

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT ELECTRONIQUE



MEMOIRE

De fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master professionnel en
Electronique Industrielle*

Thème

*Etude et automatisation d'une ligne de
production de parois cuisinières à l'aide
d'un API S7-300*

Présenté par :

M^{lle} BELAID Lyla

Proposé par:

Mr BOUGDOUR.B

Encadré par :

M^{me} HEMDANI.N

2011-2012

Remerciements

Je remercie tout d'abord le bon Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et le courage pour effectuer ce projet de fin d'études dans les meilleures conditions.

Ma reconnaissance et ma gratitude à Mr BOUGDOUR.B mon Co-promoteur et à M^{me} HEMDANI.N ma promotrice de m'avoir encadré, suivi et orienté tout au long de mon travail, pour leur aide, leur tolérance et leur conseils durant le stage pratique et aussi à tout le personnel de l'E.N.I.E.M en particulier Mr HAMIDI.R et Mr CHALLAL.M.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail entre autre : Mr LARABI.A. pour son aide et sa présence.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mon cher père et ma chère mère, ma sœur Mélissa et mon frère Brahim que je ne remercierai jamais assez.

Je tiens à remercier tous mes amis, et spécialement Moh(Sekoura) pour son aide et sa présence à mes cotés tout au long de mon parcours universitaire.

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Description de la ligne de production de parois cuisinière

I) Introduction	2
II) Description des différentes parties de la ligne de production	2
II.1) L'auto-bras ou chargeur automatique	2
II.2) La presse hydraulique.....	3
II.2.a) Principe de l'emboutissage	4
II.2.b) Les différentes phases de l'emboutissage	5
II.3) La presse excentrique	6
III) Description du chemin suivi par la pièce	7
IV) Les différents modules de notre système	8
A) Partie opérative	9
A.1) Structure mécanique.....	9
A.1.1) L'auto-bras	9
a) Chariot	9
b) Magasin.....	9
c) Station intermédiaire	10
d) Le bras mobile.....	10
e) Autres accessoires	12
A.1.2) La presse hydraulique	12
a) Groupe cylindrique piston.....	12
b) Réservoir d'huile hydraulique.....	12
c) Coulisseau	12
d) Le serre-tôle	12
e) La table porte outils.....	12
A.1.3) La presse excentrique.....	12
a) Moteur asynchrone triphasé	13
b) L'arbre vilebrequin	13
c) Les bielles.....	14
d) La courroie	14
e) Réducteur à engrenage	14
f) Groupe frein/embrayage	15

g) Ecran de protection pneumatique.....	15
h) Glissoir	15
A.2) Pré-actionneurs.....	15
A.2.1) Les électrovannes	16
A.2.2) Les distributeurs	16
A.2.3) les relais.....	18
A.2.4) Les contacteurs.....	18
A.3) Les actionneurs	20
A.3.1) Les vérins	20
a) Vérin à simple effet	20
b) Le vérin à double effet	21
c) Le vérin rotatif.....	21
A.3.2) Les moteurs	22
a) Les moteurs électriques.....	22
b) Moteurs hydrauliques.....	23
A.4) Les capteurs.....	24
A.4.1) Les capteurs de position.....	25
A.4.2) Les capteurs de niveau	25
A.4.3) Les temporisateurs	26
A.5) Le circuit hydraulique	26
B) Partie commande	28
V) Principe de fonctionnement de toute la ligne	29
VI) Conclusion	31

Chapitre II : Conception de l'amélioration apportée au système

Préambule.....	32
I) La ligne de production de parois cuisinières après l'amélioration	32
II) Schéma synoptique du nouveau système	32
III) Description du système	33
III.1) Structure mécanique.....	33
III.2) Pré-actionneurs	34
III.2.a) Les distributeurs	34
III.2.b) Les électrovannes.....	35
III.3) Les actionneurs	35

III.3.a) Les vérins	35
III.3.b) Les moteurs	36
b.1) La puissance absorbée par un moteur triphasé.....	36
b.2) Démarrage direct.....	36
b.3) Démarrage étoile-triangle	37
b.4) Comparaison	39
b.5) Principale relation d'un moteur	39
III.4) Les capteurs	39
III.4.a) Principales caractéristiques des capteurs	39
III.4.b) Les fins de course mécaniques.....	40
III.4.c) Les fins de course magnétiques (capteur de proximité).....	40
Synthèse	41

Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

I) Introduction	42
II) Définition du GRAFCET	42
III) Structure du GRAFCET.....	42
III.1) L'étape	42
III.2) L'étape initiale	42
III.3) Action associée à l'étape.....	43
III.4) Transition	43
III.5) La réceptivité	43
III.6) Les liaisons orientées	44
III.7) Mise en équation d'un GRAFCET	44
III.8) Cahier des charges	45
IV) Règles d'évolution d'un GRAFCET	45
V) Structures de base.....	46
V.1) Divergence et convergence en ET.....	46
V1.a) Divergence en ET.....	46
V.1.b) Convergence en ET	46
V.2) Divergence et convergence en OU.....	46
V.2.a) Divergence en OU	46
V.2.b) Convergence en OU	47
V.3) Temporisation	47

V.4) Saut d'étape	47
VI) Niveaux du GRAFCET.....	48
VI.1) Niveau 1	48
VI.2) Niveau 2.....	48
VII) GRAFCET du fonctionnement du système après amélioration	48
VII.1) GRAFCET niveau 1	48
VII.2) GRAFCET niveau 2	57
VIII) Conclusion	64

Chapitre IV : Description et choix de l'automate

I) Introduction	65
II) Généralités sur l'automatisation	65
II.1) Définition	65
II.2) Objectifs de l'automatisation	65
II.3) Structure d'un système automatisé	66
III) Présentation de l'automate	68
III.1) Définition	68
III.2) Structure d'un automate	69
III.3) Principe de fonctionnement d'un automate	69
III.4) Caractéristiques technique d'un API	70
III.5) Description des éléments d'un API.....	70
III.5.a) Le processeur	70
III.5.b) Les modules (interfaces) d'entrées/sorties	70
b.1) Les interfaces d'entrées.....	71
b.2) Les interfaces de sorties	71
c) La mémoire	72
d) L'alimentation.....	73
III.6) Branchement des entrées.....	73
III.7) Branchement des sorties	73
III.8) Terminaux de programmation et de réglage	73
III.9) Langages de programmation des APIs	74
IV) La gamme SIMATIC de SIEMENS	74
IV.1) Le SIMATIQUE S7	74
V) Critères de choix d'un automate	76

VI) Choix d'un automate pour notre système	76
VII) Structure matérielle d'un S7-300	77
VII.1) Rail profilé.....	78
VII.2) Alimentation (PS).....	78
VII.3) Unité centrale (CPU)	78
VII.4) Carte de couplage (IM).....	78
VII.5) Modules de signaux (SM) (TOR/analogiques)	79
VII.6) Câblage	79
VII.7) Modules de fonction FM	79
VII.8) Processeurs de communication CP.....	79
VIII) Les avantages d'utilisation d'un API.....	79
IX) Les inconvénients	79
X) Conclusion	79

Chapitre V : Programmation et simulation

I) Description du STEP7	80
II) Gestionnaire de projets SIMATIC Manager	80
III) Création du projet dans SIMATIC Manager.....	80
IV) Editeur des langages de programmation.....	81
V) Le nom du projet	82
VI) Configuration matériel.....	83
VII) Définition de la table des Mnémoniques	84
VIII) Programmation.....	84
IX) Simulation.....	87
X) Programmation de tout le système.....	89
Conclusion générale	100

Bibliographie

Annexe

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale :

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La productique et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

L'automate programmable industriel (A.P.I) est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Le domaine de l'électroménager parmi d'autres, est témoin de cette révolution, et de nombreuses sociétés algériennes orientées dans plusieurs domaines cherchent à se procurer cette solution d'automatisme au niveau de leurs chaînes de production. SIEMENS est une firme compétitive, procurant ce type de service industriel.

Notre projet de fin d'études est réalisé au sein de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM), qui actuellement, axe sa politique de qualité sur l'amélioration de ses produits, afin de faire face à la concurrence rude des firmes internationales d'électroménager.

Notre travail consiste à automatiser une ligne de production de parois cuisinières à l'aide d'un automate programmable industriel S7-300, et de concevoir un chargeur automatique (auto-bras) entre une presse hydraulique et une presse excentrique, tout en englobant l'essentiel des systèmes que nous pouvons trouver dans une ligne de production.

Pour cela nous avons partagé le travail comme suit :

- ❖ Chapitre I : Description de la ligne de production de parois cuisinière
- ❖ Chapitre II : Conception de l'amélioration apportée au système
- ❖ Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET
- ❖ Chapitre IV : Description et choix de l'automate
- ❖ Chapitre V : Programmation et simulation

Chapitre I

***Description de la ligne
de production de
parois cuisinières***

I) Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons décrire la ligne de production de parois cuisinières, qui est un système composé de deux parties, une presse hydraulique et une autre excentrique. Les deux presses sont semi automatiques, elles sont utilisées pour diverses tâches de découpage, pliage ainsi que l'emboutissage. Elles occupent une place très importante dans la chaîne de production et en particulier dans la production des parois cuisinières.

La presse hydraulique est constituée de deux parties, dont un auto-bras pour l'introduction des pièces dans la presse, et la presse elle-même.

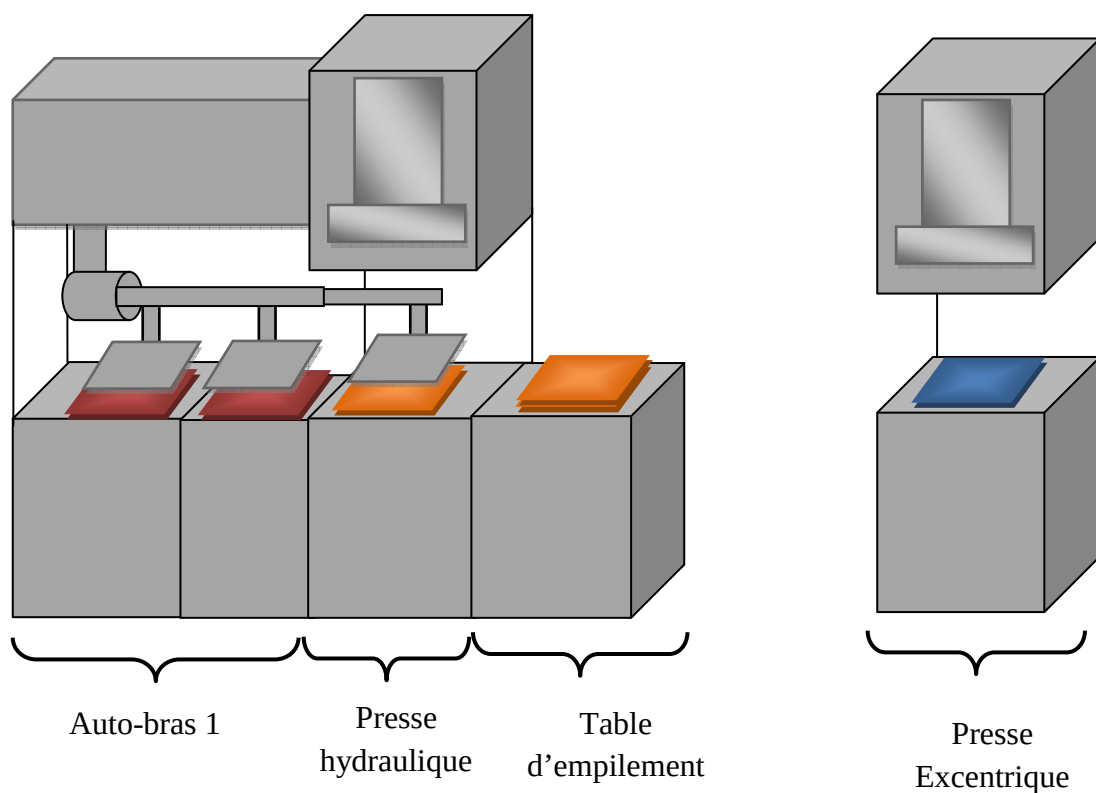


Figure I.1 : Schéma de ligne de production de parois cuisinière

II) Description des différentes parties de la ligne de production:**II.1) L'auto-bras ou chargeur automatique :**

L'auto-bras est une machine indépendante utilisée pour l'alimentation de tous les types de presse.

Grâce à une cinématique entièrement mécanique, on obtient un cycle en un temps très bref et une vitesse de translation, avec accélération et décélération douces et progressives. [01]

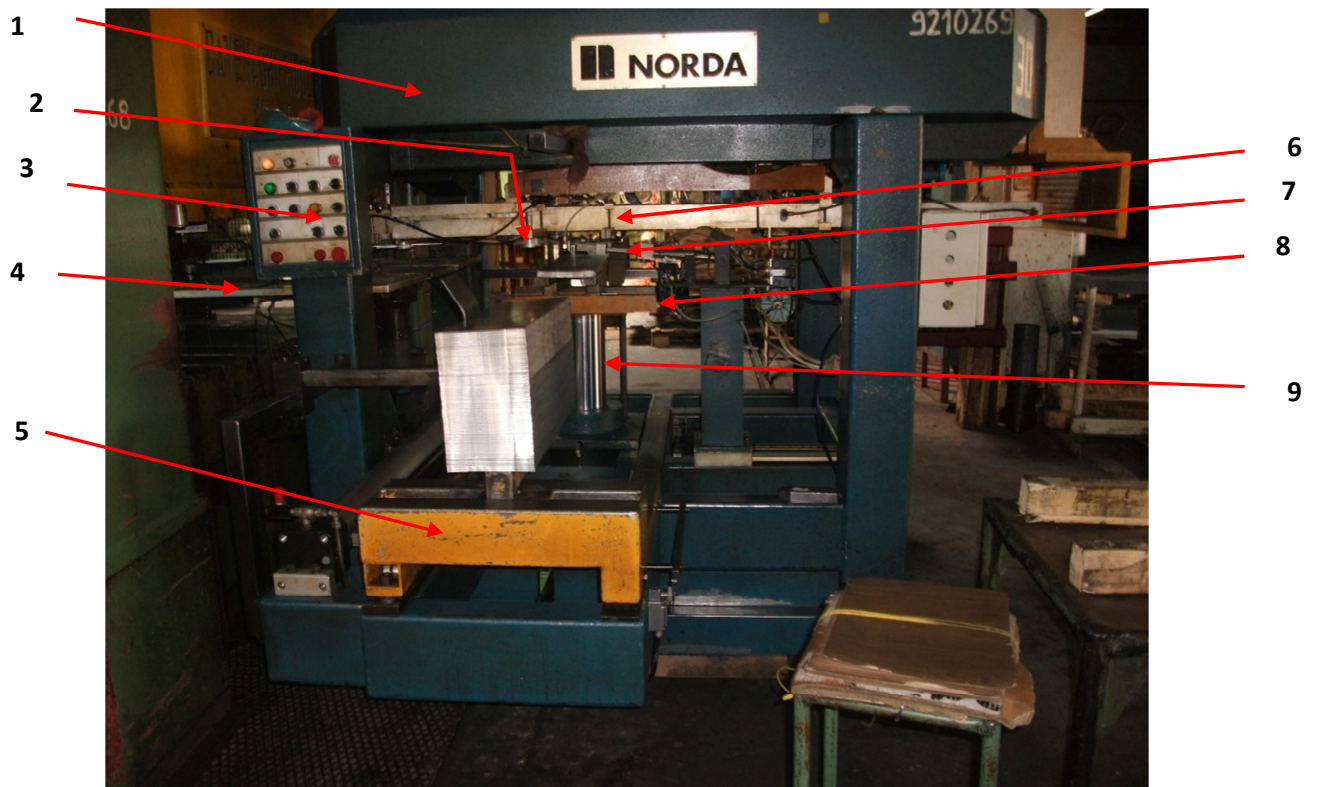


Figure I.2: L'auto-bras

1 : Bâti de l'auto-bras

2 : Ventouse

3 : Tableau de commande

4 : Station intermédiaire

5 : Chariot

6 : Bras mobile

7 : Le palpeur

8 : Magasin

9 : Vérin du magasin

II.2) La presse hydraulique :

La presse hydraulique est une machine semi-automatique, elle sert à faire plusieurs tâches mais dans notre cas, elle est utilisée pour l'emboutissage des pièces.

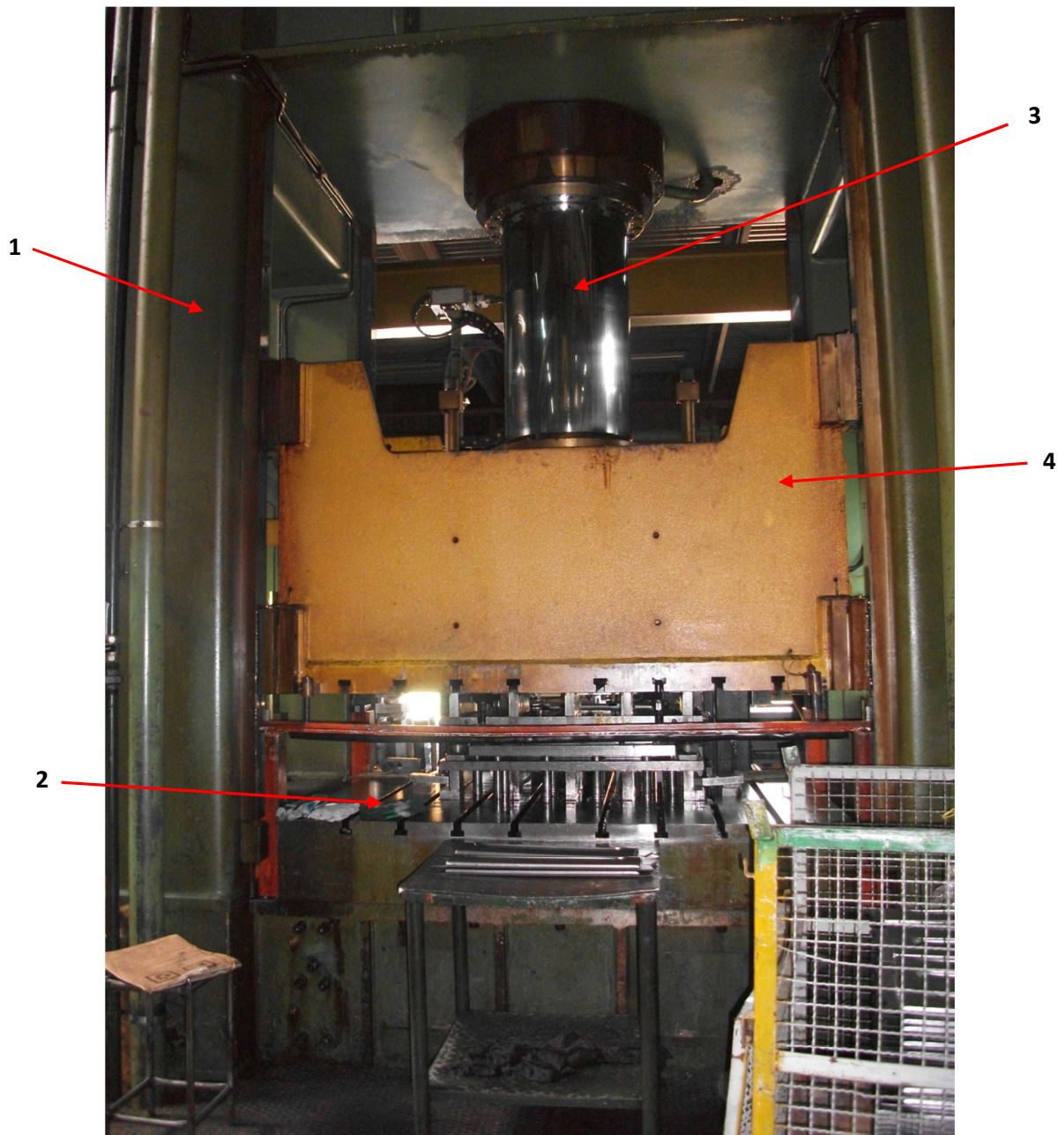


Figure I.3: La presse hydraulique

1: Bâti de la presse hydraulique

2 : Serre-tôle

3: Vérin du coulisseau

4 : Coulisseau

II.2.a) Principe de l'emboutissage :

L'emboutissage est un procédé de mise en forme très utilisé dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surface non développable à partir de feuilles de tôle mince, montées sur presse. La tôle appelée « flan », est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie.

L'emboutissage se pratique à l'aide de presses à emboutir de forte puissance munies d'outillages spéciaux qui comportent généralement trois pièces :

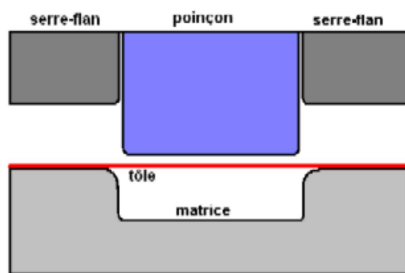
- **une matrice**, en creux, épouse la forme extérieure de la pièce
- **un poinçon**, en relief, épouse sa forme intérieure en réservant l'épaisseur de la tôle
- **un serre flan** entoure le poinçon, s'applique contre le pourtour de la matrice et sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon.

II.2.b) Les différentes phases de l'emboutissage :

L'emboutissage comprend plusieurs phases qui sont :

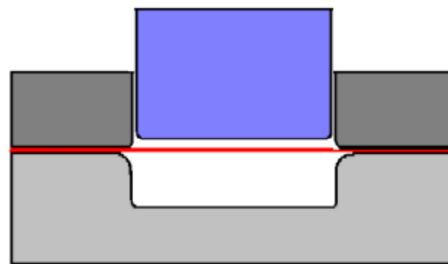
Phase 1 :

Le poinçon et le serre-flan sont relevés.
La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice.



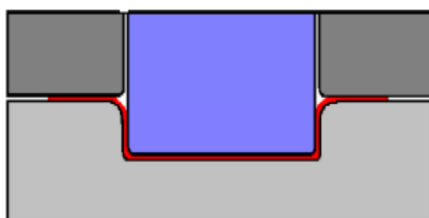
Phase 2 :

Le serre-flan est descendu et vient d'appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de fluer.



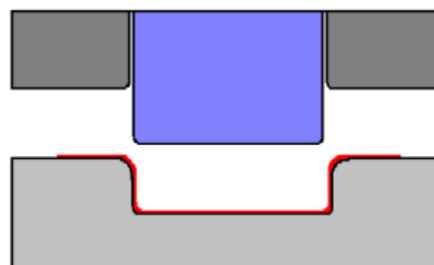
Phase 3 :

Le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.



Phase 4 :

Le poinçon et le serre-flan se relèvent : la pièce conserve la forme acquise.



II.3) La presse excentrique :

La presse excentrique est semi-automatique, elle sert aussi pour diverses tâches mais dans notre cas, elle est utilisée pour le découpage des bordures des pièces embouties.

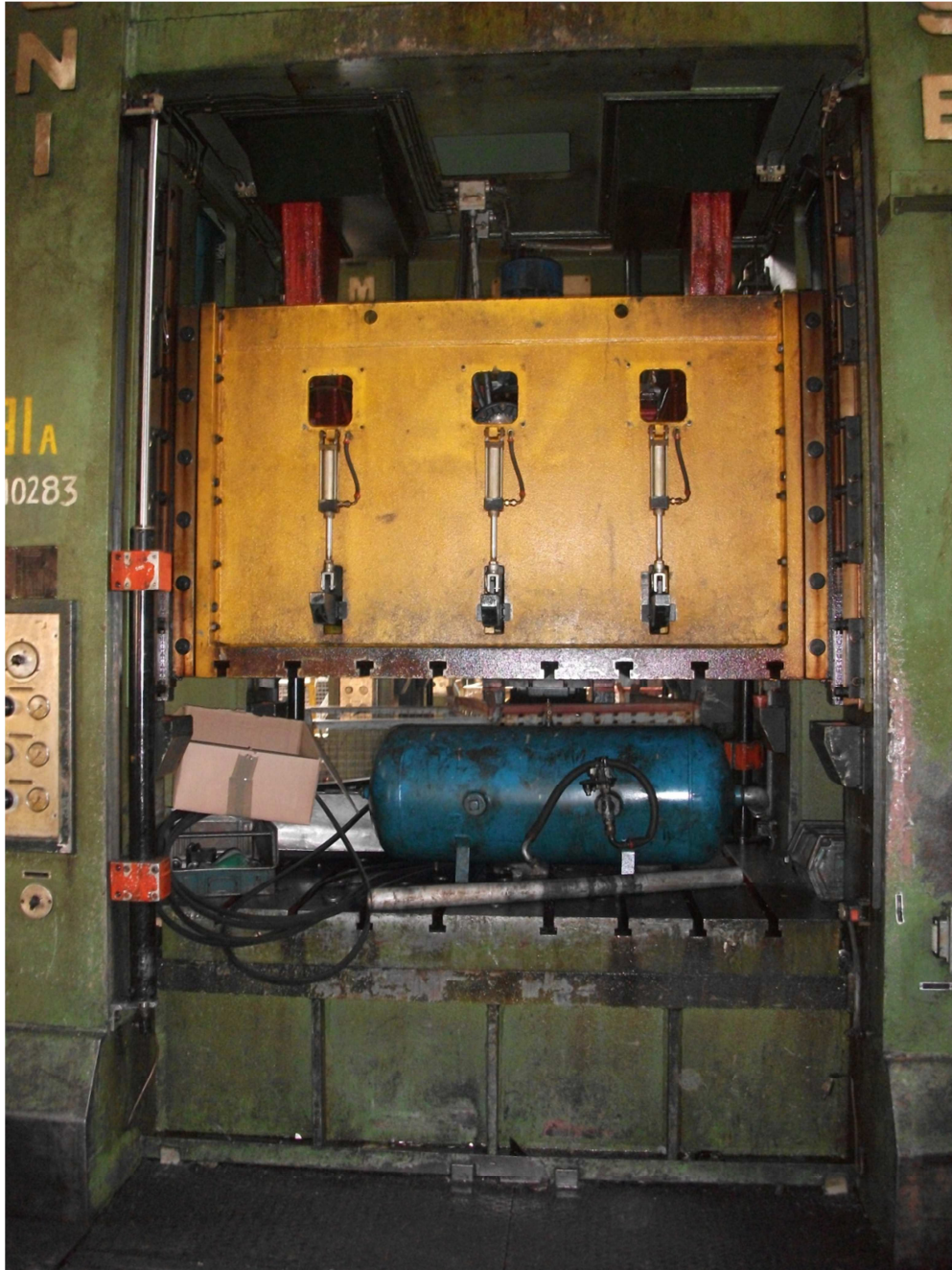


Figure I.4: Presse excentrique

➤ **Système excentrique :**

Un système excentrique est constitué de deux parties, le rotor et le stator comme le montre la figure ci-dessous.

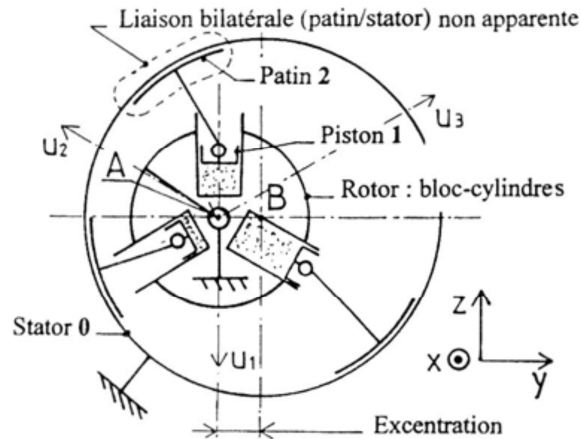


Figure I.5: Système excentrique

Le rotor est désaxé du stator est constitué de blocs cylindres. La bielle qui relie le piston au stator est donc liée par un patin de frottement. L'aspiration et le refoulement sont réalisés dans un arbre fixe de centre A par l'intermédiaire d'orifices entrant en communication avec les parties supérieures des blocs cylindres.

III) Description du chemin suivi par la pièce :

En premier lieu, une pile de pièces sera déposée sur un chariot, l'auto-bras les transporte vers la presse hydraulique où elles seront embouties.

Après l'emboutissage, un opérateur reçoit les pièces et les transmette pour un autre opérateur qui va les introduire dans la presse excentrique pour le découpage des bordures.

Une fois que les pièces sont finies, elles seront éjectées vers la caisse d'empilement.

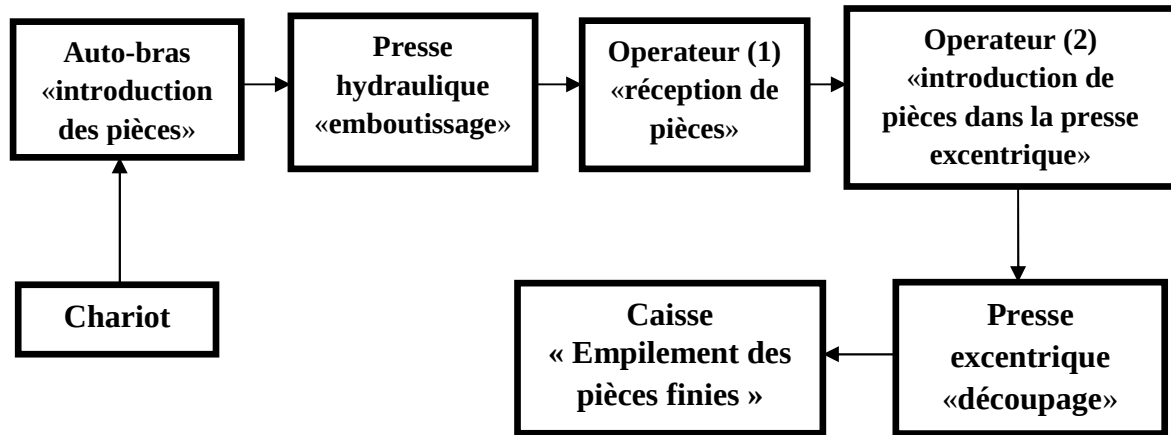


Figure I.6: Schéma synoptique de la ligne de production

IV) Les différents modules de notre système :

Ce système est composé de deux parties principales :

- **La partie opérative** : C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire la structure mécanique dont on trouve les pré-actionneurs, les actionneurs, les capteurs et le circuit hydraulique.
- **La partie commande** : Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Elle reçoit des informations en provenance des capteurs de la partie opérative.

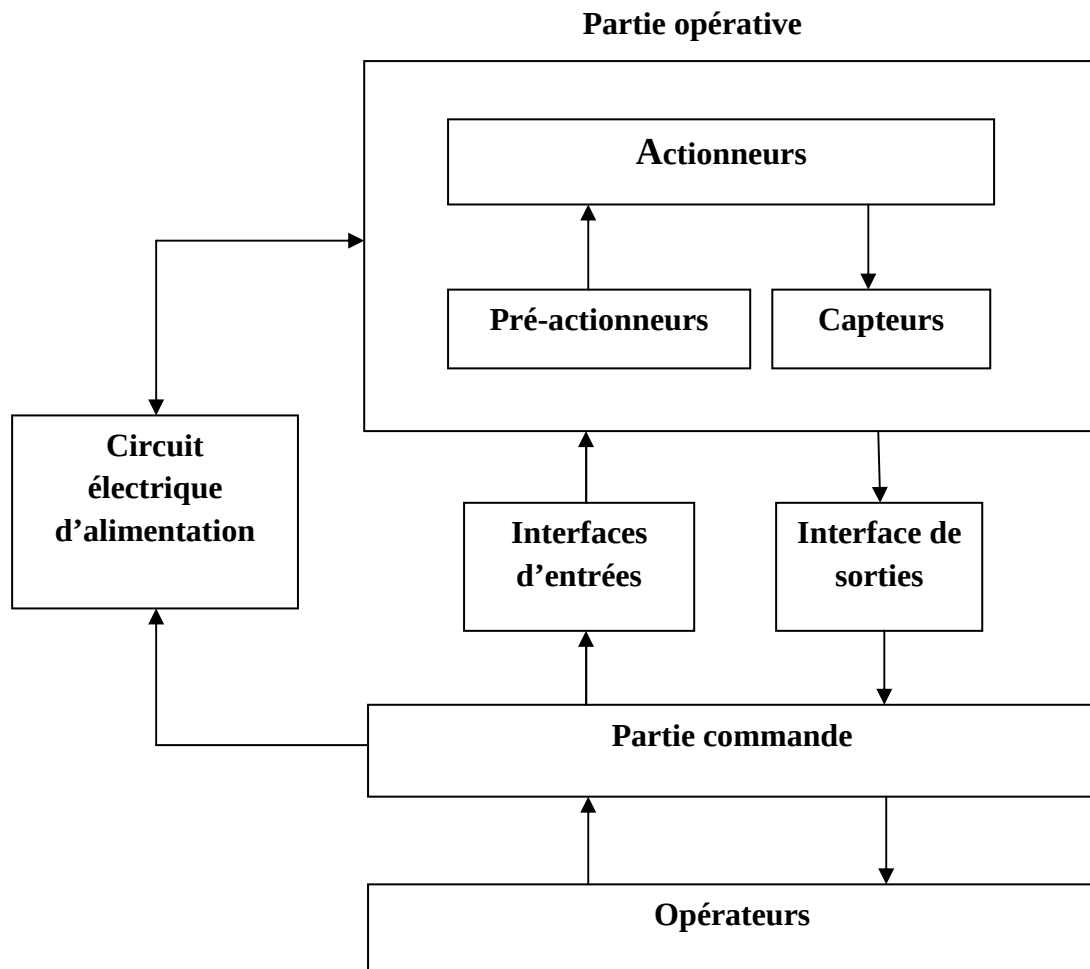


Figure I.7: Modules constituant la machine

A) Partie opérative :**A.1) Structure mécanique :**

A.1.1) L'auto-bras : L'auto-bras est composé de plusieurs éléments mécaniques :

a) Chariot :

Le chariot est un dispositif qui a pour rôle d'alimenter en tôle la presse hydraulique. Il est constitué de quatre tiges qui présentent un support sur lequel l'opérateur dépose le paquet de tôle. Grâce à un vérin hydraulique il se déplace longitudinalement sur des rails afin de transporter le paquet jusqu'au magasin. [01]

b) Magasin :

Le chargeur automatique (auto-bras) est équipé d'un magasin pour paquet de tôles. Ce dernier se compose d'un support porte tôles, d'un vérin mixte comme élévateur et d'un détecteur de présence de tôle. [01]

c) Station intermédiaire :

La station intermédiaire est composée d'une plaque avec centreuse pneumatique, soutenue par un support, c'est la phase intermédiaire entre le chargement et l'emboutissage. [01]

d) Le bras mobile :

Le bras mobile est constitué de plusieurs éléments dont :

➤ Le palpeur :

Le palpeur sert à écarter la tôle retenue du poste d'alimentation, son mouvement s'effectue grâce à un vérin simple effet. [05]

✓ Le contrôleur d'épaisseur :

Le contrôleur d'épaisseur est un capteur de fin de course mécanique, réglable à une épaisseur donnée selon la pièce à transporter. [05]

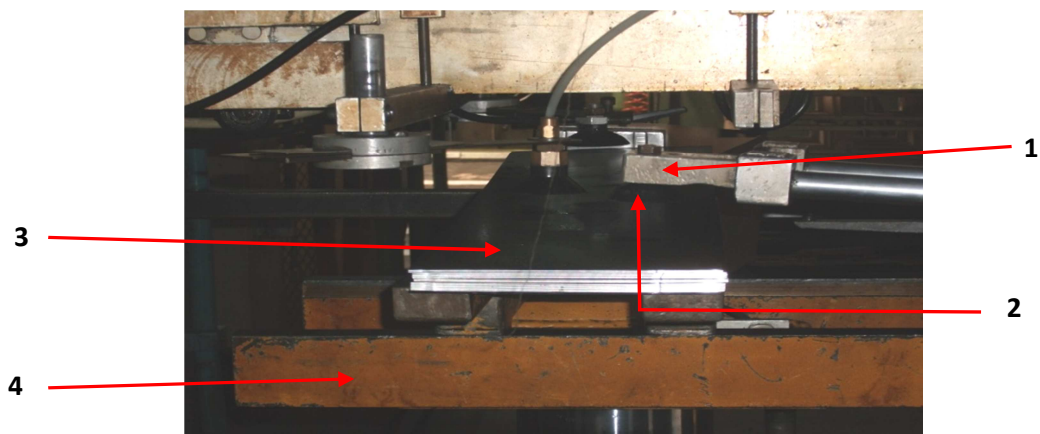


Figure I.8: Le palpeur

1 : Palpeur

2 : Ventouse du palpeur

3 : Tôle

4 : Magasin

➤ Les ventouses :

Les ventouses servent pour le déplacement horizontal de la tôle, elles sont destinées à être utilisées avec un venturi (générateur de vide). [14]

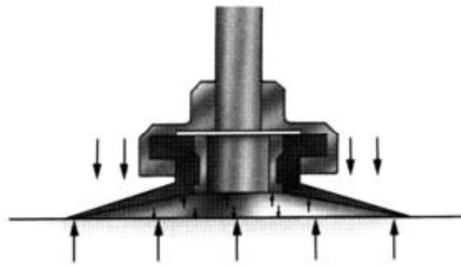


Figure I.9: Ventouse

Le bras mobile peut assurer plusieurs courses dont :

- Course horizontale d'entrée
- Descente de déposition et remontée
- Course horizontale de retour
- Descente de prise et remontée

➤ **Le venturi (générateur à vide) :**

La technique du vide prend une place très importante dans les domaines de la préhension et de la manutention. Parmi les différents moyens de créer une dépression, les générateurs de vide à effet Venturi présentent de nombreux avantages : technique simple et compétitive, pas d'usure (aucune pièce en mouvement), faible encombrement, grande légèreté. Cette disposition réduit les longueurs de tuyauteries et améliore les temps de réponse. [14]

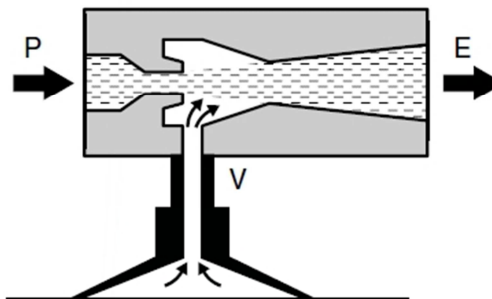


Figure I.10: Schéma symbolique d'un venturi avec une ventouse

En traversant la buse d'éjection du venturi, l'alimentation d'air comprimé (P) provoque une aspiration (V) et crée ainsi une dépression dans le circuit de préhension. L'air est évacué au travers d'un silencieux d'échappement placé en (E).

e) Autres accessoires :

L'auto-bras est équipé d'une série complète d'accessoires qui en complètent le fonctionnement. Ces accessoires peuvent lubrifier, prélever, centrer, contrôler et ainsi éjecter.

A.1.2) La presse hydraulique :

Cette machine est constituée de plusieurs parties:

a) Groupe cylindrique piston :

C'est un cylindre oléo-dynamique à double effet, à l'intérieur de ce dernier glisse un piston. [01]

b) Réservoir d'huile hydraulique :

Situé dans la partie supérieure de la presse, il est utilisé pour l'alimentation des pompes du côté aspiration.

c) Coulisseau :

Le coulisseau est réalisé en fonte d'acier, ce dernier glisse sur un système anti-grippage appelé glissière, avec possibilité de réglage frontal et latéral. Il est utilisé pour la fixation de la partie supérieure des outils. [01]

Remarque : Pour la presse excentrique, la descente du coulisseau se fait en deux phases : rapide et freinage.

d) Le serre-tôle :

Le serre-tôle sert à coincer la tôle pendant l'application d'emboutissage.

e) La table porte outils :

C'est une table fixe obtenue à partir d'un bloc unique en acier soudé et normalisé, elle contient des trous de passage des colonnes du serre-tôle mais également des rainures pour la fixation des moules. [04]

A.1.3) La presse excentrique :

Dans la presse excentrique, l'énergie dans la phase de travail est fournie par un volant qui subit un ralentissement d'environ 10%. La récupération d'énergie est effectuée par un moteur dans la phase de remonté du coulisseau. [01]



Figure I.11: Volant avec arbre

Les composants essentiels de cette machine sont :

- Le moteur
- La courroie
- Le volant
- Le groupe frein/embrayage
- L'arbre vilebrequin
- Les bielles
- Le coulisseau

a) Moteur asynchrone triphasé :

Ce moteur est de type à couple constant, à courant alternatif triphasé, avec deux sens de rotation, il est équipé d'un ventilateur pour le refroidissement, protégé par un relais thermique et des fusibles. [01]

b) L'arbre vilebrequin :

Il représente un élément principal du dispositif bielle manivelle, car il permet la transformation du mouvement linéaire rectiligne non uniforme (alternatif) des pistons en un mouvement continu de rotation. Il est composé de plusieurs tourbillons alignés formant l'axe central, entre ces paliers se trouvent des manetons (manivelle) sur lesquelles sont montées les bielles. [01]



Figure I.12: Arbre vilebrequin

c) Les bielles :

Une bielle est une pièce reliant deux articulations d'axes mobiles dans le but de transmettre une force. C'est un élément constitutif du système bielle-manivelle qui transforme un mouvement rotatif continu en un mouvement alternatif de rotation. [05]



Figure I.13: Bielle

d) La courroie :

La courroie est un dispositif de liaison, elle est utilisée pour transmettre le mouvement de rotation du moteur au volant.

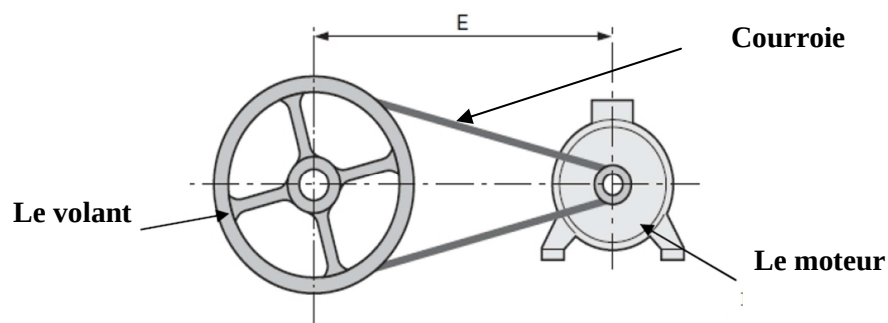


Figure I.14: Exemple de liaison par courroie

e) Réducteur à engrenage :

Il est constitué du groupe pignon/engrenage monté sur un arbre tournant sur des coussinets à double couronne.

f) Groupe frein/embrayage :

Il est du type pneumatique, ce groupe est un ensemble d'actionneurs qui assurent par friction la mise en mouvement (embrayage), ou d'arrêt d'un mécanisme. Il est composé de :

- ✓ Disques d'embrayage
- ✓ Disques freinage
- ✓ Disques de friction mobile

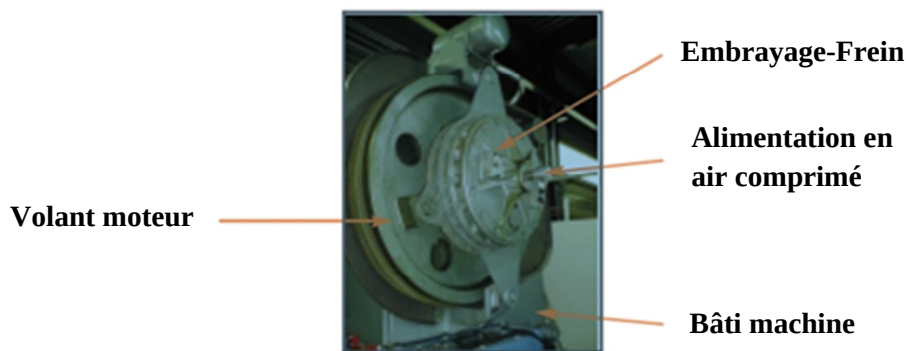


Figure I.15: Groupe frein/embrayage

g) Ecran de protection pneumatique :

La presse est équipée d'une protection, son déplacement vertical est obtenu par des pistons pneumatiques. Le fonctionnement de la presse dépend de la position des écrans, leur fermeture active deux fins de courses. [01]

h) Glissoir :

C'est un dispositif de soutien et de guidage du coulisseau.

➤ Réglage du coulisseau :

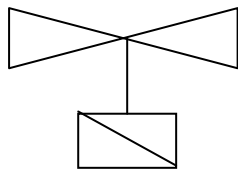
La presse est conçue pour faire plusieurs tâches, un système de réglage du coulisseau motorisé électriquement est obtenu avec un système à vis, ce dernier est actionné par un moteur auto-freinant pour assurer le réglage des différentes positions. [01]

A.2) Pré-actionneurs :

Un pré-actionneur est un composant qui gère l'énergie de commande d'un actionneur, Il a pour rôle de diriger le fluide ou l'air (sous pression) dans certaines directions. C'est grâce à lui qu'on peut commander la sortie ou la rentrée de tige d'un vérin par exemple.

A.2.1) Les électrovannes :

Une électrovanne est un pré-actionneur électro-hydraulique soit du type Tout Ou Rien (TOR) ou proportionnelle, permettant le passage d'huile véhiculée dans le circuit hydraulique. Elle est constituée d'une vanne, où circule un fluide, elle est dotée d'une bobine alimentée électriquement et engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage. Dans cette machine, nous avons plusieurs types d'électrovannes selon le nombre d'orifices et de positions.

**Figure I.16: Symbole d'une Electrovanne****Figure I.17: Electrovanne****Tableau I.1 : Quelques électrovannes dans la ligne**

Electrovanne	Rôle	Electrovanne	Rôle
EVCA	Chariot en avant	EVV	Aspiration
EVCi	Chariot en arrière	EVR	Soufflage
EVM	Montée du magasin	EVCS	Control d'épaisseur
EVMO	Descente de A-B1	EV1S	Montée de A-B1

Source : Documentation E.N.I.E.M. (Schéma électrique / hydraulique).

A.2.2) Les distributeurs :

C'est un organe qui a pour rôle d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir du fluide et les vérins, il est inséré entre la source et les organes moteurs. Le distributeur est constitué de trois parties : le corps, le tiroir, les éléments de commande. [19]

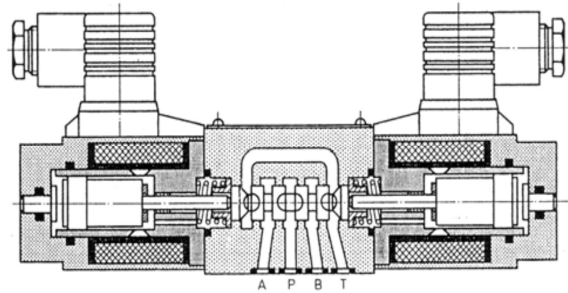
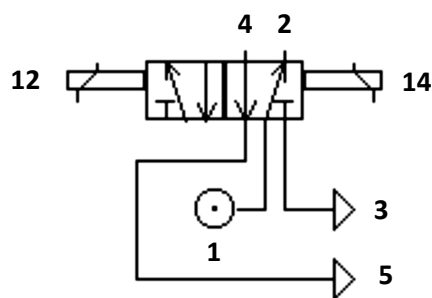


Figure I.18: Symbole d'un distributeur 5 /2

Figure I.19: Coupe transversale distributeur

1 : alimentation de pression,

2 et 4 : orifices d'utilisation,

3 et 5 : orifices d'échappement,

12 : pilotage, fonction rappel mettant en communication l'arrivée de pression (1) avec l'utilisation (2),

14 : pilotage, fonction commande mettant en communication l'arrivée de pression (1) avec l'utilisation (4).

➤ **Fonctionnement du distributeur :**

Les éléments de commande agissent sur le tiroir en le déplaçant vers la droite ou vers la gauche. Pendant le déplacement, le tiroir met en communication les orifices

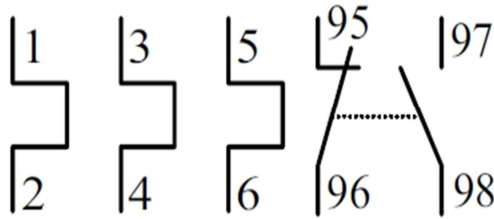
Tableau I.2 : Quelques distributeurs du système

Type de distributeur	Commande
Distributeur 5/3 	- Presse hydraulique
Distributeur 4/2 	- Freinage - Embrayage

Source : Documentation E.N.I.E.M.

A.2.3) les relais :

Le relais thermique est un appareil de protection capable de protéger contre les surcharges. Une surcharge est une élévation anormale du courant, il peut avoir plusieurs contacts de communication qui sont activés simultanément. [19]

**Figure I.20: Symbole d'un relais****Figure I.21: Relais****Tableau I.3 : Quelques relais du système**

Relais	Rôle	Relais	Rôle
RP	Presse en haut	RSA, RDI	Control du motoréducteur
RS	Départ cycle	RC3, RC3/A	Mode manuel de l'auto-bras
RE	Mode manuel de la presse hydraulique	RPV	Commande pompe à vide
R10	Départ auto-bras	RR	Prise de pièces
		RX	Commande la presse (descente)

Source : Documentation E.N.I.E.M. (schéma électrique).

A.2.4) Les contacteurs :

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion, capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique.

Le contacteur est utilisé pour la commande de moteur, de résistance de chauffage, de circuit de puissance en général. [15]

Le contacteur comporte quatre ensembles fonctionnels :

- Le circuit principal ou circuit de puissance
- Le circuit de commande
- Le circuit auxiliaire
- L'organe moteur

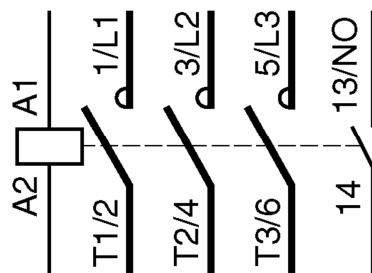


Figure I.22: Symbole d'un contacteur



Figure I.23: Contacteur

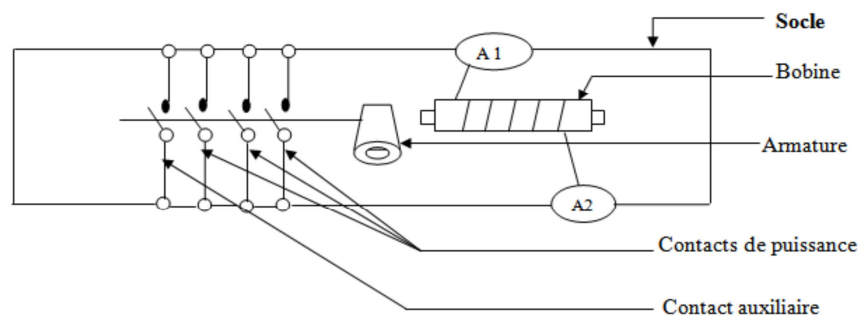


Figure I.24: Schéma d'un contacteur

❖ **Principe de fonctionnement d'un contacteur et son branchement :**

- Une impulsion sur **MARCHE** enclenche KM1 qui s'autoalimente (par son contact auxiliaire). Le moteur tourne.
- Une impulsion sur **ARRET** provoque l'arrêt du moteur.

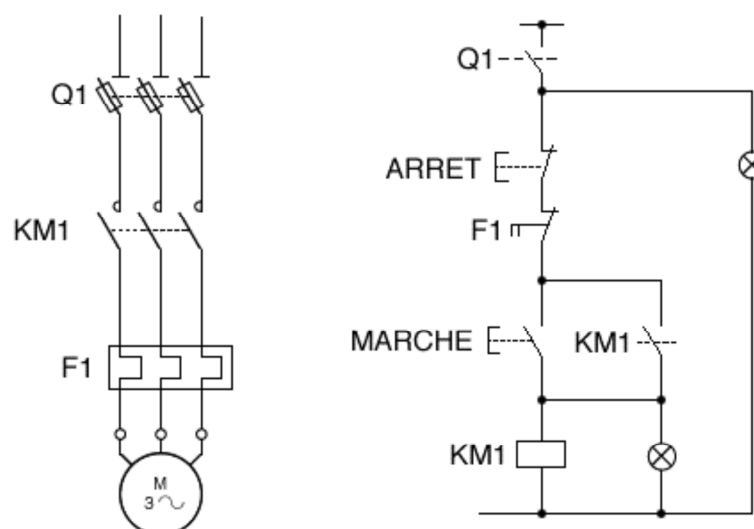


Figure I.25: Principe de fonctionnement d'un contacteur et son branchement

A.3) Les actionneurs :

Un actionneur est un dispositif qui transforme l'énergie prélevée sur un pré-actionneur en une action physique sur la matière d'œuvre.

A.3.1) Les vérins :

Un vérin est un actionneur linéaire, il transforme l'énergie pneumatique ou hydraulique en un travail mécanique donc c'est un élément récepteur de l'énergie. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise.

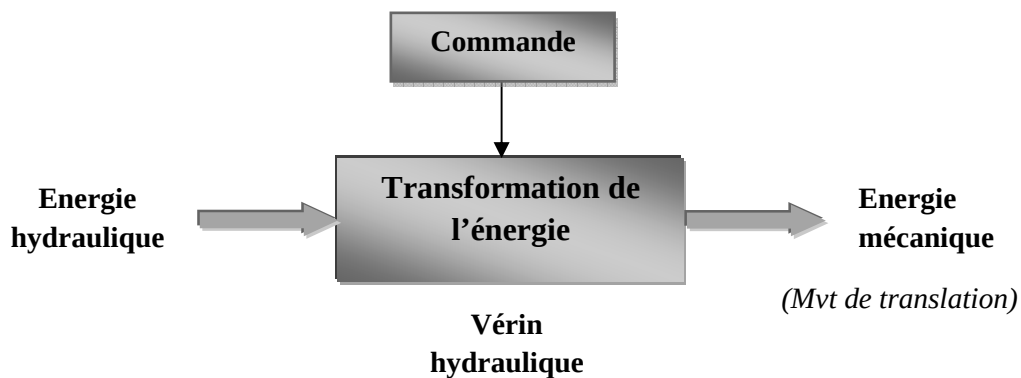


Figure I.26: Modèle fonctionnel d'un vérin

Nous avons plusieurs types de vérins dont :

a) Vérin à simple effet :

Le vérin à simple effet n'a qu'une entrée d'air de pression et ne développe un effort que dans une seule direction. La course retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort incorporé. [17]

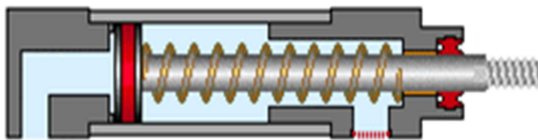


Figure I.28: Symbole d'un vérin simple effet



Figure I.27: Vérin simple effet

La sortie de la tige est obtenue par injection d'air dans la chambre arrière du vérin par contre la rentrée de la tige est obtenue grâce au ressort de Rappel, donc le vérin ne produit un effort qu'en phase de sortie de tige. Il peut uniquement « POUSSER ». [17]

b) Le vérin à double effet :

Contrairement à la version simple effet, ce type de vérin développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail. [17]

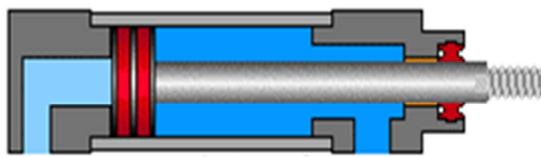


Figure I.29: Vérin double effet

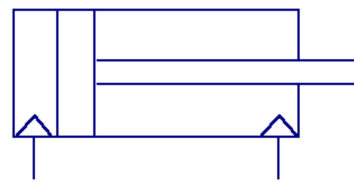


Figure I.30: Symbole d'un vérin double effet

La sortie de la tige est obtenue par injection d'air dans la chambre arrière du vérin par contre la rentrée de la tige est obtenue par injection d'air dans la chambre avant du vérin donc le vérin produit un effort en phase de sortie de tige et de rentrée de tige. Il peut «POUSSER » et «TIRER »

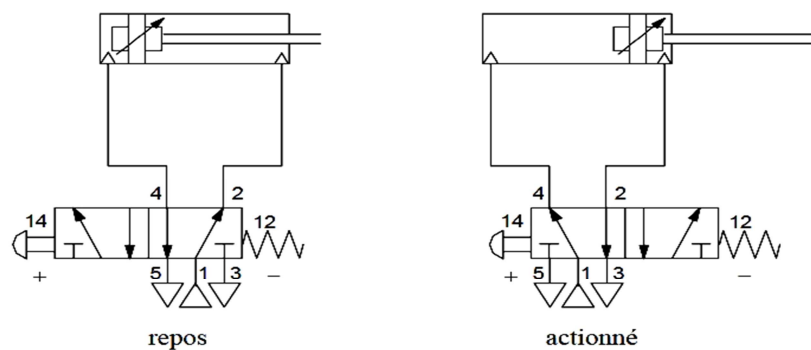


Figure I.31: Vérin à double effet avec son distributeur

c) Le vérin rotatif :

Dans ce type de vérin l'énergie du fluide est transformée en mouvement de rotation, l'angle de rotation peut varier entre 90° et 360°.

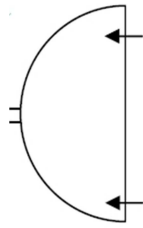


Figure I.32: Symbole d'un vérin rotatif

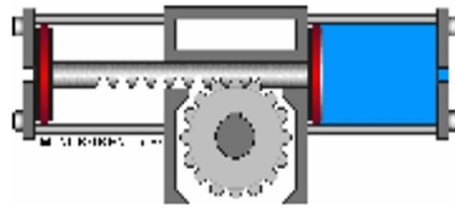


Figure I.33: Vérin rotatif

Tableau I.4 : Quelques vérins utilisés dans notre système

Nature du vérin	Commande
Vérin double effet pneumatique	-Bras mobile de l'auto-bras -Ejection dans les deux presses
Vérin double effet hydraulique	-Presse hydraulique
Vérin mixte	-Magasin

Source : Documentation E.N.I.E.M. (schéma hydraulique)

A.3.2) Les moteurs :

Dans cette ligne on trouve plusieurs types de moteurs :

a) Les moteurs électriques :

Un moteur électrique est une machine servant à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique rotationnelle. Il est basé sur le principe de l'action d'un champ tournant sur un enroulement en court-circuit.

Les moteurs sont des actionneurs électriques robustes utilisés en milieu industriel, ils varient selon la tâche à accomplir. [05]

➤ Moteurs asynchrones :

Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans toutes les applications industrielles ou domestiques de l'électricité, du fait de sa facilité d'installation, de son bon rendement et de son excellente fiabilité, permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le moteur asynchrone triphasé, fréquemment appelé moteur à induction, comporte :

- ❖ **Stator** : C'est la partie fixe du moteur, elle se compose de trois bobines (enroulements) réparties sur une armature cylindrique et parcourues par des courants triphasés, équivalents au primaire d'un transformateur qui engendre un champ tournant.

Ces armatures peuvent être couplées en étoile (**Y**) ou en triangle (**Δ**) selon le réseau d'alimentation.

- ❖ **Rotor** : La partie tournante du moteur. Cylindrique, il porte soit un bobinage (ordinaire triphasé comme le stator) accessible par trois bagues et trois balais ou soit une cage d'écureuil non accessible, à base de barres conductrices en aluminium soudées à chaque extrémité à deux anneaux



Figure I.34: Symbole d'un moteur asynchrone

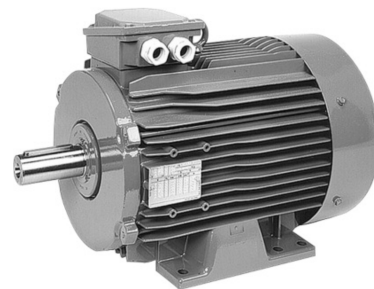


Figure I.35: Moteur asynchrone

b) Moteurs hydraulique :

Dans ce type d'actionneur, l'énergie hydraulique fournie par un fluide sous pression est transformée en énergie mécanique. Il en résulte un mouvement de rotation de l'arbre de sortie.

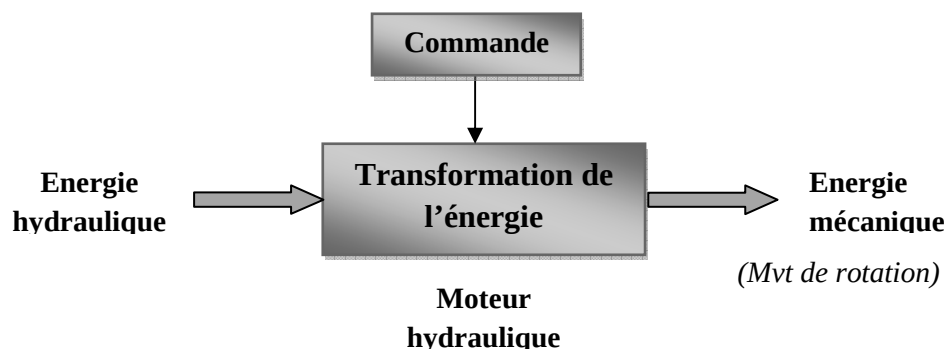


Figure I.36: Modèle fonctionnel d'un moteur

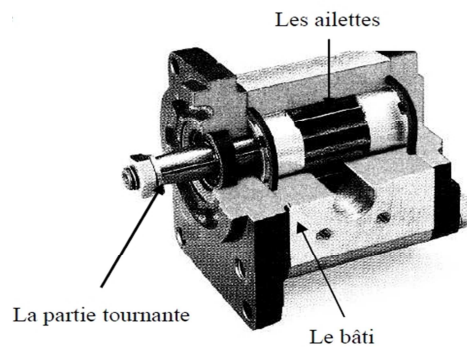


Figure I.37: Moteur hydraulique

➤ Les pompes

Les pompes sont des appareils qui convertissent l'énergie mécanique fournie par un moteur, en énergie hydraulique. Son rôle se limite à aspirer l'huile du réservoir et de la refouler. La pompe fournit un débit, elle est donc un générateur de débit, elle joue le rôle d'une centrale hydraulique afin de distribuer l'huile vers tous les vérins de la machine.

Tableau I.5 : Quelques Moteurs et pompes de notre système

Moteur	Commande
MA-B1	Moteur auto-bras 1
MPH	Moteur de presse hydraulique
MPE	Moteur presse excentrique
MT	Moteur tapis roulant

Source : Documentation E.N.I.E.M. (Schéma électrique)

A.4) Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (*Information entrante*) une autre grandeur physique de nature différente (*Information sortante : très souvent électrique*).

On peut alors classer les capteurs en deux catégories : à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. [07]

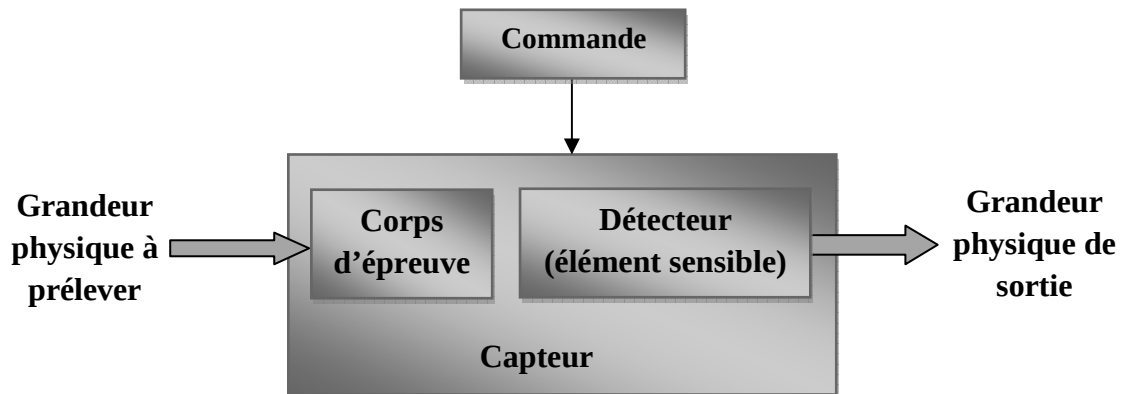


Figure I.38: Modèle fonctionnel d'un capteur

Dans cette ligne, on trouve plusieurs types de capteurs :

A.4.1) Les capteurs de position :

Ces capteurs sont à contacts et peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple ou d'une bille. L'information transmise par ce type de capteur est de type tout ou rien (TOR).

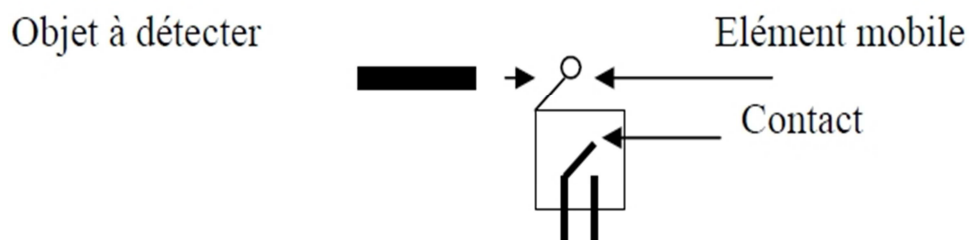


Figure I.39: Schéma de principe d'un capteur de position

La détection de présence est réalisée lorsque l'objet à détecter entre en contact avec l'élément mobile. Le mouvement engendré sur ce dernier engendre la fermeture du contact électrique situé dans le corps du capteur.

A.4.2) Les capteurs de niveau :

Ce type de capteur détecte le niveau de l'huile de fuite dans les réservoirs par l'intermédiaire d'un commutateur de niveau.

A.4.3) Les temporisateurs :

Les temporisateurs ou minuteriers sont réglés par l'opérateur selon la durée voulue de chaque action

Tableau I.6 : Quelques fins de courses du système

Fin de course	Son rôle
S5	Détection de pièce sur A-B1
FCDI	Fin de descente de A-B1
FCSA	Fin de montée de A-B1
FM8	A-B1 en position initiale
S7	Descente lente du coulisseau
FCSA	A-B1 complètement sorti

Source : Documentation E.N.I.E.M.

A.5) Le circuit hydraulique :

L'installation hydraulique a été faite de façon à être complètement contrôlé en boucle fermée. Tous les mouvements sont traités par des vannes proportionnelles et contrôlés dans chaque phase en agissant en temps réel sur les vannes mêmes.

❖ Définition d'une Centrale hydraulique :

La centrale hydraulique (*appelé aussi groupe hydraulique*) est un générateur de débit et pas de pression. La pression augmente lorsqu'il y a résistance à l'écoulement.

Elle est constituée essentiellement d'un réservoir d'huile, d'un moteur, d'une pompe et d'un système de filtration.

- ✓ **Réservoir :** il permet le stockage de l'huile, la protection contre des éléments qui peuvent le polluer et le refroidissement.
- ✓ **Système de filtration :** Il est utilisé pour éliminer les impuretés et les particules solides du fluide.

**Figure I.40: Symbole d'un filtre**

- ✓ **Pompe** : Sa fonction consiste à :
 - Générer un débit de liquide,
 - Mettre sous pression l'huile sous forme d'énergie hydraulique.

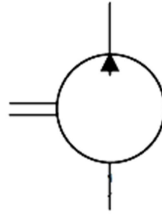


Figure I.41: Symbole d'une pompe

- ✓ **Clapet anti-retour** : Son rôle est de contrôler le sens de circulation du fluide. Il permet le passage dans un seul sens, il est considéré comme une diode dans un circuit électrique. [17]

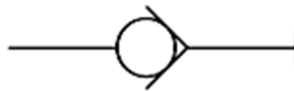


Figure I.42: Symbole d'un clapet anti-retour

- ✓ **Manomètre** : Son rôle est d'indiquer la pression de l'huile de service dans les différents organes hydrauliques dès la mise en marche du moteur.
- ✓ **Le régulateur de pression** : Son rôle est de limiter la pression dans un circuit et de faire retourner le débit excédentaire au bac.

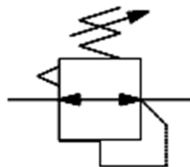


Figure I.43: Symbole d'un régulateur de pression

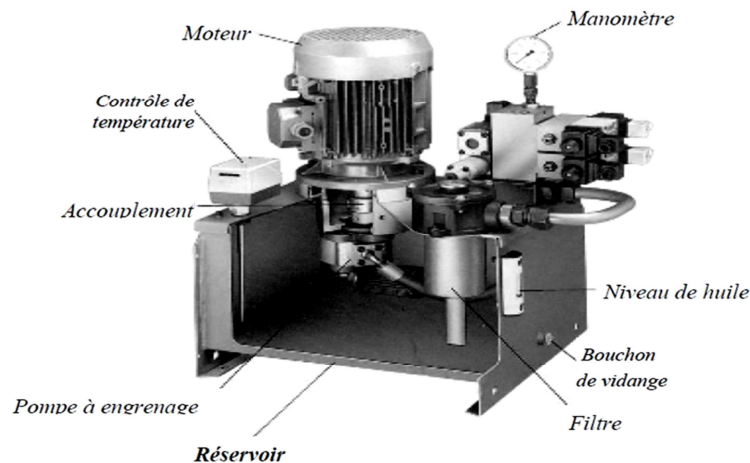


Figure I.44: Composition d'une centrale hydraulique

B) Partie commande :

❖ Poste opérateur :

Tout processus nécessite un système de commande permettant à l'utilisateur d'intervenir. Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la partie opérative, et les restitue vers cette même partie opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

Dans notre cas, chaque machine et chaque élément, démarre ou s'arrête par l'intermédiaire d'un commutateur situé sur le poste opérateur, ce dernier comporte des indications montrant l'état de fonctionnement.

Ce poste comporte quatre tables de commande :

- Armoire de commande principale,
- Table de commande auto-bras,
- Une table de commande manuelle de la presse hydraulique,
- Une table de commande manuelle de la presse excentrique.

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

➤ **Mode manuel :**

Les machines peuvent être commandées manuellement en utilisant la table de commande auxiliaire et la table de commande principale.

➤ **Mode semi-automatique :**

Une fois que ce mode est sélectionné, l'opérateur doit aussi appuyer sur deux autres boutons poussoir situé au niveau des extrémités de la table auxiliaire pour démarrer l'emboutissage.

➤ **Mode automatique :**

Le cycle de travail se fait d'une manière automatique, sans aucune intervention humaine jusqu'à épuisement des pièces au niveau du poste d'alimentation.

V) Principe de fonctionnement de toute la ligne :

Avant la mise en marche, on doit passer à l'alimentation des différentes parties de la ligne de production qui consiste à mettre sous alimentation les différents organes électriques, pneumatiques, et hydrauliques de cette dernière.

L'alimentation des machines est assurée par l'armement du sectionneur générale, la présence de l'air est indispensable pour la commande de l'armoire.

Une fois les préparations sont faites, on procède au chargement du paquet de tôle qui se fait manuellement. Avec le mode manuel, on commande plusieurs opérations dont :

- La descente du magasin,
- Le déplacement du chariot vers l'avant,
- La montée du magasin,
- Déchargement du paquet de tôle sur le support du magasin,
- Libération du chariot,
- Retour du chariot à sa position initiale.

Après toutes ces opérations, on sélectionne le mode semi-automatique jusqu'à la retenue de la première pièce, qui va nous permettre la sélection du mode automatique.

Le coulisseau de la presse hydraulique est au point mort haut et le vérin de poste d'évacuation est sorti grâce à un signal délivré par la presse, on obtient le démarrage de l'auto-bras, la tôle étant positionnée sur le magasin on aura :

- La descente de l'auto-bras,
- Le contrôle d'épaisseur,
- L'aspiration de la tôle par les ventouses,
- La montée de l'auto-bras,
- L'avancement longitudinal,
- Le relâchement de la pièce,
- Le retour du vérin du poste d'évacuation de la tôle,
- Le retour du système auto-bras à sa position initiale.

Une fois l'auto-bras est à sa position initiale, la presse hydraulique délivre un signal pour la descente du coulisseau et on aura l'emboutissage, le retour du coulisseau à sa position initiale, puis l'éjection de la pièce emboutie et son évacuation vers le poste d'évacuation.

Après l'évacuation de la pièce emboutie, un opérateur doit récupérer cette dernière et la transmettre à un autre opérateur, afin de l'introduire dans la presse excentrique pour le découpage.

L'alimentation de la presse excentrique se fait de la même manière que la presse hydraulique. Le moteur de cette machine est relié au volant à l'aide d'une courroie, lorsqu'il tourne, il entraîne avec lui la rotation du volant autour du vilebrequin sans le faire tourner.

Le démarrage du moteur détermine la rotation du volant, tandis que le groupe réducteur excentrique reste à l'arrêt.

Avec une tension de commande pneumatique, l'électrovanne assure le déplacement des disques de friction mobile et les disques côté embrayage, les ressorts vont se comprimer, de ce fait le couple embrayage va s'établir et comme les disques d'embrayages sont solidaires du mécanisme menant le volant moteur, la rotation de ce dernier va entraîner la rotation du vilebrequin, et puisque les bielles permettent la transformation d'un mouvement rotatif continu en un mouvement alternatif de translation, le coulisseau peut descendre pour couper la pièce. La coupure d'air cause l'embrayage automatique du frein et donc l'arrêt du réducteur et du coulisseau. Une fois la pièce est finie, elle sera évacuée vers une caisse.

L'introduction de l'air dans le groupe embrayage s'obtient par une électrovanne à double corps, contrôlée par un circuit électrique et par une came montée sur l'arbre vilebrequin.

Par des appropriés sélecteurs mis sur le tableau de commande, on peut sélectionner les différents types de fonctionnement et de commande.

VI) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons mené une étude approfondie sur la ligne de production de parois cuisinières tout en décrivant les différents éléments essentiels ainsi que le principe de fonctionnement de cette dernière.

La partie suivante est consacrée pour la conception du nouveau système établi entre les deux presses.

Chapitre II

Conception de l'amélioration apportée au système

Préambule :

Durant le stage, nous avons constaté que la présence de deux opérateurs entre les deux presses est indispensable, et pour cela, nous avons proposé une modification ou une amélioration pour la réception des pièces à la sortie de la première presse et leur déplacement vers la deuxième presse.

Le travail demandé est de concevoir un système composé d'un auto-bras et d'un tapis roulant entre les deux presses où les deux opérateurs n'auront plus à y intervenir.

I) La ligne de production de parois cuisinière après l'amélioration :

La figure II.1 montre la ligne de production de parois cuisinière après réadaptation.

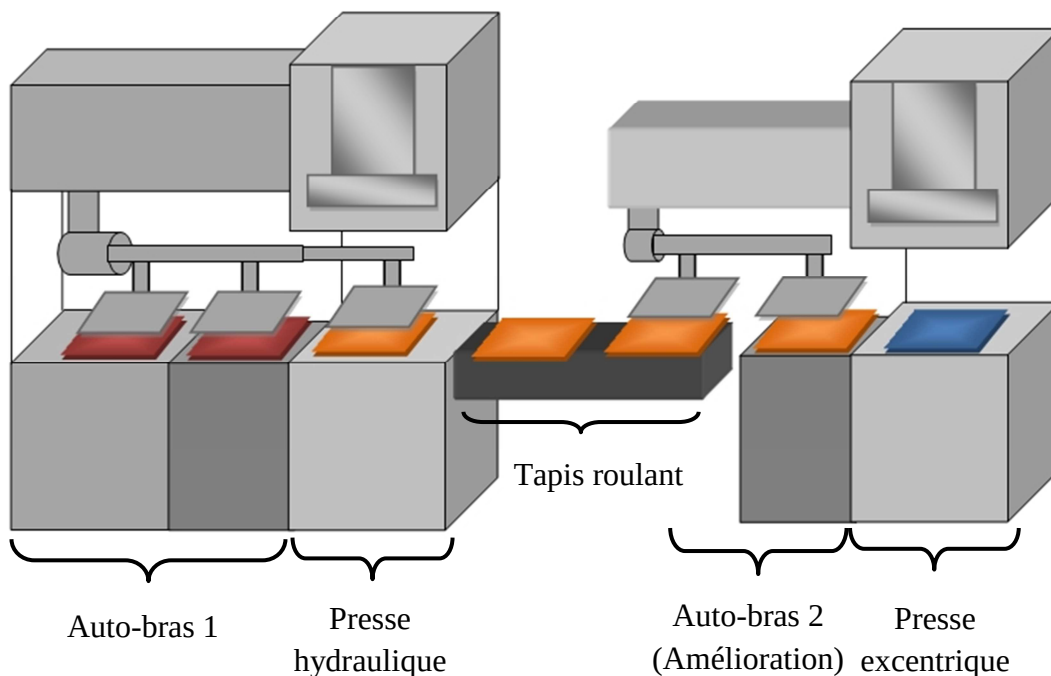


Figure II.1: La ligne de production de parois cuisinières après amélioration

II) Schéma synoptique du nouveau système :

La figure ci-dessous représente le cheminement suivi par la pièce après réadaptation, c'est-à-dire que les deux opérateurs ont été remplacés par un auto-bras et un tapis roulant.

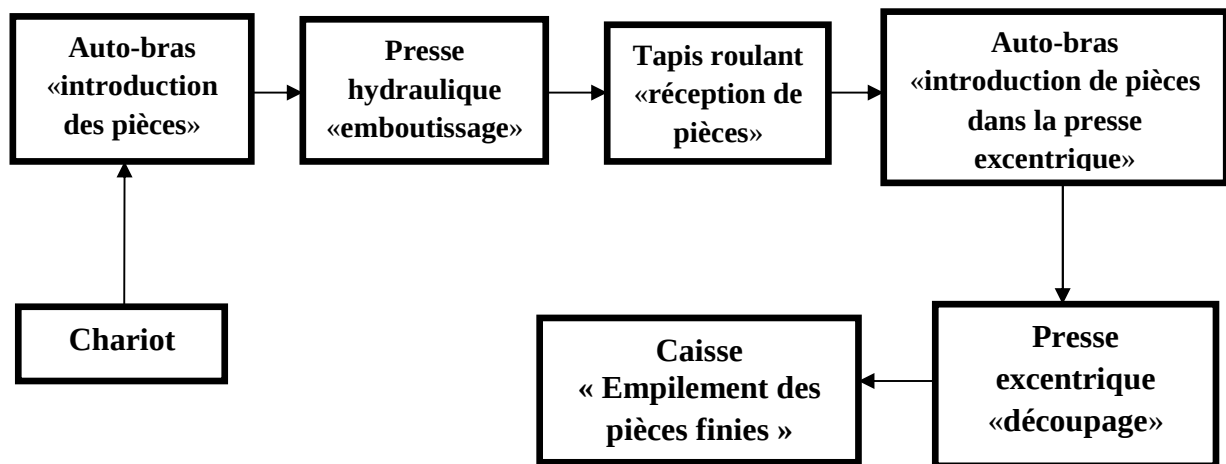


Figure II.2: Schéma synoptique du nouveau système

III) Description du système :

L'amélioration que nous avons proposée est constituée de plusieurs parties qui sont :

III .1) Structure mécanique :

Les éléments mécaniques de la nouvelle conception sont:

➤ Tapis roulant :

C'est un dispositif muni d'une surface plane, entraîné par un moteur électrique triphasé, permettant le déplacement des parois cuisinières vers la presse excentrique par l'intermédiaire du deuxième auto-bras.

Le moteur est mis en marche lorsqu'une pièce est détectée à l'entrée du tapis roulant, et s'arrête quand celle-ci arrive en fin de course.



Figure II.3: Le tapis roulant

➤ L'auto-bras :

Son rôle est le déplacement des pièces du tapis roulant vers la presse excentrique, il est constitué de deux blocs ventouses utilisés pour l'aspiration des pièces.

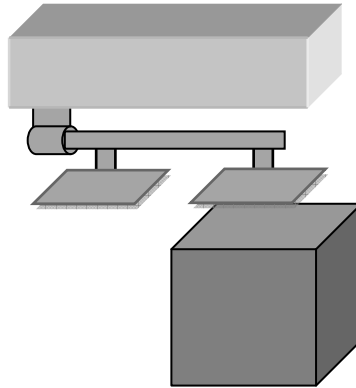


Figure II.4: L'auto-bras

III.2) Pré-actionneurs :

Dans ce nouveau système, nous allons utiliser plusieurs pré-actionneurs dont :

III.2.a) Les distributeurs :

Le choix d'un distributeur dépend du nombre d'orifices, de la position de repos, du type de pilotage qu'on veut utiliser ainsi de sa taille.

Dans notre cas, nous avons proposé d'utiliser :

- Un distributeur 2/2 pour les ventouses,
- Un distributeur 5/2 pour le vérin double effet de l'auto-bras.

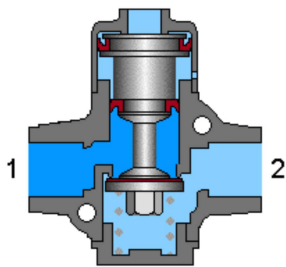


Figure II.5: Distributeur 2/2

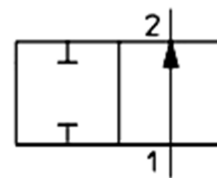


Figure II.6: Symbole d'un distributeur 2/2

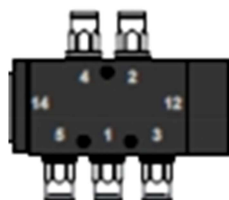


Figure II.7: Distributeur 5/2

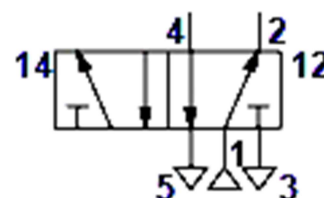


Figure II.8: Symbole d'un distributeur 5/2

III.2.b) Les électrovannes :

Dans ce système nous avons proposé d'utiliser trois électrovannes :

Une, pour la mise en service des ventouses, une autre pour la coupure d'air de ces dernières et une troisième pour le soufflage.

III.3) Les actionneurs :

Plusieurs actionneurs seront utilisés dans ce nouveau système et nous avons :

III.3.a) Les vérins :

L'utilisation des vérins est indispensable pour le fonctionnement de l'auto-bras, ainsi que pour la mise en position de la pièce à la fin du tapis roulant, et pour cela de nombreux critères doivent être pris en considération pour déterminer les vérins à utiliser dont:

- Les caractéristiques dimensionnelles à savoir le diamètre et la course du vérin,
- La vitesse de la tige,
- La force de poussée et traction.

❖ **La force de poussée et de traction d'un vérin double effet :**

Soit un vérin V avec un piston de diamètre D (mm) et une tige de diamètre d (mm) sous une pression P (bars), F^+ la force de poussée, F^- la force de traction données par les équations respectives (II.1) et (II.2).

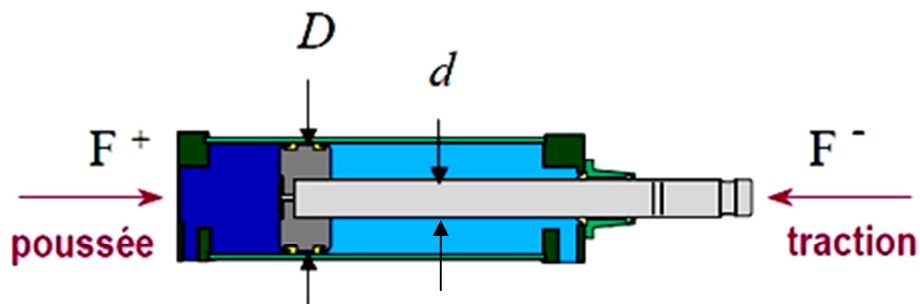


Figure II.9: Découpe d'un vérin

$$F^+ = p \times \frac{\pi D^2}{4} \quad (\text{II.1})$$

$$F^- = p \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (\text{II.2})$$

III.3.b) Les moteurs :

Le type de moteur à utiliser dans ce système est le moteur asynchrone triphasé.

b.1) La puissance absorbée par un moteur triphasé :

La puissance consommée sur le réseau en triphasé est donnée par l'équation (III.3) :

$$P = UI\sqrt{3} \cos \varphi \quad (\text{II.3})$$

Le $\cos \varphi$ est une caractéristique indiquée sur la plaque signalétique du moteur. [08]

b.2) Démarrage direct :

Le moteur est branché directement sur réseau. Ce type de démarrage est adapté aux moteurs de faible puissance (moins de 3 Kw en 220 v et de 5.5 Kw en 380v).

➤ Circuit de puissance et de commande:

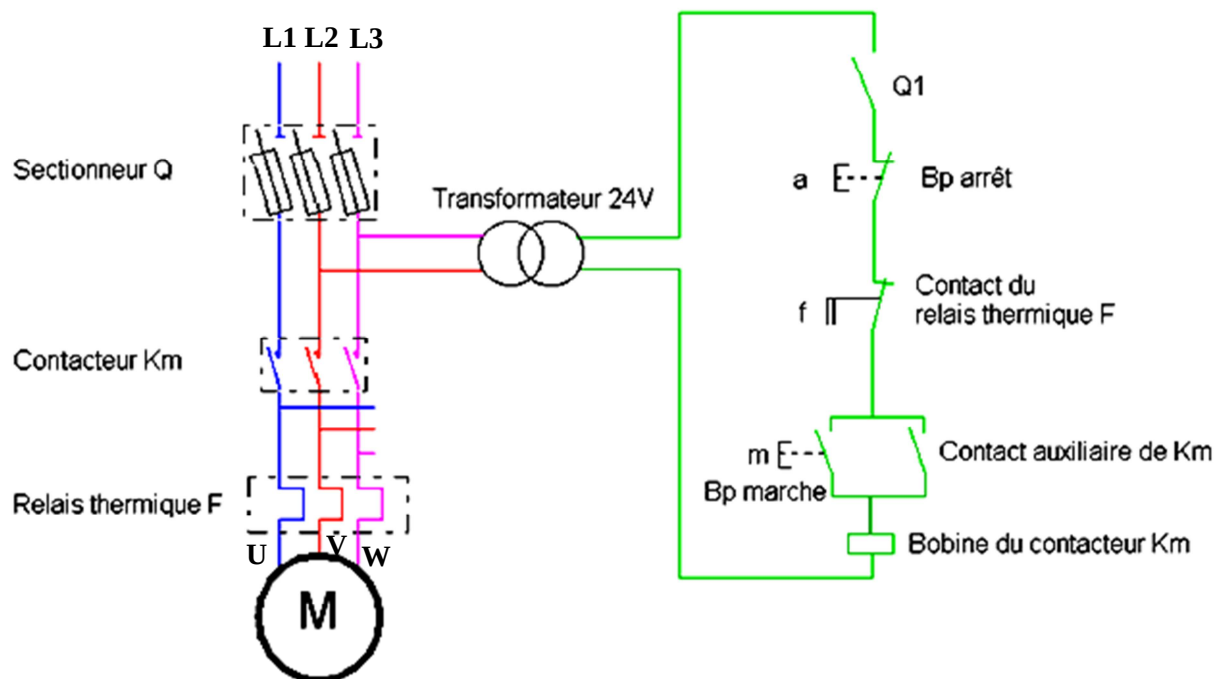


Figure II.10: Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé

- Le sectionneur d'isolement avec fusible permet de déconnecter le moteur du réseau pour des opérations de maintenance par exemple. Il protège également le dispositif en aval contre les risques de courts circuits grâce aux fusibles.
- Le contacteur permet d'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.

- Le relais thermique protège le moteur contre les surcharges de courant.
- Le transformateur abaisse la tension secteur à une valeur de 24V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande. [10]

➤ **Fonctionnement :**

- L'appui sur le bouton poussoir **m** entraîne l'alimentation de la bobine du contacteur **KM** qui ferme les contacts de puissance.
- Les bornes **U**, **V** et **W** du moteur sont respectivement alimentées par les phases **L1**, **L2**, **L3**, donc le moteur tourne.
- Une action sur le bouton poussoir **a** entraîne l'arrêt du moteur.

b.3) Démarrage étoile-triangle:

Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux moteurs dont toutes les extrémités d'enroulement sont sorties sur la plaque à bornes, et dont le couplage triangle correspond à la tension du réseau.

Alimentation triphasée

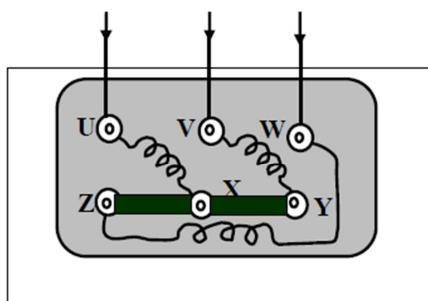


Figure II.11: Couplage en étoile

Alimentation triphasée

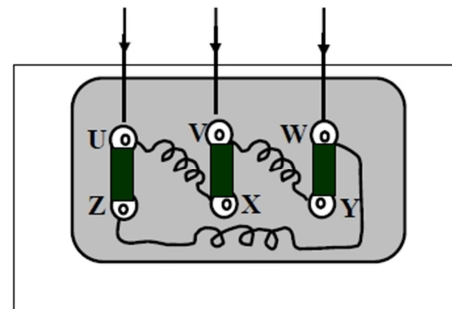


Figure II.12: Couplage en triangle

➤ **Circuit de puissance et de commande :**

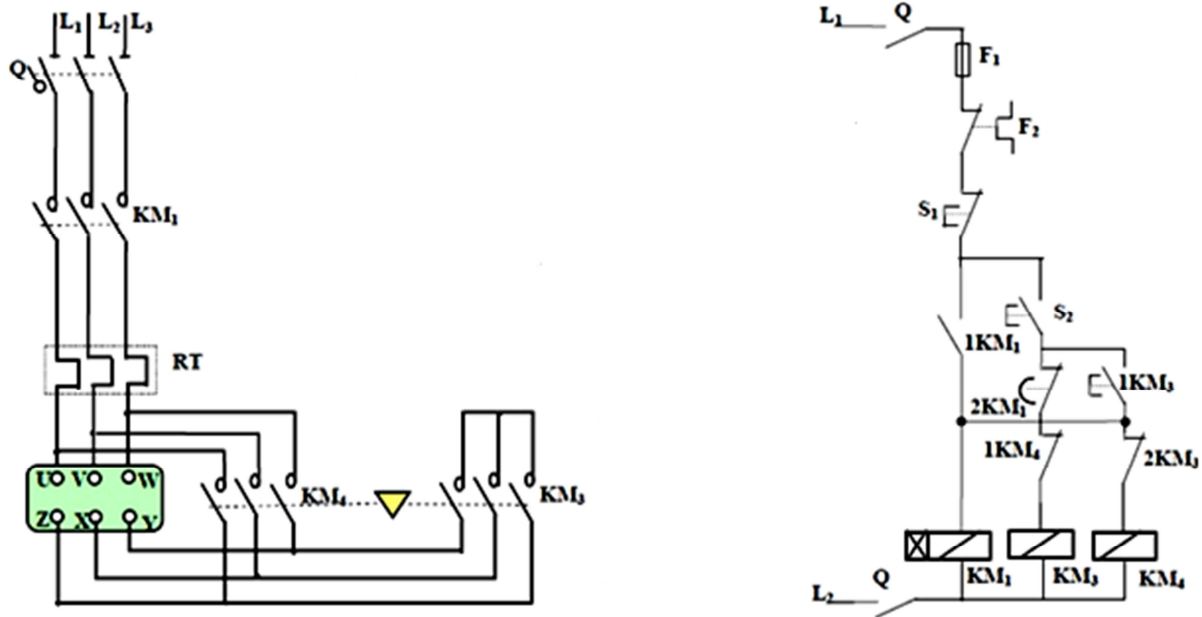


Figure II.13: Circuit de démarrage étoile-triangle d'un moteur asynchrone triphasé

Q : Sectionneur.

KM1 : Contacteur de ligne.

KM3 : Contacteur de couplage étoile.

KM4 : Contacteur de couplage triangle.

RT : Relais thermique.

▽ : Verrouillage mécanique.

➤ **Fonctionnement :**

Le démarrage s'effectue en deux temps :

- **1^{er} temps** : Mise sous tension et couplage étoile des enroulements. Le moteur démarre avec une tension réduite à $U/\sqrt{3}$.
- **2^{ème} temps** : Suppression du couplage étoile et mise en couplage triangle. Le moteur est alimenté en pleine tension U . [10]

b.4) Comparaison :**➤ Cas de démarrage direct :**

Surintensité au moment de démarrage. Le courant de démarrage I_d est de 4,5 à 6 fois plus grand que le courant nominal.

➤ Cas de démarrage étoile-triangle :

En étoile, le courant au moment du démarrage est le tiers du courant au démarrage en triangle. En triangle, le courant de démarrage I_d est de 1,5 à 2 fois plus grand que le courant nominal.

b.5) Principale relation d'un moteur :

Le rotor de la machine tourne à une vitesse différente de celle du champ du stator, d'où le nom de la machine. La différence de vitesse s'appelle le glissement a pour expression : [8]

$$g = \frac{(N - N')}{N} = \frac{(\Omega - \Omega')}{\Omega} \quad (\text{II.4})$$

Ω : vitesse de synchronisation

Ω' : vitesse de rotation

III.4) Les capteurs :

Le capteur est un dispositif de détection où nous avons plusieurs types.

Le choix d'un capteur est effectué par rapport à ses différentes caractéristiques :

III.4.a) Principales caractéristiques des capteurs :

- **L'étendue de la mesure :** C'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- **La sensibilité :** C'est la plus petite variation d'une grandeur physique que le capteur peut détecter.
- **Temps de réponse :** C'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant de prise en compte par la partie commande.
- **La précision :** C'est l'aptitude d'un capteur à répéter une information quand les mêmes conditions sont réunies. [09]

Dans notre cas, nous allons utiliser deux types :

- Deux fins de course mécaniques au niveau de l'auto-bras
- Deux fins de course magnétiques au niveau du tapis roulant

III.4.b) Les fins de course mécaniques :

Les fins de course mécaniques génèrent un signal de type binaire (donc deux états). L'avantage est qu'ils sont peu coûteux mais ils sont spécialisés dans un type précis de mesure.

Ce type de capteur est utilisé pour détecter la position d'une tige de vérin. Il est constitué d'un interrupteur à lame souple (ILS) noyée dans un bloc de résine. De conception très simple, il est monté directement sur le vérin. Le passage à proximité d'un aimant, monté sur le piston du vérin entraîne la fermeture d'un contact brusquement.

Dans notre cas, les deux capteurs seront placés au niveau de l'auto-bras.

- Le premier pour la sortie de l'auto-bras.
- Le second pour le retour de l'auto-bras à sa position initiale afin de déclencher la descente de la presse excentrique.

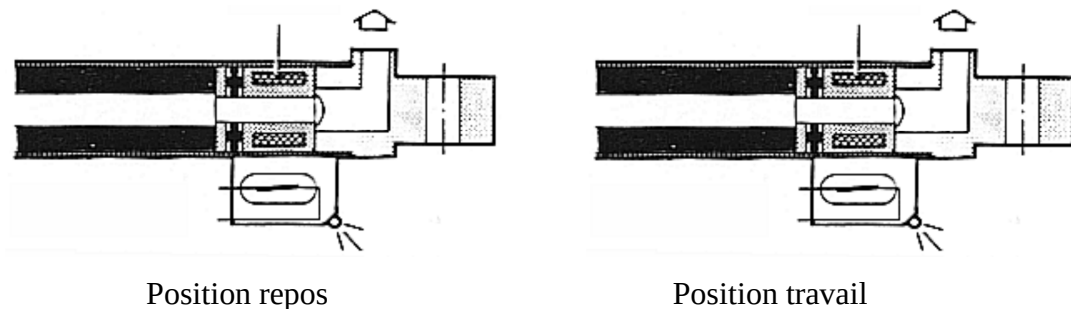


Figure II.14: Fin de course mécanique monté sur un vérin

III.4.c) Les fins de course magnétiques (capteur de proximité) :

Les fins de course magnétique sont sensibles aux matériaux conducteurs. Lorsqu'on approche une pièce métallique du détecteur, cela va modifier le champ magnétique qu'ils produisent. Au delà d'un certain seuil, cela va modifier le signal de sortie, donc l'objet a été détecté.

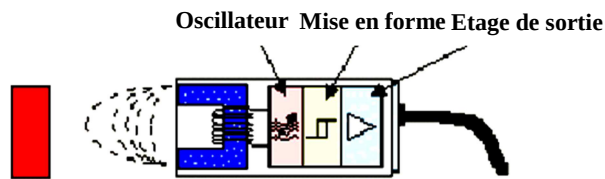


Figure II.15: Fin de course magnétique

Ce type de fin de course comporte de nombreux avantages:

- Fiabilité,
- Compatibilité avec les systèmes électroniques,
- Possibilité de fortes cadences de commutation,
- Durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres,
- Détection d'objets fragiles, fraîchement peints.

Synthèse :

L'amélioration que nous avons proposée consiste à remplacer les deux opérateurs entre les deux presses par un auto-bras et cela à pour avantages :

- D'éliminer deux postes de travail ce qui est bénéfique pour l'entreprise.
- D'augmenter la quantité de production en un temps réduit.

Pour mieux comprendre le fonctionnement du processus dont la liaison entre la partie commande et la partie opérative, nous allons procéder à la modélisation de tout le système et tout ça en élaborant un cahier des charges comprenant tous les aspects fonctionnels du processus.

Suivant la modélisation du système réadapté avec l'outil de modélisation, le GRAFCET fera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre III

Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

I) Introduction :

Le langage GRAFCET a été introduit en 1977 par l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique).

Le GRAFCET est établi pour chaque machine lors de sa conception, puis utilisé tout au long de sa durée de vie, réalisation, mise au point, maintenance et réglage.

Ce langage doit être connu par toutes les personnes concernées par les automatismes, depuis leur conception jusqu'à leur exploitation.

II) Définition du GRAFCET :

Le GRAFCET (GRaphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions) est un langage graphique dont le but est de décrire suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automate séquentiel.

Ce langage est basé sur la notion d'étapes auxquelles sont associées des actions, et de transitions auxquelles sont associées des réceptivités.

III) Structure du GRAFCET :**III.1) L'étape :**

L'étape correspond à une situation dans laquelle le comportement du système est stable.

Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant.

A chaque étape peuvent correspondre une ou plusieurs actions. Une étape est soit active, soit inactive, elle se représente par un carré. [11]



Figure III.1: Symbole d'une étape



Figure III.2: Symbole d'une étape active

III.2) L'étape initiale :

Les étapes initiales caractérisent l'état du système au début du fonctionnement.



Figure III.3: Symbole d'une étape initiale

III.3) Action associée à l'étape :

Pour chaque étape, on précise les actions à effectuer et leur enchainement lorsque l'étape est active, elles sont soit décrites de façon littérale ou symbolique, à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles de dimension quelconque reliés à la partie droite de l'étape. [16]

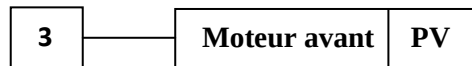


Figure III.4: Action associée à l'étape

III.4) Transition :

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système.

A chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

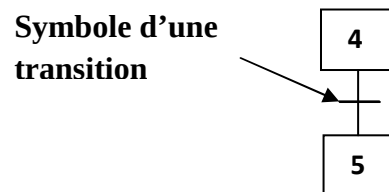


Figure III.5: Symbole d'une transition

III.5) La réceptivité :

La réceptivité est une condition logique qui permet l'évolution du cycle.

Si la réceptivité est vraie le cycle peut évoluer. Elles sont des comptes rendus en provenance de la partie opérative ou bien des consignes en provenance du pupitre.

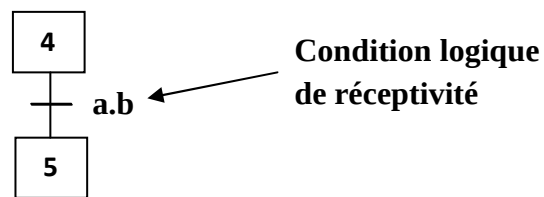


Figure III.6: Symbole d'une transition

III.6) Les liaisons orientées :

Une liaison orientée est le lien qui lie une étape à une transition ou l'inverse.

Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical.

Les liaisons orientées sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d'une flèche vers le haut lorsque la liaison est orientée vers le haut.

III.7) Mise en équation d'un GRAFCET :

Pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit active,
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie,
- L'étape immédiatement suivante soit non active,
- Après activation l'étape mémorise son état.

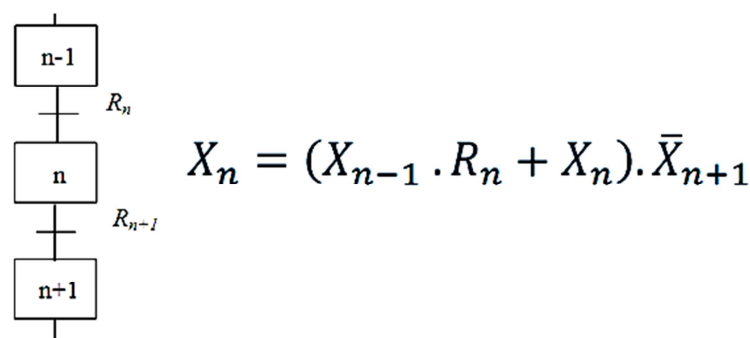


Figure III.7 : Mise en équation d'un GRAFCET

III.8) Cahier des charges :

Le cahier des charges est le descriptif fourni par l'utilisateur au concepteur de l'automatisme pour lui indiquer les différents modes de marches et les sécurités que devra posséder l'automatisme.

Le cahier des charges décrit le comportement de la partie opérative par rapport à la partie commande. L'automaticien doit se référer au cahier des charges pour réaliser l'automatisme.

IV) Règles d'évolution d'un GRAFCET :

La modification de l'état d'un automatisme est appelée évolution, elle est régie par les différentes règles suivantes :

➤ **Règle 1 : Condition initiale**

Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement, nous les précisons par un carrée double.

➤ **Règle 2 : Franchissement d'une transition**

Une transition est soit validée, soit non validée.

- Elle est validée lorsque toutes les étapes précédentes sont actives.
- Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et sa réceptivité est vraie.

➤ **Règle 3 : Evolution des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement :

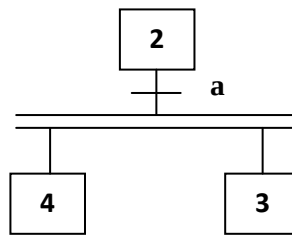
- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes.
- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

➤ **Règle 4 : Conflit d'activation**

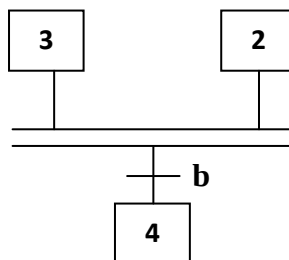
Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

➤ **Règle 5 : Franchissement simultané**

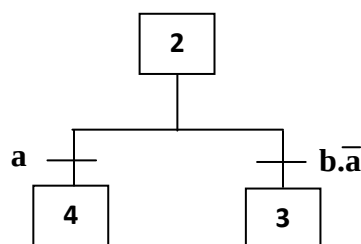
Plusieurs transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies. [13]

V) Structures de base :**V.1) Divergence et convergence en ET :****V.1.a) Divergence en ET :****Figure III.8: Divergence en ET**

Pour que les étapes 3 et 4 soient actives, il faut que l'étape 2 soit active, et la réceptivité $a = 1$ (vraie). Une fois que les étapes 3 et 4 sont actives, l'étape 2 se désactive. [18]

V.1.b) Convergence en ET :**Figure III.9: Convergence en ET**

Pour que l'étape 4 soit active, il faut que les étapes 2 et 3 soient actives et que la réceptivité $b = 1$ (vraie). Une fois que l'étape 4 est active, les étapes 2 et 3 sont désactivées. [18]

V.2) Divergence et convergence en OU :**V.2.a) Divergence en OU :****Figure III.10: Divergence en OU**

Cette structure permet de choisir entre les séquences **3** et **4**.

Si l'étape **2** est active et la réceptivité **a=1**(vraie), l'étape **4** sera active.

Si l'étape **2** est active et la réceptivité **b=1**(vraie), l'étape **3** sera active. [18]

V.2.b) Convergence en OU :

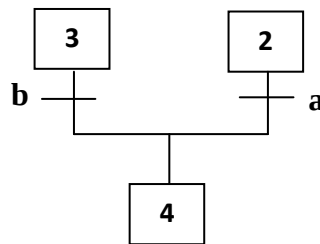


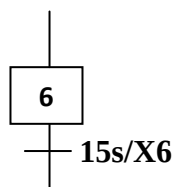
Figure III.11: Convergence en OU

Venant de la branche **3** ou de la branche **2**, le GRAFCET converge vers une même étape.

Si l'étape **2** est active et la réceptivité **a=1**(vraie), l'étape **4** sera active.

Si l'étape **3** est active et la réceptivité **b=1**(vraie), l'étape **4** sera active. [18]

V.3) Temporisation :



La transition **15s/X6** est franchie lorsque la temporisation démarrée à l'étape **6** est écoulée au bout de **15s**.

Figure III.12: Temporisation

V.4) Saut d'étape :

Dans le saut d'étape nous avons deux types :

- **Le saut en avant (saut d'étape) :** qui permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.
- **Le saut en arrière (reprise d'étape) :** qui permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.

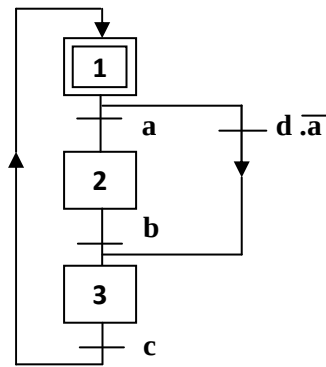


Figure III.13: Saut d'étape

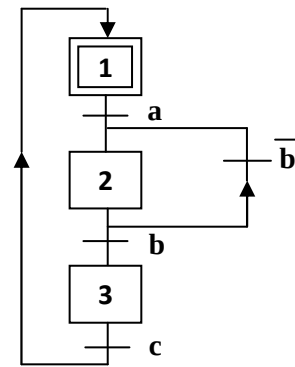


Figure III.14: Reprise d'étape

VI) Niveaux du GRAFCET :

VI.1) Niveau 1 :

Ce niveau décrit les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative. Les réceptivités et les actions sont décrites en mots et non en abréviations.

VI.2) Niveau 2 :

Ce niveau tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs. La représentation des actions et des réceptivités est écrite en abréviation avec une lettre majuscule pour les actions et une lettre minuscule pour les réceptivités.

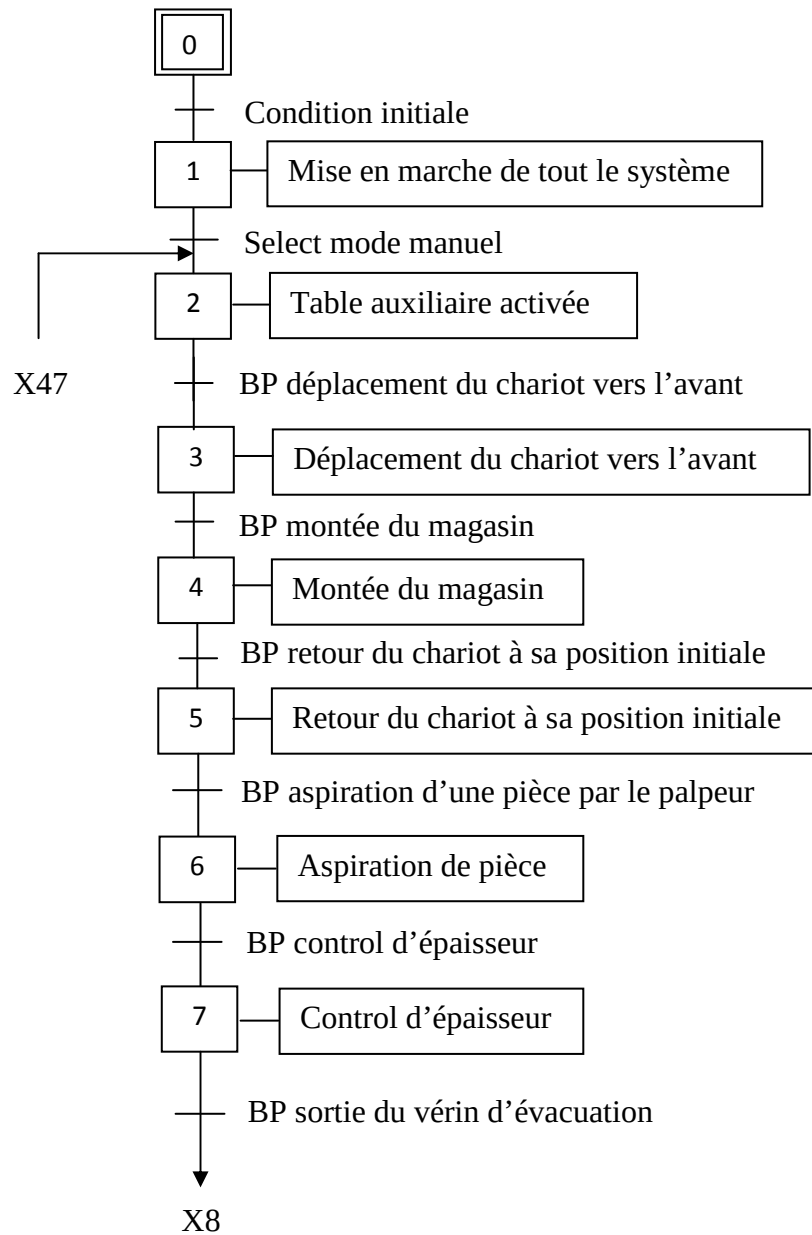
VII) GRAFCET du fonctionnement du système après amélioration :

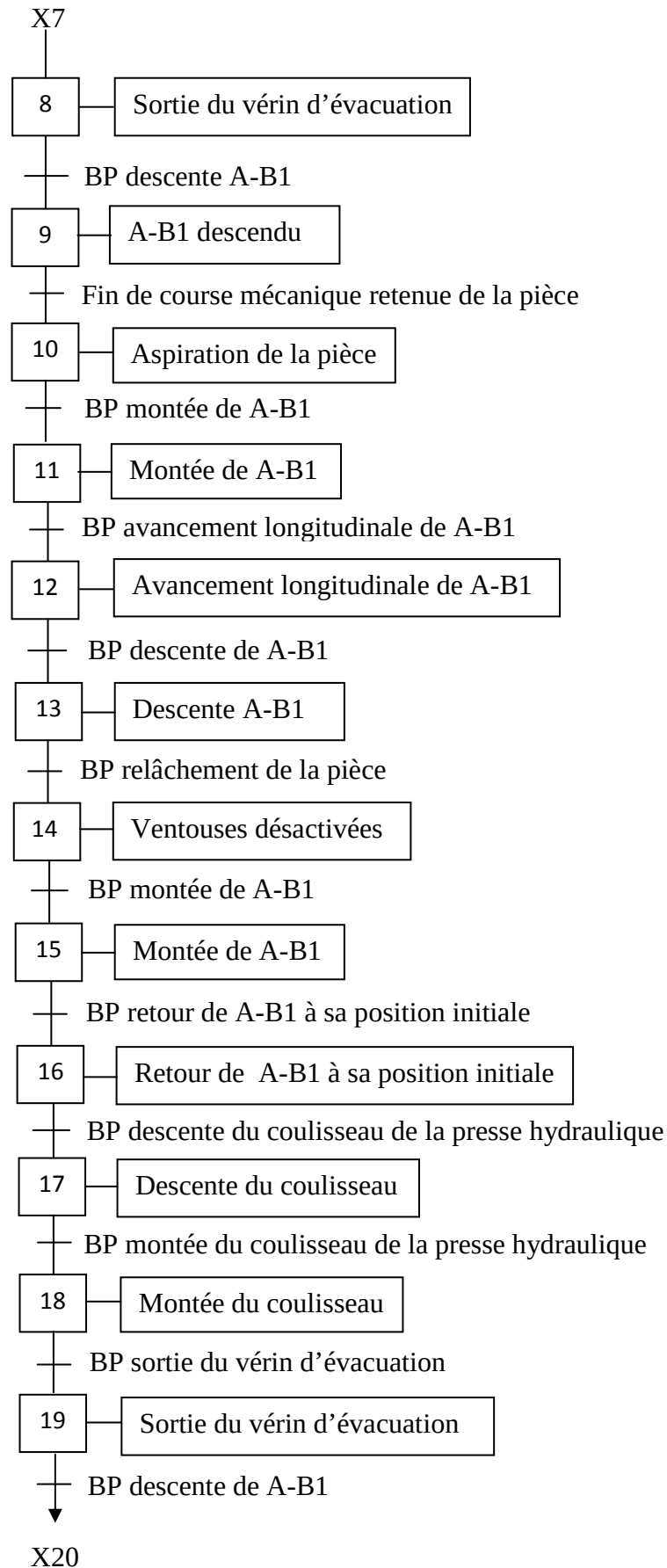
VII.1) GRAFCET niveau 1 :

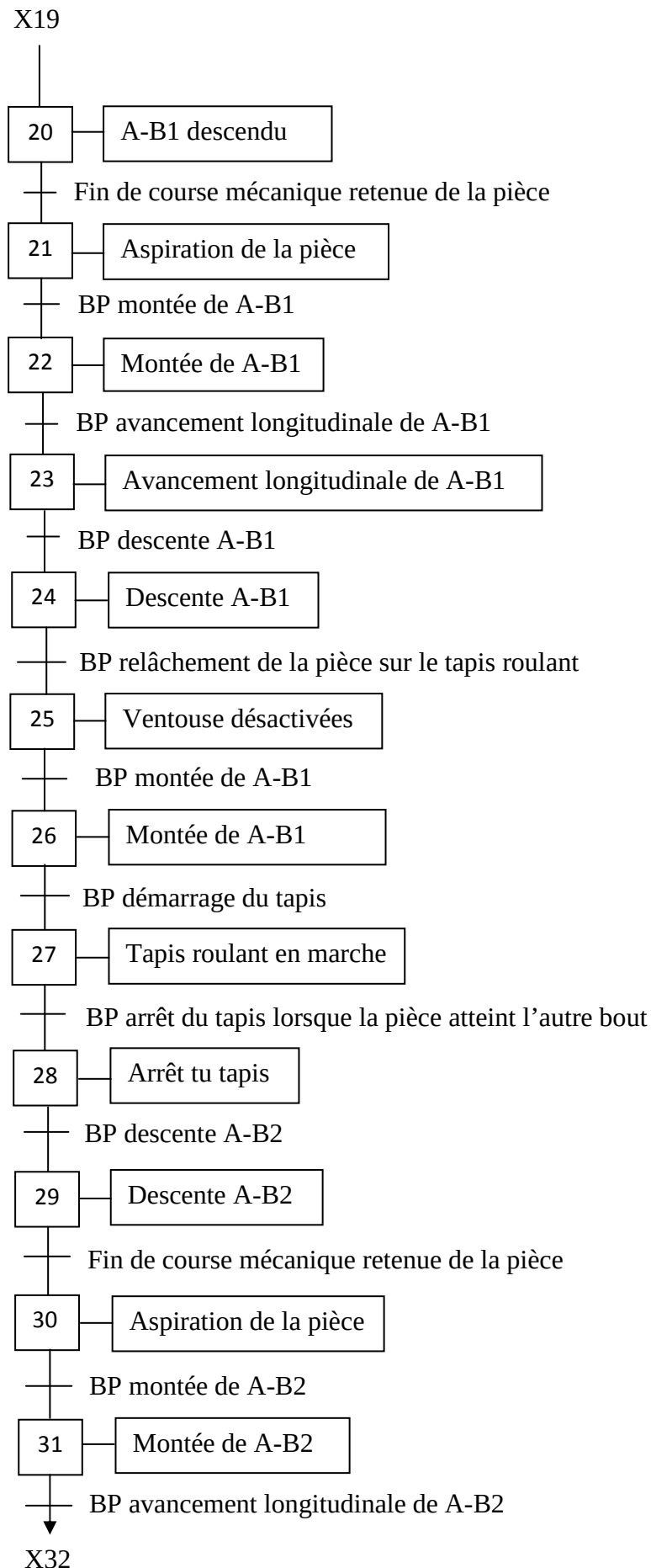
Les conditions principales pour la mise en marche de notre système sont :

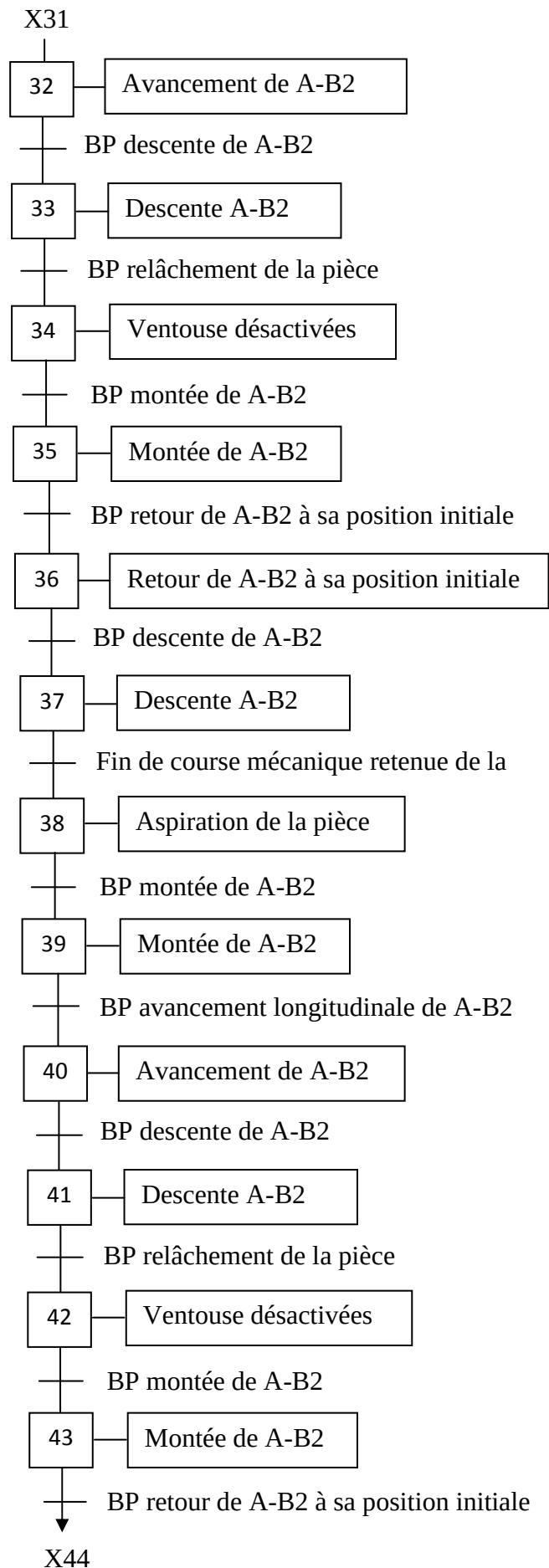
- Disjoncteur principal sur « ON »,
- Alimentation de la commande,
- Réarmement après l'arrêt total,
- Mise sous tension de l'auto- bras 1 et de l'auto- bras 2,
- Mise sous tension de la presse hydraulique et la presse excentrique,
- Mise sous tension du tapis roulant.

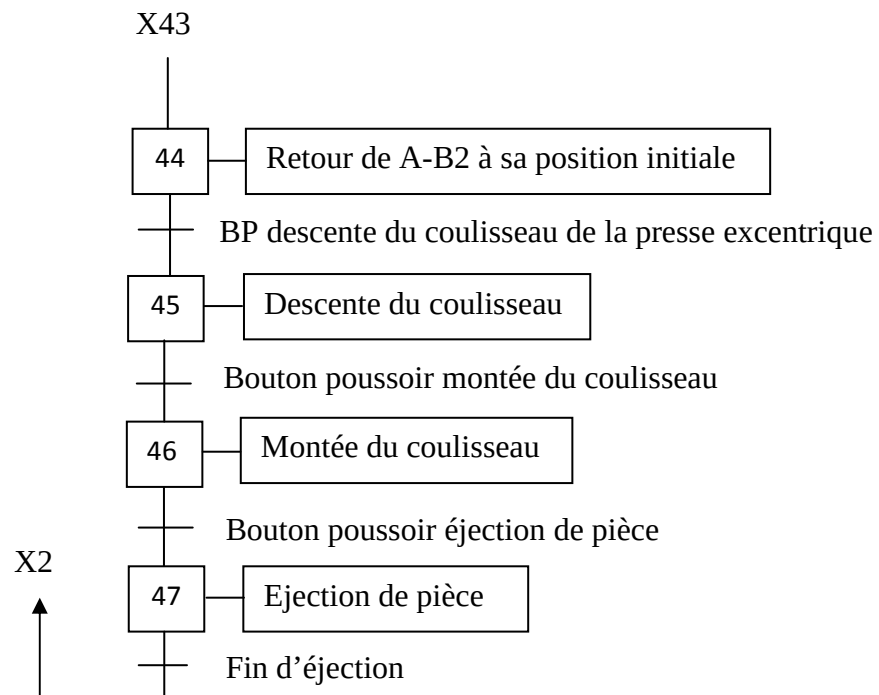
❖ GRAFCET du chargement de notre système (Mode manuel) :







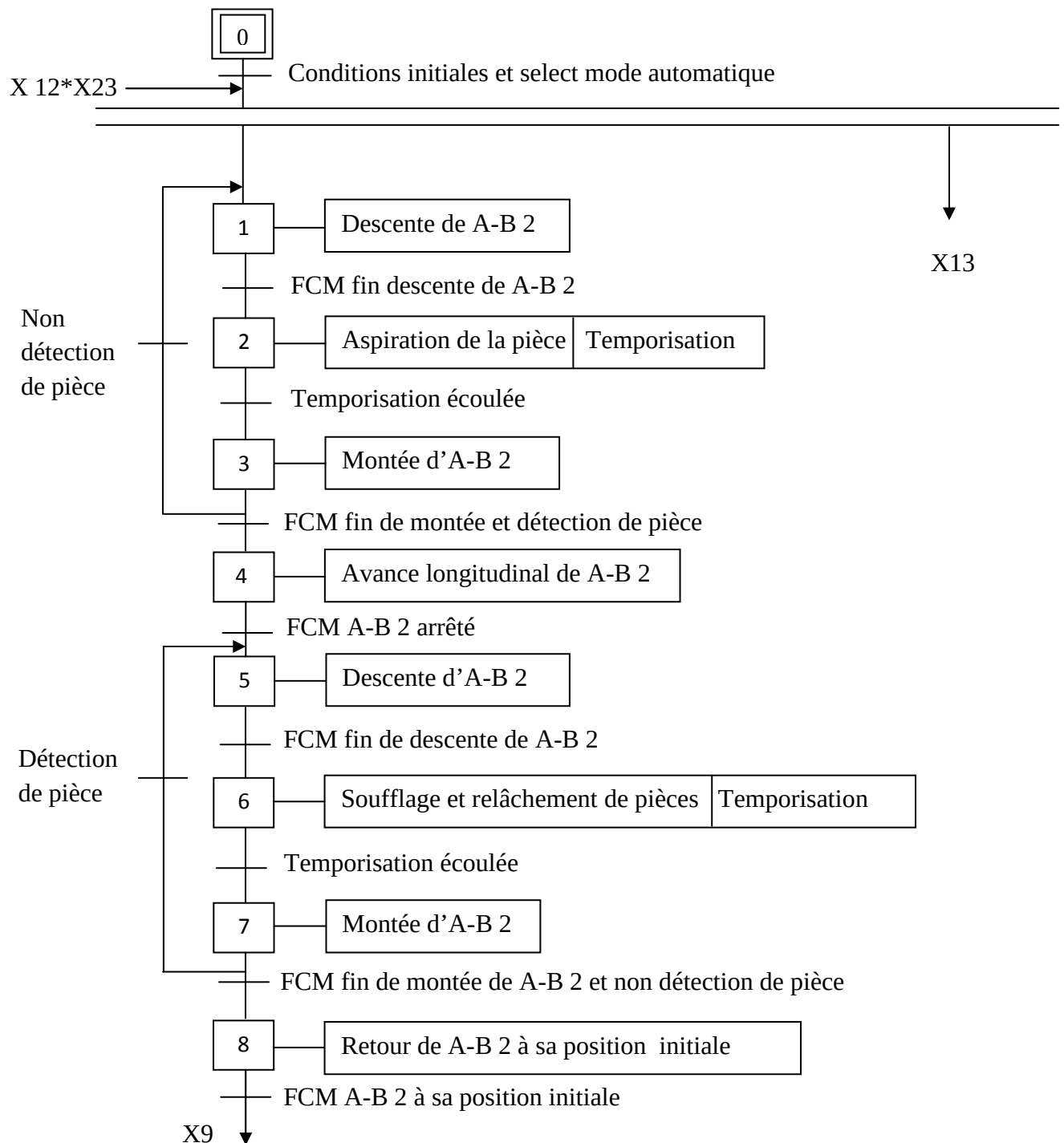


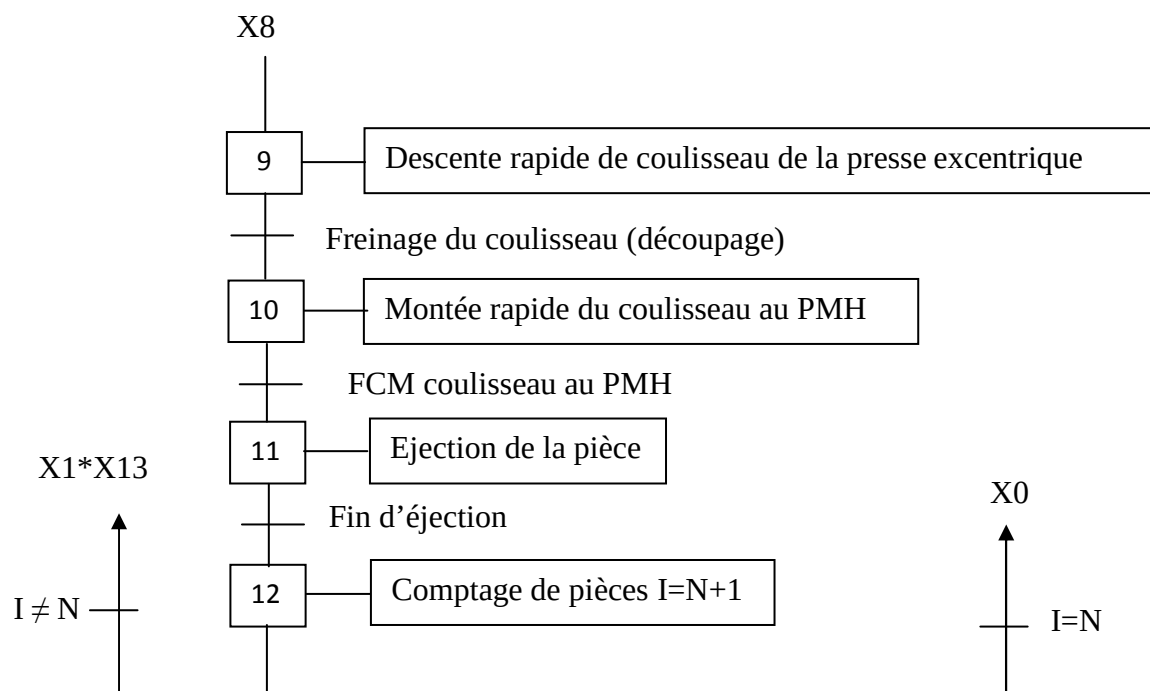


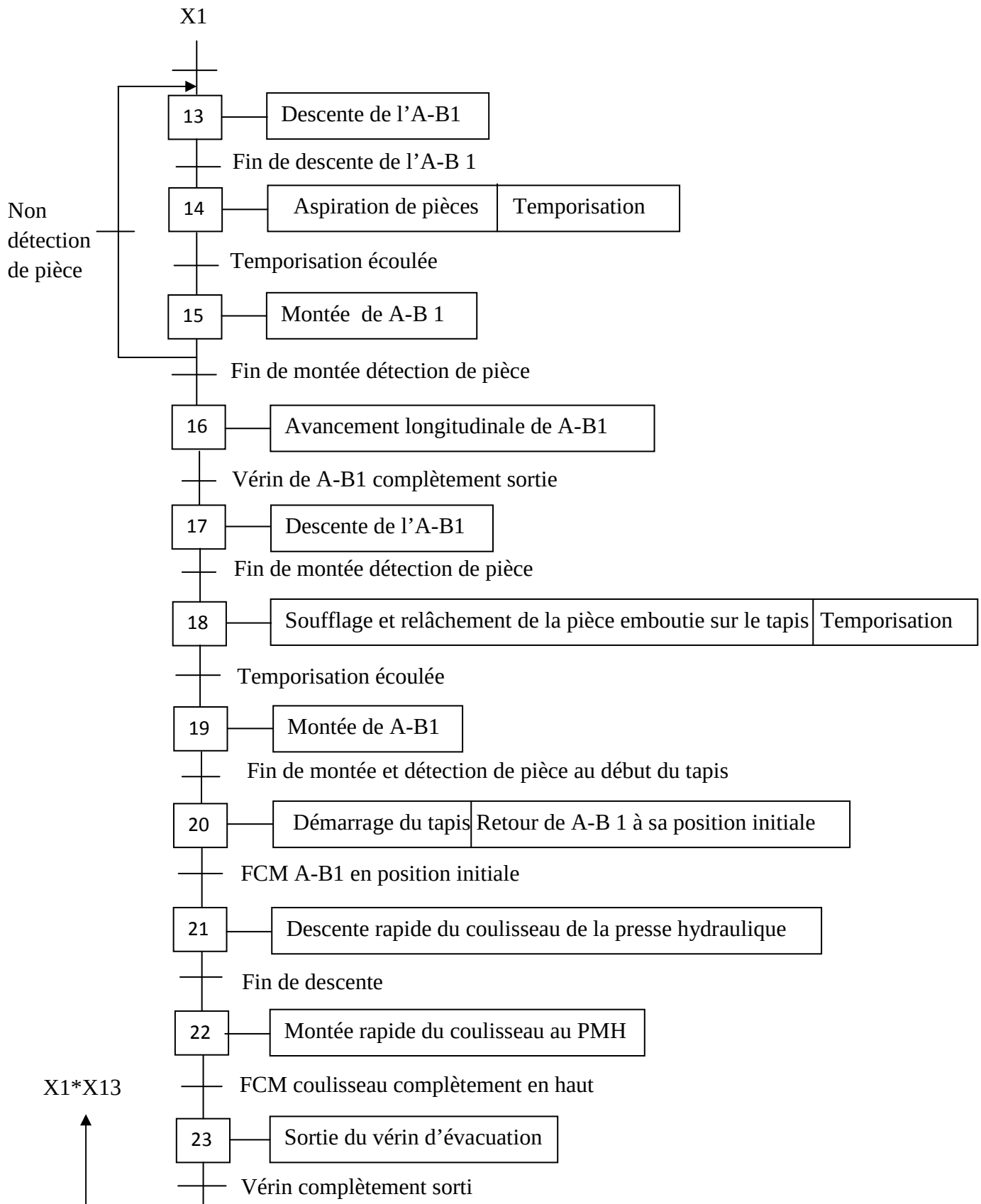
❖ **Mode automatique :**

Les conditions initiales pour la sélection du mode automatique de notre système sont :

- Détection de pièce sur le tapis,
- Presse 1 et 2 au point mort haut,
- Vérin d'évacuation en position haute et complètement sortie.

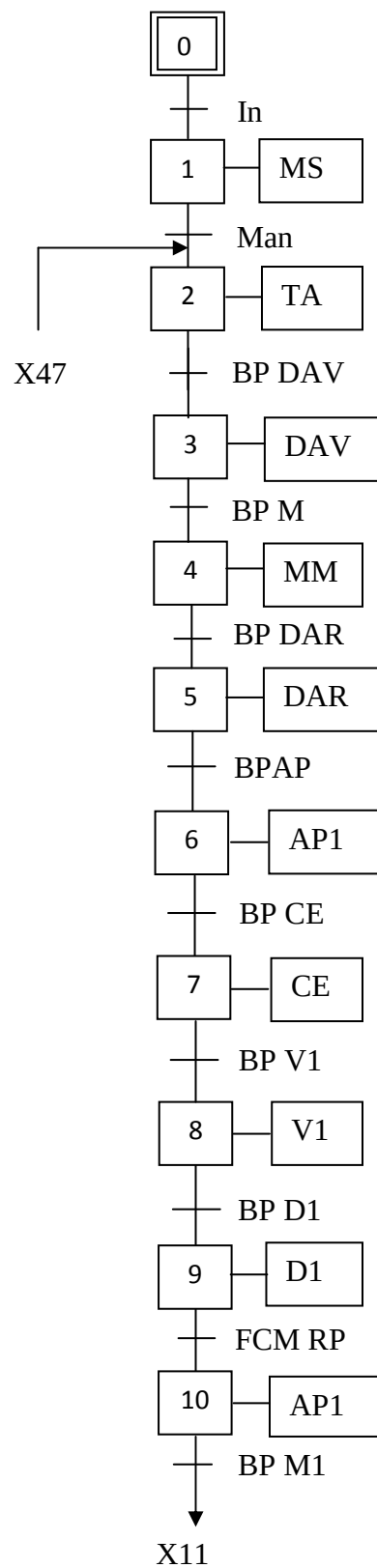


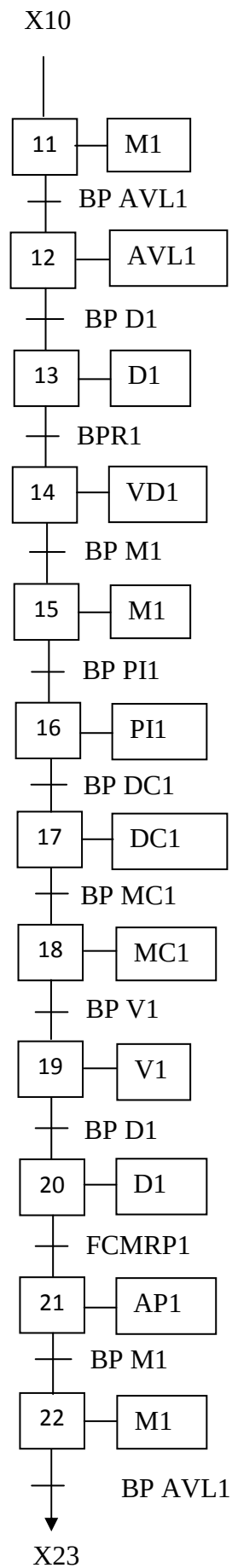


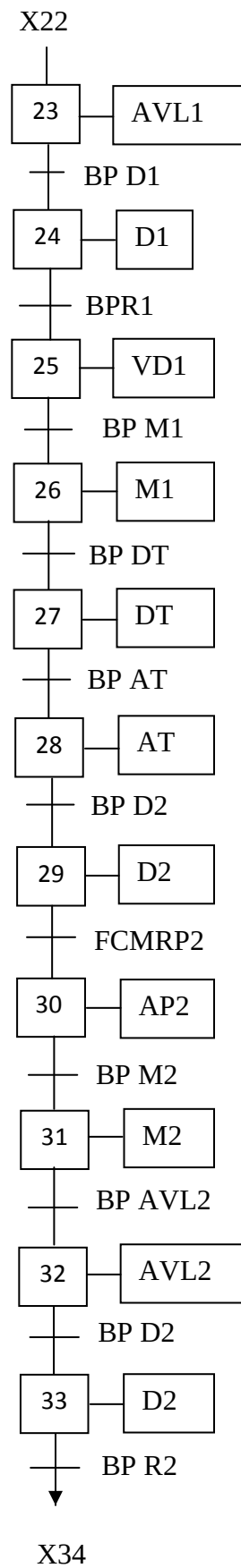


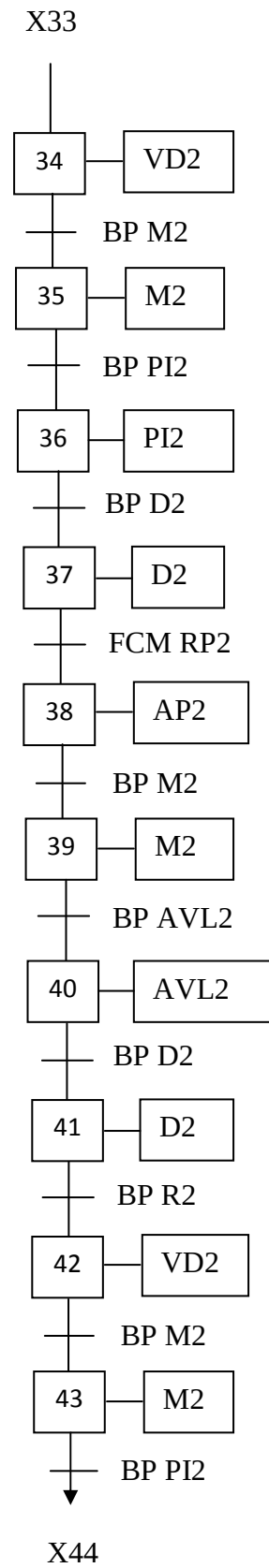
VII.2) GRAFCET niveau 2 :

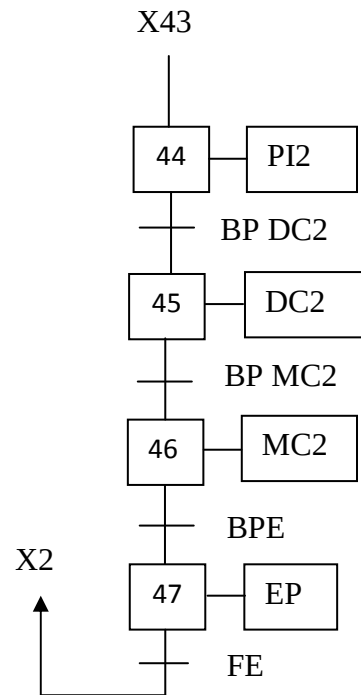
❖ Mode manuel :



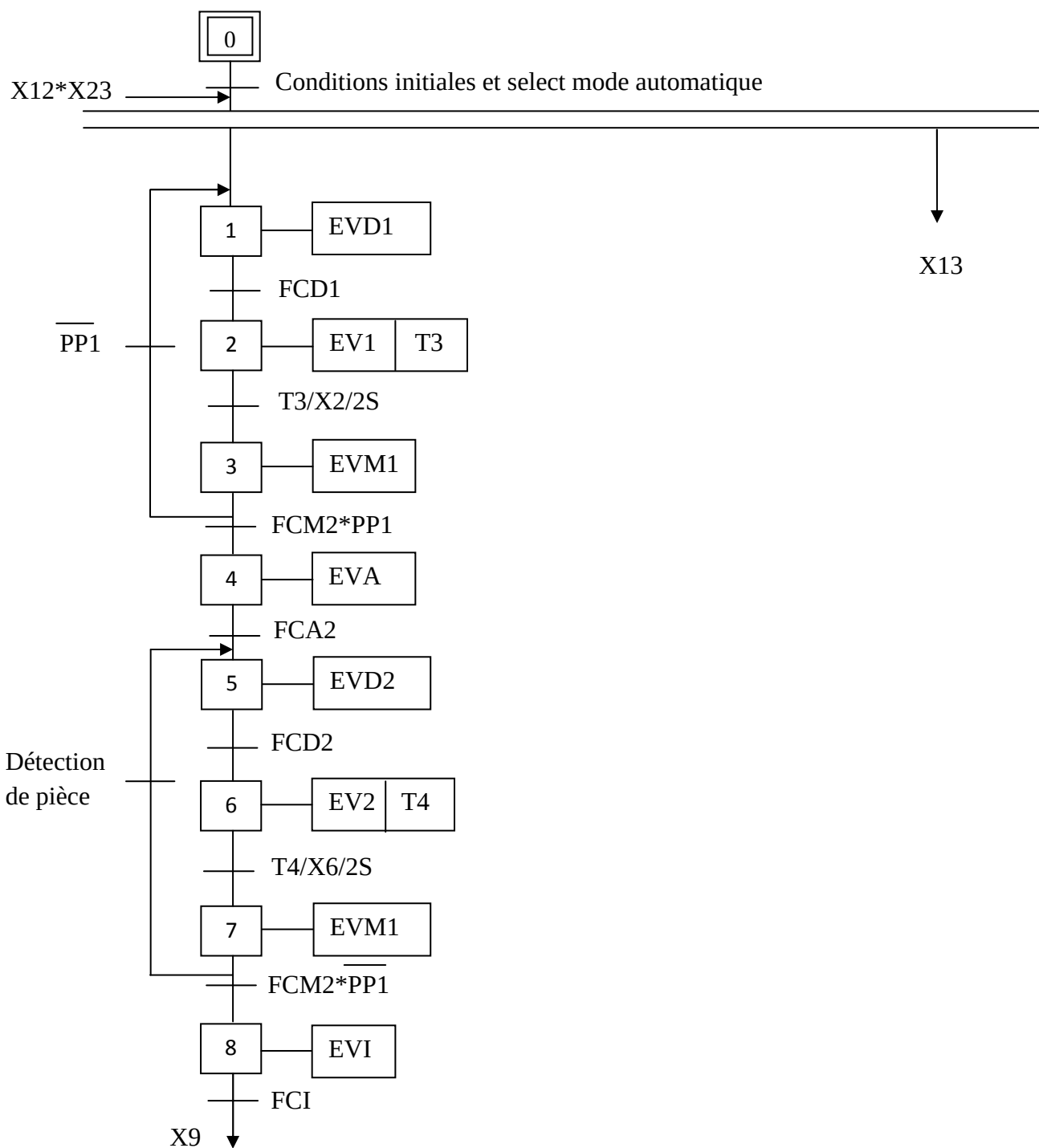


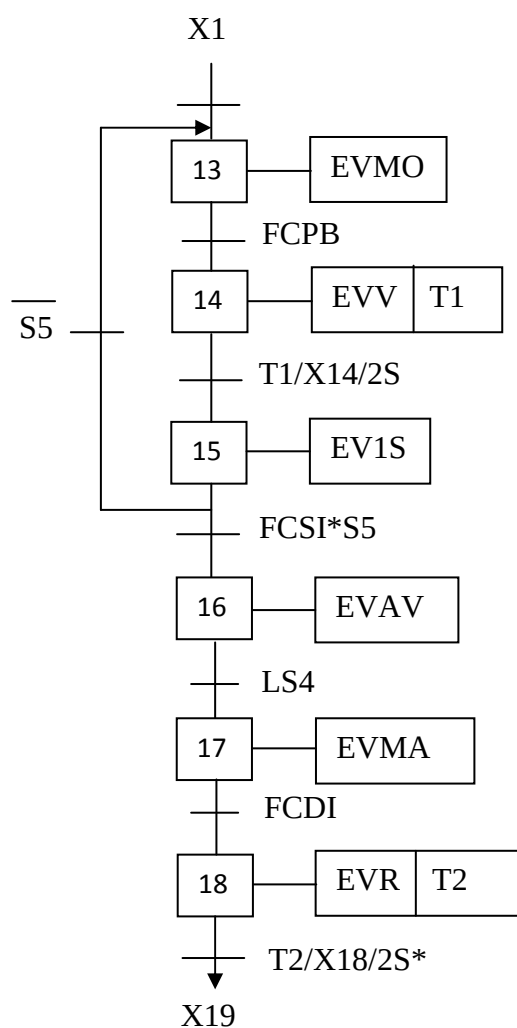
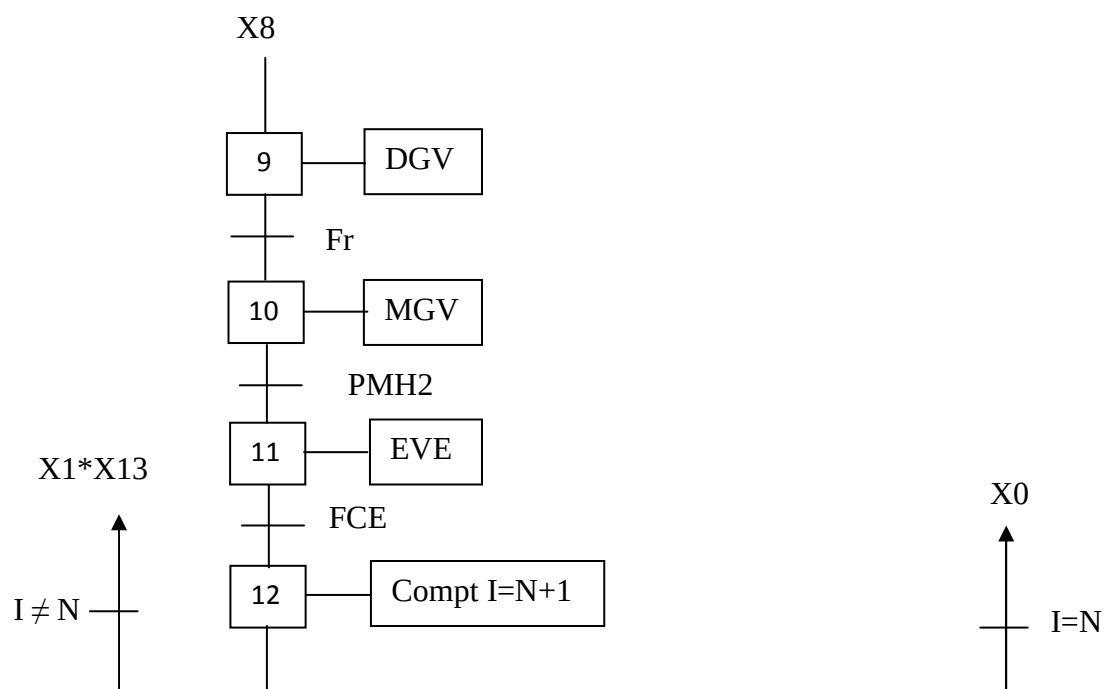


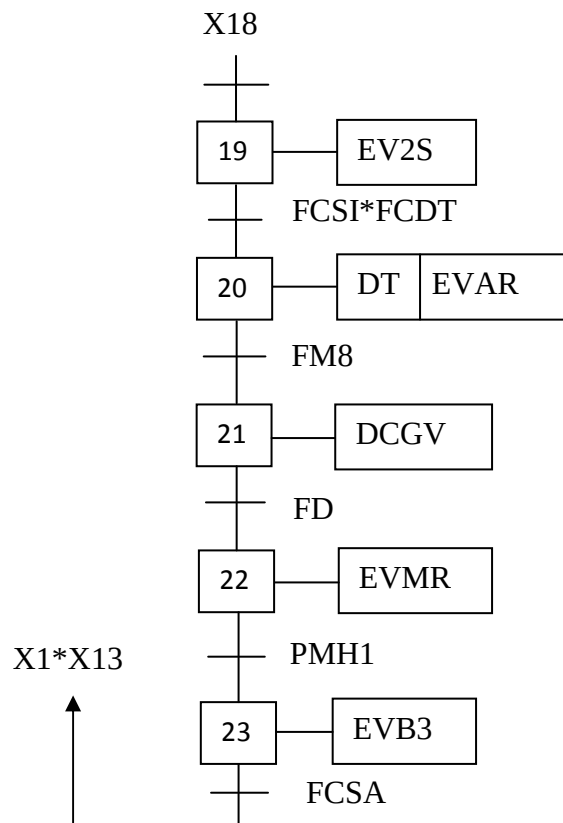




❖ Mode automatique :







VIII) Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons modélisé toute la ligne de production de parois cuisinières après réadaptation et cela à l'aide du GRAFCET en définissant les différentes entrées et sorties de notre système. Cette modélisation nous facilitera le choix d'un automate programmable industriel.

Le chapitre suivant est consacré pour le choix d'un API qui convient à notre système.

Chapitre IV
Description et choix
d'un automate

I) Introduction :

Ce chapitre consiste à décrire de manière globale l'automate, son rôle, son principe de fonctionnement, se rappeler notre cahier des charges tout en se fixant comme objectif de choisir un automate programmable industriel satisfaisant ce dernier.

II) Généralités sur l'automatisation :

II.1) Définition :

L'automatisation consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande.

La Partie Commande mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.

Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

II.2) Objectifs de l'automatisation :

L'automatisation a un rôle très important dans une chaîne de production, principalement d'accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenter la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité s'exprime par un gain de valeur ajoutée sous forme :

- ✓ D'une meilleure rentabilité
- ✓ D'une meilleure compétitivité
- ✓ Améliorer la flexibilité de production
- ✓ Améliorer la qualité du produit
- ✓ S'adapter à des contextes particuliers :
 - Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, nucléaire...),
Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
 - Augmenter la sécurité, etc...

D'autres objectifs, à caractères sociaux, financiers... peuvent s'ajouter à ceux-ci.

II.3) Structure d'un système automatisé :

Tout système automatisé comporte :

- **Une partie opérative (P.O) :** procédant au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.
- **Une partie commande (P.C) :** coordonnant la succession des actions sur la Partie Opérative avec la finalité d'obtenir cette valeur ajoutée. [03]

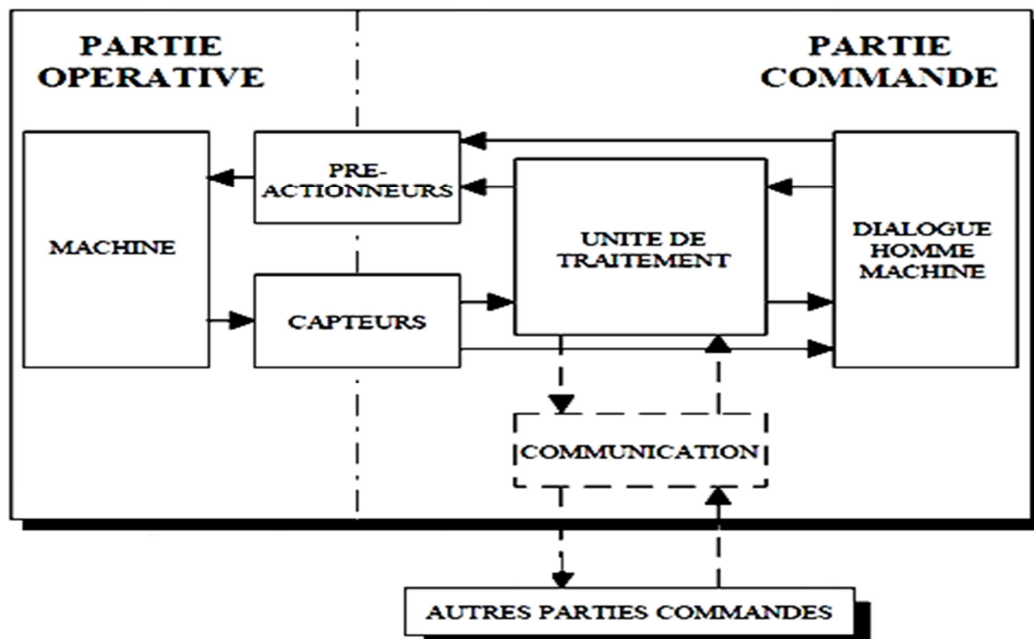


Figure IV.1: Structure d'un système automatisé

III) Présentation de l'automate :

III.1) Définition :

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel praticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés ou des parties opératives.

Cet appareil effectue des fonctions telles que : Logique combinatoire, temporisation, comptage, calculs numériques, asservissement et régulation. Il est utilisé pour commander, mesurer, et contrôler au moyen de signaux d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus. Il existe plusieurs fabricants d'automates tels que Schneider, Siemens, Crouzet, Omron, Koyo, Allan Bradley. [03]

III.2) Structure d'un automate:

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé, il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser.

Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution du travail. [16]

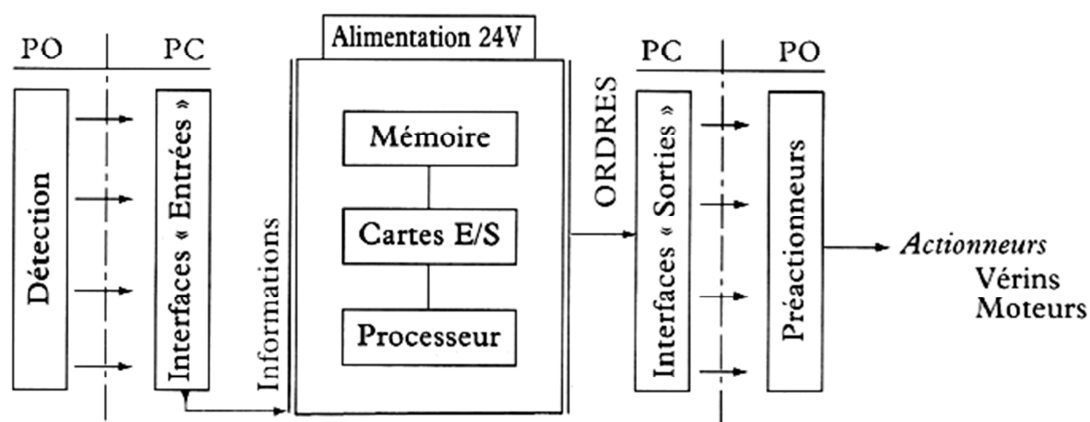


Figure IV.2: Structure interne d'un API

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.

❖ Aspect extérieur d'un API :

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**.

➤ Type compact :

Dans ce type, on distingue les modules de programmation (logo de Siemens, zelio de Schneider, millenium de Crouzet ...), ce sont des micros automates. Ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, ce type d'API peut réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. [16]

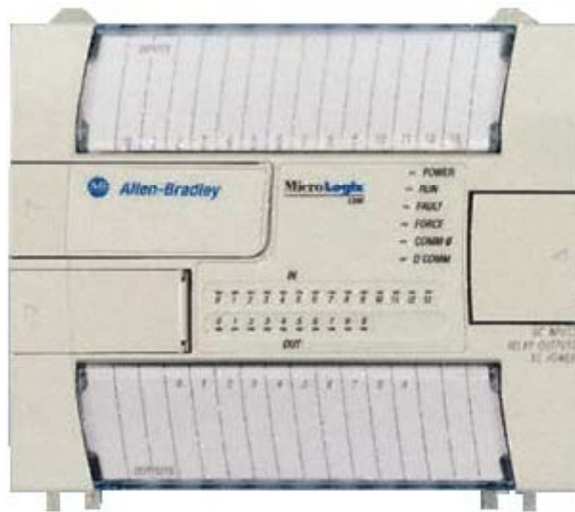


Figure IV.3: Automate compact (Allen-Bradley)

➤ **Type modulaire :**

Dans ce type, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs châssis (racks). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, grande capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires. [16]



Figure IV.4: Automate modulaire (Modicon)

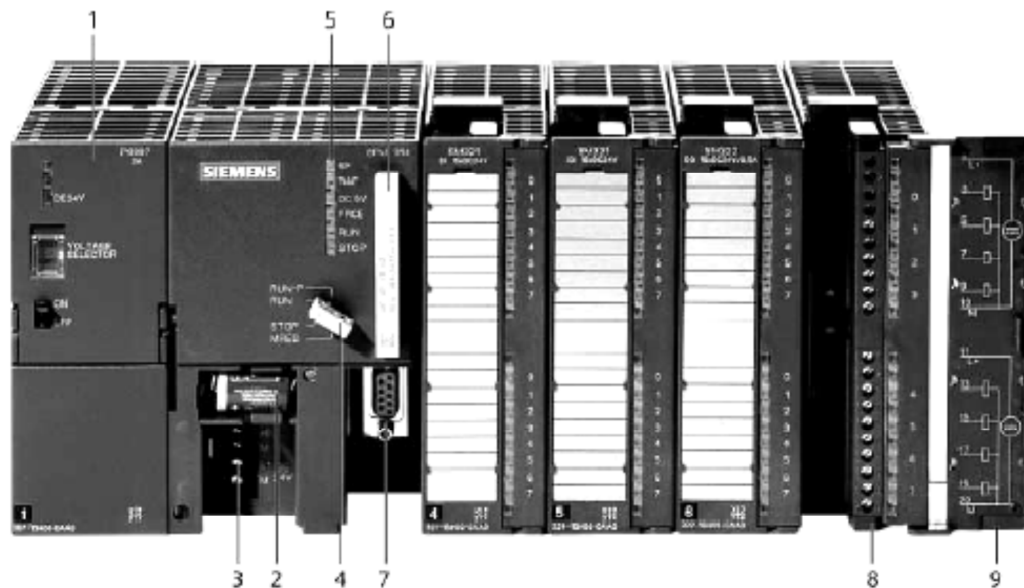


Figure IV.5: Automate modulaire Siemens

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1- Module d'alimentation | 6- Carte mémoire |
| 2- Pile de sauvegarde | 7- Interface multipoint (MPI) |
| 3- Connexion au 24V cc | 8- Connecteur frontal |
| 4- Commutateur de mode (à clé) | 9- Volet en face avant |
| 5- LED de signalisation d'état et de défauts | |

III.3) Principe de fonctionnement d'un automate :

Le traitement se fait en quatre phases :

Phase 1 : Gestion du système d'où l'autocontrôle de l'automate.

Phase 2 : Acquisition des entrées où il aura lieu la prise en compte des informations du module d'entrée et écriture de leur valeur dans la RAM.

Phase 3 : Traitement des données d'où la lecture du programme par l'unité de traitement, lecture des variables, traitement et écriture des variables dans la RAM de données.

Phase 4 : Emission des ordres d'où la lecture des variables de sorties dans la RAM de données et transfert vers le module de sortie. [03]

III.4) Caractéristiques techniques d'un API :

Les caractéristiques principales d'un API sont :

- Compact ou modulaire,
- Tension d'alimentation,
- Taille mémoire,
- Temps de scrutation,
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile,...),
- Nombre d'entrées/sorties,
- Modules complémentaires (analogiques, communication,...),
- Langage de programmation.

Les API comportent quatre parties principales :

- Une mémoire,
- Un processeur,
- Des interfaces d'Entrées/Sorties,
- Une alimentation (240 Vac, 24 Vcc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câblé autorisant le passage de l'information entre elles). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate. [16]

III.5) Description des éléments d'un API :**III.5.a) Le processeur :**

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire. [16]

III.5.b) Les modules (interfaces) d'entrées/sorties

Ces modules assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- **Modules TOR** : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). Ce type d'information est délivré par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir,...etc.

- **Modules analogiques** : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage de temps bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température,...etc.).
- **Modules spécialisés** : l'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un PC ou un module intelligent. [16]

b.1) Les interfaces d'entrées :

Les interfaces d'Entrées comportent des adresses d'entrées, elles reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs), et traitent le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative. [16]

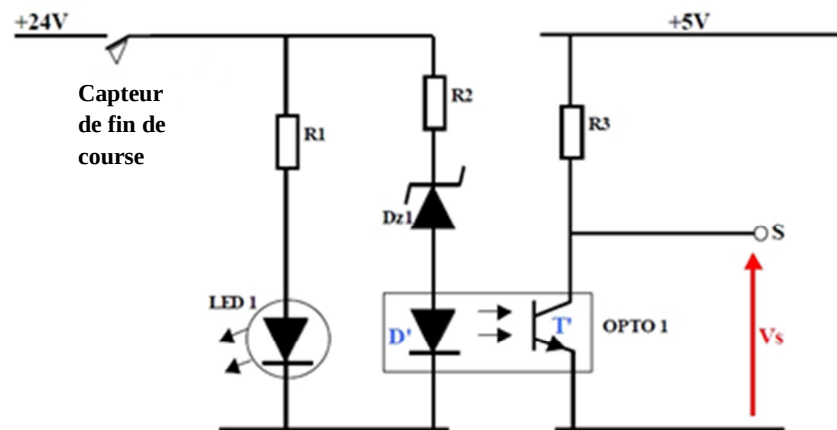


Figure IV.6: Carte d'interface d'entrée

➤ Fonctionnement de l'interface d'entrée :

Lors de la fermeture du capteur ;

- LED1 signale que l'entrée automate est actionnée
- La LED D' s'éclaire
- Le photo transistor T' devient passant.
- La tension $V_s=0V$

b.2) Les interfaces de sorties :

Les interfaces de sorties comportent des adresses de sorties, elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du système.

Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate.

Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc. [16]

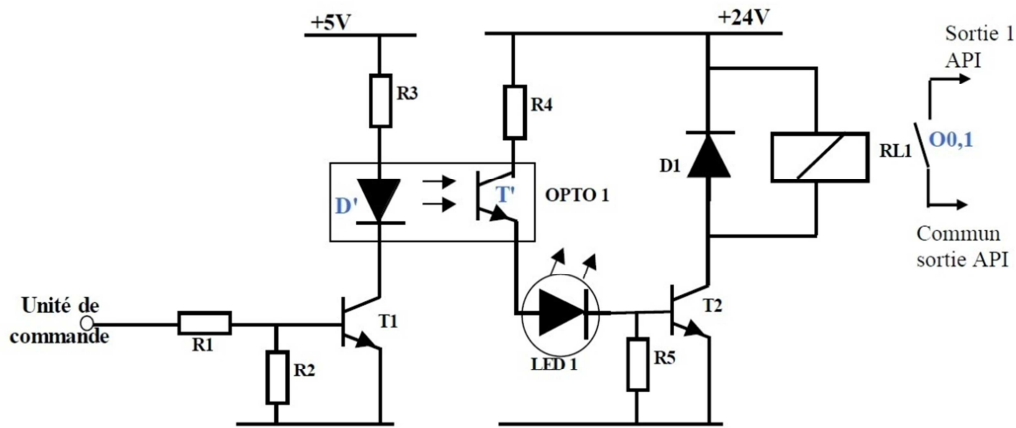


Figure IV.7: Carte de sortie

➤ **Fonctionnement de l'interface de sortie :**

Lors de la commande d'une sortie automate ;

- L'unité de commande envoie 1 logique (5V)
- T1 devient passant, donc D' s'éclaire
- Le photo transistor T' devient passant
- LED 1 s'éclaire et nous informe de la commande de la sortie O0,1
- T2 devient passant
- La bobine RL1 devient sous tension et commande la fermeture du contact de la sortie O0,1

c) La mémoire :

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- la conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM.
- la conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

❖ Technologie des mémoires :

- ✓ **RAM** : (Random Acces Memory) mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer (Contient le programme)
- ✓ **ROM** : (Read Only Memory) mémoire morte accessible uniquement en lecture.
- ✓ **EPROM** : mémoires mortes reprogrammables à effacement aux rayons ultra-violets.
- ✓ **EEPROM** : mémoires mortes reprogrammables à effacement électrique.

d) L'alimentation :

Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation, alimenté en 240 Vac et délivrant une tension de 24 Vcc.

III.6) Branchement des entrées :

Le principe de branchement des entrées consiste à envoyer un signal électrique vers l'entrée choisie sur l'automate dès que l'information se présente. [03]

III.7) Branchement des sorties :

Le principe de branchement des sorties consiste à envoyer un signal électrique vers le pré-actionneur connecté à la sortie choisie de l'automate dès que l'ordre est émis. [03]

III.8) Terminaux de programmation et de réglage :

L'API doit permettre un dialogue avec :

- ✓ le personnel d'étude et de réalisation pour réaliser la première mise en œuvre,
- ✓ le personnel de mise au point et de maintenance afin de réaliser des opérations sur le système.

Ce dialogue peut être réalisé par :

- ✓ Une console : Elle sera utilisée sur site, elle comporte un clavier, un écran de visualisation et un langage de programmation.
- ✓ Un micro-ordinateur avec un logiciel d'assistance à la programmation : Il sera utilisé hors site, il comprend plusieurs modules, pour permettre l'édition, l'archivage et la mise au point des applications. [03]

III.9) Langages de programmation des APIs :

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131- 3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

- ✓ **GRAFCET ou SFC** : Ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- ✓ **Schéma par blocs ou FBD** : Ce langage permet de représenter graphiquement des fonctions par des rectangles
- ✓ **Schéma à relais ou LD (Ladder diagram)** : Ce langage graphique utilise les symboles tels que les contacts, relais et blocs fonctionnel, il s'organise en réseaux, c'est le langage le plus utilisé.
- ✓ **Texte structuré ou ST** : Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe, il utilise des fonctions comme if ...then....else...
- ✓ **Liste d'instructions ou IL** : Ce langage textuel est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur, très peu utilisé par les automaticiens. [16]

IV) La gamme SIMATIC de SIEMENS:

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC.

IV.1) Le SIMATIQUE S7 :

Le SIMATIQUE S7 comprend trois types :

❖ Automate programmable industriel S7-200 :

Le S7-200 est un Micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'à sept modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS. [02]

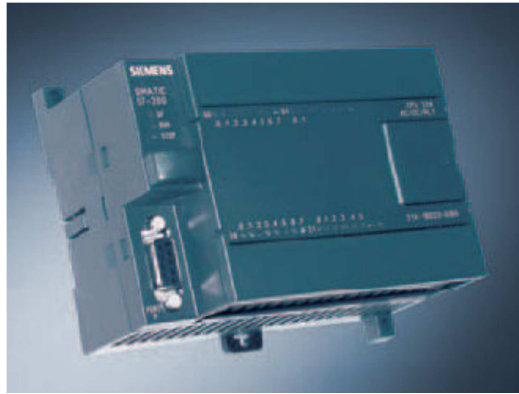


Figure IV.8: Automate programmable industriel S7-200

❖ **Automate programmable industriel S7-300 :**

Le S7-300 est un Mini-automate modulaire pour les applications d'entrées, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet. [02]

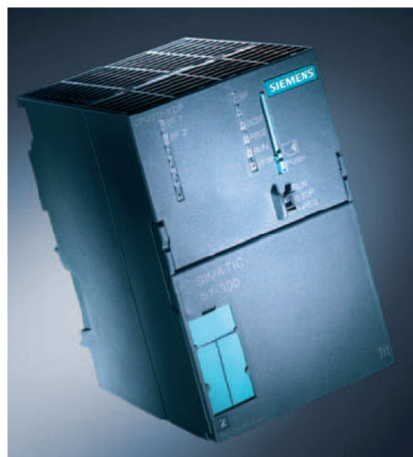


Figure IV.9: Automate programmable industriel S7-300

❖ **Automate programmable industriel S7-400 :**

Le S7-400 est un automate de haute performance pour les moyennes et grandes applications, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet. [02]



Figure IV.10: Automate programmable industriel S7-400

V) Critères de choix d'un automate:

Le choix de l'automate programmable est en premier lieu le choix d'une société et les contacts commerciaux et expérience vécue sont déjà le point de départ ensuite il faut voir :

- ✓ Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate,
- ✓ Nombre et type d'entrées/sorties,
- ✓ Type de processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...),
- ✓ Les modules spéciaux. [03]

VI) Choix d'un automate pour notre système:

Après avoir élaboré le nombre d'entrées et de sorties de notre système, notre choix se porte sur un automate programmable industriel de gestion de procédés de la série S7-300 du fabricant Siemens.

Le SIMATIC S7-300 est un système de commande modulaire pour des applications haute gamme, il dispose d'une gamme de modules complète pour une adaptation optimale aux tâches les plus diverses et se caractérise par la facilité de réalisation d'architectures décentralisées et la simplicité d'emploi.

Les modules susceptibles qui font partie d'un système d'automatisation modulaire S7-300 sont les suivants [03] :

- Un module unité centrale (CPU) : plusieurs CPU sont disponibles pour couvrir diverses gammes de performance, la programmation des CPU est effectuée à l'aide d'un logiciel appelé STEP7.
- Des modules d'interfaces pour signaux (SM) : pour les entrées et les sorties numériques et analogique.
- Les modules de communication (CP).
- Des modules de fonction (FM).

En plus de ces modules nous avons aussi :

- 256 compteurs,
- 256 temporisations,
- 256 octets de mémoire interne,
- 24 entrées digitales (DI) dont 16 utiles pour des fonctions intégrées, et toutes utilisables en entrées d'alarme,
- 16 sorties digitales (DO) intégrées dont 4 sorties rapides,
- 4 entrées analogiques (AI) courant/tension et 1 entrée analogique (AI) résistance intégrée,
- 2 sorties analogiques (AO) courant/tension intégrées,
- 4 sortie d'imputions (2 .5 KHz),

En plus de ces caractéristiques on peut rajouter des cartes d'extension pour compléter le nombre d'entrées et sorties :

- Carte d'entrées digitales : 16 entrées
- Cartes de sorties digitales : 16 sorties
- Carte d'entrées analogiques : 8 voies universelles
- Carte de sorties analogiques : 4 voies universelles

VII) Structure matérielle d'un S7-300 :

Le S7-300 peut comporter les modules PS (alimentation), CPU (unité centrale), SM (module de signaux d'entrées/sorties), modules de fonction FM pour les fonctions spéciales (ex : commande de moteurs pas à pas), processeur de communication CP pour les liaisons réseau, chaque module est repéré par son emplacement.

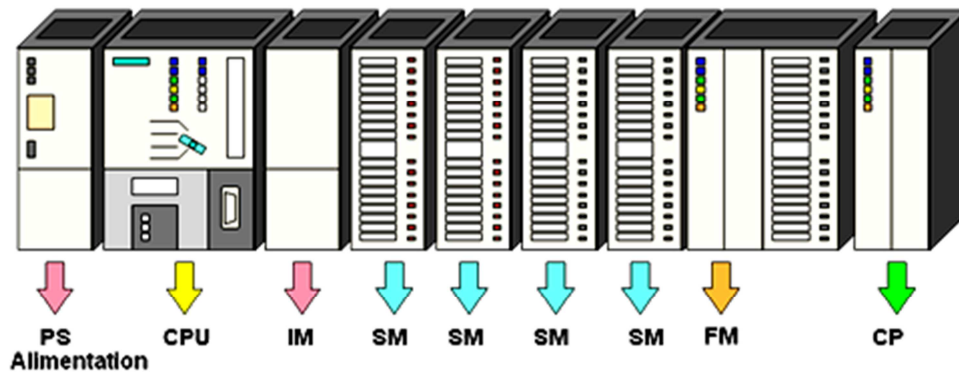


Figure IV.11: Présentation des modules d'un S7-300

VII.1) Rail profilé:

L'alimentation électrique, la CPU, la carte de couplage IM et 8 modules de signaux en maximum sont montés sur le rail profilé.

VII.2) Alimentation (PS):

Le module d'alimentation délivre, sous une tension 24 V, un courant de sortie assigné de 2 A, 5 A et 10 A. La tension de sortie, à séparation galvanique, est protégée contre les courts-circuits et la marche à vide. Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation. En cas de surcharge de la tension de sortie, le témoin se met à clignoter.

VII.3) Unité centrale (CPU) :

La CPU regroupe les éléments suivants en face avant :

- Signalisation d'état et de défaut,
- Commutateur à clé amovible à 4 positions,
- Raccordement pour tension 24 V DC,
- Interface multipoint MPI pour console de programmation ou couplage par un autre système d'automatisation,
- Compartiment pour pile de sauvegarde,
- Logement pour carte mémoire.

VII.4) Carte de couplage (IM):

Les coupleurs permettent de disposer d'une configuration à plusieurs châssis.

VII.5) Modules de signaux (SM) (TOR/analogiques):

Ces modules sont sélectionnés en fonction de la plage de tension d'entrée ou de la tension de sortie. Chaque module est doté d'un connecteur de bus permettant le bouclage du bus de fond de panier. Les signaux du processus sont reliés au connecteur frontal enfichable.

VII.6) Câblage:

Un câble est indispensable pour raccorder directement une console de programmation. Pour connecter plusieurs systèmes d'automatisation, il faut en outre un câble PROFIBUS et des connecteurs.

VII.7) Modules de fonction FM:

Les modules de fonction remplacent les cartes IP actuelles, ils assurent des fonctions de positionnement, de régulation et aussi pour le comptage rapide etc...

VII.8) Processeurs de communication CP:

Les processeurs de communication permettent le couplage entre plusieurs automates.

VIII) Les avantages d'utilisation d'un API :

L'utilisation des API a plusieurs avantages

- ✓ La capacité de production accélérée,
- ✓ L'aptitude à convenir à tous les milieux de production,
- ✓ La souplesse d'utilisation,
- ✓ La création de postes d'automaticiens.

IX) Les inconvénients :

L'utilisation des API n'a pas que des avantages, elle a aussi des inconvénients dont :

- ✓ Le coût élevé du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques,
- ✓ La maintenance doit être structurée,
- ✓ La suppression d'emplois.

X) Conclusion:

Après avoir choisi l'automate qui convient à notre système, nous allons passer à l'étape de programmation. L'automate S7-300 est le modèle de base de la gamme des API Siemens qui se programme avec un logiciel appelé Step7.

Chapitre V
Programmation et
Simulation

I) Description du STEP7 :

Le STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation.

II) Gestionnaire de projets SIMATIC Manager :

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation.

Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7, il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation.

III) Création du projet dans SIMATIC Manager :

Un double clic sur l'icône SIMATIC Manager , on aura la fenêtre principale suivante :

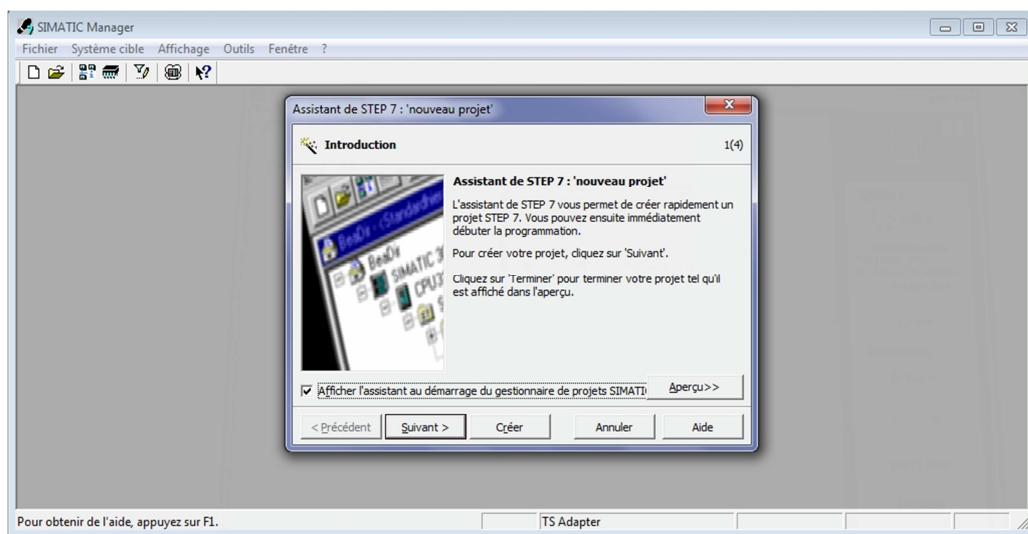


Figure V.1 : Création d'un nouveau projet

En cliquant sur la commande **suivant** la figure ci-dessous s'affiche pour le choix de la CPU:

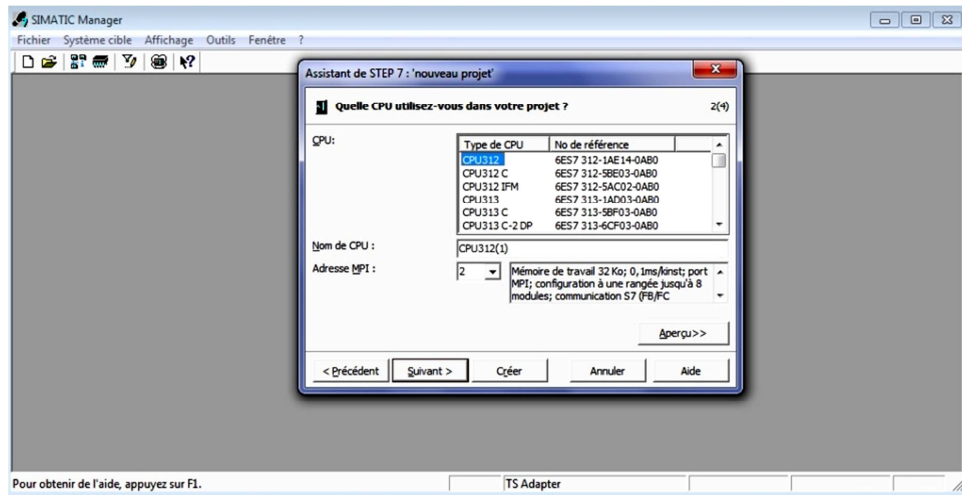


Figure V.2 : Choix de la CPU

IV) Editeur des langages de programmation :

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie du logiciel de base.

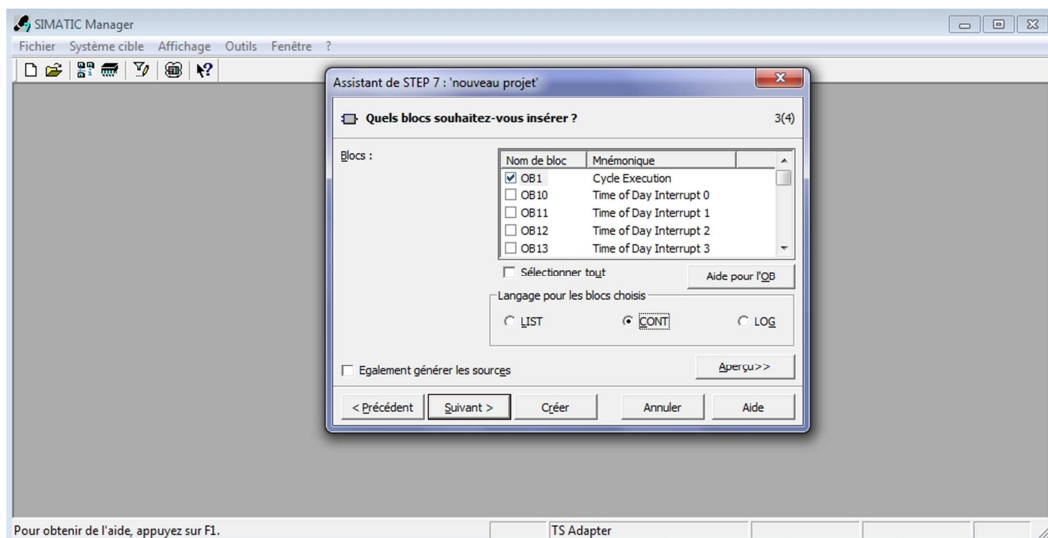


Figure V.3 : Choix du langage de programmation

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique, il fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation, les contacts, et les bobines.
- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la

machine.

- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques.

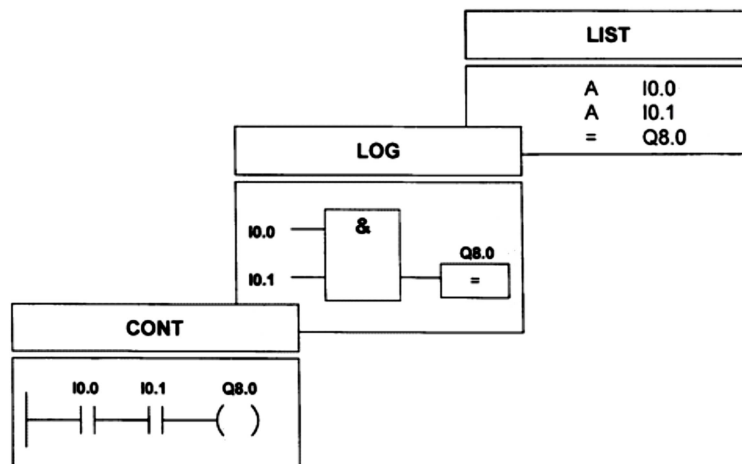


Figure V.4: Les différents langages de programmation

On choisit le langage de programmation et on clique encore une autre fois sur la commande **suivant**. Dans notre cas, nous avons choisi le langage contact

V) Le nom du projet :

Une fois le langage de programmation est choisi, il faut donner un nom au projet qu'on veut créer.

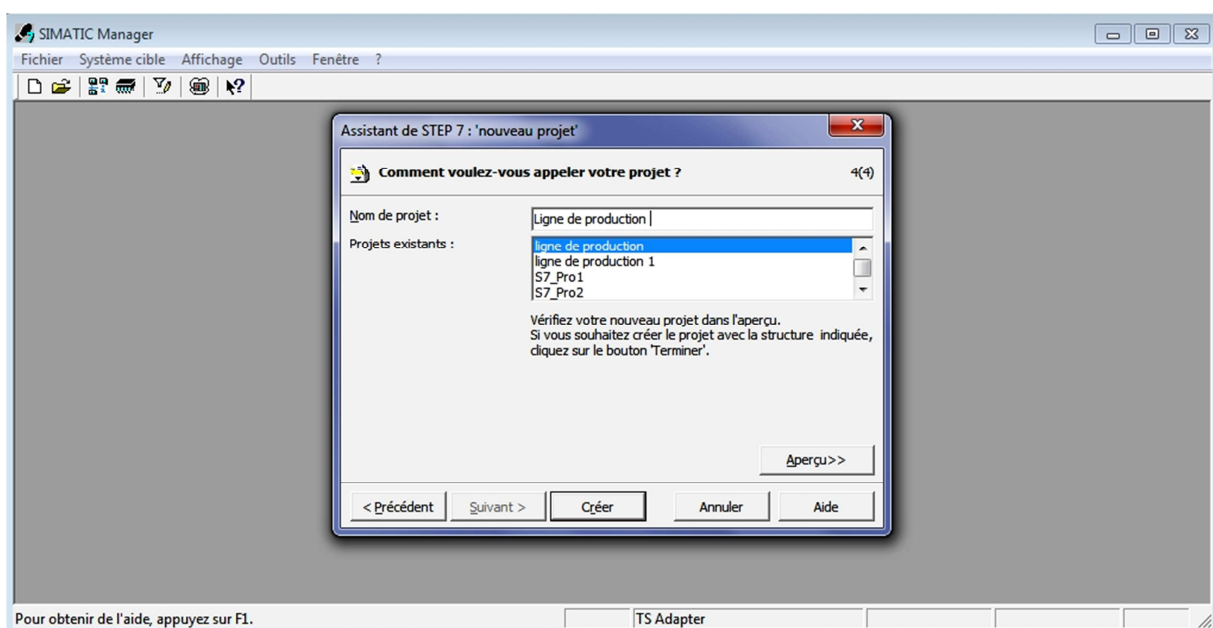


Figure V.5 : Nom du projet

En cliquant sur la commande **créer**, on aura la figure suivante :

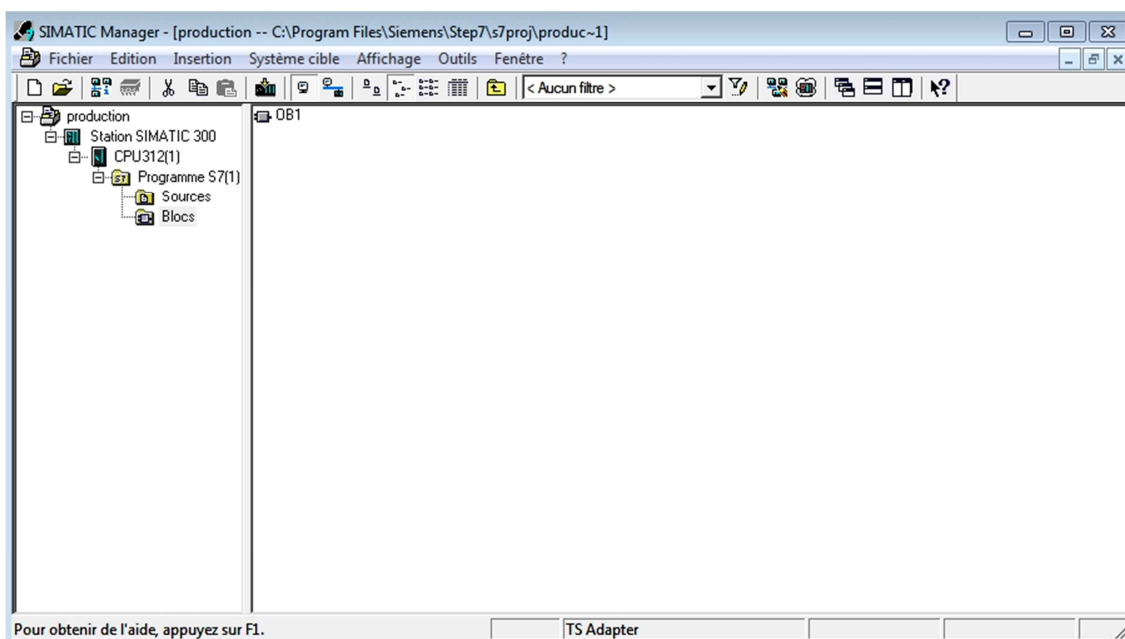


Figure V.6 : Ouverture du projet « ligne de production »

VI) Configuration matériel :

Dans la configuration matérielle, on doit choisir le type d'entrées et de sorties selon la CPU choisie auparavant.

Un clique sur station SIMATIC 300 puis sur matériel, et on choisi le type d'entrées et sorties qu'on veut utiliser.

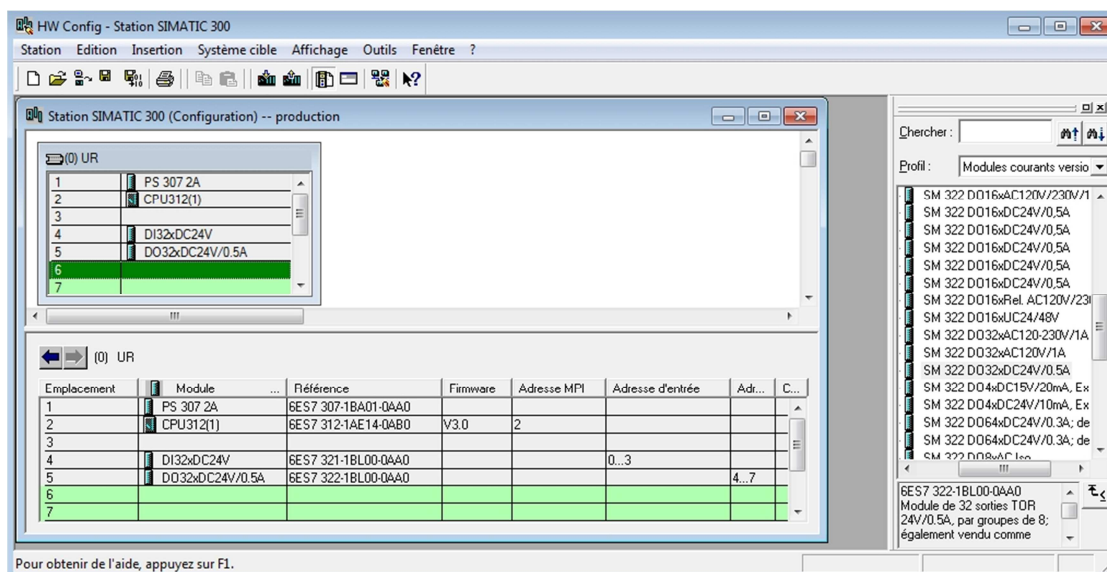


Figure V.7 : Configuration matériel

VII) Définition de la table des Mnémoniques :

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de notre programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée tout en respectant notre cahier de charges. La table des mnémoniques rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler.

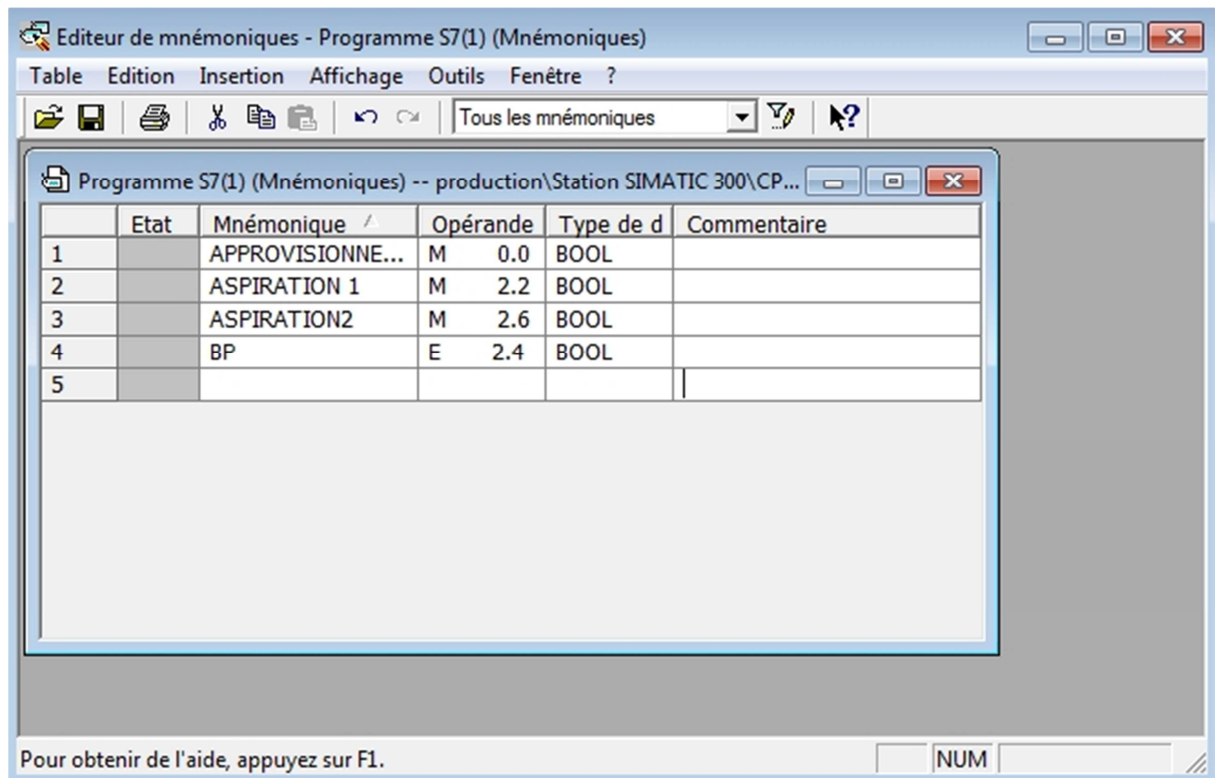


Figure V.8: Tableau des mnémoniques

Une fois toutes les entrées/sorties sont déclarées, il faut enregistrer, puis passer à la programmation.

VIII) Programmation :

Pour la programmation, on clique sur la commande **Blocs** puis sur **OB1** et on aura ceci :

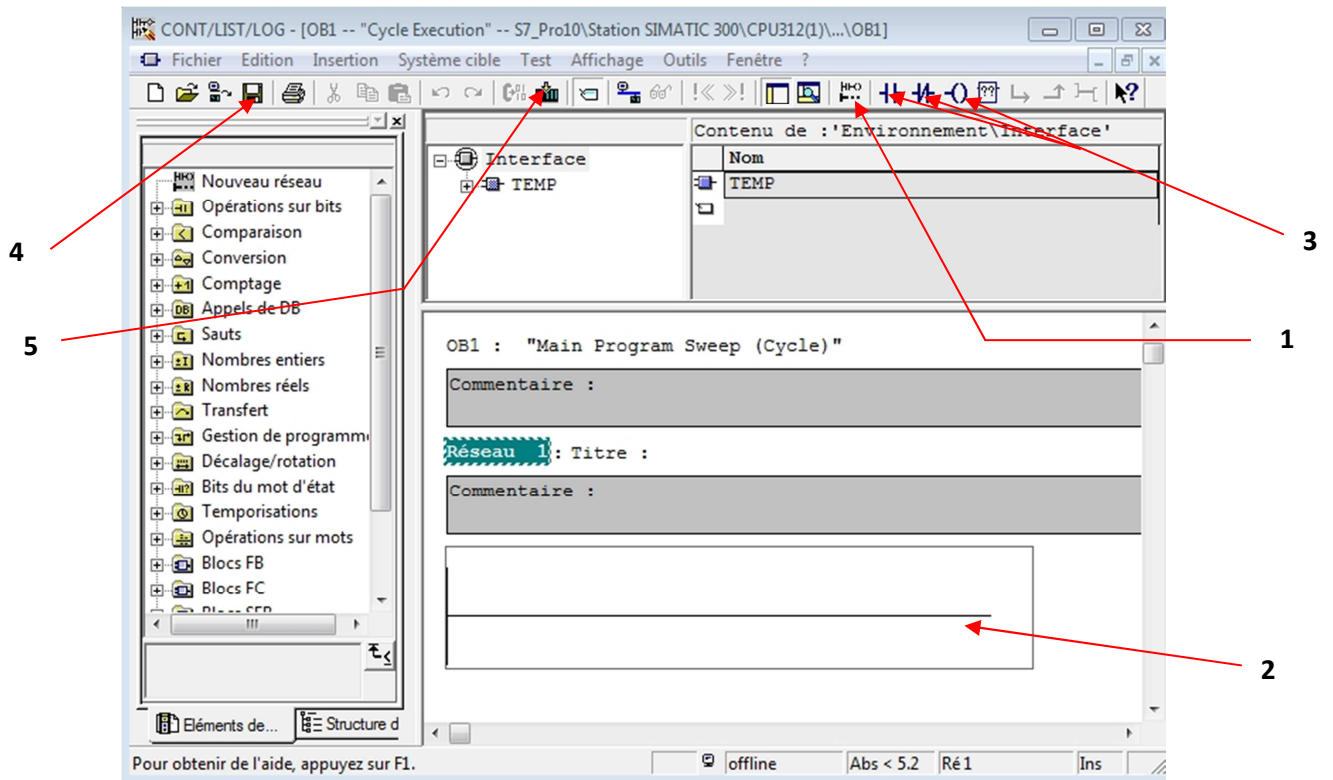


Figure V.9 : Le blocs OB1

- 1 : Insertion d'un nouveau réseau
- 2 : Nouveau réseau inséré
- 3 : Contact à fermeture, contact à ouverture et bobine.
- 4 : Enregistrement du programme
- 5 : Chargement du programme

❖ Exemples de notre système :

La figure suivante représente le réseau de sortie du vérin d'évacuation

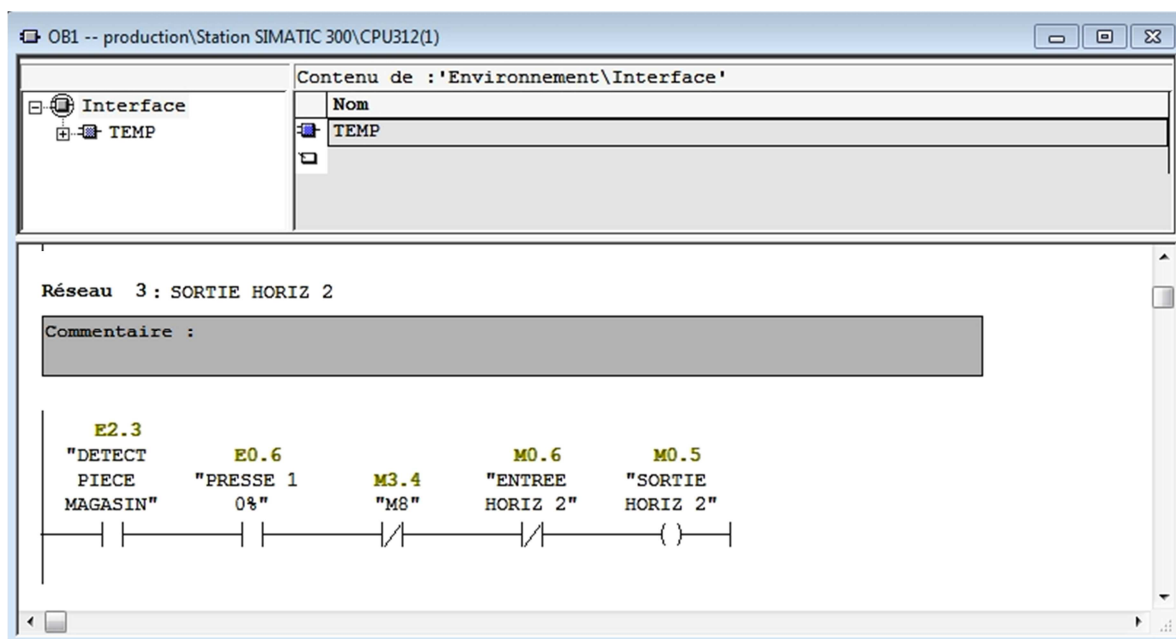


Figure V.10 : Réseau sortie horizontale 2(vérin d'évacuation)

La figure suivante représente le réseau démarrage du tapis roulant

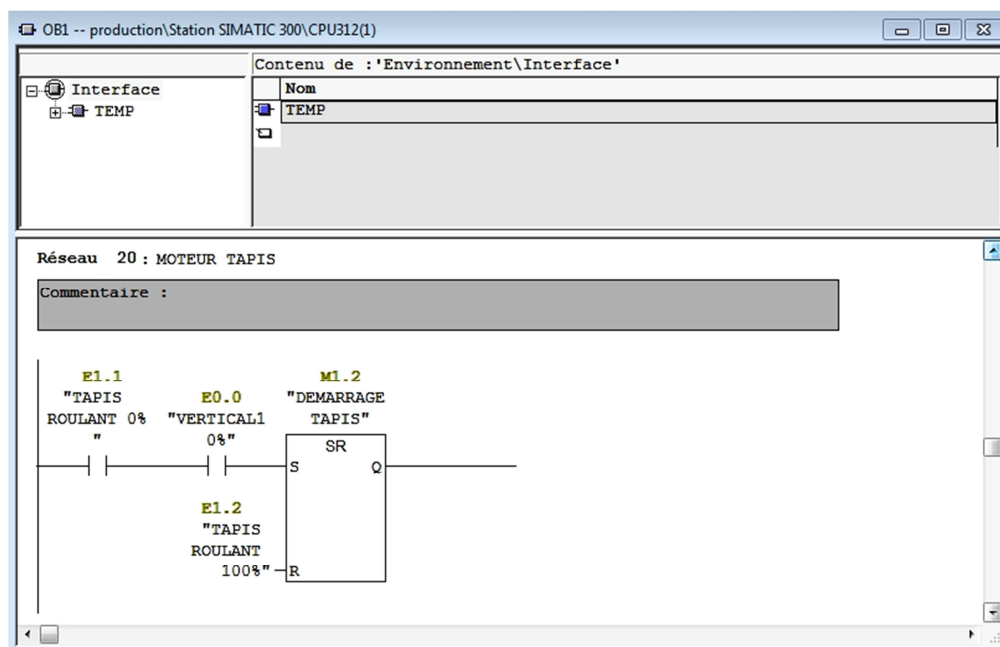


Figure V.11 : Réseau démarrage moteur du tapis roulant

IX) Simulation :

Une fois toutes les étapes de notre système décrites à l'aide des réseaux cités ci-dessus, nous allons passer à la simulation à l'aide du S7-PLCSIM en cliquant sur la commande

activer/désactiver la simulation  qui se trouve sur l'onglet principal.

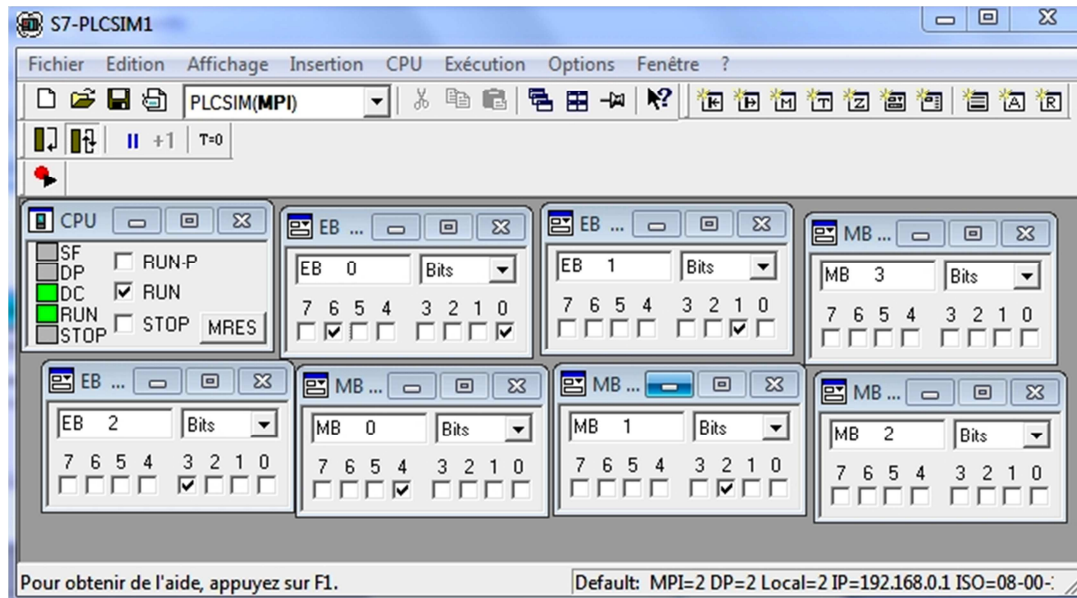


Figure V.12 : Le S7-PLCSIM

Pour visualiser le fonctionnement de notre système on choisi la commande **visualisation du programme**  qui se trouve dans l'onglet principal et on aura ceci :

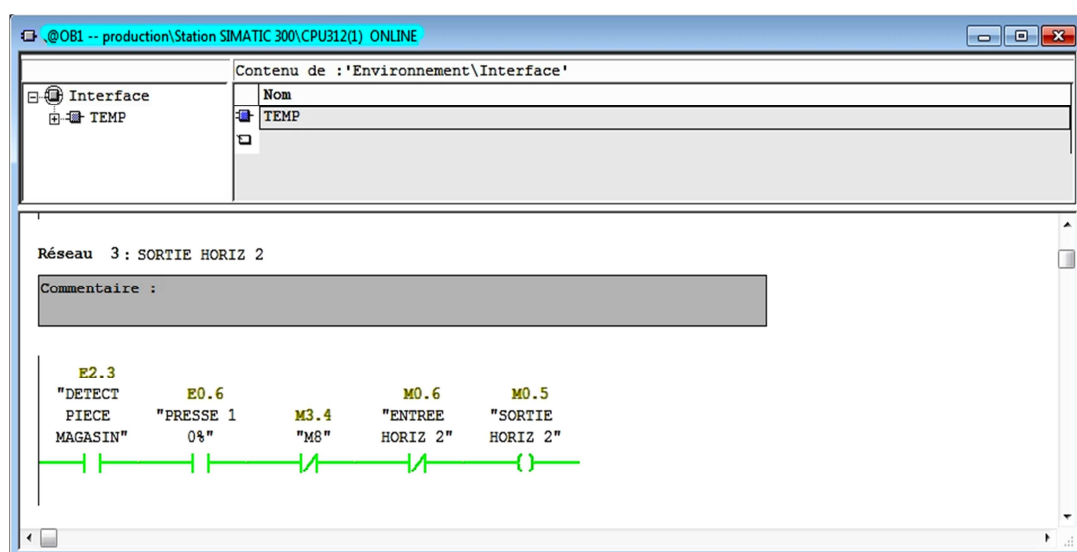


Figure V.13 : Simulation du réseau sortie horizontale 2 (vérin d'évacuation)

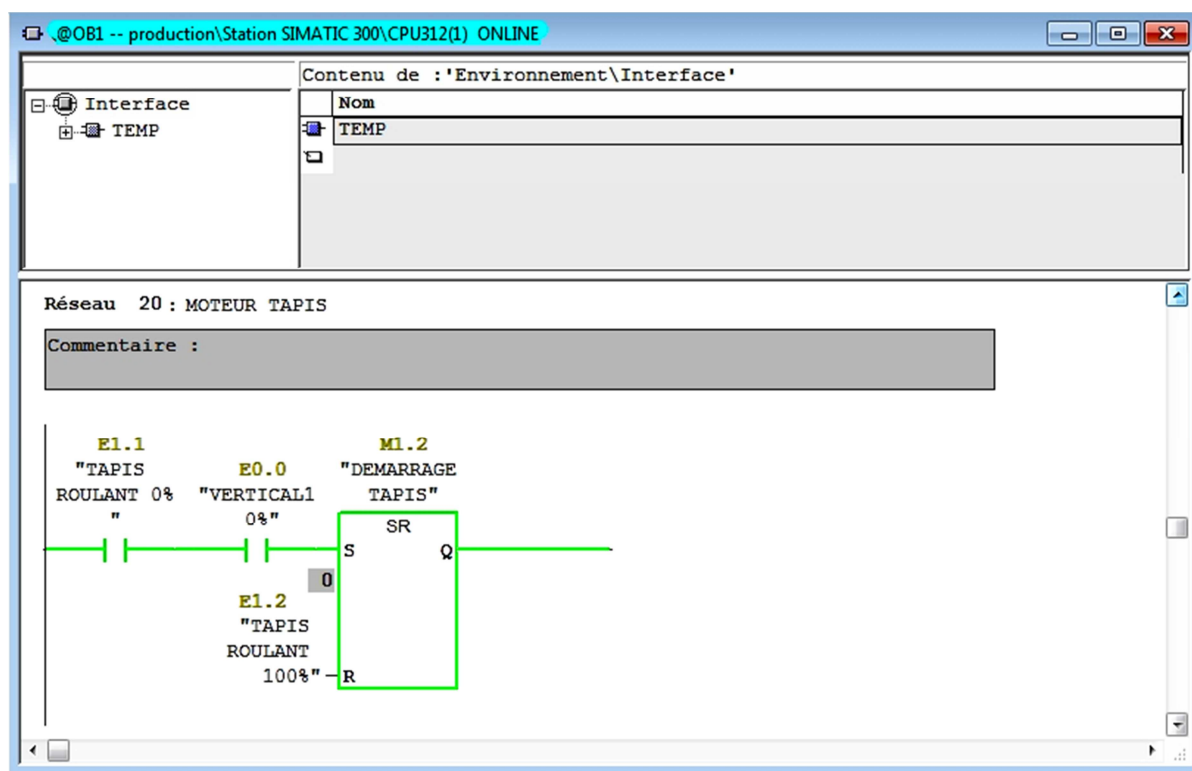


Figure V.14 : Simulation du réseau démarrage tapis roulant

La détection de pièce par le premier capteur magnétique (E1.1) et l'activation du fin de course de l'auto-bras 1 complètement en haut (E0.0), mettent en marche le tapis roulant.

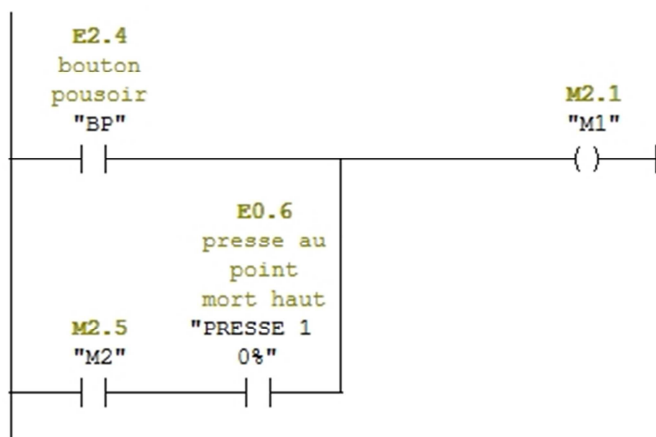
X) Programmation de tout le système :

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

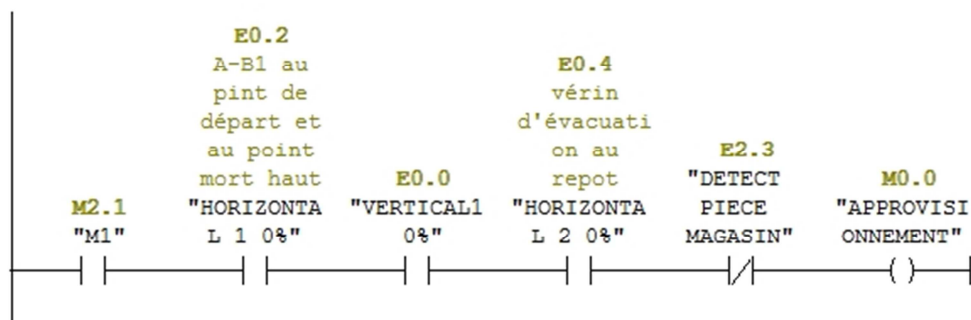
Réseau 1: APPROVISIONNEMENT

Commentaire :



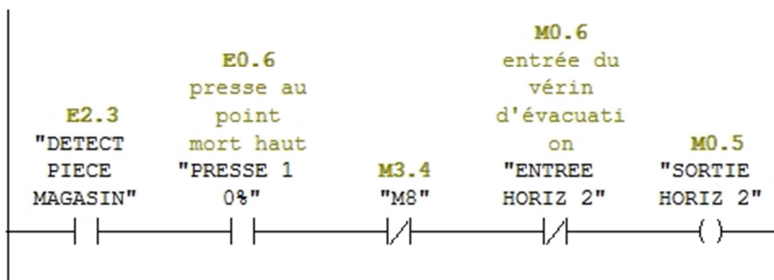
Réseau 2: APPROVISIONNEMENT

Commentaire :



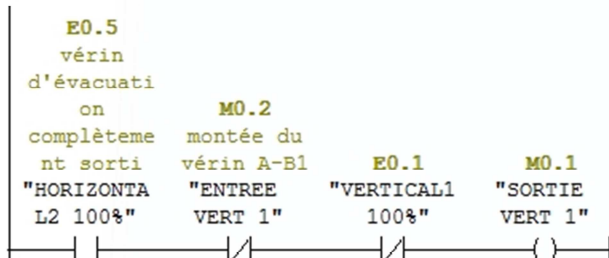
Réseau 3: SORTIE HORIZ 2

Commentaire :



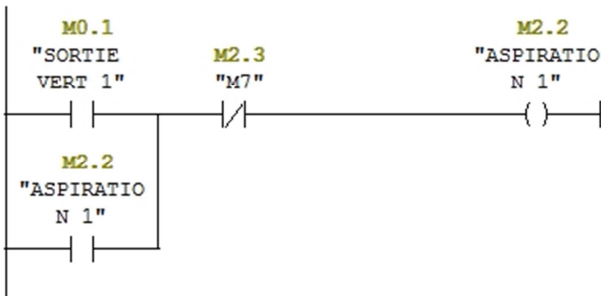
Réseau 4 : SORTIE VERTICAL 1

Commentaire :



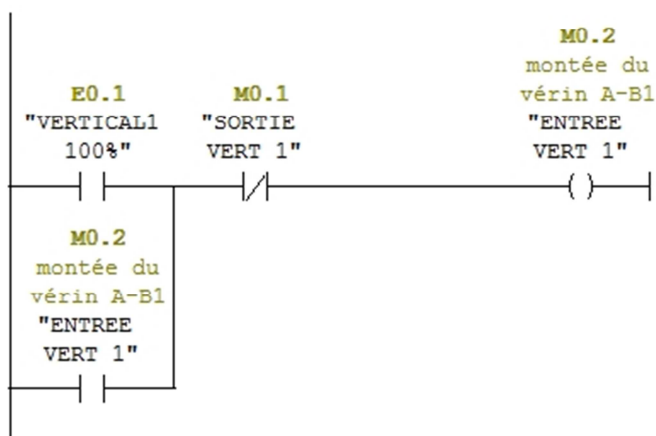
Réseau 5 : ASPIRATION 1

Commentaire :



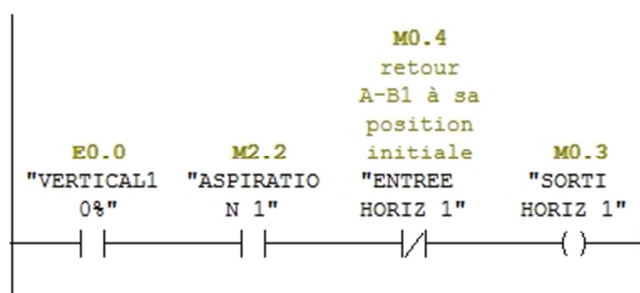
Réseau 6 : ENTREE VERTICAL 1

Commentaire :



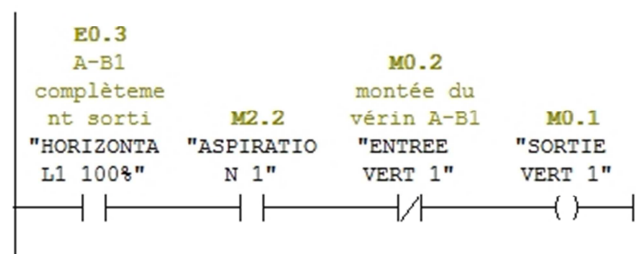
Réseau 7 : SORTIE HORIZ 1

Commentaire :



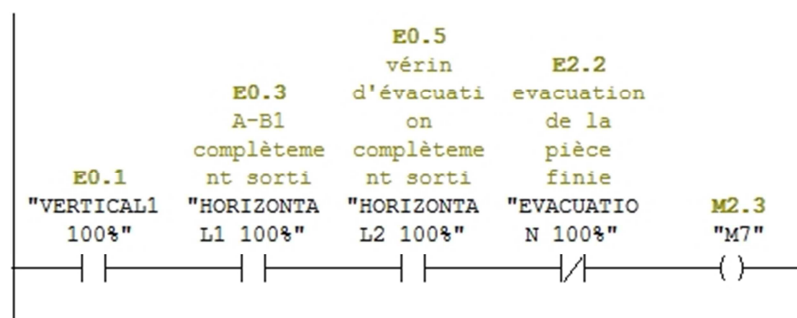
Réseau 8 : SORTIE VERT 1

Commentaire :



Réseau 9 : SOUFFLAGE 1

Commentaire :



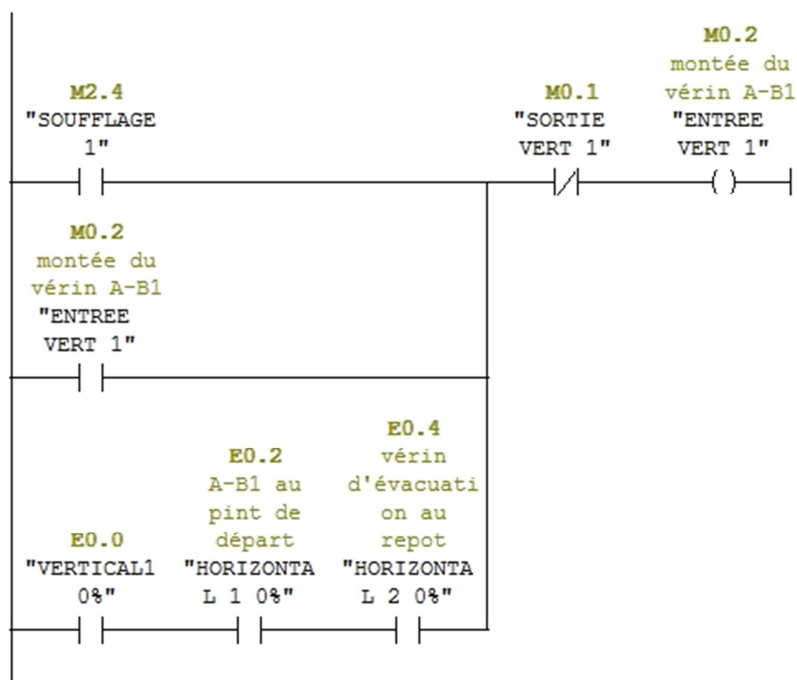
Réseau 10 : SOUFFLAGE

Commentaire :



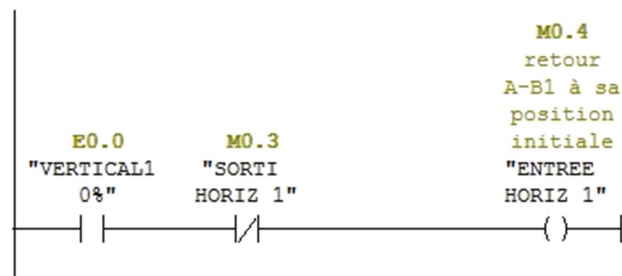
Réseau 11 : ENTREE VERTICAL 1

Commentaire :



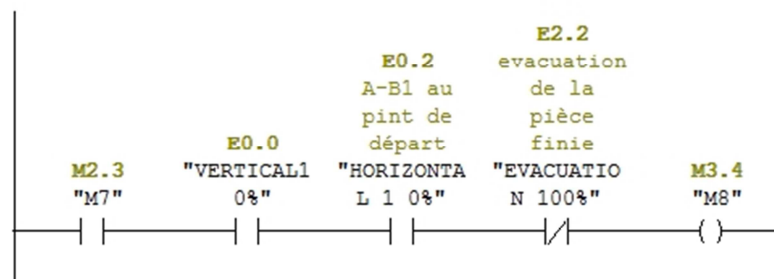
Réseau 12 : ENTREE HORIZ 1

Commentaire :



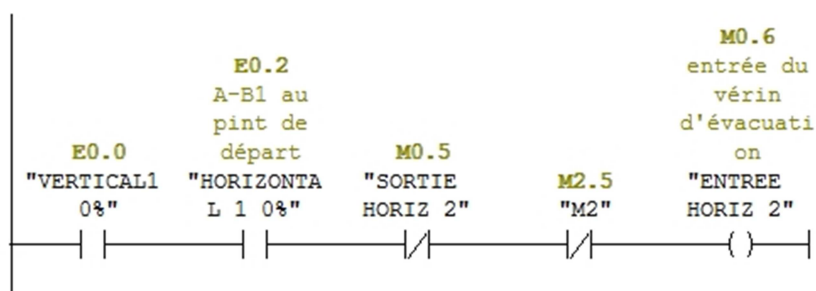
Réseau 13 : DESACTIVATION DE SORTIE HORIZONTAL 2

Commentaire :



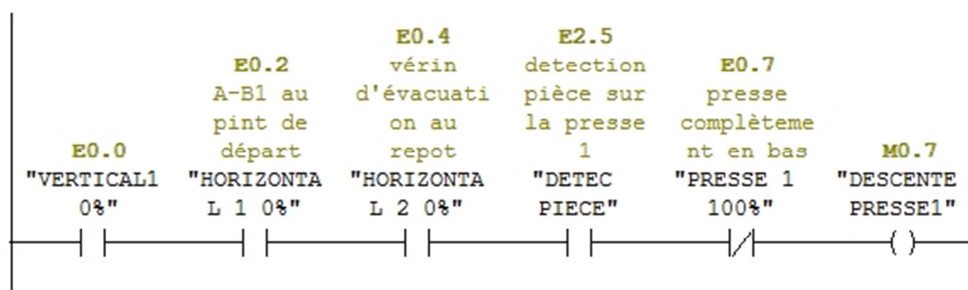
Réseau 14 : ENTREE HORIZ 2

Commentaire :



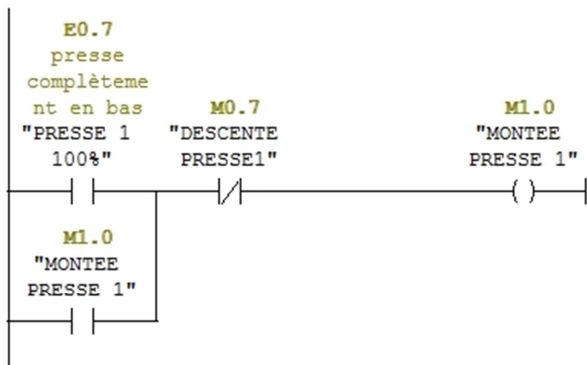
Réseau 15 : SORTIE PRESSE 1

Commentaire :



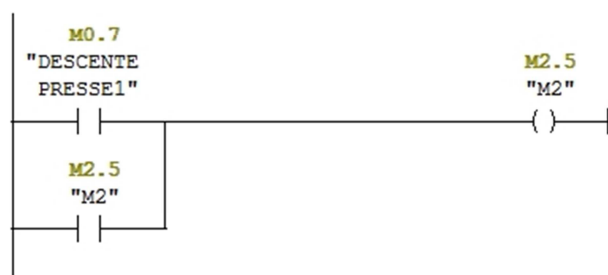
Réseau 16 : RETOUR PRESSE

Commentaire :



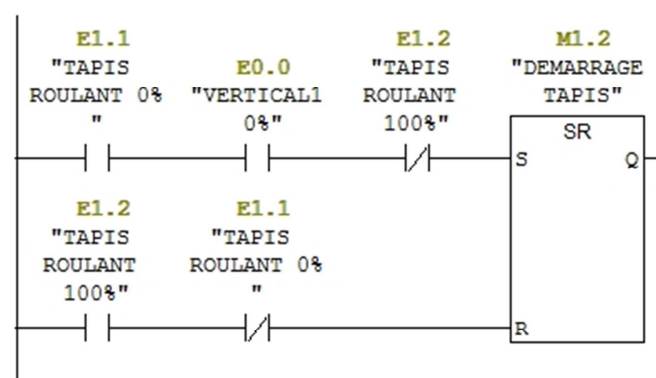
Réseau 17 : RETOUR VERS PREMIER CYCLE

Commentaire :



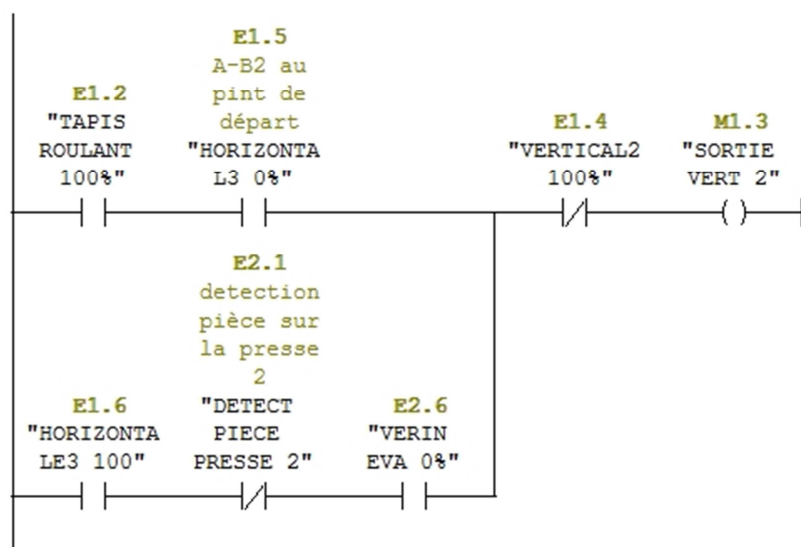
Réseau 18 : MOTEUR TAPIS

Commentaire :



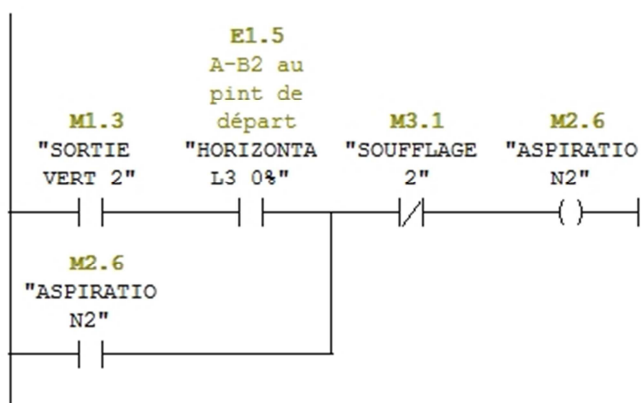
Réseau 19 : SORTIE VERT 2

Commentaire :



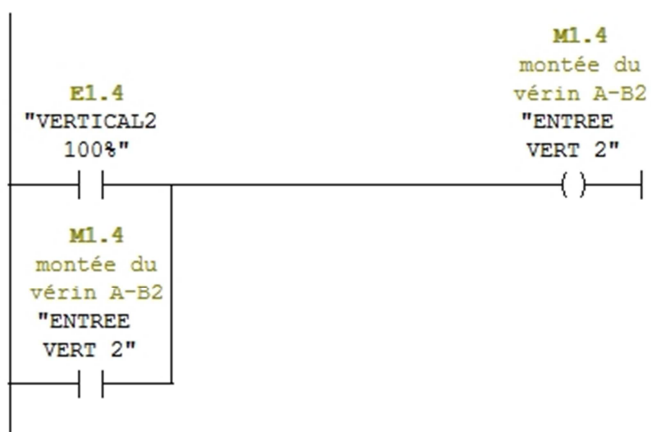
Réseau 20 : ASPIRATION 2

Commentaire :



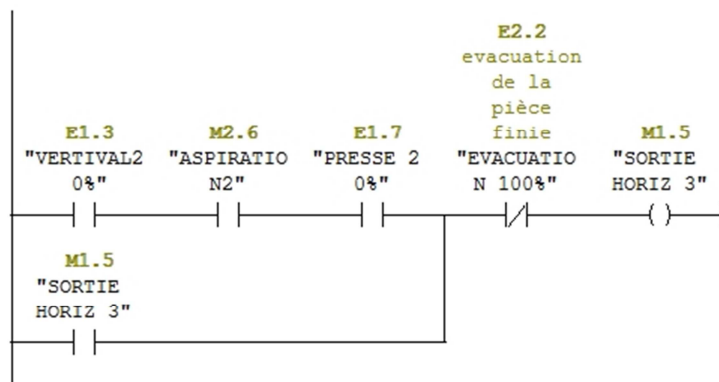
Réseau 21 : ENTREE VERT 2

Commentaire :



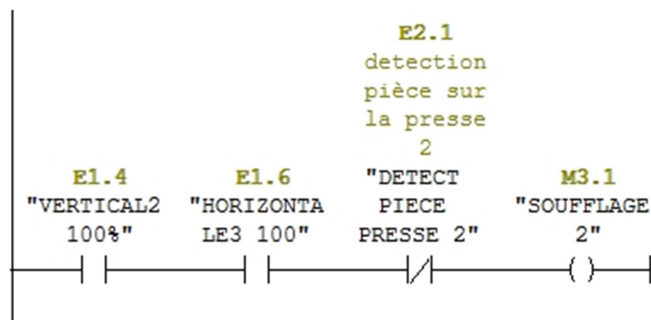
Réseau 22 : SORTIE HORIZ 3

Commentaire :



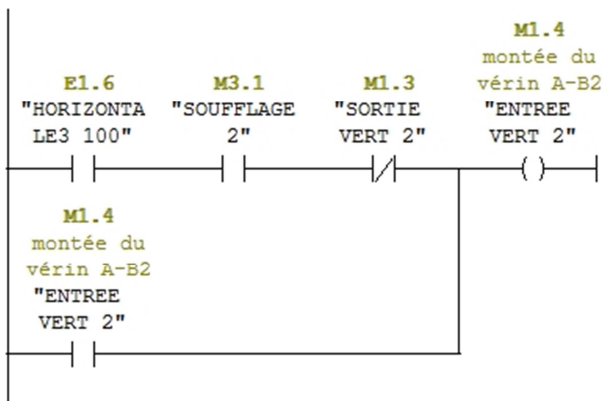
Réseau 23 : SOUFFLAGE 2

Commentaire :



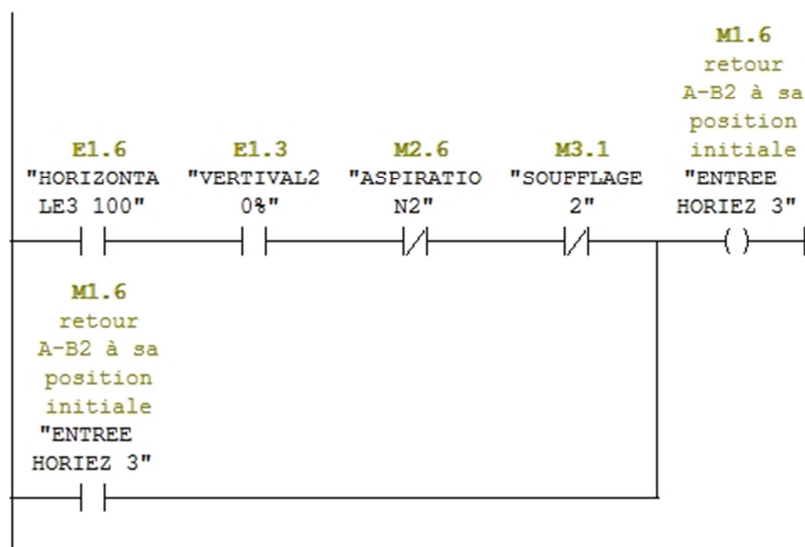
Réseau 24 : ENTREE VERT 2

Commentaire :



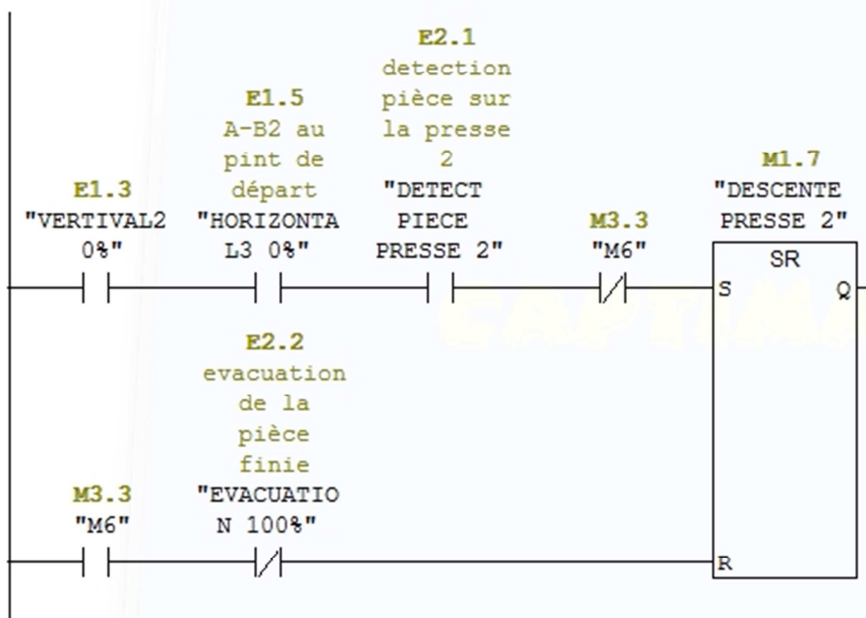
Réseau 25 : ENTREE HORIZ 3

Commentaire :



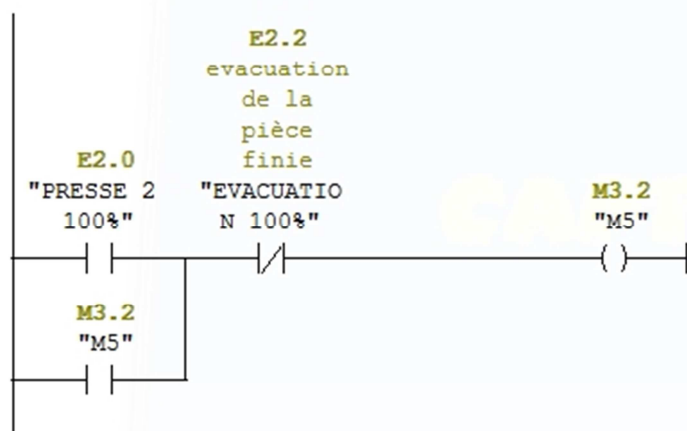
Réseau 26 : SORTIE ET ENTREE PRESSE 2

Commentaire :



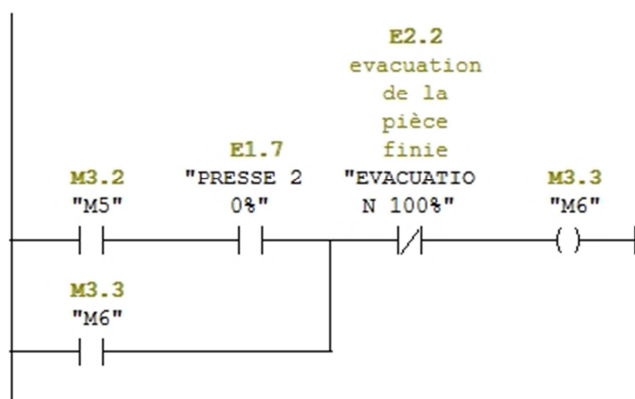
Réseau 27 : Titre :

Commentaire :



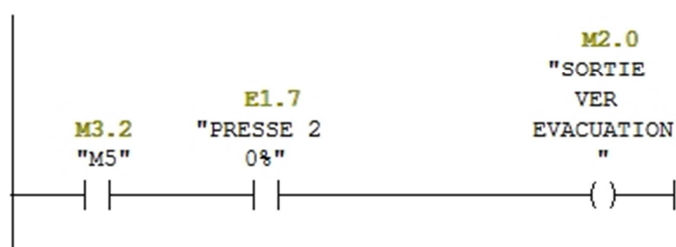
Réseau 28 : Titre :

Commentaire :



Réseau 29 : EVACUATION

Commentaire :



Remarque :

Une fois tout le programme est simulé, il faut le charger dans l'API qui sera connecté directement au système.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

La fonction d'un ingénieur doit être l'optimisation de techniques permettant d'aboutir à un objectif avec simplicité et performance.

Notre contribution s'est portée en premier lieu d'étudier la ligne de production de parois cuisinières tout en décrivant les différentes parties de cette dernière.

Ensuite, nous avons proposé une amélioration entre les deux presses, et cela en remplaçant les deux opérateurs par un tapis roulant et un auto-bras qui sert respectivement à la réception des pièces de la presse hydraulique et leur introduction dans la presse excentrique.

Après l'étude de notre système, nous avons proposé une automatisation à base d'un API S7-300 et ce à l'aide de l'outil de modélisation qui est le GRAFCET.

Ce travail nous a poussés à faire appel à toutes nos connaissances et aptitudes recueillies pendant notre cursus d'études et nous a permis d'appréhender les difficultés que les ingénieurs rencontrent tous les jours dans le travail tout en prenant des initiatives personnelles.

Bibliographie

Bibliographie

[01] Documentation **ENIEM**

[02] **ABRICHE Anissa** et **BELKAS Salah-Eddine**, « Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automate programmable industriel SIEMENS » mémoire d'Ingénieur d'Etat en Automatique, ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE, promotion 2006/2007.

[03] **ABDOULAYE Cisse**, « Etude de la commande par automate programmable industriel d'une presse à injection horizontale », mémoire d'Ingénieur de Conception en Mécanique, promotion 2008/2009.

[04] **AIT OUMGHAR Nabila** et **BELBAL Tinhinene**, « Etude et automatisation par Automate programmable S7-200 d'une machine pour emboutissage à l'entreprise ENIEM », mémoire d'ingénieur de conception en mécanique, université CHEIHK ANTA DIOP DE DAKAR, promotion 2010/2011.

[05] **KAHIL Omar** et **FRAOUCENE Rezki**, « Etude de l'automatisation par API S7-300 de la machine de découpage et poinçonnage de contre porte frigorifique à l'ENIEM », mémoire d'Ingénieur d'Etat en Automatique, UMMTO, promotion 2007/2008.

[06] **TAHAMT Zahia**, « Sécurisation d'une presse de 60 tonnes à l'ENIEM de Tizi-Ouzou>> mémoire d'Ingénieur d'Etat en Electronique, UMMTO, 2009/2010.

[07] **George ASCH** et collaborateurs, Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunode 5^{ème} Edition, 1999.

[08] **Michel BENSOAM**, Cours capteurs et actionneurs Master SIS.1, 2005

[09] **Olivier Français**, Cours et électronique associée, 2000.

[10] **MEDDEB Abdelmoumen**, Moteur asynchrone triphasé, 2001.

[11] **D.DUBOIS**, GRAFCET: Convention- Règles

[12] **D.DUBOIS**, GRAFCET: Notions de base

[13] **R.GOURDEAU** et **G.M.CLOUTIER**, Le GRAFCET, 2008.

[14] **L.ISAMBERT**, Cours sur la pneumatique, 2005.

[15] **LP PIERRE-JOSEPH Lorent**, **L.PAMEARD**, le contacteur de puissance.

[16] **L-BERGOUGNOUX**, API Automates Programmables Industriels, 2005.

[17] **UCL**, Terminal G.Mécanique, Le pneumatique, 2001.

[18] **Jamal ELGHARI**, GRAFCET et programmation d'automates avec STEP7-mise en route, 2^{ème} Edition, 2006.

[19] <http://membres.lycos.fr/electrotechcity/constituants/appareillage.html>

Annexe

Les différentes actions associées aux étapes :

a) Actions continues :

Une action associée à une étape est dite continue lorsque sa durée d'exécution est identique à la durée d'activité de l'étape. [16]

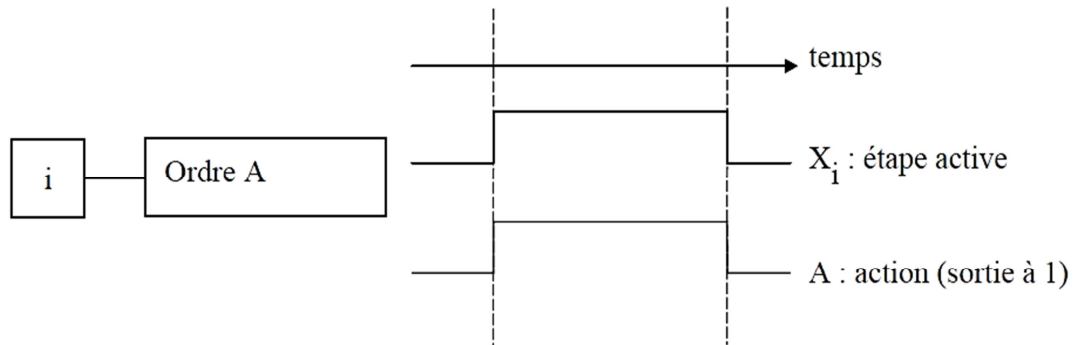


Figure 1: Symbole d'une action continue

b) Actions conditionnelles :

Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elles peuvent être décomposées en trois cas particuliers. [16]

➤ Action conditionnelle simple : Type C

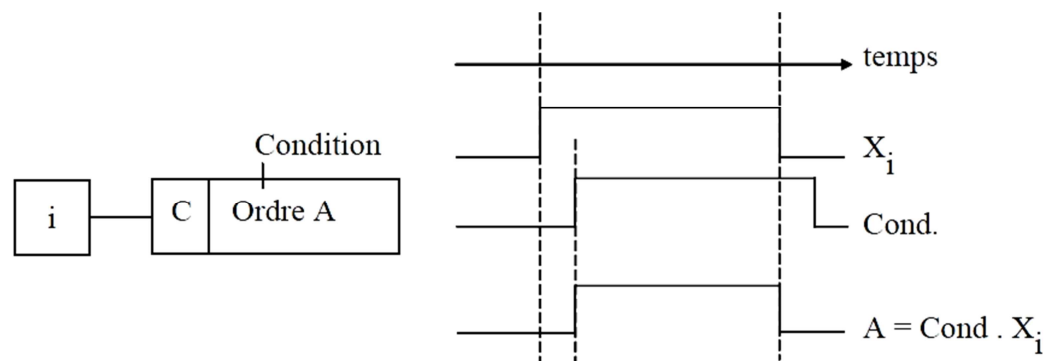


Figure 2: Symbole d'une action conditionnelle simple (Type C)

➤ **Action retardée : Type D (delay) :**

Le temps intervient dans cet ordre conditionnel comme condition logique.

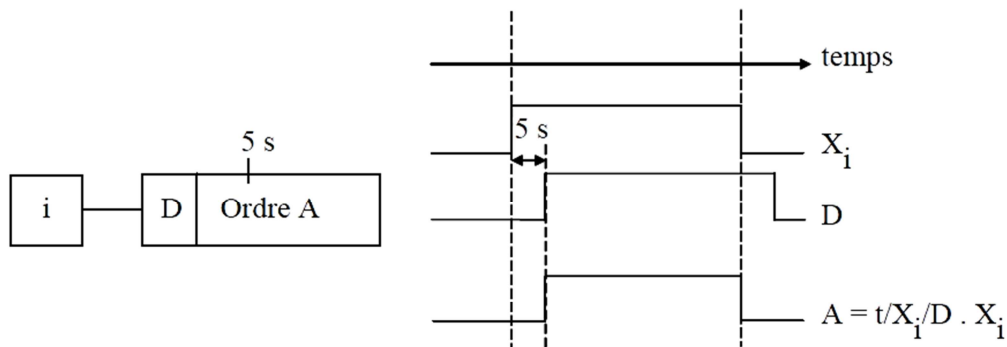


Figure 3: Symbole d'une action conditionnelle retardée (Type D)

D est la durée de la temporisation, c'est à dire le retard mis pour passer à 1 après que X_i soit passé à 1.

➤ **Action limitée dans le temps : Type L (limited)**

Les actions retardées ou limitées dans le temps sont des cas particuliers d'actions conditionnelles où le temps intervient comme condition logique. [16]

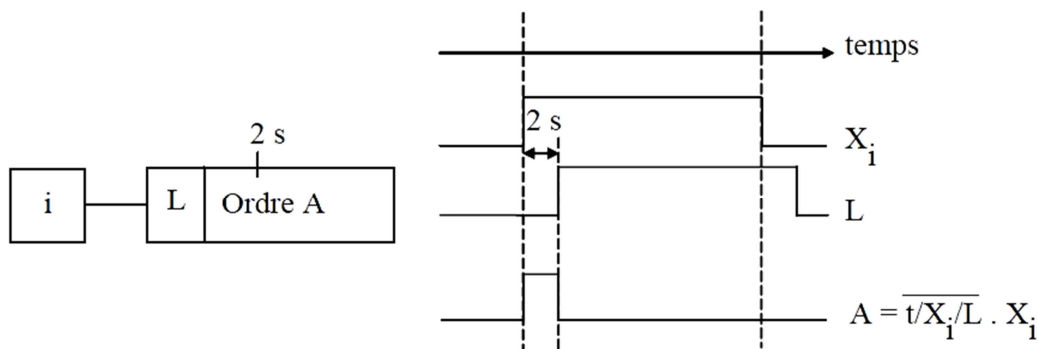


Figure 4: Symbole d'une action conditionnelle limitée dans le temps (Type L)

L'ordre est émis dès l'activation de l'étape à laquelle il est associé ; mais la durée de cet ordre sera limitée à une valeur spécifiée.

➤ **Action mémorisée :**

Pour qu'une action reste maintenue lorsque l'étape qui la commande vient d'être désactiver, il faut utiliser une action mémorisée, ce qui est alors spécifiée par les

Annexe

lettres symbole de début S (set) et de fin d'action mémorisée R (reset) qui seront précisées dans les étapes correspondantes. [16]

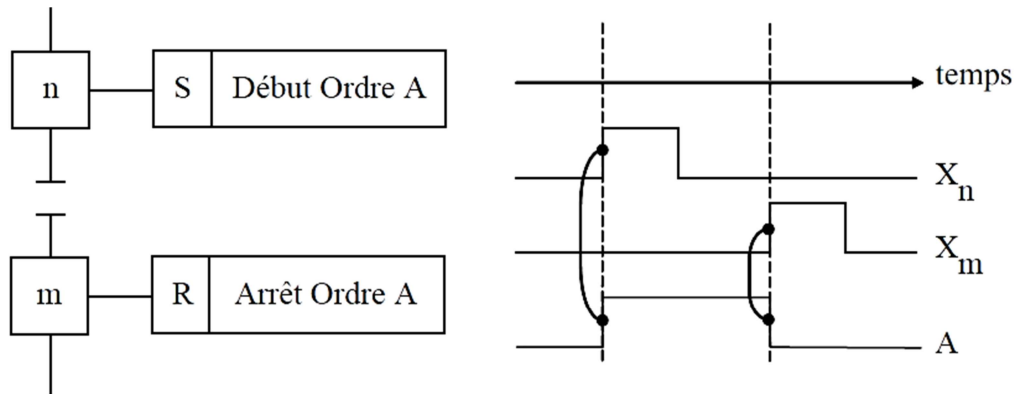


Figure 5: Symbole d'une action mémorisée