

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Mention Électronique  
Spécialité Automatique

Présenté par

BEN SALAH FARES  
&  
HADJALA MOHAMED

# ETUDE ET REALISATION D'UN MAGASIN AUTOMATIQUE VERTICAL

Proposé par : Mr. AYAD HOCINE & Mr. KHELIFA IBRAHIM

Année Universitaire 2016-2017

# *Remerciements*

*Toute notre profonde gratitude, grâce et remerciement au bon dieu  
qui nous a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce  
modeste travail.*

*Nous tenons d'abord à remercier notre promoteur*

*Mr. AYAD HOCINE*

*Pour nous avoir encadré, aidé et encouragé*

*Pour mener à bien ce travail.*

*Nous remercions également notre Co-promoteur*

*Mr. KHELIFA IBRAHIM*

*Pour avoir accepté de nos encadrer.*

*Nous remercions également les membres de jury pour l'honneur qu'ils  
nous font de juger notre travail.*

*Nous remercions l'ensemble des enseignants de l'université de Blida  
nos amis pour toute leur sincère amitié le long de cinq années d'étude.*

*Enfin, Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de  
loin à l'élaboration de ce travail.*

## تلخيص:

في الصناعة الحديثة، من المهم تسيير المساحات للحد من مشاكل التخزين، والإزالة السريعة للمكونات والمنتجات شبه المصنعة والمنتجات النهائية في جميع القطاعات. نقترح حلاً مثالياً لهذه المشاكل هو المستودع الآلي الرأسي يهدف إلى الإستخدام الأمثل للمساحات وسرعة عمليات الإختيار.

**مفاتيح :** الصناعة الحديثة، تسيير المساحات، مشاكل التخزين، المستودع الآلي الرأسي، عمليات الإختيار.

## Résumé :

Dans l'industrie moderne, il est important de gérer les espaces pour réduire les problèmes de stockage, de prélèvement rapide des composants, produits semi finis, et produits finis dans tous les secteurs d'activités. Nous nous proposons une solution idéale à ces problèmes qui est le magasin automatique vertical conçu pour optimiser l'occupation de l'espace et la rapidité des opérations de picking.

**Mots clés:** l'industrie moderne, gérer les espaces, problèmes de stockage, magasin automatique vertical, opérations de picking.

## Abstract:

In modern industry, it is important to manage spaces to reduce the problems of storage, rapid sampling of components, semi-finished products and finished products in all sectors of activity. We offer an ideal solution to these problems, which is the automatic vertical warehouse designed to optimize the space occupancy and speed of picking operations.

**Keywords:** modern industry, manage spaces, problems of storage, automatic vertical warehouse, picking operations.

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	2
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIETE I.E.C.O</b>	
I.1 INTRODUCTION.....	5
I.2 HISTORIQUE.....	5
I.3 MISSIONS OBJECTIFS ET STRATEGIES DE LA SOCIETE.....	6
I.3.1 Missions d'IECO emballages.....	6
I.3.2 Objectifs d'IECO emballages.....	6
I.3.3 Stratégie d'IECO emballages.....	6
I.4 EVALUATION DE L'EFFICACITE D'IECO EMBALLAGES.....	7
I.5 DOMAINES D'ACTIVITES.....	8
I.6 ASPECT COMMERCIAL & MARKETING.....	9
I.7 LES GAMMES DE PRODUITS D'IECO.....	9
I.8 ORGANISATION DE LA SOCIETE D'IECO EMBALLAGES.....	9
I.8.1 Direction commerciale.....	10
a) Achat.....	10
b) Gestion de stocks.....	10
I.8.2 Direction administration générale.....	10
I.8.3 Direction de finances et comptabilités.....	10
I.8.4 Direction de marketing et vente.....	10
I.8.5 Direction de production.....	10
I.8.6 Direction management de la qualité / laboratoire.....	11
I.9 PRODUITS DE LA SOCIETE.....	12
I.9.1 Barquette et clayette.....	12
I.9.2 Boite à pizza.....	13
I.9.3 Boite d'archives.....	13
I.9.4 Caisse à découpe spéciale.....	14
I.9.5 Caisse à fruit.....	15

I.9.6 Caisse américaine.....	16
I.9.7 Plaque simple face.....	17
I.10 CONCLUSION.....	18

## **CHAPITRE II : SYSTEME DE STOCKAGE AUTOMATIQUE**

II.1 INTRODUCTION.....	20
II.2 PROBLEMATIQUE.....	20
II.3 BESOINS ET OBJECTIFS.....	21
II.4 SYSTEMES AUTOMATIQUE.....	23
II.4.1 Définition.....	23
II.4.2 Description.....	23
a) Partie commande.....	24
b) Partie opérative.....	25
II.4.3 Fonctions et termes généraux.....	26
a) Détection.....	26
b) Actionneur.....	26
c) Traitement de données.....	28
d) Dialogue homme machine.....	29
II.4.4 Schéma synoptique.....	30
II.5 MAGASINS AUTOMATIQUES DE STOCKAGE.....	30
II.5.1 Types de stockage automatique.....	31
a) Transstockeur.....	31
b) Magasin automatique vertical.....	32
c) Carrousel horizontal.....	32
d) Carrousel vertical.....	33
II.5.2 Magasin automatique vertical.....	34
a) Définition.....	34
b) Méthodologie de stockage.....	35
c) Principe de fonctionnement.....	36
II.6 CONCLUSION.....	38

## CHAPITRE III : ETUDE THEORIQUE ET CHOIX TECHNIQUE

III.1 INTRODUCTION.....	40
III.2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	40
III.3 MESURE DE PERFORMANCE.....	42
III.3.1 Le temps de cycle.....	42
III.3.2 Taux d'utilisation.....	42
III.4 COMPOSITION DU MAGASIN VERTICAL.....	42
III.4.1 Partie mécanique.....	42
a) Caisse.....	42
b) Chariot élévateur latéral.....	43
III.4.2 Partie électrique.....	43
a) Moteur asynchrone triphasé.....	43
b) Réducteurs.....	50
c) Variateurs de vitesse.....	52
d) Capteurs.....	57
III.5 AUTOMATISATION PAR UN API ET CHOIX DE L'AUTOMATE.....	64
III.5.1 Automate programmable industriel.....	64
a) Définition.....	64
b) Avantage des PLC.....	64
c) Applications des PLC.....	64
d) Critères de choix d'un automate.....	65
e) Le marché des automates dans le monde.....	66
f) La gamme des grandes marques .....	67
g) Structure fonctionnelle de automates .....	69
h) Structure interne des automates .....	69
III.6 CHOIX TECHNIQUES.....	70
III.7 CONCLUSION.....	71

## CHAPITRE VI : REALISATION PRATIQUE

VI.1 INTRODUCTION.....	73
IV.2 L'AUTOMATE SIMATIC S7-1200.....	73
IV.2.1 Mémoire .....	74
IV.2.2 CPU .....	74
IV.2.3 PROFINET intégré .....	75
IV.2.4 Entrées rapides .....	75
IV.2.5 Sorties rapides.....	75
IV.2.6 Modules de communication.....	75
IV.2.7 Principe de fonctionnement du S7-1200.....	75
IV.2.8 Modules extensions.....	76
IV.2.9 Caractéristiques techniques de la CPU 1212C.....	76
IV.3 TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL (TIA) .....	77
IV.3.1 Présentation des blocs de programmation .....	78
a) Blocs d'organisation (OB).....	79
b) Blocs Fonctions (FC) .....	79
c) Blocs fonctionnels (FB) .....	79
d) Blocs de données (DB) .....	79
IV.4 WIN CC.....	80
IV.4.1 Avantages.....	80
IV.4.2 Les fonctions IHM intégrées .....	80
IV.4.3 Interface PROFINET .....	81
IV.5 COMMUTATION ETHERNET.....	81
IV.5.1 Définition.....	81
IV.6 PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE SIEMENS CPU-1212C.....	82
IV.6.1 Elaboration du grafcet.....	82
a) Mouvement vertical sens direct.....	82
b) Mouvement de translation 1 <sup>er</sup> cycle.....	83
c) Mouvement vertical sens inverse.....	83

d) Mouvement de translation vers la sortie.....	84
e) Mouvement de translation 2 <sup>ème</sup> cycle.....	85
f) Alarme défaut de capteur.....	85
IV.6.2 Vue initiale du TIA portal.....	86
IV.6.3 Configuration des appareils.....	87
IV.6.4 Configuration de la CPU pour la communication PROFINET.....	88
IV.6.5 Liste des mnémoniques.....	89
IV.6.6 Structure du programme.....	89
a) Bloc d'organisation OB.....	90
b) Blocs Fonctions (FC).....	91
IV.6.7 Contenu des blocs.....	91
IV.6.8 interface homme machine (WinCC RT ADVANCED).....	92
IV.6.9 Interface graphique.....	93
IV.7 CONCLUSION.....	95
CONCLUSION GENERALE.....	97
ANNEXE	
BIBLIOGRAPHIE	

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure (I.1) :</b> Emballages en carton.....	8
<b>Figure (I.2) :</b> L'organigramme de l'entreprise.....	11
<b>Figure (I.3) :</b> Clayettes et barquettes.....	12
<b>Figure (I.4) :</b> Boite à pizza.....	13
<b>Figure (I.5) :</b> Boite d'archives.....	14
<b>Figure (I.6) :</b> Caisse à découpe spéciale.....	15
<b>Figure (I.7) :</b> Caisse à fruit.....	15
<b>Figure (I.8) :</b> Caisse américaine.....	17
<b>Figure (I.9) :</b> Plaque simple face.....	17
<b>Figure (II.1) :</b> Exemple d'une logique câblée.....	24
<b>Figure (II.2) :</b> Exemple d'une logique programmée.....	25
<b>Figure (II.3) :</b> Organigramme de fonctionnement d'un système automatisé.....	25
<b>Figure (II.4) :</b> Exemple d'un détecteur de proximité.....	26
<b>Figure (II.5) :</b> Exemple d'un actionneur électrique.....	27
<b>Figure (II.6) :</b> Organigramme du traitement des données.....	28
<b>Figure (II.7) :</b> Exemple d'un IHM (Interface Homme Machine).....	29
<b>Figure (II.8) :</b> Schéma synoptique d'un système automatisé.....	30
<b>Figure (II.9) :</b> Transstockeur Mini Load-Magasin automatique.....	31
<b>Figure (II.10) :</b> Magasin automatique vertical.....	32
<b>Figure (II.11) :</b> Carrousel horizontal.....	33
<b>Figure (II.12) :</b> Carrousel vertical.....	33
<b>Figure (II.13) :</b> Temps de fonctionnement.....	36
<b>Figure (II.14) :</b> Grafcet de fonctionnement.....	37
<b>Figure (III.1) :</b> Schéma d'un magasin vertical.....	41
<b>Figure (III.2) :</b> Caisse.....	43

<b>Figure (III.3) : Moteur asynchrone triphasé.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure (III.4) : Stator-Rotor.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure (III.5) : Plaque signalétique du moteur asynchrone triphasé.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure (III.6) : Montage étoile et triangle.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure (III.7) : Schéma de puissance et de commande.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure (III.8) : Sectionneur – Sectionneur symbole.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure (III.9) : Contacteur – Contacteur symbole.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure (III.10) : Relais thermique - Relais thermique symbole.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure (III.11) : Disjoncteur bipolaire – Disjoncteur bipolaire symbole.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure (III.12) : Disjoncteur tripolaire - Disjoncteur tripolaire symbole.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure (III.13) : Motoréducteur.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure (III.14) : Schéma d'entraînement d'un motoréducteur.....</b>	<b>51</b>
<b>Figure (III.15) : Variateur de vitesse ATV312.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure (III.16) : la modulation de largeur d'impulsions.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure (III.17) : Schéma de câblage du Variateur de vitesse.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure (III.18) : Principe de la régulation de vitesse.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure (III.19) : fonctionnement d'un capteur.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure (III.20) : Capteur inductif.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure (III.21) : Capteur capacitif.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure (III.22) : Capteur de position.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure (III.23) : Principe de fonctionnement d'un capteur de position.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure (III.24) : Pourcentages des différents automates dans le marché.....</b>	<b>66</b>
<b>Figure (III.25) : Différentes gammes de Schneider.....</b>	<b>67</b>
<b>Figure (III.26) : Différentes gammes de siemens.....</b>	<b>67</b>
<b>Figure (III.27) : Différentes gammes d'Omron.....</b>	<b>68</b>

<b>Figure (III.28) :</b> Structure fonctionnelle des automates.....	69
<b>Figure (III.29) :</b> Structure interne des automates.....	70
<b>Figure (IV.1) :</b> Automate S7-1200.....	73
<b>Figure (IV.2) :</b> CPU 1212C-6ES7212-1BE40-0XB0.....	74
<b>Figure (IV.3) :</b> TIA PORTAL V13.SP1.....	78
<b>Figure (IV.4) :</b> Prise Ethernet (à gauche), câble (à droite).....	81
<b>Figure (IV.5) :</b> Vue initiale du TIA PORTAL.....	86
<b>Figure (IV.6) :</b> Boîte de dialogue "Ajouter un CPU".....	87
<b>Figure (IV.7) :</b> Boîte de dialogue "Ajouter WinCC RT ADVANCED".....	87
<b>Figure (IV.8) :</b> Console de programmation connectée à la CPU.....	88
<b>Figure (IV.9) :</b> Configuration des liaisons réseau entre une IHM et une CPU.....	89
<b>Figure (IV.10) :</b> Structure du programme.....	90
<b>Figure (IV.11) :</b> Bloc d'organisation.....	91
<b>Figure (IV.12) :</b> Vue de commande.....	93
<b>Figure (IV.13) :</b> Vue de stock.....	94
<b>Figure (IV.14) :</b> Vue de liste.....	94

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau (I.1) :</b> Evaluation de l'effectif d'IECO emballage.....	7
<b>Tableau (III.1) :</b> Caractéristiques techniques de la machine.....	40
<b>Tableau (III.2) :</b> Choix techniques.....	70
<b>Tableau (IV.1) :</b> Caractéristiques techniques de la CPU 1212C.....	76



## LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

<b>I.E.C.O</b>	Industrie des Emballages en Carton Ondulé
<b>IHM</b>	Interface Homme Machine
<b>PO</b>	Partie Opérative
<b>PC</b>	Partie Commande
<b>PP</b>	Phénomène Physique
<b>BP</b>	Bouton Poussoir
<b>Km</b>	Contacteur
<b>M</b>	Moteur
<b>Q</b>	Sectionneur
<b>F</b>	Relais thermique
<b>NC</b>	Contact normalement fermé (Normally Close)
<b>NO</b>	Contact normalement ouvert (Normally Open)
<b>A1-A2</b>	Bobine du contacteur
<b>API</b>	Automate Programmable Industriel
<b>S7-1200</b>	Automate Programmable Industriel Siemens
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>ROM</b>	Read Only Memory
<b>EPROM</b>	Erasable Programmable Read Only Memory
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
<b>DC</b>	Courant direct
<b>AC</b>	Courant alternatif



Pour les entreprises, rester compétitif est un défi majeur. Or, cette dernière dépend en grande partie de leur productivité. Pour atteindre un haut niveau de productivité, les entreprises doivent adapter et optimiser leurs processus de stockage en conséquence.

En effet, les stocks constituent des valeurs d'exploitation à gérer. Toutefois, leurs existences engendrent des coûts. Lorsque des stocks sont moins importants, l'entreprise est menacée de rupture de stock. Cette rupture crée des coûts supplémentaires et surtout entache l'image de marque de l'entreprise. A contrario, lorsque les stocks sont trop importants, ils constituent des immobilisations qui gonflent le prix de revient et perturbent l'équilibre de la trésorerie.

Aussi, il urge pour toute entreprise d'instituer impérativement une gestion saine des stocks dont elle a la possession. Toute optimisation de la gestion s'accompagne inévitablement de la recherche de la minimisation des coûts des produits laquelle dépend d'une bonne politique d'approvisionnement et d'une gestion rationnelle et adéquat des stocks.

Le choix du système de stockage est essentiel pour maximiser l'espace d'entreposage et garantir des performances de stockage optimales. Il dépend de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont les contraintes spatiales (dimensions de l'entrepôt, hauteur), la rapidité avec laquelle le stockage doit se faire ou encore le type (palettes, conteneurs, paquets, caisses, etc) et le poids des unités de charge à entreposer.

Pour cette raison, les magasins automatiques présentent de nombreux avantages. Ils réduisent les coûts du stockage et des processus et procure des gains de productivité, qui se traduisent par une baisse des frais de personnel. Ainsi que ils sont une partie de l'industrie à part qui offre un environnement et un espace contrôlé pour les produits, les équipements et le personnel car ils permettent d'améliorer la productivité dans des organismes de fabrication et de distribution, de diminuer le coût de stock, d'améliorer le cheminement des matériaux et la gestion de ressource.

Les magasins automatiques verticaux représentent la solution la plus flexible quelle que soit l'exigence de stockage industriel. Ils sont constitués d'une robuste structure portante qui contient et supporte les plateaux, d'un élévateur central motorisé pour le

déplacement des plateaux de stockage en hauteur. Une ou plusieurs sorties ergonomiques à hauteur des opérateurs pour le prélèvement et versement des articles.

Le travail présenté dans ce mémoire à été réalisé dans la cadre de la préparation du diplôme MASTER en automatique U.S.D.B (**U**niversité **S**aad **D**ahlab **B**lida). Il à été réalisé au sein de la société I.E.C.O d'emballage.

Le but principal de notre travail consiste à concevoir un programme d'automatisation d'un magasin vertical de stockage/déstockage à base d'un automate programmable industriel Siemens S7-1200 à fin de faire une commande locale.

Le présent mémoire est organisé en quatre chapitres, le premier chapitre est une représentation générale de la société d'Industrie des emballages en carton ondulé (I.E.C.O).

Le deuxième chapitre est consacré pour présenté dans un premier temps les systèmes automatiques, après nous présenterons les magasins automatiques de stockage on précise sur le magasin automatique vertical.

Nous faisons dans le troisième chapitre une étude théorique sur la composition mécanique et électrique du magasin en mettant en avant les caractéristiques techniques de ses éléments, après nous présenterons le choix technique de la partie opérative et commande du magasin, et finalement dans le quatrième chapitre nous réalisons la partie commande du système avec un Automate Programmable Industriel géré par une interface de supervision PC-système.

## **I.1 INTRODUCTION**

Dans le cadre de réalisation d'un stage de projet fin d'études, nous consacrons ce premier chapitre à la représentation de la société dont au sein de laquelle nous effectuons ce stage.

La SARL I.E.C.O est une société spécialisée dans la conception et la réalisation d'emballage en carton ondulé assurant une recherche permanente sur les matériaux et produits nouveaux ainsi que la création de tout type d'emballage.

La mission principale d'I.E.C.O est d'apporter aux clientèles un produit fini, résistant à toutes les contraintes et avec une extrême rapidité d'exécution, réalisé par un personnel hautement qualifié muni d'une longue expérience et sachant manier un équipement moderne et un matériel adapté à toutes les exigences.

## **I.2 HISTORIQUE**

La société des emballages I.E.C.O « Industrie des Emballages en Carton Ondulé » créée en 1996, est le fruit d'une expérience de trois (3) décennies dans le domaine du cartonnage.

La société des emballages S.I.F.E.C, créée dans les années soixante-dix, avait pour vocation première la fabrication des emballages en carton ondulé, vierges ou imprimés, à partir de plaques de carton qu'elle achetait auprès d'onduleurs. Au début des années quatre-vingt, alors que l'entreprise et la ville de Blida grandissaient et s'épanouissaient, le siège de l'usine a été transféré au lieu-dit, Berge de l'Oued Sidi El-Kebir, ce qui a permis une extension de l'unité et l'acquisition d'un train onduleur, équipement qui mit fin à notre dépendance vis à vis de nos fournisseurs de plaques ; une ère nouvelle s'ouvrit alors devant la société. Devant l'impossibilité d'envisager une nouvelle extension de la société S.I.F.E.C.

En raison d'un manque d'espace, les dirigeants ont décidé de créer en 1996 une seconde entreprise, toujours dans le même créneau ; il s'agit de la société I.E.C.O, localisée zone industrielle – site 2 – Ouled-Yaich / Blida. La société qui s'étend sur une superficie de 20000 m<sup>2</sup> (entrepôts compris), dispose d'équipements de production modernes lui permettant de développer une large gamme d'emballages avec impression de haute qualité.

## **I.3 MISSIONS OBJECTIFS ET STRATEGIE DE LA SOCIETE**

### **I.3.1 Mission D'IECO emballages**

- L'analyse et l'amélioration systématique du processus qui permet en outre de proposer sur le marché des produits affichant un très bon rapport qualité /prix.
- Promotion et développement d'une politique commerciale, susceptible de susciter et de favoriser l'émergence d'une relation dialectale entre le label de la société et le marché national.
- Promotion et développement de toute activité connexe et ou convexe, liée directement et/ou indirectement à son métier de base.

### **I.3.2 Objectifs d'IECO emballages**

- Offrir sans cesse de nouveaux avantages aux utilisateurs de nos produits : tel est notre objectif premier.
- L'un de nos points forts : nous sommes capables de proposer des solutions avant même que l'utilisateur n'ait pu localiser exactement l'origine de son problème ceci grâce au savoir-faire de nos cadres dont l'engagement, la créativité, et la fiabilité garantissent un niveau de qualité extrêmement élevé de nos produits.
- L'analyse et l'amélioration systématique du processus nous permet en outre de proposer sur le marché des produits affichant un très bon rapport qualité/prix.
- Enfin que vous soyez clients ou fournisseurs nous vous invitons à venir sur le terrain vous convaincre par vous-même de la qualité I.E.C.O.

### **I.3.3 Stratégie d'IECO emballages**

Afin d'atteindre un niveau de compétitivité selon le degré de l'ouverture économique, le plan stratégique tracé par la direction de la société repose sur les principaux axes suivants :

- Une stratégie de communication basé essentiellement sur la participation dans les foires et salons national on raison de communication et échange d'expérience et nouveautés du marché national et international.
- Elargir le réseau de distribution local.

- Fidélisation de la clientèle.
- Partenariat avec des fournisseurs.
- Encourager l'innovation et la créativité sous toutes ses formes par Acquisition et maîtrise des nouvelles technologies.
- Opter pour une stratégie marketing créative qui se base sur la clarté, la précision, et les objectifs à atteindre.
- Surveiller, suivre et analyser de près les changements du marché et de la concurrence.
- Une sélection rigoureuse et sévère des compétences au recrutement
- Une politique commerciale claire, dynamique et concurrentielle.
- Une utilisation rationnelle des ressources de financement.
- Une organisation adéquate de son réseau de distribution.
- Réalisation d'un taux d'intégration satisfaisant afin d'assurer le rapport qualité prix sur le marché national.
- Création de l'emploi pour augmenter la production qui influera positivement sur le prix des produits, grâce à l'économie d'échelle.

#### I.4 EVOLUTION DE L'EFFECTIF D'IECO EMBALLAGES

1999	74 employés	2006	350 employés
2000	190 employés	2007	374 employés
2001	229 employés	2008	370 employés
2002	231 employés	2009	371 employés
2003	250 employés	2010	427 employés
2004	263 employés	2011	421 employés
2005	296 employés	2012	500 employés

**Tableau (I.1) :** Evaluation de l'effectif d'IECO emballage

Cette montée en cadence s'explique par la politique de l'entreprise visant à concrétiser un ambitieux programme d'investissement, parallèlement à la recherche continue d'une efficacité économique et compétitivité par la réduction des coûts de production et une meilleure capacité organisationnelle.

## I.5 DOMAINES D'ACTIVITES

L'entreprise I.E.C.O, a commencé son activité en ciblant le marché local et s'est développée de façon croissante. La flexibilité et l'adaptabilité de l'outil de production d'I.E.C.O, lui permettent aisément de satisfaire les commandes à spécifications techniques et commerciales différentes. Il faudrait dire, que cet avantage technologique concurrentiel confère à la société une marge de manœuvre commerciale importante.

Le large éventail de secteurs utilisateurs d'emballages en carton ondulé, ouvre de larges perspectives de développement de l'entreprise à moyen et long terme et constitue une opportunité qu'I.E.C.O, a pu saisir à temps.

Les clients utilisateurs des emballages en carton sont innombrables et appartiennent à des secteurs d'activité variés, dont entre autres :

- La céramique
- La biscuiterie
- La chocolaterie
- L'agroalimentaire
- La chaussure & l'habillement
- La chimie & la pharmacie
- Les cosmétiques & la parfumerie
- Le plastique
- L'ameublement
- L'électroménager
- L'agriculture



Figure (I.1) : Emballages en carton

## I.6 ASPECT COMMERCIAL & MARKETING

L'attrait du consommateur se fait par l'emballage. En conséquence la qualité revêt une importance capitale d'où en découle l'appellation de l'emballage de vendeur silencieux. La principale préoccupation pour le marketing est le coût et la qualité. De ce fait, pour renforcer la qualité, l'entreprise I.E.C.O, a jugé qu'il était essentiel d'investir dans un laboratoire.

## I.7 LES GAMMES DE PRODUITS D'IECO

IECO produits tous types d'emballages suivants :

- ✓ Caisse américaine collée ou agrafée.
- ✓ Caisse à rabats recouvrant
- ✓ Caisse à rabats chevauchants
- ✓ Plaque, plaque de séparation, croisillons et calages
- ✓ Caisse à poignées
- ✓ Caisse à poussins
- ✓ Barquettes (tout type tout format)
- ✓ Plateau de fruits et légumes
- ✓ Caisse à découpe spéciale
- ✓ Boite archives,
- ✓ Boite pizza

Avec impression flexographies 1, 2, 3 et 4 couleurs.

Laize de 950 mm à 1750 mm Diamètre du rouleau selon la convenance du client avec un maximum de 1000 mm Ce type de produit est utilisé notamment comme élément protecteur par les secteurs de la bureautique, d'ameublement, la verrerie et bien d'autre.

## I.8 ORGANISATION DE LA SOCIETE D'IECO EMBALLAGES

Cette société est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial.

L'unité fonctionne avec un effectif total de plus de 400 personnes entre cadres, agents de maîtrise et ouvriers de production, 16/24 heures avec deux équipes de production :

**Première équipe** : de 7 :30 heures à 15 :30 heures

**Deuxième équipe** : de 15 :30 heures à 23 :30 heures

La gestion de l'unité est subdivisée en plusieurs directions :

### **I.8.1 Direction commerciale**

Cette direction est subdivisée en deux départements, à savoir le département Achat et département gestion des stocks.

#### **a) Achat**

Son rôle consiste à mettre à la disposition de l'entreprise, les intrants, les services et, les équipements requis, en qualités et quantités nécessaires au bon fonctionnement de cette dernière, et ce dans les meilleurs délais et au moindre coût de stockage.

#### **b) Gestion de stocks**

Sa fonction est la gestion des stocks de matière première.

### **I.8.2 Direction administration générale**

A pour la gestion de l'administration et comprend le service gestion du personnel et service hygiène et sécurité.

### **I.8.3 Direction de finances et comptabilités**

Sa fonction consiste à gérer la comptabilité de l'entreprise, qui est composée de la comptabilité générale, comptabilité analytique et le service budget (finance).

### **I.8.4 Direction de marketing et vente**

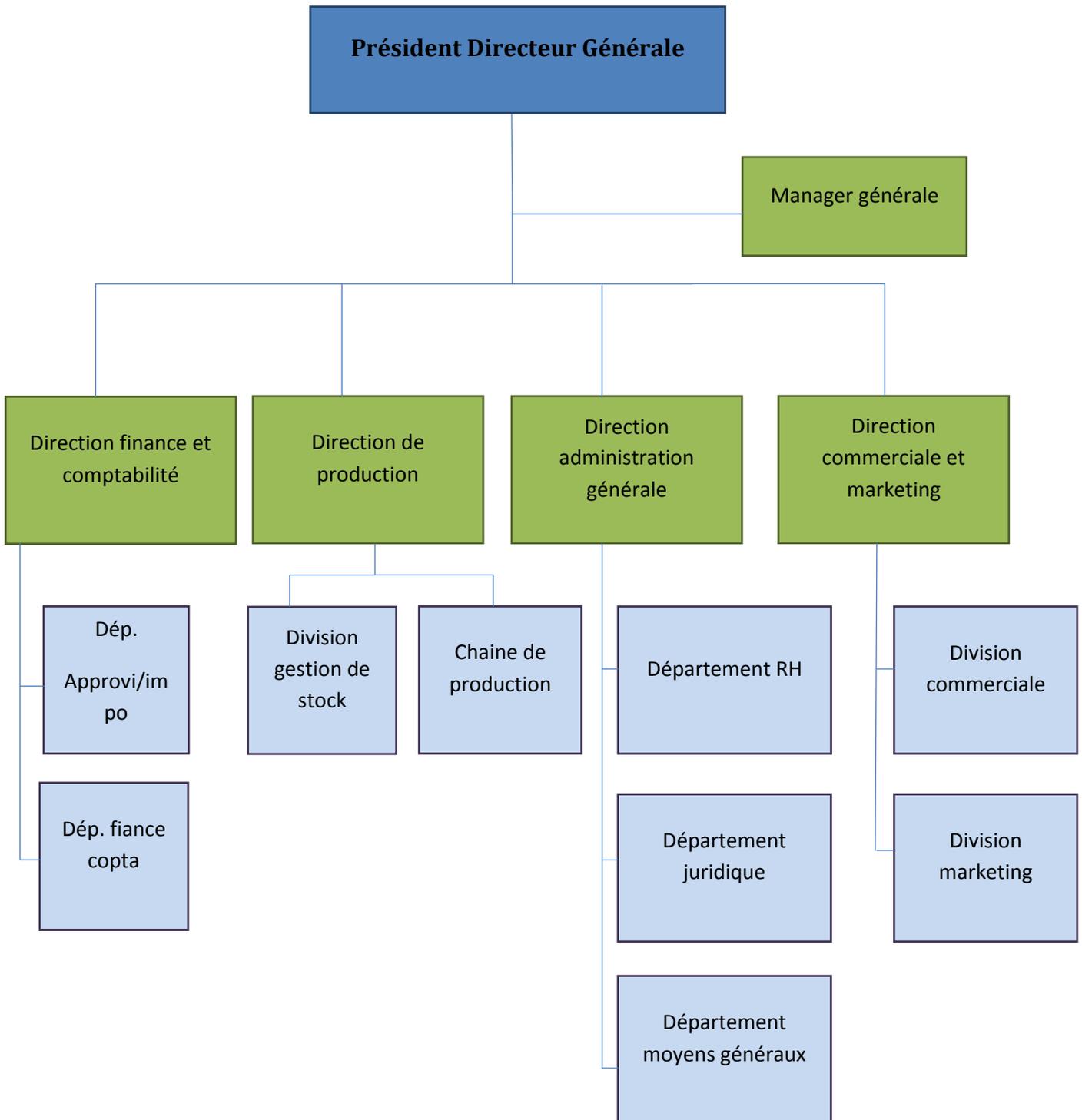
Son rôle consiste en :

- L'étude du marché, le lancement de nouveaux produits et publicité / communication.
- Prospection et promotion des ventes, relayer le marketing sur le terrain et veille à la concurrence.
- Suivi des commandes clients, expédition et gestion des stocks de produits finis.

### **I.8.5 Direction de production**

Elle s'occupe de la réception, la reconstruction et le traitement thermique du produits d'une part, et du conditionnement des produits finis, suremballage d'autre part.

### I.8.6 Direction management de la qualité / laboratoire



**Figure (I.2) :** L'organigramme de l'entreprise

## I.9 PRODUITS DE LA SOCIETE

Nous allons vous donner quelques exemples de produits de la société avec les avantages de chaque produit et sans oublier que l'avantage le plus important que l'emballage en carton ondulé est ami avec l'environnement.

### I.9.1 Barquette et clayette

Grâce à l'esprit d'invention et de créativité de la société d'IECO qui a réussi à lancer les clayettes et barquettes en carton ondulé sur le marché Algérien. Par sa solidité et son esthétique, la clayette assure le groupage des produits ainsi que la fonction présentoir. On utilise généralement la grosse cannelure- petite cannelure et Double-Double comme combinaison avec deux faces blanchies ou écruées selon la demande.

#### Impression

Sans impression ou imprimer de 1, 2, 3, à 4 couleurs (personnalisé) avec une qualité de papier rigoureusement choisie et étudiée, un grammage adéquat aux normes alimentaires résistant à la chaleur et aux différentes manipulations.

#### Clayettes et barquettes

En GC ou PC utilisée généralement pour les produits laitiers et dérivé, jus et boissons divers.

En Double-Double pour les barquettes de fruits et légumes.

#### Fonction de la clayette et barquette

- Economique
- Facilite le transport
- Le stockage
- La protection
- La conservation



Figure (I.3) : Clayettes et barquettes

### I.9.2 Boite à pizza

L'entreprise IECO est la première à avoir lancé la boîte à PIZZA en carton ondulé sur le marché algérien. Correspondant aux normes d'hygiène, la boîte à PIZZA procure une grande facilité d'utilisation, elle est économique et se caractérise aussi par :

- La correspondance aux normes d'hygiène alimentaire
- Le choix de papier rigoureux et étudié
- L'impression flexographie personnalisée ou standard de 1, 2, 3 à 4 couleurs
- La facilité d'utilisation
- Renforcée, elle résiste à la chaleur et à toute manipulation
- La facilité de montage
- La livraison à plat

#### Caractéristiques techniques

On utilise généralement la micro cannelure et la mini- micro comme composition pour la boîte à PIZZA avec deux couvertures blanchies ou écrues. Livrable sans impression ou imprimée standard ou personnalisée avec une impression flexographie de 1, 2, 3 à 4 couleurs selon la demande.



Figure (I.4) : Boite à pizza

### I.9.3 Boite d'archives

Elle permet le stockage et le classement des dossiers et documentation. Pour la production de la boîte d'archive l'entreprise utilise généralement la micro cannelure ou la petite cannelure comme combinaison, avec une couverture extérieure et intérieure écru ou blanchie.

### **Impression**

La boîte d'archive peut être sans impression ou même personnalisée selon la demande avec impression flexographie.

### **Spécificités**

la boîte d'archive se caractérise de par sa disponibilité, livrée à plat ce qui permet la facilité de stockage.

- Accepte de fréquentes manipulations
- Economique



**Figure (I.5) : Boîte d'archives**

### **I.9.4 Caisse à découpe spéciale**

Ce type d'emballage est utilisé généralement par les secteurs : mécanique - pièces de rechange - céramique - plomberie - quincaillerie – clouterie - robinetterie ... etc. Avec deux faces écruës ou blanchies - imprimées 1, 2 3 ou 4 couleurs ou sans impression, les caisses à découpe spéciale sont réalisées aux mesures de vos produits spécifiques.

### **Fonctions de la caisse**

- Protection
- Facilite le stockage
- Définit l'unité de vente



**Figure (I.6) :** Caisse à découpe spéciale

### **I.9.5 Caisse à fruit**

L'entreprise IECO est la première à avoir lancé la caisse à fruit et légumes sur le marché algérien, doté de grande combinaison, la caisse à fruits et légumes se compose généralement en double-double GC/PC avec une couverture externe blanchie, et une couverture intérieure résistante à l'humidité et au froid.

#### **Impression**

Sans impression, imprimé 04 couleurs (standard), ou personnalisées. Les caisses à fruits et légumes sont réalisées avec une impression de haute qualité, en plus de sa solidité et sa rentabilité qui lui ont permis de connaître un succès sur le marché.

#### **Fonction de la caisse**

- Gerbage sur plusieurs étages
- Répond aux normes de palettisation standard
- Répond aux normes strictes d'hygiène
- Assure la fonction publicitaire par son esthétique
- La bonne présentation du produit
- Facilité de stockage



**Figure (I.7) :** Caisse à fruit

### **I.9.6 Caisse américaine**

Evoluant de millimètre en millimètre dans ses trois dimensions (longueur- largeur- hauteur) et avec un concept simplifié, elle épouse toutes les formes des produits à emballer, notamment dans les secteurs : agroalimentaire, textile, chaussure, habillement, pharmaceutique et parapharmaceutique, cosmétique, électroménager, ... ainsi qu'un rapport qualité prix les plus approprié.

#### **Qualité papier**

On utilise généralement une qualité de papier rigoureusement choisie et étudiée ;

- Kraft liner
- Test liner (marron ou blanc)
- Mi chimique
- Fluting

Qui avec une combinaison adéquate en GC – PC – micro – double, assure une solidité et une résistance à toutes les variations que peut subir votre produit.

#### **Combinaison**

- Grosse cannelure
- Petite cannelure
- Micro cannelure
- Mini - micro
- Double – Double

#### **Impression**

Sans impression (vierge), ou avec impression flexographie 1, 2, 3 à 4 couleurs de haute qualité qui fait ressortir l'image de votre produit, on fabrique les caisses américaines en tous genres et tous formats et dimensions selon la demande.

#### **Fonctions de la caisse**

- Le groupage
- La manutention
- Facilité de stockage
- Facilité de transport
- Définit l'unité de vente

- Protection et conservation
- Publicité et communication
- Facilite le gerbage
- Economique



**Figure (I.8) :** Caisse américaine

### **I.9.7 Plaque simple face**

L'entreprise produit également du carton ondulé simple face avec utilisation de toutes les qualités possibles (GC- PC – micro – mini micro) livrable en rouleaux ou en plaque, et du Double-Double livrable seulement en plaque. Et pour minimiser les coûts elle peut produire du (D.D) sans couverture intérieure. Ce type de produit est utilisé notamment, comme élément protecteur, par les secteurs de la bureautique, ameublement, la verrerie et bien d'autres.



**Figure (I.9) :** Plaque simple face

## **I.10 CONCLUSION**

L'objectif de ce chapitre à été de donner une idée générale en ce qui concerne la société d'Industrie des Emballages en Carton Ondulé (I.E.C.O). On a présenté les missions, objectifs et la stratégie de l'entreprise ainsi que leur organisation, et à la fin du chapitre nous avons donné quelques exemples de produits de la société.

D'après notre visite qui nous avons fait, on a remarqué que la société I.E.C.O utilise des technologies modernes qui sont mises en œuvre pour la fabrication du carton dans le strict respect des règles d'hygiènes et de qualité haute gamme.

## **II.1 INTRODUCTION**

Le stockage automatique consiste à automatiser totalement ou partiellement les tâches effectuées dans un magasin, qui est un espace physique pour le stockage des biens dans la chaîne d'approvisionnement. Il s'agit d'un système de stockage spécialement conçu pour des solutions logistiques qui permettent d'augmenter au maximum les ratios de productivité, de réduire l'espace nécessaire et le nombre de mouvements à réaliser. Ce stockage peut être adapté à différents entourages, en fonction du secteur et de l'activité du magasin, et il est également possible d'adapter les installations à des entourages de froid et/ou congelé.

Dans le cadre d'une entreprise commerciale, les stocks sont essentiellement formés de marchandises destinées à la vente et sont caractérisés par leur variété. Pour une entreprise industrielle, les stocks sont composés de quatre types de biens : les matières premières, les produits semi-finis, les produits finis et les pièces de rechange pour la maintenance.

## **II.2 PROBLEMATIQUE**

Le premier signe de la mauvaise santé d'une entreprise est le sur-stockage, qui peut découler d'une mauvaise gestion des approvisionnements ou des stocks, ou d'une rotation des stocks insuffisante.

La gestion des stocks est une activité-clé d'une entreprise. Afin de répondre à la demande des consommateurs tout en minimisant les coûts liés au stockage, il est impératif de :

- ✓ trouver un équilibre au niveau de :
  - la gestion des approvisionnements ;
  - la rotation des stocks ;
- ✓ et ce, afin limiter le sur-stockage.

Aussi, les entreprises ont tout intérêt à minimiser le sur-stockage. En effet, le sur-stockage augmente :

- ✓ Les charges fixes :
  - locaux ;
  - rangements stockage ;
  - machines.
  
- ✓ Les charges variables :
  - loyer, électricité ;
  - charges liées aux salaires du personnel ;
  - entretien ;
  - dévaluation des stocks.

Si le sur-stockage n'est pas bénéfique pour une entreprise, le sous-stockage ne l'est pas plus. Avoir des stocks trop faibles peut également avoir des conséquences négatives.

Le sous-stockage :

- ✓ accroît les risques de rupture de stocks ;
- ✓ diminue le chiffre d'affaires de l'entreprise ;
- ✓ provoque le mécontentement des clients ;
- ✓ désorganise la chaîne de production.

### **II.3 BESOINS ET OBJECTIFS**

Le stockage industriel occupe un volume important en entreprise et l'accès aux différents produits est parfois complexe et long.

Notre objectif est de pouvoir assurer le stockage et le déstockage de Pièces de petites dimensions avec un système de rangement automatisé. Pour un processus de production rationnel et une gestion de stock efficace et robotisée d'outillage des pièces, nous proposons un magasin de stockage automatisé, une solution high-tech d'une qualité supérieure en vue d'organiser le stock et pour une mise à disposition d'articles. Un système intelligent, innovant, souple et très rentable, offrant une ergonomie de travail aux personnels, et qui consiste à exploiter au maximum tout espace négligé en hauteur pour une capacité de stockage maximale.

Les produits stockés sont bien protégés, et une fois demandés par le système, ils sont amenés aux points de prélèvement, qui à leur tour identifient le produit à la sortie du stockeur.

Les systèmes de stockages dynamiques appelés tour de stockage, magasin rotatif, carrousel vertical ou encore magasin automatique vertical ou transstockeur, désignent une même base de technologie développée dans le but de permettre aux professionnels, et plus particulièrement aux industriels de résoudre un certain nombre de problématiques.

- Optimiser l'espace de stockage au sol: Grâce au magasin vertical automatique, il est possible de réorganiser complètement l'espace de stockage, en gagnant jusqu'à 90% de l'espace au sol. C'est la totalité de la hauteur des locaux qui est exploitée. Le stockage automatique est une solution idéale pour les espaces de petites dimension et les espaces de stockage réduits.
- Gagner en productivité, en temps et en efficacité: Les tours de stockage sont pourvues d'une technologie qui permet des opérations de chargement très rapides. Tout mouvement de stock répond aux exigences de traçabilité et toute opération exécutée par le personnel est plus rapide et plus fonctionnelle.
- La réduction des risques d'accidents de travail est également un enjeu important qui peut amener des industriels à repenser leurs solutions de stockage, plus sécurisée, plus ergonomique.
- Sécuriser les produits stockés et gérer l'inventaire plus efficacement.

Notre magasin de stockage est considéré comme un rayonnage vertical automatisé logé dans une armoire.

Avantages :

- ✓ Une solution économique qui convaincra les industriels ;
- ✓ Un gain d'espace supérieur à 60 % ;
- ✓ Rapidité du stockage et des accès ;
- ✓ Rationaliser le stockage et la mise à disposition ;
- ✓ Ergonomique et sûr ;

- ✓ Gain de temps ;
- ✓ Gestion optimale des pièces ;
- ✓ Respectueux de l'environnement ;
- ✓ Densification élevée du stockage, même avec des hauteurs de remplissage variable ;
- ✓ Ce n'est pas la personne qui va à la marchandise, mais la marchandise qui vient à la personne ;
- ✓ Forte rentabilité et réduction des coûts ;
- ✓ Protection du produit stocké ;
- ✓ Stockage et délivrance de pièces encombrantes et lourdes.

## **II.4 SYSTEMES AUTOMATIQUES**

### **II.4.1 Définition**

Un système automatique effectue sans l'intervention de l'utilisateur, des tâches programmées à l'avance. Un opérateur suit l'évolution du système et contrôle le bon déroulement du cycle de fonctionnement. Il assure la programmation, le démarrage et l'arrêt du système (en cas de problème).

Un système est dit automatique s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur.

Simple ou complexes, les systèmes automatiques sont partout dans notre environnement quotidien. Ils se développent de plus en plus et modifient la manière de travailler dans les ateliers de production comme dans les bureaux.

Dans l'industrie par exemple, ils permettent d'augmenter la sécurité et remplacent l'homme en accomplissant des travaux pénibles (convoyeur), répétitifs (ligne de montage), dangereux (atelier de peinture) ou dans des endroits inaccessibles (réacteur nucléaire).

### **II.4.2 Description**

Un système automatique est composé d'une partie commande et d'une partie opérative.

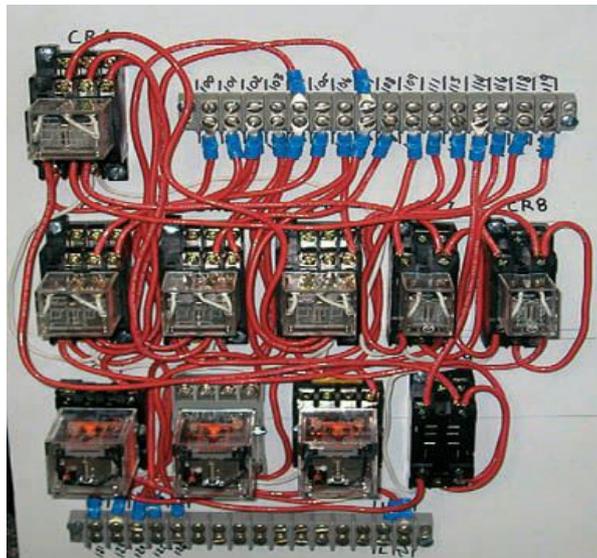
**a) Partie commande**

La partie commande d'un automatisme est le centre de décision. Il donne des ordres à la partie opérative et reçoit ses comptes rendus. La partie commande peut être mécanique, électronique ou autre. Sur de gros systèmes, elle peut se composer de trois parties : un ordinateur, un logiciel et une interface.

- **Logique câblée**

Avant : utilisation de relais électromagnétiques et de systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties commandes ⇒ *Logique câblée*.

Inconvénients : cher, pas de flexibilité, encombré, pas de communication possible.



**Figure (II.1) :** Exemple d'une logique câblée

- **Logique programmée**

Solution : utilisation de systèmes à base de microprocesseurs permettant une modification aisée des systèmes automatisés ⇒ *logique programmée*.

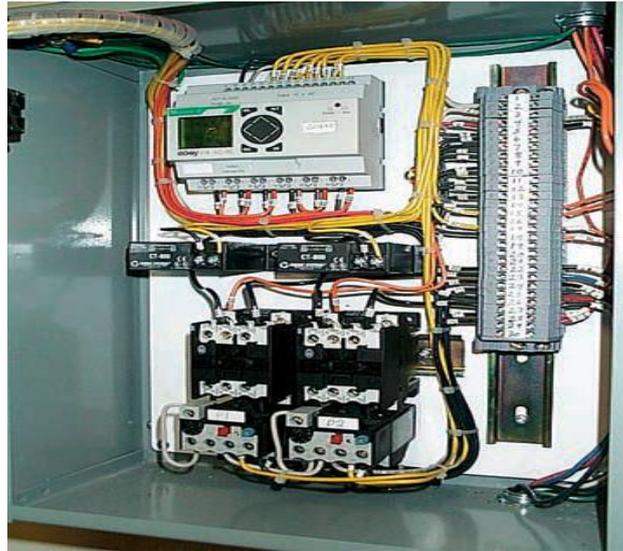


Figure (II.2) : Exemple d'une logique programmée

### b) Partie opérative

La partie opérative d'un automatisme est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques (déplacement, émission de lumière...), mesure des grandeurs physiques (température, humidité, luminosité...) et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs et d'un bâti.

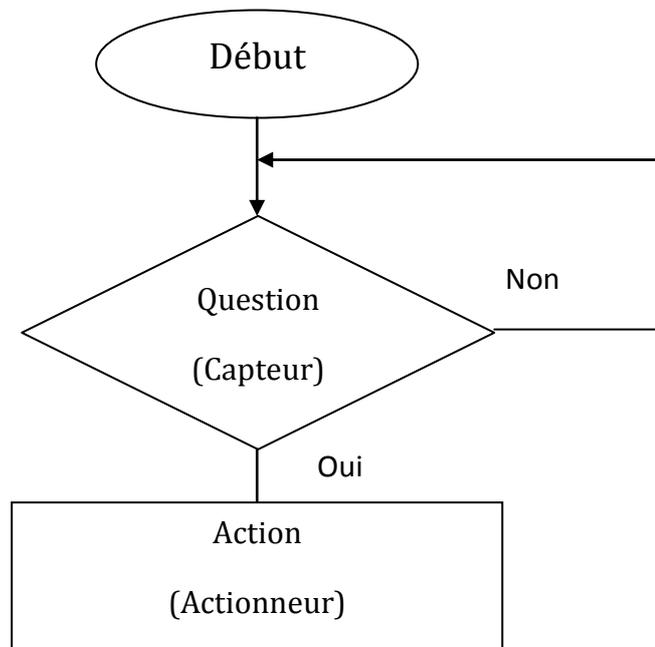


Figure (II.3) : Organigramme de fonctionnement d'un système automatisé

### II.4.3 Fonctions et termes généraux

#### a) Détection

Dans leur rôle d'acquisition dédiée au traitement de l'information, les détecteurs ont les principales fonctions élémentaires suivantes : contrôler la présence, l'absence ou le positionnement d'objets divers, détecter le passage, le défilement ou le bourrage de ceux-ci, les compter, etc.

Les applications qui mettent en pratique ces formes de détection "tout ou rien" sont multiples. Les plus typiques portent sur :

- la détection de pièces machines ou d'objets,
- la détection liée à la manutention,
- la détection directe de personnes, de véhicules, d'animaux, etc.



**Figure (II.4) :** Exemple d'un détecteur de proximité

#### b) Actionneur

Dans une machine, un actionneur est une chose qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système. Dans les définitions de l'automatisme, l'actionneur appartient à la partie opérative.

On peut classer les actionneurs suivant différents critères :

- énergie utilisée ;
- phénomène physique utilisable ;
- principe mis en œuvre.

Application :

Le développement de l'automatisation spécifique dans l'industrie a provoqué une croissance exponentielle de l'utilisation des actionneurs et composants d'automatisation, et notamment dans le domaine :

- Automobile : concevoir des produits conformes à toutes les normes s'appliquant au secteur automobile. Cela s'applique à une vaste gamme de composants d'automatisme couvrant des normes telles que CNOMO, ISO, etc.
- Électronique : répondre à certaines applications parmi les plus exigeantes (ex : contrôle des mouvements, températures et fluides). Cela avec une vaste gamme de produits standard et spécifiques à l'industrie, ex. : composants à vide poussé & à nettoyage par voie humide, thermorefroidisseurs, ioniseurs, préparation d'air propre & transfert de salle blanche, et bien d'autres produits spécialisés.
- Médical : des fabricants de médicaments aux fabricants d'instrumentation avec toujours plus d'intérêt pour les solutions miniaturisées et économes en énergie.
- Alimentaire : avec l'application de solutions innovantes dans le respect de la stricte réglementation des productions alimentaires et de leur conditionnement.



**Figure (II.5) :** Exemple d'un actionneur électrique

### c) Traitement de données

En informatique, le terme traitement de données renvoie à une série de processus qui permettent d'extraire de l'information ou de produire du savoir à partir de données brutes. Ces processus, une fois programmés, sont le plus souvent automatisés à l'aide d'ordinateurs. Si les résultats finaux produits par ces processus sont destinés à des humains, leur présentation est souvent essentielle pour en apprécier la valeur. Cette appréciation est cependant variable selon les personnes.

Si la finalité n'est pas de présenter des résultats à un utilisateur humain, l'objectif du traitement de données est généralement d'offrir une information de plus haut niveau ou une information de meilleure qualité à un autre outil de traitement ou d'analyse. Ce traitement de l'information peut alors relever de la fusion de données, de l'extraction d'information ou de la transformation de la représentation. Par exemple, la fusion peut consister à combiner plusieurs sources de données afin de les compiler en une information plus sûre et l'extraction peut être un traitement destiné à sémantiser ou synthétiser les données.

L'ensemble des processus de traitement des données d'un système compose le système d'information.

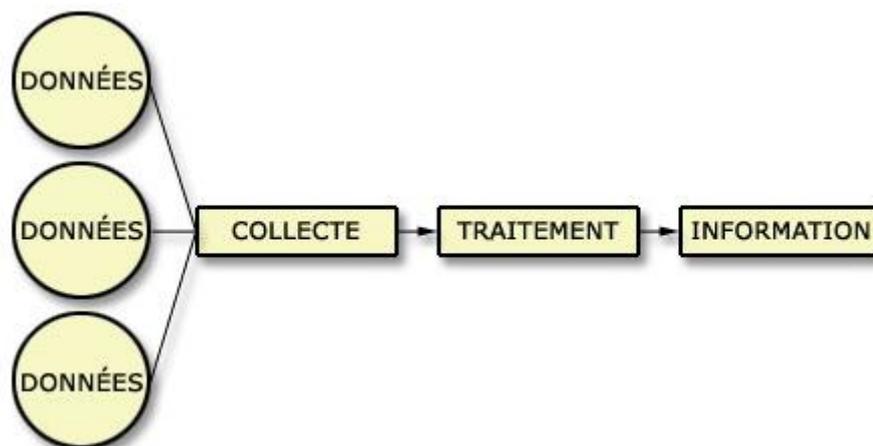


Figure (II.6) : Organigramme du traitement des données

#### d) Dialogue homme machine

Les interactions homme-machines (IHM) définissent les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec une machine. Les ingénieurs en ce domaine étudient la façon dont les humains interagissent avec les ordinateurs ou entre eux à l'aide d'ordinateurs, ainsi que la façon de concevoir des systèmes qui soient ergonomiques, efficaces, faciles à utiliser ou plus généralement adaptés à leur contexte d'utilisation.

L'amélioration de l'ergonomie de l'interface homme-machine a notamment pour objectif d'optimiser l'aménagement du poste de travail et de limiter ainsi les risques du travail sur écran (troubles musculosquelettiques, fatigue oculaire, professionnel, stress, stress numérique...).



Figure (II.7) : Exemple d'un IHM (Interface Homme Machine)

#### II.4.4 Schéma synoptique

Un système automatisé peut, pour faciliter l'analyse, se représenter sous la forme d'un schéma identifiant trois parties (P.O ; P.C ; P.P) du système et exprimant leurs interrelations (Informations, Ordres, Comptes-rendus, Consignes).

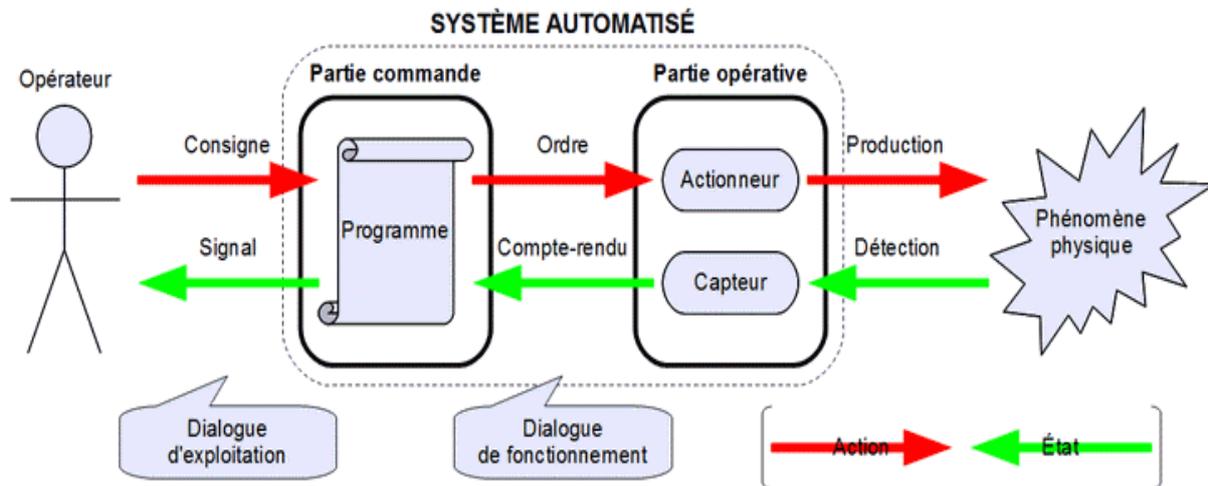


Figure (II.8) : Schéma synoptique d'un système automatisé

#### II.5 MAGASINS AUTOMATIQUES DE STOCKAGE

Les magasins de stockage automatisés sont très complémentaires de ces équipements de production. En effet, sans magasin automatisé, le fonctionnement des automatismes des machines pour le chargement et le déchargement est limité aux capacités des zones disponibles pour la matière première et pour le déchargement des pièces. Ainsi, l'utilisation d'un magasin de stockage offre à la machine une durée d'autonomie sans opérateur plus importante.

Le magasin de stockage apporte aussi une plus grande variété de matières utilisables en fonctionnement, sans opérateur.

En outre, il est à noter qu'un seul centre de stockage peut alimenter en matière première plusieurs moyens de production différents. Et, en sortie des machines de découpe,

le magasin automatisé permet également de stocker les pièces semi-finies qui alimenteront en temps voulu les postes de production suivants (pliage, soudage, etc.).

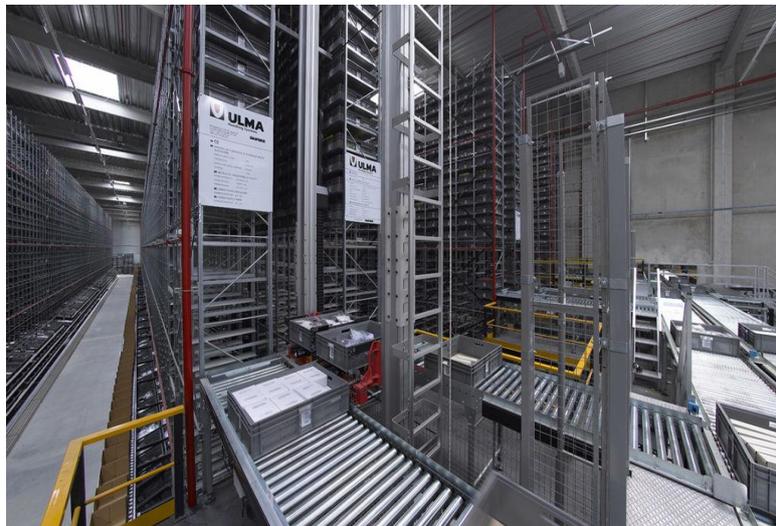
Enfin, les magasins de stockage automatisés ont l'avantage d'être pilotés par des logiciels gérant intégralement le stock (stock matière minimum, identifications des pièces semi-finies, etc.).

### **II.5.1 Types de stockage automatique**

En fonction des caractéristiques de chaque magasin, le stockage automatique peut être composé de:

#### **a) Transstockeur**

Les transstockeurs sont conçus pour le stockage automatique de produits de différente taille et poids. Les transstockeurs qui travaillent avec des palettes sont connus sous le nom d'Unit Load et ceux qui travaillent avec des paquets plus petits, notamment des caisses ou des plateaux, sont dénommés Mini Load.



**Figure (II.9) : Transstockeur Mini Load-Magasin automatique**

**b) Magasin Automatique Vertical**

Le magasin automatique vertical, également connu sous le nom de Shuttle vertical ou armoire verticale, transfère les produits directement à l'opérateur, mais dans ce cas, avec un transstockeur central interne.



**Figure (II.10) :** Magasin automatique vertical

**c) Carrousel horizontal**

Système de stockage rotatif horizontal qui présente la marchandise entreposée à l'opérateur. Les carrousels horizontaux permettent d'optimiser l'espace requis et de préparer plus d'une commande à la fois.



**Figure (II.11) :** Carrousel horizontal

**d) Carrousel vertical**

Système de stockage rotatif vertical. Les carrousels présentent la marchandise entreposée à l'opérateur. Par ailleurs, ils permettent d'optimiser l'espace requis en utilisant toute la hauteur disponible dans le magasin.



**Figure (II.12) :** Carrousel vertical

## II.5.2 Magasin automatique vertical

### a) Définition

Un magasin automatique vertical est une machine qui stocke des pièces qu'on peut chercher d'une manière automatique. C'est-à-dire qu'au lieu de stocker des articles dans des rangées ou des plateaux et que l'opérateur viendra récupérer manuellement, la machine est équipée d'un système automatique qui pourra nous faire sortir les pièces voulues en la commandant à partir d'un écran tactile.

Le magasin automatique vertical abrite les produits stockés dans des tiroirs. Ils sont prélevés et déposés dans la structure au moyen d'un élévateur. A la commande de l'élévateur (via l'écran) celui-ci se positionne automatiquement à hauteur ergonomique en choisissant le chemin le plus court.

Conçu pour optimiser les caractéristiques de modularité, la flexibilité d'utilisation, la haute capacité de stockage vertical et la vitesse de fonctionnement, le magasin vertical automatique à tiroirs représente la solution idéale pour résoudre les problèmes de gestion, prélèvement et repérage rapide des composants, des produits semi-usinés et des produits finis dans les différentes structures d'entreprise.

Ce type de rangement industriel a des avantages et des inconvénients citent ci-après :

#### Avantage :

- ✓ Un gain de temps et de productivité ;
- ✓ Un gain de place ;
- ✓ Une meilleure gestion des stocks ;
- ✓ Une meilleure sécurité des stocks ;
- ✓ Une meilleure sécurité des employés ;
- ✓ Une meilleure ergonomie ;
- ✓ Une amélioration d'efficacité avec un minimum d'investissement.

Contraintes :

- Rangement et distribution grâce à un automate programmable approprié à la problématique du client.
- Maintenance préventive de la partie opérative.

**b) Méthodologie de stockage**

Il existe deux façons de stockage soit en mode dédiés ou ouverts. Pour le stockage dédié il est nécessaire que chaque produit possède son propre emplacement de stockage, contrairement au stockage ouvert ou le stockage des produits se fait de manière aléatoire.

- **Stockages dédiés**

Dans le stockage dédiés l'aire de stockage est divisée en blocs et chaque de ces derniers est déterminé à l'avance pour le stockage d'un produit bien précis, c'est à dire que l'espace de stockage est bien partagé en attribuant chaque bloc à un certain type de produits ce qui simplifie le contrôle du système et la gestion de stocks. Cette méthode de stockage présente des avantages et des inconvénients. Parmi ces avantages :

- ✓ Le contrôle du système est grandement simplifié car pour chaque produit il existe une aire de stockage prédéterminée.
- ✓ La gestion des stocks est simplifiée : la quantité de chaque produit peut être contrôlée visuellement.
- ✓ Chaque aire de stockage peut être conçue pour le stockage du produit correspondant (casiers de taille variables, allées plus ou moins larges...).

Les principaux inconvénients sont :

- ✓ L'espace de stockage est augmenté par ce qu'il faut donner suffisamment d'espace pour les stocks maximum de chaque produit.

- **Stockages aléatoire ouvert**

C'est un mode d'entreposage qui consiste à placer les matières, les pièces ou les articles dans n'importe quel espace libre au moment de leur réception, plutôt qu'à leur attribuer un emplacement spécifique selon leur identification. L'entreposage aléatoire nécessite moins d'espace que l'entreposage à emplacement fixe.

**c) Principe de fonctionnement**

En l'absence de toute demande par l'opérateur, l'élévateur doit être présent au bas du magasin.

L'opérateur sélectionne la pièce désirée, en entrant par un terminal de dialogue (Ecran de supervision), le code de cette dernière, l'accès aux pièces stockées peut également être limité par ce code sans lequel la machine ne donnera pas accès au produit désiré. L'élévateur se met alors en mouvement avec une vitesse étudiée grâce à un variateur de vitesse, et se déplace verticalement jusqu'à la position du casier dans lequel il y a la pièce recherchée puis il le fait sortir jusqu'à sa sortie complète avec des moteurs de translation placés sur l'élévateur et des capteurs qu'il assure que le casier est bien positionné à sa position et il le fait descendre vers la sortie qui est une sortie interne simple (chambre de sortie). Enfin l'opérateur prend la pièce voulu est remettre le casier à sa place grâce au programme.

$$T_{total} = T_m + T_p \tag{II.1}$$

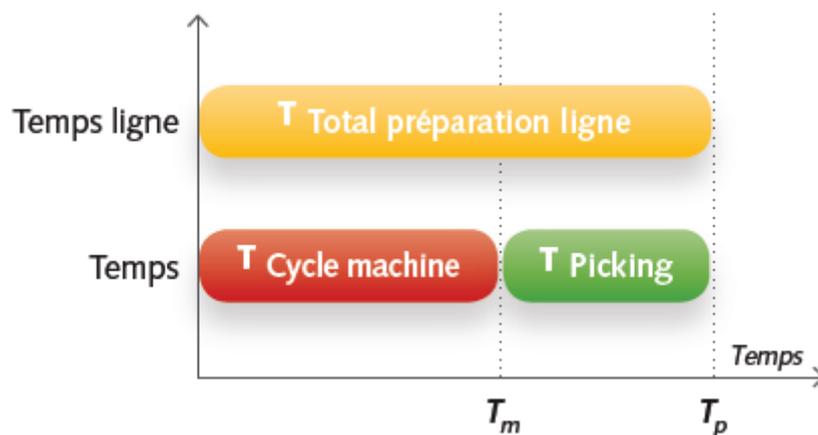


Figure (II.13) : Temps de fonctionnement

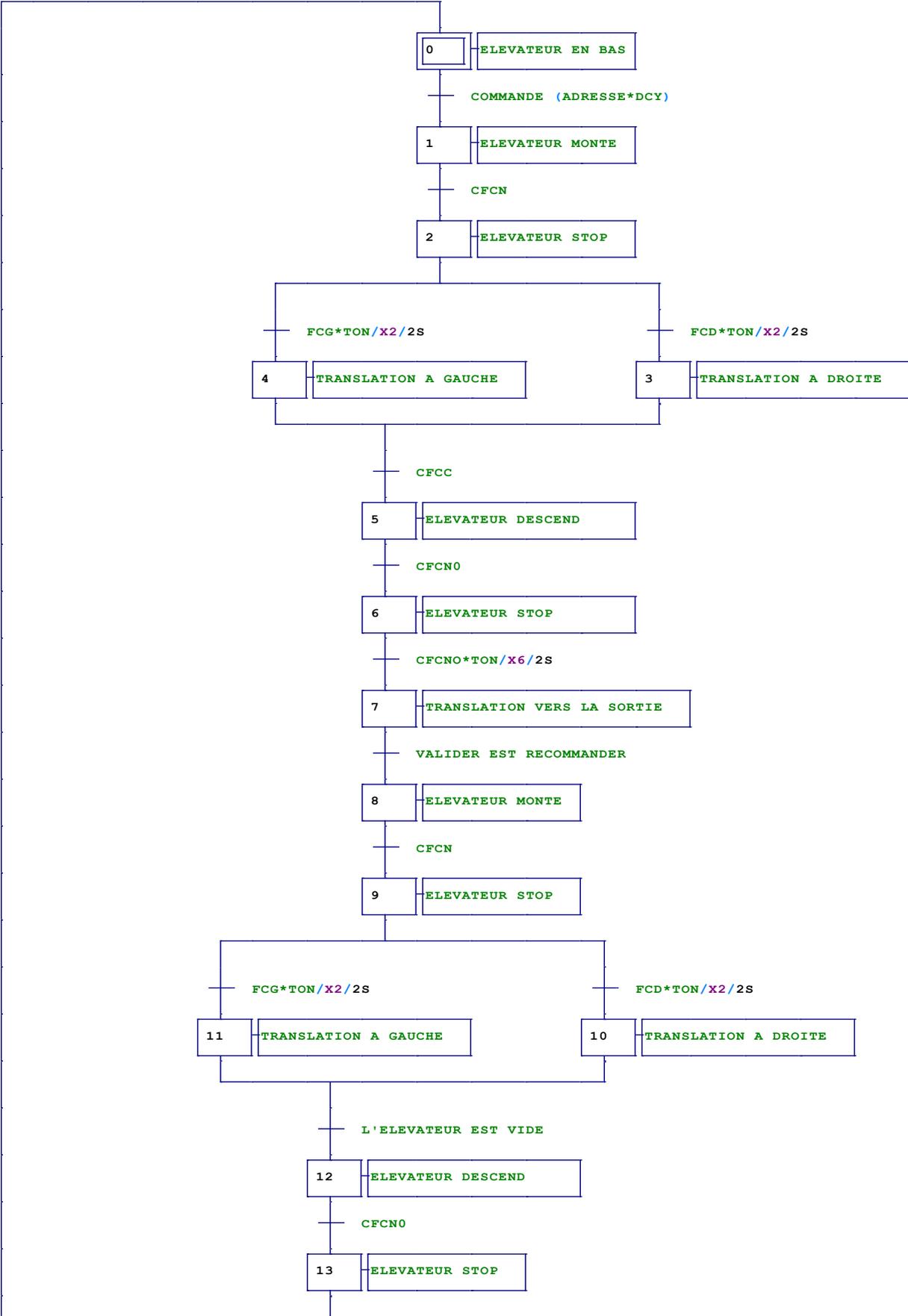


Figure (II.14) : Grafcet de fonctionnement

CFCN : *Capteur fin de course de niveau.*

FCD : *Détection du casier coté droit.*

FCD : *Détection du casier coté gauche.*

CFCN0 : *Capteur fin de course du niveau bas.*

## **II.6 CONCLUSION**

Dans ce chapitre nous avons parlé sur les problèmes qui rencontrent les entreprises concernant le stockage industriel, en suite on a donné notre objectif pour pouvoir réduire ces problèmes. La solution optimale dans ce cas c'est le stockage automatique.

Et aussi nous avons présenté quelques types de stockage automatique et on a basé sur le magasin automatique vertical qui est la solution totalement innovante en matière de rangement et stockage d'outils, pièces détachées, et accessoires que l'on doit toujours avoir apportée de main.

### III.1 INTRODUCTION

Un système automatisé est globalement composé d'une partie opérative (PO) et d'une partie commande (PC). Ce chapitre comprend une description générale de la partie opérative qui est formée de l'ensemble des divers organes physiques et la partie commande qui est le centre de décision.

Nous venons de présenter nos choix techniques concernant les détecteurs et les actionneurs de la partie opérative, ainsi les dispositifs et les organes de commande.

### III.2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MAGASIN

Un système automatisé de stockage/déstockage est l'un des principaux systèmes de manutention. Il est largement utilisé dans les centres de distribution et dans des environnements de production automatisés.

Les caractéristiques techniques du magasin vertical automatique se résument comme suit :

Caractéristiques	Magasin vertical
Hauteur	<b>6000 (mm)</b>
Longueur	<b>2000 (mm)</b>
Largeur	<b>1800 (mm)</b>
Longueur du casier	<b>1800 (mm)</b>
Largeur du casier	<b>400 (mm)</b>
Profondeur du casier	<b>150 (mm)</b>
Pas de stockage	<b>150 (mm)</b>
Nombre de plateaux maximum	<b>29 (plateaux)</b>
Hauteur maximale des produits stockés	<b>200 (mm)</b>
Charge maximale	<b>150 (Kg)</b>

**Tableau (III.1) :** Caractéristiques techniques du magasin

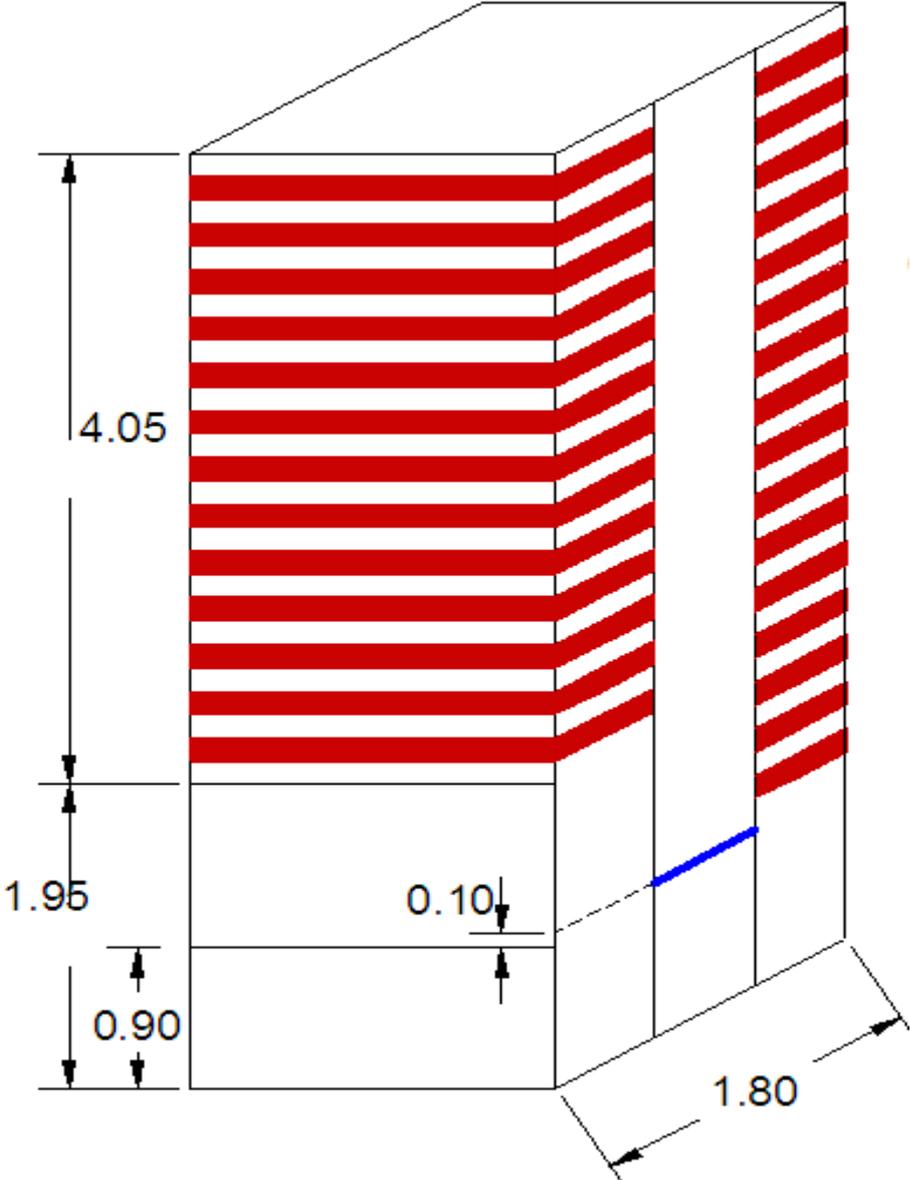


Figure (III.1) : Schéma d'un magasin vertical

### III.3 MESURE DE PERFORMANCE

Généralement les mesures de performance, d'un magasin vertical sont :

#### III.3.1 Le temps de cycle

Le temps de cycle du magasin vertical est une mesure très important, il présente le temps moyenne entre le début d'une opération de stockage ou déstockage. Dans un magasin vertical, la machine peut fonctionner en deux modes, soit en simple cycle ou en double cycle.

- Temps simple cycle : c'est-à-dire en fonctionnement simple cycle, après avoir effectué une opération de stockage ou de récupération, le magasin vertical doit retourner à son point de dépôt/livraison en attendant d'effectuer une autre opération.
- Temps double cycle : le magasin vertical effectué l'opération de stockage d'un produit et va directement se déplace vers un deuxième casier pour déstocker un autre produit puis elle retourner à son point de dépôt/livraison.

#### III.3.2 Taux d'utilisation

Le taux d'utilisation du magasin vertical est égal au temps pendant lequel la machine est occupée divisé par le temps total.

### III.4 COMPOSITION DU MAGASIN VERTICAL

Le but de cette démarche est de réalisée une machine de stockage, cette réalisation va se composer de deux parties : partie mécanique et électrique. A la fin de cette réalisation la machine doit être capable de se déplacé a partir de son état initial vers un emplacement prédéterminé par des commandes précises.

#### III.4.1 Partie mécanique

##### a) Caisse

C'est une combinaison d'équipements et de systèmes de contrôle qui prend en charge, stocke et déstocke des produits avec précision, exactitude et célérité sous un certain degré d'automatisation. On peut définir simplement comme étant un ensemble structural de

rayonnage conçu pour stocker des unités de charge de façon ordonnée en toute sécurité, on les trouve dans les Agences commerciales, les distributeurs, les Usines.

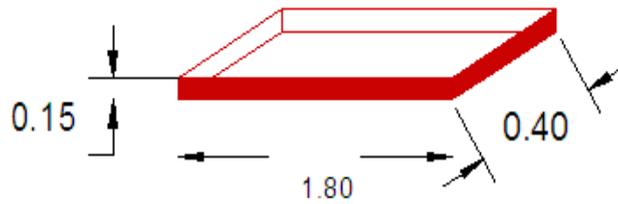


Figure (III.2) : Caisse

#### b) Chariot élévateur latéral

Les chariots élévateurs électriques sont des équipements de manutention incontournables pour toute activité industrielle puisqu'ils permettent de déplacer et transporter de lourdes charges facilitant ainsi le travail physique de vos opérateurs. Ces engins de manutention se caractérisent par leur puissance et leur facilité de manipulation, ils accélèrent le travail de vos employés grâce à leurs vitesses très bien optimisées. Par conséquent, les chariots élévateurs permettent à vos opérateurs de gagner un temps précieux, améliorant par cela leur productivité et rentabilisant par cela votre activité. Bénéficiant d'une construction de haute qualité, les chariots électriques affichent une grande résistance à la corrosion, aux chocs et aux intempéries.

### III.4.2 Partie électrique

#### a) Moteur asynchrone triphasé

- Définition

Le moteur asynchrone triphasé est le récepteur de puissance des installations industrielles, Il est utilisé pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques. La simplicité de construction du moteur asynchrone triphasé en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien.

Il est constitué d'une partie fixe, le stator, et d'une partie rotative, le rotor. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

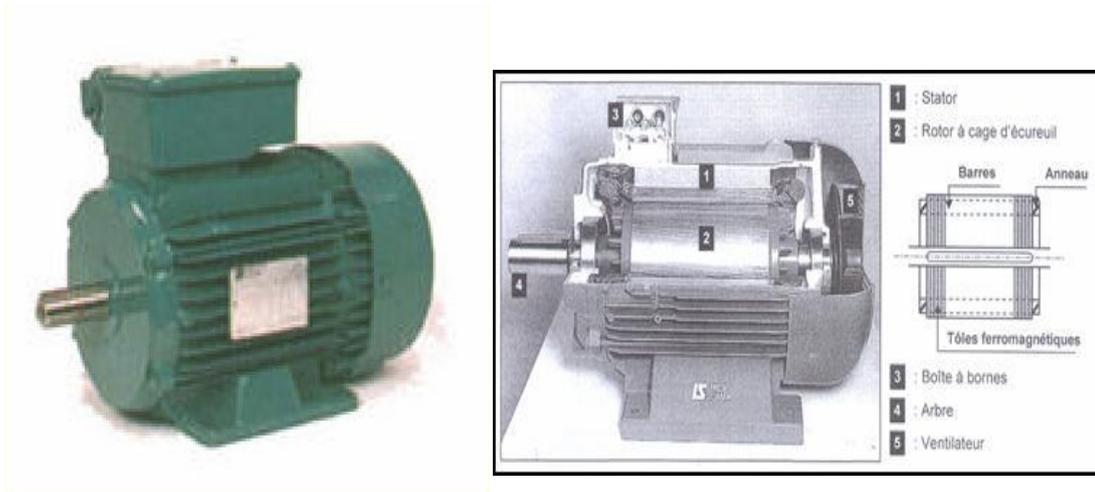


Figure (III.3) : Moteur asynchrone triphasé

- **Constituants**

- **Stator** : C'est la partie fixe du moteur. Il comporte trois bobinages (ou enroulements) qui peuvent être couplés en étoile **Y** ou en triangle **Δ** selon le réseau d'alimentation.
- **Rotor** : C'est la partie tournante du moteur. Cylindrique, il porte soit un bobinage (d'ordinaire triphasé comme le stator) accessible par trois bagues et trois balais, soit une cage d'écureuil non accessible, à base de barres conductrices en aluminium.

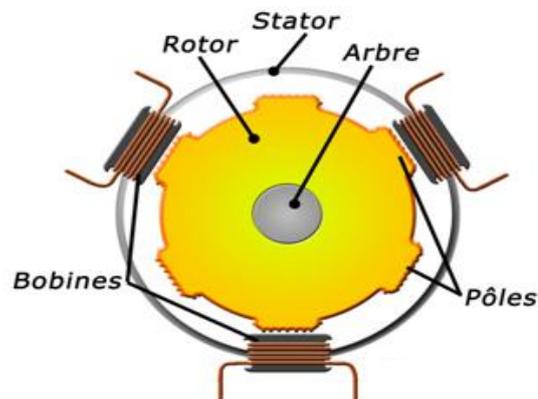


Figure (III.4) : Stator-Rotor

- **Principe de fonctionnement**

Le stator supporte trois enroulements décalés de 120°, alimentés par une tension alternative triphasée.

Ces trois bobines produisent un champ magnétique variable qui possède la particularité de tourner autour de l'axe du stator suivant la fréquence de la tension d'alimentation, ce champ magnétique est appelé champ tournant.

Le champ tournant (statorique) vient induire des courants dans le rotor. Leur interaction entraîne la rotation du rotor à une fréquence légèrement inférieure à celle du champ tournant.

- **Branchement des moteurs**

Pour l'adaptation électrique d'un moteur par rapport à l'alimentation électrique distribuée sur le réseau, il est impératif de coupler les enroulements du moteur. La tension supportée par un enroulement du moteur doit correspondre à la tension du réseau.

Un moteur est construit à partir de 3 enroulements au stator, chaque enroulement doit être alimenté par une tension nominale unique qui lui est spécifique. Les standards sont 127V, 220V et 380V.

Il est possible d'alimenter en série deux enroulements. La tension à appliquer aux bornes des 2 enroulements peut être jusqu'à **racine de 3** la tension aux bornes d'un seul enroulement, soit **220V, 380V et 660V**. De ce fait, deux tensions d'alimentations sont possibles pour chaque moteur et classiquement, elles sont inscrites sur la plaque signalétique du moteur.

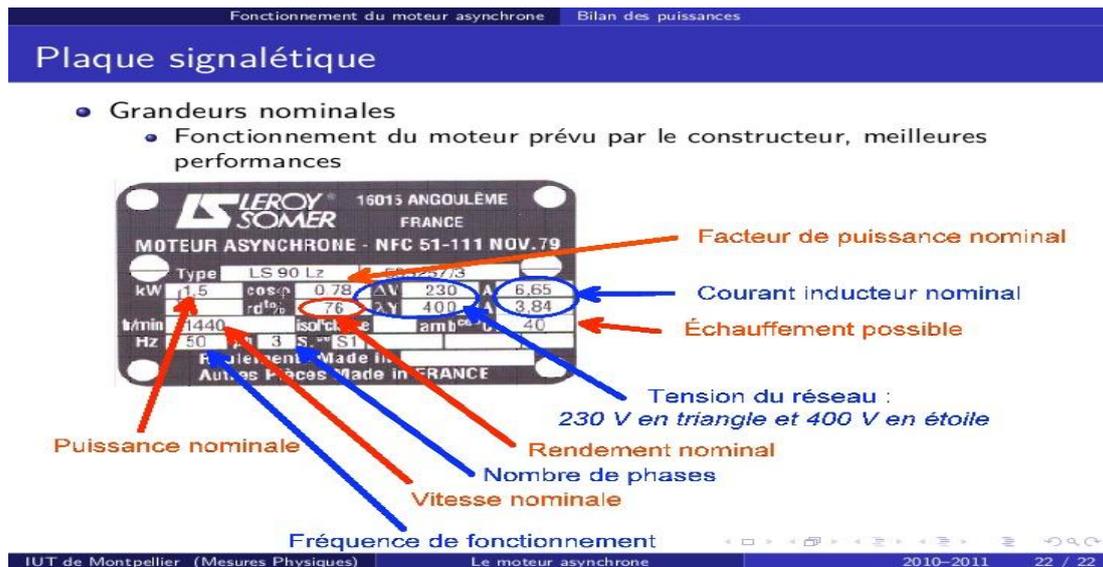


Figure (III.5) : Plaque signalétique du moteur asynchrone triphasé

### • Choix du couplage

Le choix du couplage dépend :

- ✓ Des tensions du réseau.
- ✓ Des indications portées sur la plaque signalétique qui donnent les conditions normales de fonctionnement (dites aussi nominales).

L'utilisateur choisit le couplage qui convient par l'intermédiaire de la plaque à borne du moteur, qui comporte six bornes auxquelles sont reliées les entrées et les sorties des trois enroulements.

### • Normalisation des bornes

Entrées : U1, V1 et W1.      Sorties : U2, V2 et W2.

### • Détermination du couplage

1. Si la plus petite tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on choisit le **couplage triangle Δ**.
2. Si la plus grande tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on choisit le **couplage étoile Y**.

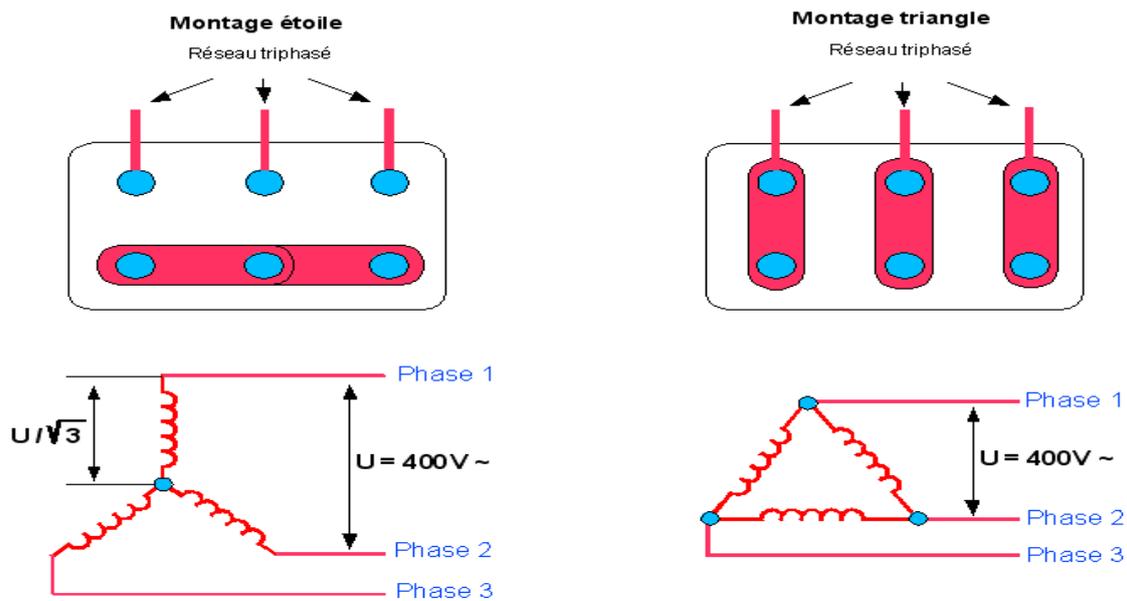


Figure (III.6) : Montage étoile et triangle

- Liaison avec le réseau d'alimentation

Le moteur est relié au réseau par un certain nombre de dispositifs de sécurité et de commande.

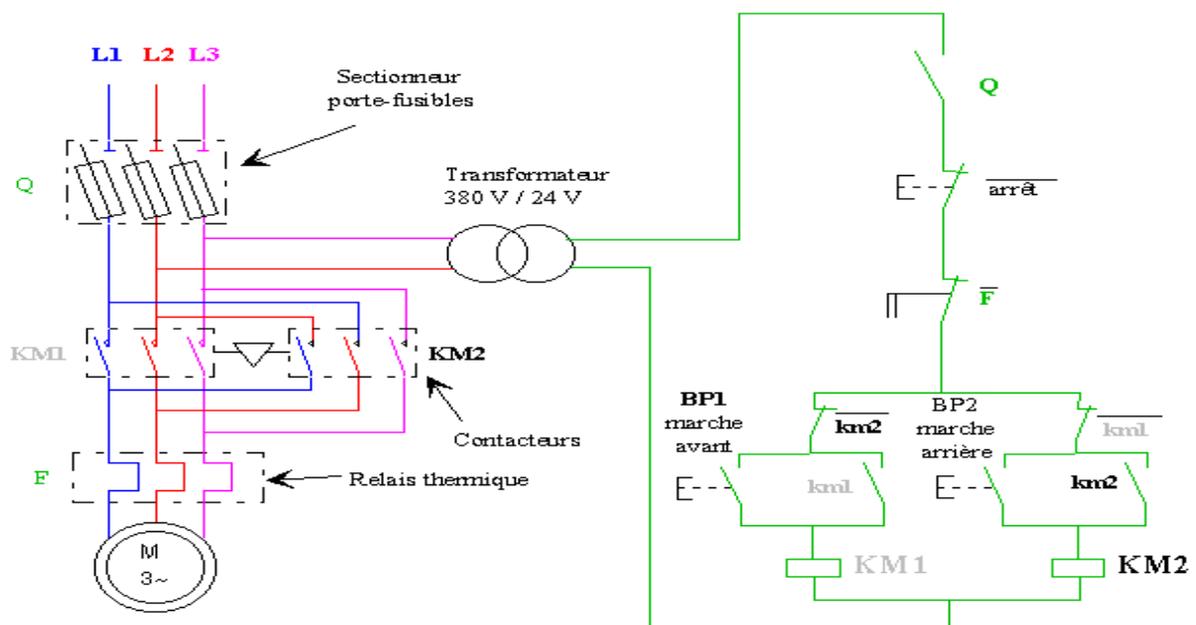


Figure (III.7) : Schéma de puissance et de commande

- ✓ Le sectionneur d'isolement avec fusibles permet de déconnecter le moteur du réseau Pour des opérations de maintenance par exemple. Il protège également le dispositif en aval contre les risques de court-circuit grâce aux fusibles.
- ✓ Le contacteur permet l'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.
- ✓ Le relais thermique protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable. Son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.
- ✓ Le transformateur abaisse la tension secteur à une valeur de 24V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande.

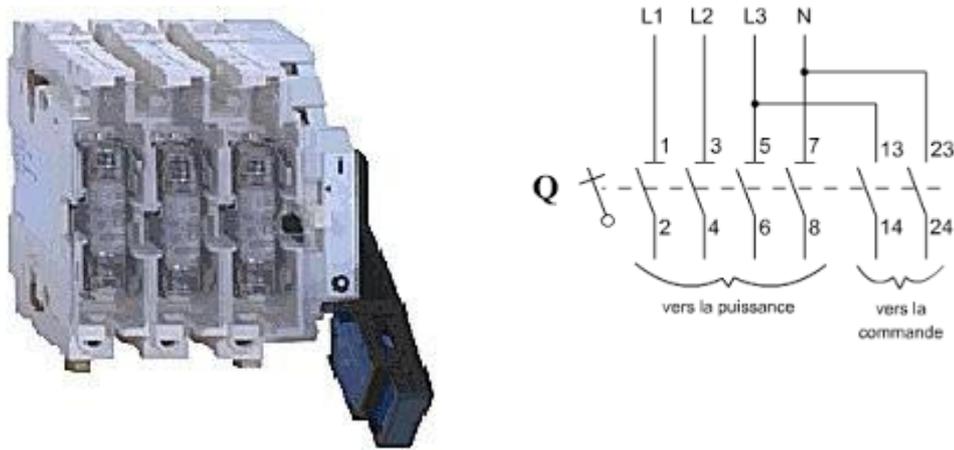


Figure (III.8) : Sectionneur – Sectionneur symbole

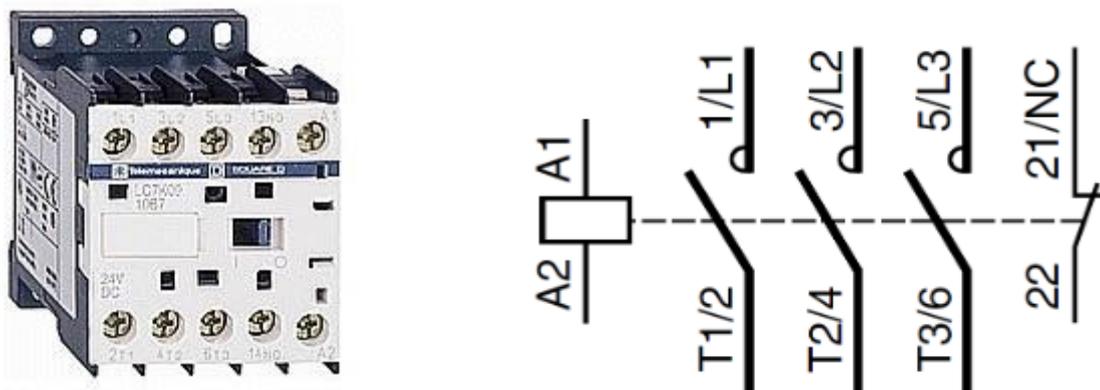


Figure (III.9) : Contacteur – Contacteur symbole

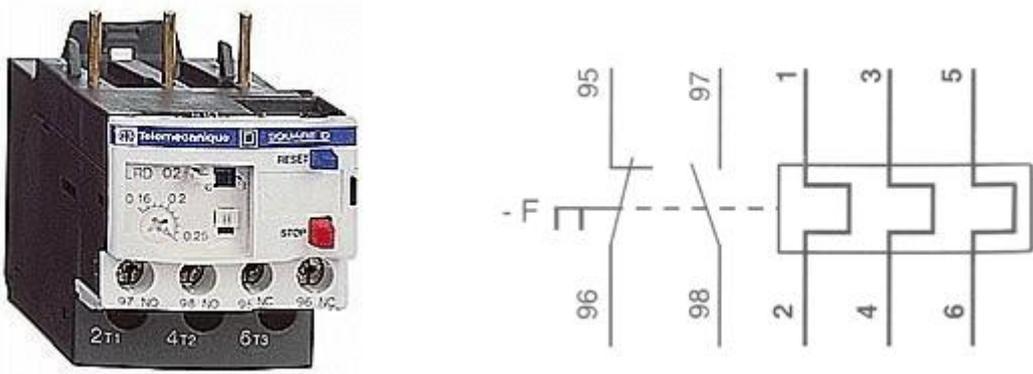


Figure (III.10) : Relais thermique – Relais thermique symbole

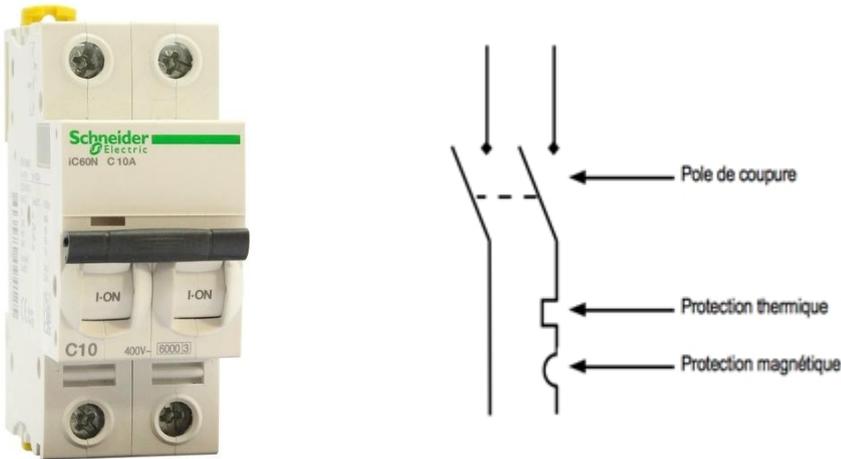


Figure (III.11) : Disjoncteur bipolaire – Disjoncteur bipolaire symbole



Figure (III.12) : Disjoncteur tripolaire – Disjoncteur tripolaire symbole

## b) Réducteurs

### • Définition

Le nom de réducteur est réservé à un mécanisme séparé s'intercalant entre un moteur et un récepteur.

Lorsque le moteur est fixé sur le carter du réducteur, l'ensemble porte le nom de motoréducteur.



Figure (III.13) : Motoréducteur

### • Fonction

Un réducteur sert à **réduire la vitesse** d'un moteur (hydraulique, pneumatique, thermique, électrique) avec transmission de la puissance motrice vers une machine réceptrice en absorbant le moins d'énergie.

Il permet d'**augmenter le couple** moteur afin d'entraîner en rotation un organe récepteur sous l'effet d'un nouveau couple.

### Remarques

- ✓ La fréquence de rotation du moteur électrique généralement utilisée est :  $n_m = 1500$  tr/min ;
- ✓ La transmission de puissance se fait par engrenages ;
- ✓ Les réducteurs réversibles peuvent être utilisés comme multiplicateur.

- Conditions d'entraînement

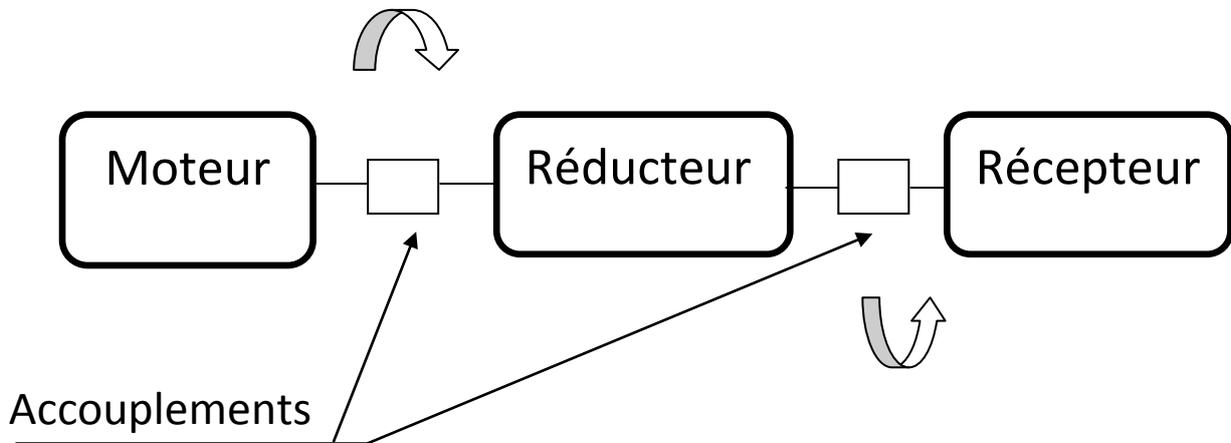


Figure (III.14) : Schéma d'entraînement d'un motoréducteur

Données :

- Puissance motrice :  $P_m$  (kW)
- Vitesse motrice  $N_m$  (tr / min)
- Vitesse réceptrice  $N_r$  (tr / min)
- Rendement

Rapport de réduction

$$k = \frac{N_r}{N_m} \tag{III.1}$$

$$k = 1 \longrightarrow N_r = N_m$$

$$k < 1 \longrightarrow N_r < N_m \longrightarrow \text{Réducteur}$$

$$k > 1 \longrightarrow N_r > N_m \longrightarrow \text{Multiplicateur}$$

### c) Variateurs de vitesse

- Définition

Un variateur de vitesse est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels.

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence.

Ils permettent :

- ✓ Une gamme de vitesses de 5% à 200% de la vitesse nominale
- ✓ Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesses
- ✓ Des rampes d'accélération et de décélération
- ✓ Deux sens de rotation



Figure (III.15) : Variateur de vitesse ATV312

Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti en courant continu, il est ensuite reconverti en courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente. Il est ainsi possible de convertir du monophasé en triphasé si c'est nécessaire.

L'onduleur travaille en hacheur, il va moduler le courant par largeur d'impulsions (PWM), le courant résultant est proche d'une sinusoïdale.

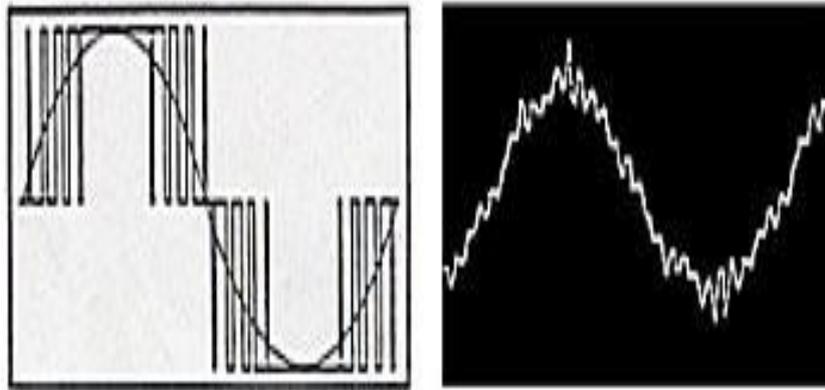


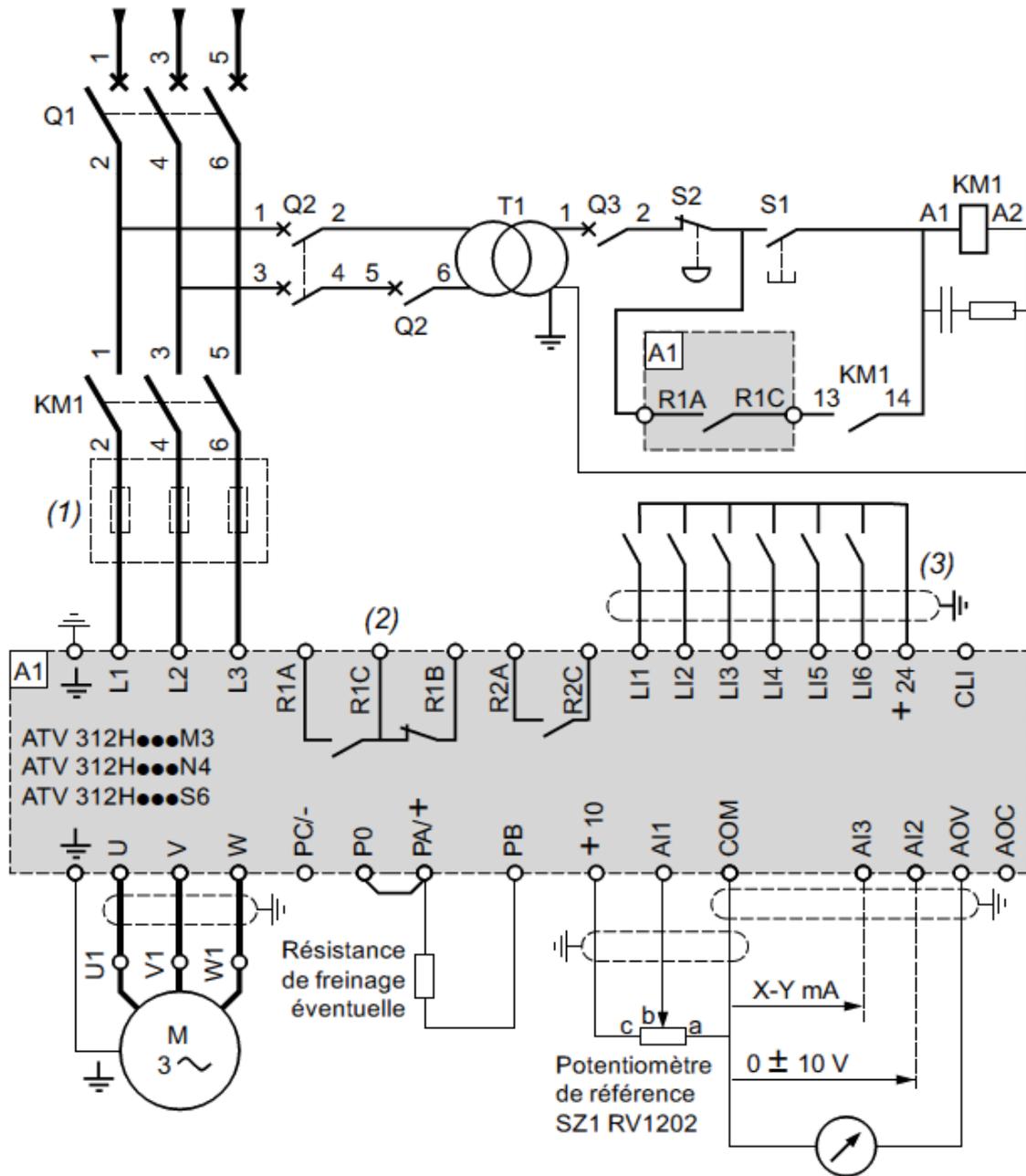
Figure (III.16) : la modulation de largeur d'impulsions

- **Les principales fonctions des variateurs de vitesse**

- **Variation de vitesse**

Un variateur de vitesse peut ne pas être en même temps régulateur. Dans ce cas, c'est un système, rudimentaire, qui possède une commande élaborée à partir des grandeurs électriques du moteur avec amplification de puissance, mais sans boucle de retour : il est dit « en boucle ouverte ».

La vitesse du moteur est définie par une grandeur d'entrée (tension ou courant) appelée consigne ou référence. Pour une valeur donnée de la consigne, cette vitesse peut varier en fonction des perturbations (variations de la tension d'alimentation, de la charge, de la température).



KM1 : Contacteur de ligne LC1 ... + module d'antiparasitage LA4 DA2U.

Q1 : Disjoncteur magnétique GV2 L ou Compact NS.

Q2 : Disjoncteur magnétique GV2 L calibré à 2 fois le courant nominal primaire de T1.

Q3 : Disjoncteur magnéto-thermique GB2 CB05.

S1, S2 : Boutons poussoirs XB4 B ou XB5 A.

T1 : Transformateur 100 VA secondaire 230 V.

Figure (III.17) : Schéma de câblage du Variateur de vitesse

➤ **Régulation de vitesse**

Un régulateur de vitesse est un variateur asservi. Il possède un système de commande avec amplification de puissance et une boucle de retour : il est dit « en boucle fermée ».

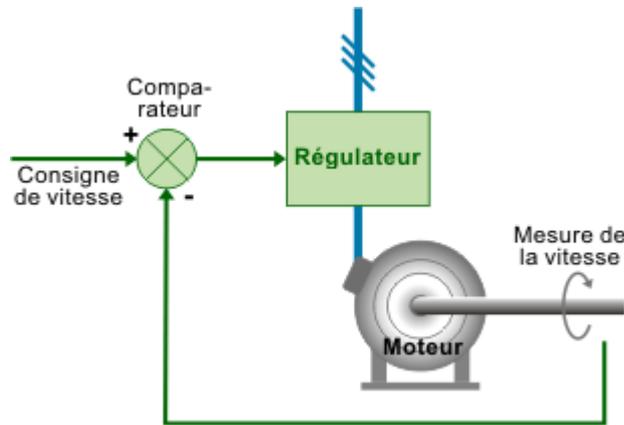


Figure (III.18) : Principe de la régulation de vitesse

➤ **Décélération contrôlée**

Quand un moteur est mis hors tension, sa décélération est due uniquement au couple résistant de la machine (décélération naturelle). Les démarreurs et variateurs électroniques permettent de contrôler la décélération au moyen d'une rampe linéaire ou en « S », généralement indépendante de la rampe d'accélération.

Cette rampe peut être réglée de manière à obtenir un temps de passage de la vitesse en régime établi à une vitesse intermédiaire ou nulle :

- ✓ Si la décélération désirée est plus rapide que la décélération naturelle, le moteur doit développer un couple résistant qui vient s'ajouter au couple résistant de la machine, on parle alors de freinage électrique qui peut s'effectuer soit par renvoi d'énergie au réseau d'alimentation, soit par dissipation dans une résistance de freinage.
- ✓ Si la décélération désirée est plus lente que la décélération naturelle, le moteur doit développer un couple moteur supérieur au couple résistant de la machine et continuer à entraîner la charge jusqu'à l'arrêt.

➤ **Inversion du sens de marche**

La majorité des variateurs actuels permettent cette fonction en standard. L'inversion de l'ordre des phases d'alimentation du moteur est réalisée automatiquement soit par inversion de la consigne à l'entrée, soit par un ordre logique sur une borne, soit par une information transmise par une connexion réseau.

➤ **Freinage d'arrêt**

Ce freinage consiste à arrêter un moteur sans pour autant contrôler la rampe de ralentissement. Pour les démarreurs et variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones, ceci est réalisé de manière économique en injectant du courant continu dans le moteur avec un fonctionnement particulier de l'étage de puissance. Toute l'énergie mécanique est dissipée dans le rotor de la machine et, de ce fait, ce freinage ne peut être qu'intermittent. Sur un variateur pour moteur à courant continu, cette fonction sera assurée en connectant une résistance aux bornes de l'induit.

➤ **Protections intégrées**

Les variateurs modernes assurent en général la protection thermique des moteurs et leur propre protection. A partir de la mesure du courant et d'une information sur la vitesse (si la ventilation du moteur dépend de sa vitesse de rotation), un microprocesseur calcule l'élévation de température du moteur et fournit un signal d'alarme ou de déclenchement en cas d'échauffement excessif.

Les variateurs, et notamment les convertisseurs de fréquence, sont d'autre parts fréquemment équipées de protections contre :

- ✓ Les court-circuit entre phases et entre phases terre.
- ✓ Les surtensions et les chutes de tension.
- ✓ Les déséquilibres de phases.
- ✓ La marche en monophasé.

• **Les principaux modes de fonctionnement**

Les variateurs de vitesse peuvent, selon le convertisseur électronique, soit faire fonctionner un moteur dans un seul sens de rotation, ils sont alors dits «

unidirectionnels », soit commander les deux sens de rotation, ils sont alors dits « bidirectionnels ».

Les variateurs peuvent être « réversibles » lorsqu'ils peuvent récupérer l'énergie du moteur fonctionnant en générateur (mode freinage). La réversibilité est obtenue soit par un renvoi d'énergie sur le réseau (pont d'entrée réversible), soit en dissipant l'énergie récupérée dans une résistance avec un hacheur de freinage.

- **Les avantages d'un variateur de vitesse**

Le recours aux variateurs de vitesse offre plusieurs avantages :

- ✓ Démarrage progressif des moteurs réduisant les chutes de tension dans le réseau et limitant les courants de démarrage.
- ✓ Amélioration du facteur de puissance.
- ✓ Précision accrue de la régulation de vitesse.
- ✓ Prolongement de la durée de service du matériel entraîné.
- ✓ Diminution de la consommation d'électricité.

De nouveaux variateurs de vitesse plus performants peuvent éviter l'interruption des procédés en cas de perturbation du réseau de courte durée.

- **Chaîne d'énergie avec variateur et moteur asynchrone**

L'automate programmable industriel (API) de la chaîne d'information envoie une consigne analogique sous forme d'une tension continue au variateur. Le variateur alimente le moteur avec une fréquence de courant proportionnelle à cette consigne. L'automate doit être équipé d'un module de conversion numérique/analogique.

#### **d) Capteurs**

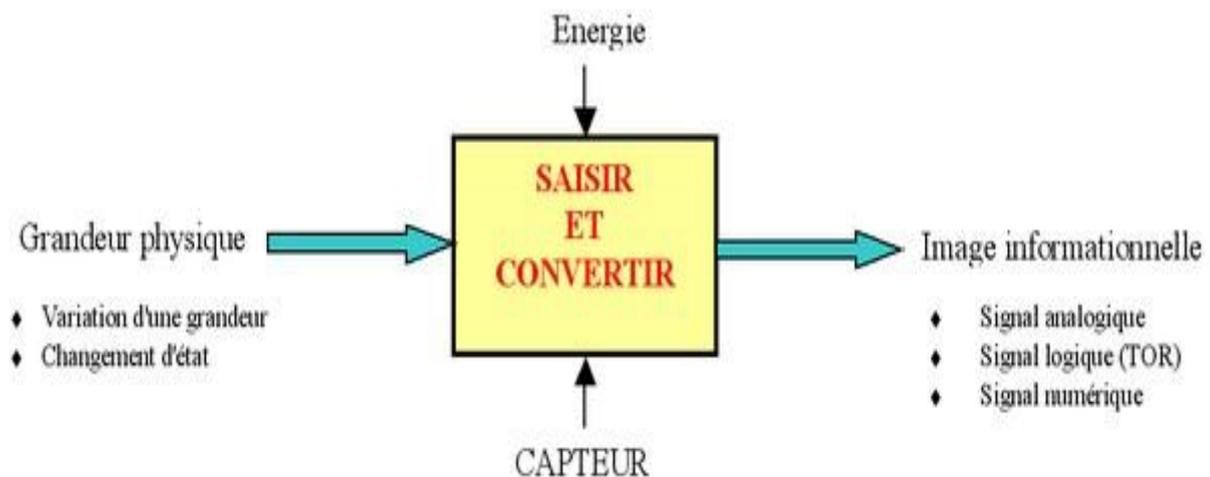
- **Introduction**

Le développement accru des moyens et surtout de l'automatisation ont permis à la technologie pneumatique, hydraulique et électrique, de s'associer entre elles pour cumuler leurs avantages dans le domaine de la commande et de la puissance. Nous nous intéressons aux capteurs et actionneurs utilisés dans l'installation de la machine pour sa commande.

- **Définition d'un capteur**

Un capteur est un organe émettant un signal à partir d'une mesure de grandeur physique transformée en une information compréhensible par la partie commande d'un système. Cette fonction est assurée par deux parties distinctes au sein du capteur :

- ✓ La partie sensible qui est chargée de détecter la grandeur physique.
- ✓ L'étage de sortie qui est chargé de l'adaptation de l'information pour dialoguer avec la partie commande.



**Figure (III.19) :** fonctionnement d'un capteur

- **Constituants**

Ils sont constitués

- ✓ D'un élément sensible mécanique ou électrique
- ✓ D'un ou plusieurs contacts de type NF (normalement fermé = à ouverture) ou de type NO (normalement ouvert = à fermeture)

- **Caractéristiques**

- ✓ Nature de la détection (mécanique optique, inductif, capacitif)
- ✓ Distances de détection
- ✓ Tension d'alimentation (valeur, continu ou alternatif)
- ✓ De raccordement (2 fils ou 4 fils, PNP ou NPN)

- ✓ Nombre et types de contacts
- ✓ Noyable, non noyable (inductifs ou capacitifs)
- ✓ Type de raccordement (vis, connecteur)
- ✓ Taille et encombrement mécanique

- **Nature des capteurs**

Suivant son type, l'information qu'un capteur fournit à la PC peut être :

- **Logique** : L'information ne peut prendre que les valeurs 1 ou 0 : on parle alors d'un capteur Tout ou Rien (TOR).
- **Analogique** : L'information peut prendre toutes les valeurs possibles entre 2 certaines valeurs limites : on parle alors d'un capteur analogique.
- **Numérique** : L'information fournie par le capteur permet à la PC d'en déduire un nombre binaire sur n bits : on parle alors d'un capteur numérique.

- **Principe de fonctionnement**

L'objet à détecter touche physiquement l'élément mobile du capteur. Le contact ouvre ou ferme le circuit d'information. Un contact est dit "sec" s'il est libre de potentiel : Le potentiel est donné par la partie opérative.

- **Avantages et utilisation**

Utilisation :

- ✓ La détection de pièces machines (comes, butées, pignons...),
- ✓ La détection de balancelles, chariots, wagons,
- ✓ La détection directe d'objets, etc.

Les avantages en sont les suivants :

- ✓ Sécurité de fonctionnement élevée : fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture,
- ✓ Bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm),
- ✓ Séparation galvanique des circuits,
- ✓ Bonne aptitude à commuter les courants faibles combinée à une grande endurance électrique, Tension d'emploi élevée,

- ✓ Mise en œuvre simple,
- ✓ Grande résistance aux ambiances industrielles.

- **Les différentes familles de capteurs**

- **Les capteurs inductifs**

Les capteurs inductifs sont des capteurs produisant un champ magnétique à leur extrémité, et qui permettent de détecter n'importe quel objet conducteur situé à une distance dépendante du type de capteur. Si un matériau conducteur se trouve dans la zone d'action du capteur, celui-ci sera automatiquement détecté.

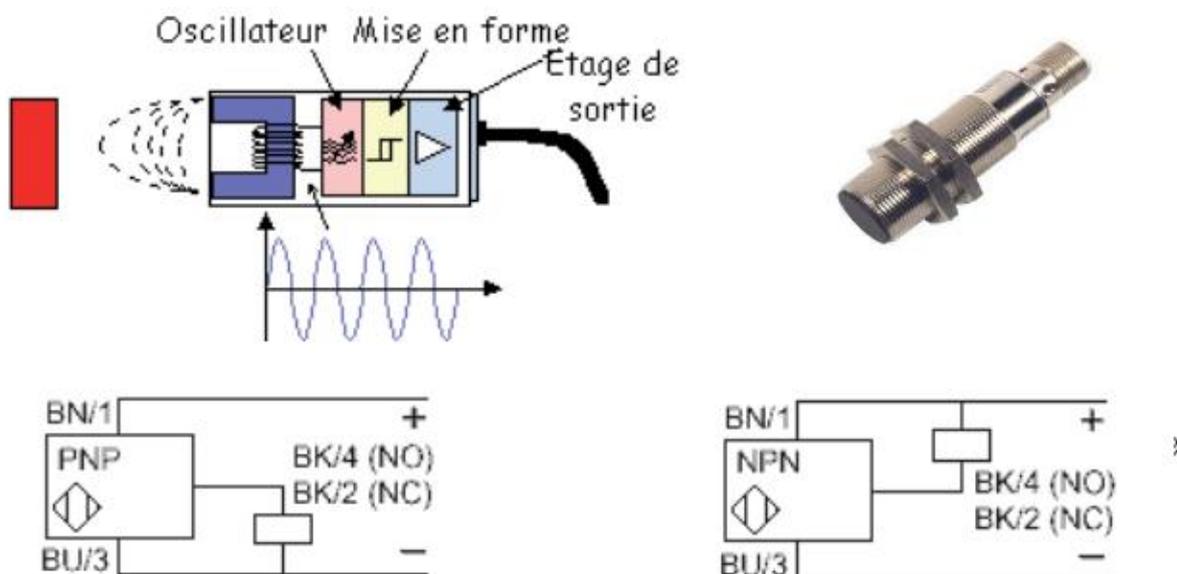


Figure (III.20) : Capteur inductif

Principe de fonctionnement :

Les capteurs inductifs font partie de la catégorie des capteurs de proximité qui se caractérisent par l'absence de lien entre le capteur et l'objet. La détection se fait donc par l'intermédiaire d'un champ qui peut être électrique, magnétique ou électromagnétique.

Les capteurs inductifs se servent de l'interaction d'objets métalliques avec leur champ électromagnétique. Des courants de Foucault sont ainsi créés et provoquent une baisse d'énergie dans le circuit oscillant : ceci a pour conséquence la réduction de l'amplitude des oscillations. Cette modification est détectée par le capteur. Le champ magnétique émis à partir de la surface active du capteur est généré par la bobine du circuit oscillant.

Avantages :

- ✓ Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure), possibilité de détecter la présence d'objets fraîchement peints ou de surfaces fragiles
- ✓ Cadences de fonctionnement élevées en parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques
- ✓ Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée
- ✓ Produits entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs
- ✓ Produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres
- ✓ Visualisation de l'état de la sortie

Application :

Les capteurs inductifs sont utilisés pour la commande et le contrôle de processus d'automatisation et comme signal dans les opérations de comptage pour lesquelles des métaux se trouvent à disposition. Ils se caractérisent tout particulièrement par leur robustesse vis à vis des vibrations et des coups, mais aussi de la poussière et de l'humidité ; ils travaillent de façon extrêmement précise.

➤ **Les capteurs capacitifs**

Les détecteurs capacitifs sont utilisés pour détecter sans contact des objets de toutes sortes. Contrairement aux détecteurs inductifs qui ne détectent que des objets métalliques, les détecteurs capacitifs permettent également la détection de matières non métalliques. Ils présentent une Grande fiabilité opérationnelle grâce à une haute immunité aux parasites.

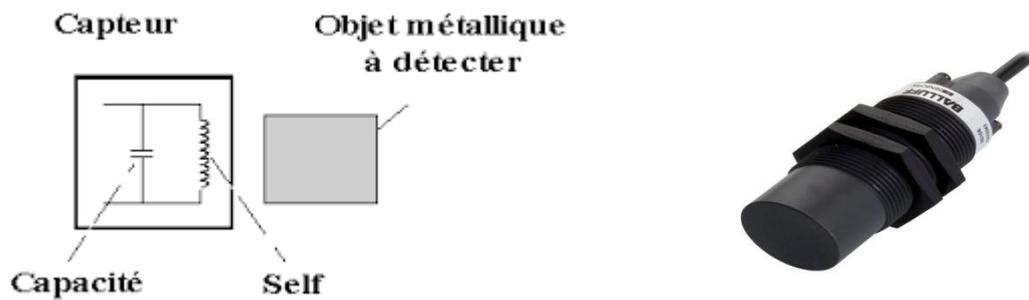


Figure (III.21) : Capteur Capacitif

Fonctionnement :

La capacité entre l'électrode active du détecteur et le potentiel électrique de la terre est mesurée. Un objet proche de la face active influence le champ électrique alternatif entre ces deux " plaques de condensateur ". Ceci s'applique aux objets métalliques et non métalliques. En principe, les détecteurs capacitifs travaillent avec un circuit oscillant RC. Une variation minimale de la capacité suffit pour influencer son amplitude d'oscillation. L'électronique d'évaluation la convertit en un signal de commutation. L'utilisateur peut régler la sensibilité par un potentiomètre.

Avantages :

- ✓ Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure), possibilité de détecter la présence de tous types d'objets
- ✓ Cadences de fonctionnement élevées en parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques
- ✓ Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée
- ✓ Produits entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs
- ✓ Produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres
- ✓ Visualisation de l'état de la sortie.

➤ **Capteur de position (mécanique)**

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la détection des positions.

On parle aussi de détecteurs de présence. Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection.



Figure (III.22) : Capteur de position

Principe de fonctionnement :

La (Figure (III.19)) présente le principe de fonctionnement d'un capteur de position.

Pour cela :

- ✓ On relie un capteur mécanique à une bobine de contacteur.
- ✓ On alimente le montage avec une tension de 24 V alternatif.
- ✓ On approche un objet sur la partie mobile.

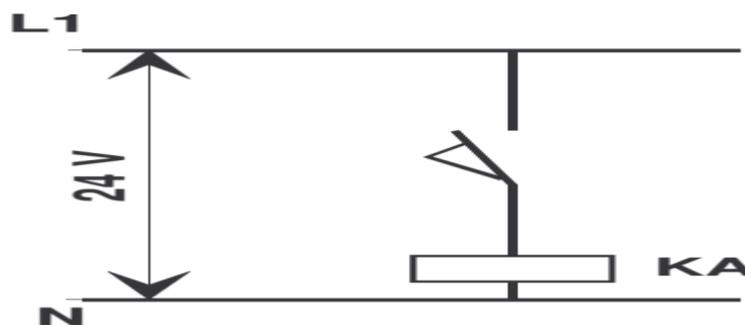


Figure (III.23) : Principe de fonctionnement d'un capteur de position

## III.5 AUTOMATISATION PAR UN API ET CHOIX DE L'AUTOMATE

### III.5.1 Automate programmable industriel

#### a) Définition

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, 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.

L'Automate Programmable est programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en temps réel des procédés industriels.

A l'heure actuelle, l'API fait partie intégrante des process de fabrication moderne. Il en est le « cerveau ».Le technicien est amené à concevoir, maintenir et dépanner ces automatismes industriels.

#### b) Avantage des PLC

- Quand il n'y a pas d'automate, on utilise de nombreux relais pour commander les différents équipements intervenant dans certains procédés industriels. L'ajout d'un automate, en raison de son logiciel, permet de réduire considérablement le nombre de relais et d'accroître la fiabilité des procédés industriels.
- Un autre avantage des automates programmables est qu'en facilitant la modification de leur programmation logique et de leurs paramètres, ils favorisent une amélioration en continu des procédés.
- Un très grand nombre d'industries utilisent des automates programmables pour augmenter leur productivité et la qualité des produits.

#### c) Applications des PLC

##### Commande de machines

- ✓ Machines outil
- ✓ Convoyage, stockage
- ✓ Emballage
- ✓ Machines de chantier, engin de levage

Automatisme du bâtiment

- ✓ Chauffage
- ✓ Climatisation, sanitaire
- ✓ Distribution électrique et éclairage
- ✓ Sécurité

Régulation de processus

- ✓ Chimie, pétrochimie
- ✓ Pharmaceutique
- ✓ Traitement des eaux
- ✓ Fours, métallurgie

Contrôle de systèmes

- ✓ Production et distribution d'énergie électricité, pétrole, gaz
- ✓ Transports (chemin de fer, routier, marine)

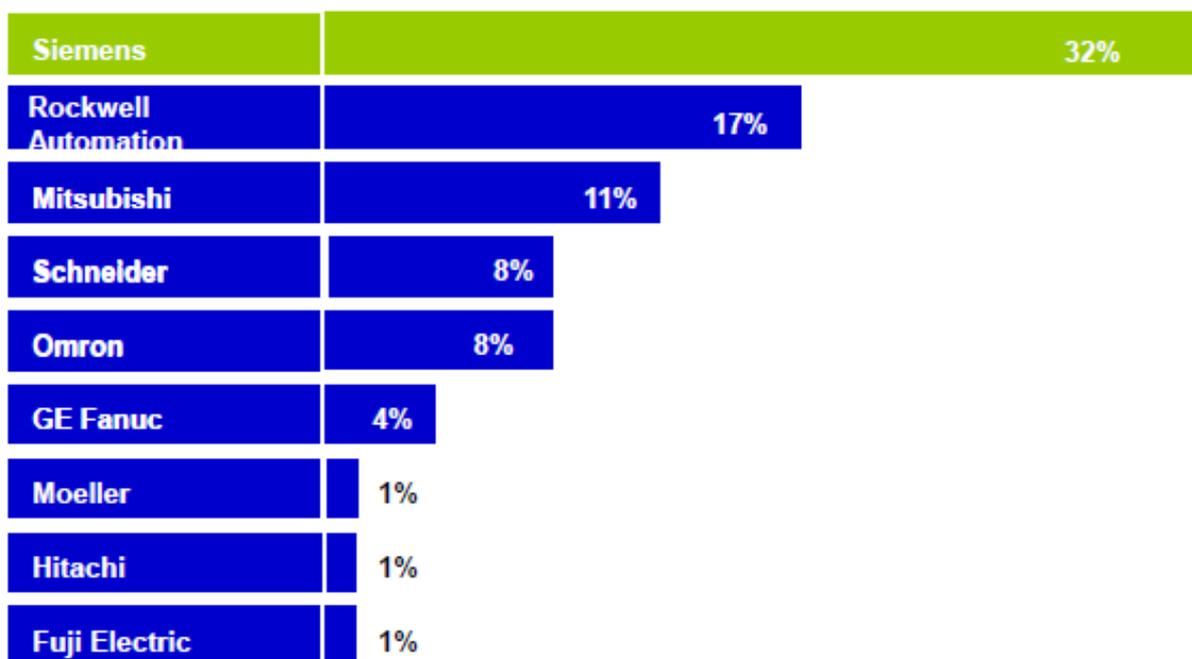
**d) Critères de choix d'un automate**

- ❖ Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les expériences vécues sont déjà un point de départ.
- ❖ Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles.
- ❖ Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions.
- ❖ La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel).
- ❖ Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- ❖ Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- ❖ Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- ❖ Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- ❖ Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).

**e) Le marché des automates dans le monde**



**Figure (III.24) :** Pourcentages des différents automates dans le marché

f) La gamme des grandes marques

- Schneider

Zelio Logic



Twido



TSX Micro



Modicon M340



Premium



Quantum

Figure (III.25) : Différentes gammes de Schneider

- Siemens

Logo Logic

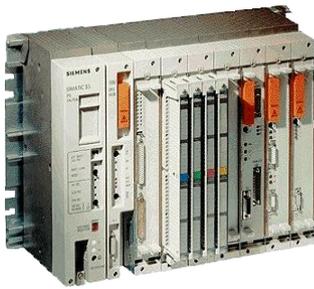


S7 200



S7 300





S7 1500



S7 1200



S7 400

Figure (III.26) : Différentes gammes de siemens

- Omron

CP1H



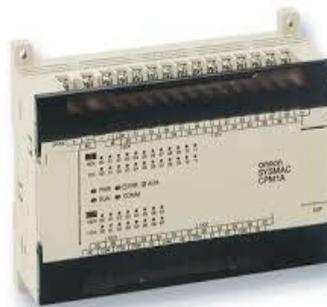
CP1L



NJ



CS1



CPM



CQM

Figure (III.27) : Différentes gammes d'Omron

### g) Structure fonctionnelle des automates

Les 5 fonctions principales autour d'un automate programmable sont :

- la détection depuis des capteurs répartis sur la machine,
- la commande d'actions vers les pré-actionneurs et les actionneurs,
- le dialogue d'exploitation,
- le dialogue de programmation,
- le dialogue de supervision de production.

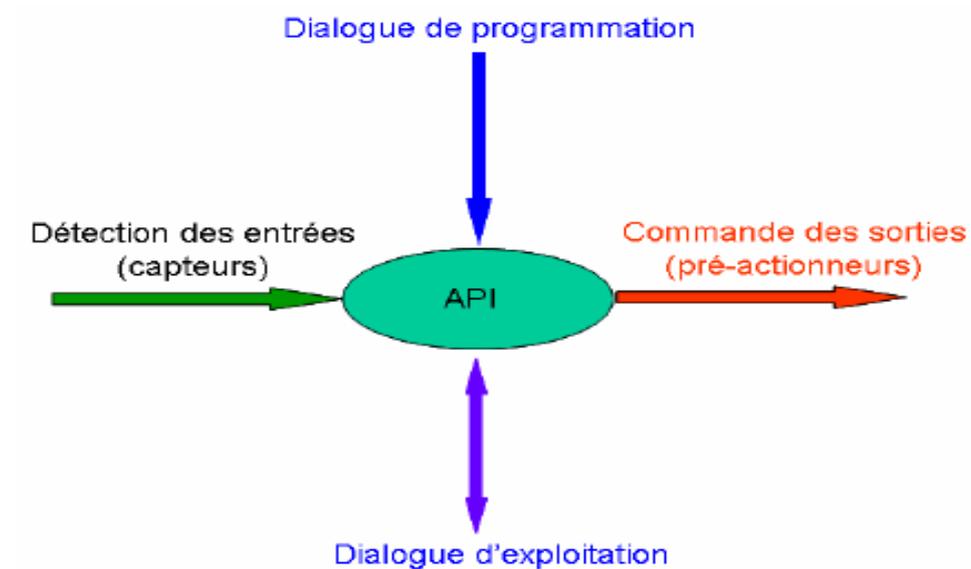


Figure (III.28) : Structure fonctionnelle des automates

### h) Structure interne des automates

Les API comportent les parties suivantes :

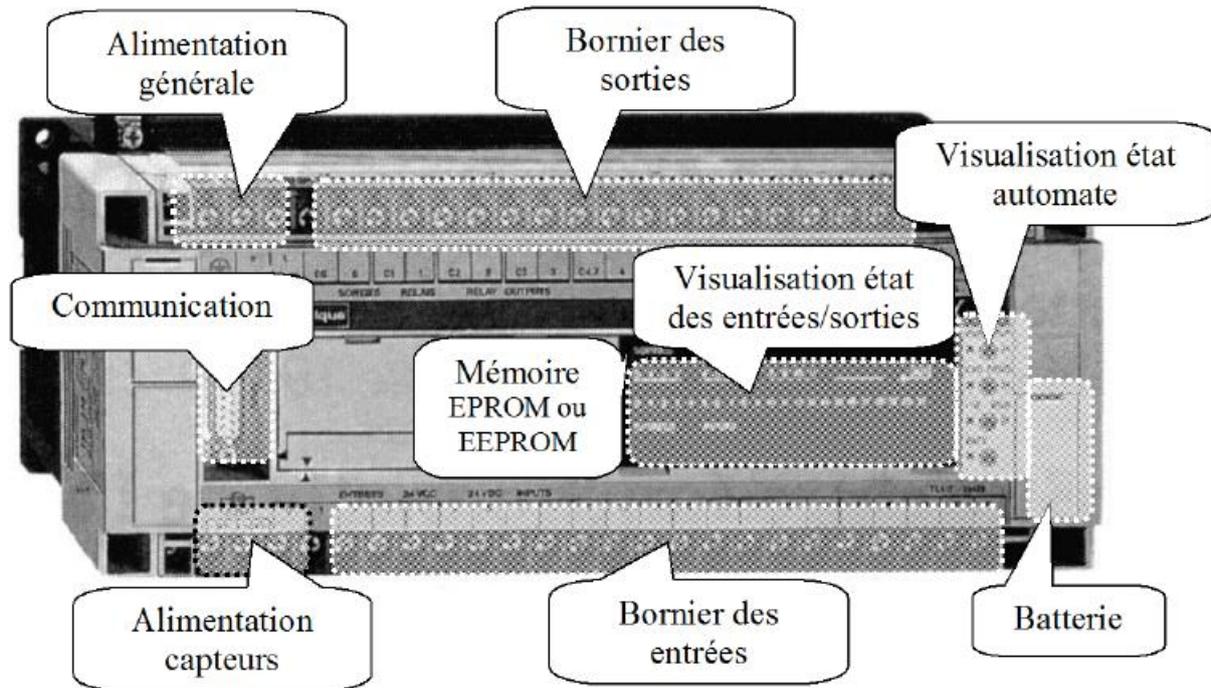


Figure (III.29) : Structure interne des automates

### III.6 CHOIX TECHNIQUES

Le choix technique des dispositifs de la partie opérative et la partie commande du magasin se résume comme suit :

N°	Désignation	Quantité
<b>Partie Opérative</b>		
1	Capteur de proximité capacitif	22
2	Moteur asynchrone triphasé de 3kw	1
3	Moteur asynchrone triphasé de 1.1kw	1
<b>Partie Commande</b>		
4	Automate programmable CPU 1212C-6ES7212-1BE40-0XB0	1
5	Module d'extension Digital Input 16X24VDC 6ES7221-1BH32-0XB0	1

6	Système PC pour IHM	<b>1</b>
7	Variateur de vitesse ATV312HU30N4	<b>1</b>
8	Variateur de vitesse ATV312HU11N4	<b>1</b>
9	Disjoncteur-Sectionneur	<b>1</b>
10	Disjoncteur Tripolaire de 16A	<b>1</b>
11	Disjoncteur Tripolaire de 10A	<b>1</b>
12	Disjoncteur Bipolaire de 10A	<b>1</b>
13	Bouton arrêt d'urgence	<b>1</b>

**Tableau (III.2) : Choix techniques**

### III.7 CONCLUSION

Nous avons présenté dans ce chapitre les caractéristiques techniques du magasin et on a élaboré un schéma illustration, par suite nous avons traité la composition mécanique et électrique du magasin vertical automatique.

A la fin du chapitre on présenté nos choix techniques pour une meilleure exploitation afin de réaliser la commande du système qui sera l'objectif du quatrième chapitre.

## IV.1 INTRODUCTION

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

La Partie Commande mémorise le « SAVOIR FAIRE » des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées de la Partie Opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

Notre travail consiste la gestion automatique du magasin vertical pilotée par un automate programmable industriel, qui va permettre la commande et le contrôle de mouvement du chariot élévateur et le retrait des casiers de stockage.

## IV.2 L'AUTOMATE SIMATIC S7-1200

Le nouvel automate modulaire SIMATIC S7-1200 est destiné à des tâches d'automatisation simples mais d'une précision extrême. Il est modulaire et compact, polyvalent, et constitue donc un investissement sûr et une solution parfaitement adaptée à une grande variété d'applications. Une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées font de cet automate un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète. [14]

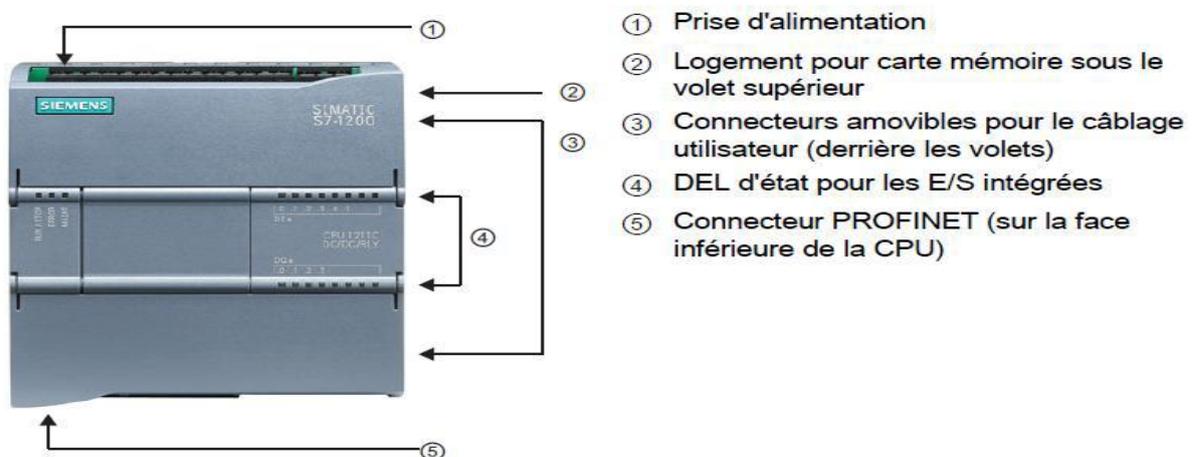


Figure (IV.1) : Automate S7-1200

### IV.2.1 Mémoire

L'automate présente jusqu'à 50 Ko de RAM, avec une part ajustable entre le programme utilisateur et les données utilisateur, et jusqu'à 2 Mo de mémoire de chargement intégrée et 2 Ko de mémoire de données rémanente. Avec la carte mémoire SIMATIC en option, il est possible de transférer aisément des programmes sur plusieurs CPU. Cette carte peut aussi être utilisée pour enregistrer différents fichiers ou pour actualiser le microprogramme de l'automate. [14]

### IV.2.2 CPU

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant.



**Figure (IV.2) :** CPU 1212C-6ES7212-1BE40-0XB0

### **IV.2.3 PROFINET intégré**

Le contrôleur d'E/S PROFINET permet la connexion d'appareils PROFINET. L'interface PROFINET intégrée peut être utilisée aussi bien pour la programmation que pour la communication IHM ou de CPU à CPU. Elle supporte également la communication avec des appareils d'autres constructeurs sous réserve qu'elle soit basée sur des protocoles Ethernet ouverts. [13]

### **IV.2.4 Entrées rapides**

Le nouvel automate SIMATIC S7-1200 comporte jusqu'à six compteurs highspeed. Trois entrées à 100 kHz et trois autres entrées à 30 kHz sont intégrées en continu pour des fonctions de comptage et de mesure. [14]

### **IV.2.5 Sorties rapides**

Avec des impulsions de 100 kHz elles sont également intégrées et permettent de piloter la vitesse et la position d'un moteur pas à pas ou d'un actionneur. [15]

### **IV.2.6 Modules de communication**

Chaque CPU SIMATIC S7-1200 peut être complété par trois modules de communication maximum. Les modules de communication RS422/485 et RS232 conviennent pour des liaisons série point à point à base de caractères. Les fonctions de bibliothèque USS Drive Protocol et Modbus RTU Maître et Esclave sont déjà contenues dans le système d'ingénierie SIMATIC STEP 7 Basic.

### **IV.2.7 Principe de fonctionnement du S7-1200**

Une fois le programme chargé, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans l'application. Il surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique du programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, de comptage, de temporisation, ou mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET.

#### IV.2.8 Modules extensions

La gamme S7-1200 offre divers modules et cartes enfichables pour accroître les capacités de la CPU avec des E/S supplémentaires ou d'autres protocoles de communication

Dans notre projet on a utilisé un module d'extension.

Les caractéristiques techniques pour des informations détaillées sur un module spécifique se trouvent ci-dessous :

Pour un API S7-1200 on distingue les caractéristiques suivantes :

- ✓ Nombre module extensions E/S 8
- ✓ Maximum entrée/sortie 16384
- ✓ Nombre module de communication 3
- ✓ Module Signal board (SB) 1

#### IV.2.9 Caractéristiques techniques de la CPU 1212C

Les caractéristiques techniques de la CPU 1212C-6ES7212-1BE40-0XB0 se résument comme suit :

Caractéristique		CPU 1212C
Dimensions		90x100x75 mm
Mémoire utilisateur de travail		50 ko
E/S intégrées locales	TOR	8 entrées/6 sorties
	Analogiques	2 entrées
Taille de la mémoire image	Entrées (I)	1024 octets
	Sorties (Q)	1024 octets
Mémentos (M)		4096 octets

Modules d'entrées-sorties (SM) pour extension	2
Module de communication (CM) (extension vers la gauche)	3
Sorties d'impulsions	4
Carte mémoire	Carte mémoire SIMATIC (facultative)
Durée de conservation de l'horloge temps réel	20 jours, typ. / 12 jours min. à 40 degrés C
PROFINET	1 port de communication Ethernet
Vitesse d'exécution des instructions mathématiques sur réels	2,3 $\mu$ s/instruction
Vitesse d'exécution des instructions booléennes	0,08 $\mu$ s/instruction

**Tableau (IV.1) :** Caractéristiques techniques de la CPU 1212C

### IV.3 TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL (TIA)

Le logiciel « Totally Integrated Automation Portal » (TIA) est un logiciel de programmation des automates de la gamme S7-1200.

Celui-ci est composé de STEP7 Basic et Win CC Basic. Il reprend la même philosophie de programmation que le logiciel STEP7 Pro avec une interface simplifiée et l'intégration de la programmation de pupitre opérateur. [14]

Le souhait de SIEMENS est d'intégrer toutes leurs gammes de produits pour un seul logiciel.

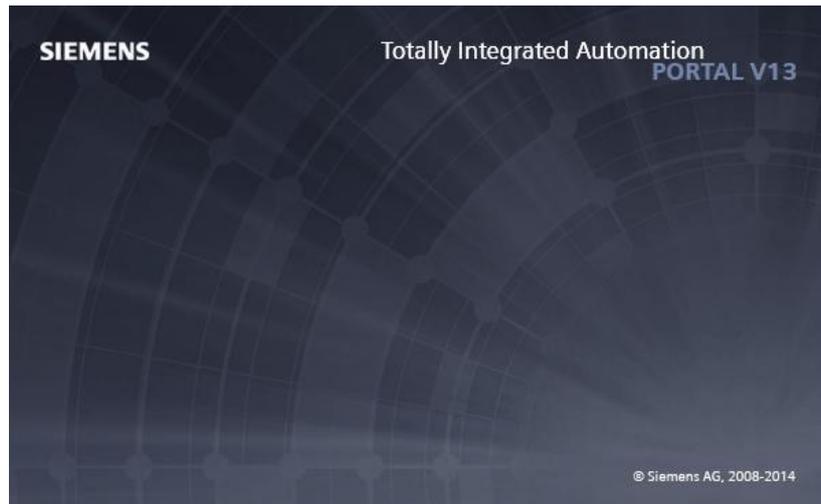


Figure (IV.3) : TIA PORTAL V13.SP1

### IV.3.1 Présentation des blocs de programmation

Dans la programmation d'automate SIEMENS, la structure du programme est séparée en 4 types de blocs différents :

#### a) Blocs d'organisation (OB)

Il existe 7 blocs d'organisation différents :

- **OB cyclique (Program cycle)**, il s'agit de blocs traités de manière cyclique. Ce sont des blocs de code de niveau supérieur dans le programme, dans lesquels on programme des instructions ou on appelle d'autres blocs. Le bloc cyclique OB1 est déjà créé à la création du Projet.
- **OB de démarrage (Startup)**, le traitement de ces OB est réalisé qu'une fois, lorsque la CPU passe de STOP en RUN. Le traitement de l'OB de démarrage est suivi de celui de l'OB Cyclique.
- **OB d'alarme temporisée (Time delay interrupt)**, ils interrompent le traitement cyclique du programme après écoulement d'un temps défini. On indique le temps de retard dans le paramètre d'entrée de l'instruction étendue "SRT\_DINT".

- **OB d'alarme cyclique (Cyclic interrupt)**, ils interrompent le traitement cyclique du programme à intervalles de temps définis. On peut spécifier les intervalles de temps dans cette boîte de dialogue ou dans les propriétés de l'OB.
- **OB d'alarme du processus (Hardware interrupt)**, ils interrompent le traitement cyclique du programme en réponse à un événement matériel. On définit l'événement matériel dans les propriétés du matériel.
- **OB d'erreur de temps (Time error interrupt)**, ils interrompent le traitement cyclique du programme lorsque le temps de cycle maximum est dépassé. On définit le temps de cycle maximum dans les propriétés du CPU.
- **OB d'alarme de diagnostic (Diagnostic error interrupt)**, ils interrompent le traitement cyclique du programme lorsque le module pour lequel l'alarme de diagnostic a été activée détecte une erreur.

On trouvera ces informations en ajoutant un OB au programme.

#### **b) Blocs Fonctions (FC)**

Les fonctions sont des blocs de code sans mémoire.

#### **c) Blocs fonctionnels (FB)**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.

#### **d) Blocs de données (DB)**

Les blocs de données sont des zones dans le programme utilisateur qui contiennent des données utilisateur.

On distingue deux types de blocs :

- **Un bloc de données global**, qui est indépendant de tout autre bloc. (Par exemple programmer un DB Global pour toutes les données d'échange entre API et HMI).
- **Un bloc de données d'instance.**

## IV.4 WIN CC

Le SIMATIC WinCC dans le Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

Ce Framework d'ingénierie est une avancée fondamentale dans le développement de logiciels et représente le développement continu et conséquent de la philosophie TIA.

WinCC dans le TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC.

### IV.4.1 Avantages

Les avantages de ce système sont nombreux et vont de la mise en œuvre intuitive à l'intelligence intégrée des éditeurs en passant par les avantages d'une base de données commune et garantissent une transparence maximale et une consistance absolue. La réutilisation permet de réduire les dépenses d'ingénierie et augmente parallèlement la qualité de la solution.

La réutilisation se fonde sur un savoir-faire de longue date en termes de développement de logiciels ainsi que sur les blocs d'ingénierie élaborés et éprouvés. Grâce à un concept de bibliothèque global, ils sont disponibles pour de nouveaux projets et le fait d'être des éléments de commande individuels ou des solutions de visualisation complètes n'a pas d'incidence.

### IV.4.2 Les fonctions IHM intégrées

Des fonctions IHM à vocation industrielle font partie de la configuration de base de notre système :

- Visualisation entièrement graphique des processus et des états des process,
- Conduite de la machine ou de l'installation par le biais d'une interface utilisateur personnalisable avec ses propres menus et barres d'outils,
- Signalisation et acquittement d'événements,

- Archivage des valeurs de mesure et des messages dans une base de données process,
- Gestion des utilisateurs ainsi que de leurs droits d'accès. [13]

### IV.4.3 Interface PROFINET

Toutes les variantes des nouveaux pupitres SIMATIC HMI Basic Panels intègrent une interface PROFINET qui assure la communication avec l'automate raccordé et l'échange des données de paramétrage et de configuration. Ces pupitres forment ainsi une équipe idéale en liaison avec l'automate SIMATIC S7-1200 et son interface PROFINET intégrée.

## IV.5 COMMUTATION ETHERNET

### IV.5.1 Définition

Ethernet (aussi connu sous le nom de *norme IEEE 802.3*) est un standard de transmission de données pour réseau local basé sur le principe de membres (pairs) sur le réseau, envoyant des messages dans ce qui était essentiellement un système radio, captif à l'intérieur d'un fil ou d'un canal commun, parfois appelé l'éther. Chaque pair est identifié par une clé globalement unique, appelée adresse MAC pour s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet aient des adresses distinctes. [13]



**Figure (IV.4) :** Prise Ethernet (à gauche), câble (à droite)

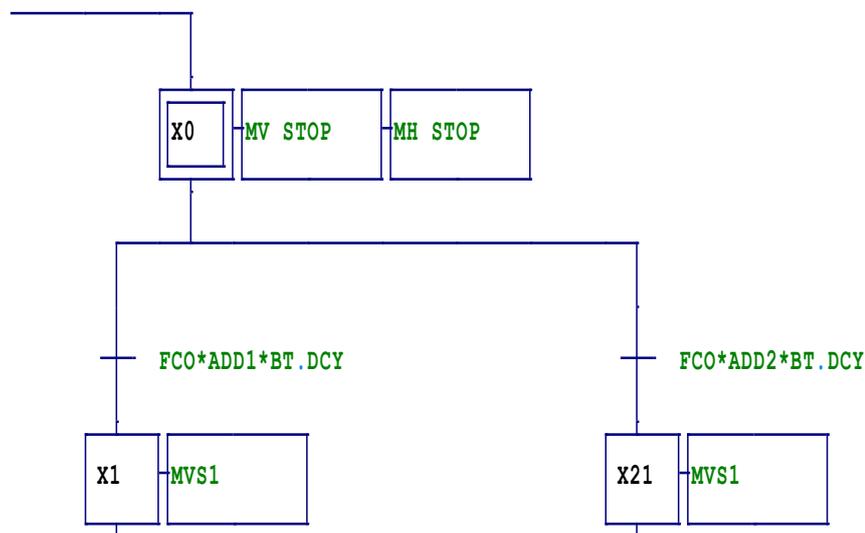
## IV.6 PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE SIEMENS CPU-1212C

### IV.6.1 Elaboration du grafcet

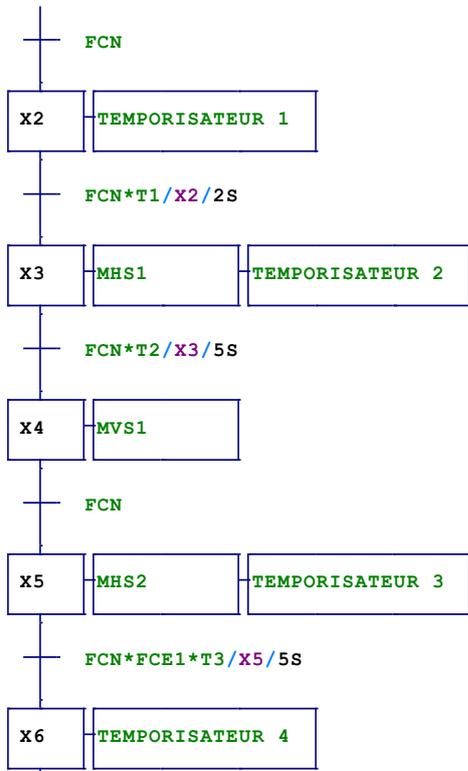
Pour reproduire au mieux le cycle de fonctionnement du magasin vertical, on utilisera un modèle de représentation séquentiel qui est le Grafcet. Le Grafcet (graph fonctionnel de commande étapes-transitions) est un langage fonctionnel graphique dont le but est de décrire graphiquement suivant un cahier des charges l'évolution d'un automatisme séquentiel.

#### a) Mouvement vertical sens direct

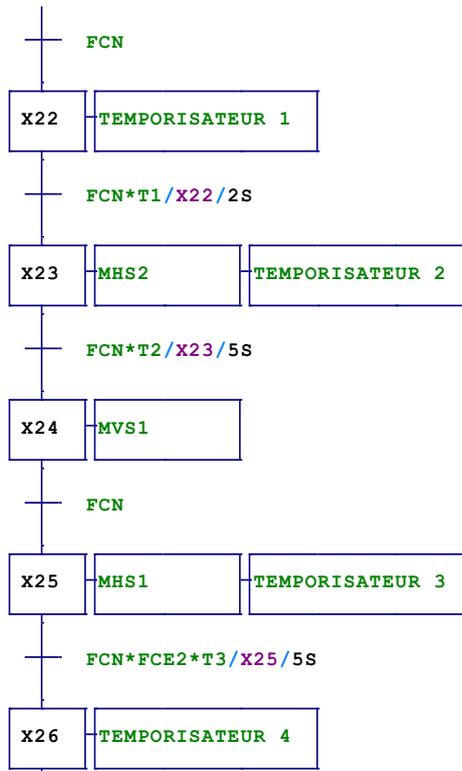
Le grafcet de démarrage direct du moteur de mouvement vertical est représenté ci-dessous :



**b) Mouvement de translation 1<sup>er</sup> cycle**



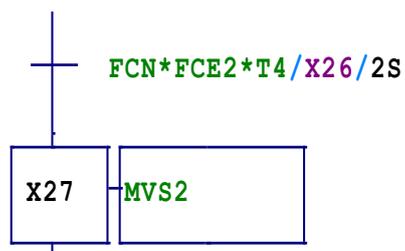
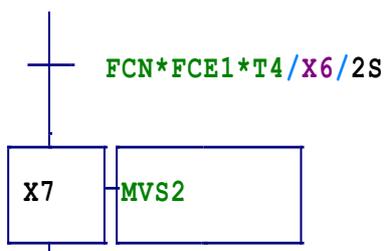
Translation à droite



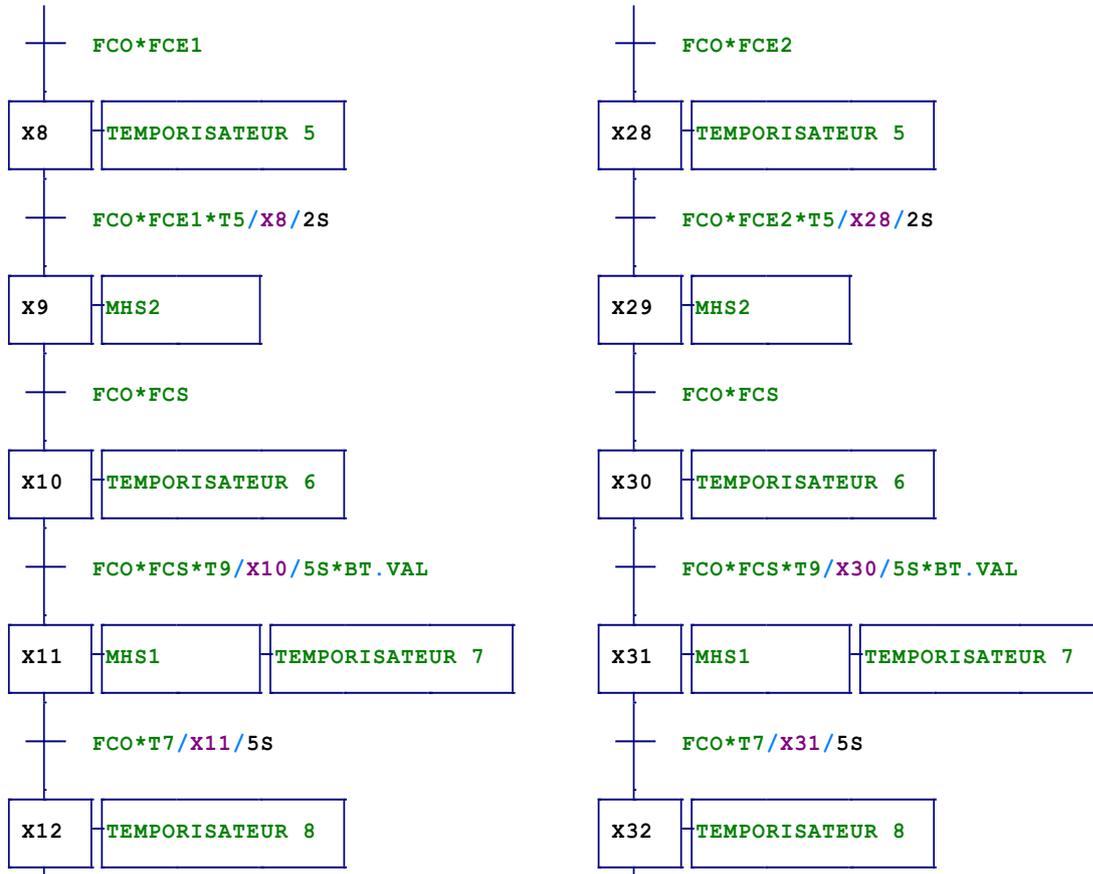
Translation à gauche

**c) Mouvement vertical sens inverse**

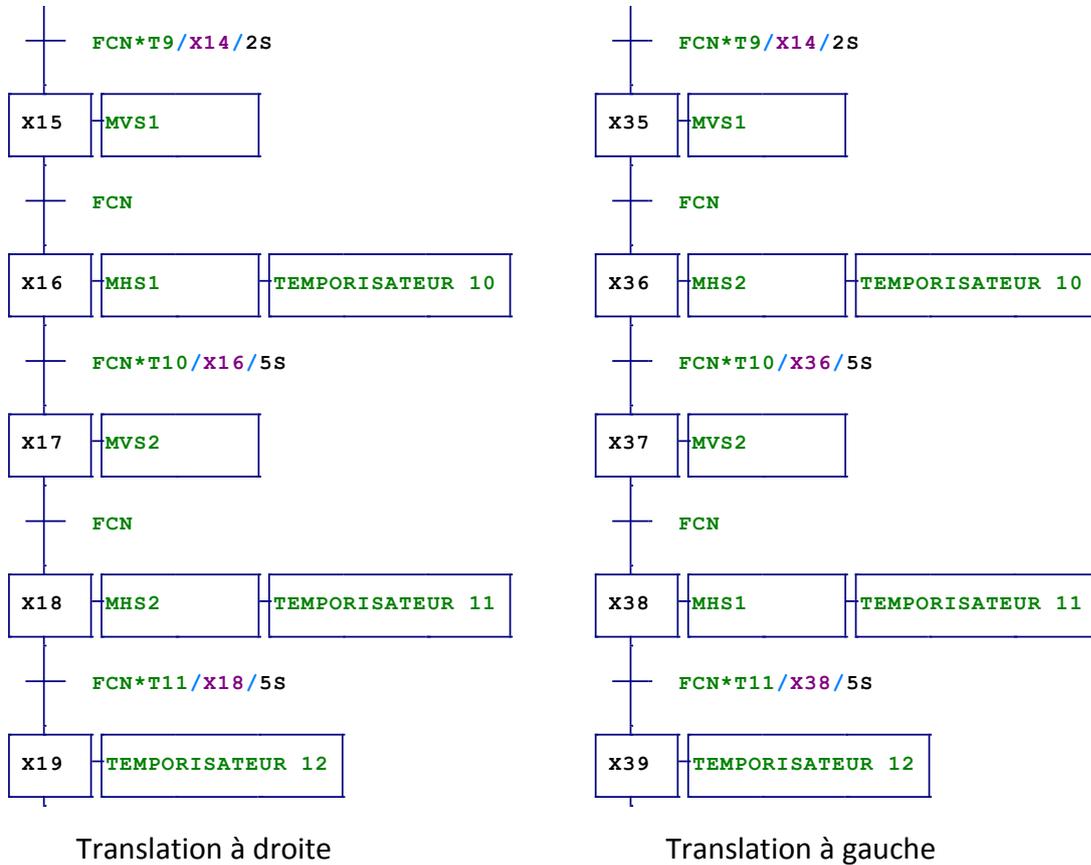
Le grafset de démarrage inverse du moteur de mouvement vertical est représenté ci-dessous :



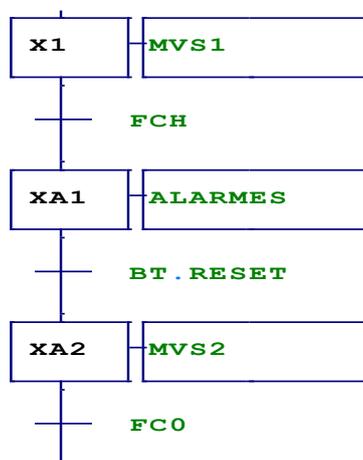
d) Mouvement de translation vers la sortie



e) Mouvement de translation 2<sup>ème</sup> cycle



f) Alarme défaut de capteur



Les références des variables utilisées dans le modèle graphique sont représentées comme suit :

**FCO** : Capteur fin de course niveau 0 ;

**FCN** : Capteur fin de course niveaux ;

**FCE1** : Capteur fin de course d'élévateur coté gauche ;

**FCE2** : Capteur fin de course d'élévateur coté droit ;

**FCS** : Capteur fin de course de sortie pour le casier ;

**FCH** : Capteur fin de sécurité ;

**ADD 1** : Code de pièce A ;

**ADD 2** : Code de pièce B ;

**BT.DCY** : Bouton départ cycle ;

**BT.VAL** : Bouton de validation ;

**BT.RESET** : Bouton Reset d'alarme ;

**MVS 1** : Moteur élévateur sens direct ;

**MVS 2** : Moteur élévateur sens inverse ;

**MHS 1** : Moteur translation sens direct ;

**MHS 2** : Moteur translation sens inverse.

## IV.6.2 Vue initiale du TIA portal

La figure ci-dessous illustre la vue initiale du logiciel TIA Portal que nous avons utilisé dans notre travail.

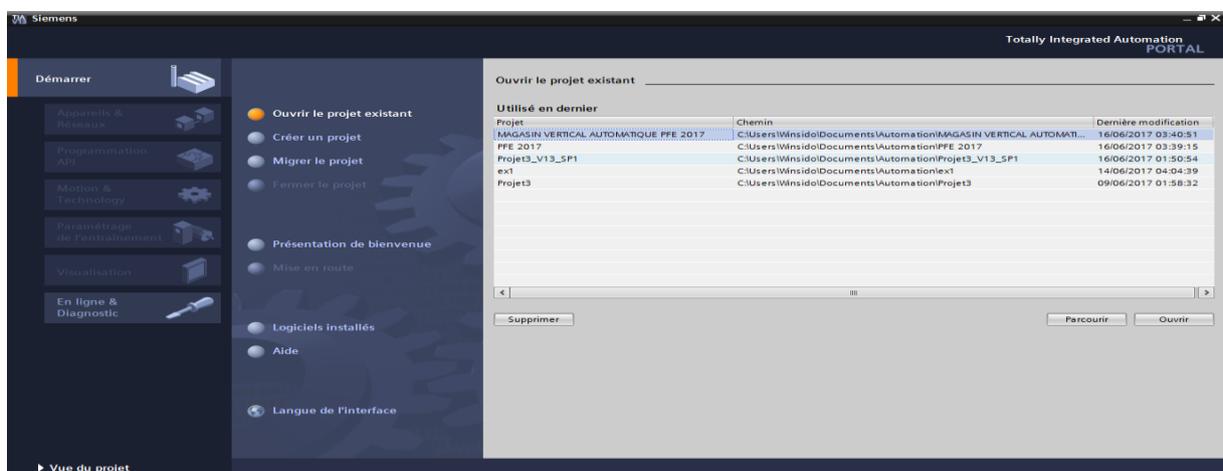


Figure (IV.5) : Vue initiale du TIA PORTAL

### IV.6.3 Configuration des appareils

Nous avons créé la configuration des appareils pour notre programme en ajoutant une CPU et interface homme machine dans notre projet on utilise système PC (WinCC RT ADVANCED) et des modules supplémentaires à notre projet.

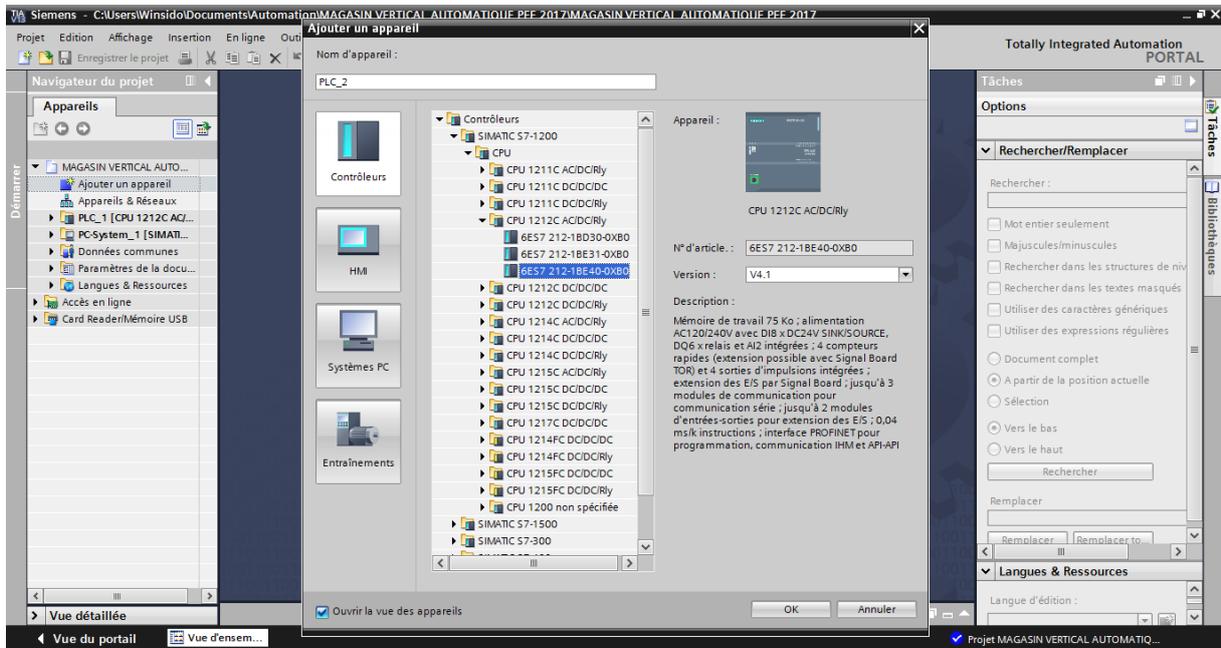


Figure (IV.6) : Boîte de dialogue "Ajouter un CPU"

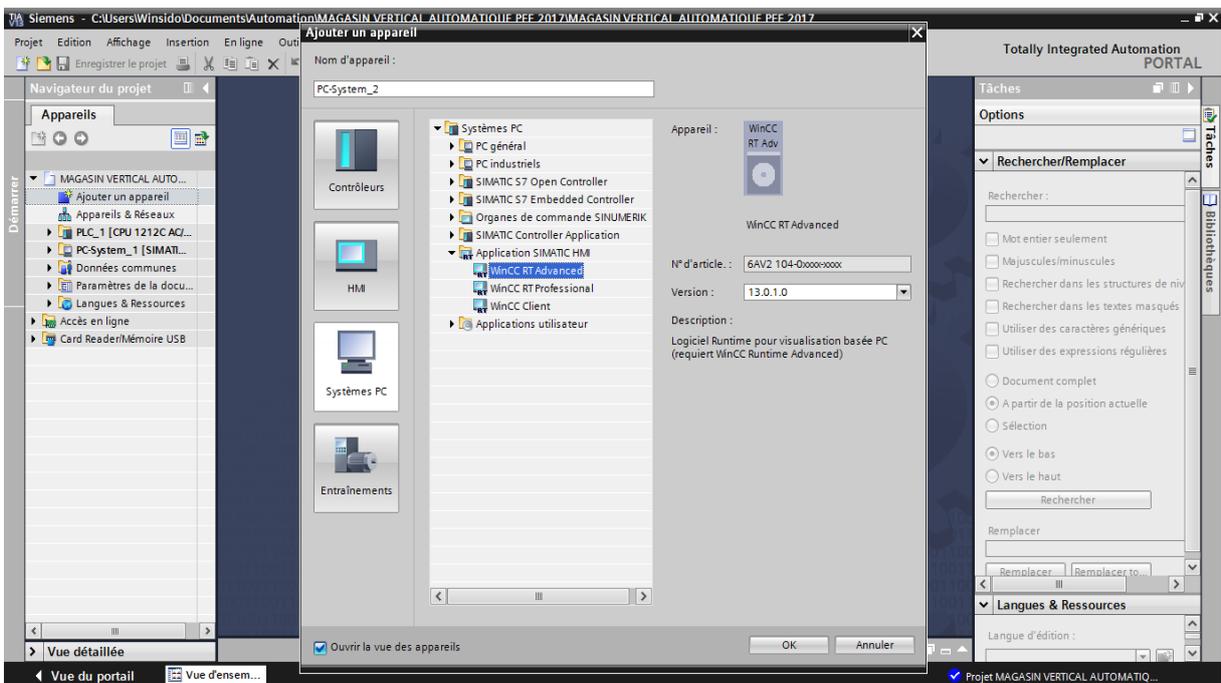
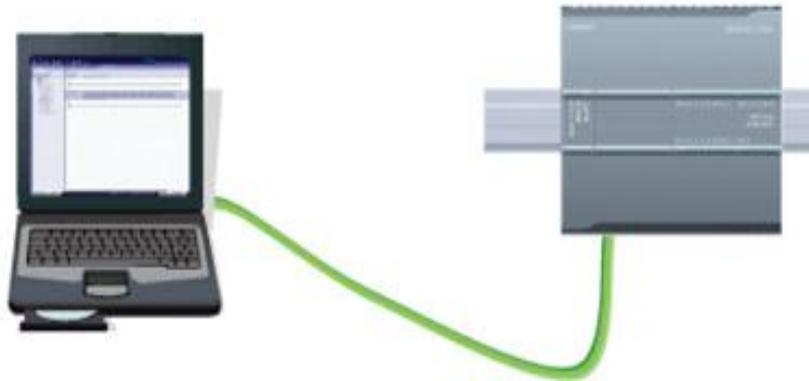


Figure (IV.7) : Boîte de dialogue "Ajouter WinCC RT ADVANCED"

#### IV.6.4 Configuration de la CPU pour la communication PROFINET

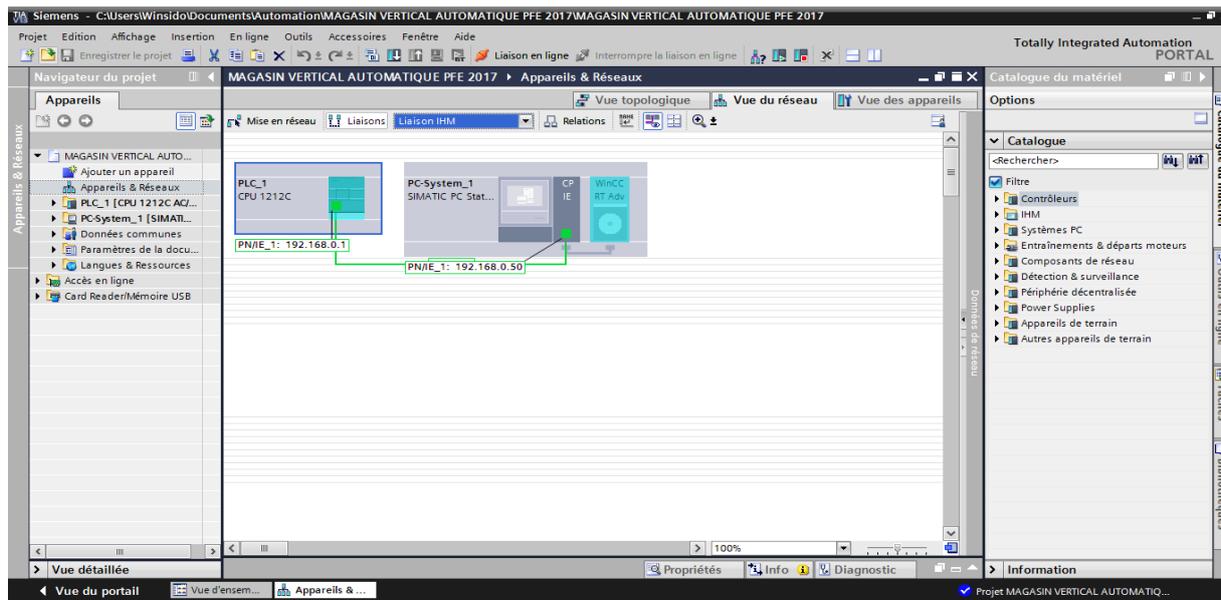
Les partenaires de communication exécutent les instructions pour configurer et établir la liaison de communication. Vous vous servez de paramètres pour indiquer les partenaires de nœud d'extrémité actif et passif. Une fois la liaison configurée et établie, elle est automatiquement conservée et surveillée par la CPU.



**Figure (IV.8) :** Console de programmation connectée à la CPU

Dans un réseau PROFINET, chaque appareil doit également comporter une adresse IP (protocole Internet). Cette adresse permet à l'appareil de transmettre des données dans un réseau. Une fois que vous avez configuré le châssis avec la CPU, vous êtes prêt à configurer vos liaisons réseau, Dans le portail "Appareils & Réseaux".

Une fois la configuration achevée, vous devez charger le projet dans la CPU. Toutes les adresses IP sont configurées lorsque vous chargez le projet dans la CPU.



**Figure (IV.9) :** Configuration des liaisons réseau entre une IHM et une CPU

### IV.6.5 Liste des mnémoniques

D'après la liste des différents capteurs, actionneurs et pré-actionneur réalisée au chapitre 3, et pour que l'automate soit en liaison avec la partie opérative et coordonne la succession et le déroulement des étapes, il faut qu'il y est un échange d'informations en permanence avec la partie opérative et ce à travers les différents capteurs et pré-actionneurs qu'on doit relier à l'automate dans des emplacements spécifiques qui correspondent à des adresses physiques sur les modules entrées sorties. La liste des tableaux figurant dans l'annexe, présente les adresses détaillées des entrées et sorties qui sont liés à l'automate.

### IV.6.6 Structure du programme

Le programme de commande du magasin vertical est élaboré en langage de programmation « LADDER » qui est le plus exploité en industrie.

Le logiciel de programmation TIA PORTAL permet de structurer le programme utilisateur, s'est-il dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Pour mieux gérer le système global, on a préféré subdiviser le programme en sous-systèmes car il est recommandé, et parfois nécessaire, de subdiviser les programmes volumineux en plusieurs

sections. Ces parties du programme sont appelées "blocs". Un bloc est une partie du programme utilisateur qui est délimitée par sa fonction, sa structure ou sa destination. Ceci permet de mieux tester et déboguer le programme, simplifier l'organisation du programme, donc nous avons inséré les instructions du programme dans 2 blocs de code.

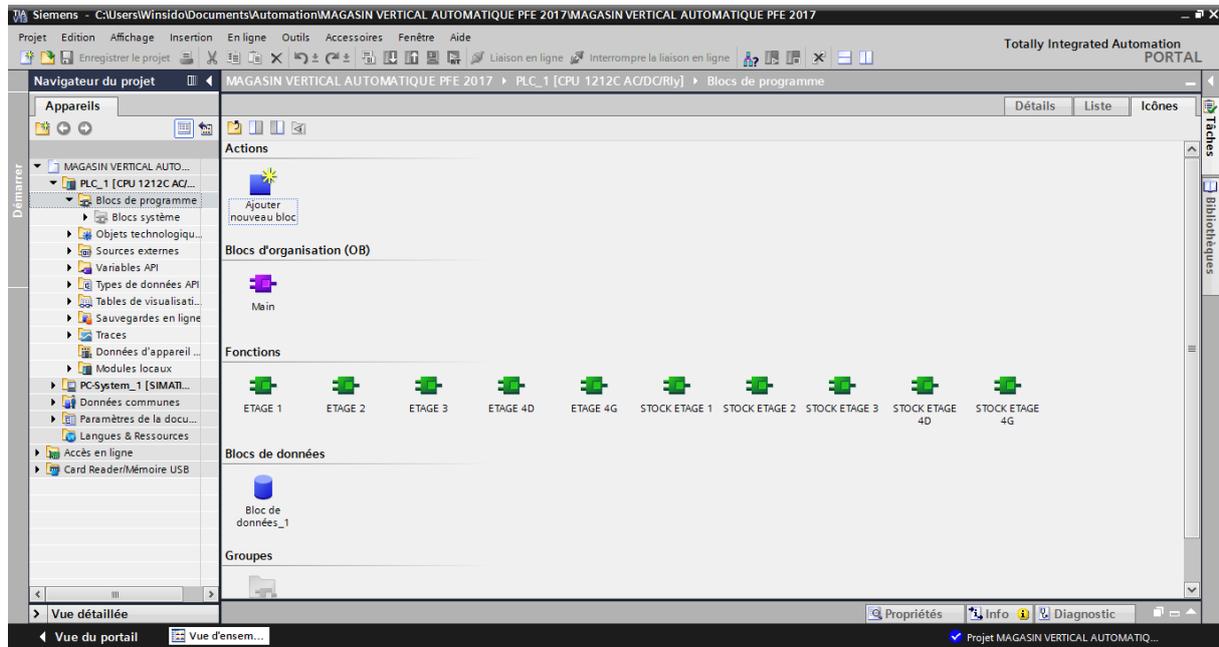


Figure (IV.10) : Structure du programme

#### a) Bloc d'organisation OB

Main OB1 (Figure (IV.11)) est le seul bloc de code obligatoire. Il fournit la structure de base pour notre programme utilisateur.

Main OB1 est un bloc par défaut pour l'exécution cyclique et l'appel d'autres blocs.

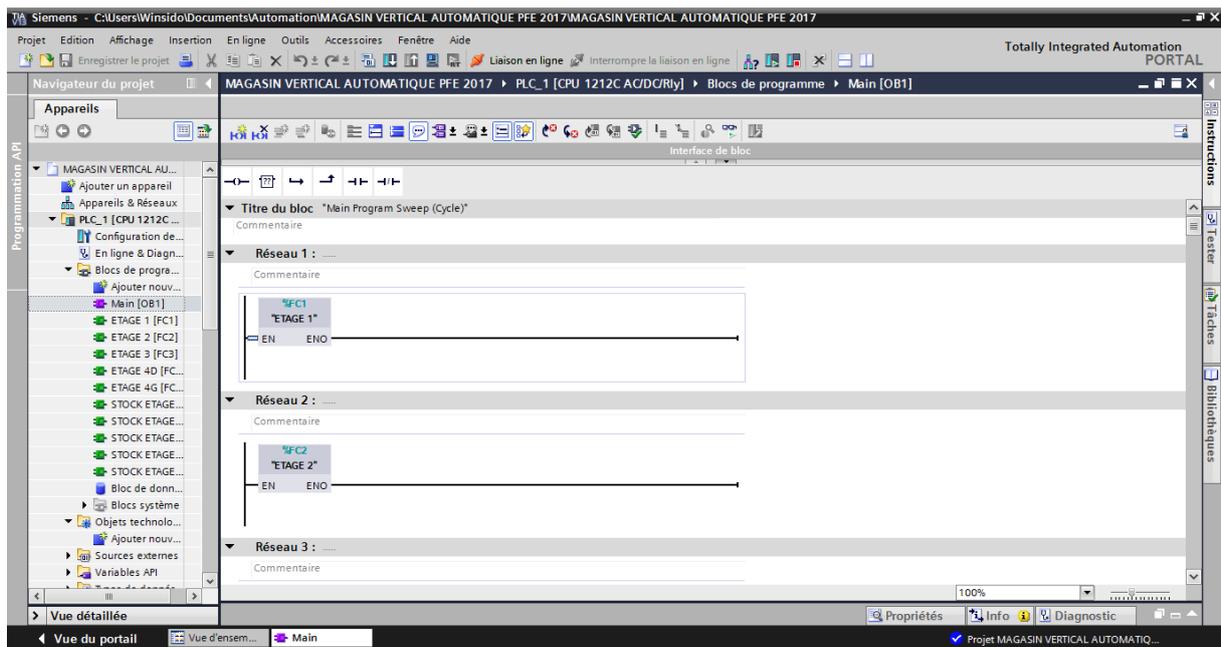


Figure (IV.11) : Bloc d'organisation

### b) Blocs Fonctions (FC)

Les fonctions font partie des blocs que nous programmons. Une fonction est un bloc de code sans 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 des données.

Afin de faciliter la maintenance software, on a utilisé 10 blocs fonctionnels dont chacun gère une partie de notre programme.

### IV.6.7 Contenu des blocs

Le contenu des blocs de notre programme est résumé comme suit :

**OB1** : l'exécution cyclique et l'appel d'autres blocs.

**FC1** : Cette fonction assure que l'élévateur ramène le casier du niveau 1.

**FC2** : Cette fonction assure que l'élévateur ramène le casier du niveau 2.

**FC3** : Cette fonction assure que l'élévateur ramène le casier du niveau 3.

**FC4** : Cette fonction assure que l'élévateur ramène le casier du niveau 4 côté droite.

**FC5** : Cette fonction assure que l'élévateur ramène le casier du niveau 4 côté gauche.

**FC6** : Dans FC6 nous avons programmé l'automate pour qu'il assure le stockage et le déstockage des pièces du niveau 1.

**FC7** : Dans FC7 nous avons programmé l'automate pour qu'il assure le stockage et le déstockage des pièces du niveau 2.

**FC8** : Dans FC8 nous avons programmé l'automate pour qu'il assure le stockage et le déstockage des pièces du niveau 3.

**FC9** : Dans FC9 nous avons programmé l'automate pour qu'il assure le stockage et le déstockage des pièces du niveau 4 côté droite.

**FC10** : Dans FC10 nous avons programmé l'automate pour qu'il assure le stockage et le déstockage des pièces du niveau 4 côté gauche.

#### **IV.6.8 interface homme machine (WinCC RT ADVANCED)**

L'Interface Homme-Machine (IHM) fournit des images synthétiques sur la supervision et le contrôle des équipements (énergie, station...) ainsi que les informations relatives au trafic. Les consoles de visualisation sont l'outil de travail principal des opérateurs. Associées au clavier fonctionnel, elles permettent d'obtenir des informations sur l'état d'une partie quelconque des installations techniques.

L'exécutif (runtime) est embarqué sur les pupitres opérateur SIMATIC HMI. Les fonctionnalités IHM et les capacités fonctionnelles dépendent de la configuration matérielle de l'appareil.

Deux versions de SIMATIC WinCC Runtime sont disponibles pour les plateformes PC :

- SIMATIC WinCC Runtime Advanced ;
- SIMATIC WinCC Runtime Professional. [17]

On a choisi SIMATIC WinCC Runtime Advanced est le logiciel de supervision performant pour les tâches de supervision simples, au niveau machine. C'est une solution monoposte compatible avec toutes les applications d'automatisation dans le domaine de la fabrication, des procédés et de la gestion de stockage et déstockage. [16]

### IV.6.9 Interface graphique

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter, et ajuster, éventuellement, le processus, toujours via l'automate.

Notre interface graphique contient plusieurs vues qui permettent de visualiser et commander les différentes parties du magasin vertical.

- **Vue initiale** : Cette vue est la première vue qui apparaît juste après le démarrage du pupitre.
- **Vue commande** : Depuis cette vue l'utilisateur peut accéder pour commander la machine, Elle donne aussi la possibilité de sélectionner le stockage ou déstockage.
- **Vue stock** : Dans cette vue l'utilisateur peut lire et visualiser les quantités actuelles et le code de chaque pièce.
- **Vue liste** : Dans cette vue l'utilisateur peut lire l'emplacement de chaque pièce.

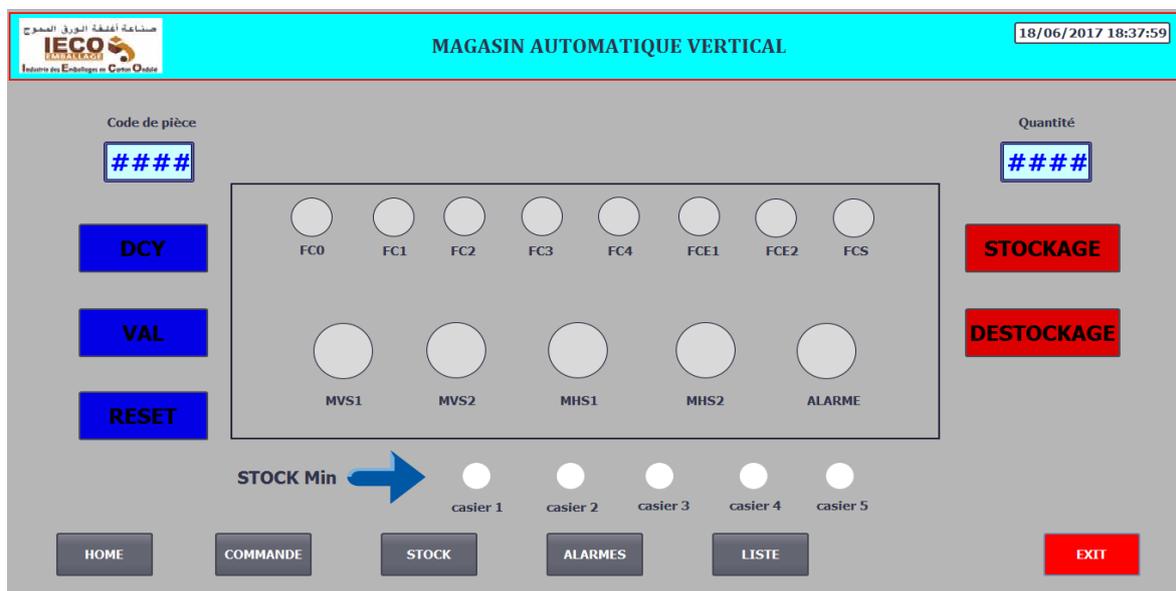


Figure (IV.12) : Vue de commande

Code	01001	01002	01003	01004	01005	02006	02007	02008	02009	02010	03011	03012	03013	03014	03015
Désignation	Pièce1	Pièce2	Pièce3	Pièce4	Pièce5	Pièce6	Pièce7	Pièce8	Pièce9	Pièce10	Pièce11	Pièce12	Pièce13	Pièce14	Pièce15
Quantité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Code	04016	04017	04018	04019	04020	04021	04022	04023	04024	04025
Désignation	Pièce16	Pièce17	Pièce18	Pièce19	Pièce20	Pièce21	Pièce22	Pièce23	Pièce24	Pièce25
Quantité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure (IV.13) : Vue de stock

NIVEAUX	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4 D	Niveau 4 G
CASIERS	Casier 1	Casier 2	Casier 3	Casier 4	Casier 5
PIECES	Pièce 1	Pièce 6	Pièce 11	Pièce 16	Pièce 21
	Pièce 2	Pièce 7	Pièce 12	Pièce 17	Pièce 22
	Pièce 3	Pièce 8	Pièce 13	Pièce 18	Pièce 23
	Pièce 4	Pièce 9	Pièce 14	Pièce 19	Pièce 24
	Pièce 5	Pièce 10	Pièce 15	Pièce 20	Pièce 25

Figure (IV.14) : Vue de liste

## IV.7 SIMULATION

Dans la vue de commande l'opérateur injecte par exemple le code de la pièce 3 qui est **01003**, cette pièce située dans le casier 1, puis il appuie sur le bouton **DCY**.

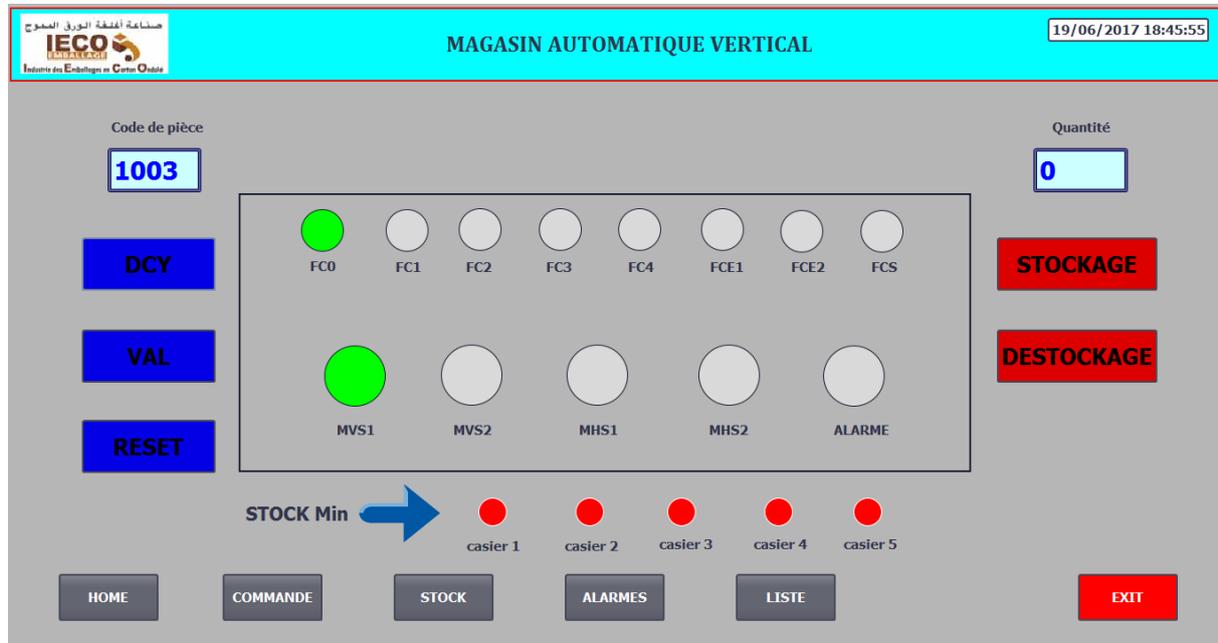


Figure (IV.15) : commande d'une pièce

L'élévateur va directement vers le niveau où se trouve le casier 1 dans lequel il y a la pièce recherchée puis il le fait sortir jusqu'à sa sortie complète avec des moteurs de translation placés sur l'élévateur.

Après la sortie de l'élévateur, l'opérateur a deux choix :

- 1- Stockage : il ajoute la pièce et appuie sur le bouton stockage.
- 2- Déstockage : il prend la pièce et appuie sur le bouton déstockage.

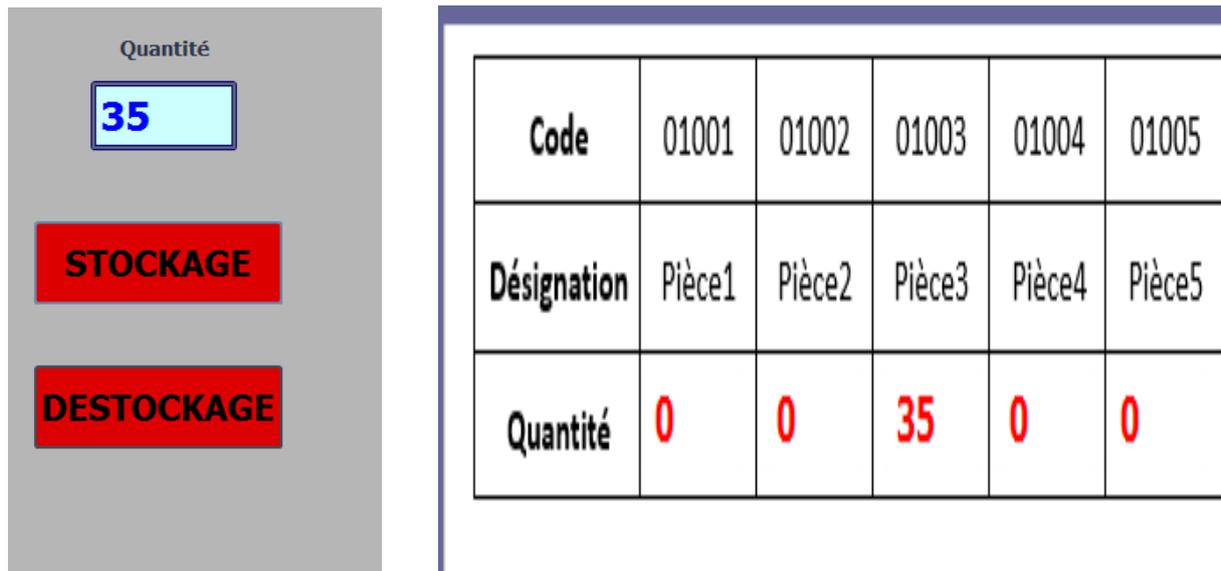


Figure (IV.16) : Stockage de la pièce 3

Enfin l'opérateur remettre le casier1 à sa place grâce au programme après la validation de l'opération de stockage/déstockage.

**Remarque :**

L'opérateur doit toujours respecter le stock min qui est inférieur à 5 pièces signalé par un clignotement de voyant d'alarme.

## IV.8 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons traité en premier lieu la structure de l'automate programmable S7-1200, puis on à présenté les caractéristiques techniques de la CPU 1212C AC/DC/Rly pour une meilleure exploitation pendant sa programmation.

En suite nous avons présenté notre réalisation pratique en commençant par le grafcet de fonctionnement de la machine, passant par la programmation en langage contact « LADDER » et la supervision « Système-PC » avec le TIA PORTAL.

La gestion des stocks est devenue au fil des années, le nerf de guerre qui assure la compétitivité à l'entreprise. On parle alors de la recherche d'un équilibre qui permettra à l'entreprise d'assurer toutes ses commandes en limitant les coûts de stockage.

Ce travail a été réalisé dans le cadre de notre projet de fin d'étude au sein de l'entreprise d'Industrie des Emballages en Carton Ondulé (I.E.C.O), il est à noter que ce stage a offert une excellente opportunité pour découvrir le monde du travail en industrie et d'acquérir une discipline professionnelle.

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'étude et la réalisation d'un système de stockage et déstockage automatisé avec un programme fonctionnel à base d'automate S7-1200, ainsi qu'une supervision du système.

En premier lieu, on a présenté quelques types de système de stockage automatique, puis on a abordé une étude théorique sur l'un de ces systèmes et montré leur performance. Ensuite on a élaboré une modélisation graphique à base de GRAFCET d'un magasin automatique vertical, ce dernier répond au besoin du client. Pour automatiser le processus on a proposé une solution programmée basée sur l'élaboration d'une plate forme de modélisation pour commander le magasin et superviser son fonctionnement par un pupitre sous le logiciel TIA PORTAL.

Ce projet de fin d'études nous a été d'un grand apport d'une part, la connaissance et la maîtrise de nouveaux logiciels de contrôle et d'automatisation qui sont très répandus à l'échelle mondiale et d'autre part la réalisation d'un projet en cours d'automatisation portant sur un thème d'actualité et d'avenir. Et nous a permis aussi d'acquérir une méthodologie pour l'automatisation d'un système industriel qui implique les étapes suivantes :

- L'étude de la partie opérative de la machine en mettant en avant les caractéristiques techniques de ses éléments ;
- Le choix du système de commande à utiliser selon la complexité de processus ;
- La modélisation du fonctionnement ;

- La traduction du model du fonctionnement de en un programme exécutable dans la partie commande ce qui permettra de gérer le fonctionnement, et l'élaboration d'un programme de supervision de tout le système.

Nous espérons enfin que notre projet peut être une phase éducative pour les travaux pratiques des systèmes automatisés à notre département et rend service à tous ceux qui aborderont le même sujet et obtient la satisfaction de nos encadreurs et les jurys.

## A.1 Codification par niveau

Les codes des pièces de rechange et les dispositifs se résument comme suit :

Niveau	Adresse
Niveau 1	MW120 €[01001,01005]
Niveau 2	MW120 €[02006,02010]
Niveau 3	MW120 €[03011,03015]
Niveau 4	MW120 €[04016,04025]
Niveau 5	MW120 €[05026,05035]
Niveau 6	MW120 €[06036,06045]
Niveau 7	MW120 €[07046,07055]
Niveau 7	MW120 €[08056,08065]
Niveau 9	MW120 €[09066,09075]
Niveau 10	MW120 €[10076,10085]
Niveau 11	MW120 €[11086,11095]
Niveau 12	MW120 €[12096,12105]
Niveau 13	MW120 €[13106,13115]
Niveau 14	MW120 €[14116,14125]
Niveau 15	MW120 €[15126,15135]
Niveau 16	MW120 €[16136,16145]

**Tableau A.1** : Adressage

**MW120** : Mot mémoire pour un code (adresse).

**A.2 Tables des variables d'E/S de la CPU1212C et le module d'extensions Digital Input 16X24VDC**

<b>Mnémonique</b>	<b>Adresse</b>	<b>Commentaire</b>
FC0	I0.0	Capteur fin de course du niveau 0
FC1	I0.1	Capteur fin de course du niveau 1
FC2	I0.2	Capteur fin de course du niveau 2
FC3	I0.3	Capteur fin de course du niveau 3
FC4	I0.4	Capteur fin de course du niveau 4
FC5	I0.5	Capteur fin de course du niveau 5
FC6	I0.6	Capteur fin de course du niveau 6
FC7	I0.7	Capteur fin de course du niveau 7
FC8	I8.0	Capteur fin de course du niveau 8
FC9	I8.1	Capteur fin de course du niveau 9
FC10	I8.2	Capteur fin de course du niveau 10
FC11	I8.3	Capteur fin de course du niveau 11
FC12	I8.4	Capteur fin de course du niveau 12
FC13	I8.5	Capteur fin de course du niveau 13
FC14	I8.6	Capteur fin de course du niveau 14
FC15	I8.7	Capteur fin de course du niveau 15
FC16	I9.0	Capteur fin de course du niveau 16
FCE1	I9.1	Capteur fin de course d'élévateur coté gauche
FCE2	I9.2	Capteur fin de course d'élévateur coté droit
FCS	I9.3	Capteur fin de course de sortie pour le casier

FCH	I9.4	Capteur fin de course en haut du magasin
FCB	I9.5	Capteur fin de course en bas du magasin
MVS1	Q0.0	Moteur élévateur sens direct
MVS2	Q0.1	Moteur élévateur sens inverse
MHS1	Q0.2	Moteur translation sens direct
MHS2	Q0.3	Moteur translation sens inverse
ALR	Q0.4	Alarme

**Tableau A.2** : Tables des variables Entrée/Sortie

### A.3 Photo de l'armoire de simulation



- [1] Dossier gestion des stocks, Ecrit par les expert Ooreka.
- [2] Hocine AYAD, Cours Automate Programmable, U.S.D.B, Dép. Electronique.
- [3] Riccardo Manzini, Warehousing in the Global Supply Chain: Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems, Springer, 2012, 48, Part II: Automated Storage Systems, p. 159.
- [4] Ander Errasti, Logística de almacenaje, Spain, Ediciones Pirámide, 2011, p .357.
- [5] Rémy Le Moigne, Supply Chain Management, Paris, Dunod, 2013.
- [6] Larousse actionneur.
- [7] Moghadam, A. A. A., Kouzani, A., Torabi, K., Kaynak, A., & Shahinpoor, Development of a novel soft parallel robot equipped with polymeric artificial muscles. Smart Materials and Structures, 24(3), 035017, M.2015
- [8] Gunn-Secheyaye, Conception d" un actionneur à base de polymère électroactif (EAP) (No. EPFL-STUDENT-210281), M. (2015).
- [9] Riedi, Conception de l'électronique de commande d'un actionneur en polymère électroactif (EAP) (No. EPFL-STUDENT-210279), L. (2015)
- [10] Yang, T., & Chen, Development of 2D maneuverable robotic fish propelled by multiple ionic polymer-metal composite artificial fins. In 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO) (pp. 255-260), Z. (2015, December)
- [11] Carrico, J. D., Traeden, N. W., Aureli, M., & Leang, Fused filament 3D printing of ionic polymer-metal composites (IPMCs). Smart Materials and Structures, 24(12), K. K. (2015)
- [12] Linda B. Bourgue et Virginia A. Clark, Processing Data: The Survey Example (Quantitative Applications in the Social Sciences), 2006, Sage Publications, Inc.
- [13] Nesrine AGSOUS- Céline MEKERRI : Gestion des silos de stockage des produits finis, (pôles Agro-alimentaires) ; USDB, Dép. Electronique, 2016.
- [14] SIEMENS : Simatic S7 Automate Programmable S7-1200, manuel système, 2012.

## *Bibliographie*

---

- [15] Mohamed lamine DILMI : *Contribution à la modélisation des systèmes automatisés par un outil graphique*, Université de Sétif, Dép. Electronique, 2014.
  
- [16] <http://www.ieco-dz.com> , Cite officiel d'IECO Emballage.
  
- [17] <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products>.
  
- [18] <http://www.industry.siemens.com/topics/global/fr/tia-portal/hmi-sw-tia-portal/wincc-tia-portal-rt/pages/default.aspx>.