuses en cas d'une défaillance humaine ou matérielle.

Enfin, nous espérons que notre travail verra naître sa concrétisation sur le plan pratique ; et qu'il servira de guide pour tout projet d'automatisation utilisant les APIs S7-200 et le langage de programmation STEP7\_MICRO /WIN.

# *Bibliographie*

## **Ouvrages :**

- § **S.Moreno, E. Peulot.** “ LA PNEUMATIQUE dans les systèmes automatisés de production ”Edition Casteilla- 25. Rue Monge 75005 PARIS.
- § **Bernard SCENEIDER et Alain BEURET** « automatisation industrielle »
- § **D .Blin –j.Dznic-R .Le Garrec-F.Trolez- J.C.Séité** « automatique et informatique industrielle »
- § **Christian Merland, Jacques Perrin, Jean-Paul Trichard** « Automatique et informatique industrielle » Edition CASTEILLA 1995.

## **Mémoires :**

- § **K.BOUCHIBA – F.BAKHOUCHE – M.GHERBI** « Etude et amélioration par automate programmable S7-300 d’une presse transfert à l’entreprise ENIEM » département d’automatique promotion 2009.
- § **T.SIDHOUM - M.OURAMDANE** « Etude d’une solution programmable en vue d’automatiser l’équipement de moussage (porte R1) à l’ENIEM, par S7-300 » département d’automatique promotion 2007/2008.
- § **L .FODEL – H.FRAOUCENE** « Etude et automatisation par automate programmable S7-200 d’une station d’émaillage à l’entreprise ENIEM» ; département d’électronique promotion 2010.

## **Manuels d’utilisation :**

- § Manuel d’utilisation de la machine pour emboutissage (documentation ENIEM)
- § Manuel d’utilisation du STEP7 Micro/Win v4 .0 (Ed 2004)

## **Liens Internet :**

<http://www.eniem.dz/>

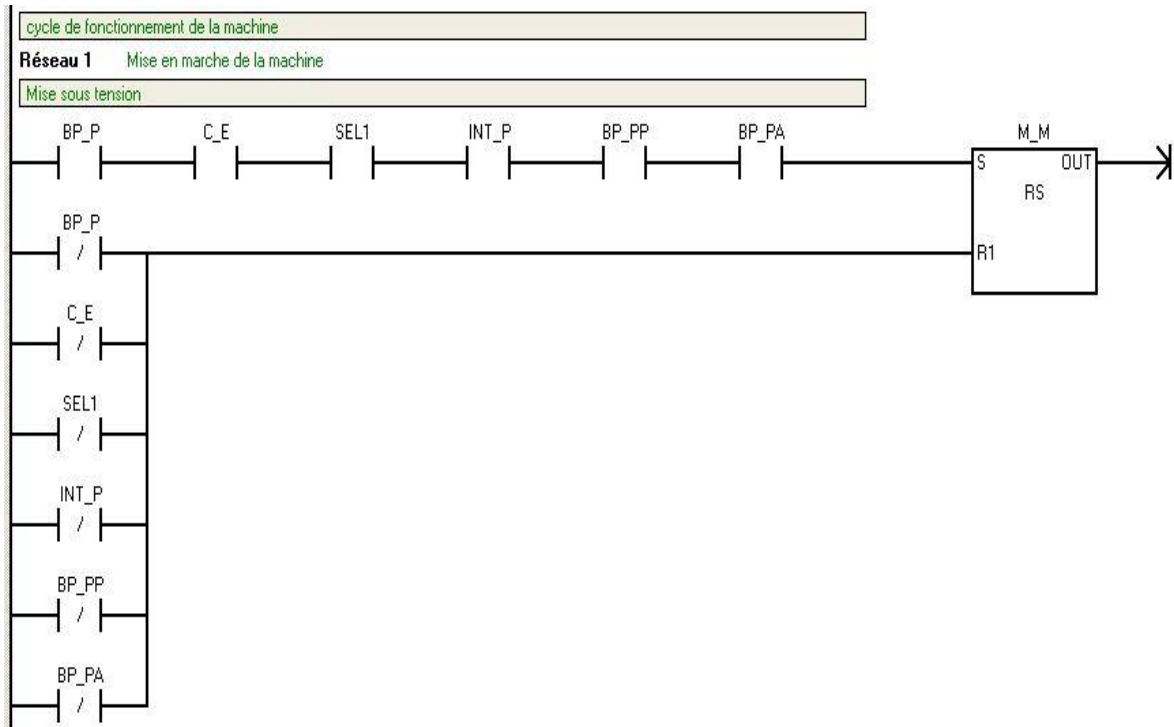
[www.erm-automatisme.com](http://www.erm-automatisme.com)

<http://pagesperso-orange.fr/xcotton/electron/coursetdocs.ht>

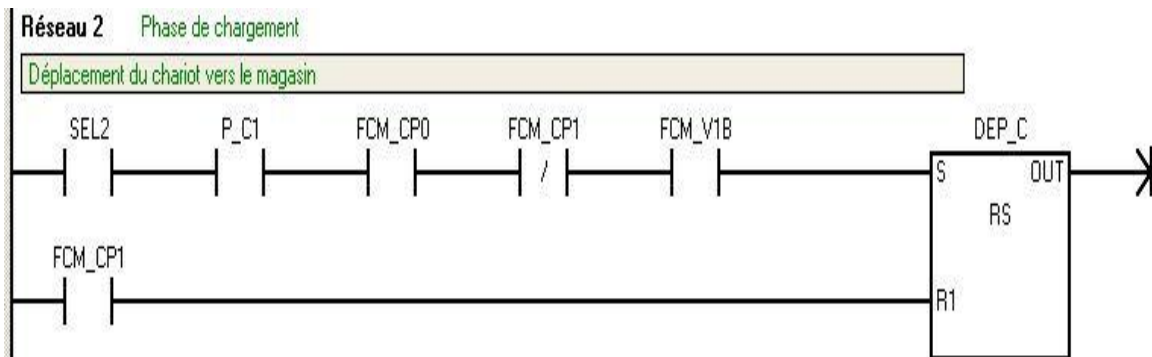
<http://www.electronique.first.homeunix.org/cours/index.php>

Annexe:  
**Annexe:**  
**Programme**  
**de fonctionnement**  
**de la machine**  
**pour**  
**emboutissage**

- La mise sous tension de la machine

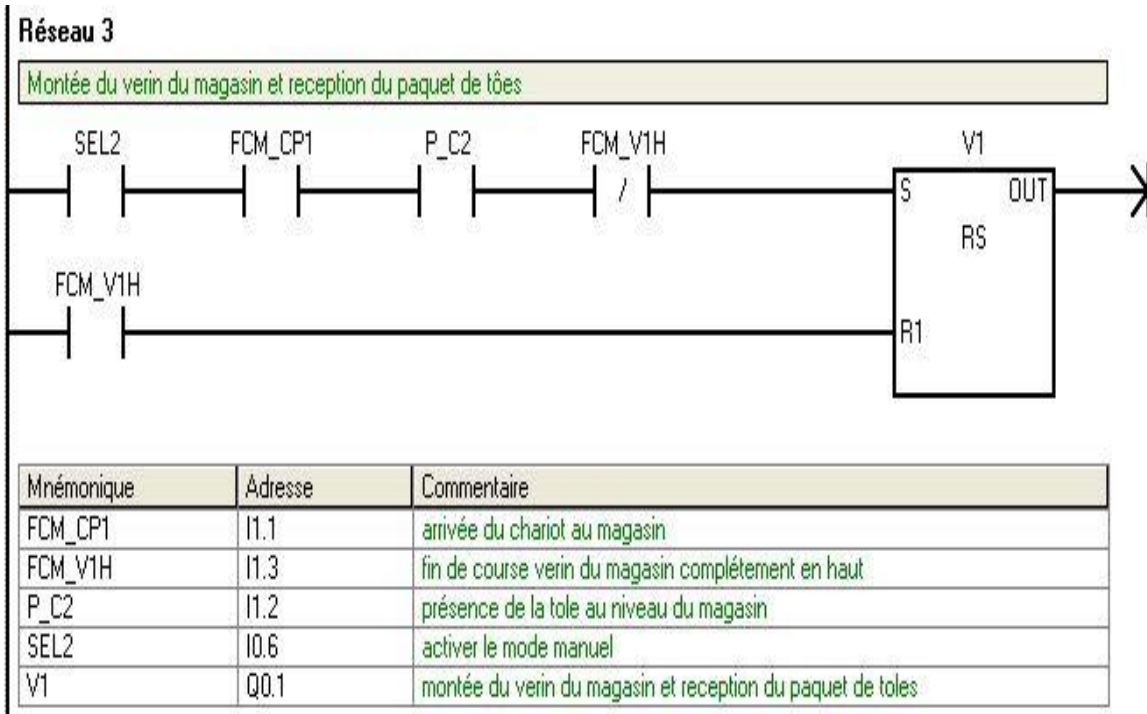


- Phase de chargement
  - Ø Déplacement du chariot vers le magasin

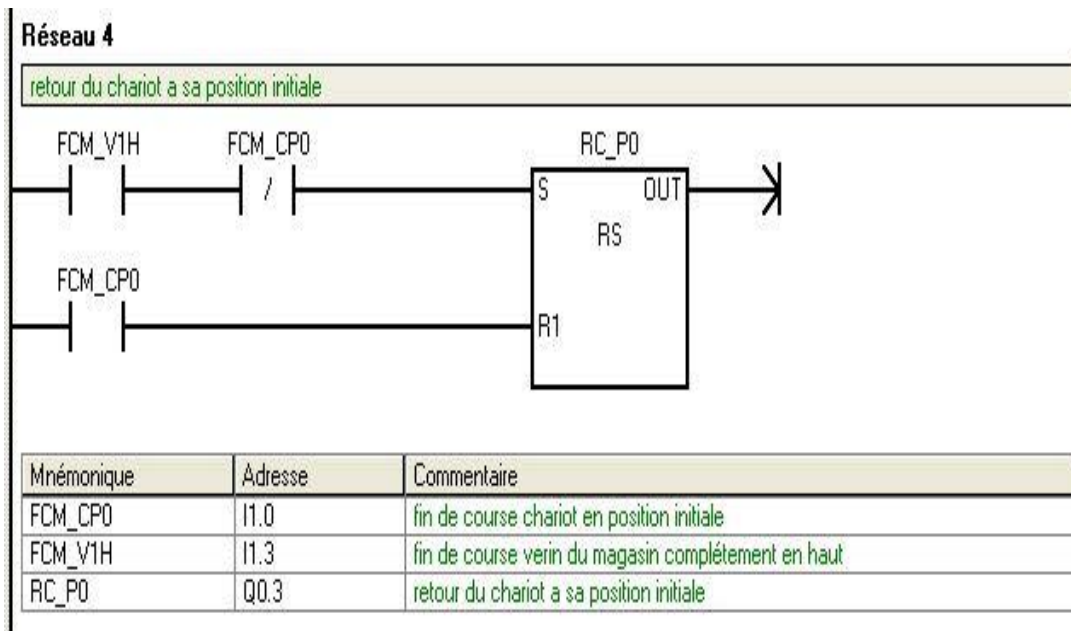


Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEP_C	Q0.2	déplacement du chariot
FCM_CP0	I1.0	fin de course chariot en position initiale
FCM_CP1	I1.1	arrivée du chariot au magasin
FCM_V1B	I1.4	fin de course verin du magasin complètement en bas
P_C1	I0.7	photocellule présence de la tole au niveau du chariot
SEL2	I0.6	activer le mode manuel

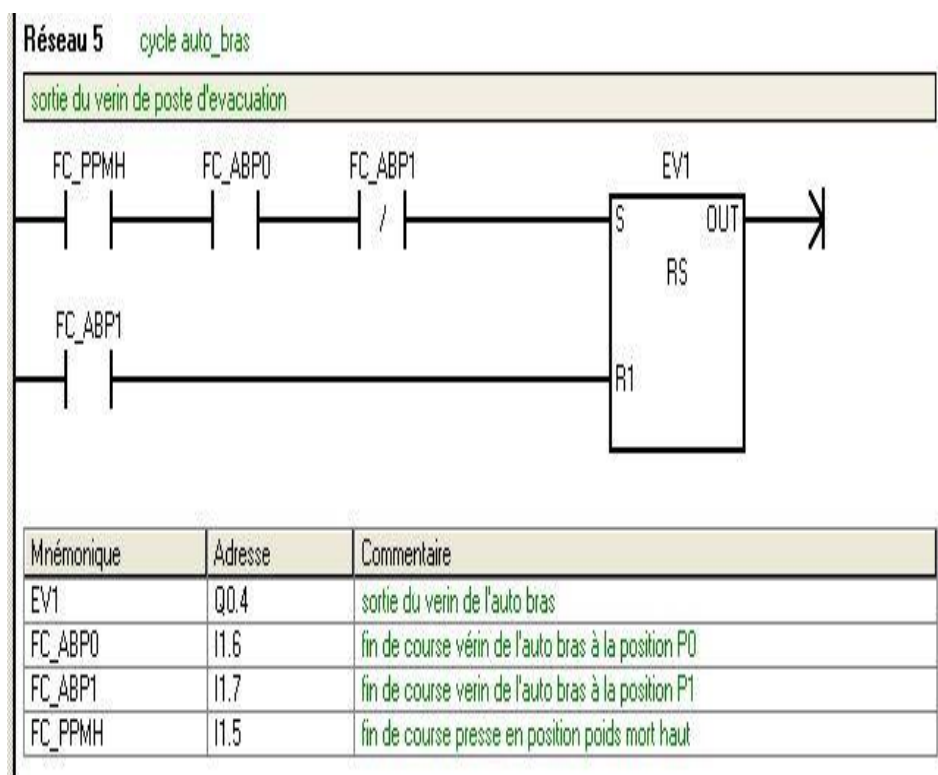
Ø La montée du vérin du magasin et réception du paquet de tôles



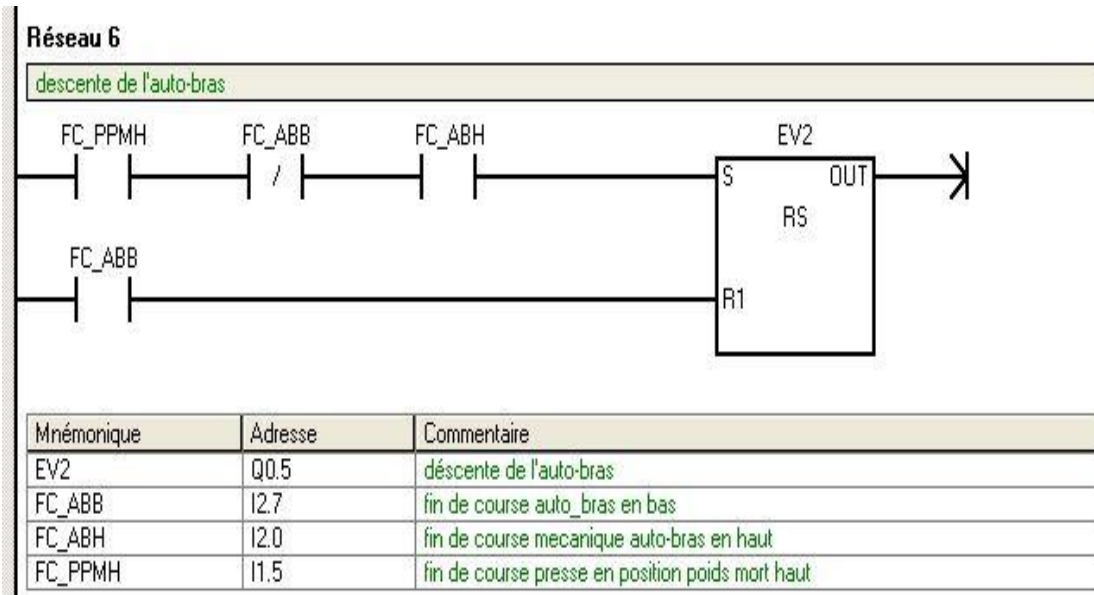
Ø Retour du chariot a sa position initiale



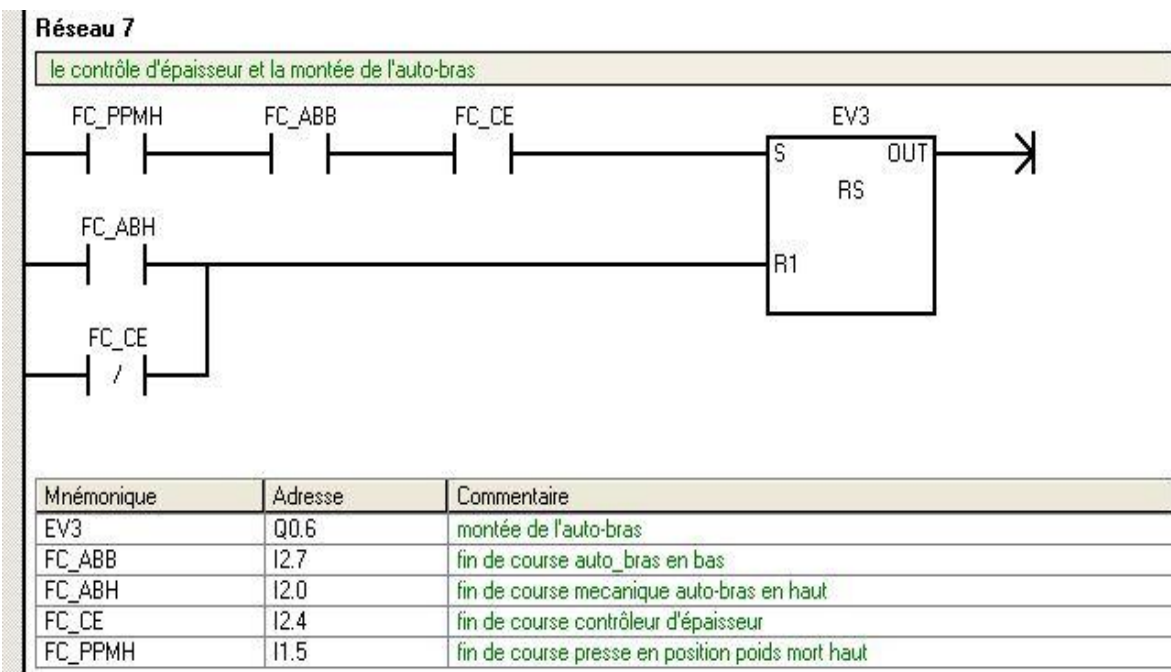
- Cycle de l'auto\_bras
  - Ø La sortie du vérin de poste d'évacuation



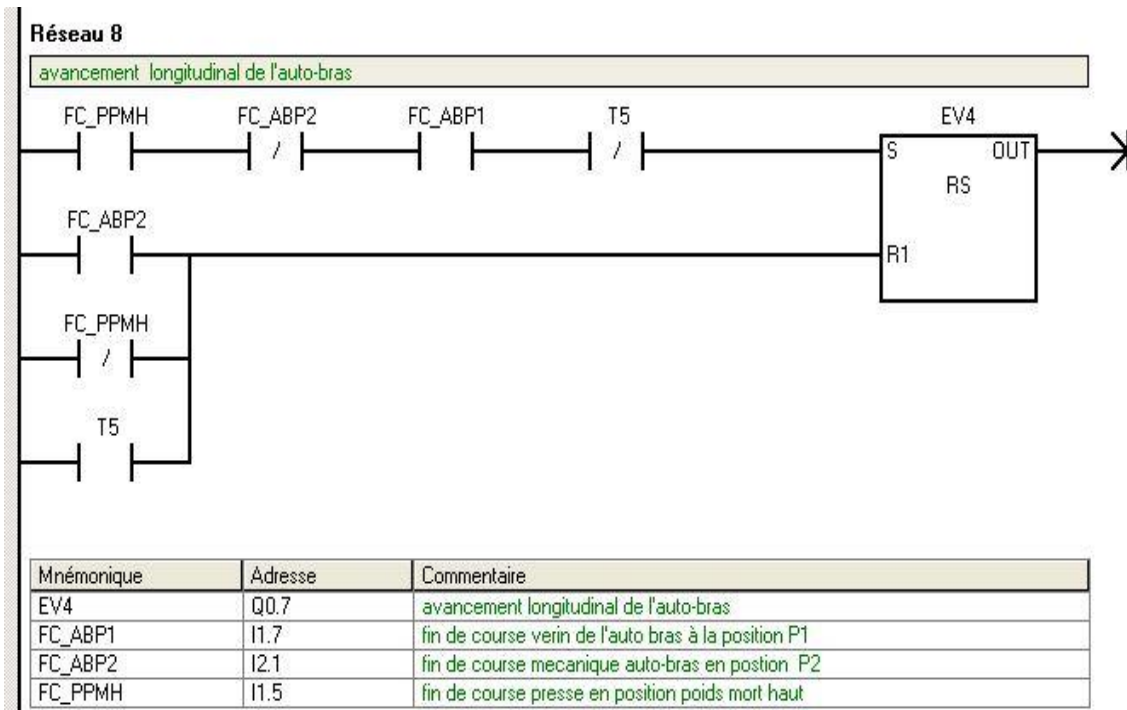
Ø La descente de l'auto\_bras



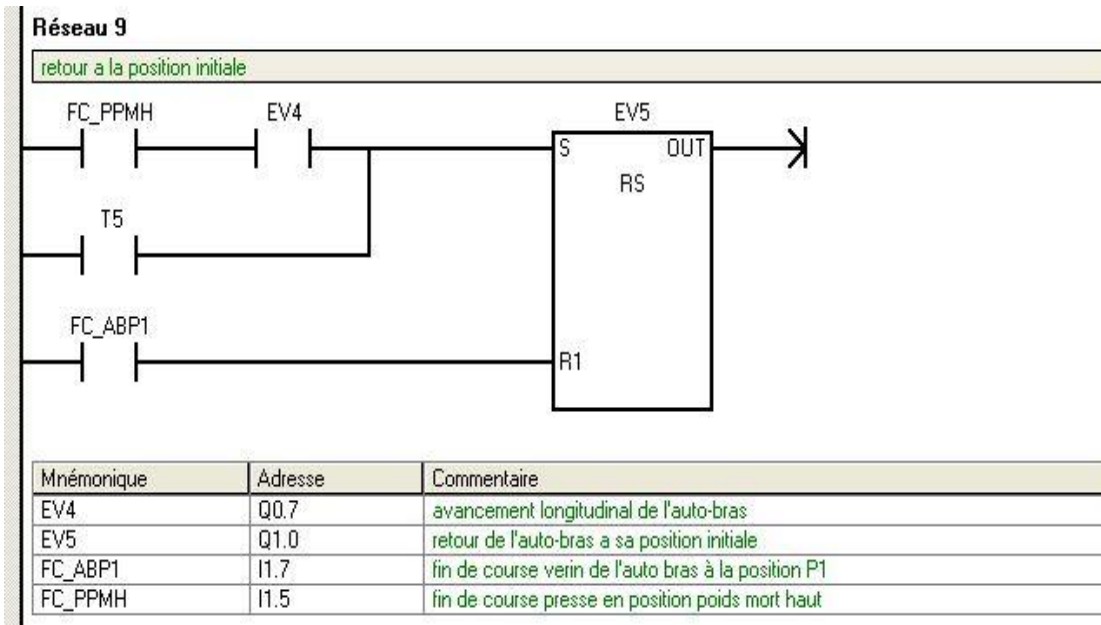
Ø Le contrôle d'épaisseur et la montée de l'auto - bras



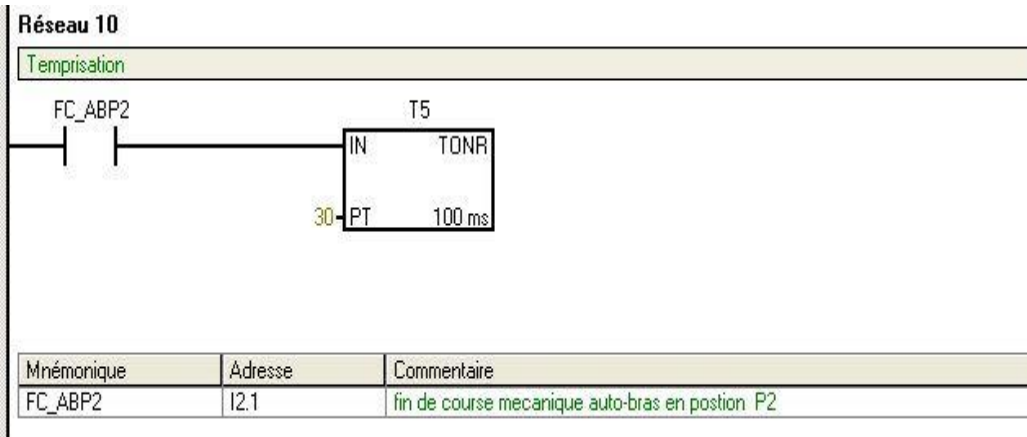
### Ø Avancement longitudinal de l'auto-bras



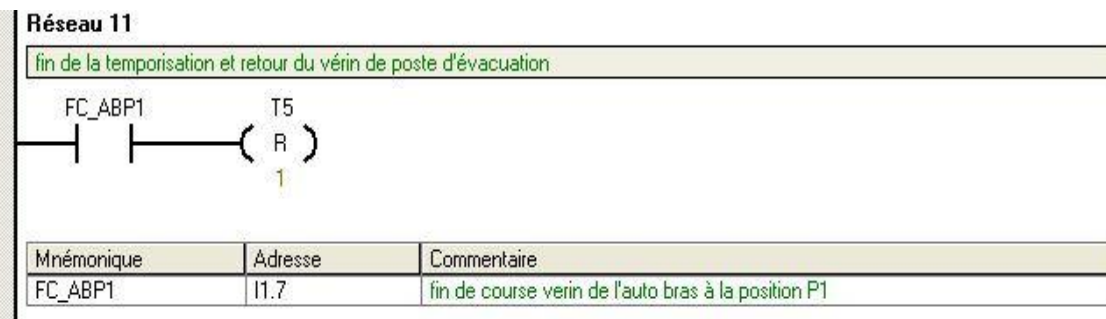
### Ø Retour de l'auto-bras à sa position initiale



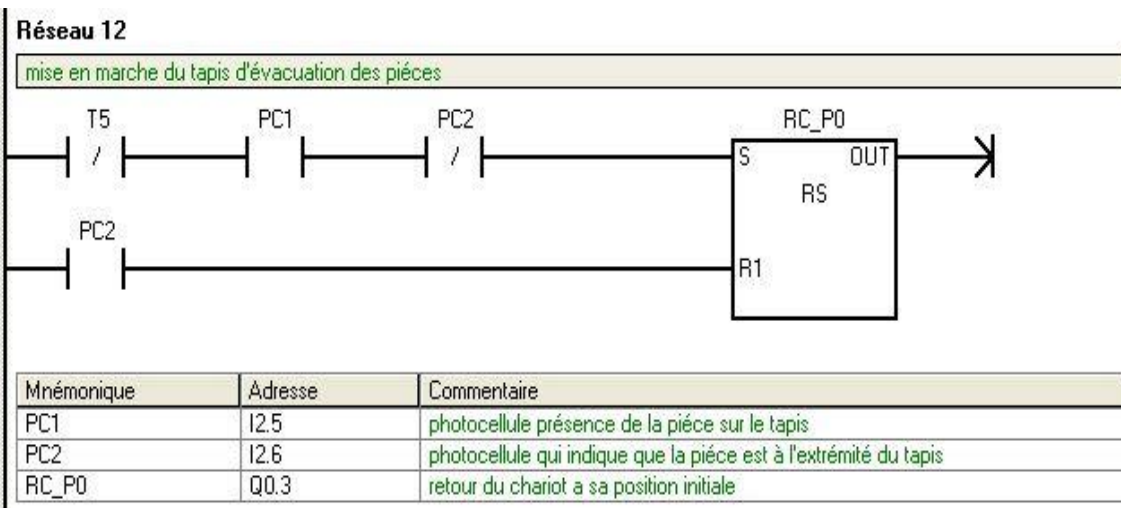
Ø Temporisation de l'auto-bras



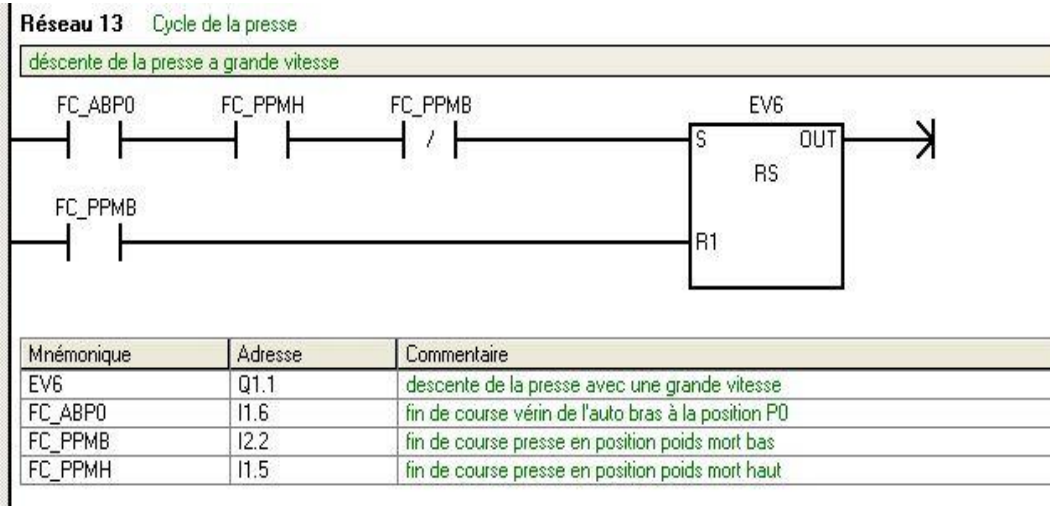
Ø Evacuation de la pièce et retour du vérin



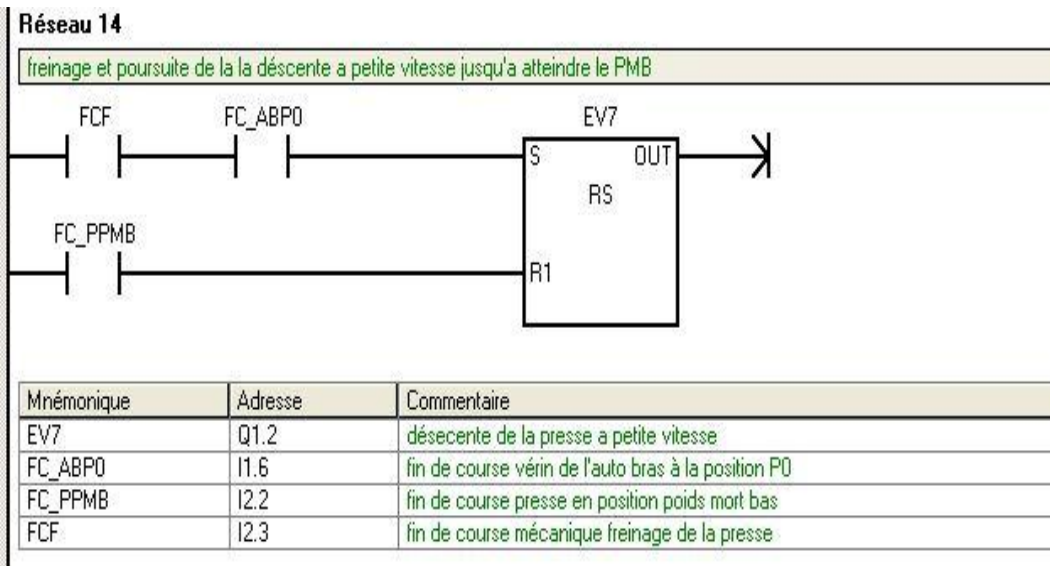
Ø La mise en marche du tapis pour évacuer les pièces



∅ La descente de la presse à grande vitesse.



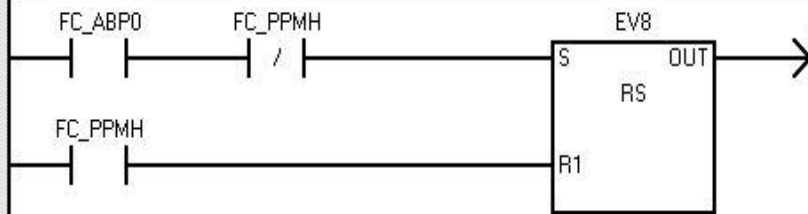
∅ Freinage de la presse (phase de travail)



## Ø La montée de la presse (fin de l'emboutissage)

### Réseau 15

la montée de la presse jusqu'à atteindre le PMH



Mnémonique	Adresse	Commentaire
EV8	Q1.3	montée de la presse
FC_ABPO	I1.6	fin de course vérin de l'auto bras à la position P0
FC_PPMH	I1.5	fin de course presse en position poids mort haut