

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

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



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique  
Département d'Automatique

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

*MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE*  
*OPTION : AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE*

# Thème

Conception et Automatisation d'un palettiseur CERMEX P4

Proposé par : Mr BOUSSEDRA

Dirigé par : Mr BENSIDHOUM

Soutenu le : / /2013

Présenté par :

Mr AIMEUR Mounir

Mr SLIMANI Arezki

*Promotion 2013*

# *Remerciements*

Nous désirons d'abord et avant tout remercier le bon dieu qui nous a donné le courage, l'aptitude et le sérieux de mener ce travail.

Ensuite, Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Monsieur BENSIDHOUM qui nous a aidé et soutenu tout au long de notre travail, et qui n'a jamais manqué de nous orienter et de nous conseiller.

Nos vifs remerciements à Monsieur BOUSSEDRA et MONSIEUR FRENDI, qui nous ont aidés à l'élaboration de notre mémoire. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre respect et de notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements les plus sincères vont à Mesdames et Messieurs les membres du jury, qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger ce modeste travail. Pour cela, ainsi que pour leurs commentaires sur le mémoire, nous leur exprimons notre profonde gratitude.

Nous sommes aussi reconnaissants à tous les enseignants qui nous ont soutenus tout au long de nos études. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments les plus respectueux.

Enfin nous dédions notre travail à nos familles qui nous ont toujours soutenus et encouragés et à qui nous exprimons toute notre gratitude. Tous les sacrifices que vous avez consentis pour cette thèse nous vont droit au cœur !

# **SOMMAIRE**

Introduction générale..... 1

## **Chapitre-I- Présentation de l'entreprise**

I-1-Introduction ..... 3

I-2-Biographie du fondateur ..... 3

I-3-Historique du groupe ..... 4

I-4-Présentation de l'unité eau minérale « lala khedidja » ..... 5

I-5-Les différents unités de la ligne de production ..... 5

I-5-1- le combi (souffleuse) ..... 5

I-5-2- la remplisseuse ..... 5

I-5-3- l'étiqueteuse ..... 5

I-5-4- la fardeleuse ..... 5

I-5-5- la twin pack ..... 5

I-5-6- le palettiseur ..... 5

I-5-7- la housseuse ..... 6

I-6-Conclusion ..... 6

## **Chapitre-II- Instrumentation**

II-1- Introduction ..... 7

II-2- Les capteurs ..... 7

II-2-1-Les interrupteurs de position mécanique ..... 7

II-2-2-Les interrupteurs lames souples ..... 8

II-2-3-Les détecteurs de proximité inductifs ..... 9

II-2-4-Les détecteurs de proximité capacitifs ..... 10

II-2-5-Les détecteurs photoélectriques .....	10
II-2-6-Tableau des capteurs .....	13
II-3-Les moteurs asynchrones .....	14
II-3-1- Phases de fonctionnement .....	14
II-3-2- Schéma de puissance .....	15
II-3-3- Schéma de commande .....	16
III-3-4- Fonctionnement .....	16
III-3-5- Moteurs utilisées .....	16
II-3-6- Implantation des moteurs .....	17
II-4- Les vérins.....	18
II-4-1-Vérins pneumatiques .....	18
II-4-2- Vérins hydrauliques .....	19
II-4-3-Vérins double effet .....	19
II-5-Distributeurs .....	20
II-5-1-Symbolisation des distributeurs .....	20
II-5-2-Désignation des distributeurs .....	21
II-6-Conclusion .....	22

### **Chapitre- III- Etude et fonctionnement**

III-1-Introduction .....	23
III-2- Présentation de la machine .....	23
III-2-1- Définition .....	23
III-2-2- Références machines .....	24
III-3- Descriptif .....	24
III-3-1- Cinématique .....	24

III-3-2- Description technique .....	25
III-3-2-1-Partie groupage des produits .....	25
III-3-2-1-1-Fonction tapis cadenceur .....	25
III-3-2-1-2- Fonction pivot .....	26
III-3-2-1-3- Fonction convoyeur à rouleaux .....	27
III-3-2-1-4- Fonction butées cheminées .....	27
III-3-2-1-5- Fonction poussoir ligne .....	27
III-3-2-2- Fonction pré-groupage couche .....	27
III-3-2-2-1- Fonction table de pré-groupage .....	28
III-3-2-2-1- Fonction poussoir couche .....	29
III-3-2-3- Partie groupage des couches .....	29
III-3-2-3-1-Fonction levage .....	29
III-3-2-3-2-Fonction table .....	30
III-3-2-3-3-Fonction barre .....	30
III-3-2-3-4-Fonction taquage latéral (=P1) et arrière .....	31
III-3-2-4-Partie magasin palette .....	31
III-3-2-4-1- Ascenseur palette .....	31
III-3-2-4-2- Fonction convoyeur magasin .....	31
III-3-2-4-3- Fonction convoyeur palettiseur .....	32
III-3-2-4-4- Fonction palette .....	32
III-3-2-4-5- Fonction butée palette .....	32
III-3-2-4-6- Fonction convoyeur sortie .....	32
III-3-2-5-Partie Scara .....	33
III-3-2-6-Conclusion .....	33

#### **Chapitre -IV- Modélisation par outil grafcet**

IV-1-Définition du GRAFCET .....	34
IV-2-Les outils de base du GRAFCET .....	34
IV-2-1-Etape –Action .....	34
IV-2-1-1-Classification des actions associées aux étapes .....	34
IV-2-1-1-1-Actions continues .....	35
IV-2-1-1-2-Actions conditionnelles .....	35
IV-2-1-1-2-1- Action conditionnelle simple : <i>Type C</i> .....	35
IV-2-1-1-2-2- Action retardée : <i>Type D (delay)</i> .....	35
IV-2-1-1-2-3- Action de durée limitée: <i>Type L (limited)</i> .....	36

IV-2-1-1-3-Action maintenue sur plusieurs étapes .....	37
IV-2-1-1-4- Action mémorisée .....	37
IV-2-2-Transition - Réceptivité .....	37
IV-2-3- Liaisons .....	37
IV-2-4- Règles d'évolution du GRAFCET .....	38
IV-2-5- Niveau d'un GRAFCET .....	39
IV-2-6- Divergence et convergence en ET logique .....	39
IV-2-7- Divergence et convergence en OU .....	39
IV-2-8-. Liaison entre grafkets .....	40
IV-3-Mise en équation d'un GRAFCET .....	41
IV-4-Conclusion .....	42

## **Chapitre-V- Etude et choix d'automate programmable**

Introduction.....	43
V-1- Les automates programmables .....	43
V-1-1-Définition générale.....	43
V-1-2- Architecture des automates programmables industriels .....	43
V-1-3-Structure interne des automates programmables.....	44
V-1-4-Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS .....	45
V-1-4-1-Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC.....	45
V-1-4-2-Choix d'automate programmable .....	46
V-2- Choix de l'automate S7 300.....	46
V-2-1-Constituants de l'automate S7-300.....	46
V-2-1-1- L'unité centrale (CPU .....	47
V-2-1-2- Modules de coupleurs (IM) .....	47
V-2-1-3 -Modules de signaux (SM .....	47
V-2-1-3-1-Modules d'entrée/sorties (TOR.....	47
V-2-1-3-2-Modules d'entrées et de sorties analogiques .....	48
V-2-1-3-3-Modules d'entrées/sorties numériques.....	48
V-2-1-4-Modules de fonction (FM .....	48
V-2-1-5-Modules de communication (CP .....	48
V-2-1-6-Châssis d'extension (UR .....	48
V- Le logiciel de programmation STEP7.....	48
V-3-1-Description de STEP7 .....	48

V-3-2-Langage de programmation.....	48
V-3-3-Structure d'un programme S7.....	49
V-3-3-1-Les blocs utilisateurs .....	49
V-3-3-2-Traitement de programme par la CPU.....	50
V-3-3-2-1-Traitement linéaire du programme .....	50
V-3-3-2-2-Traitement structuré du programme .....	50
V-3-4-Implantation du programme sur l'automate S7-300 .....	50
V-3-4-1-Création du projet .....	51
V-3-4-2-Configuration matérielle.....	52
V-3-4-3-Création de la table des mnémoniques .....	53
V-3-4-4-Programmation de l'application .....	54
V-3-4-4-1-Structure de programme utilisateur .....	55
V-3-4-5-Validation de programme .....	55
Conclusion.....	55
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>57</b>

## Introduction Générale

Devant la compétitive sans cesse croissante et de plus en plus dure demandée aux industries, qu'elles soient mécaniques de transformation de produit ou de grande consommation, les industriels doivent garder leurs outils de production performants et fiables.

Dans ce domaine l'automatisation tient une place très importante et aujourd'hui il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes automatiques de production (SAP). Ils s'adaptent facilement à tous les milieux industriels et peuvent gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes

Quelques entreprises algériennes, durant ces dernières années ont pris de l'avance en optant pour la solution automatisée. Cette dernière consiste en l'implantation d'un automate programmable industriel (API) qui est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grand partie à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexion.

L'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie.

Toutes les étapes de production sont assurées par un matériel industriel automatisé avec des automates programmables et technique de supervision très récentes, où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement des chaînes de production

Notre travail consiste à étudier et à concevoir un automatisme moderne pour un palettiseur, englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver, que ce soit du point de vue Hardware ou software. Cette étude sera à base d'automate SIEMENS qui gère tout le fonctionnement de la machine.

Pour ce faire, nous avons réparti notre travail en chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré pour la présentation fonctionnelle de l'unité.
- Le second chapitre portera sur l'instrumentation de la machine.
- Le quatrième chapitre portera sur l'étude et la modélisation de procédé par l'outil GRAFCET.
- Le cinquième chapitre traitera les automates programmables en général et le SIMATIC S7-300 en particulier, puis son langage de programmation S7 GRAPH

**1- Introduction:**

Le Groupe Cevital est un Groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée.

Créée avec des fonds privés, elle est la première société privée algérienne à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activités.

Le Groupe Cevital a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété d'aujourd'hui en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesse.

Le Groupe Cevital s'est, ainsi, constitué au fil des investissements, autour de l'idée forte de bâtir un ensemble économique. Porté par plus de 10200 collaborateurs, elle représente le fleuron de l'économie algérienne. Le fondateur du Groupe Cevital résume les clefs du succès en sept points: le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée, la recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués, l'attention accordée au choix des hommes et des femmes, à leur formation et au transfert des compétences, l'esprit d'entreprise, le sens de l'innovation, la recherche de l'excellence et la fierté et la passion de servir l'économie nationale.

**2- Biographie du Fondateur :**

Né en 1944 au village Taguemount-Azouz située dans la commune d'Ait- Mahmoud, Daïra de Beni-Douala wilaya de Tizi Ouzou, M. Issad Rebrab est un des premiers algériens à s'être lancé dans le monde entrepreneurial après l'indépendance. En 1968, il a créé son cabinet d'expert-comptable. Un de ses clients lui proposa alors de prendre des parts dans sa société de construction métallurgique.

En 1971, avec la prise de 20 % du capital d'une entreprise de construction métallique, Sotecom, il se lança dans le monde de l'entreprise puis créa d'autres sociétés dans le secteur de la métallurgie et de la sidérurgie.

Il se lance dans des investissements importants. Il est depuis 2008, Président du Conseil d'Administration du Groupe Cevital qui englobe 19 filiales réparties sur 4 pôles d'activités : agroalimentaire, automobile et services, industrie et grande distribution.

Issad Rebrab est père de 5 enfants (une fille et quatre garçons), tous en activité au sein du staff managérial du Groupe Cevital

**3- Historiques du Groupe :**

1971 : Prise de participation dans SO.CO.MEG : Construction métallique

1975 : Création de PROFILOR : Construction métallique

1979 : Acquisition de SOTECOM : Construction métallique

1984 : Acquisition de SACM : Construction métallique

1985 : Création d'ENALUX : Construction métallique

1986 : Création de NORD METAL : Fabrication de grillage et toile à tamis

Création de METALLOR : Fabrication de tubes en acier

1988 : Création de METAL SIDER : Sidérurgie

1991 : Création de J.B.M. : Reprise des activités d'I.B.M. en Algérie

Création de Liberté : Quotidien d'information

1992 : Création de CBS : Reprise des activités de RANK XEROX en Algérie

1995 : Création d'AGRO-GRAIN : Importation et distribution de produits agroalimentaires

1997 : Création de HYUNDAI MOTORS ALGERIE : Distribution de véhicules et services après-vente

1998 : Création de CEVITAL SPA : Industries agroalimentaires

2000 : Création de NOLIS : Transport maritime

2005 : Acquisition de Lalla Khedidja : Unité d'eau minérale plate et gazeuse et de sodas

Création de CEVICO : Fabrication de bâtiment préfabriqué en béton

2006 : Acquisition de COJEK, filiale d'ENAJUC : Jus et conserves

Création de Numidis : Grande distribution (UNO) et (Unocity)

2007 : Création de MFG : Industrie du verre

Acquisition de BATICOMPOS : Industrie de fabrication d'éléments de construction préfabriqués

Création de SAMHA : Assemblage et distribution de produits électroniques et électroménagers de marque SAMSUNG Electronics en Algérie.

2007 : Création du Groupe Cevital

2008 : Création de MFG Europe : Commercialisation de verre plat en Europe

Création de COGETP : Engins de travaux publics VOLVO Création de CEVIAGRO : Agriculture

2010 : Création de Sodi Automotive

2011 : Création de PCA - Création de Sierra Cevital

#### **4- Unité Lalla Khadîdja :**

Lalla Khadidja (ou Tamgut en kabyle) est le point culminant du massif du Djurdjura en Kabylie (Algérie). Son altitude est de 2308 mètres.

Il se dresse au sud-est du massif de l'Akouker. Il présente l'aspect d'une gigantesque pyramide dont les pentes s'inclinent à l'est et à l'ouest sur deux profonds ravins et au sud sur la vallée de l'oued Sahel. Au nord-est se profile une crête étroite d'une altitude de plus de 2 000 mètres se rattachant au Takerrat et à l'Azerou Madene.

Les flancs du Tamgut sont richement boisés de cèdres.

À partir du col de Tizi N'Kouilal, situé à 1585 mètres d'altitude, un sentier conduit au sommet. L'ascension est facile.

Le groupe Cevital Algérie a Lancé l'eau minérale Lalla Khedidja du nom du plus haut sommet du Djurdjura en Kabylie.

#### **5- les différentes unités de la ligne de production :**

##### **a- le combi (souffleuse) :**

Fabrication de bouteilles à partir de préformes. Cette dernière passe dans un four composé de deux parties une partie pour la chauffer une autre pour répartir la température. Une fois la température répartie elle passe au moule ou elle sera soufflée pour prendre la forme du moule puis refroidi prête à être remplie.

##### **b- la remplisseuse :**

Une fois la bouteille refroidie elle passe à la remplisseuse pour être remplie et capsulée.

##### **c- l'étiqueteuse :**

L'étiquetage se fait par colle à chaud qui donne une meilleure présentation en plus d'assurer une plus grande fiabilité dans le système d'étiquetage. Sa cadence devra être légèrement supérieure à celle du groupe de remplissage.

##### **d- la fardeleuse :**

La fardeleuse regroupe les bouteilles en lots de six bouteilles généralement.

Ces lots sont entourés d'un film de plastique qui est ensuite thermo-rétracté.

##### **e- la twin pack :**

Machine automatique pour l'application de poignées autoadhésives sur les fardeaux.

##### **f- le palettiseur :**

Les fardeaux sont alors regroupés en palettes, une feuille de carton intercalaire est placée entre chaque couche constituant la palette. et c'est cette machine qui fera objet de notre étude.

**g- la housseuse :**

Le housage des palettes se fait à partir de gaines plastique thermo-tractables. La gaine peut être :

-Prédécoupée dans le cas de pose semi-automatique. Dans ce cas les bobines sont placées au-dessus de la ligne de convoyage des palettes l'opérateur déroule la gaine et l'enfile sur la palette.

-En bobine dans le cas de pose automatique.

**Remarque :**

Toutes les machines doivent être reliées entre elle par des convoyeurs en acier inoxydable.

Tous ces convoyeurs devront être commandés automatiquement et tenir compte des demandes des machines en aval pour régler leur flux ainsi que des éventuels incidents pour communiquer les informations en amont de la fardeleuse afin d'informer les automatismes qui commandent la synchronisation de la ligne.

**6- Conclusion :**

L'unité d'eau minérale lalla-khedidja d'agouni guehrane utilise les technologies les plus récentes en matière de production pour réduire le plus possible en le temps et d'une qualité incontestable ceci est assuré par une ligne de production qui est composée de plusieurs unités qui transforme la matière première (eau de source et la préforme) en un Produit prêt à être commercialisé.

## 1. Introduction :

Afin de comprendre d'une manière simple le principe de fonctionnement du palettiseur, on a effectué une étude brève sur les différents capteurs et actionneurs de cette machine qui fait l'objet de ce chapitre.

## 2. Les capteurs :

Le domaine industriel a besoin de contrôler de très nombreux paramètres physiques (longueur, force, poids, pression, déplacement, position, vitesse, température, ...)

A chacune de ces grandeurs à mesurer peuvent correspondre un ou plusieurs types de capteurs fonctionnant selon un phénomène physique

D'une manière générale les capteurs recueillent une information physique sur le comportement de la partie opérative (P.O) ou sur l'état de son environnement et la transforment en une information exploitable par la partie commande (P.C).

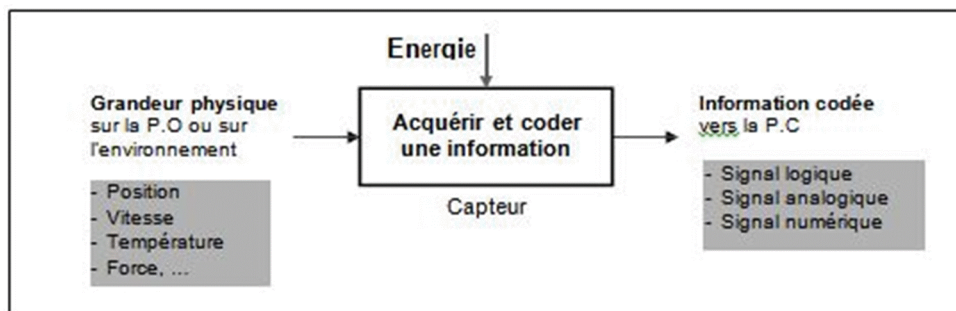


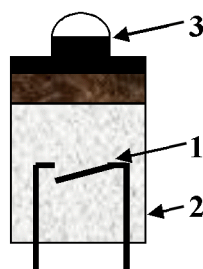
Figure-II.1-role du capteur

### 2.1 Les interrupteurs de position mécanique

#### Principe de fonctionnement:

Les interrupteurs de position sont constitués de trois éléments de base suivants:

- Un contact électrique (1)
- Un corps (2)
- Une tête de commande avec son dispositif d'attaque (3).

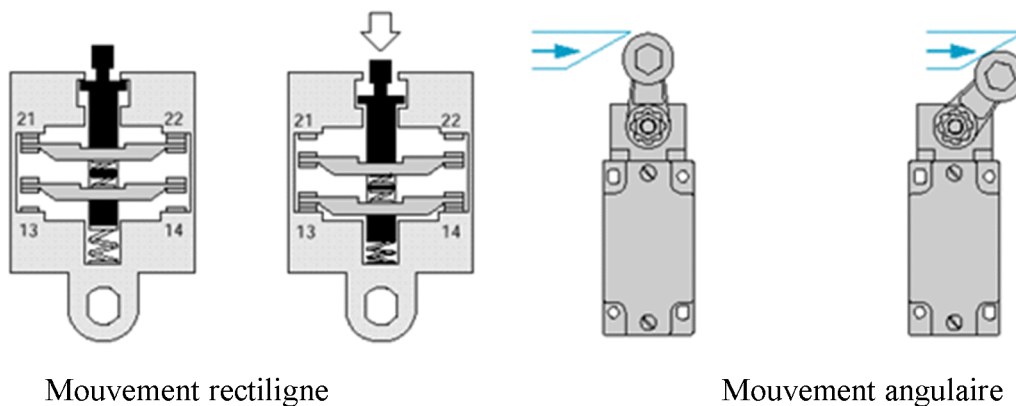




**Figure-II.2**-principe de fonctionnement

La détection de présence est réalisée lorsque l'objet à détecter entre en contact avec la tête de commande au niveau de son dispositif d'attaque. Le mouvement engendré sur la tête d'attaque provoque la fermeture du contact électrique situé dans le corps du capteur.

#### Type de mouvement :



**Figure-II.3**-type du mouvement

#### Applications :

Ils sont utilisables sur de nombreux systèmes pour détecter des matériaux rigides, ils servent essentiellement à détecter des présences ou des passages.

Butée: fin de course, présence pièce sur support d'usinage.

Came: passage d'un vérin ou d'un chariot sur un rail.

Multidirectionnels: joystick.

## 2.2 Les interrupteurs lames souples :

#### Principe de fonctionnement:

Un interrupteur à lame souple est constitué d'un corps (2) à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple (1) sensible aux champs magnétiques.

Lorsqu'un champ magnétique (4) est dirigé sur la face sensible (3) du capteur, le contact s'établit entre les deux bornes du capteur.

Ce type de détecteurs est souvent monté directement sur le corps de vérins en tant que fin de course (dans ce type de montage, le piston du vérin est magnétisé).

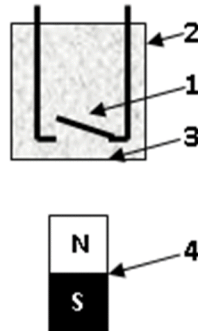


Figure-II.4-fonctionnement interrupteur

**Applications :**

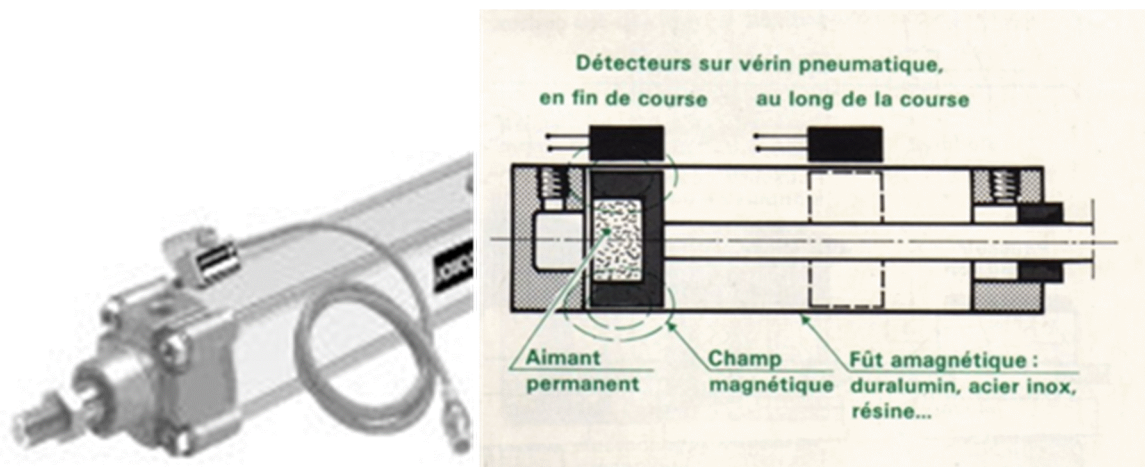


Figure-II.5-application de l'interrupteur

### 2.3 Les détecteurs de proximité inductifs :

**Principe de fonctionnement:**

Un détecteur de proximité inductif détecte sans contact tous les objets de matériaux conducteurs.

Depuis sa face active (3), le détecteur de proximité inductif génère des champs électromagnétiques alternants.

L'approche d'un matériau conducteur (6) provoque une modification de ces champs magnétiques, et le capteur délivre alors un signal.

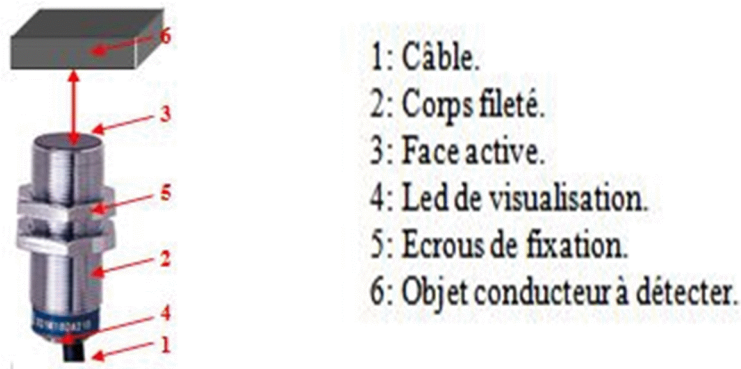


Figure-II.6-capteur de proximité inductif

## 2.4 Les détecteurs de proximité capacitifs :

### Principe de fonctionnement:

Un détecteur de proximité capacitif détecte sans contact tous les objets en matériaux conducteurs ou isolants de permittivité  $>1$ .

Un détecteur capacitif se compose principalement d'un oscillateur dont les condensateurs constituent la face sensible.



Figure-II.7-capteur de proximité capacitif

### Applications:

C'est le même principe pour la détection qu'un capteur inductif, sa portée est plus grande. Il permet en plus la détection d'objets non métalliques:

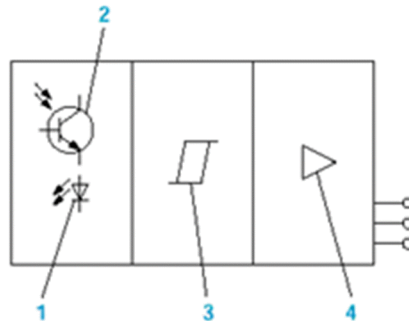
Détection d'un niveau d'eau, de présence carton....

## 2.5 Les détecteurs photoélectriques :

Un détecteur photoélectrique se compose essentiellement d'un émetteur de lumière (diode électroluminescente) associée à un récepteur sensible à lumière reçue

(phototransistor). Une diode électroluminescente émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique.

Il y a détection quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux émis par le détecteur et modifie la lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie.



- 1 Emetteur de lumière
- 2 Récepteur de lumière
- 3 Etage de mise en forme
- 4 Etage de sortie

Figure-II.8-capteur photoélectrique

### A- Détecteurs de type barrage :

#### Principe de fonctionnement:

Un détecteur de type barrage est composé d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible.

Dans le cas du système barrage, les deux composants sont indépendants et placés l'un en face de l'autre.

La présence d'un objet dans le champ du capteur interrompt le faisceau lumineux et le récepteur délivre alors un signal.

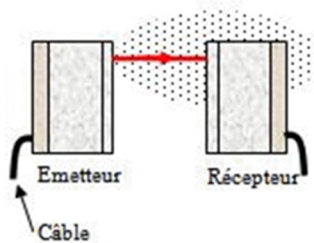


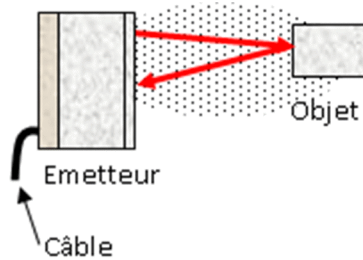
Figure-II.9-détecteur de type barrage

### B- Détecteurs de type proximité :

Un détecteur photoélectrique de type proximité est composé d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible.

Dans le cas du système proximité, les deux composants sont placés dans le même boîtier et c'est l'objet à détecter qui renvoie le faisceau lumineux vers le récepteur.

La présence d'un objet suffisamment réfléchissant dans le champ du capteur réfléchit le faisceau lumineux et le récepteur délivre alors un signal.



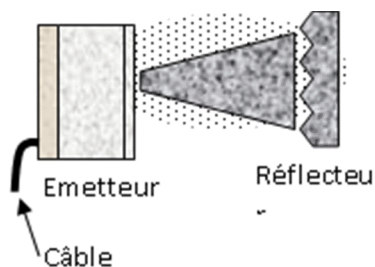
**Figure-II.10**-détecteur type proximité

### C- Détecteurs de type réflex :

Un détecteur photoélectrique de type réflex est composé d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible.

Dans le cas du système réflex, les deux composants sont placés dans le même boîtier et c'est un réflecteur qui renvoie le faisceau lumineux vers le récepteur.

La présence d'un objet dans le champ du capteur interrompt le faisceau lumineux et le récepteur délivre alors un signal.



**Figure-II.11**-détecteur type réflex

### Applications:

Barrages et réflexes: Détection du passage de pièces ou de personnes. Application: barrière détection grands magasins ou des portes de l'ascenseur.

Proximités: Ils sont susceptibles de détecter tous les matériaux non noirs (pas de réflexion).

Application: ouverture des portes automatiques des grands magasins.

## 2.6 Tableau des capteurs :

REPERE	DESIGNATION	TYPE	FABRICANT
=DP1-B50	PALETTE-DETECTION PRESENCE	photoelect	ANONYME
=DP1-B52	PALETTE-DETECTION PALETTE EVACUEE	photoelect	ANONYME
=M70-B50	CONVOYEUR MAGASIN-DETECTION PRESENCE PALETTE	photoelect	SORBAL
=M70-B51	CONVOYEUR MAGASIN-DETECTION PILE	photoelect	SORBAL
=MCR1-B2	ROULEAUX 1-COMPTAGE	inductif	ANONYME
=MCR1-B50	ROULEAUX 1-DETECTION COMPTAGE PRODUIT	photoelect	ANONYME
=MD1-B0	ASCENSEUR PALETTES-DETECTION POINT BAS	inductif	SORBAL
=MD1-B50	ASCENSEUR PALETTES-NIVEAU MINIMUM PALETTES	photoelect	SORBAL
=ME1-B2	TAPIS ENTREE 1	inductif	SICK
=ME1-B50	TAPIS ENTREE 1-DETECTION COMPTAGE PRODUIT	photoelect	SICK
=ME1-B51	TAPIS SELECTEUR-DETECTION ANTIBOURAGE	photoelect	SICK
=ME2-B2	TAPIS ENTREE 2-COMPTAGE	inductif	ANONYME
=ME2-B50	TAPIS ENTREE 2-DETECTION COMPTAGE PRODUIT	photoelect	SORBAL
=ME2-B51	TAPIS ENTREE 2-DETECTION ANTIBOURAGE	photoelect	SORBAL
=MG1-B50	GROUPAGE-DETECTION PRESENCE PRODUITS	photoelect	ANONYME
=ML1-B0	TABLE-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	SICK
=ML1-B1	TABLE-DETECTION POINT AVANT	inductif	SICK
=MP1-B0	BARRE-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	SICK
=MQ1-B3	LEVAGE-DETECTION RECALAGE	inductif	ANONYME
=MQ1-B5	LEVAGE-DETECTION ARRET POSITIONNE	inductif	ANONYME
=MQ1-B6	LEVAGE-PASSAGE PV	inductif	ANONYME
=MQ1-B50	LEVAGE-DETECTION HAUTEUR PALETTE	photoelect	SICK
=MQ1-B51	LEVAGE-DETECTION HAUTEUR PALETTE	photoelect	SICK
=MQ1-B52	LEVAGE-DETECTION SECURITE GROUPAGE	photoelect	ANONYME
=MT1-B0	POUSSOIR-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	ANONYME
=MT1-B1	POUSSOIR-DETECTION POINT AVANT	inductif	ANONYME
=MT2-B0	POUSSOIR-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	ANONYME
=MT2-B1	POUSSOIR-DETECTION POINT AVANT	inductif	ANONYME
=MT4-B0	FOURCHE-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	SORBAL
=MT4-B1	FOURCHE-DETECTION POINT AVANT	inductif	SORBAL
=C1-S0	ESCAMOTAGE-DETECTION VERIN RENTRE		ANONYME

=C1-S1	ESCAMOTAGE-DETECTION VERIN SORTI		ANONYME
=C2-S0	ESCAMOTAGE-DETECTION VERIN RENTRE		ANONYME
=C2-S1	ESCAMOTAGE-DETECTION VERIN SORTI		ANONYME
=MQ2-B6	LEVAGE INTERCALAIRE-DETECTION HAUTEUR PALETTE	photoelect	SHCMERSAL
=MQ2-B50	LEVAGE INTERCALAIRE-DETECTION PRESENCE	proximité	IVO
=MQ2-B51	LEVAGE INTERCALAIRE-DETECTION Arret-Position	inductif	IVO
=MT3-B0	TRANSFERT INTERCALAIRE-DETECTION POINT ARRIERE	inductif	SORBAL
=MT3-B1	TRANSFERT INTERCALAIRE-DETECTION POINT AVANT	inductif	SORBAL

### 3. Les moteurs asynchrones:

Les moteurs électriques sont de nos jours, à l'exception des dispositifs d'éclairage, les récepteurs les plus nombreux dans les industries et les installations tertiaires.

Leur fonction, de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique, leur donne une importance économique toute particulière qui fait qu'aucun concepteur d'installation ou de machine et aucun exploitant ne peut les ignorer.

Parmi tous les types de moteurs existants, les moteurs asynchrones triphasés notamment les moteurs à cage sont les plus utilisés dans l'industrie et au-delà d'une certaine puissance dans les applications du bâtiment tertiaire. De plus, ils sont très faciles à commander par des équipements à contacteurs parfaitement adaptée pour un grand nombre d'applications.

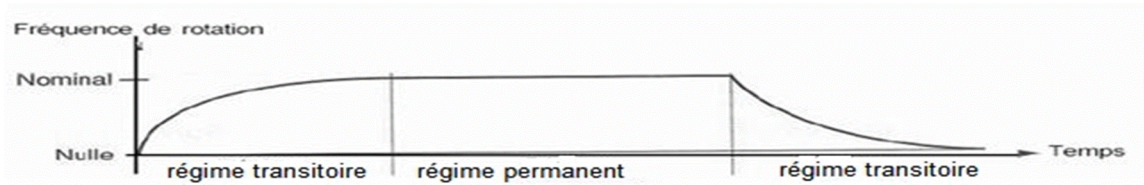
Et vu les différentes tâches à exécuter dans le palettiseur pour son bon fonctionnement comme le levage, le transfert, le taquage, le roulement des tapis et convoyeurs qui sont toutes assurées par les moteurs asynchrone ce qui nous emmène à parler brièvement sur ce type de moteurs

#### 3.1 Phases de fonctionnement :

Un système ou un moteur est dit en **régime transitoire**, pendant la durée de passage d'une situation stable à une autre situation stable. Ce régime correspond à une phase de déséquilibre du système. C'est le cas lors des **démarrages**, des **changements de vitesses**, des **arrêts** ou des **freinages** des moteurs.

Un système est dit en **régime permanent**, lorsqu'il entre dans une phase d'équilibre.

Son évolution dans le temps reste stable. C'est le cas d'un moteur qui a atteint son fonctionnement nominal.



- Nous avons vu que le moteur asynchrone est très utilisé dans le secteur industriel du fait de sa robustesse, de son faible coût de maintenance
- Le couple de démarrage ( $M_d$ ), ainsi que le courant absorbé au moment du démarrage ( $4 I_n < I_d < 7 I_n$ ) sont deux des grandeurs qui caractérisent un moteur asynchrone et qui déterminent le temps de démarrage.
- En fonction de la charge à entraîner, on peut être amené à agir sur les trois grandeurs (couple, courant et temps de démarrage) afin d'éviter les à-coups sur la charge, les surintensités qui peut entraîner une usure prématurée.
- On démarre donc les moteurs de façon à limiter ces inconvénients :
  - Le démarrage direct est utilisé pour les moteurs de petites
  - Les démarreurs « étoile triangle », ou « progressif » sont utilisés pour limiter le courant ou les contraintes de démarrage des moteurs asynchrones à cage.

**3.2 Schéma de puissance :**

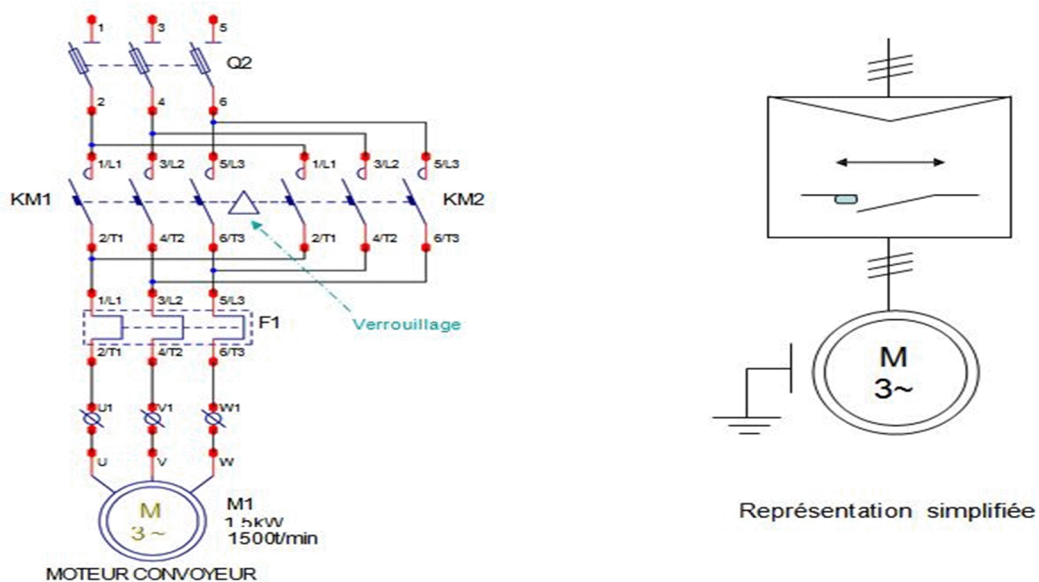
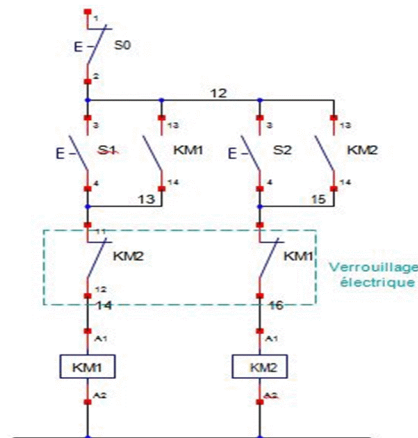
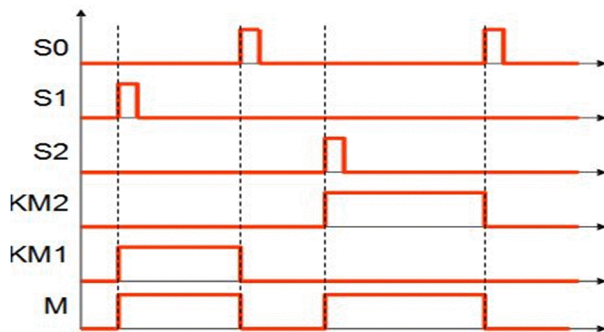


Figure-II.12-schémas de puissance du moteur

**3.3 Schéma de commande :**



**3.4 Fonctionnement :**

- L'appui sur le bouton poussoir S1 entraîne l'alimentation de la bobine du contacteur KM1 qui ferme les contacts de puissance.
- Les bornes U1, V1 et W1 du moteur sont respectivement alimentées par les phases L1, L2, L3, le moteur tourne dans le sens avant (sens horaire)
- Une action sur le bouton poussoir S0 entraîne l'arrêt du moteur.
- Si on appuie sur le bouton poussoir S2, le contacteur .KM2 est mis sous tension, U1est relié à L1, V1 est relié à L3 et W1 est relié à L2, le moteur est alimenté, mais deux phases sont inversées.
- Le moteur fonctionne alors dans le sens arrière (anti - horaire).

Dans notre machine on a utilisé les moteurs du type asynchrone et ça pour les avantages que ce type de moteur présente comme la facilité de démarrage, la simplicité de sa maintenance et surtout la marche dans les deux sens (avant et arrière)

**3.5 Moteurs utilisées :**

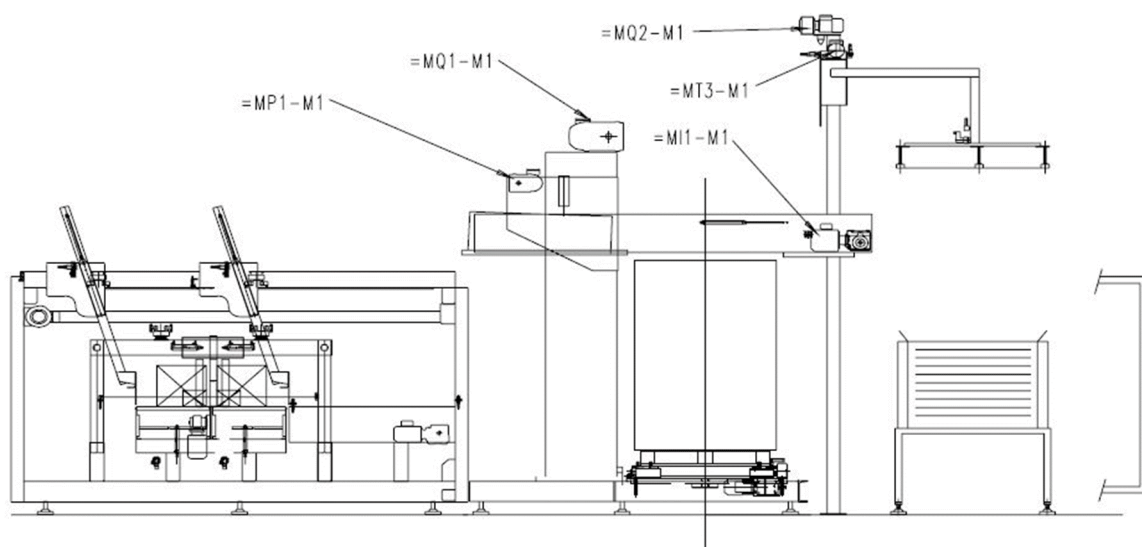
Vu le nombre de moteurs dans le palettiseur on est arrivé à dire que le moteur asynchrone est l'actionneur le plus important dans son fonctionnement, les deux figures suivantes nous permettent de connaître l'implantation et la position de ces moteurs les deux figures suivantes montrent la désignation et l'implantation des moteurs :

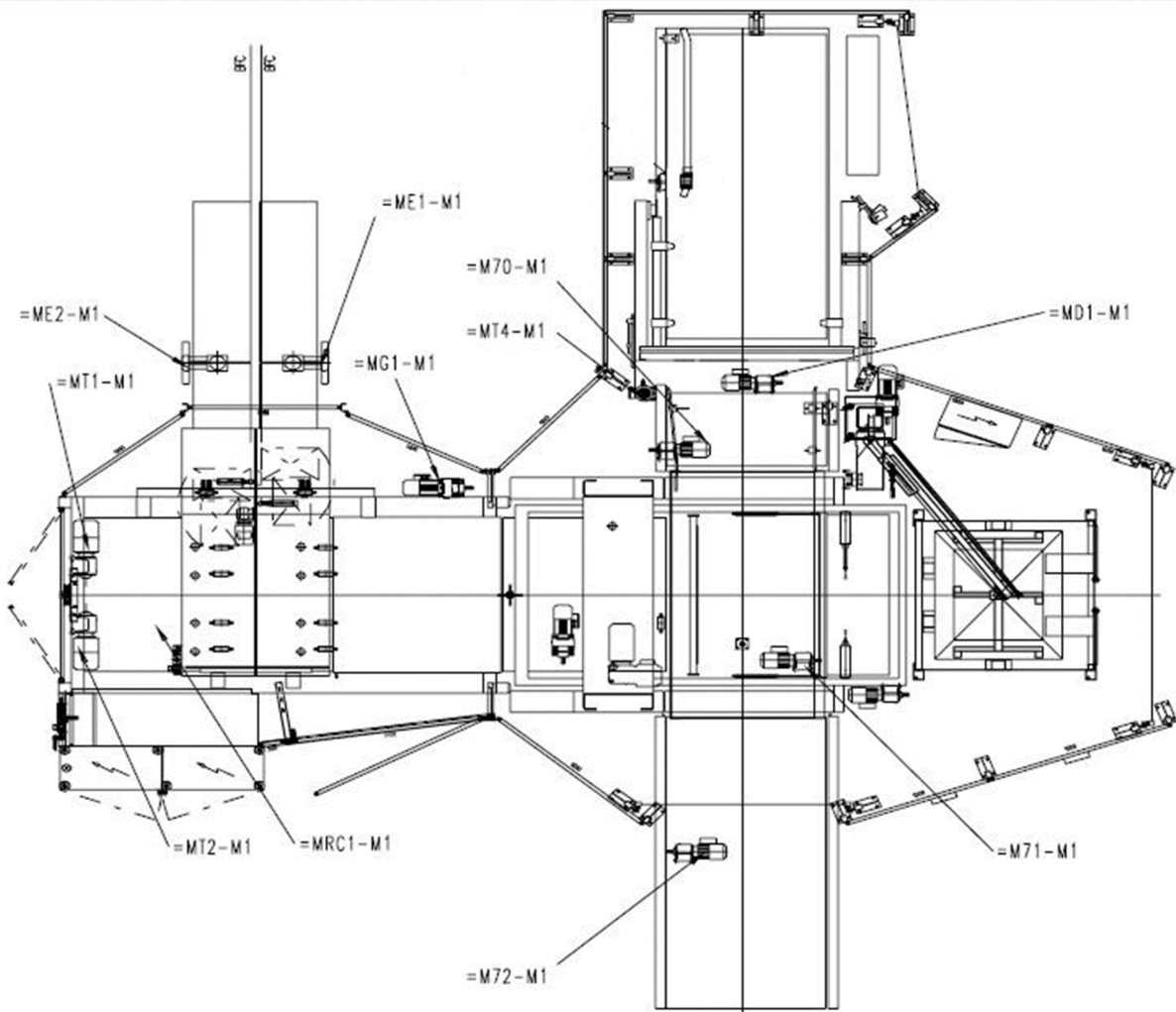
**Tableau des moteurs :**

REPERE	DESIGNATION	PUISSANCE	FABRICANT
= MT1-M1	POUSSOIR LIGNE	1,5 Kw	IVO
=MT2-M1	POUSSOIR COUCHE	1,5 Kw	
= MQ1-M1	LEVAGE	5,5 Kw	

= ML1-M1	TABLES	1,5 Kw	
= MP1-M1	BARRE	1,1 Kw	
= MRC1-M1	MOTEUR ROULEAUX COMMANDES ARRIVEE 1	0,55 Kw	
= ME1-M1	TAPIS SELECTEUR	0,37 Kw	
= ME2-M1	TAPIS SELECTEUR	0,37 Kw	
= M70-M1	MOTEUR CONVOYEUR DEPILEUR	NM	
= M71-M1	MOTEUR CONVOYEUR PALETTISEUR	NM	
= M72-M1	MOTEUR CONVOYEUR SORTIE	NM	
=MG1-M1	TABLE DE PREGROUPAGE	0,75 Kw	
= MQ2-M1	LEVAGE INTERCALAIRE	2,2 Kw	
= MT3-M1	TRANSFERT	0,37 Kw	

**3.5 Implantation des moteurs :**





**Figure-II.13**-implantation des moteurs

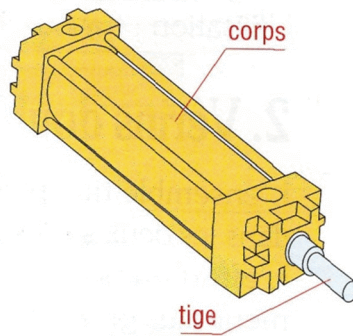
#### 4. Vérins :

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, abloquer...

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige : simple effet, double effet...

##### 4.1 Vérins pneumatiques :

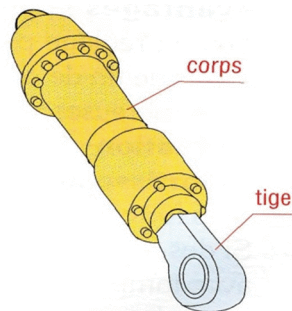
Ils utilisent l'air comprimé, 2 à 10 bars en usage courant. Du fait de la simplicité de mise en œuvre, ils sont très nombreux dans les systèmes automatisés industriels.



**Figure-II.14-vérin pneumatique.**

#### 4.2 Vérins hydrauliques :

Ils utilisent l'huile sous pression, jusqu'à 350 bars en usage courant. Par rapport aux vérins pneumatiques, ils sont plus coûteux, développent des efforts beaucoup plus importants, des vitesses de tiges plus précises et permettent des applications plus sophistiquées avec régulation, asservissements...

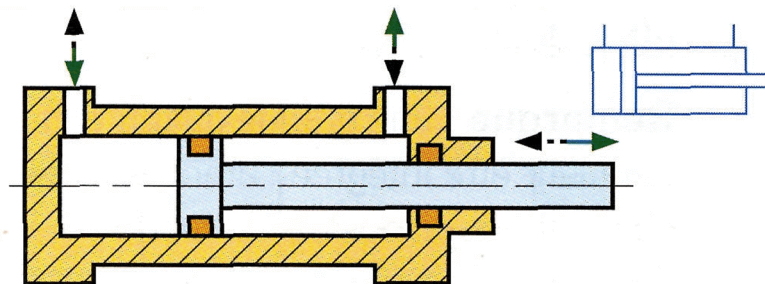


**Figure-II.15-vérin hydraulique**

#### 4.3 Vérins double effet (VDE) :

L'ensemble tige plus piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide.

L'effort en poussant (tige sortant) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.



**Figure-II.16-Double effet**

-**Avantages** : plus grande souplesse d'utilisation ; réglage plus facile de la vitesse, par contrôle du débit à l'échappement ; amortissements de fin de courses, réglables ou non, possibles dans un ou dans les deux sens. Ils offrent de nombreuses réalisations et options.

-**Inconvénients** : ils sont plus coûteux.

-**Utilisation** : les plus utilisés industriellement, ils présentent un grand nombre d'applications.

-**Amortissement de fin de course** : il est indispensable aux vitesses ou cadences élevées et sous fortes charges.

## 5 .Distributeurs :

Hydraulique ou pneumatique (distributeurs de puissance) ;

- choisir le sens de circulation d'un fluide (aiguiller, dériver, etc.) ;
- exécuter, à partir d'un fluide, des fonctions logiques (fonctions ET, OU, mémoire, etc.) ;
- démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide (robinet d'arrêt, bloqueur...);
- être des capteurs de position (course d'un vérin).

### 5.1. Symbolisation : norme NFISO1219-1 (E 04-056)

#### Principe :

**Nombre de cases ou de boîtes** : il représente le nombre de positions de commutation possibles, une boîte par position. S'il existe une position intermédiaire la case est délimitée par des traits pointillés.

**Flèches** : à l'intérieur des boîtes, elles indiquent le sens de circulation ou les voies de passage du fluide entre les orifices.

⊤ et ⊥ : symbolisent des orifices fermés pour la position décrite.



⊤ : indique un orifice obstrué ou fermé d'origine.

**Source de pression** : elle est indiquée par un cercle noir en hydraulique, avec un point en pneumatique.

**Échappement** : il est symbolisé par un triangle noir en hydraulique, clair en pneumatique.

Un triangle accolé à la boîte signifie que l'air est évacué dans l'ambiance.

Un triangle décalé, au bout d'un trait, précise une évacuation possible à partir d'une canalisation connectable.

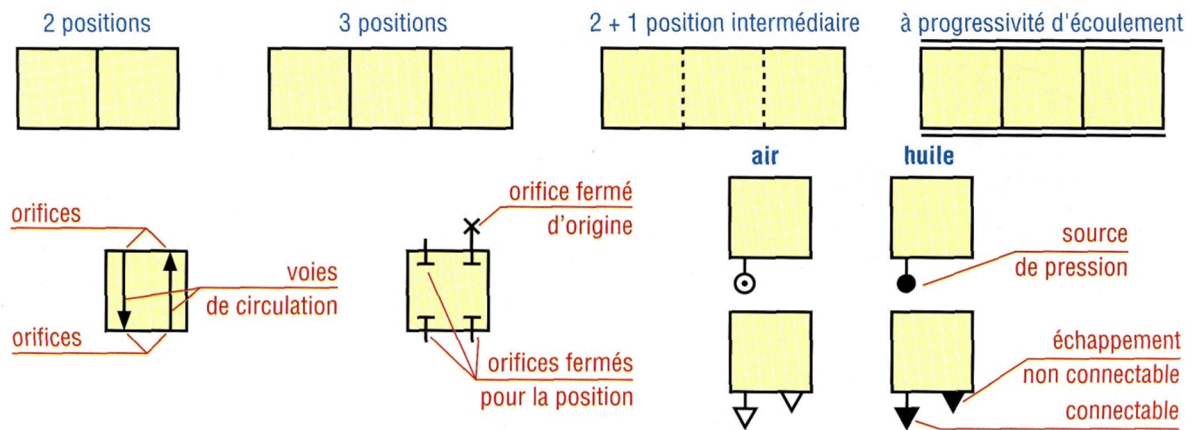


Figure-II.17-Principe de symbolisation des distributeurs.

**Position initiale :** les lignes de raccordement entre réseau et distributeur aboutissent toujours à la case symbolisant la position initiale ou repos ; cette case est placée à droite pour les distributeurs à deux positions, au milieu pour ceux à trois positions.

Le symbole de la pression (cercle) est mis à droite de la case repos s'il n'y a qu'un échappement (triangle), au milieu s'il y a deux échappements.

Les orifices sont repérés par des lettres en hydraulique et par des chiffres en pneumatique.

Ils sont utilisés pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression, comme des sortes d'aiguillage. Ils permettent de :

- contrôler le mouvement de la tige d'un vérin ou la rotation d'un moteur

## 5.2. Désignation des distributeurs :

Elle tient compte des points suivants : nombre d'orifices et nombre de positions, les distributeurs sont désignés par leur nombre d'orifices suivi du nombre de positions.

Exemple : 5/2 signifie distributeur à 5 orifices et 2 positions.

**Distributeur normalement fermé (NF) :** lorsqu'il n'y a pas de circulation du fluide à travers le distributeur en position repos (ou initiale), le distributeur est dit normalement fermé.

**Distributeur normalement ouvert (NO) :** c'est l'inverse du cas précédent ; au repos, il y a circulation du fluide à travers le distributeur.

**Distributeur monostable :** distributeur ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale, ou repos, dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu.

**Distributeur bistable :** admet deux positions stables ou d'équilibre. Pour passer d'une position à une autre, une impulsion de commande ou de pilotage suffit pour provoquer le

changement. Le maintien en position est assuré par adhérence ou par aimantation. Leur fonctionnement peut être comparé à celui d'une mémoire à deux états : 1 ou 0, oui ou non.

### **6. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons étudié et présenté les différents actionneurs et capteurs constituant le palettiseur.

Après avoir pris connaissance dans ce chapitre des différents éléments imposants qui constituent le palettiseur ainsi que leur implantation dans la machine nous pouvons maintenant aborder plus facilement son fonctionnement, et c'est ce que nous allons expliquer dans le chapitre suivant

## 1. Introduction :

Après avoir présenté les différents actionneurs et capteurs composants le palettiseur ainsi que leurs implantations sur la machine nous allons maintenant expliquer d'une manière simple le principe de fonctionnement du palettiseur.

Pour cela nous avons divisé la machine en plusieurs parties et sous parties ce qui nous aidera aussi par la suite dans la modélisation de notre système.

## 2. Présentation de la machine :

### 2.1 Définition :

Le palettiseur type P4 est une machine qui assure le groupage de carton ou de fardeaux et leur palettisation par un système de dépose couche par couche.

Une dépose d'intercalaire automatique type Scara s'effectue entre les couches suivant la configuration des schémas de palettisation. Un magasin palettes assure le dépilage une à une des palettes à partir d'une pile d'environ 15 palettes.

Un ensemble de convoyeurs à rouleaux commandés permet l'amenée palette automatique au poste de palettisation et son évacuation ensuite.

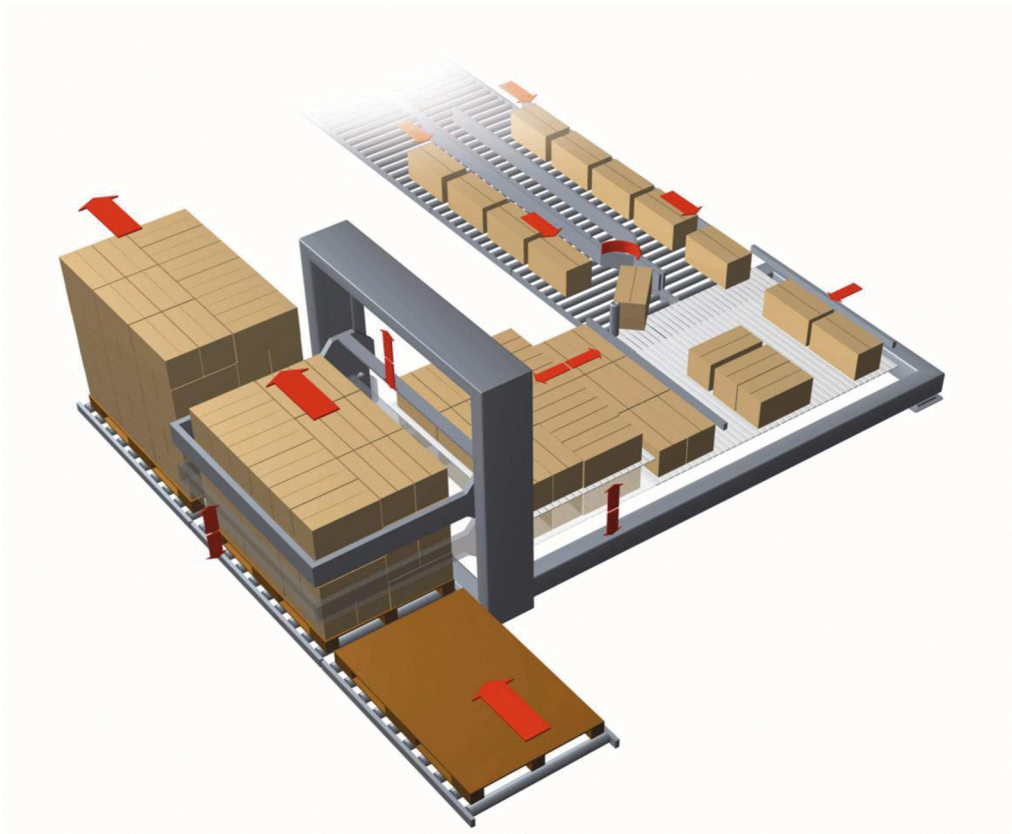
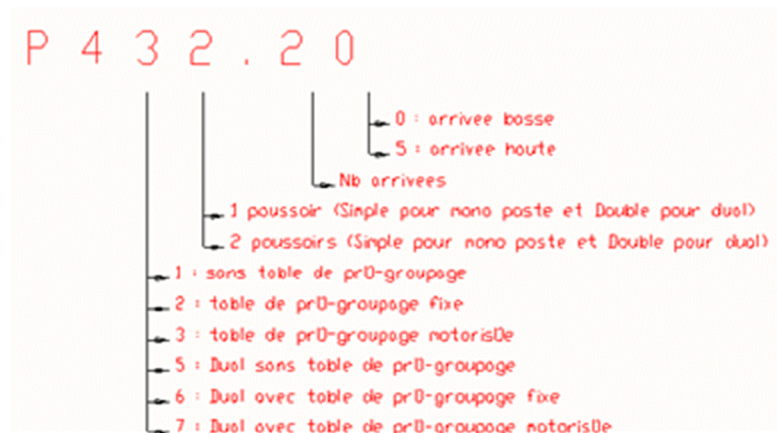


Figure-A- Image d'un palettiseur

## 2.2 Références machines :

Ces machines font partie de la famille palettisation « P » et de la sous famille palettiseur à couches nouvelle génération référencée par les numéros 4 « P4 »



## 3. Descriptif :

### 3.1 Cinématique :

Cette représentation nous permet de localiser les différentes parties principales du palettiseur et elles représenté dans la figure qui suit :

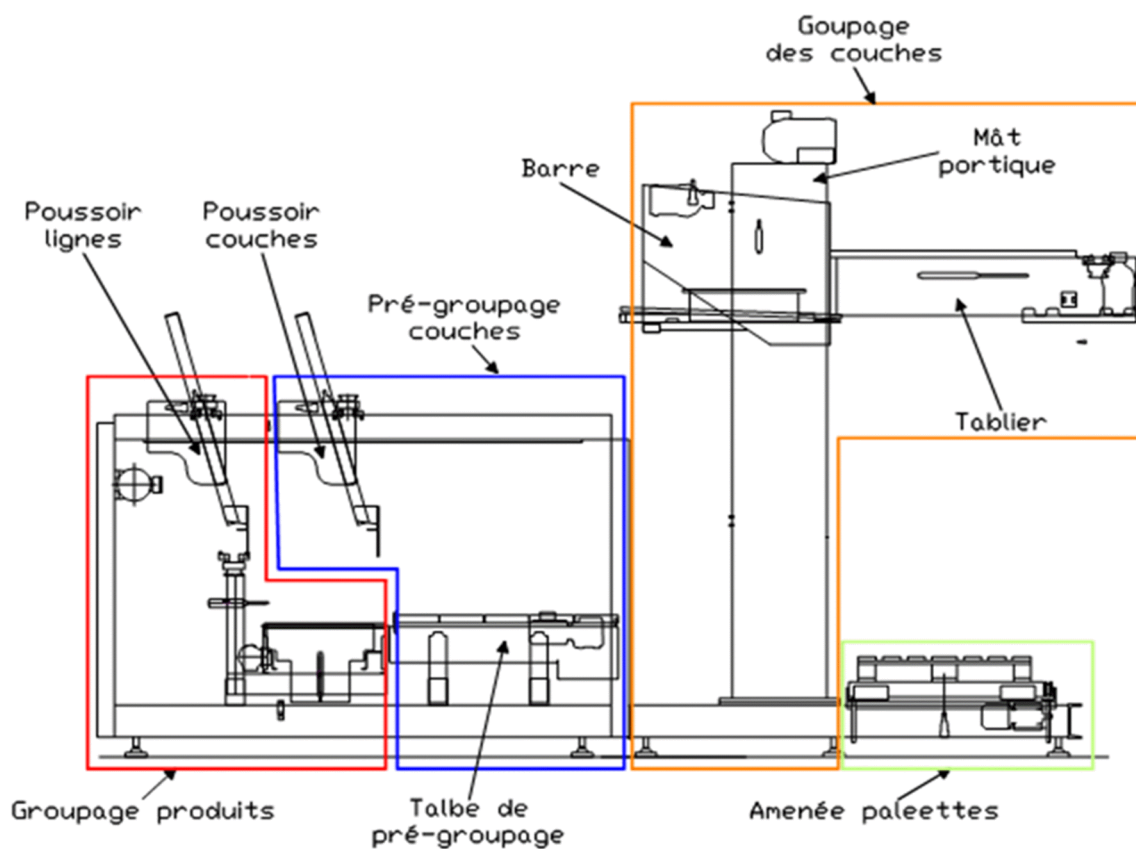


Figure-B- cinématique du palettiseur P4

### 3.2. Description technique :

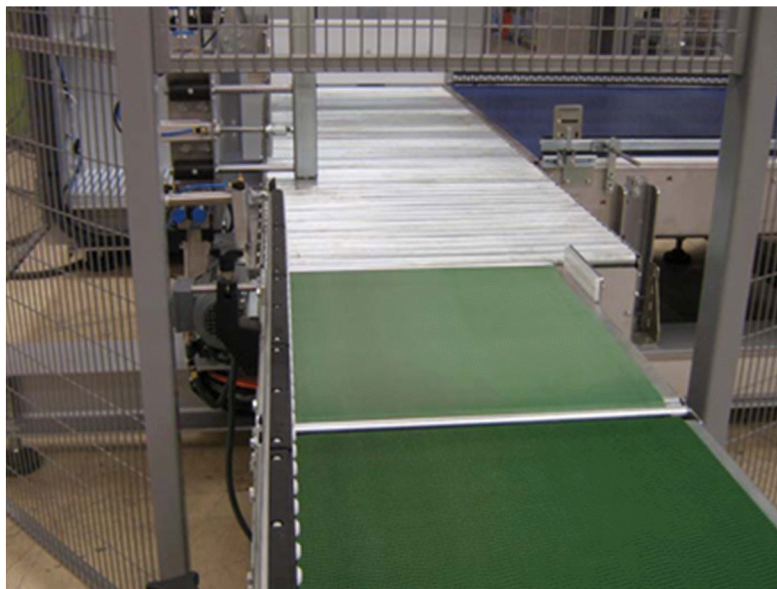
#### 3.2.1. Partie groupage des produits

##### 3.2.1.1. Fonction tapis cadenceur :

La reprise en accumulation des fardeaux s'effectue sur un tapis cadenceur (bande rugueuse) pour mettre au pas les emballages et limiter la pression commandé par un moteur (=ME1-M1). L'alimentation des fardeaux se réalise sur un bord fixe type « guide à galets pour accumulation » ajustable jusqu'au pivot.

Une cellule de présence (=ME1-B50) permet le comptage des produits et gère la marche et l'arrêt du tapis

La cellule (=ME1-B51) permet de détecter l'accumulation maximum de cartons sur le convoyeur amont et fait retomber le signal marche amont donné au client

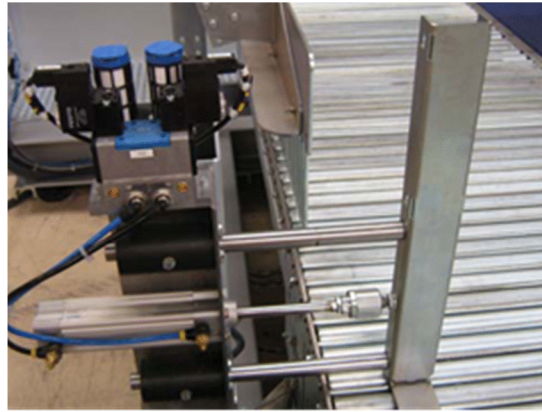


**Figure-1-** Tapis cadenceur et tapis accélérateur

Le tapis accélération (bande verte lisse) permet de séparer les emballages. Il est commandé par le même moteur que celui du tapis cadenceur

##### 3.2.1.2. Fonction pivot (=L1) :

Le pivotement est commandé par la sortie du vérin pneumatique (=L1-C1) en fonction du groupage produits.



**Figure -2-** le pivot

#### **3.2.1.3. Fonction convoyeur à rouleaux :**

Les produits sont accumulés sur une table à rouleaux entraînés par le moteur (=MCR1-M1).

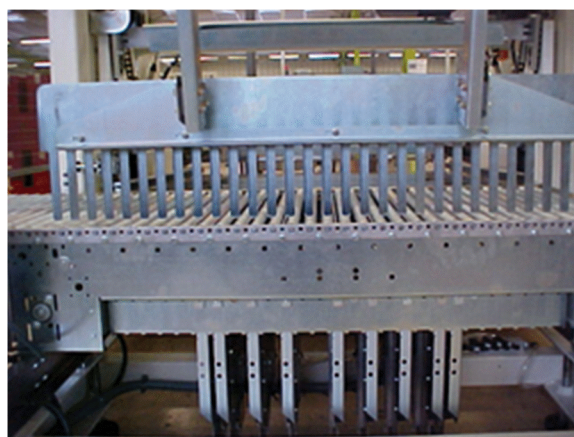
Une butée fixe est installée en extrémité du convoyeur.

La cellule positionnée derrière le pivot (=MCR1-B50) vérifie la non présence d’emballage avant de commander la poussée de la ligne.

La cellule (=MCR1-B50) permet aussi le comptage des fardeaux et permettant ensuite de commander les sorties des butées cheminées.

#### **3.2.1.4. Fonction butées cheminées (=S) :**

Un certain nombre de butées cheminées (=S1-C1, =S2-C1, =S3-C1, =S4-C1, ...) est installé sur la machine en fonction des configurations de schémas de palettisation du client. Il est possible de rajouter des butées supplémentaires si nécessaire.



**Figure-4-** butées cheminées

#### **3.2.1.5. Fonction pousoir ligne :**

La ligne d'emballage constituée est transférée sur la table de dépose par un pousoir de ligne commandé par le moteur (=MT1-M1).

Le poussoir type « peigne » à mouvement horizontal est guidé par des galets métallo-plastiques sur une structure tube et entraîné par une courroie crantée. Deux cellules inductives détectent la position avant et arrière du poussoir (=MT1-B0 et =MT1-B1)



Le vérin (=C1-C1) permet l'escamotage de la plaque de transfert des lignes. Cela permet d'autoriser l'introduction de nouveaux produits sur les rouleaux commandés lors de la poussée de la ligne précédente.

En arrivant en point avant, le vérin fait remonter le poussoir afin de ne pas heurter les produits déjà introduits sur les rouleaux.

L'escamotage permet un gain de temps et de cadence.

### **3.2.2. Fonction pré-groupage couche (=MG1) :**

#### **3.2.2.1. Fonction table de pré-groupage :**

La table de pré groupage des couches permet d'augmenter la vitesse du poussoir de couches et de supprimer les impacts d'accostages (suppression des rampes d'accélération/décélération donc augmentation cadence).

La table de pré groupage est motorisée par le moteur (=MG1-M1).



**Figure-6-** table de pré groupage

Les couches y sont préparées avant d'être poussée sur la table de palettisation en une seule opération.

La cellule (=MG1-B50) assure la détection de la nouvelle ligne (poussée par le poussoir de ligne) et le démarrage du moteur (=MG1-M1)

#### 3.2.2.2. Fonction poussoir couche :

La couche d'emballage constituée est transférée sur la table de dépose par un poussoir de couche commandé par le moteur (=MT2-M1).

Le poussoir à mouvement horizontal est guidé par des galets métal-plastique sur une structure tube et entraîné par une courroie crantée. Deux cellules inductives détectent la position avant et arrière du poussoir (=MT2-B0 et =MT2-B1)



Figure-7-poussoir couche

Le vérin (=C2-C1) permet l'escamotage de la plaque de transfert des couches. Cela permet d'autoriser l'introduction d'une nouvelle ligne sur la table de pré-groupage des couches pendant le retour du poussoir de couches.

En arrivant en point avant, le vérin fait remonter le poussoir afin de ne pas heurter les lignes déjà poussées sur la table.

Dans le fonctionnement du poussoir e couches l'escamotage joue aussi un rôle très important sur la cadence de travail, il permet un gain de temps et de cadence.

#### 3.2.3. Partie groupage des couches :

##### 3.2.3.1. Fonction levage :

Un mât portique en tôles pliées assure le mouvement de levage du tablier de dépose des couches. L'entraînement du tablier s'effectue par 2 chaînes de 25,4 de part et d'autre de celui-ci commandé par le moteur (=MQ1-M1) et un guidage par galets combinés acier dans un U



**Figure-8-galets combinés**

La cellule (=MQ1-B3) permet le recalage du levage pendant la Prise d'Origine Machine (POM).

La cellule (=MQ1-B5) donne l'arrêt positionné du tablier en attente.

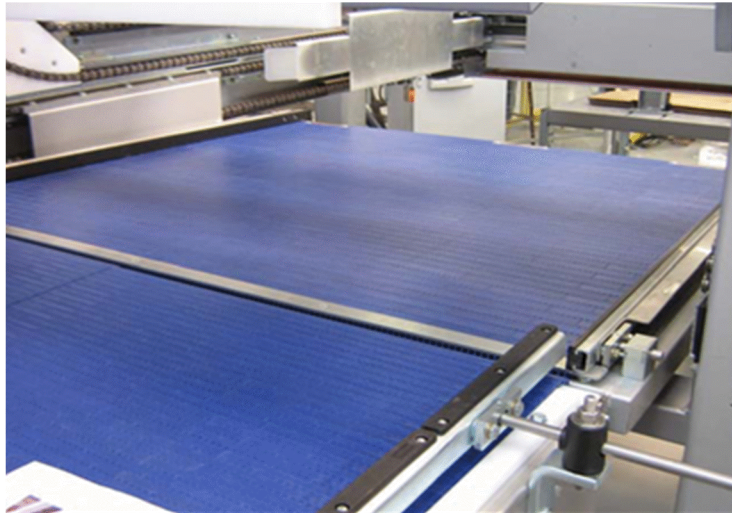
Deux cellules positionnées en croix (=MQ1-B50 et =MQ1-B51) détectent la hauteur de la palette afin d'autoriser l'ouverture de la table.

Une cellule positionnée en travers de la table (=MQ1-B52) vérifie la non présence de produits avant de commander le levage de la table de groupage pour refaire le cycle.

#### **3.2.3.2. Fonction table :**

Le tablier de dépose en tubes et tôle pliée peints composé de 2 tables en inox à ouvertures symétriques permet le transfert de la couche à palettiser (tables entraînées par un ensemble de chaînes 25,4 et le moteur (=ML1-M1).

Deux cellules inductives détectent la position avant et arrière de la table (=ML1-B0 et =ML1-B1).



**Figure-8-** table de groupage

#### **3.2.3.4. Fonction barre :**

Le transfert de la couche dans l'axe est effectué par une barre avant fixée à un ensemble de chaînes 25,4 entraînées par moteur frein (=MP1-M1).

Deux cellules inductives détectent la position avant et arrière de la table (=MP1-B0 et =MP1-B1). La position avant est réglable en fonction des schémas de palettisation.



**Figure-9-** barre de taquage

#### **3.2.3.5. Fonction taquage latéral (=P1) et arrière :**

La couche est calibrée latéralement par 2 vérins (=P1-C1 et =P1-C2) et sont commandés par des électrovannes et des capteurs.



**Figure-10**-emplacement de la couche

-la sortie et le retour de la barre arrière s'effectue par le vérin (=P1-C3) commandé par deux électrovannes et deux capteurs.

### **3.2.4. Partie magasin palette :**

#### **3.2.4.1 Ascenseur palette :**

Le moteur de l'ascenseur MD1M1 entraîne la montée et la descente des palettes pour permettre le passage de la palette du dessous.

Le transfert des fourches qui permettent le levage des palettes est assuré par le moteur (MT4M1).



**Figure-11**-ascenseur palette

On a aussi installé une cellule qui détecte le niveau minimum de palette dans le magasin (=A1-B50).

**3.2.4.2. Fonction convoyeur magasin :**

Le convoyage des palettes au poste de palettisation se fait sur un convoyeur à rouleaux commandés par le moteur (M70-M1).

Une cellule (=M70- B50) détecte la présence d'une palette à transférer.



**Figure-12-convoyeur magasin**

**3.2.4.3. Fonction convoyeur palettiseur :**

L'alimentation des palettes au poste de palettisation s'effectue sur un convoyeur à rouleaux commandés par le moteur (=M71-M1).

**3.2.4.4. Fonction palette (=DP1)**

La cellule (=DP1-B50) détecte la présence au poste de palettisation.

Lorsque la palette pleine s'évacue le tablier à redescend afin d'être prêt pour la prochaine étape.

**3.2.4.5. Fonction butée palette (=T1)**

Une butée fixe inférieure pneumatique (=T1-C1) permet de positionner la palette dans l'axe de palettisation.



**Figure-12-butée palette**

### 3.2.4.6. Fonction convoyeur sortie (=M72)

L'évacuation des palettes pleines s'effectue sur un convoyeur à rouleaux commandés par le moteur (=M72-M1).

La cellule (=M72-B50) détecte la présence de la palette en bout du convoyeur afin d'empêcher l'évacuation d'une autre palette. La cellule (=M72-B51) permet la détection des reprises de palettes.



**Figure-13-convoyeur sortie**

### 3.2.5 Partie Scara :

À la position initiale le bras scara est au-dessus du magasin intercalaire.

-le robot entraîné par le moteur MQ2M1 descend et prend un intercalaire par le système ventouse et remonte en haut.

Ensuite le robot fait le mouvement de transfert (entraîné par le moteur MT3M1) puis dépose l'intercalaire sur la couche d'en haut.

Enfin le bras retourne à sa position initiale.

## 4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié et présenté les différents composants constituant Le palettiseur ainsi que son mode de fonctionnement.

Vu le nombre de composants utilisés et la complexité du fonctionnement du procédé, une modélisation s'avère nécessaire. Pour la réaliser, on fait appel à la représentation graphique GRAFCET, qui fera l'objet du chapitre suivant.

**Introduction :**

Après avoir fait l'étude de la station traitement d'eau et les différents composants qui la constituent et après avoir bien compris son fonctionnement, on se propose dans ce chapitre de traduire le principe de ce fonctionnement en élaborant son GRAFCET.

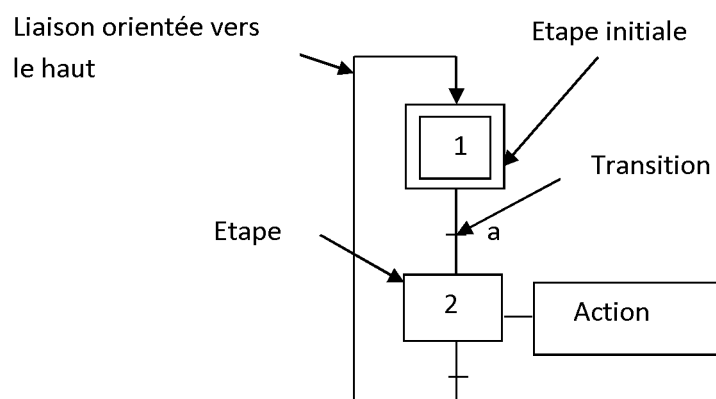
**I. Définition du GRAFCET :**

Le GRAFCET « Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions » est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automate séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

**II. Les outils de base du GRAFCET :**

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

Sa symbolisation est représentée par la figure III.1 :



**Figure IV.1:** Symbolisation du GRAFCET

**II.1. Etape –Action :**

Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes.

**II.1. 1. - Classification des actions associées aux étapes**

L'action associée à l'étape peut être de 3 types : **continue**, **conditionnelle** ou **mémorisée**. Les actions peuvent être classées en fonction de leur durée par rapport à celle de l'étape.

II.1. 1.1 - Actions continues :

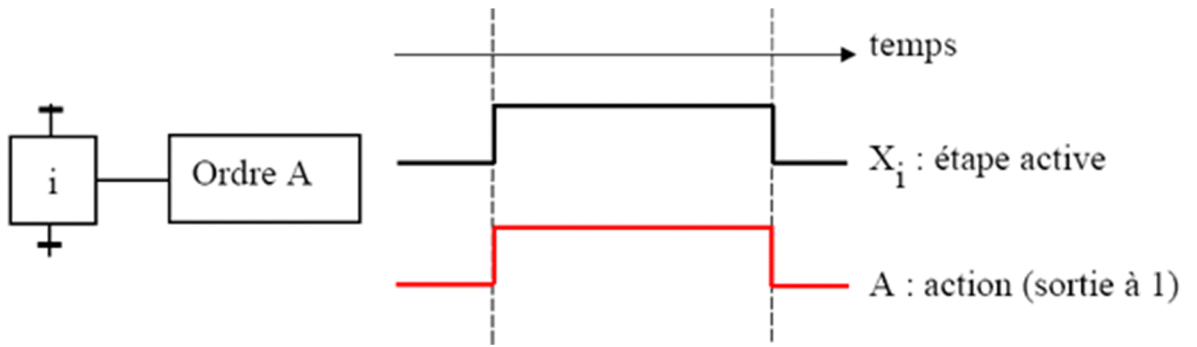


Figure IV.2 Action maintenue

L'ordre est émis, de façon continue, tant que l'étape, à laquelle il est associé, est active.

II.1.1.2 - Actions conditionnelles:

Une action **conditionnelle** n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elles peuvent être décomposées en 3 cas particuliers:

II.1. 1.2.1 - Action conditionnelle simple : Type C

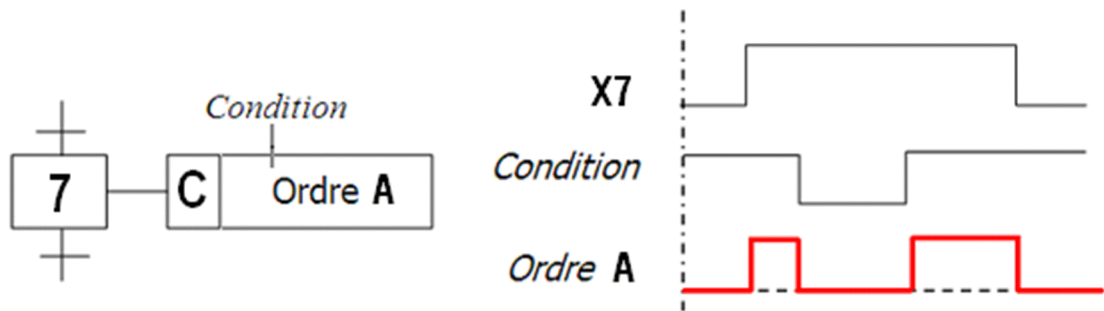


Figure IV.3.action conditionnelle Type.C

II.1. 1.2.2 - Action retardée : Type D (delay)

Le temps intervient dans cet ordre conditionnel comme condition logique. L'indication du temps s'effectue par la notation générale " t / xi / q " dans laquelle "xi" indique l'étape prise comme origine du temps et "q" est la durée du retard.

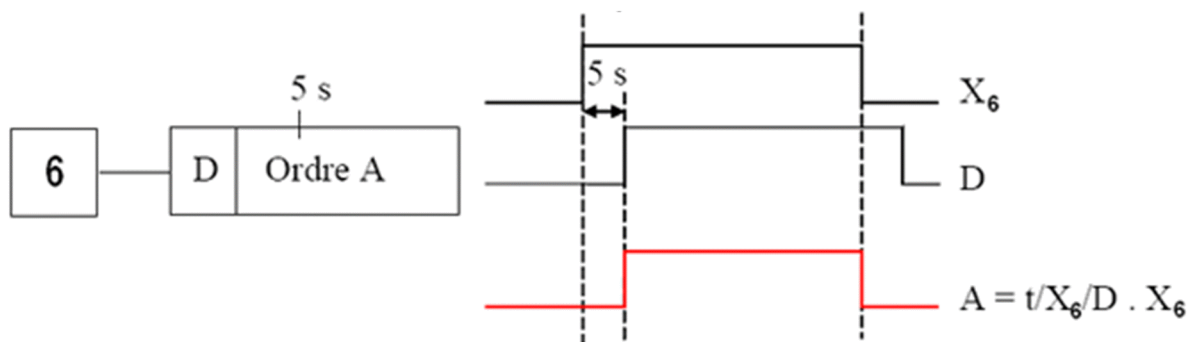
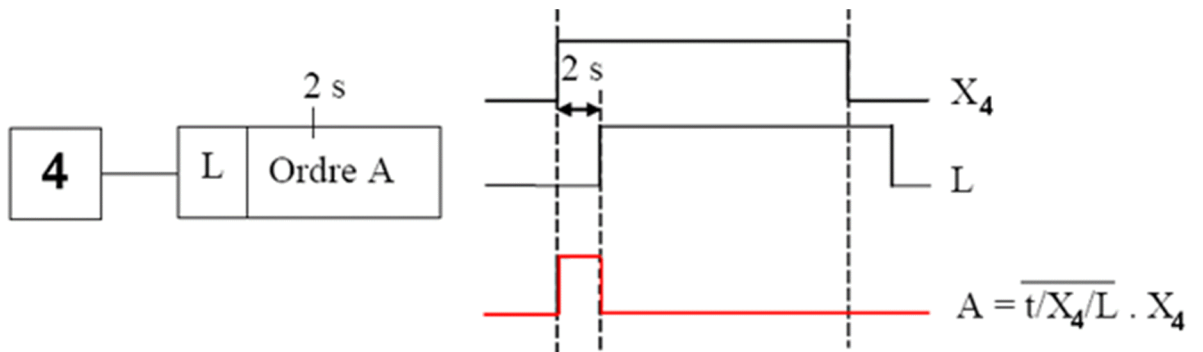


Figure IV.4.action conditionnelle Type.D

Exemple : "t /x6/ 5s" : prendra la valeur logique 1, 5s après la dernière activation de l'étape 6.

**II.1.1.2.3 - Action de durée limitée: Type L (limited)**

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

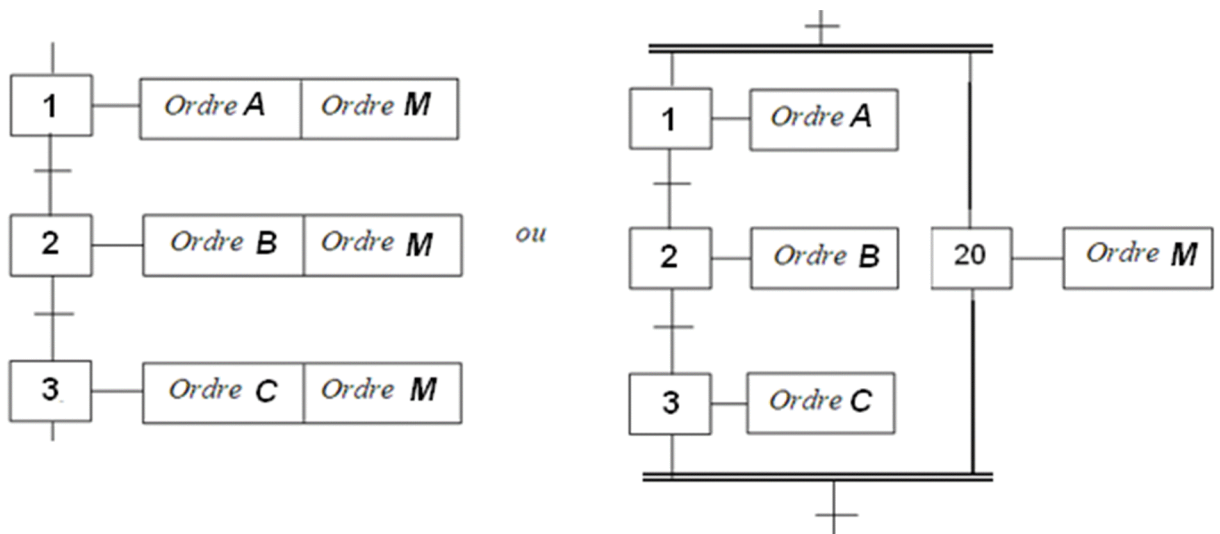


**Figure IV.5.**action Type.L

L'ordre "A" est limité à 2s après l'activation de l'étape 4.

**II.1. 1.3 - Action maintenue sur plusieurs étapes:**

Afin de maintenir la continuité d'une action sur plusieurs étapes, il est possible de répéter l'ordre continu relatif à cette action, dans toutes les étapes concernées ou d'utiliser une description sous forme de séquences simultanées (*Les séquences simultanées seront traitées ultérieurement*).



**Figure IV.6.**action maintenue

**II.1. 1.4 - Action mémorisée :**

Le maintien d'un ordre, sur la durée d'activation de plusieurs étapes consécutives, peut également être obtenu par la mémorisation de l'action, obtenue par l'utilisation d'une fonction auxiliaire appelée fonction mémoire.

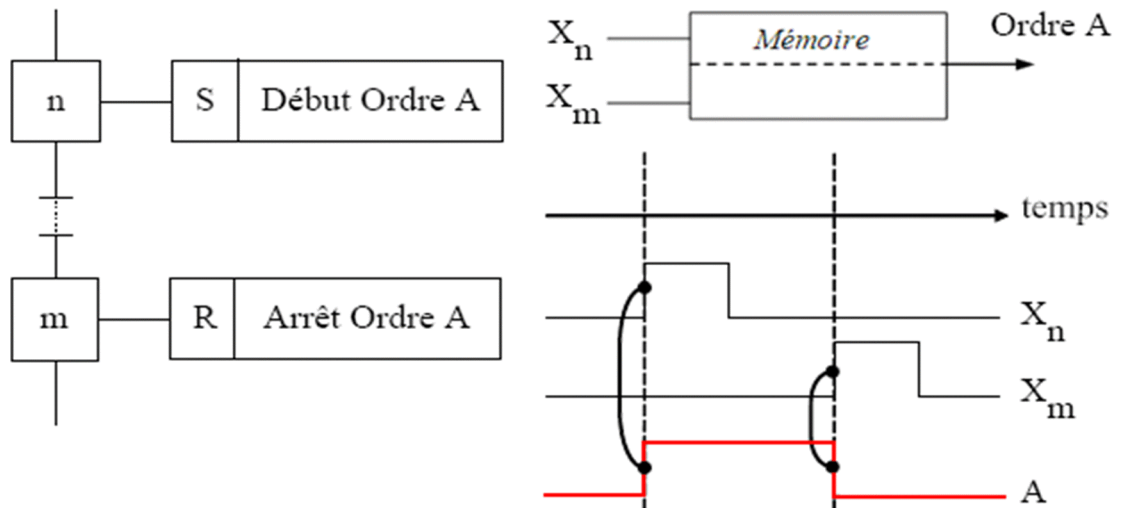
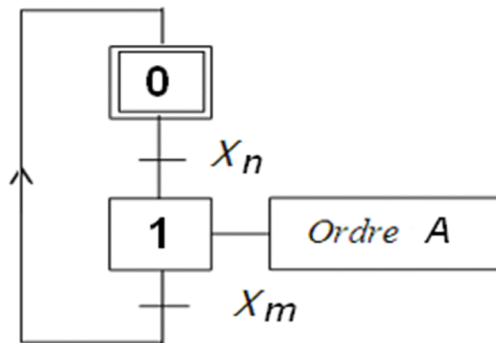


Figure IV.7.action mémorisée

Cette fonction pourra être décrite par un GRAFCET :



**II.2. Transition - Réceptivité :**

La transition est une condition de passage qui est définie par l'état des capteurs. Elle permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui décrit l'évolution du système.

**II.3. Liaisons:**

Une liaison est un arc orienté, ne pouvant être parcouru que dans un sens. A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.

#### II.4. Règles d'évolution du GRAFCET :

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique. Son fonctionnement est régi par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET.

##### Règle 1 : Situation initiale.

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement. À l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.

##### Règle 2 : Franchissement d'une transition.

Une transition est dite validée lorsque toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée est vraie donc elle est obligatoirement franchie.

##### Règle 3 : Evolution 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.

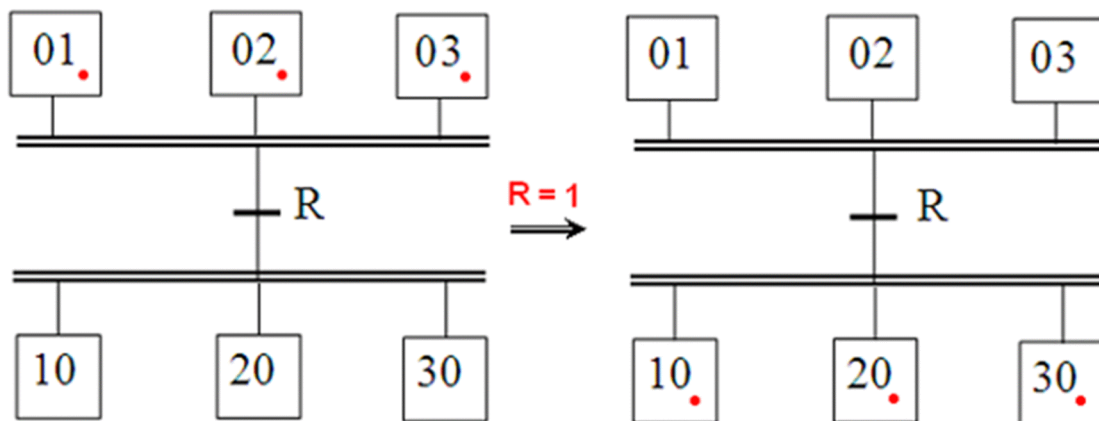


Figure IV.8. evolution du grafcet

##### Règle 4 : Evolutions simultanées.

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

##### Règle 5 : Activation et désactivation simultanées d'une étape

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes à la partie opérative).

**Remarque :**

L'alternance étape-transition et transition- étape doit toujours être respectée ; une liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition et une transition à une étape.

**II.5. Niveau d'un GRAFCET :****➤ Grafcet de niveau 1**

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations prévenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations.

**➤ Grafcet de niveau 2**

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré- actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviations et non en mots.

**II.6. Divergence et convergence en ET logique**

Lorsque l'on souhaite réaliser plusieurs séquences simultanément, on utilise la structure à séquences simultanées. Cette structure est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle se représente à l'aide d'un double trait horizontal.

**II.7. Divergence et convergence en OU**

Lorsque plusieurs étapes ne peuvent être franchies simultanément, on parle de structure à sélection ou d'une divergence en « OU » exclusif . Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle se présente à l'aide d'un simple trait horizontal.

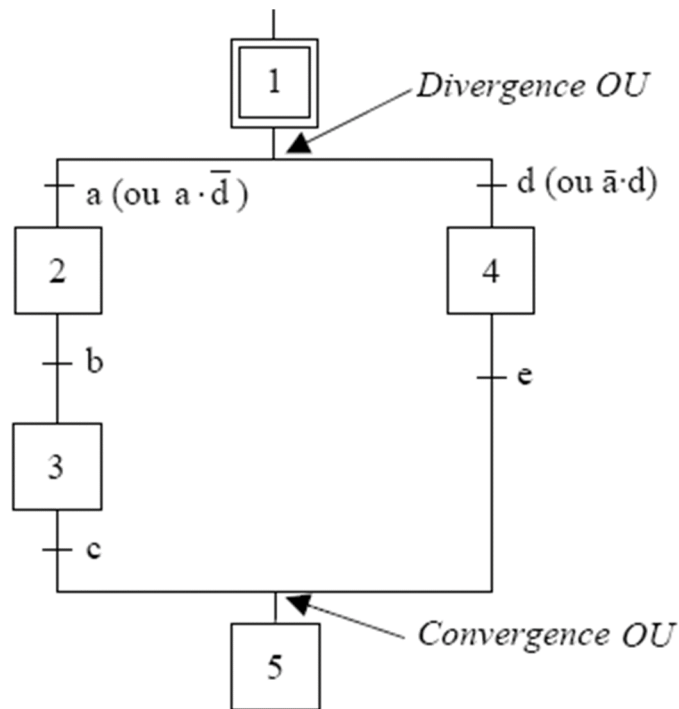


Figure IV.9. divergence en ou

**II.8. Liaison entre grafjets :**

Une étape dans un grafjet peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre grafjet. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux grafjets c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre.

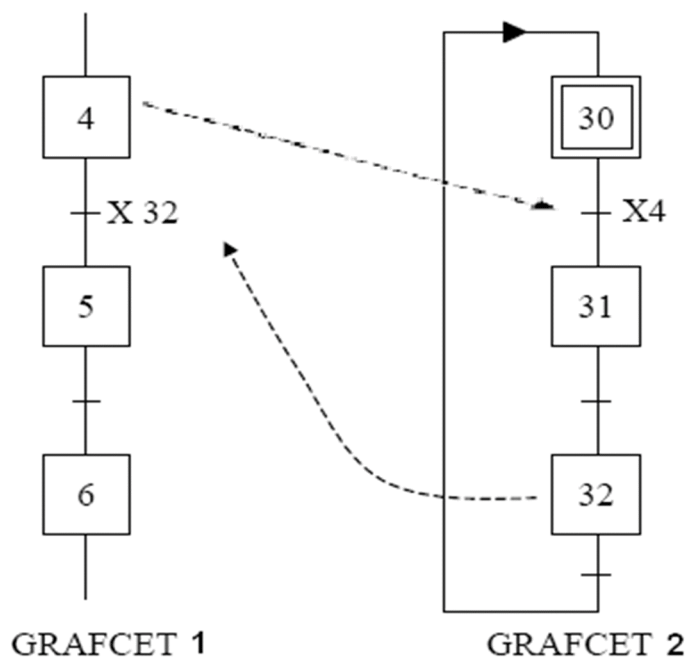


Figure IV.10.liaison entre grafjet

**III. Mise en équation d'un GRAFCET :**

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, on traduit le GRAFCET par des équations combinatoires, en précisant les conditions d'activation et de désactivation ainsi que les initialisations et les arrêts d'urgence d'une étape et de l'action associée.

Pour décrire l'activité de l'étape  $i$ , nous utilisons la notation suivante :

$X_i=1$  si l'étape  $i$  est active

$X_i=0$  si l'étape est inactive

Pour décrire la réceptivité, nous utilisons la notation suivante :

$T_i=0$  si la réceptivité est fautive

$T_i=1$  si la réceptivité est vraie

Pour une étape initiale, nous utilisons la notation suivante :

$Init =1$  si l'étape initiale est en mode arrêt

$Init=0$  si l'étape initiale est en mode marche

Pour les variables d'arrêt d'urgence dur (AU Dur) et arrêt d'urgence doux (AU Doux) telles que :

$AUDur=1$  Désactivation de toute les étapes

$AUDoux=1$  Désactivation des actions, les étapes restent actives

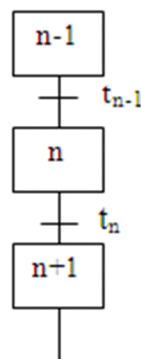


Figure IV.11. Présentation générale d'un GRAFCET

Soit le GRAFCET de la figure III.3 ; en tenant compte de la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> règle d'évolution du GRAFCET, nous pouvons déduire les variables qui interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces règles nous permettent d'écrire :

Pour chaque étape initiale  $n$  :

$$CAX_n = (X_{n-1} \cdot T_{n-1} + Init) \cdot \overline{AUDur}$$

$$CDX_n = X_{n+1} \cdot \overline{Init} + AUDur$$

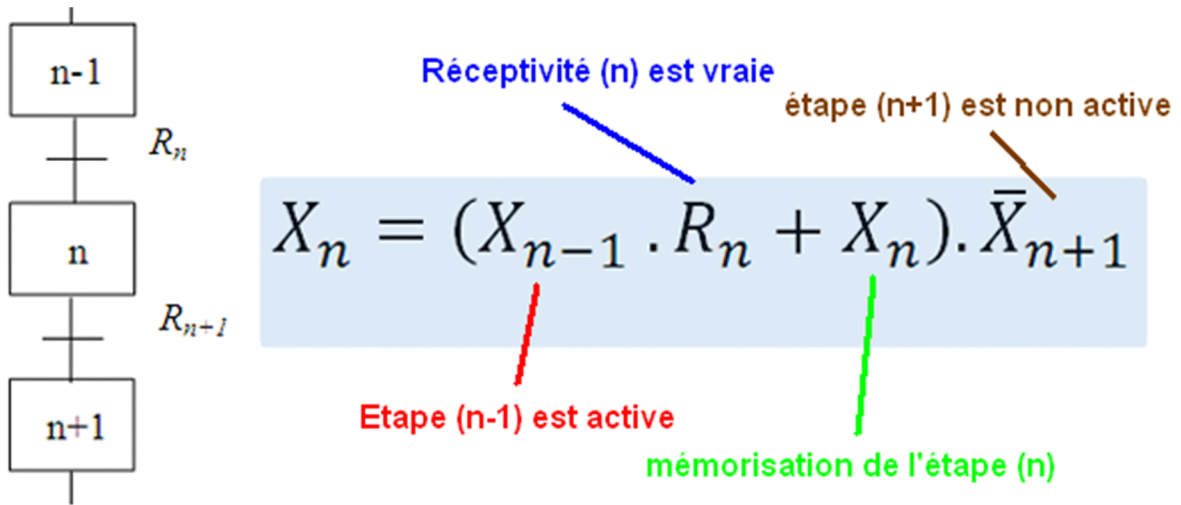
$CAX_n$  condition d'activation de l'étape  $n$ ,  $CDX_n$  condition de désactivation de l'étape  $n$ .

$$CAX_n = X_{n-1} \cdot T_{n-1} \cdot \overline{Init} \cdot \overline{AUDur}$$

$$CDX_n = X_{n+1} + \text{Init} + \text{AUDur}$$

Pour une action associée à une étape n

$$A = X_n \cdot \overline{\text{AUDou}}$$



Equation d'activation de l'étape de rang n

**IV- Conclusion :**

Dans le développement des grafjets du processus de fonctionnement de notre machine, On a opté pour la modélisation décentralisée ou on a donné les grafjets de chaque tache exécuté dans le but de mieux comprendre le fonctionnement

## Introduction

La première partie de ce chapitre est consacrée à l'étude générale des automates programmables industriels. Ceci va nous permettre de choisir l'automate à adopter. La deuxième partie porte sur le logiciel de programmation et sur l'implantation du programme.

## I. Les automates programmables

### I.1 .Définition

L'automate programmable industriel (A.P.I) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique programmable. Il s'adapte à l'environnement industriel, réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de module d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel.

### I.2. Architecture des automates programmables industriels

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante (figure IV.1)

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités.
- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/- -15V.
- Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou Rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative.
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande.
- Un ou plusieurs modules de communication.

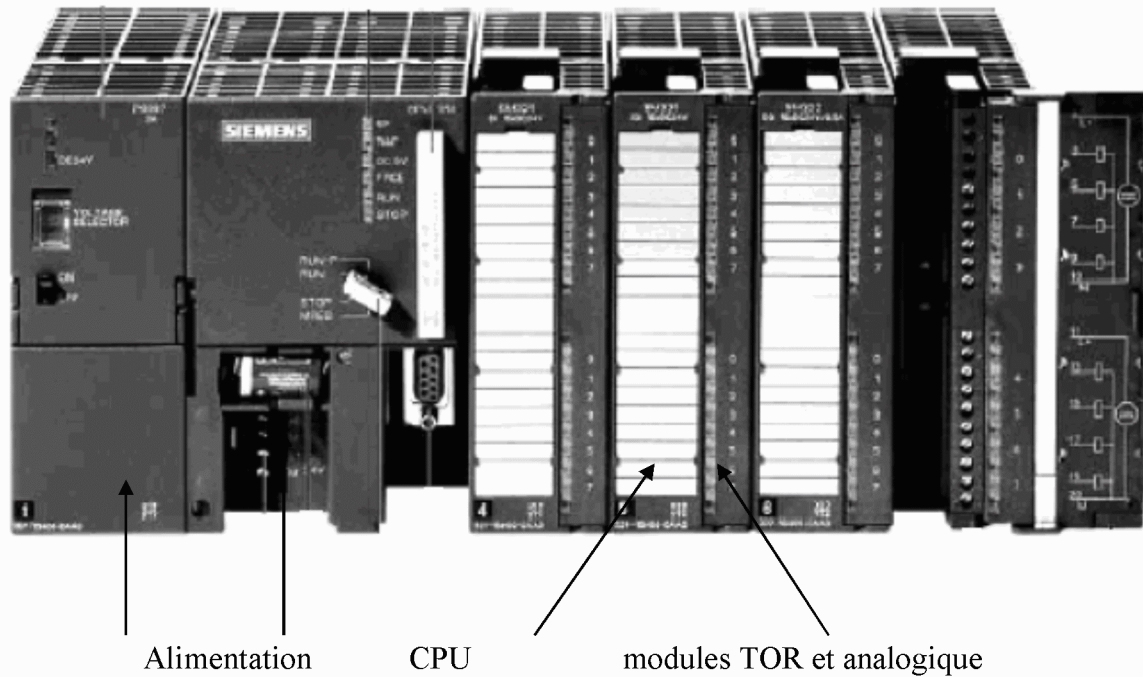


Figure V.1: L'automate programmable Siemens

### I.3. Structure interne des automates programmables

La structure interne d'un API obéit au schéma donné par la figure IV.2

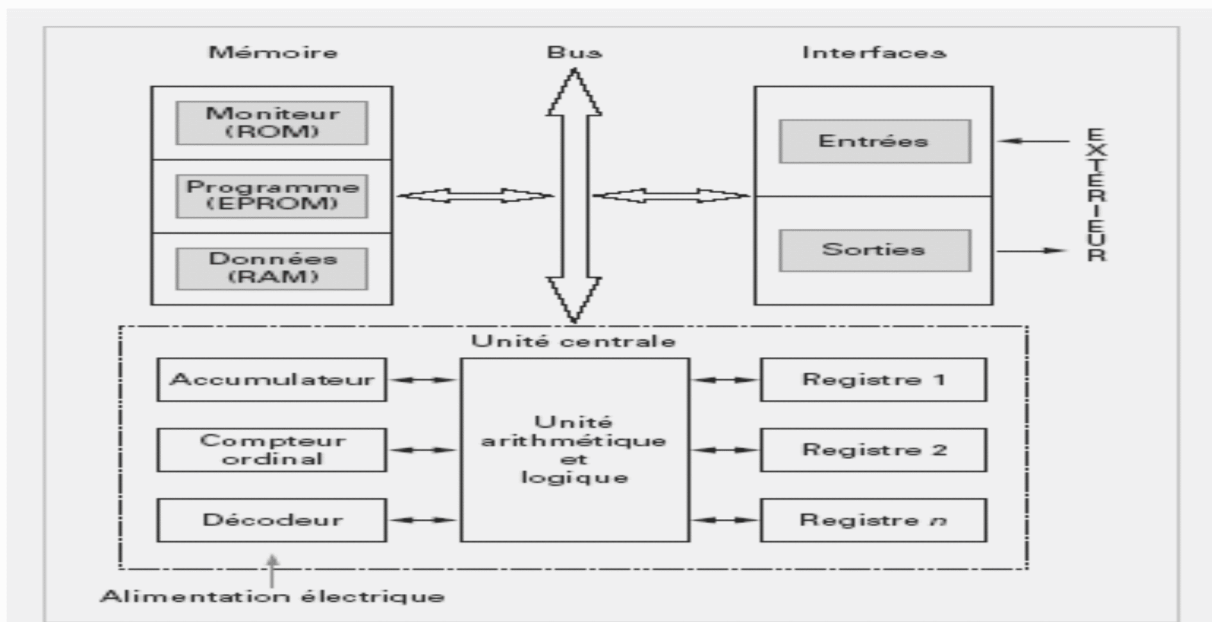


Figure.V.2 : structure interne d'un API

- **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques et arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...)

- **Les modules d'entrées/sorties** : Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- **Les mémoires** : Un système à microprocesseur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent de stocker:

- le système d'exploitation dans des ROM ou PROM,
- le programme dans des EEPROM,
- dans la RAM, les données système lors du fonctionnement. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie.

\_ **L'alimentation** : elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V ... etc.).

\_ **Liaisons de communication** : elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

#### I.4. Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre.

##### I.4.1 Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

Cette gamme d'automates comporte trois familles : S7 200, S7 300, S7 400

- **S7 200** : qui est un micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu'à 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.
- **S7300** est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet

- **S7400** est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.

#### **I.4.2. Choix d'automate programmable**

Afin de faire un choix de l'automate adéquat, il y a lieu de prendre en compte plusieurs critères et conditions à savoir :

- Critère fonctionnel et technologique

Il caractérise le nombre d'entrées et de sorties disponibles, la rapidité de traitement de l'information au niveau de la CPU et la nature des signaux traités et délivrés par l'automate.

- Critère opérationnel

Il caractérise les contraintes d'exploitation des systèmes automatisés après la mise en marche dans l'entreprise ce qui signifie l'aptitude de l'automate à travailler dans des conditions réelles en restant fiable.

- Critère économique

Il caractérise le coût d'investissement nécessaire pour l'acquisition de l'automate ainsi que le coût de sa maintenance après sa mise en marche et aussi la disponibilité de l'automate sur le marché.

## **II. Choix de l'automate S7 300**

L'automate S7 300 est un mini automate modulaire. Ses modules peuvent être déterminés selon le nombre d'entrées / sorties.

Il est choisi aussi pour les avantages suivants :

- Une large gamme de CPU allant de la CPU 312 à la CPU 319.
- Une gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules (1024 entrées/ sorties)
- Possibilité de communication avec d'autres automates grâce aux Interfaces multipoint (MPI), au Profibus, à l'Industriel Ethernet.

### **II.1. Constituants de l'automate S7-300 :**

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation modulaire, il offre la gamme des modules suivants :

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A ;

- Unité centrale CPU 315 travaille avec une mémoire de 48 Ko, sa vitesse d'exécution est de 0.3 ms / 1K instructions ;
- Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée de S7-300 ;
- Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques ;
- Module de fonction (FM) pour des fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone) ;
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau ;
- Châssis d'extension (UR).

### **II.1.1. L'unité centrale (CPU) :**

La tension provenant des capteurs est appliquée aux bornes du module d'entrée. Le processeur de l'unité centrale traite le programme qui se trouve dans la mémoire et interroge l'état des entrées pour savoir si la tension est présente ou non. En fonction de l'état des entrées et du programme en mémoire, le processeur instruit le module des sorties afin qu'il applique la tension aux connecteurs correspondants. Les actionneurs ou les voyants lumineux sont activés ou désactivés en fonction de l'état de la tension.

### **II.1.2. Modules de coupleurs (IM) :**

Les coupleurs IM permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le coupage entre les différentes unités, ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autres périphériques et l'unité centrale.

### **II.1.3 Modules de signaux (SM) :**

Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs. Ils assurent le filtrage et l'adaptation des signaux électriques.

#### **II.1.3.1. Modules d'entrée/sorties (TOR) :**

- **Les modules d'entrées :**

Les modules d'entrées TOR ramènent le niveau des signaux TOR issus du processus au niveau de signal interne du S7-300. Ils conviennent au raccordement d'appareils à contacts et de détecteurs de proximité.

- **Modules de sorties :**

Ils transforment le niveau de signal interne du S7-300 au niveau de signal requis par le processus. Ils conviennent au raccordement d'électrovannes, de contacteurs, de micro moteur, de lampes.

**II.1.3.2. Modules d'entrées et de sorties analogiques :**

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

**II.1.3.3. Modules d'entrées/sorties numériques :**

Ces modules ne concernent que les automates de haute ou moyenne gamme effectuant des traitements numériques.

**II.1.4. Modules de fonction (FM) :**

Ils sont programmables et se subdivisent en trois modules spéciaux : comptage, positionnement, régulation.

**II.1.5. Modules de communication (CP) :**

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine et machine-homme ; ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communications : point à point, PROFIBUS, Industriel Ethernet.

**II.1.6. Châssis d'extension (UR) :**

Il assure le raccordement électrique entre les divers modules; il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteurs.

**III. Logiciel de programmation STEP7****III.1. Description de STEP7**

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Ce logiciel offre la possibilité d'assistance dans toutes les phases de création d'une solution d'automatisation à savoir :

- La création et la gestion de projet
- La configuration matérielle.
- La gestion des mnémoniques.
- La création du programme.
- Le chargement de programme dans l'automate.

**III.2. Langage de programmation**

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

- Le mode à contact (CONT) : c'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions fait penser aux circuits.

- Le mode logigramme (LOG) : c'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour présenter les opérations logiques.
- Le mode List (LIST) : c'est un langage de programmation textuel proche du langage machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent dans une large mesure, aux étapes de traitement du programme par la CPU.

### III.3. Structure d'un programme S7

Le logiciel de programmation STEP7 permet d'organiser le programme et le subdiviser en différents blocs.

#### III.3.1. Les blocs utilisateurs

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation ; il englobe les blocs de code (OB, FB, FC) qui contiennent les programmes et les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

##### a. Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation; on distingue plusieurs types :

- ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques.
- ceux qui sont déclenchés par un événement.
- ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable.
- et enfin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

##### b. Les blocs fonctionnels (FB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres

##### c. Les blocs de données (DB)

Le DB est une zone de donnée dans laquelle on enregistre les données utilisateur.

##### e. Les fonctions (FC)

La FC contient les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

**f. Les blocs système :**

Ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU S7 ; ils sont appelés à partir du programme. On trouve :

-les blocs fonctionnels systèmes (FSB) : blocs fonctionnels stockés dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelés par l'utilisateur.

-les fonctions système (SFC) : fonctions stockées dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelées par l'utilisateur.

-les données système (SDB) : zone de mémoire dans le programme configurée par différentes applications de STEP7, pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

**III.3.2.Traitement de programme par la CPU**

Deux traitements du programme sont possibles en fonction de l'unité de commande et de la programmation : le traitement linéaire et le traitement structuré.

**III.3.2.1.Traitement linéaire du programme**

Dans le traitement linéaire du programme, les instructions sont traitées par l'unité de commande dans l'ordre dans lequel elles sont stockées dans la mémoire du programme. Lorsque la fin du programme est atteinte, le programme reprend depuis le début. On parle de traitement cyclique.

**III.3.2.2.Traitement structuré du programme**

Dans le cas d'un procédé complexe possédant plusieurs fonctions, il est recommandé de partager le programme utilisateur en fonctions principales que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FC, FB), de manière à faciliter la programmation et le test des parties du programme.

**III. 4. Implantation du programme sur l'automate S7-300****III. 4.1. Création du projet**

Après le lancement de SIMATIC Manager, l'assistant de projet intégré au logiciel SIMATIC Manager nous accompagne le long de la création du programme ; ce qui ne nous permet pas d'avoir de détails du projet créé ; pour cela on procède d'une autre manière plus détaillée. (voir figure IV.3)

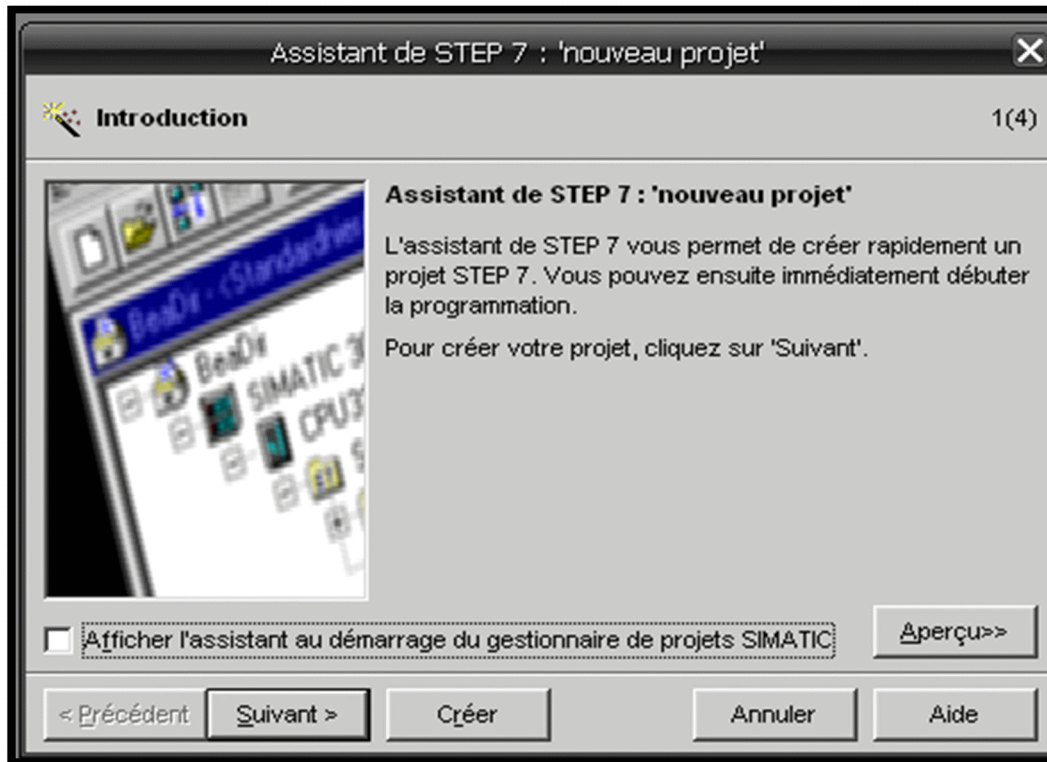


Figure V.3: Création de projet

### Création d'un projet sous STEP7 sans assistant

Cliquer sur « annuler » dans la fenêtre précédente pour annuler l'action de l'assistant. Ouvrir un nouveau fichier en cliquant sur « fichier » et sélectionner « nouveau » et le nommer. Après l'attribution du nom, appuyer sur « OK » et la fenêtre précédente disparaît et une autre qui s'ouvre où le nom de projet créé apparaît. Cliquer sur « insertion » pour insérer une nouvelle station SIMATIC 300. Comme le montre la figure VI.4

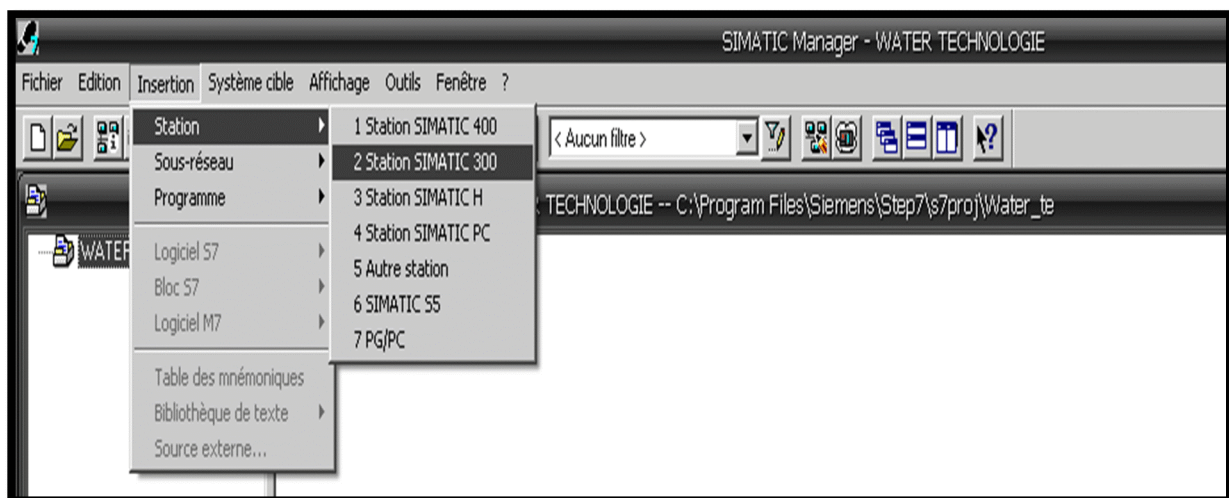


Figure V.4 : Insertion de la station SIMATIC 300

On double clique sur le nom du projet, la nouvelle station SIMATIC 300 apparait. Puis on double cliquant sur celle-ci, il apparait « matériel » ; celui-ci nous permet de configurer l'automate.

### III. 4. 2. Configuration matérielle

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Nous avons configuré notre automate de la manière suivante afin de pouvoir concrétiser notre solution d'automatisation.

Comme indiqué sur la figure IV.5

#### Choix du RACK

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant. Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « RACK-300 ».

Une fois, le RACK affiché, le SIMATIC Manager nous indique automatiquement l'emplacement adéquat de chaque bloc.

#### Choix du bloc d'alimentation

L'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1.

#### Choix de la CPU

La « CPU 315-2DP » est impérativement mise à l'emplacement n°2. Elle présente les caractéristiques suivantes : mémoire de travail 48Ko, temps d'exécution 0.3ms /kinst, configuration à plusieurs rangées jusqu'à 32 modules

#### Choix des modules d'entrées / sorties

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'a 8 modules de signaux.

#### **Remarque :**

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

Une fois la configuration matérielle faite, on passe à l'implantation du programme sur l'automate. Un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet.

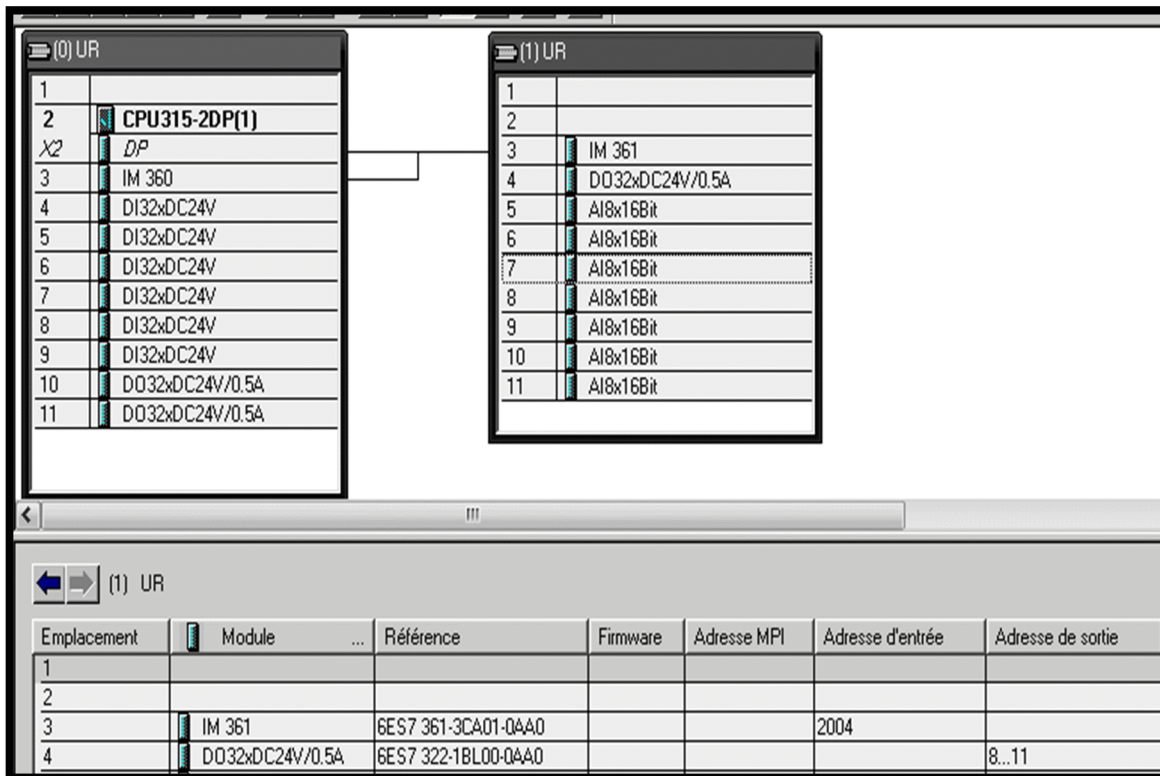


Figure V.5 : Configuration matérielle

### III.4.3. Création de la table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation déterminée (variables, types de données, bloc). L'objet « mnémonique » est automatiquement créé sous un programme S7. ( voir figure V.6)

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
1		PT012	PEW 474	INT	transmetteur de pression en aval de p006B
2		PT011	PEW 472	INT	transmetteur de pression sortie tank6
3		PT010	PEW 470	INT	transmetteur de pression en aval de p005B
4		PT009	PEW 468	INT	transmetteur de pression sortie tank5
5		PT008	PEW 466	INT	transmetteur de pression en aval de P004B
6		PT007	PEW 464	INT	transmetteur de pression sortie tank4
7		PT006	PEW 462	INT	transmetteur de pression en aval de P003A
8		PT005	PEW 460	INT	transmetteur de pression sortie tank3
9		PIT002	PEW 458	INT	indicateur et transmetteur de pression en aval du filtre 1A
10		PT004	PEW 456	INT	transmetteur de pression en aval de P002A
11		PT003	PEW 454	INT	transmetteur de pression sortie tank2
12		PT002	PEW 452	INT	transmetteur de pression en aval de P001A
13		PT001	PEW 450	INT	transmetteur de pression sortie tank1
14		PT015	PEW 448	INT	transmetteur de pression en aval de P008
15		PT014	PEW 446	INT	transmetteur de pression sortie tank7
16		TT012	PEW 444	INT	transmetteur de temperature sortie ligne BC
17		TT011	PEW 442	INT	transmetteur de temperature sortie ligne BB
18		TT010	PEW 440	INT	transmetteur de temperature sortie ligne BB
19		TT009	PEW 438	INT	transmetteur de temperature sortie ligne BA
20		TT008	PEW 436	INT	transmetteur de temperature sortie ligne BA
21		TT007	PEW 434	INT	transmetteur de temperature sortie AC
22		TT006	PEW 432	INT	transmetteur de temperature sortie ligne AB
23		TT005	PEW 430	INT	transmetteur de temperature sortie ligne AA
24		TT004	PEW 428	INT	transmetteur de temperature en aval du VP218
25		TT013	PEW 426	INT	transmetteur de temperature retour cip
26		TT002	PEW 424	INT	transmetteur de temperature sortie ligne B

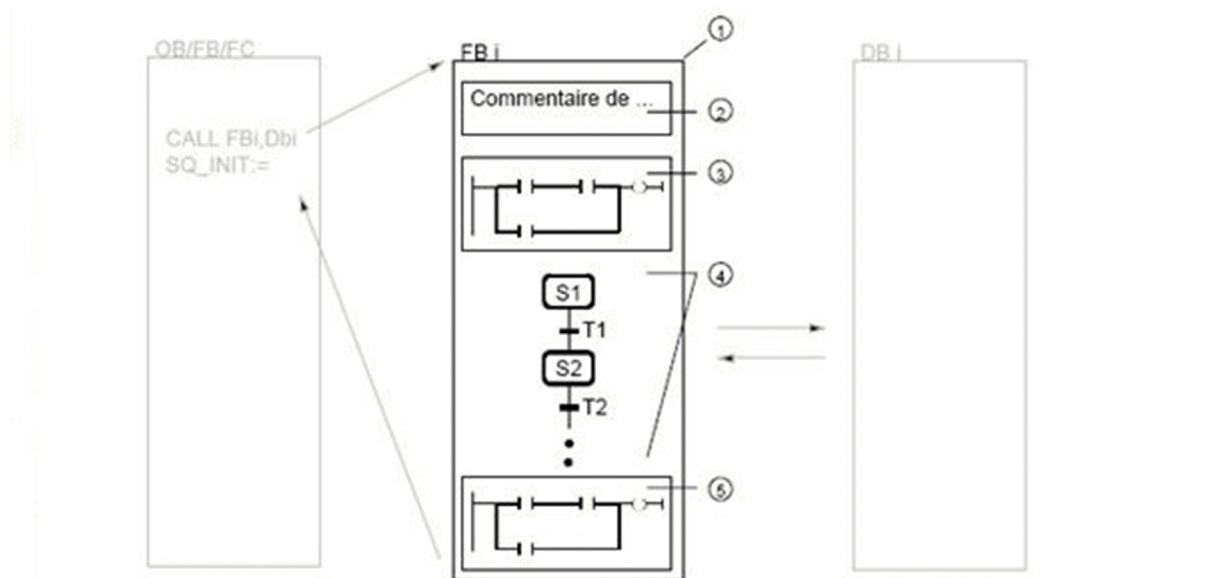
Figure V.6 : Une partie de la table de mnémonique

#### III.4.4. Programmation de l'application

Pour notre application, nous avons fait appel à la programmation décentralisée vu la complexité du procédé. Le mode de représentation utilisé est le GRAPH.

##### III.4.4.1. Structure de programme utilisateur

La structure hiérarchique des blocs de programme est donnée par la figure suivante :



Les FB S7-GRAPH (1) constituent la partie essentielle d'une commande séquentielle. Ils contiennent :

Le programme qui régit étape par étape l'exécution du ou des graphes séquentiels (4)

Des opérations permanentes (3) (5) qui sont continuellement valables indépendamment des graphes séquentiels du FB (et peuvent s'afficher dans une fenêtre séparée)

Un commentaire de bloc (2) désactive l'ensemble de blocs.

#### III.4.5. Validation du programme

Après l'élaboration du programme du système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7-GRAPH qui est un logiciel optionnel de STEP 7. L'application de simulation de modules S7-GRAPH nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur.

#### Conclusion :

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur l'automate réel grâce à son logiciel de simulation.

Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un bloc dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties.

## **Conclusion générale**

---

Notre projet de fin d'étude qui a été réalisé en grande partie au sein de l'unité de production d'eau minérale « LALLA KHEDIDJA » située dans la région d'Agouni Gueghrane a pour but d'élaborer une solution de commande pour le bon fonctionnement d'un palettiseur qui joue un rôle très important dans la chaîne de production.

À l'issue de ce travail, nous pouvons conclure que la modélisation par GRAFCET a permis de faciliter la mise au point la programmation du système à automatiser.

Ce projet a été une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation théorique. Il nous a permis d'acquérir un savoir faire dans le domaine pratique, de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part, d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation. Cela a été pour nous une expérience enrichissante.

# Bibliographie

## Ouvrages:

- SIMATIC S7 : Tome 1, Tome 2 et distributeurs SIEMNS, Edition Mai 2002
- SIMATIC S7-GRAPH pour S7 -300/400, Edition 2004
- documentation interne de l'unité
- documentation sur le GRAFCET
- PETER Sagan, pneumatique et puissance, Edition 2002
- Sciences Industrielles pour l'Ingénieur C83 capteurs doc 2012
- Etienne Gaucheron , Moteurs électriques , Schneider Electric 2004

## Compact Disk (CD) :

- Logiciel STEP7, version 5.5
- Automatisation et Driver de SIEMENS

# Bibliographie

## Ouvrages:

- SIMATIC S7 : Tome 1, Tome 2 et distributeurs SIEMNS, Edition Mai 2002
- SIMATIC S7-GRAPH pour S7 -300/400, Edition 2004
- documentation interne de l'unité
- documentation sur le GRAFCET
- PETER Sagan, pneumatique et puissance, Edition 2002
- Sciences Industrielles pour l'Ingénieur C83 capteurs doc 2012
- Etienne Gaucheron , Moteurs électriques , Schneider Electric 2004

## Compact Disk (CD) :

- Logiciel STEP7, version 5.5
- Automatisation et Driver de SIEMENS