

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou*

Faculté de Génie Electrique et d'Informatique

Département Automatique



MEMOIRE

De fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme
D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE.

Présenté par :

**BELADEL SAMIRA
KHICHA NADIA**

Thème

**Automatisation de la Chaîne de Pressage des Cuves
Intérieur des Réfrigérateurs Saisie à l'ENIEM
Par Automate Programmable S7-300**

Proposé par :

**Mr. H. Hamitouche
(de l'entreprise ENIEM).**

Dirigé par :

Melle O. Adjemout.

Promotion : 2008

Remerciements

Au terme de notre travail nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre co-promoteur Mr Hamitouche Hakim qui nous a proposé ce sujet et pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée, ainsi que toute l'équipe de maintenance.

Nos remerciements les plus spéciaux à notre promotrice, Melle Adjemout L qui a accepté de nous encadrer et pour sa disponibilité et ses orientations pour mener à bien notre travail.

Nous sommes aussi reconnaissant à tous les enseignants qui ont contribué à la réussite de ce travail en particulier à Monsieur CHARIF M.

Nous remercions toutes les personnes qui nous ont encouragés pour aller au bout de notre travail, en particulier nos familles qui nous ont soutenus.

Nos derniers remerciements vont aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.



Dédicace

Je dédie ce travail à :

*Mes chers parents ont qui je dois tous mon succès
durant tous mon curseur d'étude.*

Ma très chère grand-mère Djohar.

Mes oncles et mes deux tantes ; Chafia et Yasmine.

*Mes chères sœurs : Kahina, lynda, houria et la petite
houa et mon très cher frère myez ; que dieu me les
protèges.*

Tous mes chers amis que j'aime sans exception.

A mes camarades de section,

*Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
pour l'élaboration de ce travail.*



NADIA



Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents pour tout ce qu'ils ont fait
pour moi, aux quels je ne pourrais rendre assez.*

Mon cher mari Samir et toute ma belle famille;

Mes très chers frères : Rabah et said ;

Ma très chère sœurs : Karima ;

Mon binôme Nadia et toutes sa famille;

Mon neveu Idrisse et ma nièce Rayhana que j'adore

A mes camarades de section,

A mes Amis (es) sans exception,

*Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
pour l'élaboration de ce travail.*



Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation et description de la chaîne de pressage des cuves intérieurs	
I) Introduction.....	3
II) Description générale de la chaîne.....	3
II.1) Description des différents postes.....	4
II.1.1) Poste N°1 : presse	4
a)Fonction	4
b) Constitution.....	4
II.1.2) Poste N°2 : Le palonnier.....	5
a) Spécifications du palonnier.....	5
b) Fonction.....	6
II.1.3) Poste N° 3 : la perceuse.....	6
a) Spécifications de la perceuse.....	6
b) Fonction.....	6
II.1.4: Tapis roulant.....	6
a) Spécification de tapis.....	6
b) Fonction.....	6
III) Tableau de commande.....	7
IV) Modes opératoires de la machine	7
IV.1) Semi automatique.....	7
IV.2) Manuelle.....	7
IV.3) Automatique	7
V) Description du fonctionnement de la chaîne.....	8
V.1) Au niveau du palonnier	9
V.2) Au niveau de la presse.....	9
V.3) Au niveau de la perceuse.....	10
V.4) Au niveau de tapis rouleau	10
VI) Etude et description de l'équipement de la chaîne.....	10
VI.1) Partie pneumatique.....	10
VI.1.1).Les prés actionneurs.....	10
a) Choix d'un distributeur pneumatique.....	11
a.1) Choix de la fonction (nombre d'orifices)	11
a.2) Choix de position de repos.....	11

a.3) Choix du pilotage des distributeurs	12
a.4) Choix de la taille du distributeur.....	12
b) Représentation des voies et des orifices des distributeurs utilisé	12
VI.1.2) Les actionneurs	13
a) Vérins.....	13
a.1) Vérins à simple effet.....	13
a.2) Vérins à double effet.....	14
b) Ventouse pneumatique.....	14
b.1) Principe de fonctionnement d'une ventouse.....	15
b.2) Générateur de vide ou venturi.....	15
VI.2) partie hydraulique	15
a) Vérin	16
b) Distributeur.....	16
VI.3) partie électrique.....	16
VI.3.1) Actionneur électrique.....	16
a) Organe de commande d'un moteur électrique.....	16
b) Organe de protection	17
b.1) Les fusibles	17
b.2) Relais de protection thermique.....	18
b.3) Sectionneurs.....	18
VI.4) Les capteurs.....	18
VI.4.1) Définition d'un capteur.....	19
VI.4.2) classification des capteurs.....	19
a) Détecteurs de proximité b) Interrupteurs à lame souple.....	19
b) Interrupteurs à lame souple.....	20
c) Détecteurs de position.....	20
c.1) Principe de fonctionnement.....	20
d) Détecteurs de proximité photoélectriques.....	21
e) Capteur de fin de course magnétique (magnéto inductif).....	23
f) Capteur magnétique sans contact	23
g) Capteur de fin de course à contact électrique.....	23
h) Capteurs de pression (pressostat).....	23
i) Capteurs de temporisation (minuteries)	23

VII) Conclusion.....	23
-----------------------------	-----------

Chapitre II : Modélisation de la chaîne de pressage des cuves intérieurs

I) Introduction.....	24
II) Définition.....	24
II.1) Symbolisation du GRAFCET.....	25
a) Etape.....	25
b) Transition.....	25
c) Réceptivité.....	25
d) Temporisation.....	25
II.2) Règles d'évolution.....	26
II.3) Mise en équation d'un Graf cet.....	26
II.4) Saut d'étape et reprise d'étape.....	28
II.4.1) Saut d'étape.....	28
II.4.2) Reprise d'étape.....	28
II.5) Niveau fonctionnel de GRAFCET.....	29
II.5.1) GRAFCET niveau 1.....	29
II.5.2. GRAFCET niveau 2.....	29
II.6.Règles de construction.....	29
II.7) Application du GRAFCET pour la modélisation de notre chaîne.....	30
II.7.1) GRAFCET niveau 1de la chaîne.....	30
II.7.2) GRAFCET niveau 2.....	37
II.8)Conclusion.....	45

Chapitre III : Automatisation de la chaîne de pressage

I) Introduction aux automates programmables.....	46
I.1) Définition.....	46
I.2) Place de l'API dans le système automatisé de production (SAP).....	47
I. 2.1) Les systèmes automatisés de production	47
I.2.2) Structure d'un système automatisé	47
I.2.3) Le rôle de l'automate dans un procédé	47
a)Acquisition de données.....	48
b) Traitement de données	48
c) Dialogue homme machine	48

d) Commande de puissance	48
I.3) Choix d'un automate	48
I.3.1) Le choix du l'automate S7-300	48
I.3.2) Constitution de l'automate S7-30.....	49
I.3.2.1) Unité Central	50
I.3.2.2) Module d'alimentation (PS).....	51
I.3.2.3) Modules de signaux.....	52
I.3.2.4) Coupleur (IM).....	52
I.3.2.5) Modules de fonctions (FM).....	52
I.3.2.6) Modules de communication (CP).....	52
I.3.2.7) Le châssis (rack).....	52
I.4) La console de programmation PG ou PC SIMATIC.....	53
II) Programmation de l'Automate S7-300.....	54
II.1) Le langage de programmation STEP 7.....	54
II.1.1) Création de projet	54
II.1.2) Création de la table des mnémoniques.....	57
II.1.3) Configuration et paramétrage du matériel.....	57
II.1.3.1) Caractéristique de notre configuration matérielle.....	59
II.2. Création du programme utilisateur	59
II.2.1) Les blocs utilisateurs.....	60
II.2.1.1) Bloc d'organisation (OB).....	60
II.2.1.2) Blocs de données (DB).....	60
II.2.1.3) Blocs fonctionnels (FB).....	60
II.2.1.4) Les fonctions (FC).....	60
II.2.2) Blocs système.....	61
II.2.2.1) Blocs fonctionnels (SFB).....	61
II.2.2.2) Fonctions système (SFC)	61
II.2.2.3) Blocs de données système.....	61
II.3) Structure du programme utilisateur.....	61
II.3.1) Programmation linéaire.....	61
II.3.2) Programmation structurée.....	62
III) simulation et validation avec PLCSIM.....	64
III.1) Introduction.....	64
III.2) Présentation du S7-PLCSIM	64

III.3) Mise en route du logiciel S7-PLSCIM.....	64
III.4) Visualisation de l'état du programme.....	67
III.5) Simulation de programme de la chaîne de pressage	68
IV) Conclusion	70
Conclusion générale.....	71

Présentation de l'entreprise

L'Entreprise National des industries de l'électroménager ENIEM se trouve au centre de la zone industrielle de Oued Aissi à une dizaine de kilomètres de chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le projet de l'installation de l'entreprise datait du 21oaut 1971 est entrée en pratique en 1977 après la signature d'un accord entre l'ENIEM et le constructeur allemand DIAG,et entrée en production le 16 juin 1977, actuellement l'ENIEM fabrique toute une variété de produits électroménagers telles que :

- Les équipements de climatisation, de chauffage.
- Les petits appareils ménagers, les lampes.
- Les appareils de réfrigérateur, de congélation, lavage et cuisson.
- Armoires frigorifiques (pleines et vitrées).

Depuis son implantation, l'ENIEM n'a cessé de chercher à automatiser ses différentes installations. Dès ses débuts dans l'industrie, l'entreprise a signé des contras de travail avec des firmes internationales en vue d'améliorer la qualité du produit.

C'est en 1987 que l'ENIEM a commencé l'automatisation grâce à Toshiba par la mise en place de la chaîne R1complètement automatique, ce qui lui à value la marque ISO 9002 en 1998.

Introduction Générale

Aujourd'hui l'automatisation des installations est une tâche très importante car elle constitue un des facteurs essentiels contribuant à la croissance de la productivité, l'amélioration de la sécurité du travail ainsi que la réduction des coûts de production.

La compétitivité des entreprises exige une automatisation de plus en plus flexible et évolutive des équipements de production

Les automates programmables industriels (API) répondent aujourd'hui à toutes les exigences de l'industrie en terme de fiabilité, sécurité, amélioration de la qualité du produit, etc.

Le SIMATIC constitue une vaste plate forme d'automatisation offrant des solutions à des problèmes complexes pour tous les secteurs d'activité. Le logiciel STEP7 a été conçu dans un souci d'homogénéité et de complémentarité avec un système de contrôle et de commande, offrant des fonctions conviviales de conduite et de simulation du processus, ce qui simplifie d'une manière considérable la mise en œuvre de nombreuses caractéristiques du système de commande, notamment la gestion de base de données communes.

Actuellement l'ENIEM se voit confronter au manque des cartes d'entrées /sorties des séquenceurs TOSHIBA qu'elle utilise. Ces cartes tombe souvent en pannes et ne sont plus disponible sur le marché. La firme TOSHIBA ne les fabrique plus. Malgré les efforts des ingénieurs de les réparés, cela reste insuffisant vu le rythme de la production ce qui oblige l'ENIEM à réfléchir d'or et déjà à remplacer ces séquenceurs.

Dans cet environnement le sujet qui nous a été proposé par le Département Maintenance de l'unité froid /ENIEM consiste à faire l'étude d'implantation d'un nouvel automate Siemens et la modélisation de la chaîne de pressage des cuves de réfrigérateurs en utilise (le GRAFCET) comme outil de modélisation.

A cet effet nous avons organisé notre mémoire en trois chapitres, dans le premier nous avons fait une étude descriptive de la chaine de pressage ainsi que son fonctionnement, pour la modélisation nous avons opté pour le GRAFCET ce qui a fait l'objet du deuxième chapitre, et dans le troisième chapitre nous avons programmé et simuler le fonctionnement de notre processus dans le but de tester et valider nos programmes.

I) Introduction

L'unité froide à l'ENIEM dispose d'une chaîne de pressage qui est utilisée pour le détournage et le perçage des cuves intérieures des réfrigérateurs. Elle a été mise en place par la firme Japonaise TOSHIBA en 1978.

L'usine de fabrication d'appareils électroménagers (CAM-ENIEM) est desservie par un réseau de distribution d'énergie électrique de moyenne tension. Elle est équipée aussi d'une station d'air comprimée sous pression de six bars. Mais pour les besoins en pression plus importante, des installations individuelles comblent cette tâche et atteignent des pressions de quelques centaines de bar, ce qui nous permet l'utilisation de toute sorte d'actionneurs existants (électrique, pneumatique ou hydraulique).

Dans ce chapitre nous allons décrire la chaîne de pressage et nous expliquons son fonctionnement.

II) Description générale de la chaîne

La chaîne de pressage étudiée comporte quatre postes :

- Une presse.
- Un palonnier.
- Une perceuse.
- Un déchargeur (tapis rouleau).

Dans le premier poste les cuves intérieures subit un détournage puis seront transférer par le palonnier vers la perceuse ou seront poinçonner, finalement elles sortent à travers un dispositif d'évacuation.

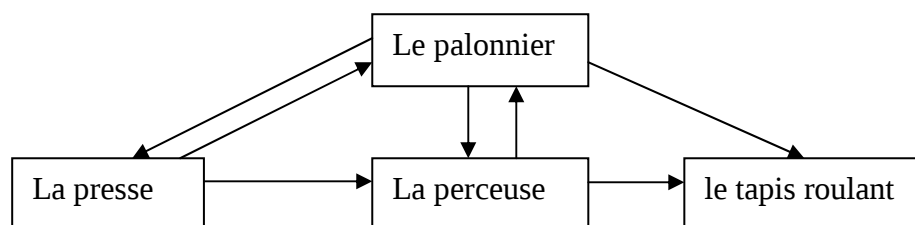


Figure I.1 : Synoptique générale de la chaîne.

La figure I.2 représente la chaîne de pressage des cuves intérieur de réfrigérateur a automatisé.

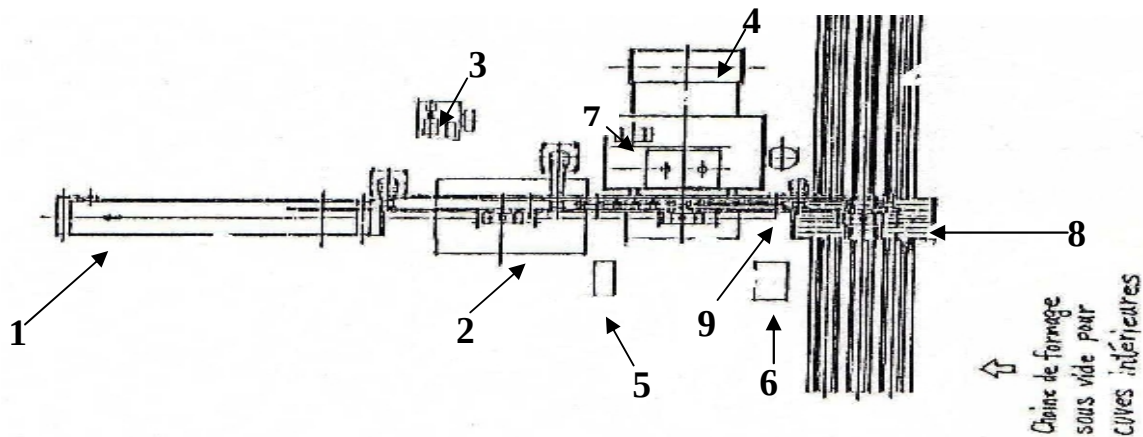


Figure I.2 : Chaîne de pressage des cuves intérieures de réfrigérateur

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1-Tapis rouleau. | 6- tableau de commande n°2. |
| 2-Perceuse | 7- la presse |
| 3-blocs hydrauliques | 8- positionneurs. |
| 4-dispositifs d'évacuation de débris. | 9- un palonnier. |
| 5-Tableau de commande n°1. | |

II.1) Description des différents postes

II.1.1) Poste N°1 : presse

a)Fonction

La presse de détournage à système hydraulique (100 tons), est un équipement qui permet d'ébarber les cuves intérieures formées par la machine de formage sous vide et d'enlever des débris présents dans la matrice d'ébarbage. Comme montré par la figure I.3.

b) Constitution

La presse est une machine à châssis latéral droit. Le châssis, monobloc, est d'une construction soudée en tôle d'acier. Elle est constitué essentiellement de :

- Un vérin principal (double effet) est incorporé à la partie supérieure de châssis.
- Une glissière est reliée à la tige de vérin principal

- Une pompe, un moteur et le réservoir d'huile, qui sont un générateur de pression on les trouve toujours à la partie supérieure de châssis.
- Un patin mobile il se déplace vers l'avant et vers l'arrière grâce à un vérin hydraulique.
- Un dispositif d'évacuation de débris est relié au patin mobile, permet de sortir et évacuer des débris à l'arrière de la presse.

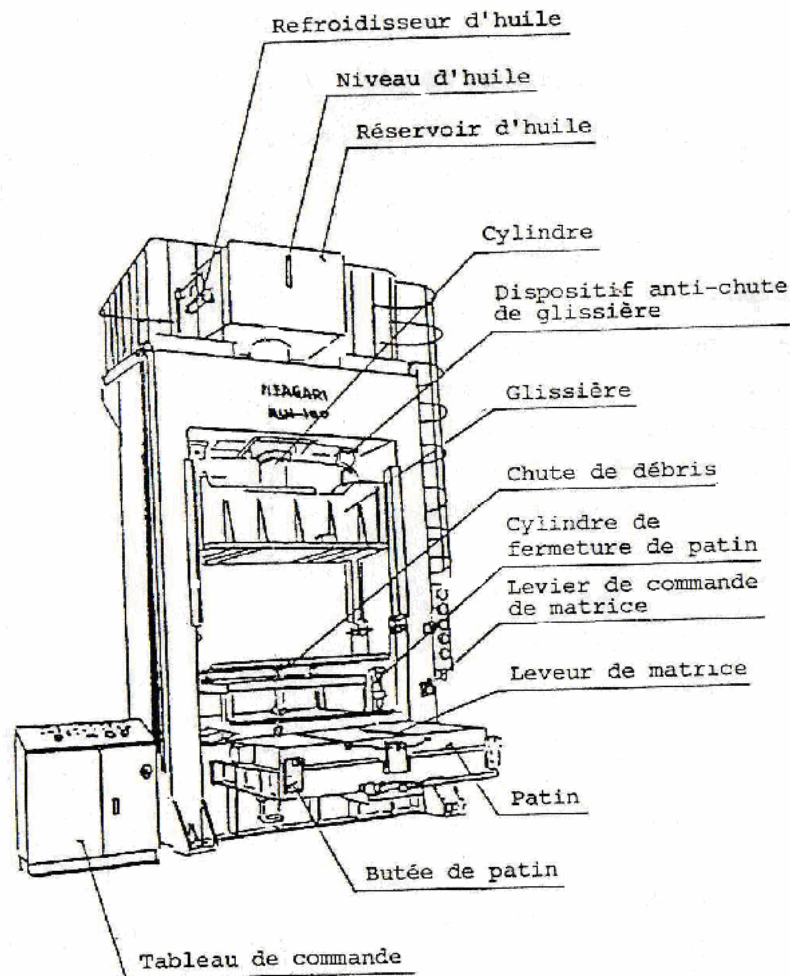


Figure I.3 : la presse de détourage

II.1.2) Poste N°2 : Le palonnier

a) Spécifications du palonnier

Cette machine permet de charger les pièces sur la presse à ébarber, la perceuse et le tapis rouleau, elle a trois têtes de ventouses donc le palonnier peut charger trois cuves en même temps (figure I.4).

b) Fonction

La ventouse de chaque tête descend, attire la pièce et monte en réponse au signal annonçant la fin du travail dans chaque étape. Elle redescend pour alimenter chaque machine en pièces.

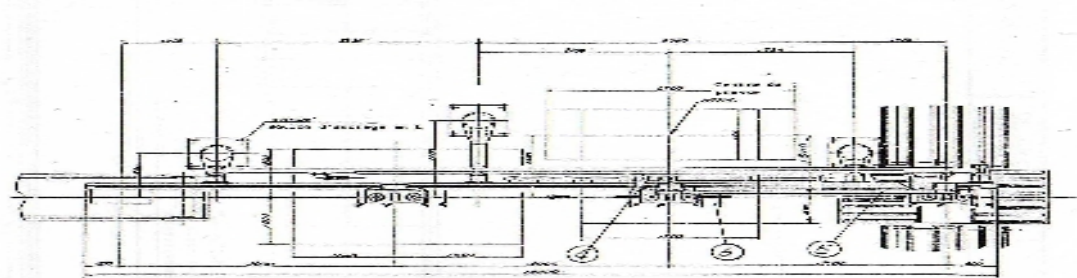


Figure I.4 : le palonnier.

4 : engrenage à ceinture droite.

5 : flexible à moteur.

6 : ventouse.

II.1.3) Poste N° 3 : la perceuse**a) Spécifications de la perceuse**

Cette machine permet de percer les parties latérales droite et gauche des cuves.

b) Fonction

Les pièces formées sont positionnées dans la matrice, leurs deux extrémités sont serrées et les pièces seront percées avec un poinçon hydraulique.

II.1.4: Tapis roulant**a) Spécification de tapis roulant**

C'est un transporteur qui envoie les cuves détournés et percées pour être évacué. (Figure I.5)

b) Fonction

Le tapis à courroie charge pendant certain temps les cuves alimentées par le palonnier et se trouve en attente. Les rouleaux de ce tapis sont entraînés par un moteur à engrenage.

Finalement seront déchargées manuellement par l'opérateur.

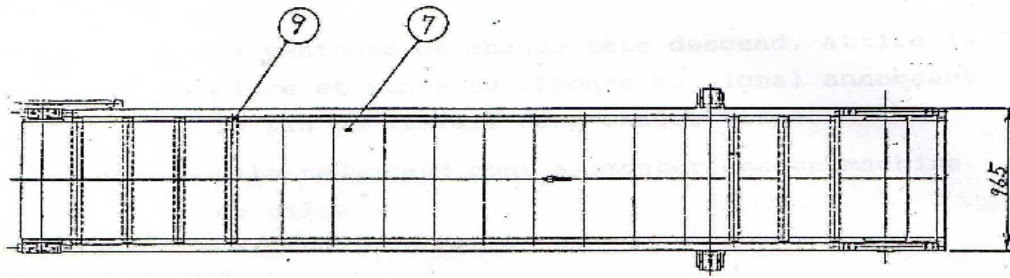


Figure I.5 : Tapis roulant

7 : courroie de transporteur.

9 : rouleau libre.

III) Tableau de commande

La chaîne étudiée est commandée par deux automates programmables de type Toshiba, l'un commande la presse (figure I.6) et l'autre les trois postes restants.

Chaque automate a son tableau de commande (Annexe B) qui est un ensemble, comprenant l'appareillage de commande, de contrôle, de réglage et de sécurité de dispositif électrique.

IV) Modes opératoires de la machine

La machine a trois modes de fonctionnement :

IV.1) Semi automatique

Dans ce mode le commutateur de commande (27) est positionné sur (28_2), le cycle de fonctionnement nécessite de mettre en marche les deux boutons automatiques (26) et (32).

IV.2) Manuelle

Ce mode permet la marche de chaque fonction par son commutateur correspondant, et aussi pour préparer la machine au démarrage chaque matin, pour choisir ce mode on positionne le commutateur (27) sur (28_1).

IV.3) Automatique

Dans ce mode, le commutateur de commande est mis sur la position (28_4), ce fonctionnement est assuré par le signal émis par le déchargeur (le palonnier et le tapis rouleau), l'intervention de l'homme n'est pas nécessaire.

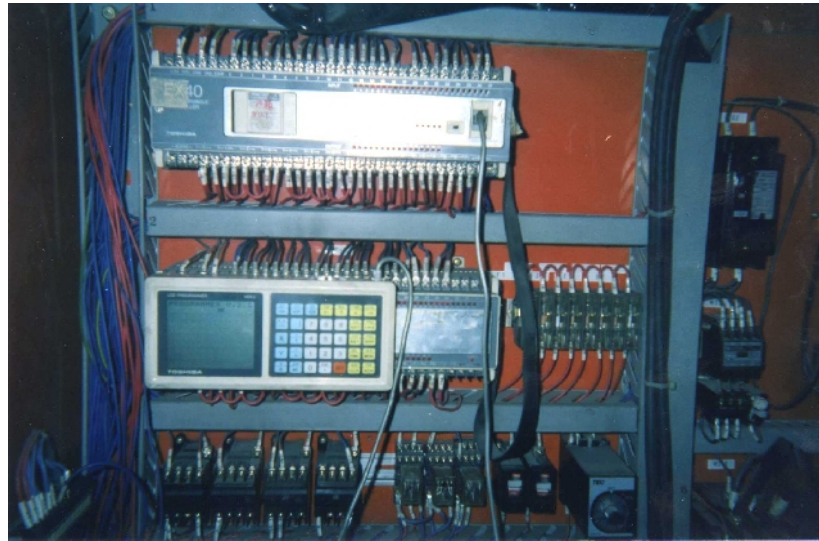


Figure I.6 : l'Automate programmable TOSHIBA

➤ **Cahier des charges fonctionnel de la chaîne étudiée**

Le travail qui nous a été demandé au niveau de l'unité froid de L'ENIEM est de remplacer les deux séquenceurs qui consistent la partie commande de la chaîne. Les causes qui ont motivé ce travail sont :

- Les pannes que subissent les séquenceurs par la défaillance d'une de ces cartes entrées/sorties, malgré les efforts des ingénieurs pour les réparer, cela reste insuffisant vu le rythme de la production.
- L'indisponibilité de ces cartes sur le marché.

V) Description du fonctionnement de la chaîne

Avant le fonctionnement en mode automatique, on doit passer par une phase de préparation de la chaîne où on met sous tension les différents organes électrique, hydrauliques, et pneumatique de la chaîne. Après cette préparation, on vérifie toutes les positions initiales de chaque poste de la chaîne, qui nous permette d'enclencher le démarrage de la chaîne en mode automatique. Cette phase de préparation étant visualisée et réalisée au niveau des deux tables de commande. Après avoir sélectionné le mode automatique on aura les opérations suivantes qui seront effectuées en parallèle :

V.1) Au niveau du palonnier

La cuve sera positionnée à l'aide de deux vérins de positionnement. Une fois la cuve est positionnée on aura :

- Descente de palonnier n°1.
- Chargement par aspiration grâce à 6 ventouses.
- Montée de palonnier n°1, sachant que la descente et la montée est effectuée grâce à un vérin pneumatique.
- avance de palonnier vers le deuxième poste.

V.2) Au niveau de la presse

- descente de palonnier n°1.
- Déchargement de la cuve sur la matrice (la partie inférieure de la presse).
- La remontée de palonnier après le déchargement puis il recul vers l'état initial (translation).
- Recul de plateau porte matrice vers le centre de la presse.
- Serrage et descente de plateau.
- Descente rapide de la partie supérieure de la presse (glissière).
- Détourage de la cuve.
- Serrage de déchet par quatre vérin et Montée de glissière.
- Desserrage et levage de plateau.
- Avance de plateau vers le centre de palonnier, au même temps avance de bac vers le centre de la presse. le débris chute dans le bac après qu'ils étaient immobilisés par la matrice supérieure.
- Descente de palonnier n°2 et aspiration de la cuve détournée, au même temps descente de bloc à ventouse n°1 et chargement de ce dernier par une nouvelle cuve puis montée de palonnier.
- Avance de palonnier et déchargement de ce dernier au niveau de la perceuse et de la presse.

V.3) Au niveau de la perceuse

- Alimentation de plateau porte perceuse par la cuve détournée et serrage de cette dernière grâce aux six vérins de serrage.
- Avance de poinçon vers la cuve.
- Poinçonnage de la cuve.
- Fin de poinçonnage et retour de poinçon a sa position initial. l'avance et le retour de poinçon s'effectuent grâce à un vérin hydraulique.
- Desserrage de la cuve et descente de bloc a ventouse n°3 et aspiration de la cuve.
- Montée de palonnier a ventouse. avance de palonnier.

V.4) Au niveau de tapis rouleau

- Descente de bloc a ventouse n°3 et alimentation de tapis par la cuve.
- Détection de la présence de la cuve par un capteur photocellule et démarrage de moteur et le tapis rouleau se met en marche. ainsi la cuve sera évacuée.

VI) Etude et description de l'équipement de la chaîne**VI.1) Partie pneumatique**

L'air atmosphérique est le gaz généralement utilisé comme fluide moteur dans les équipements pneumatiques par rapport à tout autre gaz, l'air atmosphérique est à priori doublement économique. D'une part son prélèvement dans l'atmosphère est libre et gratuit, et d'autre part après l'usage il est rejeté à l'atmosphère.

Une fois prélevée dans l'atmosphère l'air ; partiellement dépouillé, comprimé et stocké dans des réservoir pour être mis a la disposition des équipements utilisateurs.

VI.1.1).Les prés actionneurs

Un pré actionneur est un composant qui gère d'énergie d'alimentation pour les actionneurs.

Notre station est essentiellement équipée des distributeurs suivants :

Le distributeur pneumatique a pour fonction essentielle de distribuer l'air dans les canalisations qui aboutissent aux chambres de vérins. Un distributeur est caractérisé par :

1. Son nombre d'orifice : c'est le nombre de liaison qu'il peut y avoir avec son environnement (alimentation, sorties et échappement).

2. Son nombre de position : le nombre de cas d'interconnexion qu'il peut assurer avec son entourage.
3. Par le type de commande du pilotage assurant le changement de position : simple pilotage avec rappel ressort ou double pilotage, avec éventuellement rappel au centre par ressort dans le cas de distributeur à trois positions.
4. Par la technologie de pilotage : pneumatique ou électropneumatique.

Un distributeur est symbolisé par la notation suivante : X/Y où X est le nombre d'orifices et Y le nombre de positions. Pour chaque vérin pneumatique, on associera un distributeur pneumatique.

Remarque : Les autres énergies de puissance que l'on peut rencontrer sont hydrauliques ou électriques

a) Choix d'un distributeur pneumatique

Le choix d'un distributeur dépend de sa fonction (nombre d'orifices), de la position de repos, du type de pilotage et de sa taille.

a.1) Choix de la fonction (nombre d'orifices)

Ce choix dépend naturellement de l'actionneur à alimenter. Par exemple pour un vérin double effet on utilise un distributeur 5/2 ou 4/2, Pour simple effet on utilise 3/2.

a.2) Choix de position de repos

Ce choix dépend de comportement de l'actionneur alimenté lorsque l'énergie de commande est coupée.

- Distributeur monostable

Pour distributeur 2/2, le circuit est coupé au repos (passage fermé dans les deux sens) ; Pour un distributeur 3/2, le circuit d'utilisation est à l'échappement (purge), donc l'actionneur revient en position de repos s'il s'agit d'un vérin ou d'un actionneur à simple effet, ou est libre s'il s'agit d'un autre type d'actionneur ;

Pour un distributeur 4/2, la coupure de la commande provoque l'inversion du mouvement de l'actionneur.

- Distributeur bistable

En commande monostable il faut être attentif aux conséquences d'une coupure d'alimentation sur la sécurité des personnes et des matériels. De plus, il faut prévoir dans la commande de maintenir l'ordre aussi longtemps que nécessaire, ce qui peut entraîner des consommations excessives d'énergie.

Les distributeurs bistables remplissent, par construction, une fonction mémoire, rendant inutile le maintien de l'ordre sur le pilote, ce qui réduit la consommation énergétique, mais peut éventuellement poser des problèmes de sécurité.

a.3) Choix du pilotage des distributeurs

Les distributeurs peuvent être pilotés par pilote automatique, électropneumatique ou électrique.

La commande du changement de position est obtenue par déplacement du tiroir ou des clapets, éléments mobiles essentiels des distributeurs.

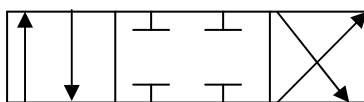
Ce pilotage peut être simple ou double. Les distributeurs à simple pilotage sont monostables et les distributeurs à double pilotage sont bistables.

a.4) Choix de la taille du distributeur

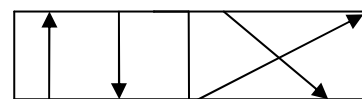
Ce choix dépend de la régularité de déplacement, la vitesse maximale et le remplissage du vérin.

La méthode simplifiée est adaptée aux applications les plus courantes, c'est-à-dire pour des cylindres inférieurs ou égaux à 10 litres, des vitesses inférieures ou égales à 0.1 m/s et un taux de charge de 0.5 ou moins. Elle consiste à choisir un distributeur dont les orifices de raccordement sont égaux ou immédiatement inférieurs à ceux du vérin à alimenter.

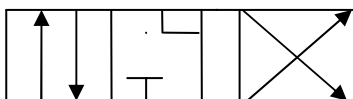
b) Représentation des voies et des orifices des distributeurs utilisé dans la chaîne



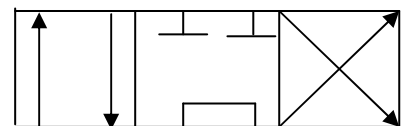
Distributeur 4/3



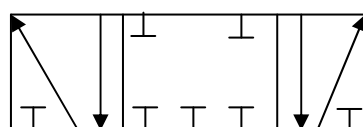
Distributeur 4/2



Distributeur 4/3 à centre
de pression ouvert



Distributeur 4/2



Distributeur 5/3 à centre fermé

VI.1.2) Les actionneurs

Un actionneur reçoit de l'énergie qui lui intervient de l'extérieur et la restitue en une action physique sur la matière d'œuvre. Selon la nature de l'énergie que l'actionneur reçoit de, il existe plusieurs types d'actionneurs. Sur cet effet Les actionneurs utilisés dans cette partie sont des actionneurs pneumatiques, notre système est équipé de plusieurs vérins et des têtes de venteuses.

a) Vérins

C'est un organe très utilisé et très utile dans l'industrie. Il transforme l'énergie de fluide sous pression en énergie mécanique. Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige : simple effet (air comprimé admis sur une seule face du piston), double effets (air comprimé admis sur les deux faces du piston).

Les vérins pneumatiques utilisent l'air comprimé, de 2 à 10 bars en usage courant. Du fait de la simplicité de mise en œuvre, ils sont très nombreux dans les systèmes automatisés de production il peuvent remplir plusieurs tâches (soulever, poser, serrer bloquer. Etc.)

Remarque : Une grande quantité de fonctions complémentaires peut leur être intégrée : amortissement de fin de course, capteurs de position, dispositifs de fin de course, dispositifs de détection, distributeurs, guidage, ...

a.1) Vérins à simple effet

Ce sont des vérins qui ne peuvent produire un effort significatif que dans un seul sens. Ils permettent soit de pousser soit de tirer une charge, exclusivement. Seules les positions extrêmes sont utilisées avec ce type de vérin.

Un vérin pneumatique à simple effet n'a qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développe un effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin. Ils sont utilisés dans des travaux simples (serrage éjection, levage...)

Les différents types de vérins simple effet sont illustrés dans la figure suivante :

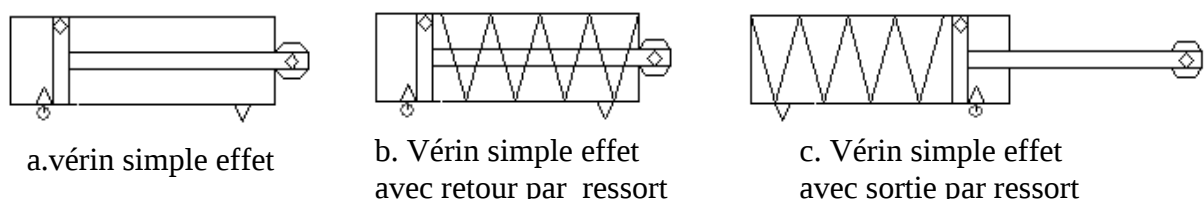


Figure I.7 : Différents types de vérins simple effet.

a.2) Vérins à double effet

Contrairement au vérin simple effet, ce type de vérin développe une force disponible à l'aller et au retour pour produire un travail. Alors la position de repos de ce vérin est obtenue par inversion d'alimentation des deux chambres. Ce type de vérin produit un effort dans le sens de sortie de tige comme il peut produire l'effort dans le sens inverse. C'est un organe très rencontré dans l'industrie. Le vérin double effet est schématisé par la figure I.8

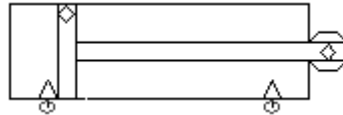


Figure I.8 : Vérin double effet

b) Ventouse pneumatique

La ventouse (figure I.9) constitue un moyen de préhension, simple et économique, auquel les automaticiens font de plus en plus appel pour les opérations de déplacement et de transfert d'objets

Avec les ventouses on peut soulever et déplacer des objets dans tous les sens. La nature de certains objets, leur poids, leur état de surface est à prendre en compte pour choisir la forme, la dimension et la matière de la ventouse ainsi que le type de générateur de vide. Notre système possède plusieurs ventouses au niveaux de palonnier c'est elles qui alimentent la presse, la perceuse ainsi que le tapis roulant. Une ventouse est constituée par une sorte de parabole présentant une jupe souple en caoutchouc. Une dépression à l'intérieur de cette parabole permet la préhension de la cuve lorsque celle-ci présente une surface lisse. La dépression dans la ventouse est créée par l'effet venturi, ceci est possible grâce à un générateur de vide.

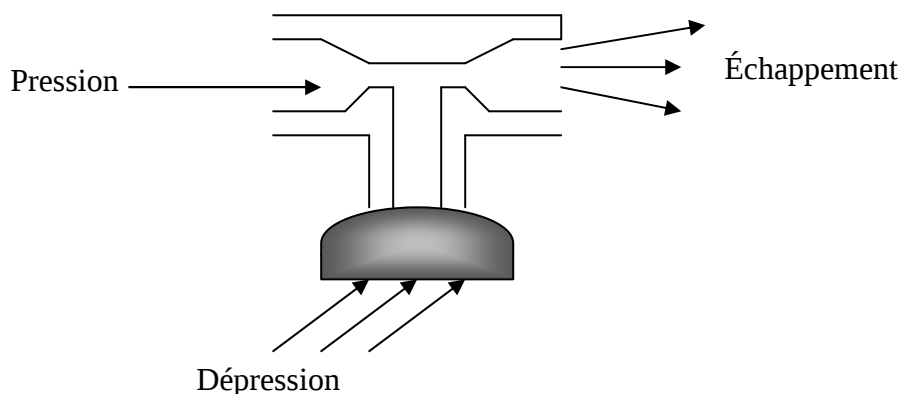


Figure I.9 : la ventouse

b.1) Principe de fonctionnement d'une ventouse

La ventouse étant plaqué sur l'objet à soulever, pour que la préhension soit possible il faut que :

- La pression intérieure soit inférieure à la pression extérieure égal généralement à la pression atmosphérique de lieu.
- La force résultante soit nettement supérieure au poids de l'objet.
- L'étanchéité entre la tête de ventouse et la surface d'appui de l'objet soit si possible parfaite.
- Que le matériau ne soit pas poreux.

b.2) Générateur de vide ou venturi

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

Comme c'est illustré en figure , un étranglement prévu à l'intérieur de l'éjecteur provoque une accélération du flux d'air (P) vers l'orifice R qui entraîne l'air ambiant de l'orifice A et provoque ainsi une dépression.

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

Remarque : On utilise souvent un silencieux avec un venturi.

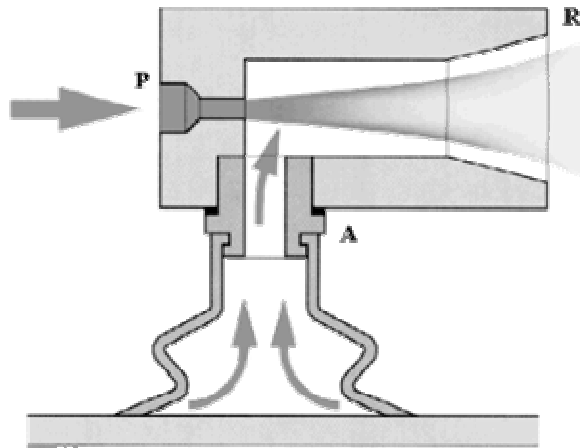


Figure I.10 : générateur de vide (venturi).

VI.2) partie hydraulique

Dans cette partie nous contenterons de faire une brève présentation des installations hydraulique de fait que le principe de fonctionnement et le concept mécanique d'une installation hydraulique est quasi identique à ceux d'une installation pneumatique.

Une installation hydraulique se compose d'un ensemble d'organe capable d'assurer un certain débit d'huile à la pression désirée. Essentiellement Cet ensemble se compose d'un réservoir d'huile alimentant une pompe entraînée par un moteur, celle-ci fournit l'huile filtrée à une pression fixée par un limiteur de pression pour servir ensuite les prés actionneurs qui commanderont à leurs tours les actionneurs.

Un entretien périodique sérieux est primordial pour assurer une meilleure fiabilité des installations.

a)Vérin

On trouve les mêmes vérins qu'en pneumatique sauf que les vérins hydrauliques sont plus robustes et la pression est plus importante que dans le cas de l'air comprimé.

b) Distributeur

Les principes utilisés sont les mêmes qu'en pneumatique ; par contre les distributeurs permettent de récupérer l'huile refoulée à la sortie des actionneurs. En général ils sont plus complexe et peuvent être pilotés électriquement ou par énergie hydraulique.

VI.3) partie électrique

Dans cette partie nous allons faire une brève présentation des différents organes électrique

VI.3.1) Actionneur électrique

En général il existe plusieurs actionneurs électriques, on peut cité les moteurs synchrones et les moteurs asynchrone à rotor bobiné en alternatif ; en continue on cite les moteurs pas a pas.

Dans l'automatisme le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie vue sa simplicité de construction, en fait il est très fiable et ne demande que peu d'entretien il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métallique pour éviter la circulation du courant de Foucault

a) Organe de commande d'un moteur électrique**Contacteurs**

Ils sont capables d'établir ou d'interrompre un courant nominal important avec une faible énergie de commande. Leur emploi dépend de la nature du récepteur contrôlé (moteur à cage ou à bague, résistance) ou des conditions dans lesquelles s'effectuent les

fermetures et ouvertures (moteur lancé, calé, en cour de démarrage ou inversion de sens de rotation ou freinage).il serve à commander les moteurs.

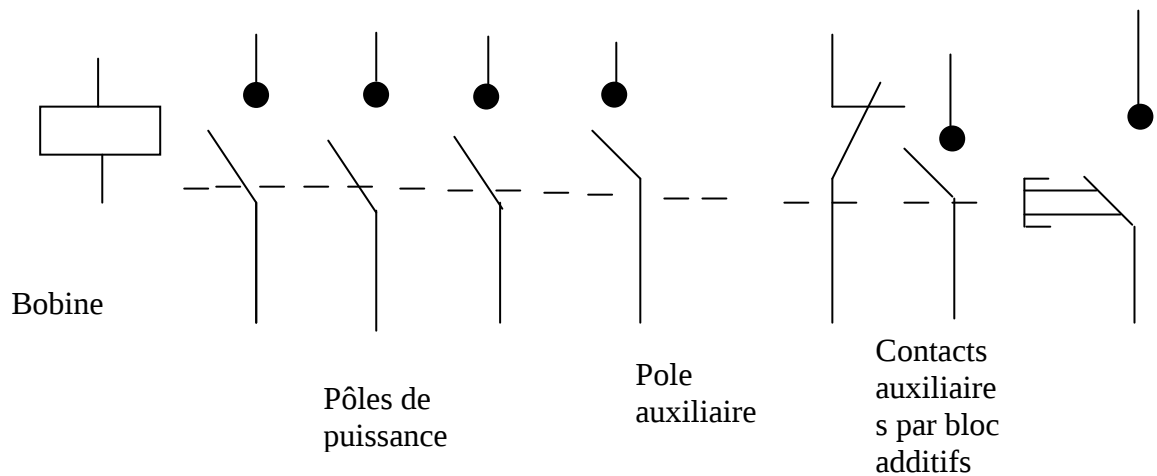


Figure I.11 : Schéma synoptique d'un contacteur

b) Organe de protection

Un moteur est un convertisseur d'énergie relié à une source considérée comme infiniment puissante qui peut fournir du courant sans limitation propre. Il faut donc le protéger, de la même façon qu'il faut protéger les utilisateurs et le réseau lui-même.

La protection du réseau contre les surintensités est assurée par des fusibles (un par phase) ou par disjoncteur. La protection des moteurs peut être assurée par relais thermiques ou par disjoncteurs magnétothermiques.

b.1) Les fusibles

Un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir par fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps suffisant, une valeur précisée.

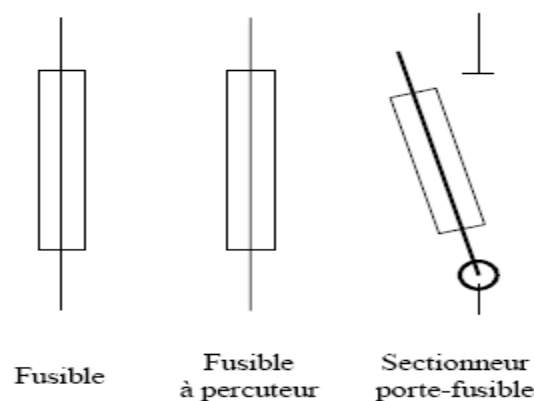


Figure I.12 : les fusibles.

b.2) Relais de protection thermique

Le relais thermique a pour rôle de détecter les surcharges et informe la partie commande grâce à des contacts à ouvertures ou fermeture. Il utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents.

Il s'incurve lorsque sa température augmente.

Pour ce bilame on utilise un alliage ferronickel

b.3) Sectionneurs

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant n'est nul ou pratiquement nul afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur.

➤ **Notre chaines est équipé de plusieurs acionneurs**

- Un vérin hydraulique principal incorporé au chassis superieur de la presse pour assurer la descente et la montée de la matrice superieur de la presse.
- Huit vérins de serrage de dechet au niveaux de la matrice superieur de presse.
- Un autre verin hydraulique pour l'avance et le retour de patin mobil.
- Un vérin pneumatique pour faire décharger le debris de bac dans le chariot.
- Quatre vérins pour l'elévateur et deux verins de serrage de plateau.
- Six vérins de serrage de cuve au niveau de porte matrice de perceuse.
- deux vérins pour effictuer l'avance et le retour de poincon.
- Quatres vérins pneumatique pour assurer la montée et la descente de blocs a ventouse et la translation retour aller de palonnier.

VI.4) Les capteurs

Les actionneurs (vérins, moteurs, etc.) de la partie opérative des système automatisés de production (SAP) sont alimentés en énergie pneumatique, hydraulique et électrique par les pré actionneurs (distributeurs, contacteurs, etc.) eux-mêmes commandé par la partie commande du SAP. Les ordres de commande sont élaborés à partir des informations fournies parles capteurs machines (capteurs fin de course, détecteurs d'objets, etc.)Et les capteurs opérateurs (bouton poussoir de départ de cycle, sélecteur des modes de marche et d'arrêt, coup de poing d'arrêt d'urgence, etc.)

IV.4.1) Définition d'un capteur

C'est un organe qui reçoit de l'information de la part de la partie opérative puis la transforme en une grandeur exploitable par la partie commande d'un SAP.

Cette information est sous forme d'une grandeur abstraite pour qu'elle soit traitable il faut la transformer en un signal électrique ou pneumatique.

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique). Les capteurs sont caractérisés par les deux critères suivants :

- En fonction de la grandeur mesurée; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.;
- En fonction du caractère de l'information délivrée; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs : les capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques

VI.4.2) classification des capteurs**a) Détecteurs de proximité**

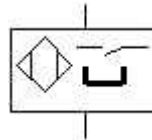
Les capteurs de proximité sont caractérisés par l'absence de liaison mécanique entre le dispositif de mesure et l'objet cible. L'interaction entre ces derniers est réalisée par l'intermédiaire d'un champ (magnétique, électrique, électromagnétique). Les capteurs de proximité sont utilisés soit en mode analogique, soit en mode binaire. Dans le premier cas, l'amplitude du signal est une fonction de la position relative de l'objet cible; tandis que dans le second cas, le signal ne peut avoir que deux niveaux (haut et bas), selon que l'objet est présent.

b) Interrupteurs à lame souple

Un interrupteur à lame souple (I.L.S.) est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible aux champs magnétiques.

Lorsque le champ est dirigé vers la face sensible du capteur le contact se ferme.

La figure suivante représente le symbole d'un ILS:



Symbole d'un interrupteur à lame souple.

La figure suivante illustre un exemple d'I.L.S. sur vérin

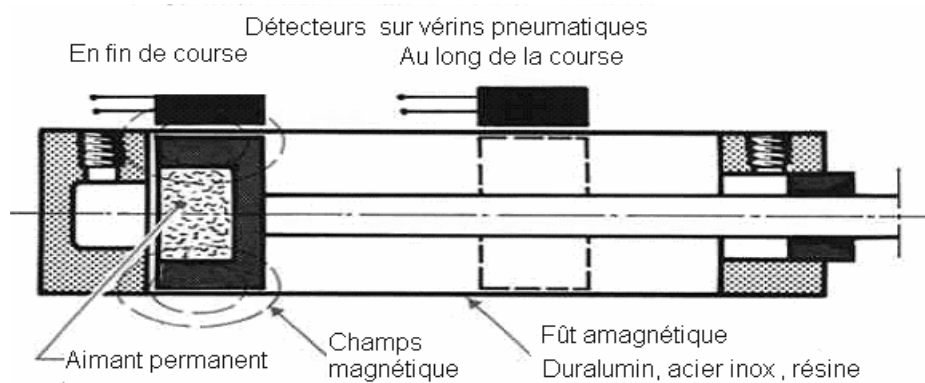


Figure I.13 : Exemple d'un ILS sur vérin.

c) Détecteurs de position

Les Figure capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction de détecter les positions. On parle aussi de détecteurs de présence.

Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et munis d'un système de commande ou tête de commande.

c.1) Principe de fonctionnement

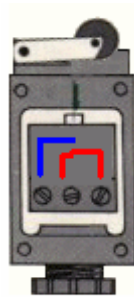
C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné il ouvre ou ferme un contact électrique.

De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne,

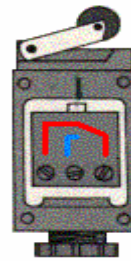
angulaire ou multi direction associée à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier ou à tige).

La tête de commande et le dispositif d'attaque sont déterminés à partir de :

- la forme de l'objet : came 30°, face plane, forme quelconque
- la trajectoire de l'objet : frontale, latérale, multidirectionnelle
- la précision de guidage.



a. Corps d'épreuve actionné



b. Corps d'épreuve au repos

Figure I.14 : Principe de fonctionnement d'un capteur de position.

d) DéTECT

Le capteur de proximité infrarouge (capteur photoélectrique) se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux, il n'exige pas un contact physique direct avec l'objet à détecter. On distingue trois cas principaux :

- **le système barrage** : ce système comporte un émetteur et un récepteur qui sont séparés. il a une portée de 30m, et ne détecte pas les objets transparents.

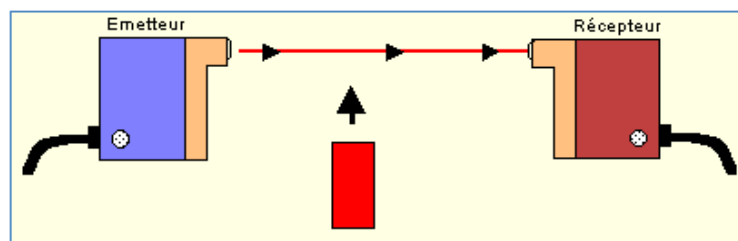


Figure I.15 : Système barrage

- **le système réflexe** : Le système réflexe ne comporte qu'un seul boîtier c'est-à-dire l'émetteur et le récepteur se trouvent dans le même boîtier. Il a une portée de 15m, et ne détecte pas les objets transparents.

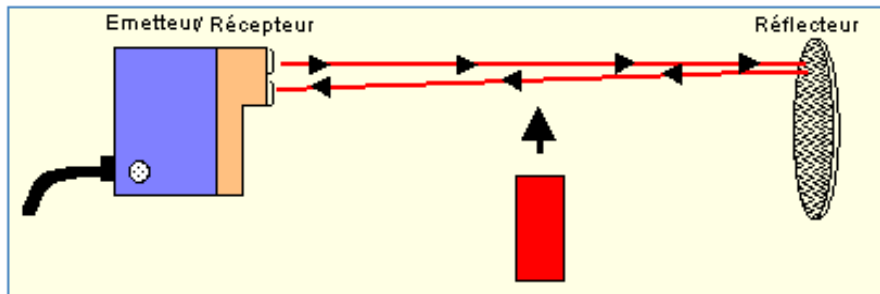


Figure I.16 : Système réflexe.

- **système proximité** : Il comporte un seul boîtier, sa portée dépend de la couleur de l'objet (clair mieux détecté) et ne détecte pas les objets transparents.

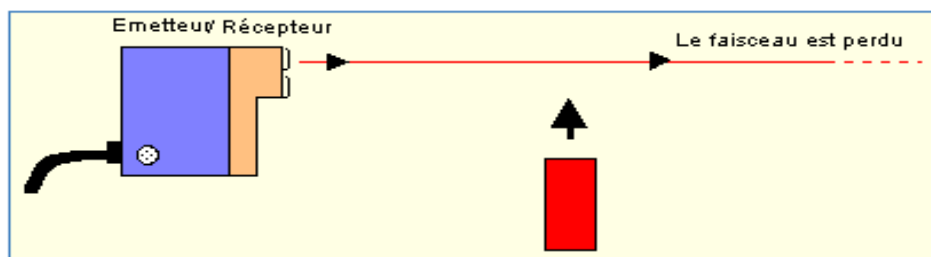


Figure I.17 : Système proximité.

L'utilisation de ces capteurs offre les avantages suivants :

- Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- Détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures.
- Détection à très grande distance.
- Sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A.

Les détecteurs de proximité photoélectriques sont utilisés pour la détection d'objets et de produits dans la manutention et le convoyage, la détection des pièces dans les

secteurs de la robotique et la détection de personnes, de véhicules ou d'animaux dans les secteurs des ascenseurs et du bâtiment

Remarque : Notre chaîne comporte deux systèmes de barrage .Un au niveau de tapis (le déchargeur) pour faire démarrer le moteur. L'autre se trouve au niveau de positionneur, son rôle est la détection de cuve.

e) Capteur de fin de course magnétique (magnéto inductif)

Le détecteur magnéto inductif se compose essentiellement d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. Le champ magnétique de l'aimant du piston fait varier le courant circulant dans l'oscillateur. Cette variation est transformée en signal de sortie de type tout ou rien (TOR) par un amplificateur.

f) Capteur magnétique sans contact

L'application la plus courante concerne la détection des fins de courses des vérins. Ils sont fixés directement sur le corps d'un vérin spécial à piston avec un élément magnétique.

g) Capteur de fin de course à contact électrique

On a quatre capteurs de ce genre ils ont comme rôle de détecter la position haut et basse des vérins vertical .l'état d'avance ou recul de vérin horizontal.

La position basse est le contact de la cuve avec les ventouses.

h) Capteurs de pression (pressostat)

Le pressostat (manostat) est un capteur de pression qui délivre un signal pneumatique, lorsqu'un seuil de pression positive par rapport à la pression atmosphérique est atteint.

i) Capteurs de temporisation (minuteries)

Les minuteries sont réglées par l'opérateur selon la durée voulue de chaque action.

Dés que l'action est activée, la minuterie se déclenche. Après écoulement d'un certain temps, les actions associées s'arrêtent.

VII) Conclusion

Nous avons fait une étude descriptives des différents postes de la chaîne de pressage, par la suite nous avons expliqué le fonctionnement de cette chaîne, ainsi la compréhension du fonctionnement automatique du processus c'est-à-dire l'interaction entre la partie commande et la partie opérative et ce dans le but de faire une modélisation de notre processus, ce qui fera l'objet du prochain chapitre.

I) Introduction

Pour pouvoir commander un système de production, on doit impérativement suivre certaines étapes qui servent de support à l'automaticien pour résoudre le problème d'automatisation posé ou imposé par le cahier des charges. Alors on doit trouver un moyen capable de décrire complètement le fonctionnement du procédé, les automaticiens utilisent plusieurs outils de description, ceux établis par les chercheurs réseaux de pétri. D'autres mis en œuvre par des industriels insistent sur la mise en œuvre (diagramme de Girard, organigramme, le Graf cet etc....

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi l'utilisation de Graf cet car c'est l'outil le plus simple qui permet de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physiques et logiques du fonctionnement, ainsi le GRAFCET a facilité considérablement le passage de description à la modélisation puis la programmation de la partie commande qui pilotera le procédé.

II) Définition

Le GRAFCET (Graf cet fonctionnel de commande Etapes transition) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. C'est un outil simple mais extrêmement puissant permettant la représentation fonctionnelle, opérationnelle et technologique de la plupart des automatismes industriels.

Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions

auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus.

L'établissement d'un Graf cet suppose la définition préalable :

- ✓ Du système à automatiser avec ses différents postes et chaque postes avec ses actionneurs, pré actionneurs, capteurs, tout ça accompagné par une description détaillée des opérations réalisées par la partie opérative appelée cahier des charges.
- ✓ De la frontière PO-PC, spécifiant la partie commande.
- ✓ Des entrées et des sorties de la partie commande.

II.1) Symbolisation du GRAFCET

Le GRAFCET correspond a une succession alternée d'étapes auxquelles sont associées les actions à effectuer, et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités qui sont l'ensemble des conditions logiques qui doivent être remplies pour que la transition puisse être franchie, permettant ainsi l'évolution d'une étape à la suivante en tenant compte de l'alternance étape- transition et transition- étape comme le montre la figure II.1

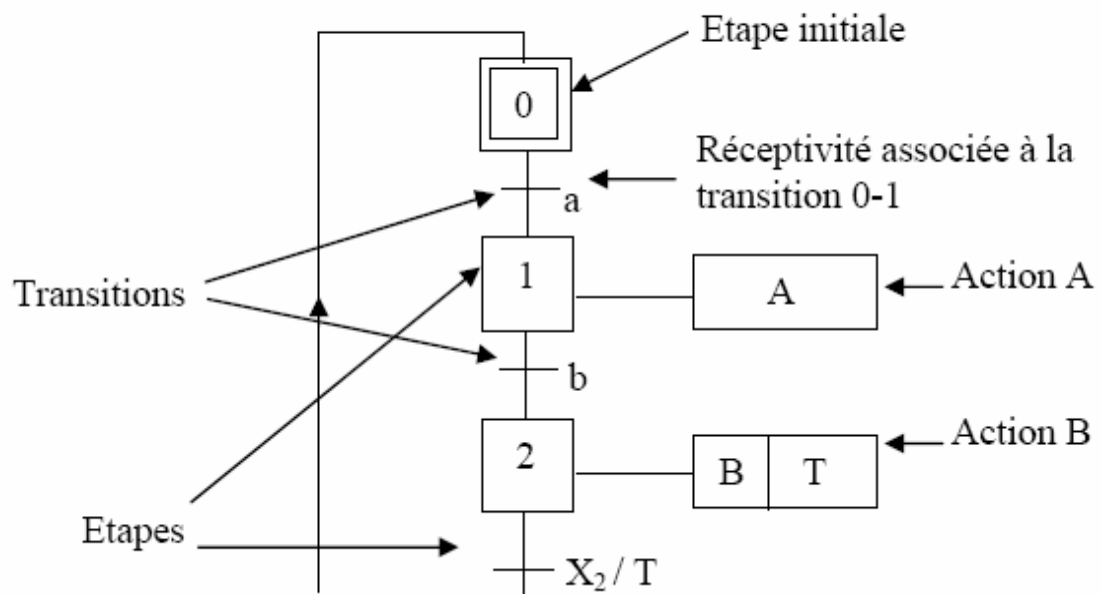


Figure II.1 : symbolisation d'un Graf cet

a) Etape

Elle symbolise un état ou une partie de l'état du système, elle caractérise un comportement invariant du système considéré.

b) transition

La transition permet de décrire l'évolution de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui va permettre, lors de son franchissement l'évolution du système.

c) Réceptivité

Une réceptivité est associée à chaque transition, c'est une condition qui détermine la possibilité ou non de l'évolution du système par cette transition. Une réceptivité s'exprime comme étant une expression booléenne ou numérique.

d) temporisation :

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, il implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce genre de réceptivité noté comme suit :

$T/X_i/q$ ou $\overline{T/X_i}/q$, où i est le numéro de l'étape comportant l'action de la temporisation, et q est la durée écoulée depuis l'activation de l'étape X_i .

II.2) Règles d'évolution

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, qui définissent les causes et les effets du franchissement des transitions.

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, elle est régie par ces 5 règles

Regle1 : situation initiale

L'étape initiale est celle qui est active au début de fonctionnement, elle caractérise le comportement initial de la partie opérative. On la représente en doublant les cotés des symboles.

Regle2 : franchissement d'une transition

La transition est soit validée, soit non validée. Elle est valide si toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées et elle sera franchissable une fois que la réceptivité associée est vraie.

Regle3 : évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

Regle4 : évolution simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Regle5 : activation et désactivation simultanées d'une même étape

Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne sera pas réinitialisé. Cette règle est prévue pour lever toute ambiguïté dans certains cas particuliers qui pourraient arriver.

II.3) Mise en équation d'un Graf cet

Soit le GRaf cet représenter dans la figure II.6.

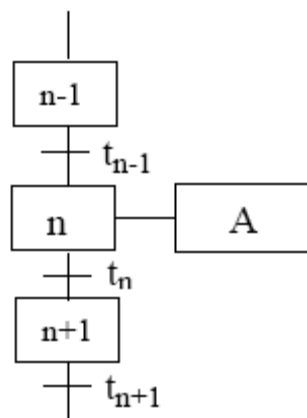


Figure II.2 : exemple de Graf cet

L'état d'une étape X_n peut être notée comme suit :

$X_n = 1$ Si l'étape n est active.

$X_n = 0$ Si l'étape n est inactive.

De plus la réceptivité qui est une variable binaire à pour valeur : $t_n = 1$ si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$ Si la réceptivité est fausse.

Soit les variables d'arrêt d'urgence Dur (**AUD**) et d'arrêt d'urgence doux (**AUd**) tel que :

AUD =1 désactivation de toutes les étapes.

Aud = 0 désactivation des actions, les étapes restent actives.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable **Init** comme suit :

Init =1 initialisation de Graf cet (mode arrêt).

Init =0 déroulement de cycle (mode marche).

La 2^{ème} et la 3^{ème} règle du GRAFCET permettent de déduire les variables qui interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces mêmes règles permettent d'écrire :

▪ Pour une étape initiale n :
$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n} + Init) * \overline{AUD}$$

$$CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + Init) * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{Init} + AUD.$$

Avec : CAX_n est la condition d'activation de l'étape n et CDX_n la condition de désactivation de l'étape n.

- Pour une étape non initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n}) * \overline{Init} * \overline{AUD}$$

$$CAX_n = X_{n-1} * t_{n-1} * \overline{Init} * \overline{AUD}.$$

$$CDX_n = X_{n+1} + Init + AUD.$$

- Pour une action :

$$A = X_n * AUD$$

II.4) Saut d'étape et reprise d'étape

II.4.1) Saut d'étape

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes en fonction des conditions d'évolution (figure II.8.1) lorsque les conditions associées à ces étapes deviennent nulles.

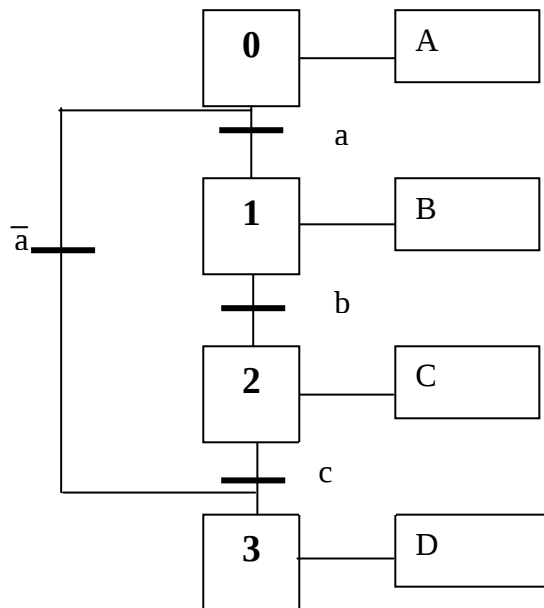


Figure II.3 .Saut d'étape

II.4.2) Reprise d'étape

Contrairement au saut d'étapes la reprise d'étapes permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue. (figureII.8.2).

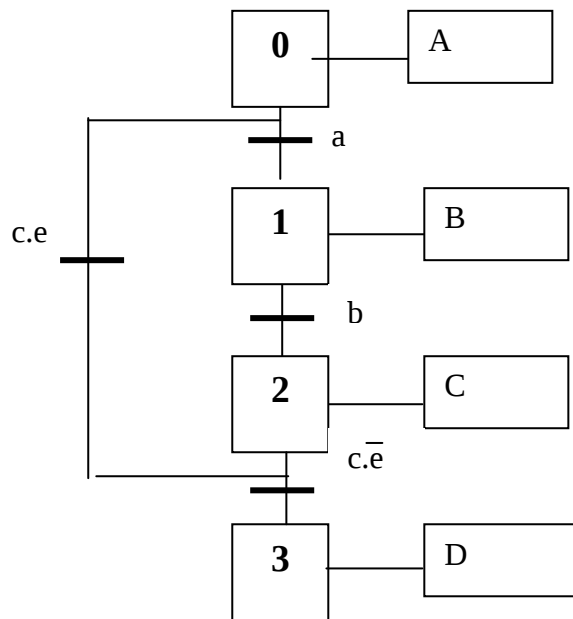


Figure II.4 Reprise de séquence

Après avoir décrit et étudié notre chaîne et avoir identifié les différentes réceptivités ainsi que les différentes actions on a modélisé notre système sous forme de Grafcet.

II.5) Niveau fonctionnel de GRAFCET

Il existe deux niveaux de GRAFCET :

II.5.1) GRAFCET niveau 1

Le GRAFCET niveau 1 permet de décrire sous forme d'actions fonctionnelles le comportement de la partie Opérative pour obtenir les actions désirées. Le système sera décrit sous forme littérale sans tenir compte de la technologie utilisée. Il est l'outil idéal pour expliquer un système à des non professionnels ou établir un cahier des charges.

II.5.2. GRAFCET niveau 2

Appeler aussi niveau de la partie opérative car le concepteur s'implique dans le fonctionnement de la partie commande et le langage est codé. Il reçoit des informations et émet des ordres, le choix technologique est pris en compte.

Ce GRAFCET met en œuvre et décrit la partie opérative et s'adresse à des spécialistes.

II.6. Règles de construction

Les étapes et transitions doivent être strictement alternées, grâce à des arcs orientés.

Les étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical.

Les arcs orientés 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.

Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée convergence « en et » (Figure II.5).

Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs allant vers ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée divergence « en et » (Figure II.6).

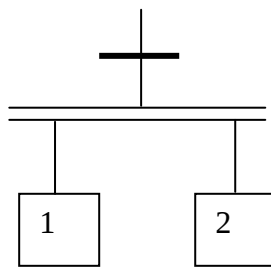


Figure II.5 : convergence (en et)

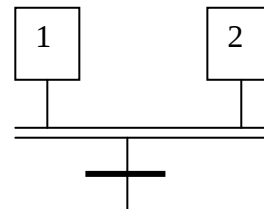


Figure II.6 : divergence (en et)

Si on a plusieurs transitions reliées à une même étape dans le sens « vers étape » (respectivement dans le sens « d'étape »), on regroupe les arcs par un simple trait horizontal et l'on parle de convergence « en ou » (Figure II.7) (respectivement divergence « en ou », (figure II.8).

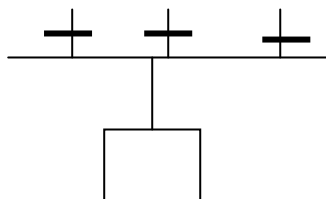


Figure II.7 : convergence (en ou)

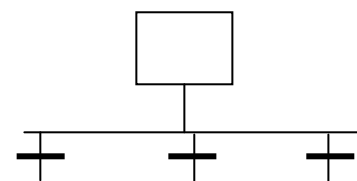


Figure II.8 : divergence (en ou)

II.7) Application du GRAFCET pour la modélisation de notre chaîne

II.7.1) GRAFCET niveau 1 de la chaîne

Dans un premier lieu nous avons modélisé notre chaîne à l'aide de Grafcet niveau 1.

I) Introduction aux automates programmables

L'automate programmable industriel est le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans le secteur de l'industrie mais aussi dans des autres services (la mécanique et automobile et dans l'agriculture.) Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité.

Avant d'énumérer les avantages des automates programmables dans la logique de commande, il faut préciser que la chaîne étudiée comme nous l'avons cité dans le chapitre précédent fonctionne à l'aide de deux séquenceurs de la firme Toshiba. Vu leur simplicité de mise en œuvre qui peut se faire par des personnels non spécialisés en automatisme (maintenance), donc la recherche des pannes est facile.

I.1) Définition

L'automate programmable est un système de commande conçu autour d'un microprocesseur, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique. Son rôle est de fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis.

À partir de ces définitions, on conclue que l'automate doit remplir :

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

L'API peut se présenter en deux types d'architecteur externe :

- Automate compact : la CPU, les modules d'entrées/sorties, alimentation, etc. sont intégrés dans un même boîtier.
- Automate modulaire : dans ce type d'automate les modules sont indépendant et montés sur le même rack et reliés entre eux par un bus.

I.2) Place de l'API dans le système automatisé de production (SAP)

I. 2.1) Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'oeuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

I.2.2) Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous :

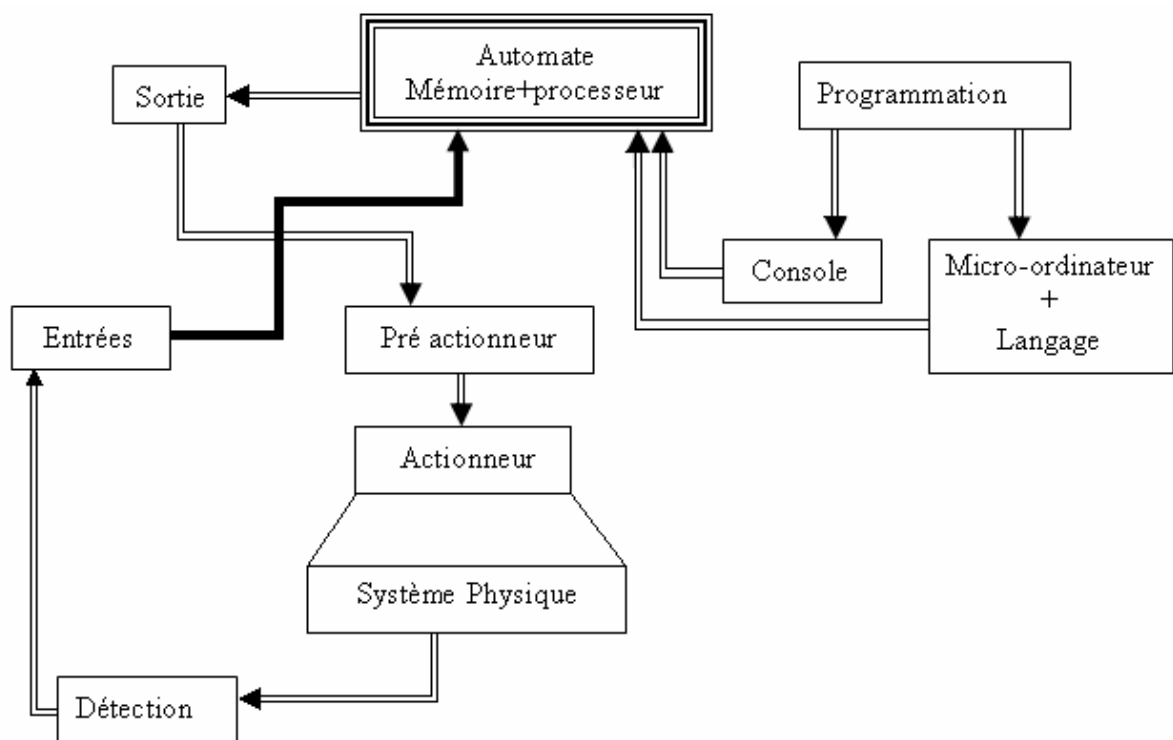


Figure III.1 : Position de l'automate dans un SAP.

I.2.3) Le rôle de l'automate dans un procédé

Le rôle de l'automate dans un système automatisé est de le commander tout en lui assurant les fonctions suivantes :

a)Acquisition de données

Elle est réalisée à partir des capteurs se trouvant sur le terrain, ces capteurs mesurent des grandeurs physiques qui servent à élaborer des commandes et délivrent des signaux transformés en signaux électriques normalisés transmis à l'automate programmable.

b) traitement de données

Les données reçues, à partir du dispositif assurant le dialogue homme machine et les capteurs sont traitées suivant un programme.

c) Dialogue homme machine

Il est assurer via les organes de dialogue (console de programmation et de réglage, clavier) pour la supervision notamment les fonctions réalisées par l'automate.

d) commande de puissance

Les prés actionneurs reçoivent à partir de l'automate les signaux de commande et les utilisent pour mettre en œuvre les actionneurs correspondants.

I.3) Choix d'un automate

Avant tout l'utilisateur doit établir le cahier de charge de son système ensuite choisira l'automate convenable et le mieux adapté pour son système et ceci en considérant certain nombre de critères dont on cite :

- Le nombre et la nature d'entrées/sorties (numériques, logiques, analogiques).
- La nature de traitement (temporisation, comptage, etc.).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La communication avec d'autres systèmes.
- Les moyens de sauvegarde du programme (disquettes, cassettes, etc.).
- La fiabilité et la robustesse.
- L'immunité aux parasites (bruit).

I.3.1) Le choix du l'automate S7-300

Après avoir établi le cahier de charge de notre chaîne, et vu le nombre d'entrée (capteurs, interrupteur, bouton poussoir, etc.)Et le nombre de sorties (actionneurs), ainsi que leurs natures (numériques, analogique, logique, etc.), le choix d'un API s'impose. Nous avons opté pour l'API S7-300qui semble être le plus performant à cette flexibilité d'autant plus qu'il répond au choix de l'entreprise (ENIEM) qui préfère de travailler avec la firme SIEMENS

d'une part et offrant plus de services (notamment le logiciel de simulation existant au niveau du département d'automatique d'autre part.

I.3.2) Constitution de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300 fabriqué par la firme SIMATIC, cette famille est le système d'automatisation standard pour la commande des machines et divers équipement

Comme les autres automates le S7-300 est configurable selon les besoins de l'utilisateur, nous représentant dans cette figure les différents constituant de cette automate.

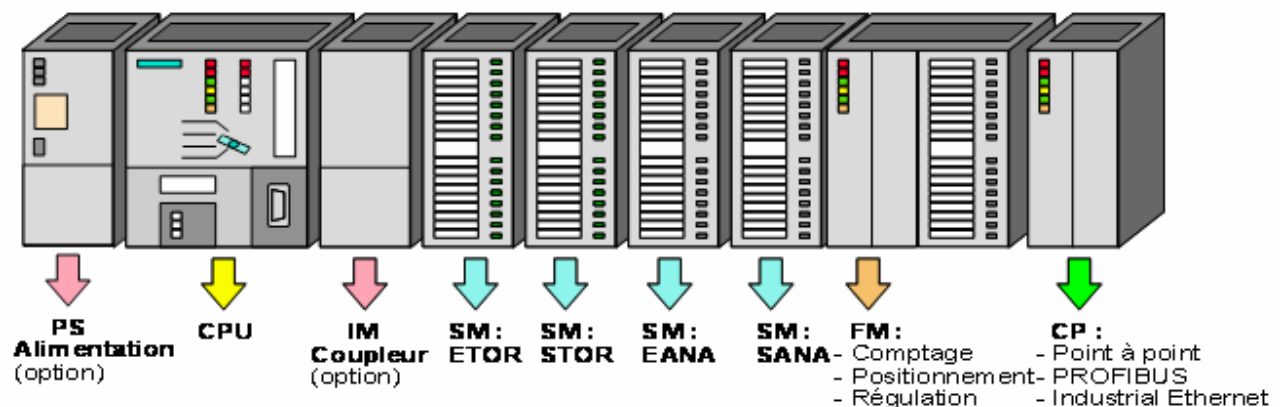


Figure III.2: Automate programmable S7-300

Le S7-300 est un mini automate, il dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés à volonté pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée, cette gamme de module est représenté comme suit :

- Module d'alimentation PS 2A ,5A, 10A.
- Unité centrale CPU 314.
- module de signaux SM pour entrées et sorties TOR et analogique.
- Le module d'extension IM pour configuration multi rangé du S7- 300.
- Module de fonction FM pour fonction spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone.
- Processus de communication CP pour la connexion au réseau.

I.3.2.1) Unité Central (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate car elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties. Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

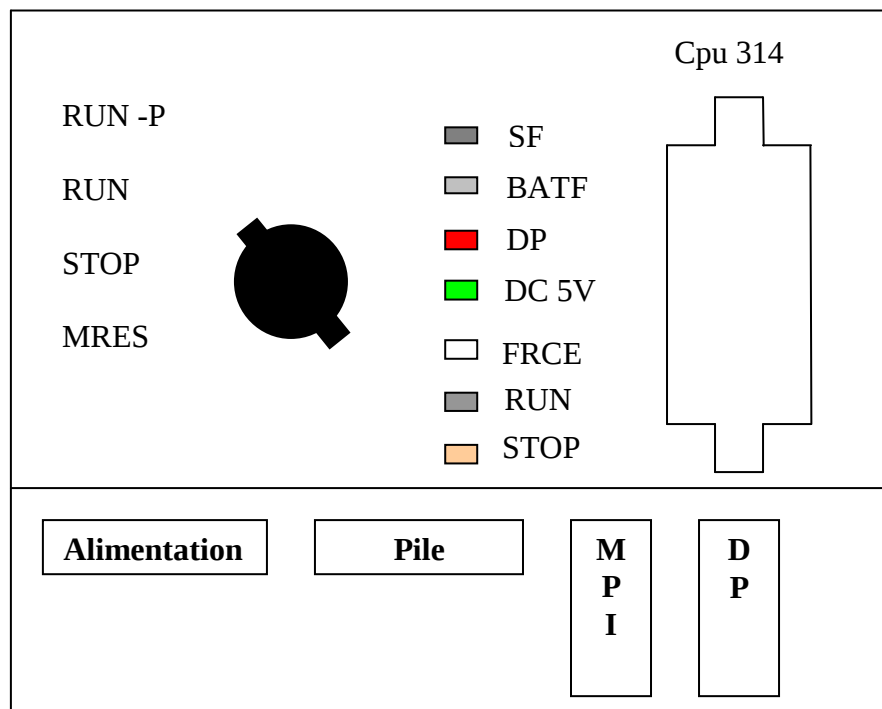


Figure III.3 : Boîtier compact de la CPU.

Comme le montre la figure La CPU est constituée de

- Interface (MPI)

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil.

- Commutateur de mode de fonctionnement

Le commutateur de mode de fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement. Chaque position de commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :

-RUN-P : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.

-RUN : exécution de programme, accès en lecture seule avec la PG.

- STOP : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
- MRES : position dans laquelle un effacement général de la CPU peut être effectué.

- Signalisation des états

Certains états de l'automate sont signalés par des LED sur la face avant de la CPU tel que :

- SF : signalisation groupée des défauts, défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
- BATF : défaut de pile, pile à plat ou absente.
- DC5v : signalisation de tension d'alimentation 5v, allumé : les 5v sont présentes, clignote : surcharge courant
- FCRE : forçage signalisation q' au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
- RUN clignotement de la mise en route de la CPU, allumage continu en mode RUN.
- STOP : allumage continu au mode STOP, clignotement long lorsqu'un effacement général est requis, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

- La carte mémoire

Une carte mémoire peut être montée à la CPU, elle conserve le contenu de programme en cas de coupure de courant, même à l'absence de la pile.

- La pile

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

- interface DP

C'est une interface de raccordement d'une périphérie décentralisée directement à la CPU.

I.3.2.2) Module d'alimentation (PS)

Le S7- 300 sur lequel nous travaillons nécessite une tension d'alimentation de 24v cc. Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur 120/230Vca en tension de 24Vcc.

Les modules d'alimentation PS 307 conviennent à l'alimentation des circuits internes des automates S7- 300 de même qu'à l'alimentation des circuits des capteurs et actionneurs.

La face avant du module comporte :

- Un témoin pour la tension de sortie : LED signale la présence de la tension 24Vcc.
- Un interrupteur marche/arrêt pour 24Vcc.
- Un sélecteur de tension secteur.

I.3.2.3) Modules de signaux

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

I.3.2.4) Coupleur (IM)

Si l'utilisation du S7- 300 à besoin de plus de huit modules de signaux de communication pour réaliser une application d'automatisation. Il est possible de faire une extension de la configuration du S7-300 en utilisant un châssis de base et trois châssis d'extension au maximum, chaque châssis peut recevoir huit modules.

La liaison entre les châssis est réalisée à l'aide de coupleur, qui permet de configurer

Le S7-300 sur plusieurs rangées.

Il existe deux types de coupleurs :

- IM 365 : il réalise le couplage entre le châssis de base et un châssis d'extension.
- IM 360/361 : il réalise le couplage entre le châssis de base et un maximum de trois châssis d'extension.

I.3.2.5) Modules de fonctions (FM)

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

I.3.2.6) Modules de communication (CP)

Les modules de communication permettent d'établir les liaisons homme- machine ou machine-machine à l'aide des interfaces de communications :

- Point au point.
- Profibus.
- Industriel Ethernet.

I.3.2.7) Le châssis (rack)

Les châssis constituent les éléments mécaniques de base du SIMATIC S7-300. Ils remplissent les fonctions suivantes :

- ✓ Assemblage mécanique des modules.
- ✓ Distribution de la tension d'alimentation des modules.
- ✓ Acheminement du bus de font de panier aux différents modules.

Les différents châssis (UR1, UR2...) sont disponibles pour la configuration d'appareilles de base et d'appareilles d'extension.

Tous les châssis se composent des éléments suivants :

- ✓ Profilé support.
- ✓ Bus de fond de panier avec connecteur.
- ✓ Connexion pour le conducteur de protection.

I.4) La console de programmation PG ou PC SIMATIC

Les consoles de programmations SIMATIC sont des outils qui permettent :

- D'écrire le programme, le compiler et de transférer à l'automate.
- D'exécuter le programme pas à pas et de le visualiser.
- De forcer ou de modifier les données telles que les entrées, les sorties, les temporisations et les compteurs.



Figure III.4 : console de programmation.

II) Programmation de l'automate S7-300

Cette partie est consacrée à la présentation du logiciel STEP 7 qui nous servira à programmer l'automate S7-300 qui commandera par la suite notre chaîne. La programmation de l'automate S7-300 se fait par la console de programmation ou par le PC et sous l'environnement WINDOWS. Dans cette partie nous allons essayer de présenter les aspects les plus importants de STEP 7, notamment ses fonctionnalités et les opérations de base qu'il offre.

II.1) Le langage de programmation STEP 7

STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC S7. STEP 7 est un logiciel orienté objet qui s'exécute sous le système d'exploitation Windows 95 et versions ultérieures. Il assiste le développeur dans toutes les phases de création d'une solution d'automatisation comme :

- La création et la gestion du projet.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création du programme utilisateur structuré.
- Le changement de programme dans le système cible S7.
- Le teste de programme utilisateur.
- Le diagnostic lors de perturbation.

II.1.1) Création de projet

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés.

La création du projet se fait comme suit :

1. Double- clique sur l'icône **SIMATIC Manager** sur le bureau Windows .Le lancement de STEP 7 fait ouvrir le gestionnaire de projets SIMATIC Manager.



- La fenêtre illustrée en figure apparaît, elle permet la création d'un nouveau projet



Figure III.5 : Assistant de STEP 7 'nouveau projet'.

- En cliquant sur l'icône suivant, la fenêtre suivante apparaît, elle nous permet de choisir la CPU.
- Pour notre projet nous avons choisi la CPU 314.

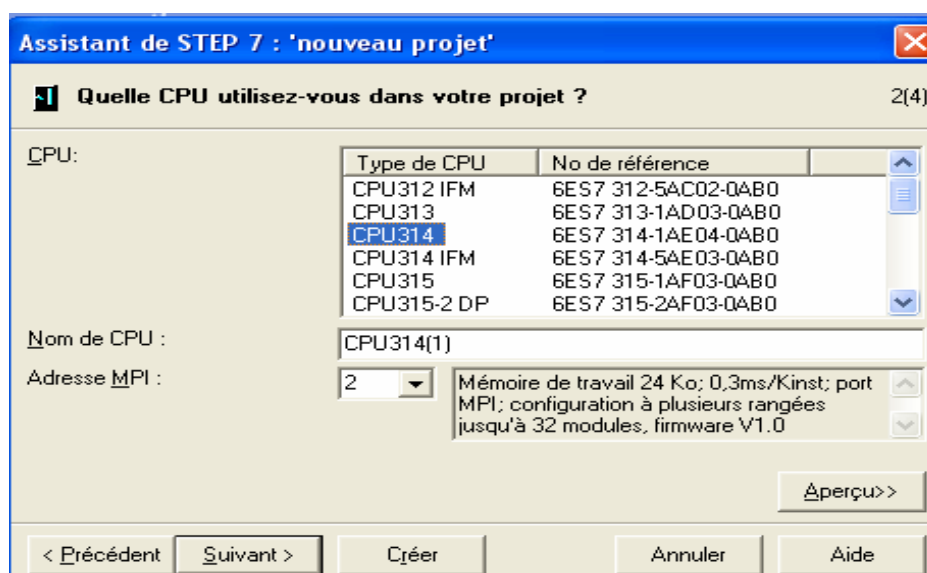


Figure III.6 : Fenêtre de choix de la CPU

- Après validation de la CPU, la fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs à insérer, et choisir le langage de programmation (LIST, CONT, LOG).

- Pour notre projet nous avons choisi l'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact

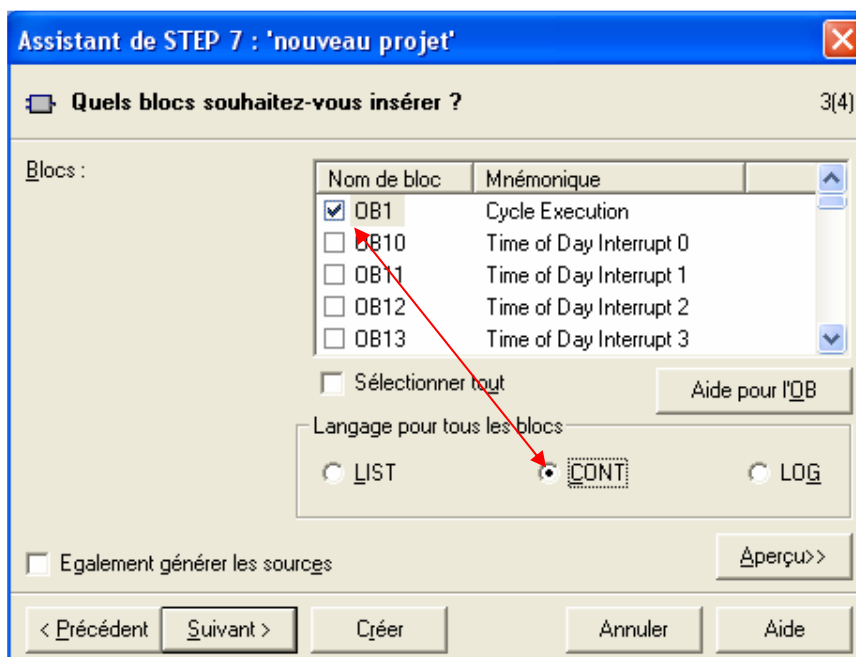


Figure III.7: choix des Blocs à utilisés et de langage.

4. En cliquant sur suivant, la création de projet apparaît pour le nommer.

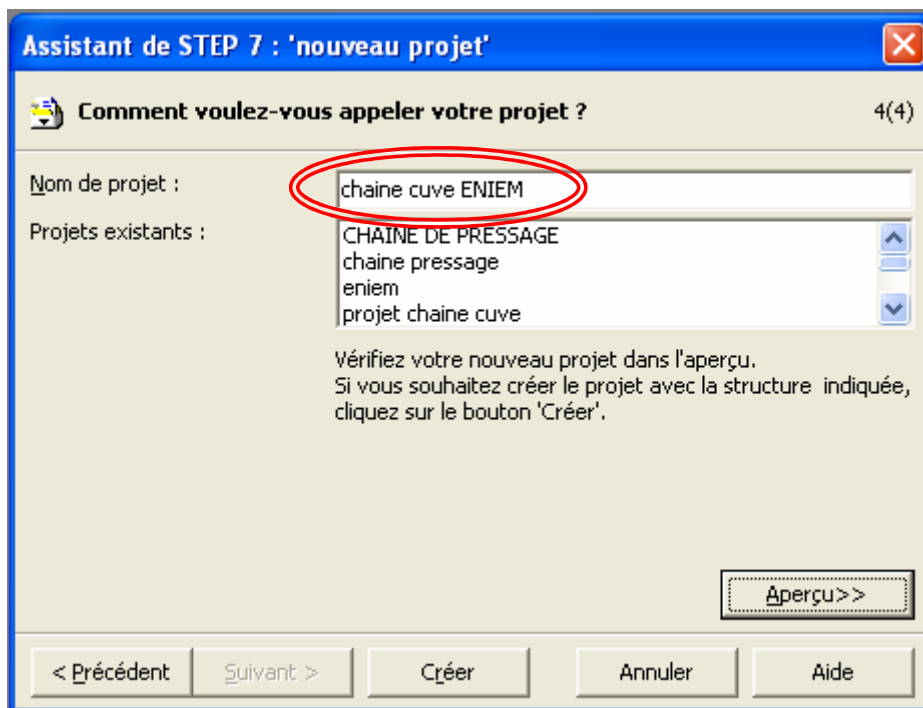
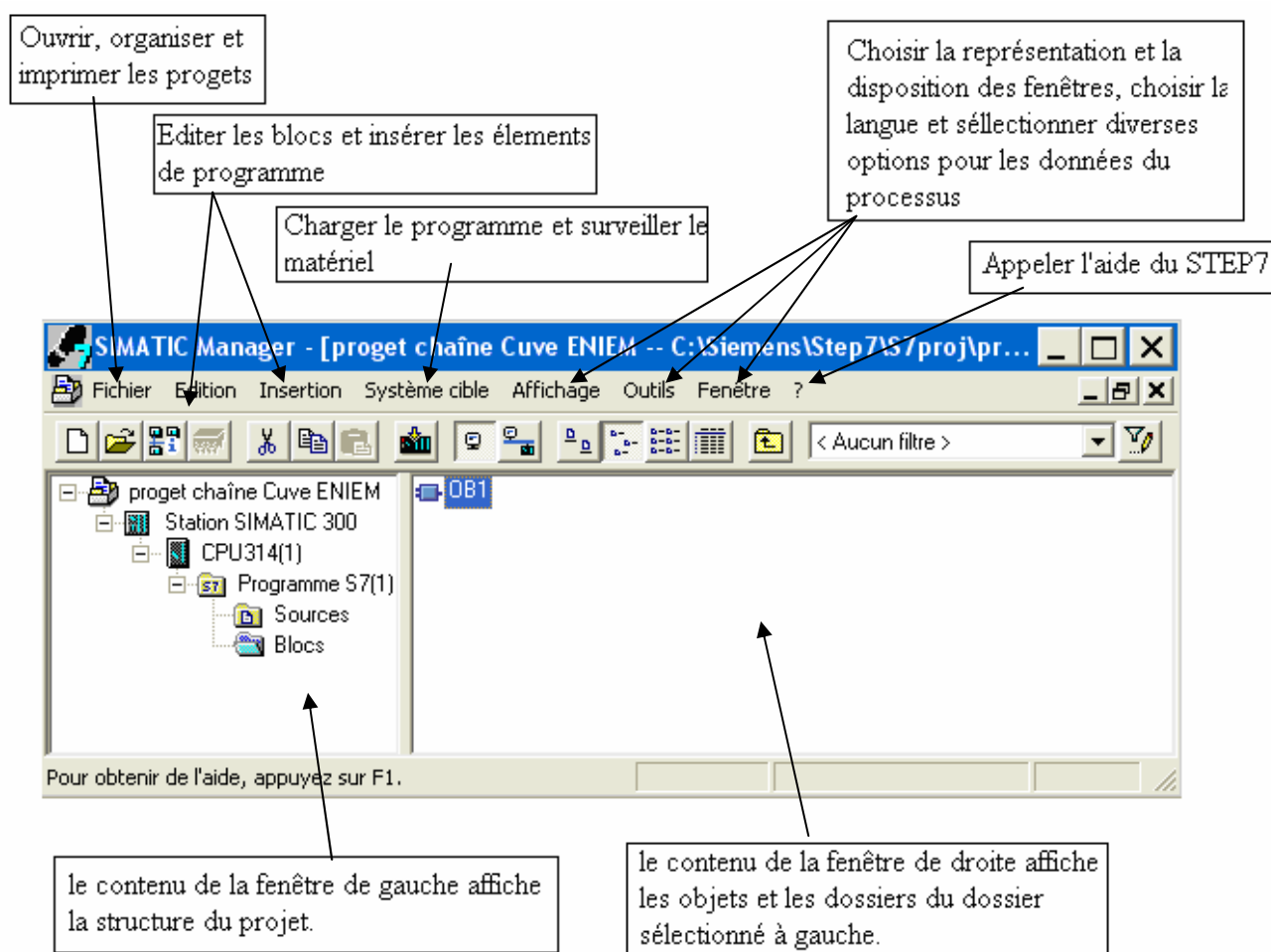


Figure III.8 : nomination du projet.

5. On clique sur créer, la fenêtre suivante apparaît.



FigureIII.9 : vue des composants d'un projet S7.

II.1.2) Création de la table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et à se retrouver facilement dans le cas de grands nombres de variables. Une mnémonique peut remplacer par exemple une variable, un type de données, un repère de saut, ou un bloc dans la programmation.

L'éditeur de mnémonique permet de gérer toutes les variables globales. Il dispose des fonctions d'adressage symbolique et commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), mémentos et blocs.

II.1.3) Configuration et paramétrage du matériel

La configuration de l'automate et le paramétrage des modules utilisés sont indispensables dans la création d'un projet, pour ça on suit les étapes suivantes :

Après avoir créé une station (SIMATIC 300) sous un projet on l'ouvre et avec un double-clic sur l'icône matériel, la fenêtre " HW Config" s'apparaître comme le montre la figure

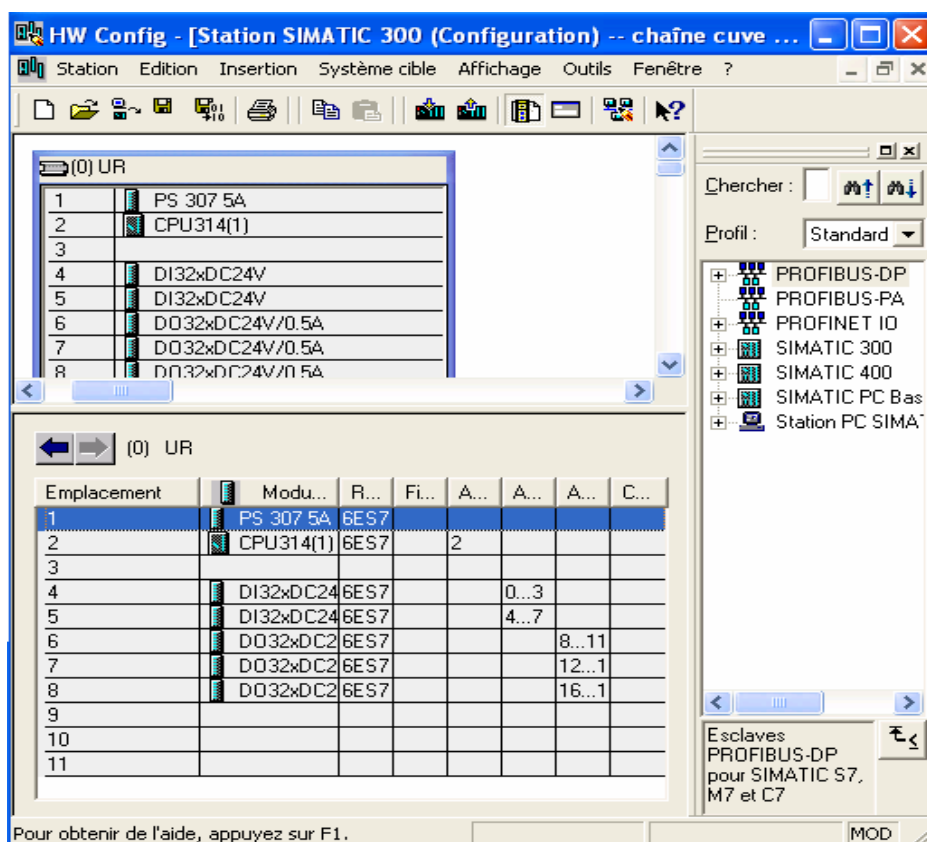


Figure III.10 : Configuration matérielle de notre automate

- On sélectionne un composant matériel dans la fenêtre "Catalogue du matériel", puis on amène le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser lâcher.
- La figure suivante illustre les manipulations de base :

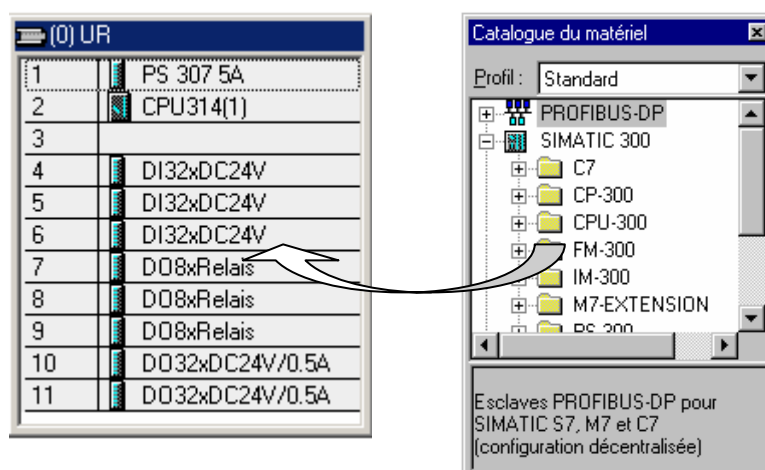


Figure III.11: manipulation de base pour une configuration de matérielle.

II.1.3.1) Caractéristique de notre configuration matérielle

Le choix des modules est fait selon les caractéristiques et la nature de nos entrées/sorties :

- **Unité centrale** : CPU314

Mémoire de travail 24 Ko; 0,3ms/kinst; port MPI; configuration à plusieurs rangées jusqu'à 32 modules,

- **Alimentation** : PS307 5A

Alimentation externe 120/230 V c.a.:24 V c.c. /5 A.

N° de référence : 6ES7 307-1EA00-0AA0.

- **Modules d'entrées** :

Module 1 : de 32 entrées TOR, 24V, par groupes de 32; également vendu comme module SIPLUS sous le numéro de référence 6AG1 321-1BL00-2AA0

N°de référence : 6ES7 321-1BL00-0AA0.

Module 2 : de 32 entrées TOR, 24 V, par groupes de 32, conditions climatiques élargies

N° de référence : 6ES7 321-1BL80-0AA0

- **Modules de sorties** :

3 Modules: de 32 sorties TOR 24V/0.5A, par groupes de 8; également vendu comme module SIPLUS sous le numéro de référence 6AG1 322-1BL00-2AA0

N° de référence : 6es7 322-1BL00-0AA0.

II.2. Création du programme utilisateur

Le programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement de signaux de commande d'une installation ou d'un processus.

Il est affecté à un module programmable (CPU, FM par exemple) et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs.

Un programme utilisateur devra être exécuté dans une CPU S7 est essentiellement constitué de blocs.

Le programme utilisateur contient aussi des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou à la mise en réseau du système. En fonction de l'application, on peut donc créer, dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- Blocs d'organisation (OB).
- Blocs fonctionnels (FB).
- Blocs de données (DB).
- Fonctions (FC).

Des blocs souvent utilisés relevant du système tels que les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions système (SFC) sont intégrés au logiciel.

Le logiciel de base STEP 7 comprend un éditeur destiné à la programmation de blocs.

C'est un éditeur incrémental, c'est – à – dire qu'il procède à une vérification de la syntaxe après chaque entrée effectuée.

Les erreurs de syntaxe sont affichées en rouge et les opérations illicites sont immédiatement refusées.

II.2.1) Les blocs utilisateurs

II.2.1.1) Bloc d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur. Ces blocs OB ne peuvent être appelés que par le système selon leurs priorités. Cela revient à dire que l'exécution d'un **OB** peut être interrompue par l'appel d'un autre **OB** prioritaire. Le bloc **OB1** est un exemple de bloc d'organisation pour le traitement de programme cyclique, il est appelé cycliquement par le système d'exploitation et déclenche ainsi le traitement du programme utilisateur.

II.2.1.2) Blocs de données (DB)

Les blocs de données sont destinés au stockage des données nécessaires au traitement du programme. On distingue deux types de blocs de données :

- Blocs d'instances.
- Blocs de données globaux.

II.2.1.3) Blocs fonctionnels (FB)

C'est un bloc programmable, il contient un programme qui est exécuté, lorsque ce bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonctions complexes, comme la commande de moteur (accélération).

Un bloc de données d'instance est associé à chaque FB qui constitue la mémoire, les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données locales.

II.2.1.4) Les fonctions (FC)

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur du programme d'utilisateur utilise, elles ne possèdent pas de mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées

dans la pile des données locales, ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données. Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code peut être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exp. Fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

II.2.2) Blocs système

Sont appelés par le programme utilisateur en cas de besoin.

II.2.2.1) Blocs fonctionnels (SFB)

Sont des blocs intégrés à la CPU S7, possédant les mêmes propriétés que (FB).ils ont pour rôle la régulation, et le comptage.

II.2.2.2) Fonctions système (SFC)

Sont des fonctions programmées, intégrées dans la CPU S7, possèdent les mêmes propriétés que les fonctions (FC). Elles ont pour rôle :

- Contrôler le programme utilisateur.
- La gestion d'horloge.
- Transférer l'enregistrement.
- La gestion des événements d'erreurs synchrones et asynchrones.
- L'adressage de modules.

II.2.2.3) Blocs de données système

Ces blocs sont générés par les applications spécifiques lors de la configuration matérielle, ils servent à stocker les adresses ou les paramètres des modules.

Les blocs ci-dessous ne représentent aucune différence en ce qui concerne leurs programmation, ils peuvent être programmés aux choix avec les modes de représentation (Cont., Log, et List).

II.3) Structure du programme utilisateur

La programmation peut être linéaire ou structurée en fonction de la nature de la tâche d'automatisation.

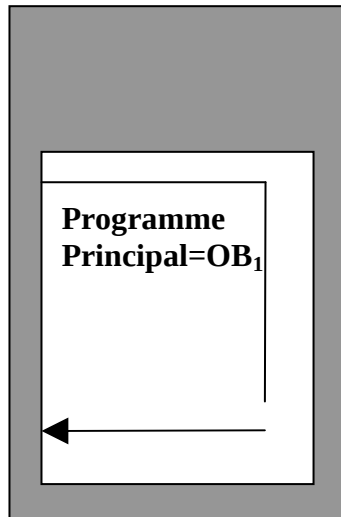
II.3.1) Programmation linéaire

Utilisée pour la résolution des tâches d'automatisation simple. Les différentes instructions sont programmées dans le bloc d'organisation.

II.3.2) Programmation structurée

Utilisée pour la résolution des tâches complexes, en subdivisant l'ensemble du programme en blocs qui sont affectés à des tâches ; il s'agit des blocs du programme. (Figure III.12).

Programmation linéaire



Programmation structurée

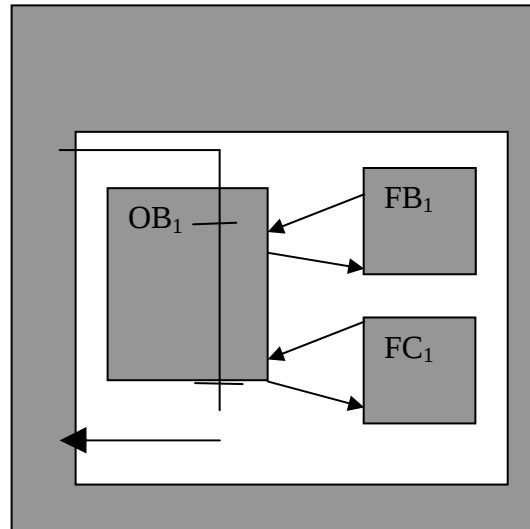


Figure III.12 : Programmation linéaire et structurée

➤ Notre structure de programmation

Nous avons subdiviser notre système en différentes tâches et les parties de programme correspondant à ces différentes tâches sont structuré, comme c'est illustré en figure IV.8 L'OB1 est la structure importante du programme, il constitue l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation, c'est à dire que la CPU exécute uniquement l'instruction qui se trouve sur ce bloc. Nous avons choisi d'utiliser les fonctions FC qui contrairement au bloc fonctionnel ne possède pas de zone mémoire, les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Une fois tout les FC sont programmés, on les insère dans le bloc d'organisation OB1 pour la phase de simulation.

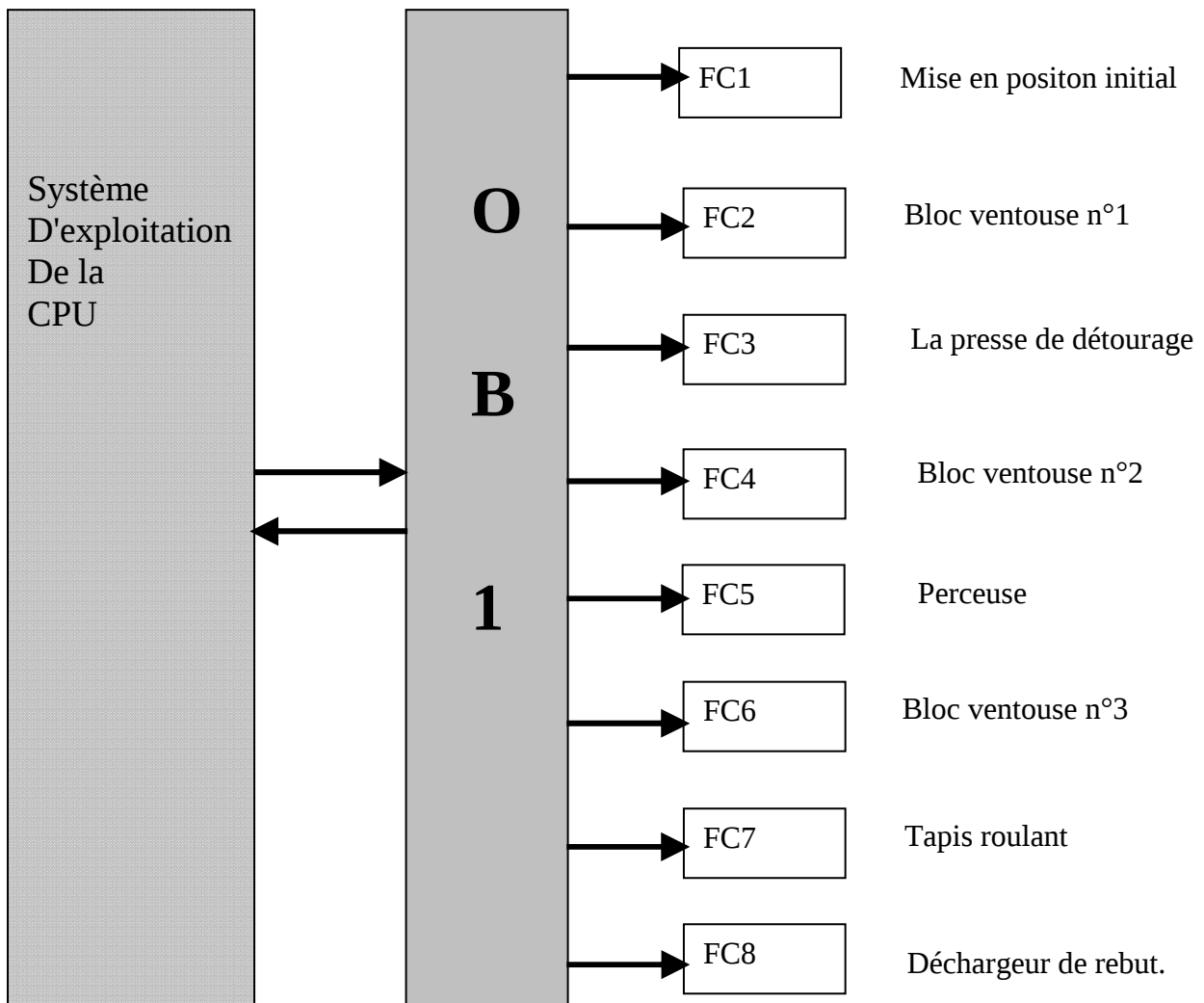


Figure III.13 : Structure hiérarchique du programme

III) simulation et validation avec PLCSIM

III.1) Introduction

Après avoir programmer notre station, on arrive à l'étape décisive du travail effectué, cette étape consiste à valider le programme de commande de notre chaîne par simulation et vérification de leur bon fonctionnement.

Pour cela on utilise le logiciel S7-PLSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7. Pour l'installer il faut d'abords installés le STEP 7.

III.2) Présentation du S7-PLCSIM

L'utilisation du simulateur de modules physiques S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate de simulation que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7.

Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les déférents paramètres utilisés par le programme (comme activer ou désactiver des entrées.). Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, le test de bloc afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties.

III.3) Mise en route du logiciel S7-PLSCIM

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

1. Ouvrir le gestionnaire de projet SIMATIC.
2. Cliquez sur  ou sélectionnez la commande Outils > simulation de modules.

Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU (figureIII.14):

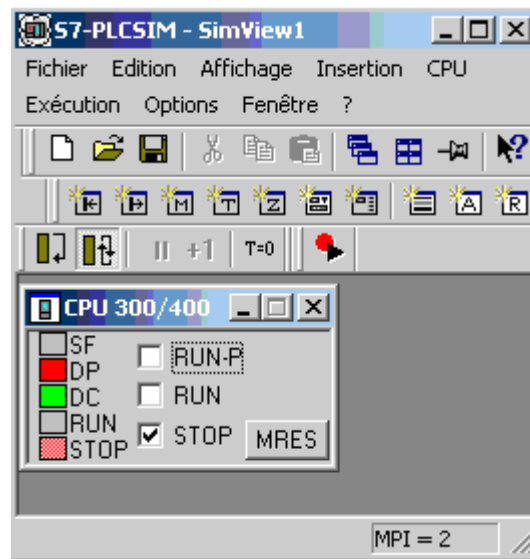


Figure III.14: fenêtre du S7-PLCSIM

3. Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, chercher le projet- exemple projet chaîne Cuve ENIEM.
4. Dans le projet exemple « projet chaîne Cuve ENIEM », chercher le dossier Blocs.
5. Dans le gestionnaire de projet SIMATIC, cliquez sur  ou choisir la commande Système cible> charger pour charger le dossier blocs dans l'API de simulation.
6. Dans l'application S7-PLCSIM, on crée de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'API de simulation :

- ✓ Cliquez sur  ou choisissez la commande Insertion > Entrée pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des entrées (zone E). Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut EB0. Mais on peut modifier l'adresse (EB1, EB2...).
- ✓ Cliquez sur  ou choisissez la commande Insertion > Sortie pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des sorties (zone A). Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut AB0. Mais on peut modifier l'adresse (AB1, AB2...).
- ✓ Cliquez sur  ou choisissez la commande Insertion > Temporisation pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer les temporisations utilisées par le programme. Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut T 0.

7. Choisir le menu CPU dans la fenêtre du S7-PLCSIM et vérifier que la commande Mettre sous tension est activée (Figure III.15).

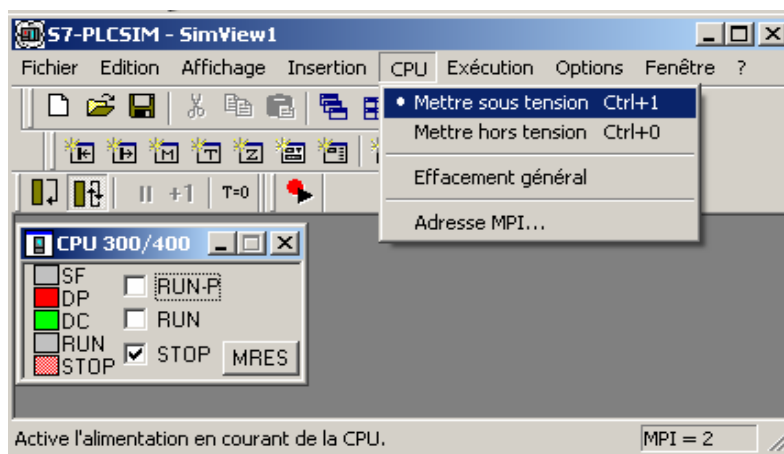


Figure III.15 : Mise sous tension de la CPU

8. Choisir la commande Exécution> Mode d'exécution et vérifier que la commande cycle continu est activée. (figure III.16).

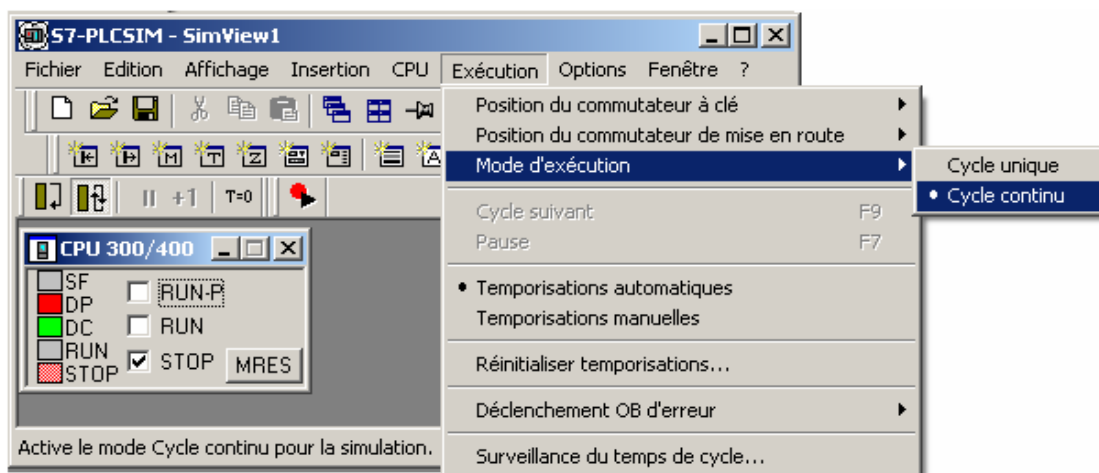


Figure III.16 : Choix du cycle continu

Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P (figure III.17)

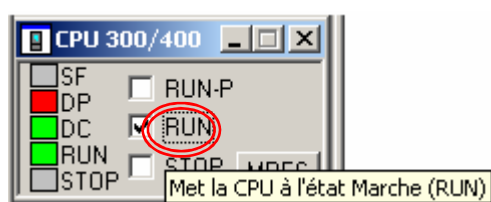


Figure III.17 : Mise en marche de la CPU

Pour sauvegarder la version actuelle de la simulation d'API, cliquez sur  ou choisissez la commande Fichier > Enregistrer CPU.

Une fois toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, nous activons les entrées voulues pour lire l'état des sorties. (Figure III.17)

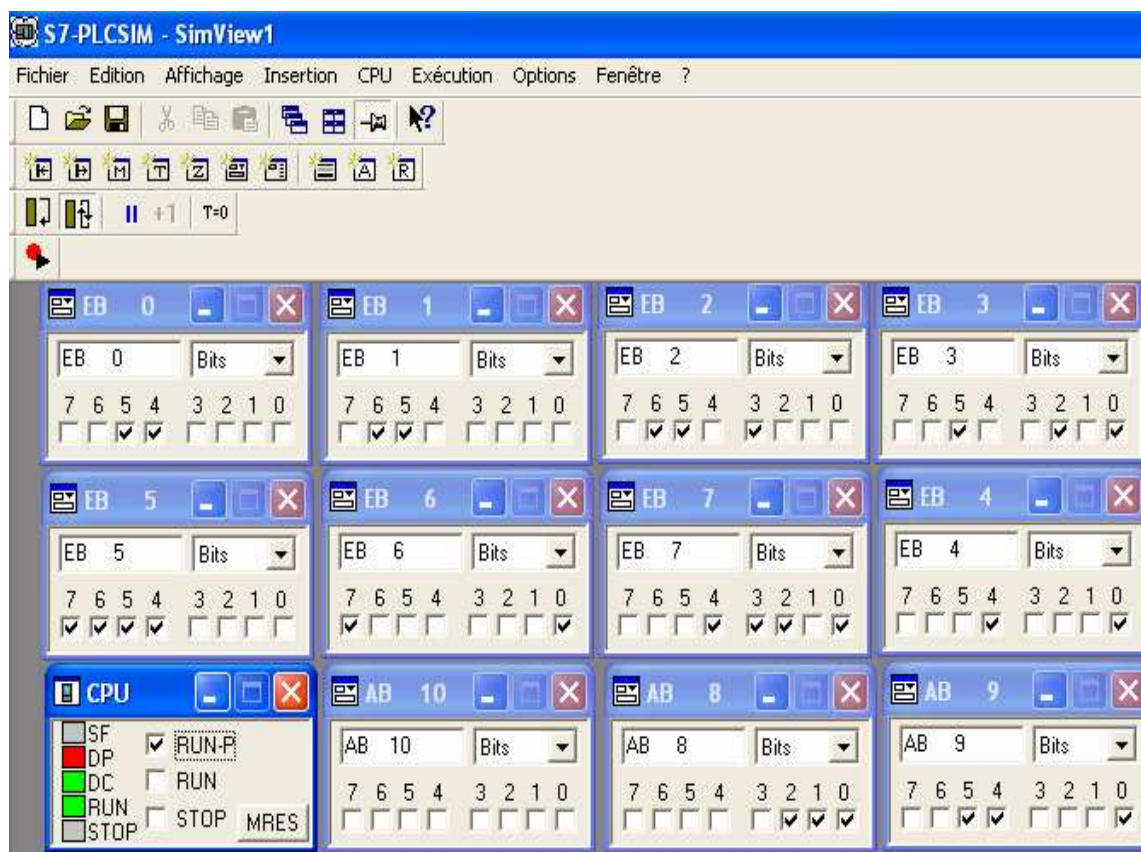


Figure III.18 : Simulateur S7-PLCSIM

III.4) Visualisation de l'état du programme

Après avoir effectué le chargement du programme dans la CPU du simulateur et avoir mis la CPU en mode « RUN », le STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme soit en clique sur l'icône  ou bien on sélectionne la commande Test > Visualiser

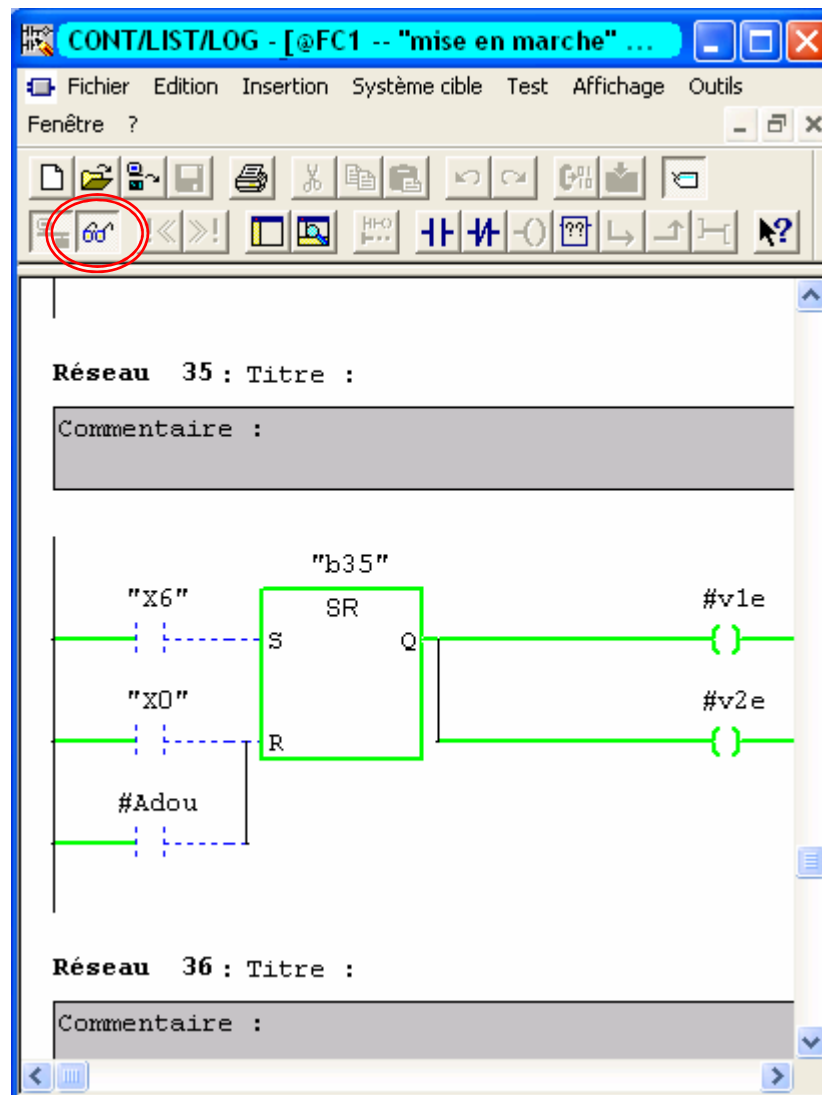


Figure III.19 : Visualisation de l'état du programme

III.5) Simulation de programme de la chaîne de pressage des cuves intérieures de réfrigérateurs

Pour la simulation de programme on suit les deux étapes suivantes :

- Etape 1 : simulation du programme par bloc, c'est-à-dire charger chaque FC (FC1....FC8) tout seul puis effectuer la simulation.
- Etape 2 : simulation du cycle complet, c'est-à-dire charger tous les blocs FC (FC1...FC8) puis effectuer la simulation du cycle.

Exemple

L'exemple suivant (figure III.20) montre la simulation du programme qui commande le bloc de ventouses n°1 de notre chaîne avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

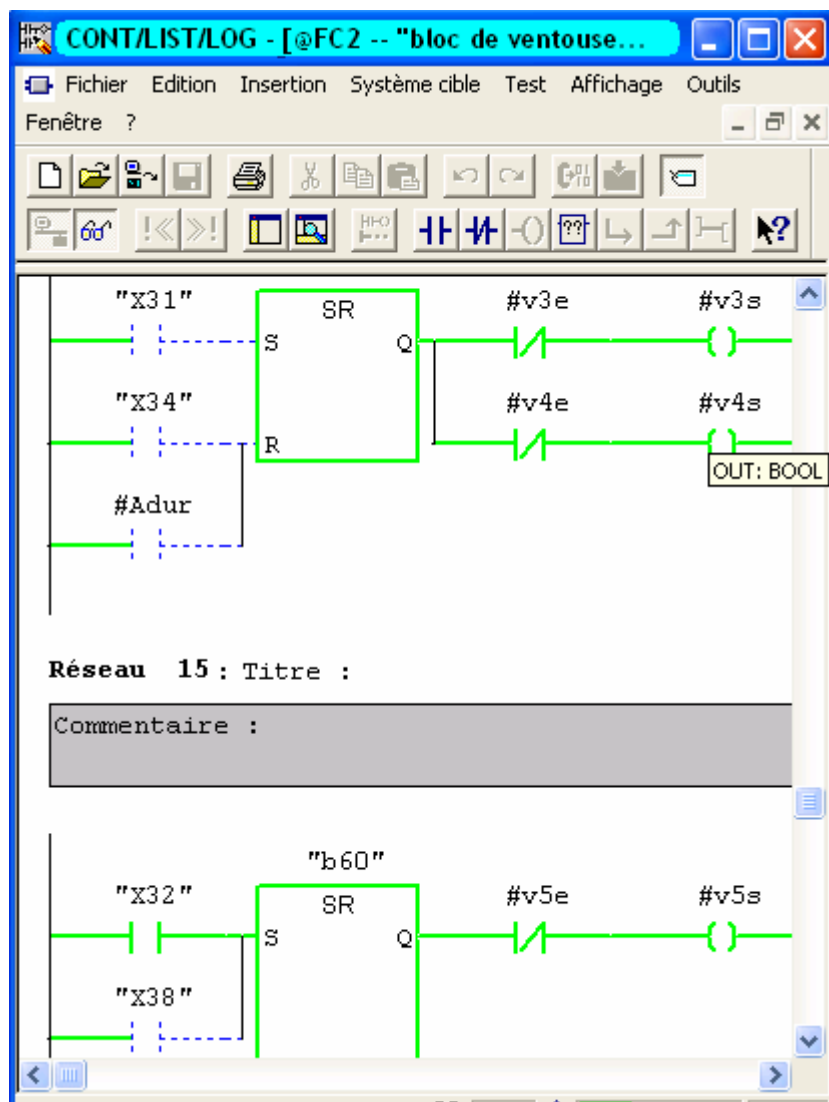


Figure III.20 : Exemple de simulation de bloc de ventouse N°1

A cet état la cuve est positionné (les deux vérins V3 et V4 sont en fin d'avance), le bloc ventouse n°1 descend pour aspirer la cuve au niveaux de positionneur (V5 en fin de descente). Alors que dans l'OB1 (Figure III.21) cycle d'exécution, nous aurons au niveau du FC1 :

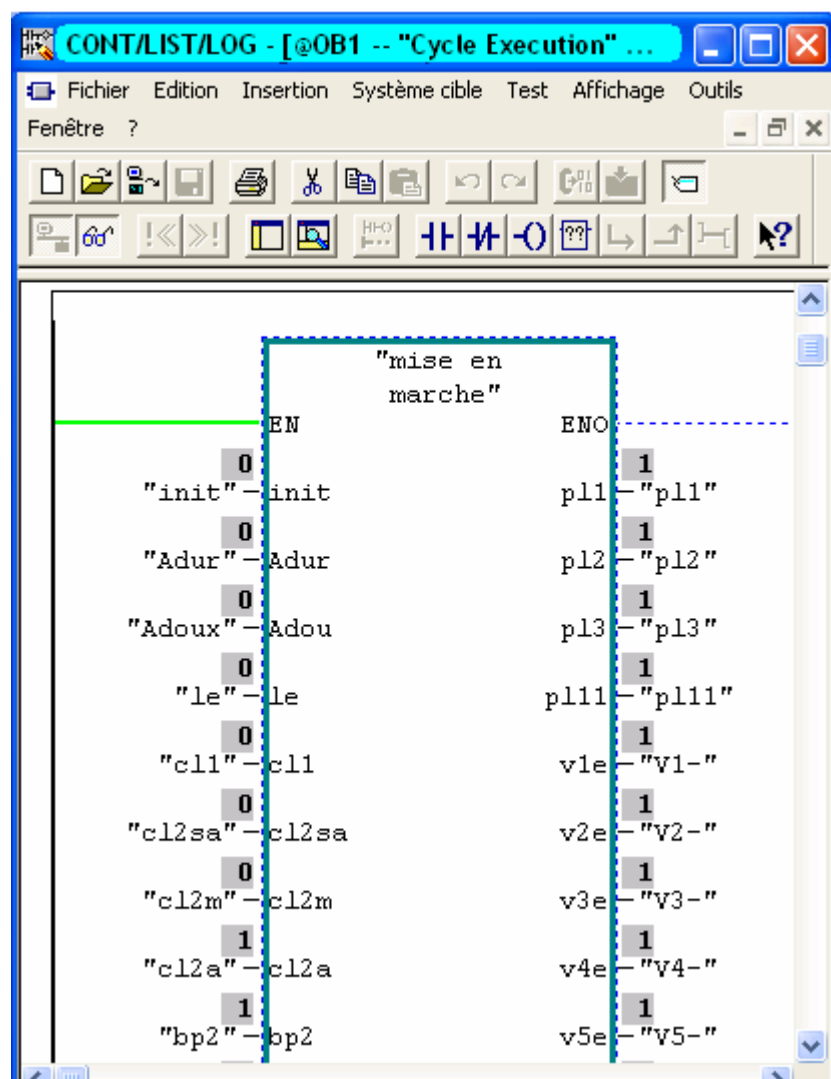


Figure III.21 : Cycle d'exécution (OB1).

IV) Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons présenté l'automate programmable industriel dont lequel l'automate S7-300 a été choisi comme solution adéquate et extensible, facile à adapter aux divers conditions non seulement industrielles mais aussi dans différents secteurs, nous avons constaté la nécessité de ce choix après avoir programmer avec le STEP 7 et simuler notre programme avec le logiciel PLCSIM.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permet de corriger toutes les erreurs que nous avons commises, comme il nous a permis de valider et de visualiser le comportement des sorties, et simuler le programme de commande que nous avons développé pour la chaîne de pressage des cuves intérieurs de réfrigérateur avec succès.

Notre projet de fin d'étude est effectué en grande partie au sein de l'entreprise d'électroménager (ENIEM) dans le but de concevoir une solution programmable pour la chaîne de pressage des cuves intérieures des réfrigérateurs et remplacer les automates TOSHIBA par un API SIEMENS.

A l'issue de notre travail, nous pouvons conclure que :

Le GRAFCET et les outils qui lui sont associés ont apporté bien des progrès en matière de méthodologie d'élaboration de cahier des charges, de réalisation et de programmation des systèmes automatisés.

L'évolution des API ne cesse de continuer et notamment leur logiciel de programmation, l'API S7 - 300 procure plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'exécution de ses modules et la possibilité de visualisation et validation du programme établie avant son implantation grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Ce que nous retenons du travail effectué durant notre stage, est en premier lieu, la familiarisation avec les automatismes industriels, la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus et l'expérience engrangée lors de notre collaboration avec les ingénieurs sur les lieux.

Toutefois, nous espérons que notre travail puisse servir et contribuer d'une manière ou d'une autre aux promotions à venir et aux techniciens exploitants de l'ENIEM.

Abréviations utilisées pour le grafcet niveau 2 de la chaîne de pressage

- **Les réceptivités**

LE	Disjoncteur principal ON.
LS1	Position de verrouillage de la glissière.
LS2	Fin de course supérieure de la glissière.
LS3	Fin de descente lente de la glissière.
LS4	Fin de course inférieure de la glissière.
LS5	Ouverture de crampon plateau mobile.
LS6	Fin de course d'avance du plateau.
LS7	Fin de course de recul du plateau.
LS8	Fin d'avance lente du plateau.
LS9	Fin recul lent du plateau.
LS10	Verrouillage gauche de la glissière.
LS11	Déverrouillage gauche de la glissière.
LS12	Verrouillage droit de la glissière.
LS13	Déverrouillage droit de la glissière.
LS20	Fin de retour positionneur n°1.
LS21	Fin d'avance positionneur n°1.
LS22	Fin de retour positionneur n°2.
LS23	Fin d'avance positionneur n°2.
LS24	Fin de montée palonnier à ventouses n°1.
LS25	Fin de descente palonnier à ventouses n°1.
LS26	Contrôle de pièce en montée de palonnier à ventouses n°1 coté droit.
LS27	Fin de montée palonnier à ventouses n°2.
LS28	Fin de descente palonnier à ventouses n°2.
LS29	Contrôle de pièce en montée de bloc de ventouses n°2 coté droit.
LS30	Fin de montée de bloc de ventouses n°3.
LS31	Fin de descente bloc de ventouses n°3.
LS32	Contrôle de pièce en montée de bloc de ventouse n°3 coté droit.
LS33	Fin translation aller de palonnier.
LS34	Fin translation retour de palonnier.
LS37	Contrôle de pièce en montée de bloc de ventouses n°1 coté gauche.
LS38	Contrôle de pièce en montée de bloc de ventouses n°2 coté gauche.
LS39	Contrôle de pièce en montée de bloc de ventouses n°3coté gauche.
LS101	Fin de retour de poinçonnage.
LDS100	Fin de retour de mandrin porte pièce.
AM1	Détecteur de cuves au niveau de positionneurs.
AM2	Détecteur de cuves au niveau de tapis rouleau.
CS3	Retour de positionneurs.
CS4	Montée de bloc de ventouses n°1.
CS5	Montée de bloc de ventouses n°2
CS6	Montée de bloc de ventouses n°3
CS7	Translation retour de palonnier.
CR8	Fin de détournage.
CR7	Chariot coté presse.
Cr6	Chariot coté chargement.

Cr7	Fin de positionnement de palonnier à ventouse n°1.
Cl1	Sélecteur d'alimentation de commande.
Cl2a	Commutation de mode opératoire automatique.
Cl2sa	Commutation de mode opératoire Semi Automatique.
Cl2m	Commutation de mode opératoire manuel.
PS1	Fin de pression de la glissière.
PS2	Fin de verrouillage plateau mobile.
PS3	Fin de levage plateau mobile.
BP2	Moteur hydraulique de pressage marche.
BP3	Marche automatique.
BP4	Arrêt de cycle. (ACY)
BP7	Moteur hydraulique de poinçonnage marche.
BP14	Avance plateau mobile.
BP17	Déverrouillage glissière.

- **Les Actions**

PL1	Allumage Voyant lumineux Source d'énergie principale
PL2	allumage Voyant lumineux alimentation de commande.
PL3	allumage Voyant lumineux pompe hydraulique de la presse.
PL4	allumage Voyant prés à marche.
PL6	allumage Voyant commande automatique solidaire.
PL7	allumage Voyant position fixe.
PL8	allumage Voyant lumineux marche automatique solidaire
PL10	allumage Voyant lumineux défaut ventouse.
PL11	allumage Voyant pompe hydraulique de perceuse.
PL12	allumage Voyant de mise en marche de tapis.
Mm	mise en marche de moteur de tapis.
Ma	arrêt moteur de tapis.
V1-	déverrouillage droit de glissière.
V2-	déverrouillage gauche de glissière.
V3+	avance de positionneur n°1.
V3-	retour de positionneur n°1.
V4+	avance de positionneur n°2.
V4-	retour de positionneur n°2.
V5+	descente de bloc de ventouse n°1.
V5-	montée de bloc de ventouses n°1.
V6+	descente de bloc de ventouse n°2.
V6-	montée de bloc de ventouses n°2.
V7+	descente de bloc de ventouse n°3.
V7-	montée de bloc de ventouses n°3.
V8+	translation aller de palonnier.
V8-	translation retour de palonnier.
V9+	recul de patin mobile.
V9-	avance de patin mobile.
V10+	verrouillage droit de patin mobile.
V10-	déverrouillage droit de patin mobile.

V11+	verrouillage gauche de patin mobile.
V11-	déverrouillage gauche de patin mobile.
V12+	descente de glissière.
V12-	montée de glissière.
V13+	serrage de rebut.
V13-	desserrage de rebut.
V14+	serrage de rebut.
V14-	desserrage de rebut.
V15+	serrage de rebut.
V15-	desserrage de rebut.
V16+	serrage de rebut.
V16-	desserrage de rebut.
V17+	serrage de rebut.
V17-	desserrage de rebut.
V18+	serrage de rebut.
V18-	desserrage de rebut.
V19+	serrage de rebut.
V19-	desserrage de rebut.
V20+	serrage de rebut.
V20-	desserrage de rebut.
V21+	montée de l'élévateur.
V22+	montée de l'élévateur.
V23+	montée de l'élévateur.
V24+	montée de l'élévateur.
V25+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V25-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V26+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V26-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V27+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V27-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V28+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V28-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V29+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V29-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V30+	serrage de cuve au niveau de perceuse.
V30-	desserrage de cuve au niveau de perceuse.
V31+	avance de poinçon.
V31-	recul de poinçon.
V32+	avance de poinçon.
V32-	recul de poinçon.
V33+	montée de déchargeur de rebut.
V33-	descente de déchargeur de rebut.
EV1+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°1 côté droit.
EV1-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°1 côté droit.
EV2+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°1 côté gauche
EV2-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°1 côté gauche.
EV3+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°2 côté droit.
EV3-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°2 côté droit.

EV4+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°2 côté gauche.
EV4-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°2 côté gauche.
EV5+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°3 côté droit.
EV5-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°3 côté droit.
EV6+	aspe ration de cuve par le bloc de ventouses n°3 côté gauche.
EV6-	Relâcher la cuve par bloc ventouses n°3 côté gauche.
EV7+	recul et avance rapide de patin mobile.
EV8+	descente rapide de glissière.
ALM	déclenchement alarme de position fixe.

Pupitres de commande

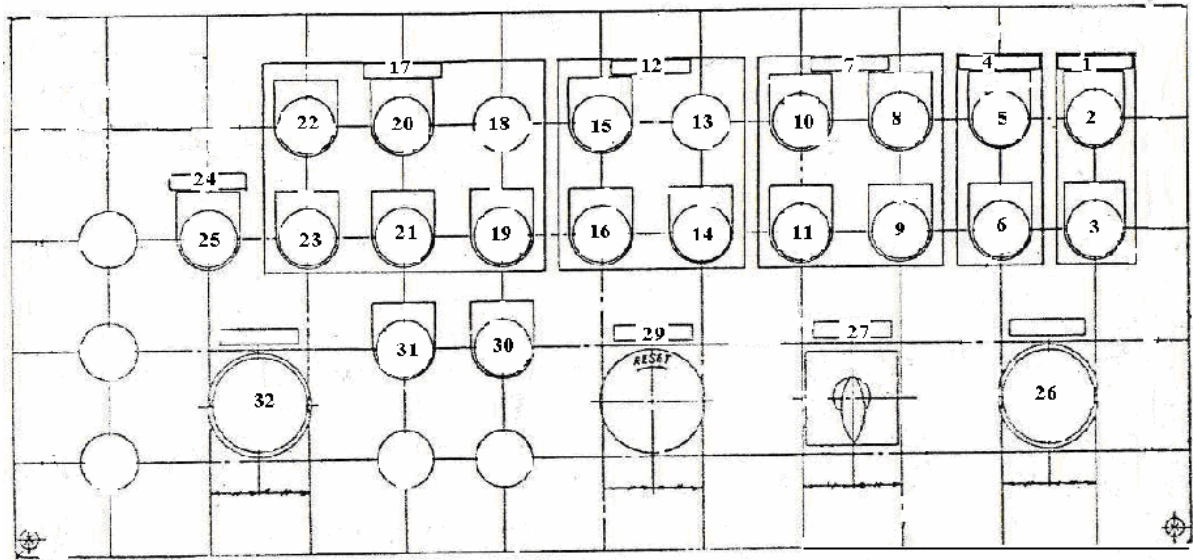
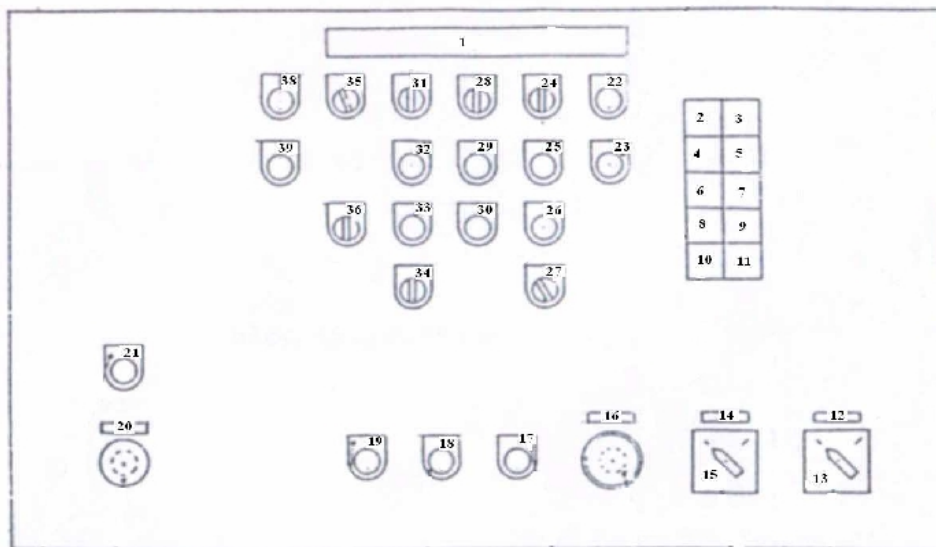


Tableau de commande de la presse

- | | |
|----|--|
| 01 | Alimentation |
| 02 | Lampe d'alimentation |
| 03 | Commutateur d'alimentation |
| 04 | Pompe principale |
| 05 | Bouton de démarrage de
moteur principal. |
| 06 | Bouton d'arrêt de moteur
principal. |
| 07 | Mobile cliquet (verrouillage). |
| 08 | Lampe de verrouillage |
| 09 | Commutateur de verrouillage
de glissière. |
| 10 | Avance de deux vérins de
verrouillage. |
| 11 | Recul de deux vérins de
verrouillage. |
| 12 | Mobil (glissière). |

14	Bouton de descente glissière.
15	Bouton de montée de glissière.
16	Bouton de descente
17	Traverse mobile (patin mobile)
19	Commutateur de patin mobile
20	Bouton de serrage de patin.
21	Bouton de desserrage de patin.
22	Bouton d'avance.
23	Bouton de recul.
26	Bouton automatique
27	Commutateur de commande.
28_1	Position de commande manuelle.
28_2	Position de commande automatique.
28_3	Position d'arrêt.
28_4	Position de commande séquentielle.
29	Arrêt d'urgence.
30	Préparation de fonctionnement.
31	Arrêt d'urgence réarmement.
32	Bouton automatique



- 01 Chaîne de pressage de cuve
- 02 Alimentation principale
- 03 Alimentation de commande
- 04 Commande manuelle
- 05 Commande automatique
- 06 Position fixe
- 07 Marche automatique
- 08 Arrêt de fonctionnement
solidaire
- 09 Defaut positionneur
- 10 Arrêt d'urgence
- 11 Declenchement relais thermiqu
- 12 Alimentation de commande.

13	Arret –alimentation.
14	Mode d’opération
15	Commande manuelle – commande automatique.
16	Marche automatique.(bouton poussoir)
17	Bouton d’arret de fonctionnement solidaire
18	Bouton de detourage.
19	Bouton de poinçonnage
20	Bouton d’arret d’urgence
21	Bouton de rearmement
22	Bouton de moteur hydraulique de poinçonnage
23	Bouton d’arret de moteur de la perceuse
24	Pallonier à ventouse n°1,monté –arret-descente.
25	Bouton poussoir (ventouse n°1 marche)
26	Bouton d’arret de pallonnir n°1
27	Positionneur retour –aller
28	Pallonier à ventouse n°2 monté –arret –descente
29	Bouton de marche de ventouse n°2
30	Arret de ventouse n°2
31	Pallonier à ventouse n°3 monté –arret descente
32	Ventouse n°3 marche
33	Arret de ventouse n°3

Annexe B

- | | |
|----|--|
| 34 | Translation de pallonnier
retour –arret – aller |
| 35 | Dechargeur de rebut retour –
aller |
| 36 | Verroillage pour poinçonnage
retour -arret –poussee |
| 38 | Transporteur à courroie march |
| 39 | Arret de transporteur à
courroie. |

BIBLIOGRAPHIE

[1] atelier d'assemblage de pièces de l'unité froid, documentations ENIEM n° 03-04-000-CD-F00 (AR-03-006).

[2] : Christian Merland, Jacques Perrin, Jean-Paul Trichard " Automatique et informatique industriel." Edition DUNOD.

[3] : A Kassatkine et M Perekalin, "Cours d'électrotechnique", Edition MIR.

[4] : A Kassatkine et M Perekalin, " Cours d'électrotechnique", Edition MIR

[5] : Melle MAMERI DOUNIA et MAKOUDI KARIMA « implantation d'un API SIMATIC S7-300 pour la chaîne de formage sous vide à L'ENIEM et conception d'un pupitre HMI pour la supervision et le diagnostique. » Projet de fin d'études d'ingénieur. Département Automatique. FGEI. UMMTO. Année 2006.

[6]: site web; www.STielec-ac-aix-marseille.fr/electrotech/cour.htm.

Détecteurs de position et de proximité Jean-Louis Hu.

.

[7] : J -M Bleux. J.-L Fanchon. "Automates Industriels" Collection Etapes.

[8] : Site internet : Patrick TRAUM. " **le GRAFCET et sa mise en œuvre**" cours disponible sur <http://pat.fr.st> .

[9] : **Mémoire de fin d'étude** : Automatisation de bras porteur de la tête d'injection de mousse à l'atelier Bahut (ENIEM) par API. Promotion 2006, département Automatique.

[10] : Daniel Dupont et David Dubois (**Réalisation technologique du GRAFCET**).

[11] : Documentation techniques de Siemens, aide STEP7 CD ROM Siemens. (CD STEP7).