

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT AUTOMATIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique  
industrielles**

### Thème

Amélioration du système de commande  
d'une soudeuse à grille de table GE48 à  
l'aide d'un automate programmable S7-300.

Présenté par :

**REKAI Rabah.**

**SADI OUFELLA Mazigh.**

Réalisé a :

Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménagers.

*Mémoire soutenu publiquement le 13 / 07 / 2015 Devant les jurys composé de :*

Président	Mr. BENSIDHOUM M T	MCA	UMMTO
Encadreur	Mme. HEDJEM O	MAA	UMMTO
Co- Encadreur	Mr. BOUGUEDOUR B	INGENIEUR	ENIEM
Examineur	Mme. BOUDJEMAA F	MAA	UMMTO
Examineur	Mr. CHELLI T	MAA	UMMTO

## Promotion 2015

# *Remerciements*

*Nous remercions avant tout le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.*

*Nous tenons à remercier tous ce qui nous a aidé à réaliser ce travail, notamment notre promotrice madame HEDJEM pour le temps qu'elle nous a consacré, son aide, son encouragements et surtout sa patience tout au long de ce travail.*

*Ainsi nous remercions tout le personnel du département maintenance à l'unité cuisson de l'ENIEM notamment notre encadreur Mr MOUGDOUR pour leur aide et encouragements.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.*

# Sommaire

Introduction général.....1

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise (ENIEM).

I.	Présentation de l'entreprise.....	3
I.1.	La société. ....	3
I.2.	Création de l'entreprise « ENIEM ». ....	3
I.3.	Politique qualité et environnemental. ....	3
I.3.1.	Qualité. ....	3
I.3.2.	Environnemental. ....	3
I.4.	Le marché .....	4
I.5.	Les technologies utilisées par l'ENIEM. ....	5
I.6.	Organisation de l'ENIEM. ....	5
I.7.	Organisation de l'unité cuisson.....	7
I.7.1.	Les départements de l'unité cuisson .....	7
I.7.2.	services de l'unité cuisson .....	8
I.8.	La chaine de production des grilles de table.....	8

## Chapitre II : description de la machine (La soudeuse a grille).

	Introduction : .....	10
I.	Présentation et caractéristiques de la machine : .....	10
I.1.	La première partie : .....	11
I.1.1.	groupe d'avancement : .....	11
I.1.2.	groupe à redresser le fil :.....	12
I.2.	la deuxième partie : .....	12
I.2.1.	groupe presse :.....	12
I.2.2.	groupe coupe ruban :.....	13
I.2.3.	groupe transport pièces : .....	13
I.3.	la troisième partie : .....	13
I.3.1.	groupe de cintrage : .....	13
I.3.2.	groupe soudure :.....	14
I.4.	la quatrième partie : .....	15
I.5.	dérouleur : .....	15
II.	Composants de la machine :.....	16
II.1.	système d'approvisionnement en pression pneumatiques :.....	16
II.1.1.	caractéristiques de la source d'énergie : .....	16
II.1.2.	structure d'une installation pneumatique : .....	16
II.2.	système d'approvisionnement en pression hydraulique : .....	19
II.3.	définition et choix des composants utilisé :.....	22
II.3.1.	partie opérative :.....	22
II.3.2.	La centrale hydraulique :.....	30

# Sommaire

II.3.3.	La partie liaison : .....	31
II.3.4.	Partie commande : .....	31
III.	Le cycle machine : .....	34
III.1.	Groupe à redresser le ruban et avancement : .....	34
III.2.	Groupe presses et coupe ruban: .....	34
III.3.	Introduction de la pièce dans la zone de cintrage: .....	34
III.4.	Groupe de Cintrage : .....	35
III.5.	Groupe soudure : .....	35
III.6.	Extraction de la pièce soudée : .....	35
IV.	Conclusion : .....	36

## Chapitre III : modélisation de la soudeuse.

I.	Introduction.....	38
II.	Définition.....	38
III.	Règles de GRAPHCET.....	38
III.1.	Règles de syntaxe.....	38
III.2.	Règles d'évolution.....	38
IV.	Règles de construction d'un GRAFCET.....	39
V.	Les différents types d'actions associées aux étapes.....	40
V.1.	Actions continues (simples).....	40
V.2.	Actions mémorisées.....	41
V.3.	Actions conditionnelles.....	41
V.4.	Actions retardées (type D : Delay).....	41
V.5.	Action à durée limitée (type L : limited).....	42
VI.	Niveaux du GRAFCET.....	42
VII.	Modélisation de la soudeuse.....	43
VIII.	Conclusion.....	51

## Chapitre IV : description et choix de l'automate.

I.	INTRODUCTION.....	52
II.	Automate programmable.....	52
II.1.	Architecture et fonctionnement d'un automate.....	53
II.2.	Choix d'un automate.....	53
III.	L'automate S7-300.....	54
III.1.	Constitution de l'automate S7-300.....	54
III.1.1.	Le module d'alimentation (PS).....	54
III.1.2.	Description de la CPU.....	55
III.1.3.	Modules de coupleurs (IM) .....	55
III.1.4.	Module de signaux (SM).....	55
III.1.5.	Modules d'entrées / sorties tout ou rien (TOR).....	56
III.1.6.	Modules d'entrée et de sortie analogiques.....	56
III.1.7.	Module de fonction (FM).....	56

# Sommaire

III.1.8.	Modules de communication (CP).....	56
III.1.9.	Châssis d'extension (UR) (rack).....	56
III.2.	Programmation de l'automate S7-300.....	56
III.2.1.	Configuration matérielle de l'automate.....	57
III.2.2.	Création de la table des mnémoniques.....	58
III.2.3.	Adressage des modules du S7-300.....	58
III.2.4.	Mémentos.....	58
III.2.5.	Les blocs dans le programme utilisateur.....	58
III.2.6.	Structure du programme utilisateur.....	59
IV.	Conclusion.....	59
V.	Conclusion général.....	60

**Bibliographie**

**Annexe**

# INTRODUCTION GENERAL

## **Introduction générale :**

De nos jours les entreprises sont de plus en plus soumises à la concurrence du marché. Pour assurer leur avenir, elles doivent désormais faire face à différents enjeux socio-économiques et à la progression technologique.

Le développement des systèmes de production a pour but d'atteindre des objectifs de plus en plus exigeants. Sur le plan économique, les coûts de production, le rendement ainsi que le respect des délais sont des facteurs influents sur la compétitivité des entreprises. Sur le plan technique, les principales contraintes portent sur la diversification, la flexibilité, la complexité et la qualité des produits. Pour cela, des développements au niveau des technologies de l'informatique et de l'automatisation sont indispensables.

Plusieurs entreprises algériennes utilisent la technologie en LOGIQUE CABLEE dans leurs armoires. Le travail qui nous a été confié et que nous avons effectué au sein de l'entreprise ENIEM, consistait à étudier et développer une solution pour changer le système de commande existant en logique câblée par un automate programmable.

Après avoir donné ce petit aperçu sur l'idée générale du projet, nous allons citer maintenant le contenu des différents chapitres constituant ce modeste travail.

Le premier chapitre consiste à présenter l'entreprise, et à décrire la chaîne de production afin de ressortir la problématique.

Le deuxième chapitre nous décrit les différentes parties de la machine et cela pour mieux connaître et comprendre son mode de fonctionnement.

Dans le troisième chapitre le choix et la présentation de l'automate est faite, ainsi que la modélisation de la machine.

# CHAPITRE I

---

## PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

## **I. Présentation de l'entreprise :**

### **I.1. La société :**

**ENIEM :** (Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménagers) est une entreprise nationale du groupe SGP INDELEC. Elle est spécialisée dans le montage, le développement, et la recherche des différentes branche de l'électroménager, elle assure pour le marché local la production des appareils de réfrigération et également de climatisation.

### **I.2. Création de l'entreprise « ENIEM » :**

L'entreprise nationale des industries Electroménagers (ENIEM) est constituée par le décret n° 83 du 2 janvier 1983. Elle est issue de la restructuration organique de la SONALEC (Société Nationale de fabrication et de montage du matériel Electrique et Electronique), créée en 1974 dont la production dans le domaine de l'électroménager a démarré en 1977. L'ENIEM a été transformé juridiquement en société par action (SPA) le 08 Octobre 1989. Son capital social est de 10.279.800.000 DA, détenu en totalité par la société de gestion et de participation : SGP INDELEC.

### **I.3. Politique qualité et environnemental :**

#### **I.3.1. Qualité :**

Face aux enjeux économiques, l'ENIEM a mis en œuvre et a développé un système de management de la qualité conforme au référentiel international ISO9001/2008. Cette politique qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la volonté de la direction général à :

- Comprendre les besoins présents et futurs de leurs clients et y répondre efficacement en mettant à leur disposition des produits et services compétitifs.
- Développer la culture de l'entreprise et le professionnalisme de son personnel.
- Améliorer l'efficacité du système de management de la qualité.

#### **Objectif qualité**

- Accroître la satisfaction des clients.
- Diversifier les produits.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.

#### **I.3.2. Environnemental :**

La politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement. Pour cela l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue en mettant en place un système de management environnemental selon le

référentiel ISO 14001/2004.

La direction met à disposition les moyens nécessaires à la réussite de ce projet.

**Engagement :**

- Respecter les exigences légales et réglementaires en vigueur.
- Prévenir et maîtriser les risques de pollutions qui peuvent être générés par son activité.
- Améliorer la gestion des déchets (papier, emballages, consommables informatiques, déchets de processus...).
- Rationaliser les consommations d'énergies.
- Améliorer la communication avec les parties intéressées (internes et externes).
- Continuer la formation pour améliorer la compétence du personnel.
- Continuer l'amélioration de l'efficacité du système de management environnemental
- Mener des revues de direction.

**I.4. Le marché :**

La production de l'entreprise est destinée uniquement au marché local, grâce à une large gamme de produit, elle assure la satisfaction et la demande du marché national en produit fiable et à l'attente des acheteurs.

La figure 1.1 représente quelques exemples des produits fabriqués à ENIEM de OUED AISSI.



Réfrigérateur



Climatiseur



Machine à laver

**Figure I.1 : quelques produits d'ENIEM.**

### I.5. Les technologies utilisées par l'ENIEM :

Toutes les technologies de l'ENIEM sont importées dans le cadre de l'exploitation des licences et des copies de fabricants et fournisseurs étrangers. Elle se trouve, en effet, dépendante de l'extérieur en ce qui concerne l'assistance technique qui lui revient très chère. En revanche, l'ENIEM possède comme avantage, l'exploitation des licences de grandes marques étrangères.

Les technologies utilisées dans chaque domaine d'activité de l'entreprise, ainsi que le pays d'origine peuvent être résumés dans le tableau suivant :

Produits de l'ENIEM	Technologies	Pays d'origine
-Réfrigérateurs 200 et 240litres.	BOSCH	Allemagne
-Congélateurs bahut 350 et 480 litre et	LEMATIC	Liban
Réfrigérateurs 520 litres.	TOSHIBA	Japon
-reste de réfrigérateurs.	TECHNOGAZ	Italie
-cuisinières.	AIR WELL	France
-climatiseurs.		

**Tableau n° I.1 : Les technologies utilisées par l'ENIEM.**

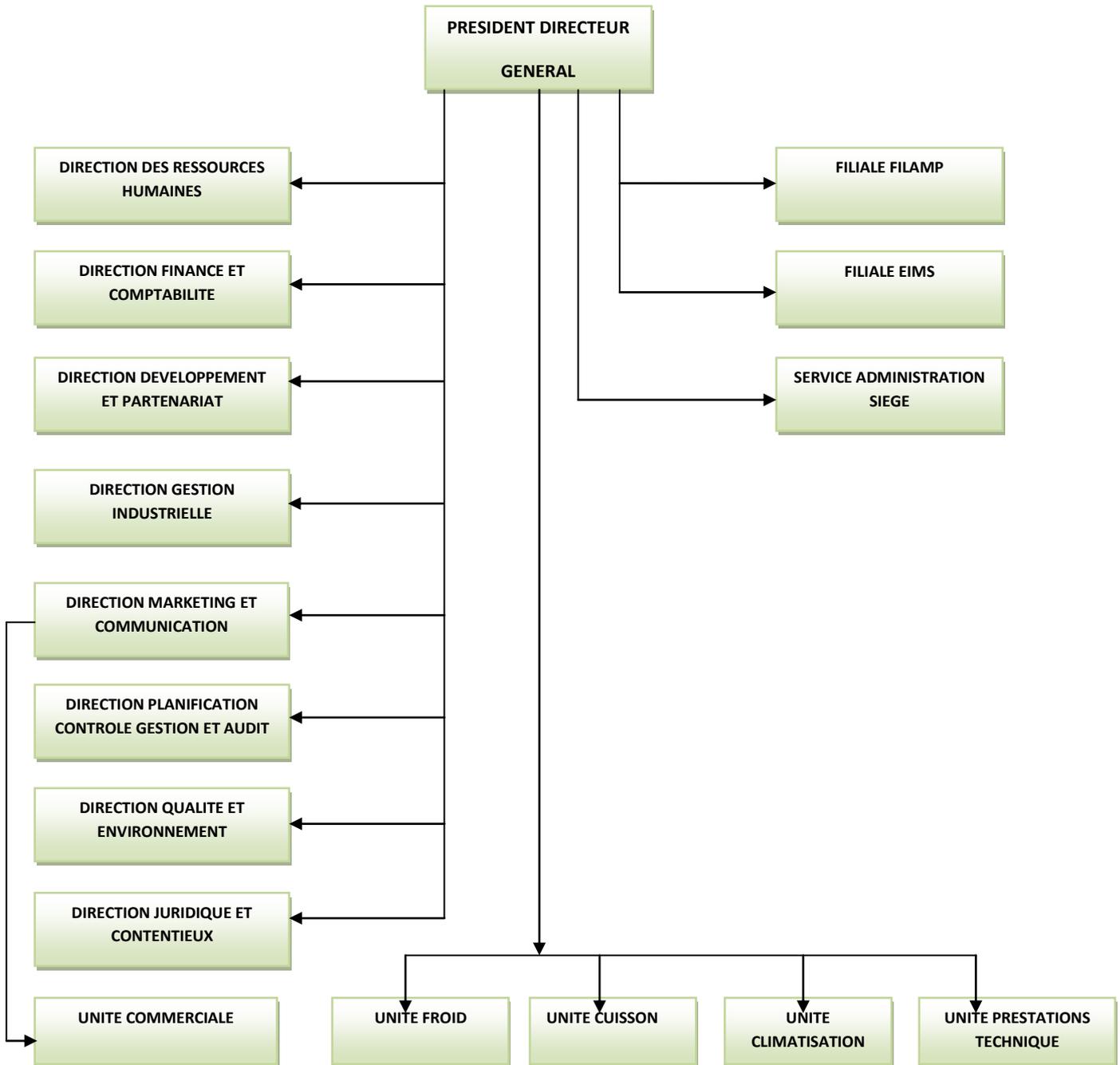
D'après les responsables de l'environnement de l'ENIEM, les technologies utilisées au sein de l'entreprise sont les mêmes depuis près de trente ans. Elles n'ont pas été changées car elles répondaient aux normes internationales en matière de qualité et de respect de l'environnement. Par ailleurs, l'utilisation de la peinture liquide a été substituée par une autre technologie moins polluante et plus économique, celle de la peinture en poudre. Ce remplacement a été fait durant l'année 2010 et a apporté ses fruits durant les deux années 2011 et 2012.

### I.6. Organisation de l'ENIEM :

L'organisation structurelle de l'ENIEM se présente comme suit :

- Le siège social situé au chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- La filiale EIMS de production de sanitaires (production de lavabos, baignoires, éviers) : installée à Miliana, wilaya d'Ain Defla.
- La filiale FILAMP (production de lampes électrique) située à Mohamadia, wilaya de mascara.
- Le Complexe d'Appareils Ménagers (CAM) implanté à la zone industrielle Aïssat Idir de Oued Aissi.
- L'unité commerciale située à la zone industrielle Aïssat Idir de Oued Aissi.

L'ENIEM est composée de cinq unités et de huit directions chapeautées par un président directeur général, plus les deux filiales FILAMP et EIMS. L'organisation complète de cette entreprise peut être présentée dans l'organigramme suivant :



**Figure I.2 : organisation d'ENIEM**

### I.7. Organisation de l'unité cuisson.

L'unité cuisson est spécialisée dans la production des différents types de cuisinières, elle compte 350 employés et organisée en une direction comportant : un secrétaire, contrôleur de gestion, un assistant sécurité industrielle, trois départements et trois services en staff tel qu'il est montré en figure I.3 :

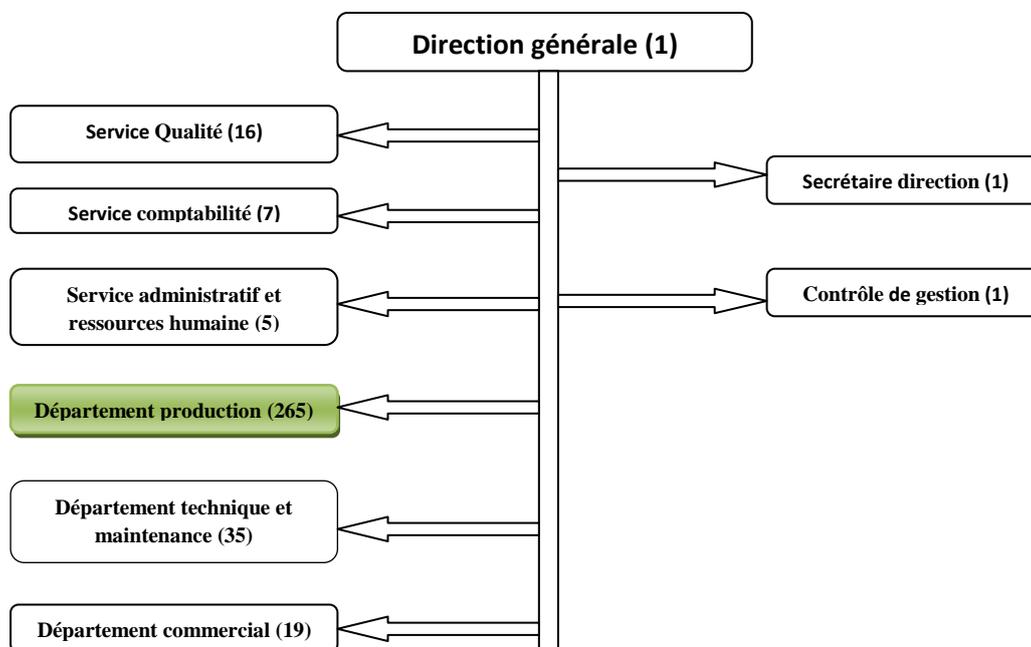


Figure I.3 : Organigramme unité cuisson.

#### I.7.1. Les départements de l'unité cuisson :

- a) **Département technique et maintenance** : Il soutient tous les départements et services dans l'accomplissement de leurs tâches, il est structuré comme suit :
- Service d'étude et développement produits
  - Service méthodes fabrication.
  - Service maintenance.
- b) **Département commercial** : son rôle est l'approvisionnement en matières premières, composants et matières auxiliaires de différentes structures de production, il est structuré comme suit :
- Service transit et douanes.
  - Service achat.
  - Service gestion de stocks.

Les activités du département commercial :

- La distribution et l'exportation des produits ENIEM : 05 dépôts de vente ENIEM à Mascara et Ain Defla (ouest), Tizi-Ouzou et Hamiz (centre) et Annaba (est).

- La vente et le service après-vente (à travers ses moyens propres et un réseau d'agents agréés), plus de 2000 agents à travers le territoire national.
- c) **Département production** : sa mission est de transformer les matières premières en produits finis, il est constitué de :
- Service ordonnancement production.
  - Service fabrication tôlerie.
  - Service fabrication mécanique.
  - Service traitement et revêtement surface.
  - Service montage final.

### I.7.2. services de l'unité cuisson.

- a) **Service Qualité** : il a deux tâches principales :
- Inspection matière première en prélevant les échantillons.
  - Elaboration des gammes de production.
- b) **Service finances et comptabilité** : ce service a deux tâches principales :
- Gestion et suivi des ressources financières de l'unité.
  - La comptabilité de l'unité.
- c) **Service des ressources humaines** : il applique toutes les procédures de gestion relativement à cette tâche, comme le recrutement, la formation et la gestion du personnel.

### I.8. La chaîne de production des grilles de table.

La chaîne de production des grilles de table.

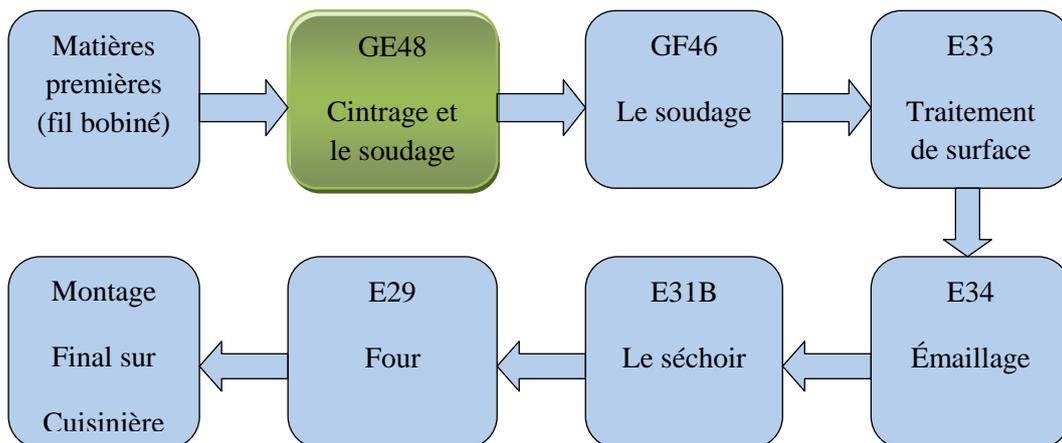


Figure I.4 : la chaîne de production des grilles de table.

Dans le cadre de validation du diplôme de master 2 par un stage de fin d'étude, le chef de service maintenance de l'unité cuisson à l'ENIEM, en l'occurrence M<sup>r</sup>. BOUGDOUR Belaid, nous a confié la tâche consistant à améliorer un système de commande d'une soudeuse a grille de table (GE 48).

Les causes qui ont motivées ce travail sont :

- Les pannes assez fréquentes de l'ancien système.
- Amélioration des sécurités et de la cadence de production.
- Politique suivie par l'entreprise qui cherche à moderniser ses équipements de production.

## CHAPITRE II

---

# DISCRIPTION DE LA MACHINE

---

**Introduction :**

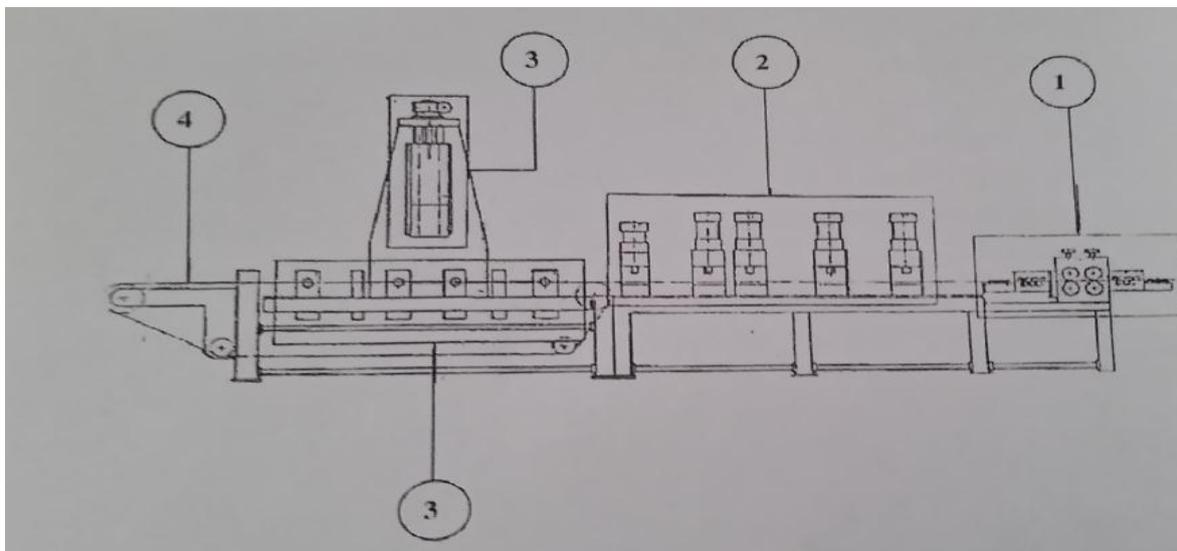
Avant de passer à l'amélioration de la commande de la machine pour obtenir les périmètres des grilles de table **GE48**, nous allons présenter les différentes parties qui la composent ainsi que son cycle de fonctionnement.

**I. Présentation et caractéristiques des différentes parties de la machine :**

La machine est une soudeuse à grille de table d'une cuisinière de type TRS 5/10/2500/S CODE 056 N° d'immatriculation : 0788184 qui a été fabriquée par une entreprise italien (OMAS), qui possède des caractéristiques très avancé. Ses composants principaux ont été réalisés en acier de qualité électro soudé.

La machine est divisé en quatre partie principales sur les quelles ont été assemblé tous les autres groupes.

- **La première partie :** comprend le groupe d'avancement et le groupe redressé le fil.
- **La seconde partie :** comprend le groupe presse, le groupe coup ruban et le groupe transport pièces.
- **La troisième partie :** comprend le corps principale de la machine, elle support les groupes de pliage et de soudure.
- **La quatrième partie :** comprend le groupe d'extraction plus un dérouleur.



**Figure II.1 : les principales parties de la machine GE48.**

- 1) groupe à redresser le fil.
- 2) Groupe d'avancement.
- 3) Groupe presses.
- 4) Groupe coupe-ruban.
- 5) Groupe de cintrage.
- 6) Groupe extraction.

**↻ Dimension de la machine :**

Longueur de la machine : 08.20 mètre.

Largeur de la machine : 02.70 mètre.

Hauteur de la machine : 03.20 mètre.

**↻ Caractéristiques techniques de la machine :**

Production : 15 pièces /min.

Puissance total installée : 53.50KW.

Consommation air total par cycle : 21nl.

Encombrement machine : 2800x2700x3200mm.

Consommation eau de refroidissement : 22l/min.

Pois total : 60 quintaux.

**I.1. la première partie :**

Cette partie est constituée de deux groupes, groupe d'avancement et groupe à redresser le fil.

**I.1.1. groupe d'avancement :****a) Description :**

L'avancement est effectué par un ensemble de rouleaux tire fil actionnés par un moteur oléo dynamique à pistons axiaux avec une cylindrée constante et réversible, maîtrisé par une soupape.

Les commandes de régulation sont placées sur la console de commandement, tous les paramètres sont vérifiés par un circuit électrique câblé dans l'appareillage électrique, le groupe est actionné par une centrale hydraulique indépendante, une servovalve assure l'asservissement en position du moteur hydraulique en prenant comme consigne le signal fourni par l'encodeur.



**Figure II.2 : Groupe d'avancement.**

**b) Caractéristiques techniques :**

Vitesse MAX. d'avancement ruban	: 70m/min.
Précision d'avancement ruban	: $\pm 0,1$ mm.
Puissance moteur station hydraulique	: 5,5 kW.
Débit pompe hydraulique	: 24 l/min.

**I.1.2. groupe à redresser le fil :****a. Description :**

Il est du type statique réalisée en deux blocs de sept molettes chacun et il est indépendant par rapport à la machine .chaque molette est réglable individuellement. Les deux blocs sont placés de façon que les molettes respectives travaillent sur un plan qui est décalé de  $90^\circ$  l'un par rapport à l'autre, ceci pour obtenir un redressement précis et constant dans toutes les conditions de travail.



**Figure II.3 : Groupe a redressé le fil.**

**b. Caractéristiques techniques :**

Développement MAX. Ruban	: 2500mm.
Dimension max du ruban	: 12x6 mm.

**I.2. la deuxième partie :**

Cette partie comprend le groupe presse, le groupe coup ruban et le groupe transport pièces.

**I.2.1. groupe presse :****a. Description :**

Ce groupe est formé de 4 presses hydrauliques construites en acier corps unique.

Le réglage horizontal du pas se fait simplement en dressant les brides de blocage, permettant ainsi aux presses de dresser sur guidage convenablement façonnée.

Le positionnement est facilitée par la présence de traits millimètres dans le but d'éviter des pertes de temps en phase de mise à point.

**b. Caractéristiques techniques :**

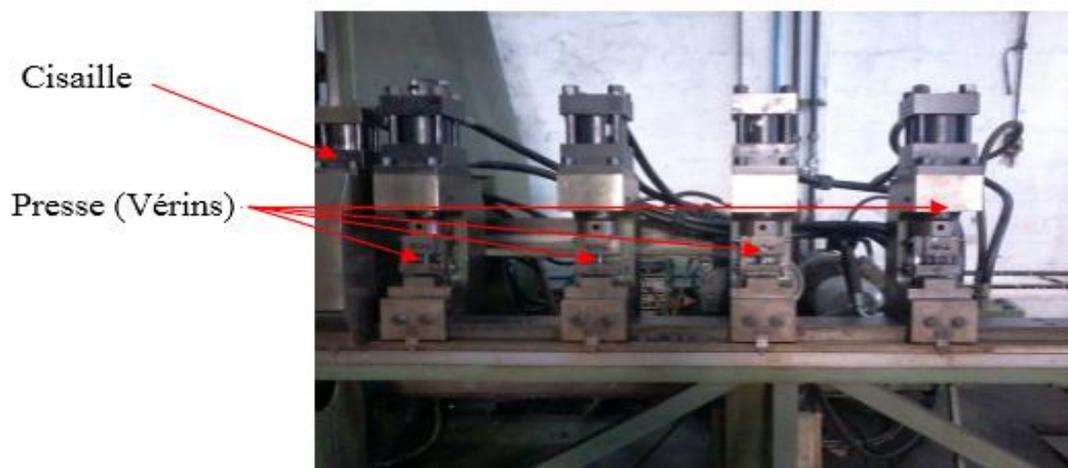
Force d'étampage à 100 kg/cm <sup>2</sup>	: 50KN
Entraxe MIN. d'étampage à 100 kg/cm <sup>2</sup>	:120mm.
Puissance moteur station hydraulique	: 5,5KW+5,5. 4 pôles.

**I.2.2. groupe coupe ruban :****a. Description :**

Le groupe coup ruban sert à couper le fil métallique c'est en fait un vérin hydraulique, il partage la même station hydraulique que le groupe presses.

**b. Caractéristique techniques :**

Force de coupage à 100kg/cm <sup>2</sup>	:31Kn
--	-------



**Figure II.4 : groupe presse et coupe ruban.**

**I.2.3. groupe transport pièces :****a. Description :**

Le groupe transport pièces permet de placer avec extrême précision la barre du ruban coupe dans la zone de cintrage

Ce groupe est réalisé au moyen de composants pneumatiques (vérin pneumatiques), deux vérins pneumatiques fonctionnent en même temps ils font déplacer une barrière verticalement.

**I.3. la troisième partie :**

Cette partie comprend le corps principal de la machine, elle est constituée de deux groupes : groupe de cintrage et groupe de soudure.

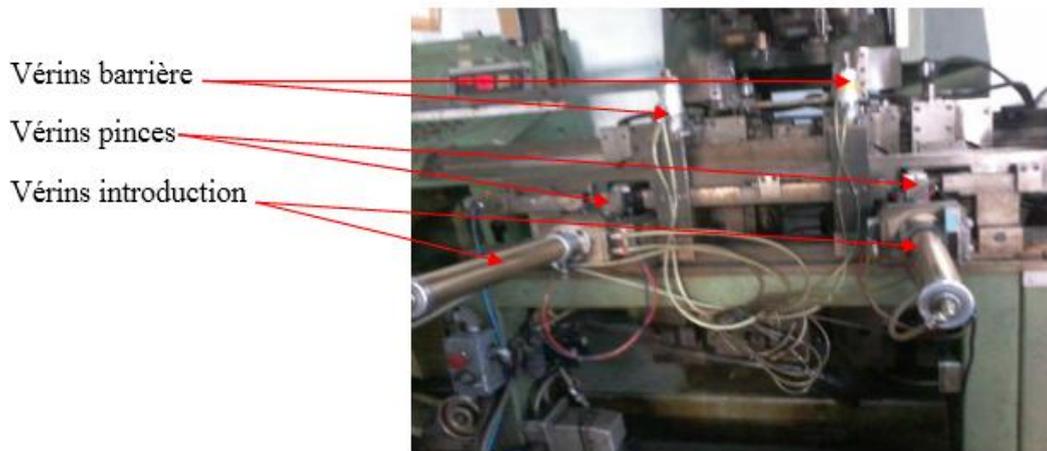
**I.3.1. groupe de cintrage :****a. Description :**

Ce groupe est formé de 4 tête de pliage pour les déplacer on doit agir sur les boutons de commandement situés sur la console.

Le déplacement doit se produire individuellement et chaque fois on doit vérifier la cote sur la règle millimétrée.

Le blocage de la pièce est garanti par 2 cylindres hydrauliques ; tous les mouvements de pliage produisent hydrauliquement.

Tous les organes mécaniques sont placés sur des coussinets avec lubrification manuelle centralisée.



**Figure II.5 : Groupe de cintrage.**

**b. Caractéristiques techniques :**

Châssis carré min.	: 200x200mm. (int)
Châssis carré max	: 625x625mm. (ext.)
Cote min. châssis	: 200mm.
Cote max .châssis	:1050mm.
Angle de cintrage	: 90°
Vitesse de translation têtes de cintrage	: $4 \times 10^{-3}$ m/sec
Dimension max ruban	: 10x6 mm.
Station hydraulique	: 5.5 KW+5.5Kw.
Puissance moteur translation	: 0.25Kw.

**I.3.2. groupe soudure.**

**a. Description :**

Le groupe sert à souder la pièce une fois cintrée.

Le groupe de soudure spécialement conçue par OMAS a été réalisé en se servant d'un transformateur a 35KW ce groupe glisse pour prendre la pièce cintrée grâce à l'action de deux vérin pneumatiques, il saisit cette dernière a deux pinces actionnées par deux petits vérins pneumatiques, et enfin le rapprochement des deux bouts des pièces avec un vérin pour la faire souder.

**b. Caractéristiques techniques :**

Puissance du moteur	: 0.37KW.
Vitesse ruban transport	: 30m/min.

#### I.4. la quatrième partie :

Cette partie comprend un seul groupe qui est le groupe d'extraction ; il assure l'éjection de la pièce.

##### a. Description :

Dès que la pièce est fabriquée, ce groupe permet son évacuation, ce groupe est formé d'une courroie en mouvement permanent actionnée par un moteur asynchrone.

##### b. Caractéristiques techniques

Vitesse du ruban transporteur	: 30m/min.
Puissance du moteur	: 0.37KW.

#### I.5. dérouleur.

Le dérouleur motorisé n'est pas un groupe implanté dans la machine, c'est une petite machine auxiliaire qui aide le groupe d'avancement dans la fourniture de la quantité du ruban nécessaire.



**Figure II.6 : groupe dérouleur.**

##### a. Description :

Le dérouleur est constitué d'une partie pivotante supportée par un soutien approprié, convenablement dimensionné, monté sur des roulements à rouleaux coniques et actionné par un moteur électrique. Au moyen d'une moto-variateur hydraulique de vitesse lié à un réducteur, la vitesse de rotation est instantanément proportionnée selon la demande du ruban de la part de la machine.

Le dérouleur peut dérouler le ruban soit dans le sens des aiguilles d'une montre, soit dans le sens contraire.

Le dérouleur en effet est doté d'un système de sécurité qui intervient en cas de secoure, en bloquant instantanément soit le touret soit la machine.

##### b. Caractéristiques techniques :

Portée	: 1500/2500KW.
Pois	: 350Kg
Vitesse de rotation	: de 0 à 70tours/min.

## **II. Composants de la machine :**

### **II.1. système d’approvisionnement en pression pneumatiques :**

#### **II.1.1. caractéristiques de la source d’énergie :**

Dans les systèmes pneumatiques, l’air comprimé est utilisé comme source d’énergie .l’air comprimé utilisé dans les systèmes pneumatiques est au départ de l’air à la pression atmosphérique portée artificiellement à une pression élevée appelée pression d’utilisation.

#### **☞ Avantage de l’air comprimé :**

Il se transporte facilement dans des conduites bon marché.il est propre et les composants qui fonctionnent sous cette énergie sont rare.il est possible également d’obtenir des cadences élevées.il est également insensible aux variations de température .enfin, les échappements d’air sont peu polluants.

#### **☞ Inconvénient de l’air comprimé :**

Cette source d’énergie nécessite un excellent conditionnement (filtration).aucune impureté, poussières...etc. ne doit pénétrer dans le système.il est difficile d’obtenir des vitesses régulières du fait de la compressibilité de l’air .les forces développés restent relativement faible. Pour des efforts importants, il est préférable d’avoir recours à des énergies hydrauliques.

#### **II.1.2. structure d’une installation pneumatique.**

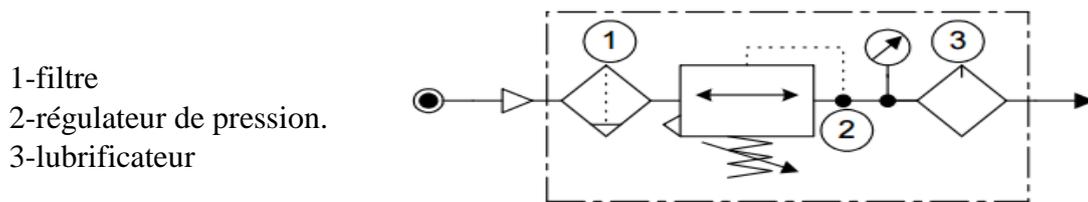
Toute installation pneumatique assurant une production et une distribution d’air comprend :

- ☞ Un compresseur avec un réservoir d’air.
- ☞ Un système de traitement d’air.
- ☞ Un dispositif de sécurité et de régulation.
- ☞ Un ensemble de circuits de distribution généralement réalisé en tube acier ou cuivre
- ☞ Un compresseur étant un appareil bruyant, il sera souvent placé dans un local propre insonorisé .il est impératif de prévoir sur les canalisations, une légère pente et de placer à chaque point bas un réservoir avec purgeur afin de recueillir toute la condensation se trouvant dans les tuyaux.

#### **II.1.2.1. traitement de l’air :**

##### **a) Structure d’un groupe de conditionnement :**

Pour le traitement de l’air, le matériel utilisé est une unité de conditionnement de l’air comprimé appelée FRL (filtre régulateur lubrificateur), qui est destiné à préparer l’air en vue de son utilisation dans les systèmes en le débarrassant des poussières, vapeurs d’eau et autre particules nuisibles qui risqueraient de provoquer des pannes dans l’installation.



**Figure II.7 : représentation simplifiée de FRL.**

Cet ensemble est constitué de 3 ou 4 appareils montés en série dans un ordre déterminé, qui se compose de la façon suivante.

➤ **Filtre avec séparateur d'eau.**

L'air par nature est humide. Lorsque on refroidit de l'air comprimé, de l'eau se forme. Cette eau doit obligatoirement être évacuée du réseau de distributeur. Il existe également dans l'air des poussières, de l'huile en provenance du compresseur et toutes sortes d'impuretés indésirables qu'il faut éliminer.

Le rôle du filtre est de soustraire du système tous ces éléments nuisibles au bon fonctionnement.

Le fonctionnement de ce dispositif est le suivant : lorsque le niveau d'eau atteint une hauteur déterminée, le flotteur soulève et ouvre une valve, l'air est alors admis au-dessus du piston situé dans le mécanisme, provoquant ainsi l'ouverture de la valve de purge.

**Symbole :**



**Figure II.8 : filtre avec séparateur d'eau.**

➤ **Un manomètre :**

Il indique la pression de l'air du service dans les différents organes pneumatiques. Dès que le moteur est mis en marche le manomètre donne une indication précise. La pression d'air est mesurée par rapport à une pression de référence qui doit être réglée.



**Figure II.9 : un manomètre.**

➤ **Un régulateur de pression :**

Le rôle de cet appareil est de maintenir l'air comprimé à une pression constante, quelles que soient les fluctuations en air du réseau. Il doit régler la

pression en fonction de la demande sur le réseau .il est souvent associé à un mouvement qui permet de contrôler la pression.

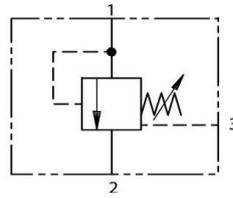


Figure II.10 : symbolisation d'un régulateur de pression.

### ➤ Le lubrificateur :

La troisième étape du traitement de l'air comprimé consiste à injecter une quantité d'huile afin de permettre la lubrification des parties mobiles des composants entrants dans la constitution des systèmes pneumatiques pour la corrosion et améliorer le glissement des organes pneumatiques de l'équipement.

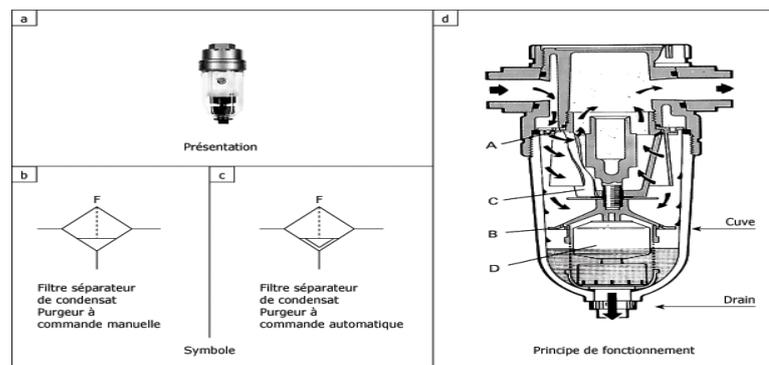


Figure II.11 : symbolisation d'un lubrificateur.

### ➤ Sectionneur :

C'est une vanne de type 3/2, qui peut être manœuvrée manuellement ou électriquement, son rôle est de couper l'alimentation en air comprimé et le mettre à l'échappement afin de mettre les systèmes hors énergie.

### ➤ Démarreur progressif :

Il assure une montée progressive de la pression dans l'installation en agissant sur la vitesse de remplissage du circuit .monté en sortie du FLR et avant le sectionneur général.

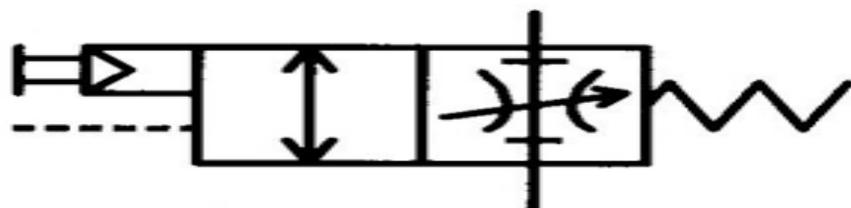


Figure II.13 : symbolisation d'un démarreur progressif.

## II.2. système d'approvisionnement en pression hydraulique :

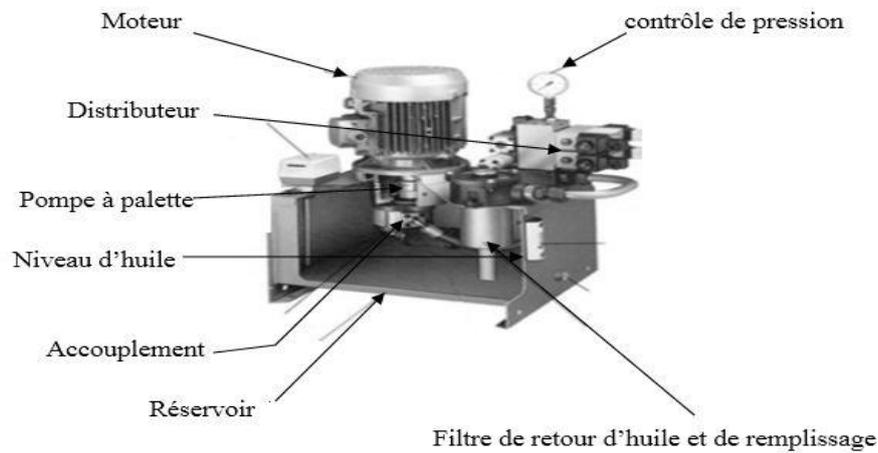
La pression est assurée par une station hydraulique dont les composants sont :

Rép	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker le fluide
2	Pompe hydraulique	Génére la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur 4/3	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	Vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	Filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	Débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti- retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

**Figure II.14 : les parties qui assurent la pression.**

### ➤ Centrale hydraulique :

Elle est composée de trois parties principales :



**Figure II.15 : Schéma d'une centrale hydraulique.**

➤ **Réservoir d'huile :**

D'une capacité de 75 litre, il sert principalement :

- Au stockage de la quantité d'huile nécessaire au fonctionnement correcte du système.
- Protéger l'huile contre les éléments extérieurs nuisibles
- Utilisée comme support aux autres composants du groupe hydrauliques tel que le moteur qui entraîne la pompe, le filtre,...etc.

La machine GE48 possède trois stations hydrauliques :

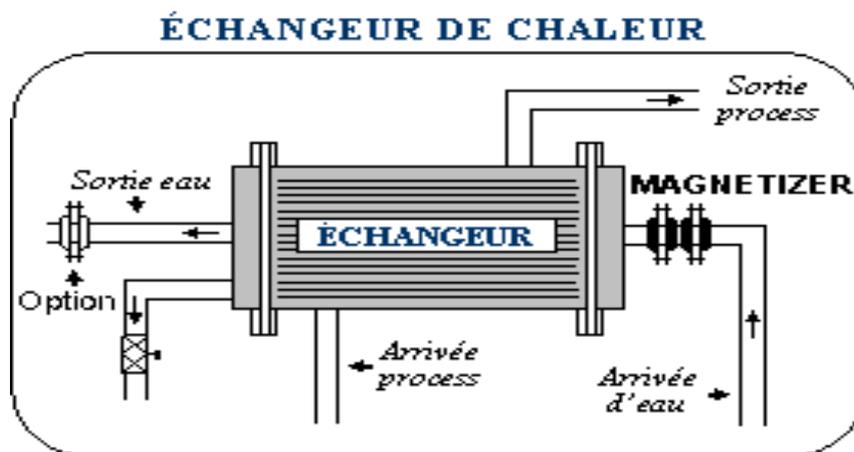
La première actionne la servovalve.

La deuxième actionne le groupe de poinçonnage.

La troisième pour le pliage.

➤ **Echangeur de chaleur :**

C'est un circuit dont l'eau froide circule et cela pour refroidir l'huile dans le réservoir

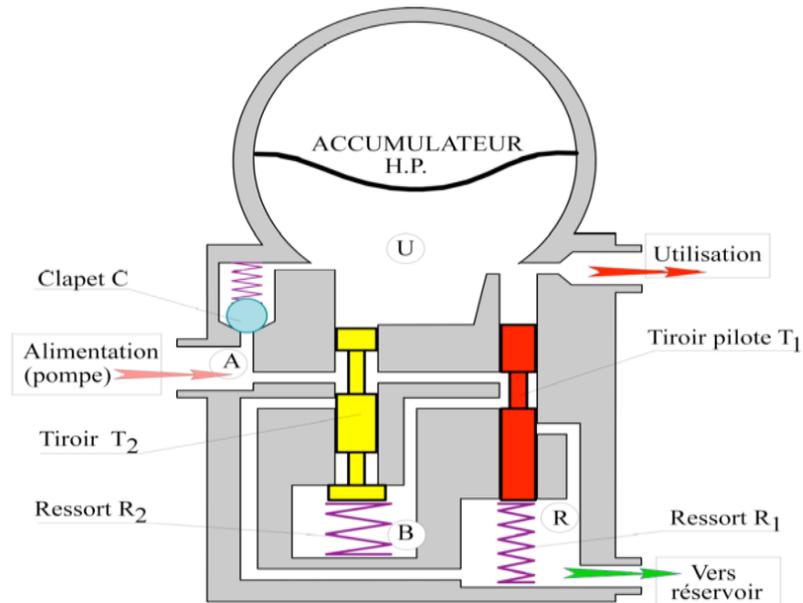


**Figure II.16 : échangeur de chaleur.**

### ➤ Accumulateur.

Il sert à emmagasiner une réserve d'énergie, il est monté en dérivation avec le circuit principale permettant de stocker une quantité de fluide sous pression et la restituer en cas de besoin.

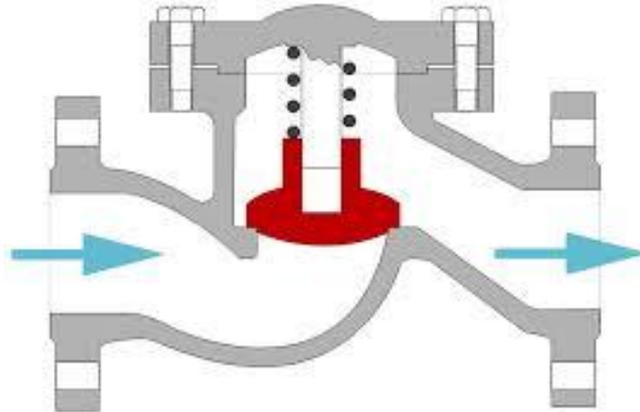
Un accumulateur hydraulique est un accumulateur à gaz avec élément de séparation entre le gaz et le fluide, le gaz le plus utilisé et l'azote inerte qui est de bonne compressibilité.



**Figure II.17 : Accumulateur.**

### ➤ Clapet anti-retour :

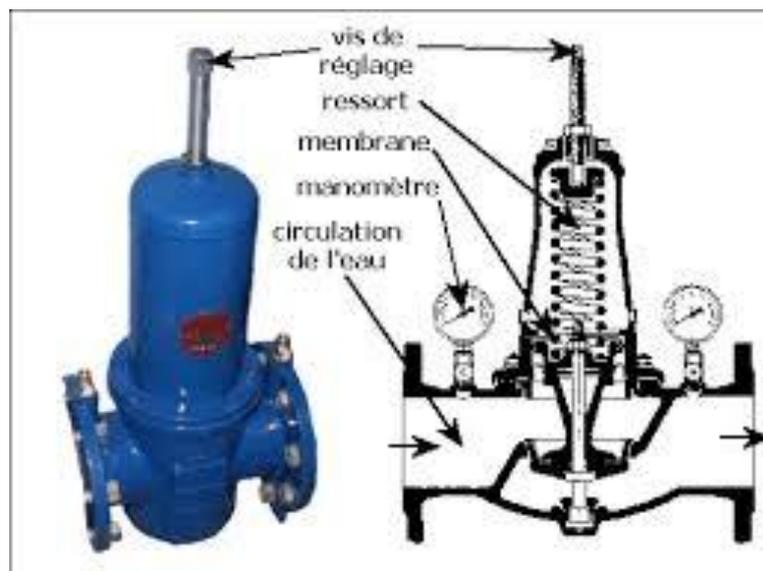
Le but des clapets anti-retour est simple : ils laissent passer l'air comprimé dans un sens, mais bloquent le passage dans l'autre sens.



**Figure II.18 : Clapet anti-retour.**

### ➤ Régulateur de pression :

Un régulateur de pression est un système de régulation utilisé dans de nombreux domaines de l'industrie. Il est indispensable en parallèle de la sortie d'une pompe hydraulique, et en protection des récepteurs si ceux-ci sont soumis à un effort extérieur non contrôlé.



**Figure II.19 : Régulateur de pression.**

## II.3. définition et choix des composants utilisés :

### II.3.1. partie opérative :

C'est la partie qui assure les transformations des matières d'œuvre permettant d'élaborer la valeur ajoutée recherchée (produit fini).

Elle est constituée de :

- Pré-actionneurs
- Actionneurs
- Capteurs.

### II.3.1.1. pré-actionneurs :

Un pré-actionneur est un composant de gestion de l'énergie de commande. Parmi les différents pré-actionneurs, on distingue l'électrovanne.

L'électrovanne est un pré-actionneur électropneumatique TOR (tout ou rien), permettant le passage de l'air véhiculé dans le circuit pneumatique. Elle est constituée, principalement, d'un corps de vanne où circule l'air. Elle est muni d'une bobine alimentée électriquement et engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile, qui agit sur l'orifice de passage. En se déplaçant, le noyau peut permettre ou ne pas permettre le passage de l'air. Le champ de pression dépend directement de la force d'attraction de la bobine.

#### a) distributeurs :

Leurs fonction est de commander le démarrage, l'arrêt, la direction du débit et la réception d'un signal de commande qui peut être électrique ou hydraulique, et d'assurer l'étanchéité sur borne verrouillée.

Le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin.

Il est caractérisé par :

- Son dispositif de commande (électrique ou pneumatique).
- Sa stabilité (monostable ou bistable).
- Le nombre d'orifices de passage de fluide qu'il présente dans chaque position.

Pour caractériser un distributeur, il faut définir le nombre d'orifices ainsi que le nombre de positions.

#### Par exemple :

Distributeur 4/2 : ce distributeur contient 4 orifices et 2 positions.



**Figure II.20 : distributeur 4/2.**

Si le vérin est à simple effet et ne comporte qu'un seul orifice à alimenter. On utilise un distributeur 3/2 a trois orifices (pression, sortie, échappement) et deux positions.

Si le vérin est à double effets et comporte deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur 5/2 à quatre orifices (pression, sortie1, sortie2 et échappement) et deux positions.

Dans le cas particulier ou il est nécessaire d'immobiliser ou de mettre hors énergie le vérin double effet, on utilise un distributeur 5/3 (cinq orifices et trois positions) à centre fermé ou à centre ouvert.

### Distributeur (5/2).

#### Monostable

Elles sont utilisées, généralement, pour bloquer un vérin dans une position. Quand il n'y a pas d'alimentation, le noyau revient à sa position grâce au ressort de rappel (Figure II.21).

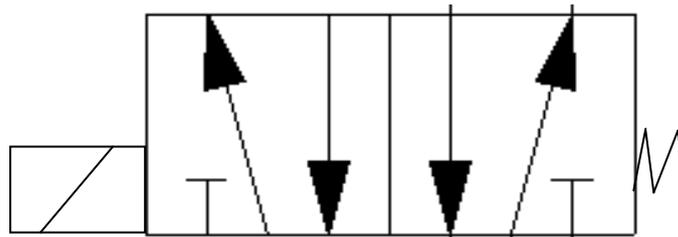


Figure II.21 : avec ressort de rappel.

#### Bistable

Le noyau revient à sa position grâce à l'excitation de la deuxième bobine (Figure II.22). On ne distingue qu'une électrovanne de ce genre dans la machine. Elle est utilisée pour le soufflage.

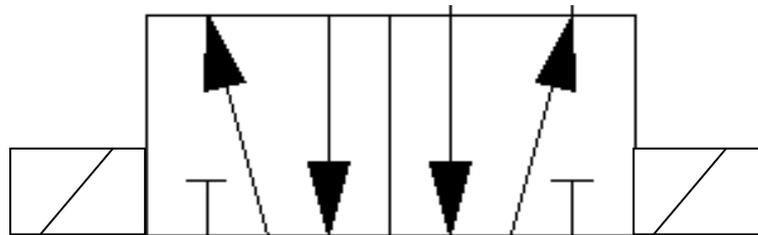


Figure II.22 : Sans ressort de rappel.

### b) Les relais :

Les relais sont des dispositifs électromagnétique qui ferment un interrupteur sur commande, lorsqu'un courant électrique leurs parvient. Pour cela, le relais a deux parties principales, une lame métallique et un électro-aimant.

Un contacteur est un relais particulier pouvant commuter de fortes puissances.

Appareil



symbole

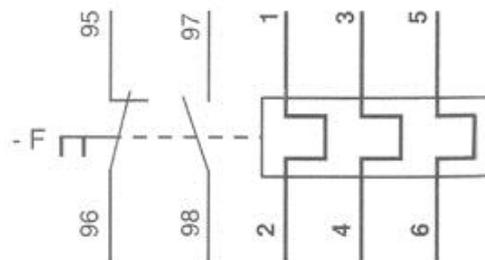


Figure II.23 : relais thermique.

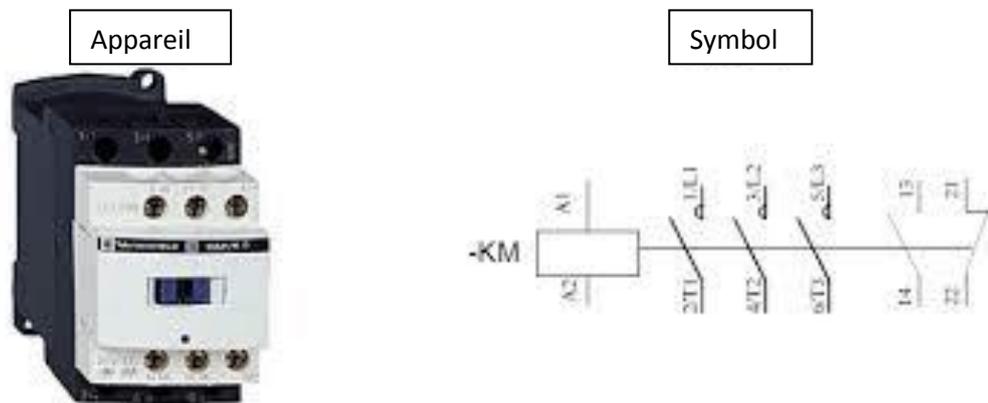
Il existe plusieurs types de relais dont on cite :

- Relais thermique.
- Relais instantanés.
- Relais temporisés.

#### c) Contacteurs :

Le 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.

Son rôle est de mettre en fonctionnement ou arrêter l'actionneur. Ses contacts de puissance sont prévus pour supporter les arcs électriques (pouvoir de coupure) qui se créent lors des arrêts.



**Figure II.24 : Contacteur.**

#### II.3.1.2. Les actionneurs.

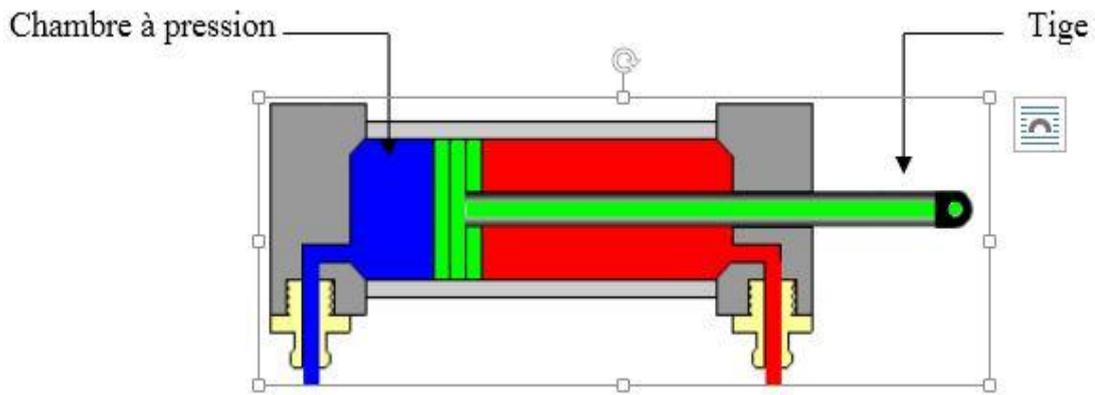
Un actionneur est un composant qui transforme une énergie, prélevée sur une source extérieure, en une action physique sur la matière d'œuvre.

En automatisation industrielle courante, les vérins pneumatiques sont des actionneurs forts utiles. Les actionneurs de la machine utilisée sont composés de vérins doubles effets et des moteurs.

##### A. Vérin pneumatique à double effet

Ce type de vérin (Figure II.25) développe une force disponible à l'allée comme au retour, pour produire du travail. Il a deux directions de travail et comporte deux orifices d'alimentation.

A tout vérin (actionneur) est associé un distributeur (pré-actionneur) indispensable pour son fonctionnement. La pression est distribuée alternativement de chaque côté du piston, afin d'assurer son déplacement dans un sens, puis dans l'autre.



**Figure II.25 : vérin à double effet.**

La machine comporte 28 vérins doubles effet de ces types :

- 04 vérins dans la partie poinçonnage.
- 01 vérin dans la partie coupure.
- 06 vérins dans la partie introduction.
- 12 vérins dans la partie ceintrage.
- 05 vérins dans la partie soudure.

#### **B. Vérin hydraulique à double effet**

Ce genre de vérins est utilisé avec des huiles sous pression, jusqu'à 350 bars dans un usage courant. Plus coûteux, il est utilisé pour les efforts plus importants et les vitesses plus précises.

Notre machine contient 09 vérins hydrauliques.

#### **C. Les moteurs :**

Les moteurs utilisés dans la station sont de type triphasé asynchrone. Ils transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Ils fonctionnent avec une tension alternative triphasée. Ils ont deux sens de rotation.



**Figure II.26 : moteur asynchrone.**

Les moteurs utilisés dans la station sont :

- Un moteur triphasé asynchrone pour la centrale d'avancement.
- Un moteur triphasé asynchrone pour la central poinçonnage.
- Un moteur triphasé asynchrone pour la centrale coupe et cintrage.

- Un moteur triphasé asynchrone pour la bande d'évacuation des pièces.
- Un moteur triphasé asynchrone pour le dérouleur.

### **Moteurs asynchrones :**

Le moteur asynchrone est le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de sa facilité de mise en œuvre, de son faible encombrement, son bon rendement et de son excellente fiabilité.

Dans notre travail nous avons utilisé deux types de moteurs asynchrones.

#### **➤ Moteur à un seul sens de rotation:**

C'est un moteur asynchrone. Il est caractérisé par le fait qu'il soit constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif, et d'un rotor (induit) : soit en court-circuit, soit bobinées à des bagues dans lesquelles le courant est créé par induction. Il est constitué de :

- **Sectionneur :**

Le sectionneur, ou portes fusibles, permet d'isoler un circuit pour effectuer des opérations de maintenance, de dépannage ou de modifications sur les circuits électriques.

- **Contacteur :**

C'est un appareil de commande capable d'établir, ou d'interrompre, le passage de l'énergie électrique (commandé à distance par l'alimentation d'une bobine).

- **Relais thermique :**

C'est un appareil de protection capable de protéger contre les surcharges. Ce type de moteur est utilisé pour :

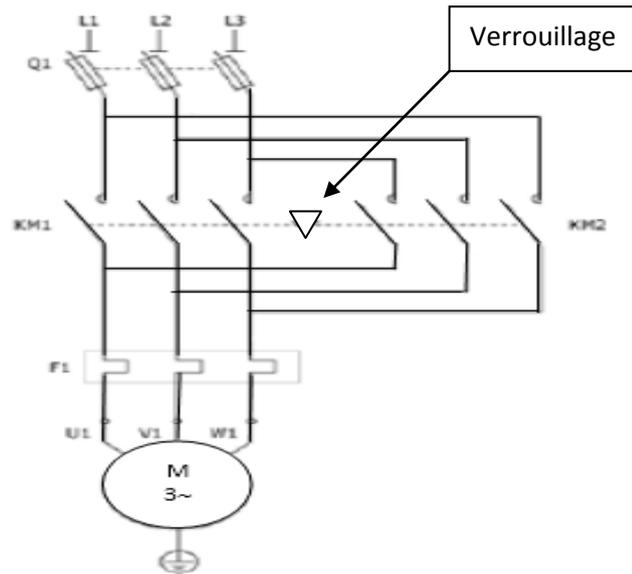
- Le tapis roulant ;
- La rotation des socles.

#### **➤ Moteur à deux sens de rotation :**

C'est un moteur asynchrone, qui a les mêmes caractéristiques que celui défini ci-dessus, sauf qu'il possède un deuxième contact qui permet d'inverser le sens de rotation.

#### **Principe d'inversion :**

L'inversion du sens de marche (Figure II.27) est obtenue en croisant deux des conducteurs de phase d'alimentation, le troisième restant inchangé. On inverse le sens du champ tournant, et par conséquent, le sens de rotation. Un verrouillage mécanique est nécessaire pour éviter le court-circuit entre les deux phases dans le cas où deux contacteurs KM1 et KM2 seraient fermés ensemble. Un verrouillage électrique, par les contacts auxiliaires KM1 et KM2, permet de compléter le verrouillage mécanique, dans le cas où ce dernier serait défaillant.



**Figure II.27 : Inversion du sens de rotation d'un moteur.**

#### D. Les capteurs.

Un capteur est un élément de prélèvement d'information sur un processus. Il délivre un signal proportionnel à la grandeur qu'il mesure. Il prélève une information sur le comportement de la partie opérative et la transforme en une information exploitable par la partie commande.

L'information délivrée par un capteur peut être logique (deux états 1 ou 0). Numérique (valeur), ou analogique (dans ce cas il faudrait adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

Les capteurs peuvent être caractérisés selon deux critères :

- La grandeur mesurée : on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, etc.
- Le caractère de l'information délivrée : on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs Tout Ou Rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

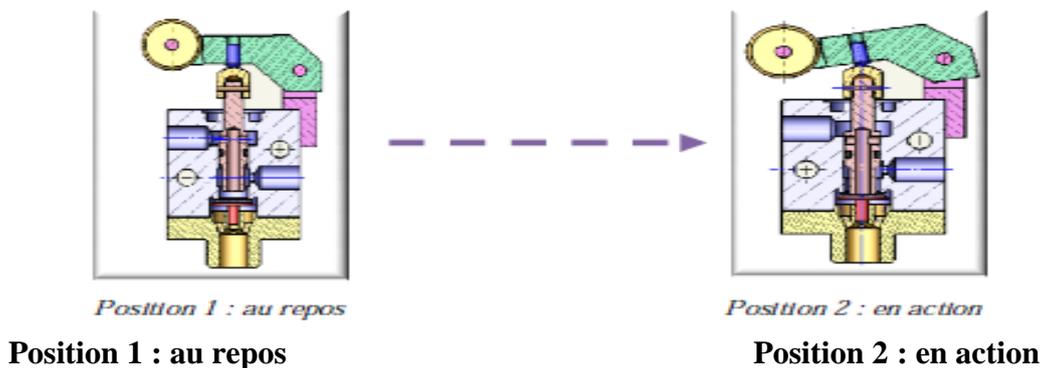


**Figure II.28 : quelques types de capteurs.**

#### E. Capteurs de position.

Dans le déroulement d'un cycle automatisé, il est important de connaître la position exacte des vérins (tige sortie ou tige entrée) afin de faire évoluer la partie commande dans le cahier des charges. Les ordres d'évolution sont donnés par des éléments de détection (capteur de position), placés sur la machine ou implémentés directement sur le vérin, lorsque la zone de travail ne le permet pas. Ces capteurs sont à contacts et peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple ou d'une bille. L'information donnée par ce capteur est de type TOR.

Dans la machine étudiée, les capteurs de position utilisés sont de type TOR. Ils peuvent prendre deux états : au repos et actionné (Figure II.29). A chaque état correspond un signal de sortie (0 ou 1).



**Figure II.29 : Vue de coupe verticale d'un capteur (fin de course).**

#### **F. Servovalve :**

Est un élément utilisé dans les systèmes hydraulique qui assure les fonctions de distribution et de régulation de débit. Le déplacement du tiroir de distribution est proportionnel au courant électrique d'entrée. C'est une valve de contrôle de débits, elle est composée de deux parties : une partie puissance et une autre pour l'amplification.



**Figure II.30 : une servovalve.**

#### **G. Les pressostats :**

Ils sont utilisés pour contrôler la pression d'un circuit et fournissent une information lorsque cette pression atteint la valeur de réglage du pressostat.

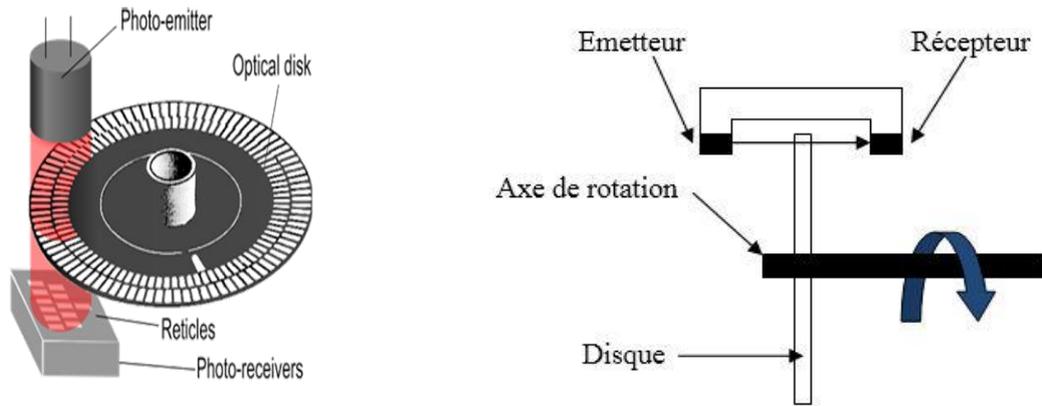
#### **H. Les détecteurs de proximité :**

Les détecteurs sont des capteurs tout ou rien (TOR), ils possèdent toutes les propriétés des capteurs, excepté la nature du signal de sortie qui est en binaire.

Détecteur de proximité : délivre une information logique de présence de l'élément à détecter sans contact physique.

### I. Codeur incrémental :

Les codeurs incrémentaux sont destinés à des applications de positionnement et de contrôle de déplacement d'un mobile par comptage des impulsions qu'ils délivrent



**Figure II.31: principe d'un codeur incrémentale.**

### II.3.2. La centrale hydraulique

La centrale hydraulique se compose principalement d'un ensemble motopompe, un clapet anti-retour, un accumulateur, un régulateur de pression, un échangeur thermique et un manomètre équipé d'un robinet le tout est monté sur le couvercle du réservoir.

#### II.3.2.1 Le réservoir d'huile

Il sert principalement au stockage de la quantité d'huile nécessaire au fonctionnement correct du système;

- A protéger l'huile contre les éléments extérieurs nuisibles;
- Comme support aux autres composants du groupe hydraulique tels que le moteur qui entraîne la pompe, le filtre...

#### Un groupe moto-pompe

Le groupe motopompe hydraulique se compose d'une pompe à palettes, accouplée à un moteur asynchrone, par l'intermédiaire d'un accouplement élastique.

### Caractéristiques techniques

#### Le moteur électrique

- Moteur asynchrone triphasé
- Tension d'utilisation: 220-380v
- Fréquence : 50 Hz
- Vitesse : 1500 tr/min
- $\cos\phi$ : 0,75
- La puissance : 3 KW

### La pompe à palettes

- Pression : 58 bars
- Débit : 18 L /min

### Un circuit pression

Depuis la centrale hydraulique, une canalisation relie le moteur hydraulique à la servovalve qui le commande. Cette servovalve est située dans la partie haute du bâti du mécanisme.

### Un circuit retour

Depuis la servovalve une canalisation relie celle-ci à la centrale hydraulique par l'intermédiaire d'un échangeur thermique huile-air permettant de refroidir l'huile du circuit pour la protection des garnitures des composants hydrauliques.

### II.3.3. La partie liaison :

Le pupitre de commande est constitué de trois parties ;

- Une partie comportant les différents accessoires de commande (boutons et sélecteurs).
- Une partie comportant les différents voyants lumineux témoignant des différents états de fonctionnement.



**Figure II.33 : pupitre de commande.**

Un clavier pour insertion des paramètres géométriques de la pièce et réinitialisation de la machine.

### II.3.4. partie commande.

La partie commande élabore des ordres destinés à la partie opérative en fonction :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.

- ➡ Des consignes données par l'utilisation ou par l'opérateur.

### II.3.4.1. programmeurs à cames.

#### a) Description et principe de fonctionnement :

La fonction d'un programmeur à cames est de délivrer, suivant la position angulaire d'un arbre ou d'un vilebrequin, des ordres au circuit de commande d'une machine. Ces ordres ont généralement pour but d'assurer des fonctions d'automatisme (comptage, synchronisation de mouvements, etc.)

Les programmeurs électromécaniques sont généralement constitués des éléments suivant :

- 1) Des fins de courses qui délivrent un signal électrique au circuit de commande de la machine.
- 2) Des disques de cames qui permettent le réglage des points de commutation des interrupteurs.
- 3) Des poussoirs également appelé « suiveurs » qui suivent le profil des disques de came et viennent actionner les interrupteurs.
- 4) Un arbre qui supporte les différents disques de came et qui permet l'accouplement du programmeur à l'élément de transmission à contrôler.
- 5) Un carter qui permet la protection et la fixation de l'ensemble.



**Figure II.34 : programmeur a came.**

#### b) Mode d'entraînement en rotation des disques de cames.

Les programmeurs étudiés doivent pouvoir s'adapter au cycle des machines sur lesquelles ils vont être installés. De ce fait, la position angulaire de leurs disques de cames est réglables de  $0^\circ$  à  $360^\circ$ .

Les cames sont constituées de deux demi-disques. Des repères facilitent le réglage, qui peut se faire sans influencer la position du demi-disque voisin, grâce à une entretoise dont la position angulaire est fixe par rapport à l'arbre du programmeur. Les demi-disques sont entraînés en rotation par l'intermédiaire de bagues support qui sont liées positivement à l'arbre, soit par clavetage.

**c) Programmeur a came de la soudeuse GE48 :**

Pour que le programmeur à came puisse s'adapter au cycle de fonctionnement de la machine, on doit respecter les positions angulaires des disques des 25 cames de notre programmeur qui sont données dans le tableau suivant :

Bornes came	N°	(A)	(B)	Commentaire
2-3	01	25	27	Poinçon
1-3	02	10	23	Lames internes
1-3	03	20	50	Lames externe
1-3	04	06	27	Blocage interne
1-3	05	25	43	Blocage externe
1-3	06	10	13	Bloc tête
1-3	07	53	00	Pliage interne
1-3	08	33	44	Pliage externe
1-3	09	36	25-29	Relevage soudure
	10	05	25	Bloc pièce
	11	35	00	
	12	35	05	
	13	05	45	Entrée fil
	14	30	58	
	15	28	57	
	16	25	55	
	17	27	57	
	18	24	55	
	19	24	53	
	20	24	43	
2-3	21	50	51	
1-3	22	50	35	Soudure
1-3	23	24	55	Compte pièce
2-3	24	42	40	Moteur 360°
	25	35	20	processus

**Figure II.35 : les positions angulaires du programmeur à came.**

### III. le cycle machine :

Pour obtenir les périmètres des grilles de table, la machine doit effectuer le cycle suivant :

- Groupe à redresser le ruban et avancement.
- Groupe presses et coupe ruban.
- Introduction de la pièce dans la zone de cintrage.
- Groupe de Cintrage.
- La soudure.
- Extraction de la pièce soudée.

#### III.1. Groupe à redresser le ruban et avancement :

Le groupe d'avancement sert à alimenter la machine de la quantité nécessaire de ruban. Ce dernier ayant été redressé par le groupe avancement et redressement.

Un encodeur est placé à la sortie du groupe d'avancement, servant à mesurer la longueur du ruban et le compare à une consigne fixée sur le pupitre de contrôle.

Lorsque les deux valeurs sont identiques, la servovalve revient à la position de repos et le moteur hydraulique du groupe d'avancement s'arrête.

Le dérouleur travail uniquement durant cette phase de cycle.

#### III.2. Groupe presses et coupe ruban:

Le premier usinage mécanique se produit dans cette phase du cycle grâce au groupe presses. Les bosses sont réalisées simultanément par quatre vérins ayant été préalablement espacés grâce à une règle millimétrique horizontale.

Le ruban est coupé par une cisaille cette dernière est fixée à un vérin hydraulique. Pour des raisons de sécurité un capteur de proximité a été prédisposé pour détecter l'avancée du ruban. Cette dernière autorise le coupage du ruban lorsque les quatre vérins de poinçonnage sont en position de repos.



Figure II.36 : les bosses de la pièce.

#### III.3. Introduction de la pièce dans la zone de cintrage:

Il ne s'agit pas d'une véritable phase d'usinage, mais d'un transport afin de pouvoir rendre accessible les stations de travail précédentes, ce qui permet l'usinage simultanée d'une autre pièce.

Le transport du ruban coupé se fait comme suit :

Premièrement, une barrière décente pour permettre au ruban de se placer dans une place bien déterminée, puis deux pinces tiennent celui-ci et la barrière se lève. Enfin le ruban est déplacé vers la zone de cintrage au moyen de deux vérins pneumatiques.

### III.4. Groupe de Cintrage :

Durant cette phase la pièce prend sa forme géométrique définitive au moyen des quatre têtes de cintrage.

Le cintrage de la pièce se déroule comme suit :

Une fois la pièce transporté il sera positionné sur le blocage du groupe de cintrage, ensuite les lames interne et externe sortent pour bloquer la pièce, les lames externes et l'outillage de cintrage externe effectuent le cintrage externe. Les lames externes lâchent la pièce et rentrent afin de libérer cette dernière pour le cintrage interne qui s'effectue de la même façon que le cintrage externe.



Cintrage externe



Cintrage interne

**Figure II.37 : Cintrage interne et externe de la pièce**

### III.5. Groupe soudure :

C'est la dernière opération mécanique du cycle de production, elle se produit grâce au groupe de soudure.

Une fois la pièce est cintrée, le groupe de soudure se glisse pour saisir la pièce au moyen de deux pinces, puis remonte pour libérer la pièce de la zone de cintrage afin de rendre cette station opérative. Un vérin pneumatique est actionné pour joindre les deux bouts de la pièce afin de commencer la soudure qui s'effectue en trois étapes, qui sont :

#### ➤ Le temps de pressurisation :

C'est le temps de maintenir les deux bouts de la pièce sous la pression avant d'alimenter les électrodes pour effectuer la soudure.

#### ➤ Temps de mise en électricité :

C'est le temps de mettre les électrodes sous tension pour effectuer le soudage.

Une fois la pièce soudée et avant de la lâcher on attend environ deux secondes, c'est le temps de détention.

### III.6. Extraction de la pièce soudée :

Dès que la dernière opération du cycle est achevée, la pièce finie est libérée des pinces qui la retiennent pour l'évacuer dans un chariot de stockage grâce au tapis en mouvement.



**Figure II.38: chariot de stockage.**

#### **IV. conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes composantes de la machine ainsi que son cycle de fonctionnement.

Avec ce mode de fonctionnement la machine ne répond pas à ces exigences, comme elle présente quelques déficiences telles que son programmeur à came, la servovalve et le manque de précision.

Pour ces raisons le chef de service maintenance de l'unité cuisson à l'ENIEM, en l'occurrence M. BOUGDOUR Belaid, nous a confié la tâche consistant à améliorer la commande de cette soudeuse en remplaçant le programmeur à came par un automate programmable en faisant tous les changements nécessaires.

# CHAPITRE III

---

## MODELISATION DE LA MACHINE

## I. Introduction.

Le GRAFCET est un outil graphique de modélisation pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien. Il utilise une représentation graphique. C'est un langage clair, strict et sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de décrire le cahier des charges. c 'est pourquoi nous avons fait le choix de l'utiliser dans notre travail. Avant de voir notre modèle nous allons présenter quelques généralités sur le GRAFCET

## II. Définition.

Le GRAFCET (Figure III.1) est un langage graphique qui sert à décrire, étudier, réaliser et exploiter les automatismes (industriels). Il est représenté par l'ensemble d'éléments graphique suivant :

- les étapes, auxquelles sont associées des actions ;
- les transitions entre étapes, auxquelles sont associées des réceptivités ;
- les liaisons orientées entre les étapes et les transitions ;
- les macros étapes pour simplifier la représentation, la rendre plus lisible, et insister sur certaines structures sans se perdre dans les détails.

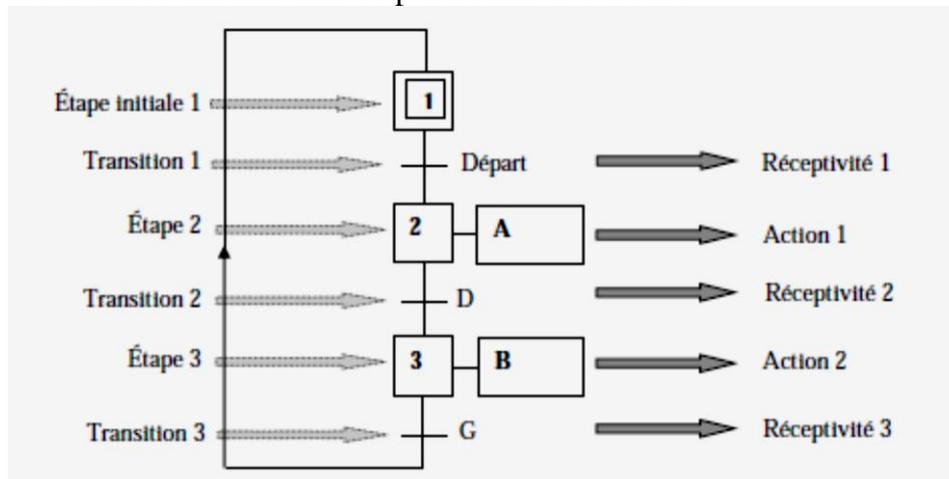


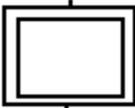
Figure III.1: les différents constituants d'un GRAFCET.

## III. Règles de GRAPHCET.

### III.1. Règles de syntaxe.

- L'alternance étape-transition doit être respectée.
- Deux étapes ne doivent jamais être reliées directement.
- Deux transitions ne doivent jamais être reliées directement.

### III.2. Règles d'évolution.

- **L'initialisation** : une situation initiale est caractérisée par le fait qu'un certain nombre d'étapes sont actives au début du fonctionnement. Ces étapes sont repérées sur le GRAFCET par un double carré. 
- **Le franchissement d'une transition** : une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes, immédiatement précédentes, sont actives (Figure III.2). Elle ne peut être franchie que lorsque :
  - Elle est validée ;
  - La réceptivité associée est vraie.

Étape active	aucune	aucune	5	5	6
Transition validée	non	non	oui	oui	non
Réceptivité vraie	non	oui	non	oui	oui
Transition franchissable	non	non	non	oui	non

Figure III.2: franchissement d'une transition.

- **L'évolution des étapes actives** : le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes, immédiatement suivantes, et la désactivation de toutes les étapes, immédiatement précédentes.
- **Évolution simultanée** : plusieurs transitions, simultanément franchissables, sont simultanément franchies. Par exemple, sur la figure III.3, si la variable « c » est vraie, le GRAFCET va évoluer vers la désactivation simultanée des étapes 5 et 10 et l'activation simultanée des étapes 6 et 11.

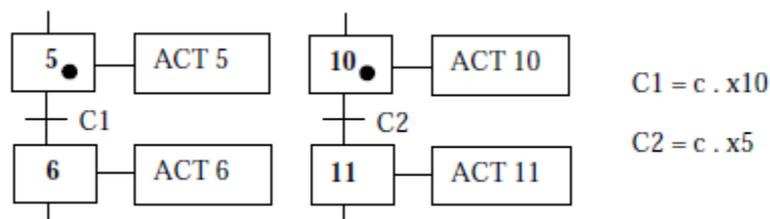


Figure III.3 : évolution simultanée.

- **Activation et désactivation simultanées**: si au cours du fonctionnement, une même étape doit être, simultanément, désactivée et activée, elle reste ACTIVE.

**IV. Règles de construction d'un GRAFCET.**

- Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée convergence en « ET » (synchronisation) (Figure III.4).

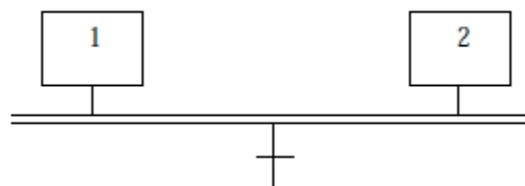
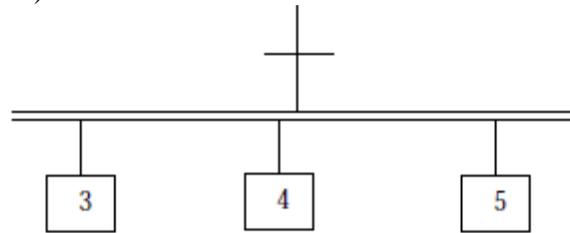


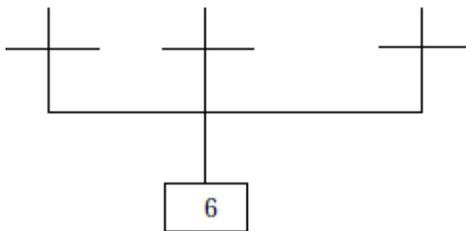
Figure III.4 : convergence en ET.

- Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs allant vers ces étapes à l'aide d'une barre horizontale, appelée divergence en « ET » (Figure III.5).

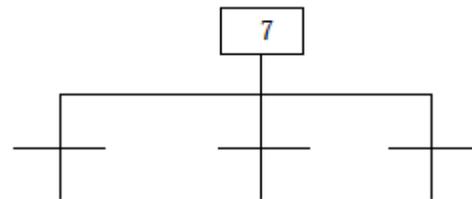


**Figure III.5: divergence en ET.**

- Lorsque plusieurs transitions sont reliées à une même étape « dans le sens vers étape » (respectivement dans le sens d'étape), on regroupe les arcs par un simple trait horizontal et l'on parle de convergence en « OU » (Figure III.6) (respectivement divergence en « OU » (Figure III.7).



**Figure III.6: convergence en OU.**



**Figure III.7: divergence en OU.**

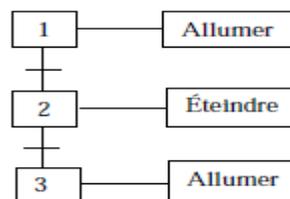
## V. Les différents types d'actions associées aux étapes.

Une ou plusieurs actions, élémentaires ou complexes, peuvent être associées à une étape. Elles traduisent ce qui doit être fait chaque fois que l'étape, à laquelle elles sont associées, est active. Ces conditions peuvent être externes (sorties), ou internes (lancement de temporisation, comptage, etc.).

Les sorties de la partie commande correspondent aux ordres émis vers la partie opérative. Les actions sont décrites de façon littérale ou symbolique à l'intérieur d'un ou de plusieurs rectangles reliés au symbole de l'étape, à laquelle elles sont associées.

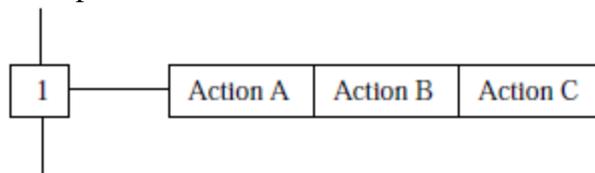
### V.1. Actions continues (simples).

Lorsqu'une étape est active, l'action associée est exécutée et réciproquement (Figure III.8).



**Figure III.8 : représentation graphique d'actions simples.**

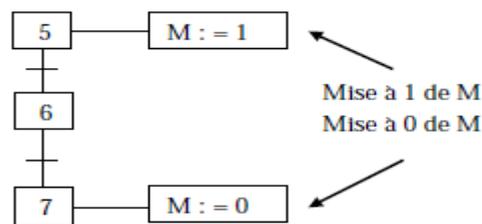
Plusieurs actions, associées à une même étape, peuvent être disposées de façons différentes. On peut les représenter comme suit:



**Figure III.9 : représentation de plusieurs actions.**

### V.2. Actions mémorisées.

Dans une action mémorisée, on distingue la mise à 1 et la mise à 0 de l'action (Figure III.10).

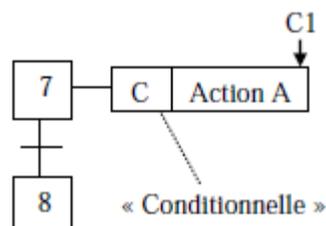


**Figure III.10: représentation graphique d'actions mémorisées**

### V.3. Actions conditionnelles.

Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie (Figure III.11). Cette condition est une expression dont le résultat est booléen.

Équation logique :  $A = X_7.C_1$ .



**Figure III.11 : représentation graphique d'action conditionnelle.**

### V.4. Actions retardées (type D : Delay)

L'action est exécutée si la temporisation est terminée. Mais si la durée réelle d'activation de l'étape est inférieure au retard spécifié, l'ordre retardé peut ne pas être émis.

Équation logique :  $B=t/X_1/7s. X_1$

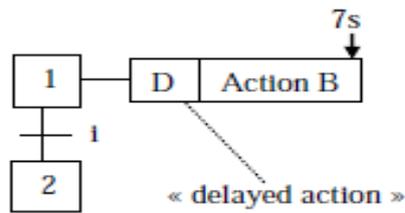


Figure III.12: représentation graphique d'action retardée.

#### V.5. Action à durée limitée (type L : limited).

L'exécution de l'action est interrompue après l'écoulement de la durée spécifiée, même si la réceptivité qui suit l'étape n'est pas vraie.

Équation logique :  $C=(t/Xn/3s).X_1$

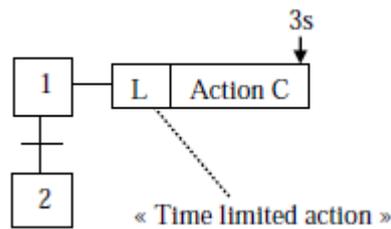


Figure III.13: représentation graphique d'action à durée limitée.

### VI. Niveaux du GRAFCET

- **Niveau 1** : appelé aussi le niveau de la partie commande. Il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative, indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.
- **Niveau 2** : appelé aussi le niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus de détails sur la technologie des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités est décrite en abréviation. On associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

#### Exemple :

Pour illustrer ces deux niveaux, nous avons pris l'exemple de deux vérins double effet qui réalisent la séquence de la suivante.

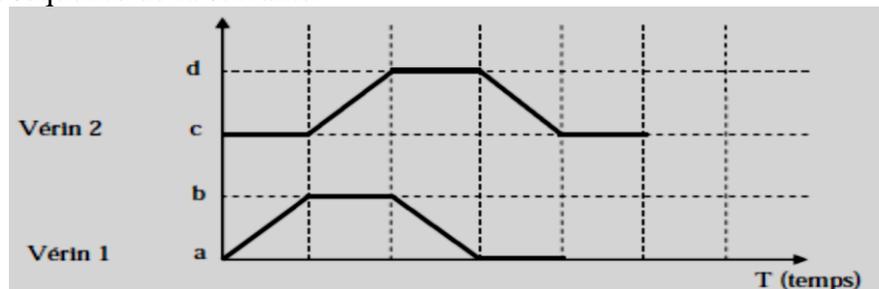
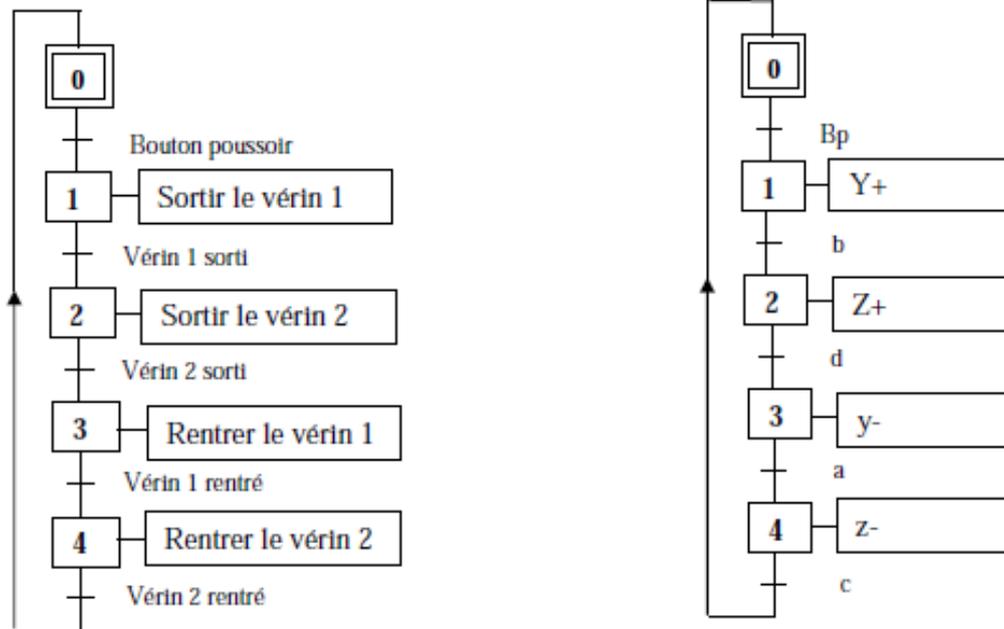


Figure III.14 : séquence chronologique du fonctionnement de deux vérins.

Avec (a) et (c) représentent les capteurs de début de course, respectivement, des vérins 1 et vérin 2. (b) et (d) représentent, respectivement, les capteurs de fin de course des vérin 1 et vérin 2.

On note par (Y+) et (Z+), respectivement, les actions de sortie des vérins 1 et 2, par (Y-) et (Z-) les actions d'entrée des vérins 1 et 2.

Le système est muni d'un bouton poussoir « BP » qui enclenche la séquence. Les GRAFCET niveau 1 et niveau 2 sont donnés ci-dessous :



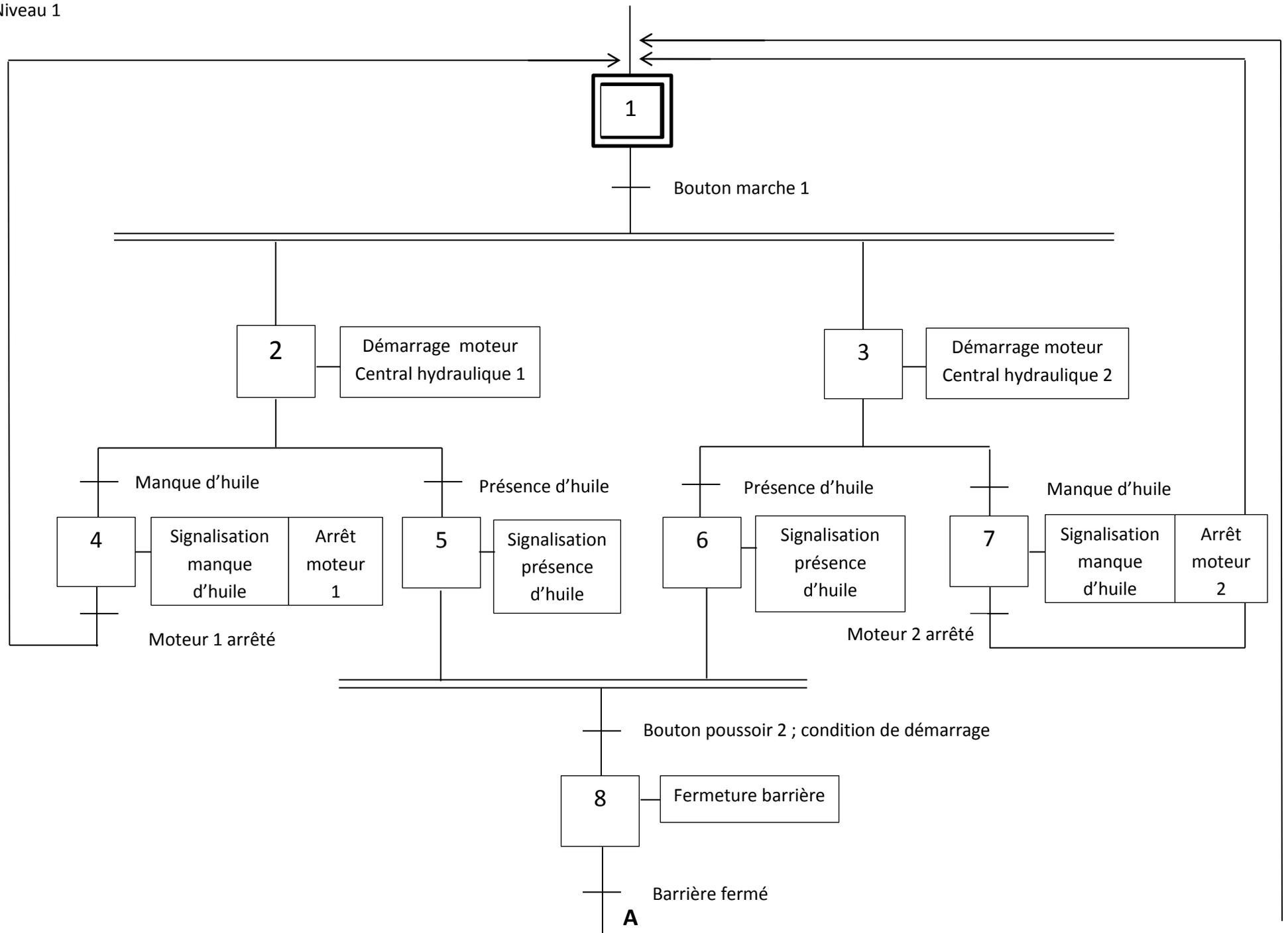
1) GRAFCET niveau 1.

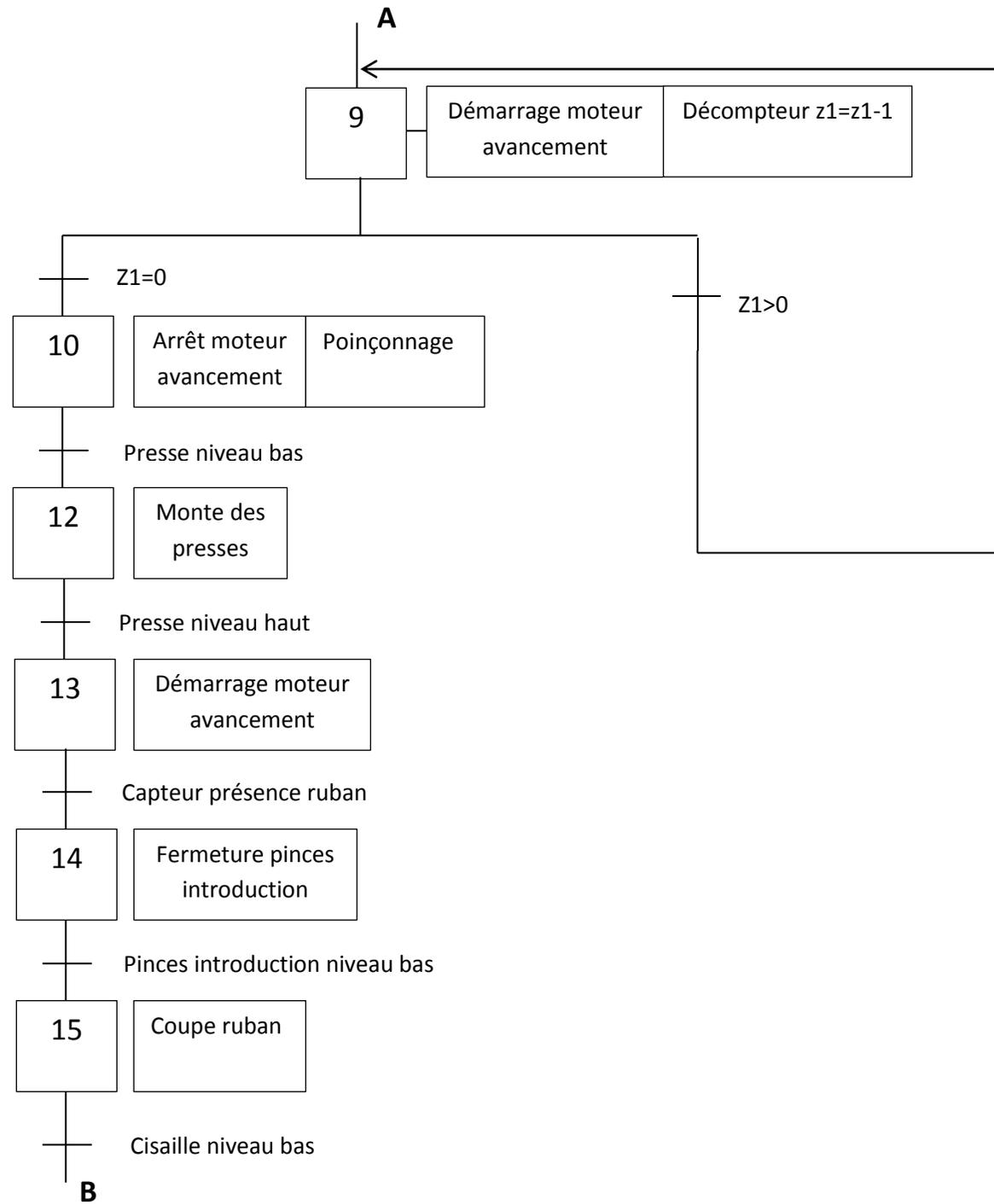
2) GRAFCET niveau 2.

**Figure III.15 : les différents niveaux d'un GRAFCET.**

## VII. Modélisation de la soudeuse.

Après l'étude du système à automatiser, et avoir identifié les différentes actions ainsi que les différentes réceptivités, on va essayer de modéliser le cahier de charges sous forme de GRAFCET niveaux 1.



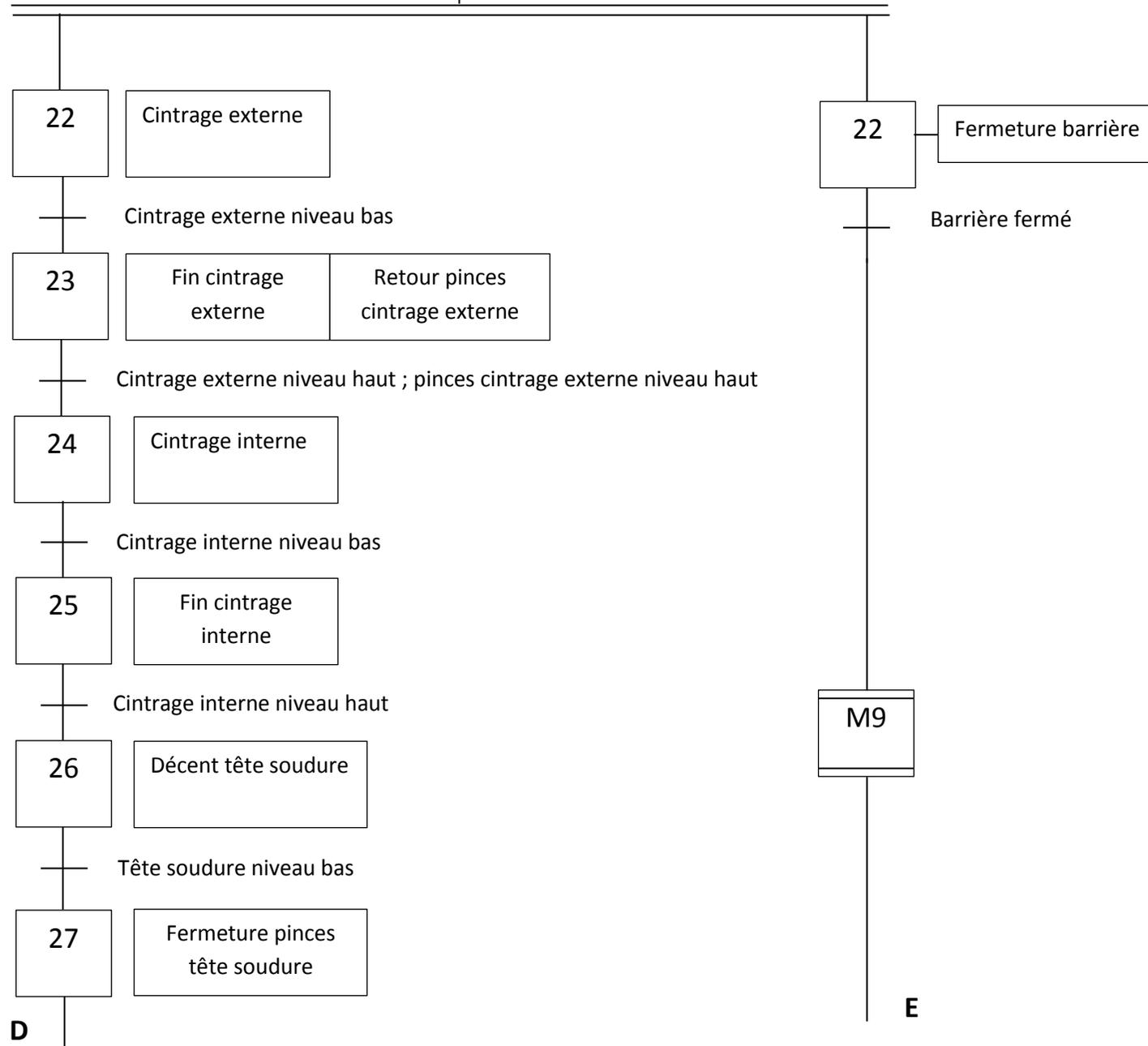


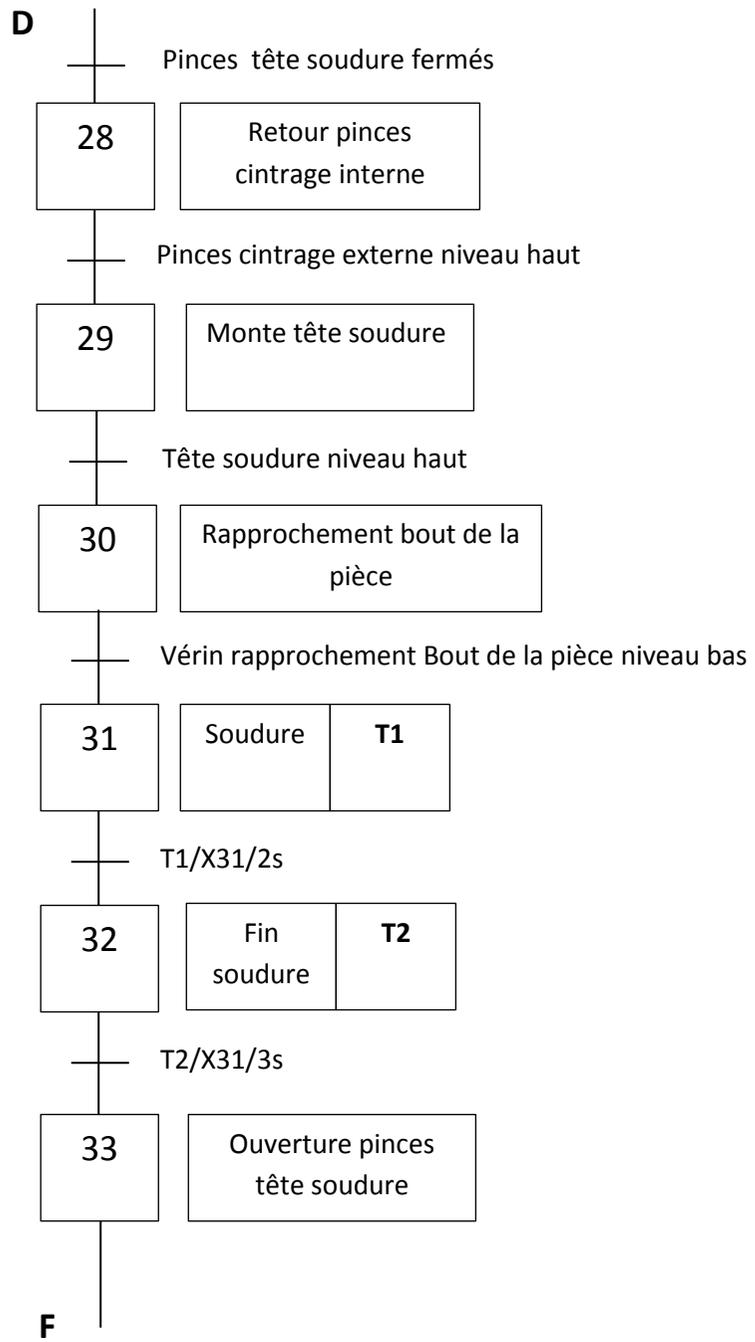


X21

C

X0





X21

**F**

Pinces tête soudure ouvertes

34

Relâchement vérin qui rapproche les bouts de la pièce

**G**

X0

Vérin rapprochement Bout de la pièce niveau haut

36

Capteur présence ruban détecté

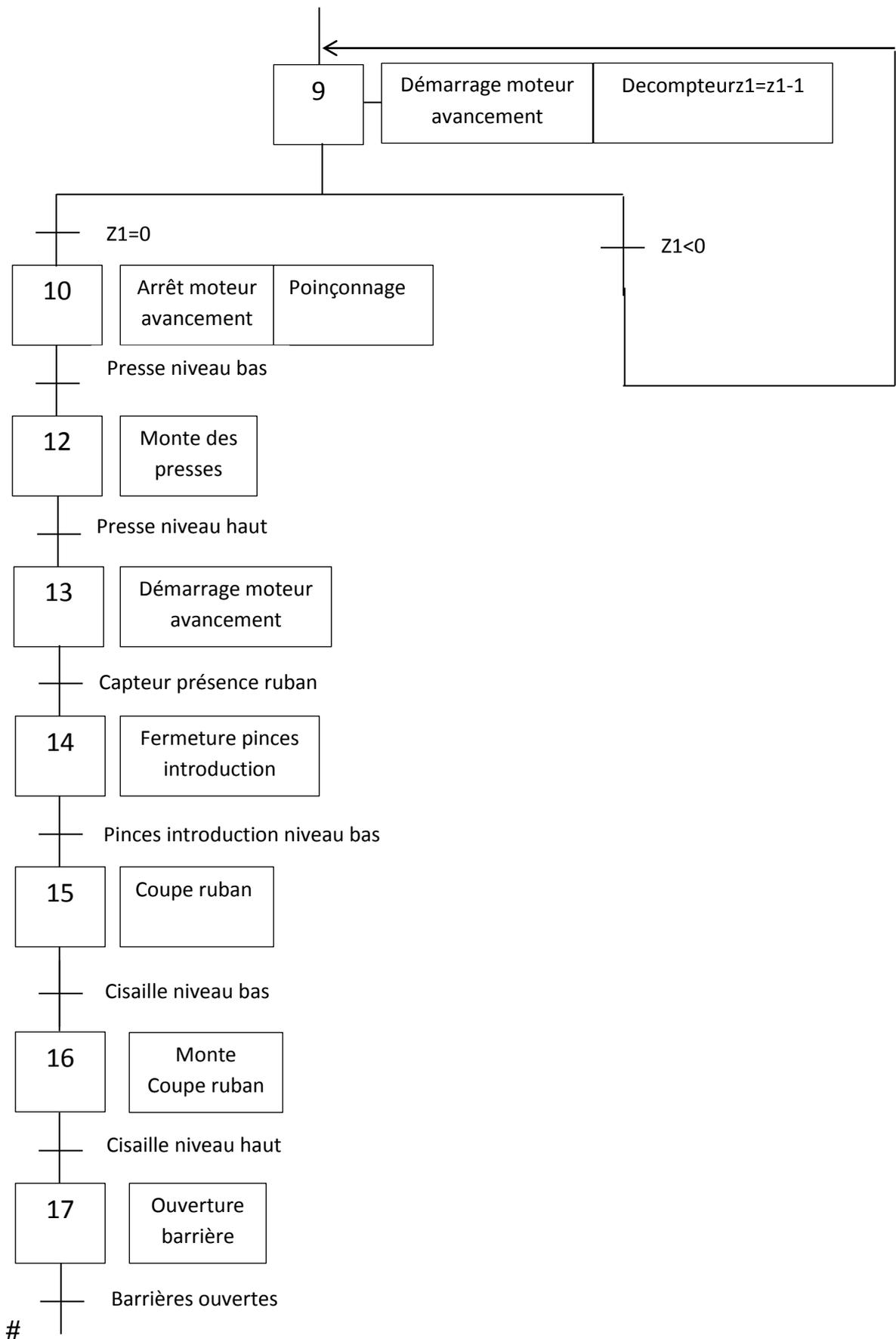
Capteur présence ruban non détecté

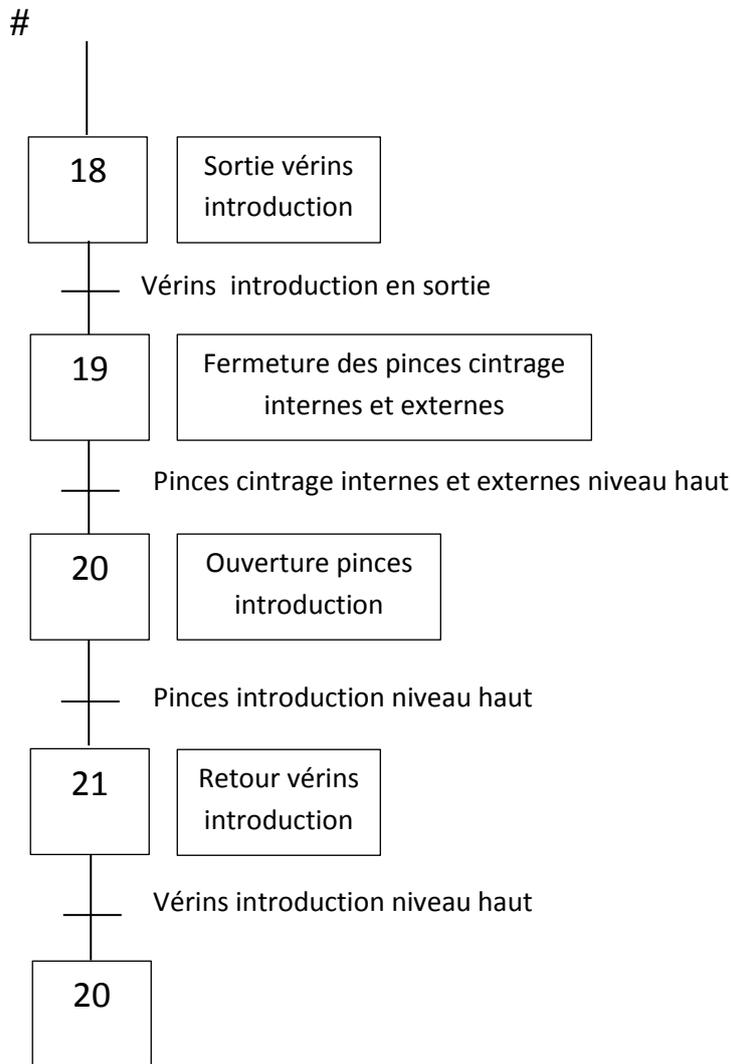
36

Retour vérins introduction

Vérins introduction niveau haut

▲ La tâche (M9)





## VIII. Conclusion :

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel, il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet aussi de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET facilite 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 Step7.

# CHAPITRE IV

---

## DISCRIPTION ET CHOIX DE

## L'AUTOMAT

## I INTRODUCTION

Les Automates programmables industriels (API), sont apparus vers 1969 aux Etats Unis pour répondre aux besoins de l'industrie automobile. Ils ont été conçus pour l'automatisation des chaînes de fabrication, et pour réaliser des fonctions logiques combinatoires, et séquentielles, en remplacement des armoires à relais trop volumineuses.

Depuis, leur utilisation s'est largement répandue dans l'industrie, où ils représentent l'outil de base de l'automatisation des systèmes de production. Les API ont trouvé leur place dans les domaines les plus variés comme dans les chaînes de fabrication (usinage, montage, etc.), les opérations de stockage, chargement, etc., ou encore dans les systèmes de contrôle (installation de climatisation, frigorifique, de chauffage, détection des incendies, industrie nucléaire, etc.).

Avec le temps, on trouve sur le marché, différentes variétés d'API; ceci est dû à la diversité des constructeurs. Ainsi, pour notre travail, nous avons opté pour l'automate SIMATIC S7- 300.

## II Automate programmable.

L'API (En anglais, Programmable Logic Controller : PLC) (Figure IV.1) est un dispositif électrique de traitement logique d'informations, dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies, en fonction du processus à réaliser.

Il est adapté à l'environnement industriel. Il génère des ordres de la partie opérative vers les pré-actionneurs, à partir des données d'entrées (capteurs) et d'un programme. Il est généralement relié à un pupitre (ou console).

A partir de cette définition, on distingue dans les rôles que l'automate doit accomplir :

- Un rôle de **commande** : Où il est un composant d'automatisme, élaborant des actions, suivant un algorithme approprié, à partir des informations que lui fournissent des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques).
- Un rôle de **communication** : Dans le cadre de la production.
  - Avec des opérateurs humains : c'est le dialogue d'exploitation.
  - Avec d'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (calculateur de gestion de production), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instrumentation intelligente).

L'API peut se présenter en deux types d'architecture externe : compact et modulaire.

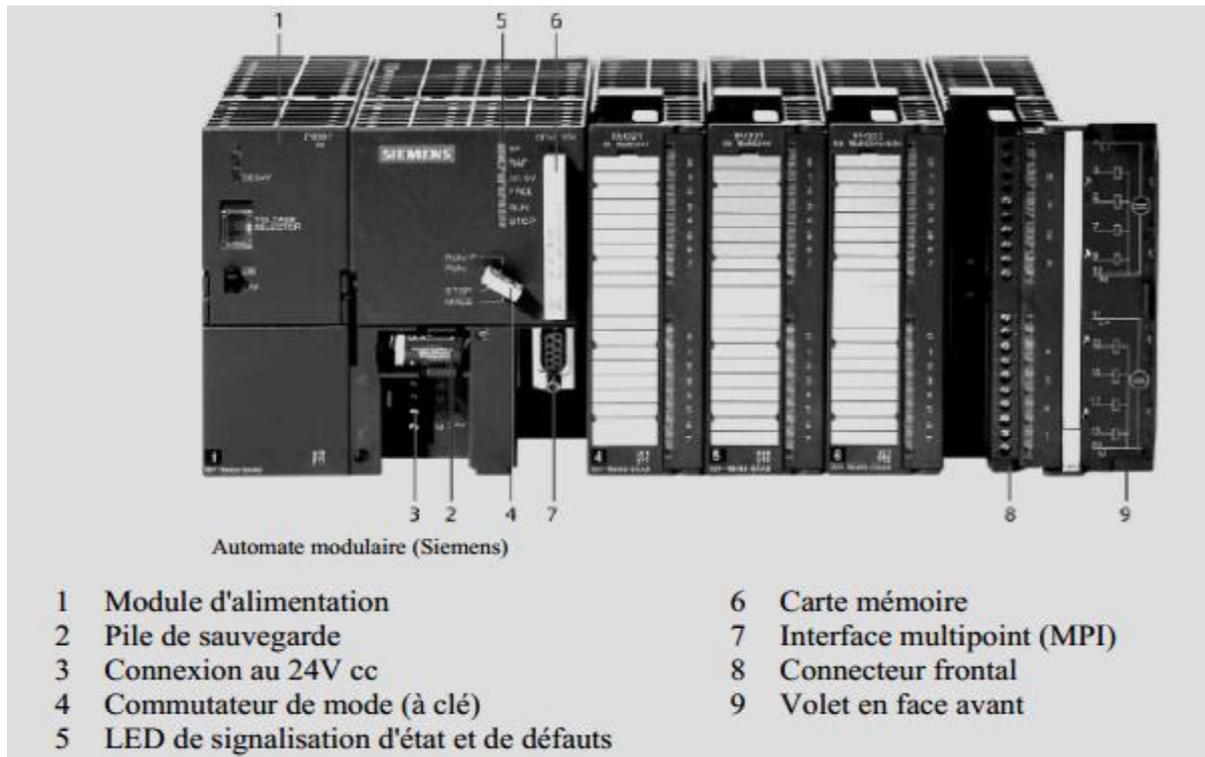


Figure IV.1 : photographie d'un automate programmable.

## II.1. Architecture et fonctionnement d'un automate.

La structure interne d'un API peut se présenter comme sur la figure ci-dessous:

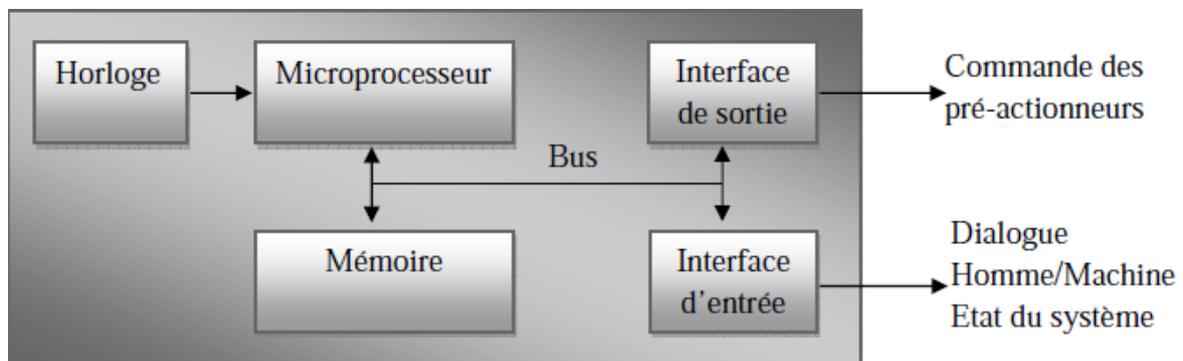


Figure IV.2: Architecture interne d'un API.

L'automate programmable reçoit les informations, relatives à l'état du système, et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Un API se compose donc de trois grandes parties :

- Le processeur ;
- La zone mémoire ;
- Les interfaces entrées /sorties.

### a. Le microprocesseur.

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques (ET, OU, etc.) et de calcul, etc. à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par BUS.

### b. La zone mémoire.

Elle permet de :

- Recevoir des informations issues des capteurs d'entrées ;
- Recevoir les informations générées par le processeur et destinées à commander des sorties (valeur des compteurs, des temporisations, etc.) ;
- Recevoir et conserver le programme du processus.

**c. Les interfaces d'entrées/sorties (E/S).**

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur.

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes, etc.) et aux éléments de signalisations (voyants) du pupitre.

## **II.2 Choix d'un automate.**

Le choix d'un automate se fait après avoir établi le cahier des charges du système à automatiser. Cela en considérant un certain nombre de critères :

- Le nombre d'entrées et de sorties.
- La nature des entrées et des sorties (numérique, analogique, logique).
- La nature de traitement (temporisation, comptage, etc.).
- La fiabilité et la robustesse.
- L'immunité aux parasites et aux bruits.
- Le service après-vente et la durée de garantie.
- La formation et la documentation.

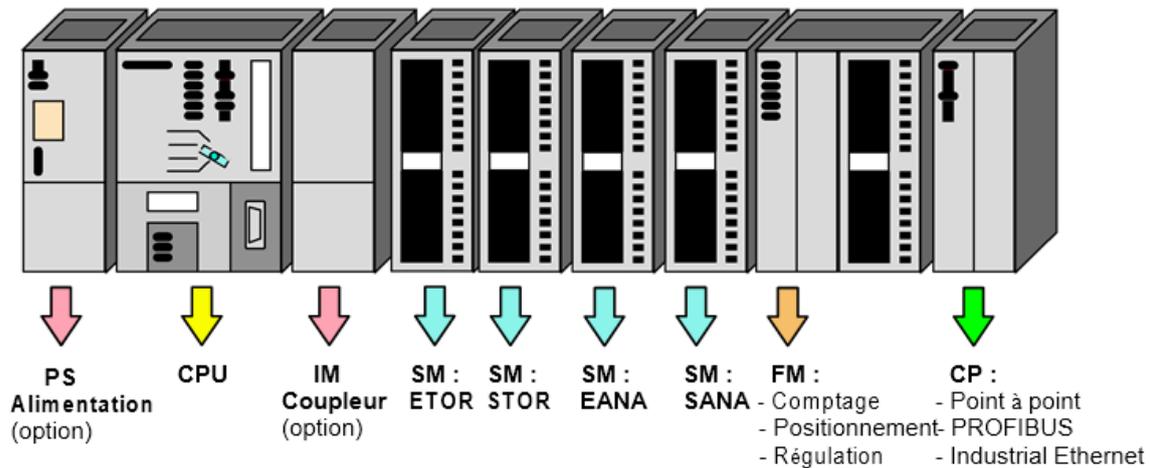
Il est primordial de connaître le nombre d'entrées, et de sorties du système (machine de fabrication des grilles de table pour les cuisinières), afin d'adapter l'automate. Pour les entrées, tous ce qui est capteurs, interrupteurs, boutons poussoirs, etc. Pour les sorties, tous ce qui est actionneurs, comme les moteurs, les vérins, etc.

## **III L'automate S7-300.**

Le choix d'un automate performant, intégrant plus de modules d'entrées/sorties impose de choisir l'automate S7-300. Les caractéristiques de l'API S7-300 conviennent parfaitement à ces exigences, car il peut gérer sans extension 256 entrées/sorties et avec extension jusqu'à 1024 entrées/sorties (numérique, logique ou analogique).

### **III.1 Constitution de l'automate S7-300.**

L'automate programmable S7-300, de la famille SIMATIC, est un système d'automatisation modulaire (figure IV.3). Il est d'une forme compacte et permet un vaste choix de gamme des modules suivants :



**Figure IV.3 : Constitutions d'un API S7-300.**

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- Unité centrale CPU 314 travaillant avec une mémoire de 48 KO. Sa vitesse d'exécution est de 0.3ms/1Ko instructions.
- Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée de S7-300.
- Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques.
- Module de fonction (FM) pour les fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone).
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.
- Châssis d'extension (UR).

### III.1.1. Le module d'alimentation (PS).

Il transforme la tension secteur en tension d'alimentation pour les modules électriques de l'automate programmable. Cette tension s'élève à 24 V.

Les tensions qui dépassent 24 V, comme pour les capteurs, actionneurs et voyants lumineux sont fournies par des blocs d'alimentations ou transformateurs supplémentaires.

### III.1.2. Description de la CPU.

La CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties.

Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

La CPU est constituée de :

- Interfaces MPI : Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (par exemple adaptateur PC).
- Commutateur du mode de fonctionnement : Le commutateur de mode de fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :
  - **RUN-P** : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
  - **RUN** : exécution de programme, accès en lecture seule avec la PG.
  - **STOP** : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.

- Signalisation des états : Certains états de l'automate sont signalés par des leds, sur la face avant de la CPU, tel que :
  - **SF** : signalisation groupée des défauts, défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
  - **BATF** : défaut de pile, pile à plat ou absente.
  - **DC5V** : signalisation de tension d'alimentation 5V (allumé : les 5V sont présente, clignote : surcharge courant).
  - **FCRE** : forçage signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
  - **RUN** : clignotement lors de la mise en route de la CPU, allumage continue en mode RUN.
  - **STOP** : allumage continue en mode STOP, clignotement long lorsqu'un effacement général est requis, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.
- La carte mémoire : Une carte mémoire peut être montée à la CPU. Elle conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de la pile.
- La pile : Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure du courant.

La gamme S7-300 offre une grande variété de CPU. Chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres et par conséquent le choix de la CPU est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie.

### III.1.3. Modules de coupleurs (IM).

Les coupleurs peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances, et sur de longues distances. Il est recommandé d'émettre les signaux via le bus Profibus. Les coupleurs IM 360/IM 361 ou IM 365 permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis.

### III.1.4. Module de signaux (SM).

Il comporte plusieurs signaux tels que : STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/SANA et E/STOR. Ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

### III.1.5. Modules d'entrées / sorties tout ou rien (TOR).

Les modules d'entrées sorties TOR sont des interfaces pour signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder, à l'automate S7 300, des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers.

### III.1.6. Modules d'entrée et de sortie analogiques.

Les modules d'entrées/sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques, issus de processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300, et des signaux numériques, du S7-300, en signaux analogiques destinés au processus.

### III.1.7. Module de fonction (FM).

Il a pour rôle l'exécution des tâches de traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme le comptage, le positionnement et la régulation.

### III.1.8. Modules de communication (CP).

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine ou machine-machine. Ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point.
- Profibus.
- Industriel Ethernet.

### III.1.9. Châssis d'extension (UR) (rack).

Il est constitué d'un profilé support en aluminium, permettant le montage et le raccordement électrique de divers modules.

## III.2. Programmation de l'automate S7-300.

La programmation des automates de la famille S7 se fait par la console de programmation ou par PC et sous un environnement WINDOWS, via le langage de programmation STEP7. La programmation en STEP7 présente trois modes de représentations qui peuvent être combinés dans une même application :

- Schéma à contacts « CONT ».
- Logigramme « LOG ».
- Liste d'instruction « LIST ».

Dans la mémoire de programmation de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST (plus exactement en langage machine).

#### a. Schéma à contacts (CONT).

Le schéma à contacts est une représentation graphique de la tâche d'automatisation ayant recours aux symboles (Figure IV.4). C'est un langage des habitués des schémas électriques.

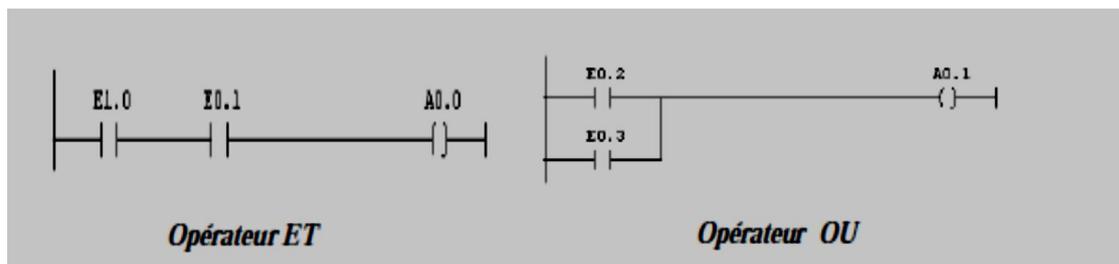


Figure IV.4 : Représentation des opérations ET, OU Par contacts.

#### b. Logigramme (LOG).

Le logigramme est une représentation graphique ayant recours aux symboles de la logique. Les différentes fonctions sont représentées par un symbole avec indicateur de fonction. Les entrées sont disposées à gauche du symbole, et les sorties à sa droite (Figure IV.5).



### Figure IV.5 : Représentation des opérations ET, OU par logigramme.

#### c. Liste d'instructions (LIST).

La tâche d'automatisation est écrite dans ce cas à l'aide des différentes instructions. C'est un langage qui s'apparente au langage machine.

**Remarque** : Les programmes en CONT et en LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST.

#### III.2.1 Configuration matérielle de l'automate.

La configuration matérielle consiste en la disposition d'un châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels. STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration.

Pour notre système, nous avons choisi une configuration dans laquelle nous avons:

- un rack ;
- le module d'alimentation PS 307 2A ;
- la CPU 312 ;
- un (01) module d'entrée logique de 64 bits ;
- deux (02) modules de sortie logique :
  - 32 bits.
  - 16 bits.

(0) UR	
1	PS 307 2A
2	CPU312(1)
3	
4	DI64xDC24V
5	DO32xDC24V/0.5A
6	DO16xDC24V/0.5A
7	

Figure IV.6 : La configuration matérielle.

#### III.2.2 Création de la table des mnémoniques.

Les mnémoniques permettent de déclarer les différents entrées/sorties de la machine ainsi que les mementos utilisés afin de : mieux les distinguer, faciliter la simulation du programme et rendre le programme utilisateur très lisible, et aider donc à gérer facilement les grands nombres de variables, couramment rencontrées dans ce genre de programme.

#### III.2.3 Adressage des modules du S7-300.

On a deux types d'adressage :

- Adressage lié à l'emplacement : il s'agit du mode d'adressage par défaut, c'est-à-dire que le STEP7 effectue, à chaque numéro d'emplacement, une adresse défaut du modèle fixé à l'avance.

- **Adressage libre** : dans ce mode d'adressage, il faut effectuer à chaque mode une adresse de votre choix, pourvu qu'elle soit contenue dans la plage d'adresses possible de la CPU.  
Seule la CPU 315-2DP permet cette liberté d'adressage au sein du S7-300.

### III.2.4 Mémentos.

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate, pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Ce sont des bistables servant à mémoriser les états logique '0' ou '1'. Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos (S7-300 dispose de 2048 bits de mémentos).

### III.2.5 Les blocs dans le programme utilisateur.

Il faut subdiviser le procédé à automatiser en ses différentes tâches. Les parties d'un programme utilisateur structuré, correspondant à ces différentes tâches, sont les blocs du programme.

Le STEP7 offre la possibilité de structurer notre programme utilisateur, c'est-à-dire le subdiviser en différentes parties autonomes qui donnent les avantages suivants :

- D'écrire clairement les programmes importants.
- D'organiser le programme, et de simplifier son test.
- De modifier facilement le programme.

Le logiciel STEP7, dans ses différents langages de programmation, possède un nombre important de blocs utilisateurs, destinés à structurer le programme utilisateur. On peut citer les blocs importants suivants :

- ▲ **Bloc d'organisation (OB)** : les blocs d'organisations constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme et ne peuvent être appelés par le système que selon leurs priorités. Cela revient à dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.
- ▲ **Bloc fonctionnel (FB)** : un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (mémoire). Un bloc d'instance qui en constitue la mémoire.
- ▲ **Fonction (FC)** : blocs sans mémoire. Les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.
- ▲ **Bloc de données (DB)** : ils servent à stocker le programme utilisateur.

**Remarque** : Des blocs souvent utilisés, au besoin du système tel que les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions système (SFC) et blocs de données système (SDB), sont intégrés au logiciel.

### III.2.6 Structure du programme utilisateur

Le programme peut être linéaire ou structuré en fonction de la nature de la tâche d'automatisation.

#### a. Programme linéaire.

Utilisé pour la résolution des tâches d'automatisation simple, les différentes instructions sont programmées dans le bloc d'organisation.

**b. Programme structuré.**

Utilisé pour la résolution des tâches complexes, en subdivisant l'ensemble du programme en blocs qui sont affectées à des tâches. Il s'agit des blocs du programme.

**IV. Conclusion.**

Dans ce chapitre, nous avons étudié, brièvement, les automates programmables industriels S7-300 de SIEMENS et leur logiciel de programmation STEP 7. Cette étude nous a permis de comprendre leurs fonctionnement et leurs rôles dans un système automatisé ainsi que de se familiariser avec le logiciel et le langage de programmation des automates S7-300.

Malheureusement on ne dispose pas du matériels nécessaire pour essayer notre travail, nous avons simulé le programme sous le logiciel PLCSIM (voir annexe B), qui nous a permis de le tester et de visualiser le comportement des sorties.

# CONCLUSION GENERAL

## **Conclusion général.**

Le stage pratique que nous avons effectué, au niveau de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM) (Oued-Aïnsi), a été bénéfique pour nous en double plan. Le premier plan est celui de la pratique, ceci du fait que s'était une occasion pour nous de voir et comprendre concrètement les mécanismes de contrôle automatique.

En second plan, nous avons eu une opportunité d'avoir un thème de contribution à la solution d'un problème réel qui fait l'objet de notre mémoire.

Il s'agit du développement et automatisation d'une soudeuse a grille (GE48). Non seulement nous avons proposé une solution pour le problème posé, mais nous avons apporté une amélioration à tout le système de commande et d'automatisation de l'installation, tout en respectant l'ordre de déroulement de toutes les opérations déjà existantes (cycle de la soudeuse a grille).

C'est ainsi que nous avons opté pour l'automate S7-300 qui nous offre la possibilité d'acquisition des entrées analogiques et qui nous offre aussi la possibilité d'extension.

Pour assurer le bon fonctionnement du programme développé, nous avons effectué les simulations avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Toutefois, nous espérons que ce travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.

# Bibliographie

---

## ➔ Ouvrages est mémoires :

[1] Manuelle d'utilisation de la soudeuse GE48.

[2] M<sup>r</sup>. BENAÏSSA Iyes et M<sup>r</sup>. BELKALEM Iyes. « Etudes technologiques de la soudeuse et proposition de modification de groupe d'avancement qui est assuré par un moteur hydraulique ». Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de technicien supérieur en maintenance industrielle, 2014

[3]- G. MICHEL, « Architecture, applications des automates programmables industriels »

## ➔ Sites internet consultés :

[www.eniem.dz](http://www.eniem.dz).

[www.siemens.com/simatic](http://www.siemens.com/simatic).

[www.google.com](http://www.google.com)

## ➔ logiciels utilisés :

- Logiciel de programmation step7, version 5.5
- Office 2010.

# ANNEXE A

## Annexes A

---

### **Différents accessoires de commande (boutons et sélecteurs).**

H1 : tension de marche.

H2 : voyant marche de commande.

H4 : voyant presse/cyclo distributeur.

H5 : voyant distributeur avance.

H6 : voyant moteur extraction.

H7 : voyant intervention protection thermique.

H8, H9 : signaleurs alarmes distributeurs.

S1 : Inc. /Exc. Commande têtes.

S2: Dr. /Ga. Tête1.

S2: Dr. /Ga. Tête2.

S2 : Dr. /Ga. Tête3.

S2 : Dr. /Ga. Tête4.

S6 : Inc. /Exc. Distributeur avance.

S7 : Me. /De. Tête soudeuse.

S8 : sélection marche continu /intermittente/a cycle.

P2 : arrêt d'urgence.

P4 : marche commande.

P5 : arrêt, presse/cycle distribution.

P6 : marche.

P7 : arrêt, distributeur avance.

P8 : marche.

P9 : arrêt, moteur extraction.

P10 : marche.

P11 : marche cycle.

P12 : manuel presse1.

P13 : coupe manuel.

P14 : Securities distributeurs.

# ANNEXE B

# Annexe B

## La table des mnémoniques.

### Propriétés de la table des mnémoniques

Nom :	Mnémoniques
Auteur :	
Commentaire :	
Date de création :	11/06/2015 21:07:51
Dernière modification :	08/07/2015 00:57:42
Dernier filtre sélectionné :	Tous les mnémoniques
Nombre de mnémoniques :	123/123
Dernier tri :	Opérande ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	MD	A 4.0	BOOL	moteur dérouleur
	MA	A 4.1	BOOL	moteur avancement
	MTE	A 4.2	BOOL	moteur tapis extraction
	EV1P	A 4.3	BOOL	électrovanne vérin 1 presse
	EV2P	A 4.4	BOOL	électrovanne vérin 2 presse
	EV3P	A 4.5	BOOL	électrovanne vérin 3 presse
	EV4P	A 4.6	BOOL	électrovanne vérin 4 presse
	EVC	A 4.7	BOOL	électrovanne vérin cisaille
	EV1PI	A 5.0	BOOL	électrovanne vérin 1 pince introduction
	EV2PI	A 5.1	BOOL	électrovanne vérin 2 pince introduction
	EV1I	A 5.2	BOOL	électrovanne vérin 1 introduction
	EV2I	A 5.3	BOOL	électrovanne vérin 2 introduction
	EV1B	A 5.4	BOOL	électrovanne vérin 1 barrière
	EV2B	A 5.5	BOOL	électrovanne vérin 2 barrière
	EV1LE	A 5.6	BOOL	électrovanne vérin 1 lame externe
	EV2LE	A 5.7	BOOL	électrovanne vérin 2 lame externe
	EV1LI	A 6.0	BOOL	électrovanne vérin 1 lame interne
	EV2LI	A 6.1	BOOL	électrovanne vérin 2 lame interne
	EV1CE	A 6.2	BOOL	électrovanne vérin 1 cintrage externe
	EV2CE	A 6.3	BOOL	électrovanne vérin 2 cintrage externe
	EV1CI	A 6.4	BOOL	électrovanne vérin 1 cintrage interne
	EV2CI	A 6.5	BOOL	électrovanne vérin 2 cintrage interne
	EV1TS	A 6.6	BOOL	électrovanne vérin 1 tête soudure
	EV2TS	A 6.7	BOOL	électrovanne vérin 2 tête soudure
	EV1PS	A 7.0	BOOL	électrovanne vérin 1 pince soudure
	EV2PS	A 7.1	BOOL	électrovanne vérin 2 pince soudure
	EVRB	A 7.2	BOOL	électrovanne vérin rapprochement bout de pièce
	MDHC1	A 7.3	BOOL	manque d'huile centrale hydraulique 1
	MDHC2	A 7.4	BOOL	manque d'huile centrale hydraulique 2
	LMA	A 7.5	BOOL	leds moteur avancement
	LMD	A 7.6	BOOL	led moteur dérouleur
	LMTE	A 7.7	BOOL	led moteur tapis extraction
	SAR	A 8.0	BOOL	signalisation arrêt d'urgence
	MCH1	A 8.1	BOOL	moteur centrale hydraulique 1
	MCH2	A 8.2	BOOL	moteur centrale hydraulique 2
	ESO	A 8.3	BOOL	électrovanne soudure
	NH1ok	A 8.4	BOOL	niveau de huile central 1 ok
	NH2ok	A 8.5	BOOL	niveau de huile central 2 ok
	SRV	A 8.6	BOOL	servovalve
	bp1	E 0.0	BOOL	bouton poussoir 1
	bp2	E 0.1	BOOL	bouton poussoir 2
	init	E 0.2	BOOL	bouton initialisation
	ar	E 0.3	BOOL	bouton arrêt d'urgence
	NH1	E 0.4	BOOL	niveau huile centrale hydraulique 1
	NH2	E 0.5	BOOL	niveau huile centrale hydraulique 2
	CEN	E 0.6	BOOL	capteur encodeur

## Annexe B

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	V1PH	E 0.7	BOOL	vérin 1 presse haut
	V2PH	E 1.0	BOOL	vérin 2 presse haut
	V3PH	E 1.1	BOOL	vérin 3 presse haut
	V4PH	E 1.2	BOOL	vérin 4 presse haut
	V1PB	E 1.3	BOOL	vérin 1 presse bas
	V2PB	E 1.4	BOOL	vérin 2 presse bas
	V3PB	E 1.5	BOOL	vérin 3 presse bas
	V4PB	E 1.6	BOOL	vérin 4 presse bas
	CH	E 1.7	BOOL	cisaille haut
	CB	E 2.0	BOOL	cisaille bas
	CPR	E 2.1	BOOL	capteur présence ruban
	V1PIH	E 2.2	BOOL	vérin 1 pince introduction haut
	V2PIH	E 2.3	BOOL	vérin 2 pince introduction haut
	V1PIB	E 2.4	BOOL	vérin 1 pince introduction bas
	V2PIB	E 2.5	BOOL	vérin 2 pince introduction bas
	V1IH	E 2.6	BOOL	vérin 1 introduction haut
	V2IH	E 2.7	BOOL	vérin 2 introduction haut
	V1IB	E 3.0	BOOL	vérin 1 introduction bas
	V2IB	E 3.1	BOOL	vérin 2 introduction bas
	V1BH	E 3.2	BOOL	vérin 1 barrière haut
	V2BH	E 3.3	BOOL	vérin 2 barrière haut
	V1BB	E 3.4	BOOL	vérin 1 barrière bas
	V2BB	E 3.5	BOOL	vérin 2 barrière bas
	V1LEH	E 3.6	BOOL	vérin 1 lame externe haut
	V2LEH	E 3.7	BOOL	vérin 2 lame externe haut
	V1LEB	E 4.0	BOOL	vérin 1 lame externe bas
	V2LEB	E 4.1	BOOL	vérin 2 lame externe bas
	V1LIH	E 4.2	BOOL	vérin 1 lame interne haut
	V2LIH	E 4.3	BOOL	vérin 2 lame interne haut
	V1LIB	E 4.4	BOOL	vérin 1 lame interne bas
	V2LIB	E 4.5	BOOL	vérin 2 lame interne bas
	V1CEH	E 4.6	BOOL	vérin 1 cintrage externe haut
	V2CEH	E 4.7	BOOL	vérin 2 cintrage externe haut
	V1CEB	E 5.0	BOOL	vérin 1 cintrage externe bas
	V2CEB	E 5.1	BOOL	vérin 2 cintrage externe bas
	V1CIH	E 5.2	BOOL	vérin 1 cintrage interne haut
	V2CIH	E 5.3	BOOL	vérin 2 cintrage interne haut
	V1CIB	E 5.4	BOOL	vérin 1 cintrage interne bas
	V2CIB	E 5.5	BOOL	vérin 2 cintrage interne bas
	V1TSH	E 5.6	BOOL	vérin 1 tête soudure haut
	V2TSH	E 5.7	BOOL	vérin 2 tête soudure haut
	V1TSB	E 6.0	BOOL	vérin 1 tête soudure bas
	V2TSB	E 6.1	BOOL	vérin 2 tête soudure bas
	V1PSH	E 6.2	BOOL	vérin 1 pince soudure haut
	V2PSH	E 6.3	BOOL	vérin 2 pince soudure haut
	V1PSB	E 6.4	BOOL	vérin 1 pince soudure bas
	V2PSB	E 6.5	BOOL	vérin 2 pince soudure bas
	VRBH	E 6.6	BOOL	vérin rapprochement bout de pièce haut
	VRBB	E 6.7	BOOL	vérin rapprochement bout de pièce bas
	VSOB	E 7.0	BOOL	vérin soudure bas
	VSOH	E 7.1	BOOL	vérin soudure haut
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
	VPH	M 0.0	BOOL	vérins presse haut
	CD	M 0.1	BOOL	condition démarrage
	VSH	M 0.2	BOOL	vérins soudeuse haut

# Annexe B

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	VCH	M 0.3	BOOL	vérins cintrage haut
	VIH	M 0.4	BOOL	vérins introduction haut
	VPB	M 0.5	BOOL	vérins presse bas
	PIB	M 0.6	BOOL	vérins pinces introduction bas
	VBH	M 0.7	BOOL	vérins barrière haut
	VIB	M 1.0	BOOL	vérins introduction bas
	VLB	M 1.1	BOOL	vérins lame externes et internes bas
	PIH	M 1.2	BOOL	vérins pinces introduction haut
	VBB	M 1.3	BOOL	vérins barrière bas
	VPIH	M 1.4	BOOL	vérins pinces introduction haut
	VPIB	M 1.5	BOOL	vérins pinces introduction bas
	VCEB	M 1.6	BOOL	vérins cintrage externe bas
	VCEH	M 1.7	BOOL	vérins cintrage externe haut
	VLEH	M 2.0	BOOL	vérins lame externe haut
	VCIB	M 2.1	BOOL	vérins cintrage interne bas
	VCIH	M 2.2	BOOL	vérins cintrage interne haut
	VTSB	M 2.3	BOOL	vérins tête soudure bas
	VTSH	M 2.4	BOOL	vérins tête soudure haut
	VPSB	M 2.5	BOOL	vérins pinces soudure bas
	VPSH	M 2.6	BOOL	vérins pinces soudure haut
	VLIH	M 2.7	BOOL	vérins lame interne haut
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time



# Annexe B

Réseau : 2 vérins presse haut (VPH).

vérins presse haut (VPH).

E0.7	E1.0	E1.1	E1.2	M0.0
vérin 1	vérin 2	vérin 3	vérin 4	vérins
presse	presse	presse	presse	presse
haut	haut	haut	haut	haut
"V1PH"	"V2PH"	"V3PH"	"V4PH"	"VPH"



Réseau : 3 vérins soudeuse haut (VSH).

vérins soudeuse haut (VSH).

E5.6	E5.7	E6.2	E6.3	E6.6 vérin	M0.2
vérin 1	vérin 2	vérin 1	vérin 2	rapprochem	vérins
tête	tête	pince	pince	ent bout	soudeuse
soudure	soudure	soudure	soudure	de pièce	haut
haut	haut	haut	haut	haut	haut
"V1TSH"	"V2TSH"	"V1PSH"	"V2PSH"	"VRBH"	"VSH"



Réseau : 4 vérins cintrage haut (VCH).

vérins cintrage haut (VCH).

E3.6	E3.7	E4.2	E4.3	E4.6	E4.7	E5.2	E5.3	M0.3
vérin 1	vérin 2	vérin 1	vérin 2	vérin 1	vérin 2	vérin 1	vérin 2	vérins
lame	lame	lame	lame	cintrage	cintrage	cintrage	cintrage	cintrage
externe	externe	interne	interne	externe	externe	interne	interne	haut
haut	haut	haut	haut	haut	haut	haut	haut	haut
"V1LEH"	"V2LEH"	"V1LIH"	"V2LIH"	"V1CEH"	"V2CEH"	"V1CIH"	"V2CIH"	"VCH"



Réseau : 5 vérins introduction haut (VIH).

vérins introduction haut (VIH).

E2.6 vérin	E2.7 vérin	E2.2 vérin	E2.3 vérin	E3.2	E3.3	M0.4
1	2	1 pince	2 pince	vérin 1	vérin 2	vérins
introducti	introducti	introducti	introducti	barrière	barrière	introducti
on haut	on haut	on haut	on haut	haut	haut	on haut
"V1IH"	"V2IH"	"V1PIH"	"V2PIH"	"V1BH"	"V2BH"	"VIH"





# Annexe B

Réseau : 10 vérins barrière bas

E3.4 vérin 1 barrière bas "V1BB"	E3.5 vérin 2 barrière bas "V2BB"	M1.3 vérins barrière bas "VBB"
--	--	--



Réseau : 11 vérins introduction bas

vérins introduction bas

E3.0 vérin 1 introducti on bas "V1IB"	E3.1 vérin 2 introducti on bas "V2IB"	M1.0 vérins introducti on bas "VIB"
---	---	---



Réseau : 12 vérins lames externes et internes bas

vérins lames interne et externes bas

E4.4 vérin 1 lame interne bas "V1LIB"	E4.5 vérin 2 lame interne bas "V2LIB"	E4.0 vérin 1 lame externe bas "V1LEB"	E4.1 vérin 2 lame externe bas "V2LEB"	M1.1 vérins lame externes et internes bas "VLB"
--	--	--	--	--



Réseau : 13 pinces introduction haut

pinces introduction haut

E2.2 vérin 1 pince introducti on haut "V1PIH"	E2.3 vérin 2 pince introducti on haut "V2PIH"	M1.2 vérins pinces introducti on haut "PIH"
---	---	--



# Annexe B

Réseau : 14 vérins introduction haut

vérins introduction haut

E2.6 vérin 1 introduction haut "V1IH"	E2.7 vérin 2 introduction haut "V2IH"	M0.4 vérins introduction haut "VIH"
		( )

Réseau : 15 vérins pinces introduction haut (VPIH).

vérins pinces introduction haut (VPIH).

E2.2 vérin 1 pince introduction haut "V1PIH"	E2.3 vérin 2 pince introduction haut "V2PIH"	M1.4 vérins pinces introduction haut "VPIH"
		( )

Réseau : 16 vérins pinces introduction bas

E2.4 vérin 1 pince introduction bas "V1PIB"	E2.5 vérin 2 pince introduction bas "V2PIB"	M1.5 vérins pinces introduction bas "VPIB"
		( )

Réseau : 17 vérins cintrage externe bas (VCEB).

vérins cintrage externe bas (VCEB).

E5.0 vérin 1 cintrage externe bas "V1CEB"	E5.1 vérin 2 cintrage externe bas "V2CEB"	M1.6 vérins cintrage externe bas "VCEB"
		( )



# Annexe B

Réseau : 22 vérins tête soudure bas (VTSB).

vérins tête soudure bas (VTSB).

E6.0	E6.1	M2.3
vérin 1	vérin 2	vérins
tête	tête	tête
soudure	soudure	soudure
bas	bas	bas
"V1TSB"	"V2TSB"	"VTSB"

( )

Réseau : 23 vérins tête soudure haut (VTSH).

vérins tête soudure haut (VTSH).

E5.6	E5.7	M2.4
vérin 1	vérin 2	vérins
tête	tête	tête
soudure	soudure	soudure
haut	haut	haut
"V1TSH"	"V2TSH"	"VTSH"

( )

Réseau : 24 vérins pinces soudure bas (VPSB).

vérins pinces soudure bas (VPSB).

E6.4	E6.5	M2.5
vérin 1	vérin 2	vérins
pince	pince	pinces
soudure	soudure	soudure
bas	bas	bas
"V1PSB"	"V2PSB"	"VPSB"

( )

Réseau : 25 vérins pinces soudure haut (VPSH).

vérins pinces soudure haut (VPSH).

E6.2	E6.3	M2.6
vérin 1	vérin 2	vérins
pince	pince	pinces
soudure	soudure	soudure
haut	haut	haut
"V1PSH"	"V2PSH"	"VPSH"

( )

# Annexe B

Réseau : 26 vérins lames interne haut

E4.2	E4.3	M2.7
vérin 1	vérin 2	vérins
lame	lame	lame
interne	interne	interne
haut	haut	haut
"V1LIH"	"V2LIH"	"VLIH"

| | | ( ) |

Réseau : 27 compteur encodeur

compteur encodeur

M0.1	Z1
condition	(SZ)
démarrage	
"CD"	C#6

| | (SZ) |

Réseau : 28 compteur encodeur

compteur encodeur

E0.6	Z1
capteur	(ZR)
encodeur	
"CEN"	

| | (ZR) |

Réseau : 29 temps de mise en électricité

temps de mise en électricité

E7.0	T1
vérin	(SE)
soudure	
bas	S5T#2S
"VSOB"	

| | (SE) |

# Annexe B

Réseau : 30 Le temps de pressurisation



Réseau : 31 signalisation arrêt d'urgence

signalisation arrêt d'urgence

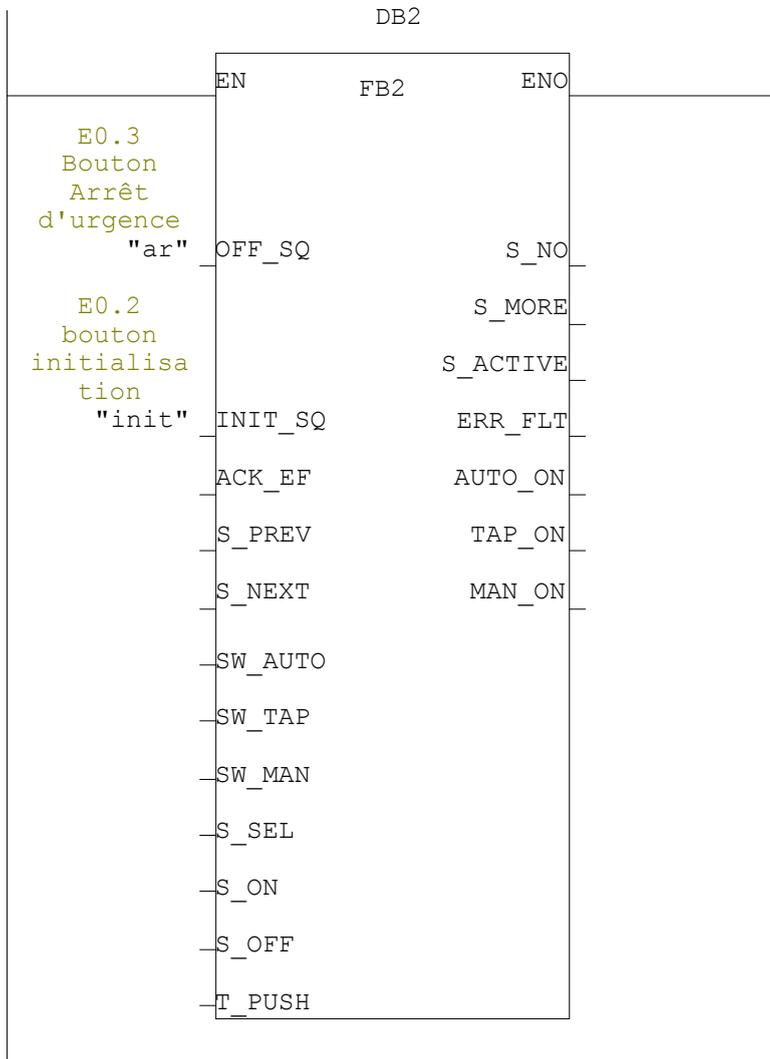


Réseau : 32 moteur tapis extraction

moteur tapis extraction



Réseau : 33 le bloc de donnés



## Logiciel de simulation S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM est un logiciel optionnel de STEP 7. Son utilisation suppose que la version de base de STEP 7 est déjà installée.

Le domaine d'application du logiciel S7-PLCSIM est le test des programmes STEP 7 pour les automates S7-300 et S7-400 que l'on ne peut pas, tester immédiatement sur le matériel. Ceci peut avoir différentes raisons :

Petits blocs de programme qui ne peuvent pas encore être testés dans une séquence unique sur la machine.

L'application est critique, car elle peut occasionner des dommages matériels ou blessures corporelles en cas d'erreurs de programmations. La simulation permet de supprimer ces erreurs dès la phase de test, et dans le cas où nous ne disposerons pas d'un automate.

## Mise en route du logiciel S7-PLCSIM :

Le mode de simulation est disponible à partir du gestionnaire de projet SIMATIC, à condition qu'aucune liaison à des API réels ne soit établie. On peut suivre la procédure suivante pour la mise en route du logiciel S7-PLCSIM.

On ouvre le 'SIMATIC Manager' par un double clic sur son icône.

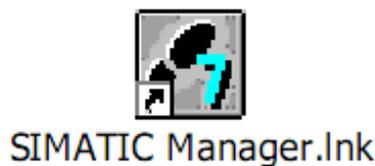


Figure IV.1 : l'icône de STEP7.

Cliquez sur  ou sélectionnez la commande Outils-simulation de modules, Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU (Figure IV.2):

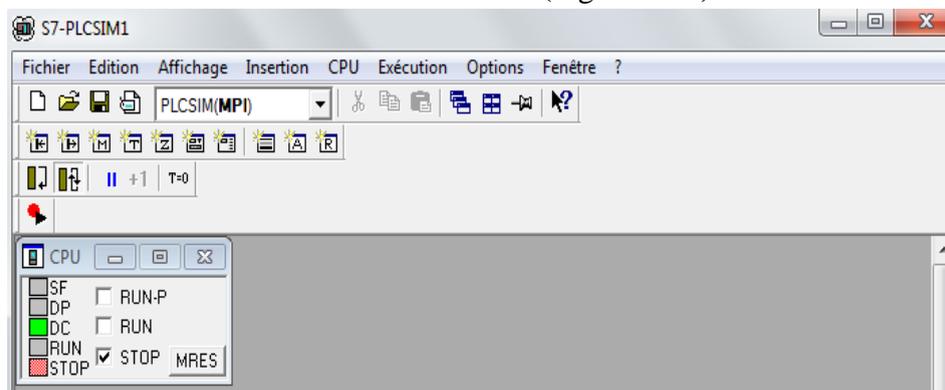


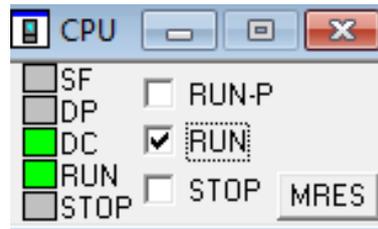
Figure IV.2 : fenêtre du S7-PLCSIM.

➤ Dans l'application S7-PLCSIM, on crée de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'API de simulation :

Par exemple :

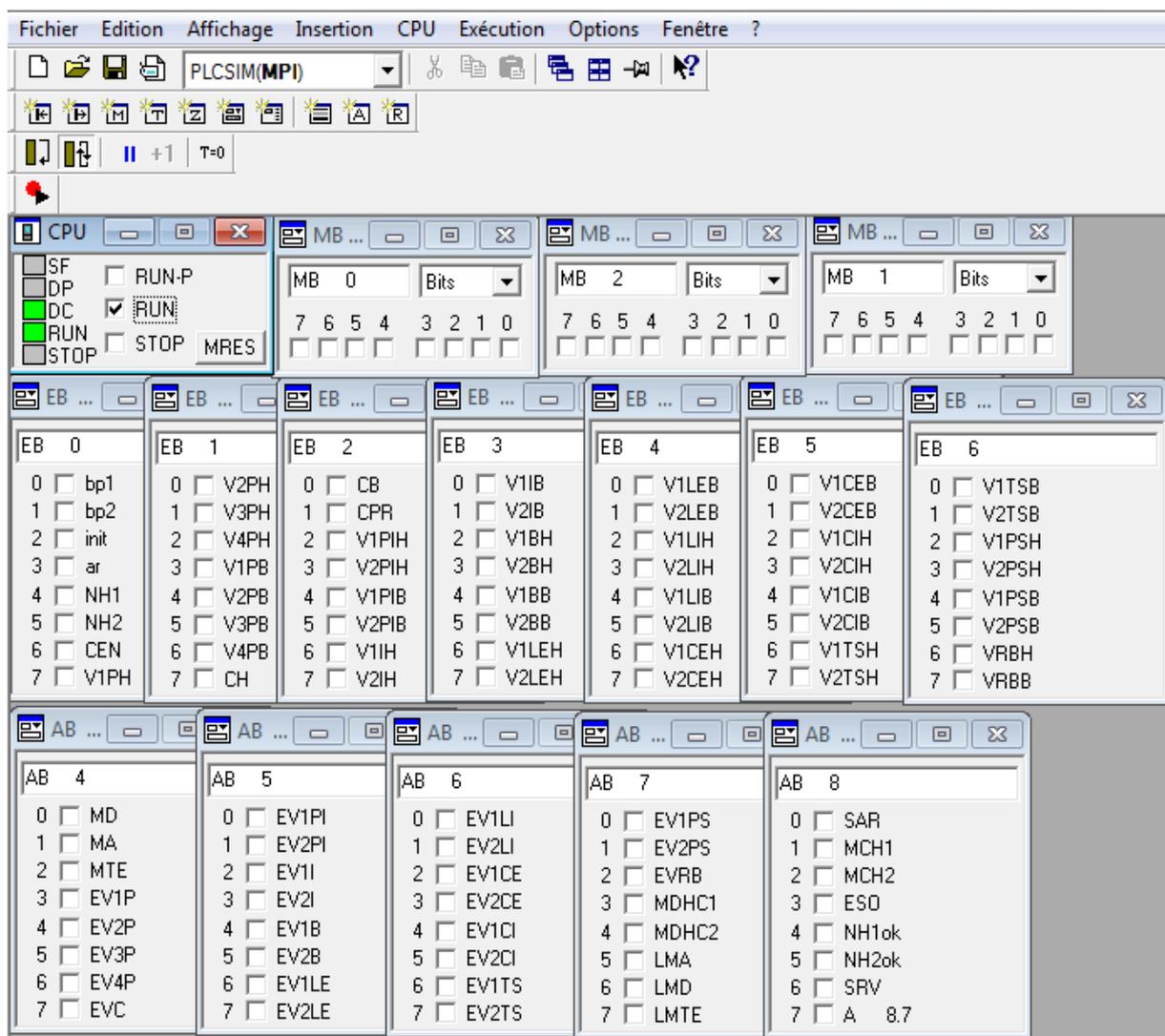
- pour ajouter une entrée on clique sur 
- pour ajouter une sortie on clique sur 
- pour ajouter un memento on clique sur 

Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P (figure IV.3).



**Figure IV.4 : Mise en marche de la CPU.**

Une fois toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, nous insérons la table des mnémoniques pour lire l'état des sorties (Figure IV.5).



**Figure IV.5 : simulateur S7-PLCSIM.**

### Visualisation de l'état du programme :

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN » le STEP7 nous permet de visualiser l'état du programme soit en cliquant sur l'icône ou sélectionnant la commande Test-Visualiser.