



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A-MIRA de BEJAIA
Faculté de Technologie
Département De Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en Electrotechnique

Option : Commande Electrique

Thème

**Elaboration d'un rétrofite S5 vers S7 1200
d'une banderoleuse automatique au niveau
de l'unité de conditionnement de l'huile
(CEVITAL)**

Présenté par:

Zatouche Abdelhamid.

Encadré à l'université par:

Mme R.Abdelli.

Encadré à CEVITAL par :

Mr N.Djouder.

Promotion 2018/2019



Remerciements

Nous tenons à remercier d'abord le bon Dieu d'avoir toujours été à mes côtés et de me faciliter les tâches, de m'avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

Je remercie également mes parents et mes sœurs qui m'ont soutenu tout au long de ma vie.

*J'exprime mon respect et ma gratitude à **Mme Abdelli** pour avoir accepté de m'encadrer à l'université et **Mr Djouder** au sein de l'entreprise **CEVITAL** pour avoir suivi mon travail avec une extrême bienveillance. Sans oublier de remercier tous les membres du jury pour leur évaluation.*

Nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A mes chères sœurs

Dédicace

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail à celle qui a été toujours à mes côtés et à la personne la plus chère au monde à toi ma mère

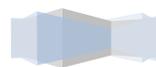
A celui qui s'est battu toute sa vie pour procurer tout ce dont j'avais besoin, à toi mon père.

« Que dieu vous garde et vous accorde longue vie »

A mes chères sœurs

A tous mes amis (Lamine, Massi, Roma, Rosa, Hamza et Rougi).

A tous ceux qui m'ont prêté main forte pour la réalisation de ce travail



LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES ET SOMMAIRE

PO : Partie Opérative

TOR : Tout Ou Rien

API : Automate Programmable Industriel

CPU : Computer Procès Unit

N/A : Numérique /Analogique

MPI : Multi Point Interface

CC : Courant Continu

LED : Light-Emetting Diode

EEPROM: Electrically-Erasable Programmable Read Only Memory.

EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory.

PC : Console de programmation

RAM: Random Access Memory.

ROM: Read-only memory.

CONT: contact

LIST : Liste d'instruction

LOG : Logigramme

PROFIBUS : Protocole de communication

STEP7 : Logiciel de programmation et de simulation

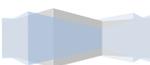
OB : Bloc d'Organisation

SFB : Bloc fonctionnel système.

IHM : Interface Homme Machine

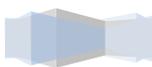
E/S : Entrées/Sorties

TIA : Totally Integrated Automation



SOMMAIRE

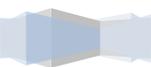
LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES ET SOMMAIRE	4
INTRODUCTION GENERALE	8
II. PREAMBULES	10
II.1 PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE	10
II.2 HISTORIQUE	10
II.3 ACTIVITES ET UNITES DU COMPLEXE CEVITAL	11
II.4 MISSIONS ET OBJECTIFS	11
II.5 SITUATION GEOGRAPHIQUE	12
II.6 DIRECTION CONDITIONNEMENT D'HUILE	13
II.7 LES DIFFÉRENTES LIGNES DE CONDITIONNEMENT D'HUILE	13
II.8 DIFFÉRENTS ORGANES CONSTITUANT LE COMPLEXE CEVITAL	15
III. CHAPITRE I : ETAT DE L'ART SUR LES AUTOMATES PROGRAMMABLES.....	16
III.1 INTRODUCTION.....	16
III.2 HISTORIQUE	16
III.3 DEFINITION D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL.....	17
III.4 DOMAINE D'EMPLOI DES API	18
III.5 ARCHITECTURE D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL :	18
III.5.1 Structure externe d'un API	18
III.5.2 Structure interne	20
III.6 PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7 1200	24
III.6.1 Communication industrielle.....	25
III.6.2 Technologie intégrée.....	25
III.7 CONCLUSION	27
IV. CHAPITRE II : DESCRIPTION ET MODE DE FONCTIONNEMENT DE LA BANDEROLEUSE AUTOMATIQUE.....	28
IV.1 INTRODUCTION.....	28
IV.2 STRUCTURE GENERALE	28
IV.3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	29
IV.4 LES DIFFERENTS GROUPES OPERATEURS DE LA BANDEROLEUSE.....	30
IV.4.1 Groupe chariot porte bobine	30
IV.4.2 Chaîne de soulèvement chariot.....	32
IV.4.3 Groupe pince.....	32
IV.4.4 Groupe coupe.....	33
IV.4.5 Groupe convoyeur.....	34
IV.5 MOTEUR ELECTRIQUE	35
IV.5.1 Le stator.....	36
IV.5.2 Le rotor.....	36
IV.6 VARIATEUR DE VITESSE.....	37
IV.7 CAPTEURS ET DETECTEURS	38
IV.7.1 DéTECTEURS photoélectriques.....	38
IV.7.2 DéTECTEURS de proximité inductifs	39
IV.7.3 DéTECTEURS de présence à action mécanique	40
IV.7.4 Capteurs magnétiques pour vérin.....	41
IV.8 ELEMENTS PNEUMATIQUES DE LA MACHINE.....	43
IV.8.1 Distributeur pneumatique	44
IV.8.2 Vérins pneumatiques.....	45



IV.9	ARMOIRE ELECTRIQUE	46
IV.9.1	<i>Pupitre de control</i>	47
IV.9.2	<i>Mode de fonctionnement de la machine</i>	48
IV.10	CONCLUSION.....	50
V.	CHAPITRE III : PROGRAMMATION ET SUPERVISION	51
V.1	INTRODUCTION.....	51
V.2	AUTOMATISATION.....	51
V.3	OBJECTIF DE L' AUTOMATISATION	51
V.4	STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE	51
V.5	LANGAGE DE PROGRAMMATION POUR API	52
V.5.1	<i>Langage LD (Ladder Diagram)</i>	52
V.5.2	<i>Le langage IL (Instruction List)</i>	53
V.5.3	<i>Le langage logigramme</i>	53
V.5.4	<i>Le langage ST (Structured Text) :</i>	54
V.5.5	<i>Le langage GRAFCET</i>	54
V.6	LES ETAPES	54
V.6.1	<i>Etape initiale</i>	55
V.6.2	<i>Etape :</i>	55
V.7	LES TRANSITIONS	55
IV.7.1	<i>Règle</i>	55
V.8	LES LIAISONS ORIENTEES	55
V.9	NOTATION DES ENTREES/SORTIES	56
V.10	LES ACTIONS	56
V.11	LES RECEPTIVITES	56
V.12	LES TEMPORISATIONS.....	57
V.13	ELABORATION DU GRAFCET DE LA BANDEROLEUSE.....	57
V.13.1	<i>Le cahier des charges</i>	57
V.14	LE LOGICIEL TIA PORTAL.....	60
V.15	ETAPES DE REALISATION DU PROGRAMME	61
V.16	CONFIGURATION ET PARAMETRAGE DU MATERIEL (PARTIE HARDWARE)	62
V.17	CREATION DE LA TABLE DES VARIABLES (PARTIE SOFTWARE)	62
V.18	PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE.....	63
V.19	LES BLOCS DE PROGRAMME.....	63
V.19.1	<i>Les blocs d'organisation OB</i>	64
V.19.2	<i>Les blocs fonctionnels (FB)</i>	65
V.19.3	<i>Les blocs de fonctions (FC)</i>	66
V.19.4	<i>Les blocs de données (DB)</i>	67
V.20	TRAITEMENT DES GRANDEURS ANALOGIQUES.....	68
V.20.1	<i>Supervision du fonctionnement</i>	69
V.20.2	<i>Critères de choix de l'interface IHM</i>	69
V.20.3	<i>Etapes de mise en œuvre</i>	69
V.20.4	<i>Win CC sur TIA portal</i>	70
V.20.5	<i>Conduite réalisation de la supervision</i>	70
V.20.6	<i>Configuration et paramétrage du matériel</i>	70
V.20.7	<i>Création des vues</i>	71
V.20.8	<i>Etablissement d'une liaison directe</i>	73
V.20.9	<i>Compilation et Simulation</i>	74
V.21	CONCLUSION	75
	CONCLUSION GENERALE.....	76
	LISTES DES FIGURES	77



BIBLIOGRAPHIE..... 78



INTRODUCTION GENERALE

Dans le monde industriel, les demandes et les exigences actuelles des entreprises ne s'arrêtent pas uniquement à l'augmentation de la productivité, ou la diminution des coûts de production, mais elles concernent aussi l'amélioration des conditions de travail, l'accroissement de la sécurité et l'élimination des tâches pénibles, fatigantes et répétitives.

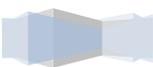
Avec la progression continue de la technologie, l'automate programmable industriel (API), qui est la pierre angulaire des installations automatisées, apporte la solution attendue pour les besoins d'adaptation et de flexibilité de nombreuses activités économiques actuelles. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans d'autres services tels que la gestion de parking, accès à des bâtiments, sécurité etc.

L'API placé dans un procédé industriel, fait partie intégrante de la boucle de réglage. Il a pour tâche principale de récolter des informations à partir des capteurs via ses interfaces d'entrées, de traiter ces informations pour prendre une décision en fonction du programme implémenté dans sa mémoire et ainsi commander les actionneurs avec des signaux via ses interfaces de sorties. De nombreux constructeurs d'automates programmables existent, mais la firme allemande SIEMENS offre l'une des plus grandes gammes de produits. Telles que, SIEMENS avec toutes ses séries : S5-90U/95U /100U ; S7 200 ; S7 300 ; S7 400 ; S7 1200 et S7 1500.

La plupart des anciennes installations industrielles utilisent l'automate S5-90U/100U qui est un automate conçu pour des applications de faible ou de moyenne envergure. Il répond aux exigences que l'on peut attendre d'un automate programmable. Cependant, l'arrivée des nouvelles séries de SIEMENS (S7 200/300/400, S7 1200/1500) a fait que les anciens automates tels que SIEMENS S5 ne répondent plus à l'évolution des besoins des industries du point de vue : fiabilité, performance et disponibilité des pièces de rechange. Par conséquent, une migration du modèle S5 vers S7 s'impose.

Aujourd'hui, CEVITAL utilise l'automate S5 100U pour l'automatisation de la banderoleuse, mais celui-ci présente plusieurs freins techniques dont :

- Vétusté des pièces constituant la machine
- La machine n'intègre pas les technologies récentes permettant par exemple le diagnostic en ligne.



- Indisponibilité des pièces de rechange sur le marché obligeant l'industriel à faire fabriquer les pièces sur demande, ce qui revient plus chère.

Les conséquences de ces freins sont majeures. En effet, on constate d'une part, une perte de temps importante liée au délai de diagnostic manuel des pannes et au délai de fabrication des pièces détachées sur mesure bloquant parfois la chaîne logistique et d'autre part, un coût de maintenance élevé sur la machine conduisant à un surcoût de production et au non-respect des marges brutes fixées sur les produits.

Les enjeux étant stratégiques, il était indispensable de trouver un système de pointe pour fluidifier la chaîne logistique et optimiser le coût et le temps de maintenance.

Nous avons choisis pour cela l'automate S7-1200 qui offre de nombreux avantages tels que :

- Facilité et confort d'utilisation grâce à une configuration simple ;
- Evolutivité permettant l'intégration de nouvelles tâches ;
- Haut niveau de performance procuré par les nombreuses fonctions intégrées ;

L'API S7-1200 est de conception modulaire, nous pouvons le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules qui comprend :

- Des CPU de différents niveaux de performance ;
- Des modules de signaux pour entrées et sorties TOR et des modules analogiques ;
- Des interfaces IHM pour la supervision du processus.

Se pose toutefois la problématique suivante :

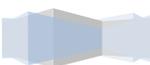
- Comment réussir le rétrofite du système S5 vers le S7 ?

Pour cela notre travail est subdivisé en trois chapitres.

Le premier chapitre comporte des généralités sur les API et leurs architectures externes et internes. Le second est consacré à la présentation de la machine et son mode de fonctionnement, ainsi que le rôle de chaque composant principale.

On abordera dans le troisième chapitre l'élaboration du programme sous le logiciel TIA Portal V13, les étapes de programmation qui sont l'objectif principal de notre travail, y seront détaillées et expliquées, et la réalisation d'une interface de supervision qui va permettre à l'opérateur de contrôler et de superviser en temps réel et avec facilité le fonctionnement de la banderoleuse.

Et enfin, nous achèverons ce manuscrit par une conclusion générale.



II. PREAMBULES

II.1 Présentation générale de l'entreprise

CEVITAL Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle. Groupe Cevital est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le Secteur de l'agroalimentaire : raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale. Elle conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest. [1]

II.2 Historique

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998.

CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, il exporte le surplus, en offrant une large gamme de produit de qualité.

En effet les besoins du marché national sont de 1200T/j d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacité actuelle de CEVITAL sont de 1800T/j, sont un excédent commercial de 600T/j.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les couts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales telles que CARREFOUR et AUCHAN, OXXO, BRANDT (en France) ROYAL(en suisse) et autre société spécialisée dans l'import-export en Italie, Ukraine, Russe, ces produits se vendent dans différentes ville africaines (Tunis, Niamey, Bamako....).[1]



II.3 Activités et unités du complexe CEVITAL

L'entreprise est implantée au sein du port de Bejaïa, Cevital Agro-industrie dispose de plusieurs unités de production ultramodernes :

- 2 raffineries de sucre.
- 1 unité de sucre liquide.
- 1 raffinerie d'huile.
- 1 margarinerie.
- 1 unité de conditionnement d'eau minérale.
- 1 unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes.
- 1 conserverie.
- 1 unité de fabrication de chaux calcinée.

Il possède également des silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire d'une capacité de 2000 tonnes/heure ce qui en fait le premier terminal de déchargement portuaire en Méditerranée. [1]

II.4 Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre a des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur le territoire national.
 - l'importation de graines oléagineuse pour l'extraction directe des huiles brutes.
 - L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
 - L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale des graines oléagineuses.
 - La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.
 - Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.
- [1]

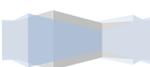


II.5 Situation géographique

CEVITAL Agro-Industrie est implanté au niveau du nouveau quai port de BEJAIA à 3 Km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 09. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui donne l'avantage de proximité économique. En effet, elle se trouve proche du port et de l'aéroport. [1]



Figure II-1 Situation géographique du complexe CEVITAL



II.6 Direction conditionnement d'huile

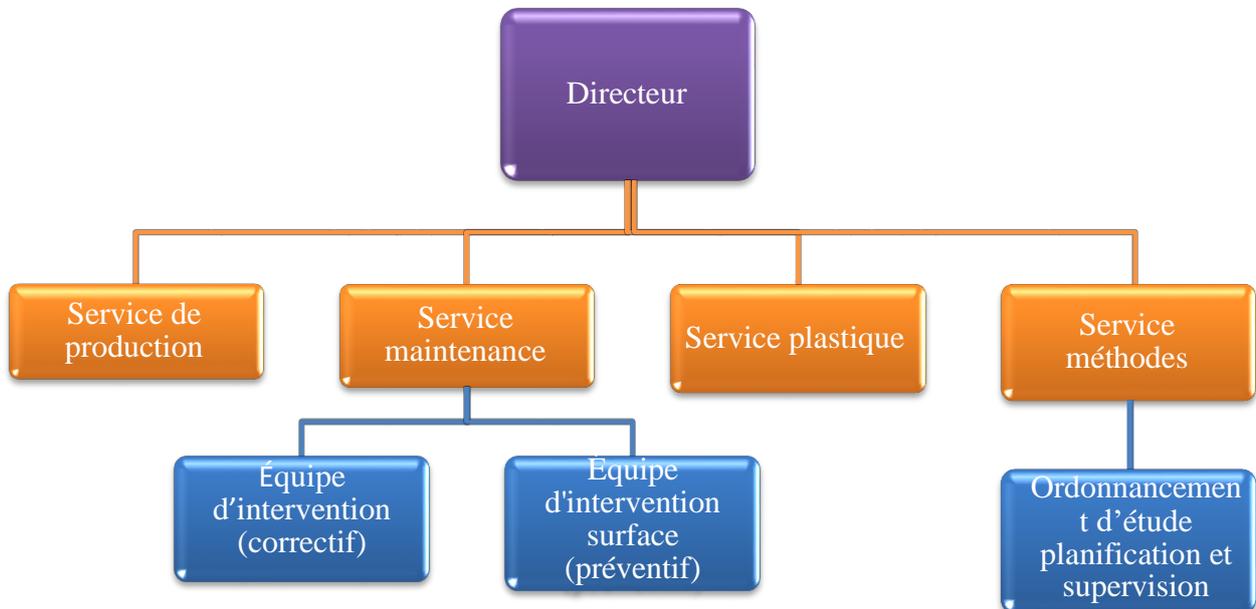
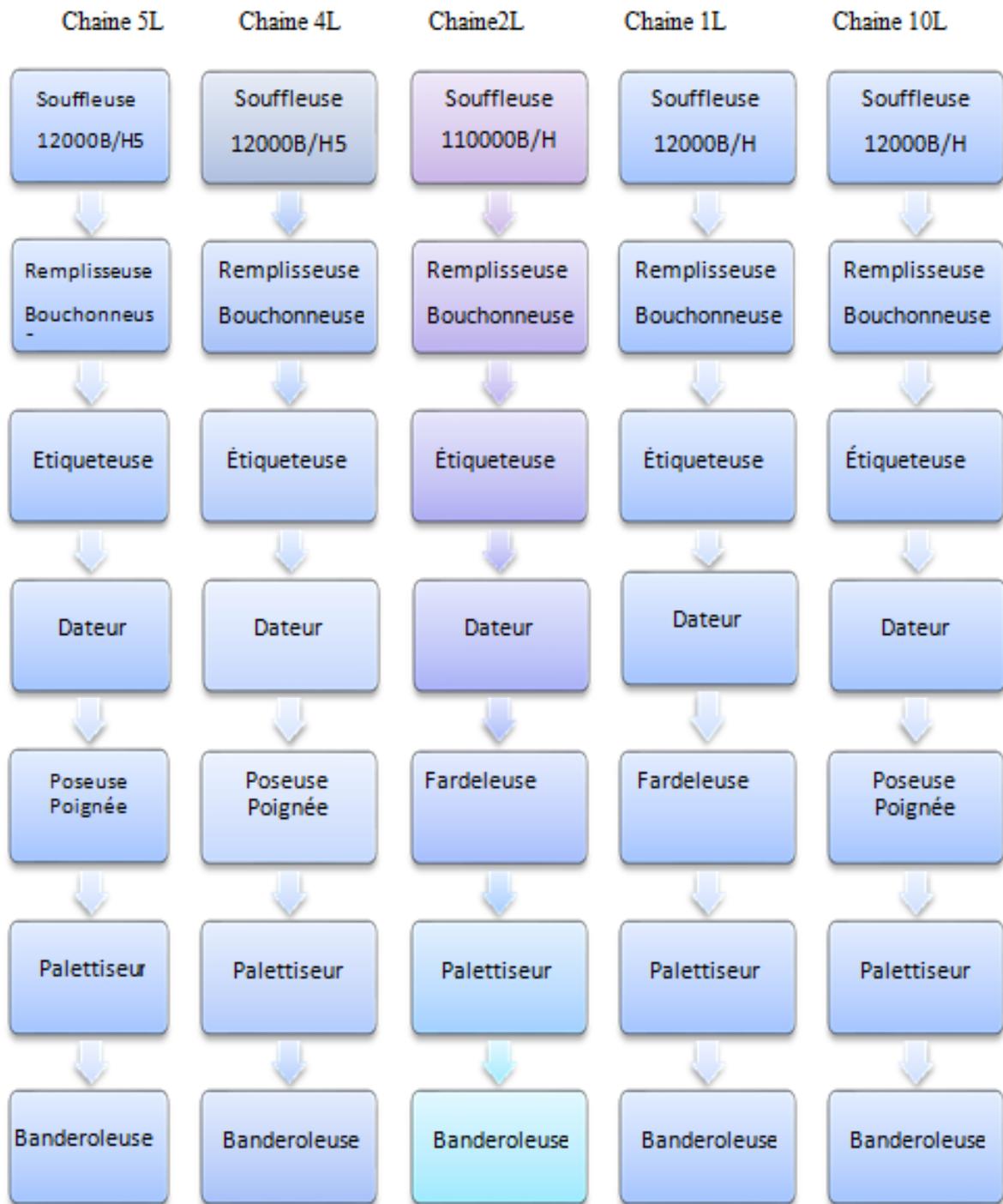


Figure II-2 Organigramme de la Direction conditionnement d'huile

II.7 Les différentes lignes de conditionnement d'huile

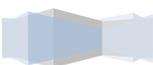
L'unité de conditionnement d'huile est composée de plusieurs lignes illustrées dans la figure ci-dessous : [1]





§

Figure II-3 Les différentes lignes de conditionnement d’huile.



II.8 Différents organes constituant le complexe CEVITAL

L'organigramme suivant donne une vue générale sur les différents organes constituant le Complexe CEVITAL :

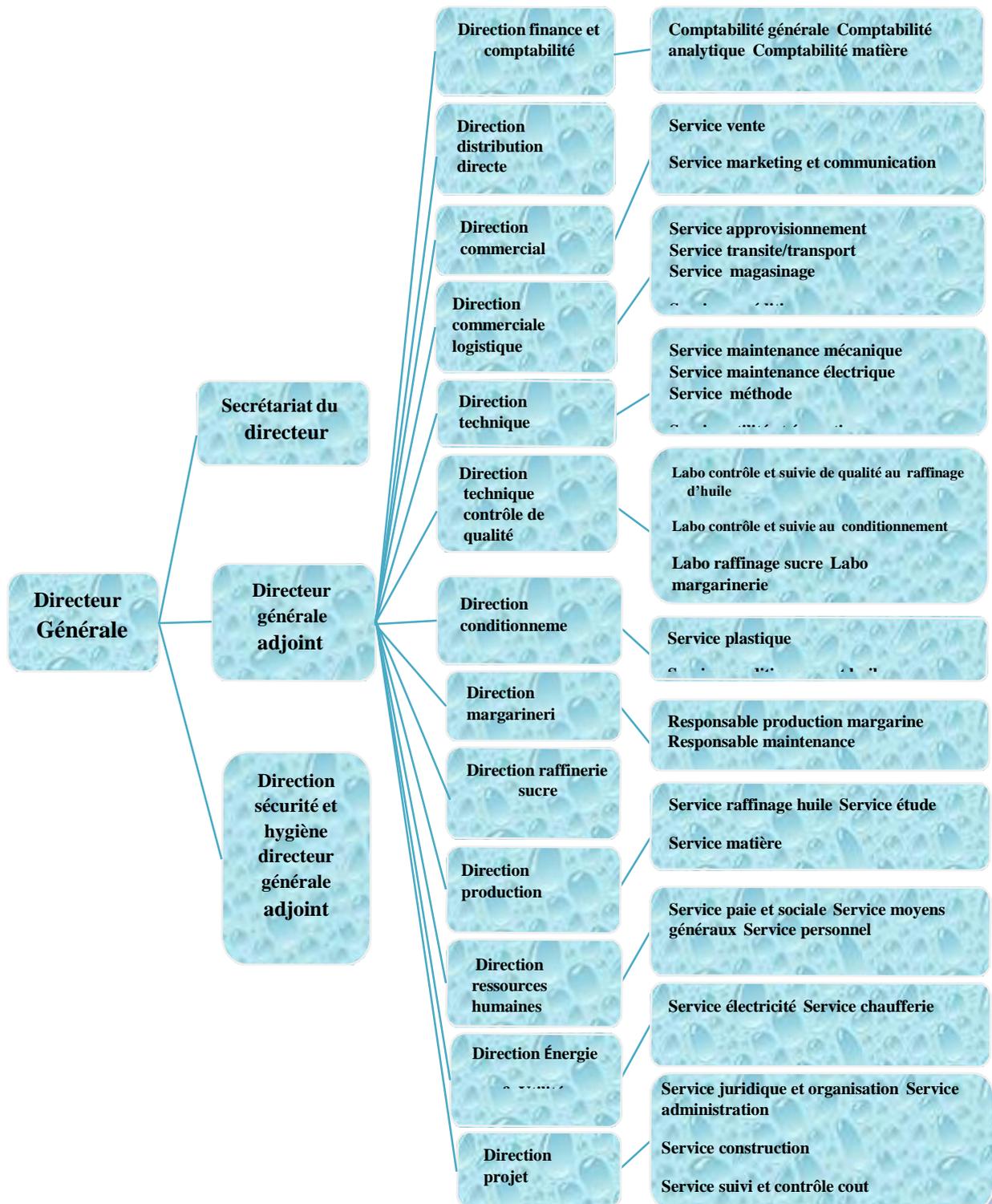


Figure II-4 Différents organes constituant le complexe CEVITAL [1]

III. CHAPITRE I : ETAT DE L'ART SUR LES AUTOMATES PROGRAMMABLES

III.1 Introduction

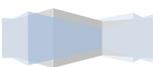
Les automates programmables représentent les constituants les plus répandus des systèmes automatisés, ils sont utilisés dans de nombreuses tâches d'automatisation, dans différents domaines, comme les processus de fabrications industriels

Ce chapitre constitue une introduction aux automates programmables industriels, ainsi qu'à leurs fonctions générales, leurs formes matérielles et leurs architectures internes.

III.2 Historique

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

- On sait maintenant que la deuxième partie du XXe siècle a passé à l'histoire comme étant l'ère de l'automatique. Dans le sillon de l'automatique apparurent plusieurs autres « tiques » et entre autres, l'informatique et la robotique. Et c'est à travers l'automatique, d'abord en 1968-69 aux Etats Unis, que les premiers automates industriels ou «contrôleurs programmables » firent leur apparition.
- Leurs premières applications furent d'abord le remplacement des horloges de contrôle du temps des employés ; par la suite, leurs multiples utilisations industrielles, en particulier sur les lignes de production des usines, deviennent indispensables non seulement au point de vue contrôle, mais aussi du côté économique pour l'espace et l'entretien. C'est alors que de nombreux systèmes à relais durent céder leur place.
- Les premiers automates programmables n'effectuaient que la commutation ON/OFF (et vice-versa) avec la possibilité de temporisation, comme les relais. Leurs applications étaient limitées seulement aux procédés répétitifs ainsi qu'à certaines machines. Par contre, leurs avantages consistaient dans une installation plus facile, la visualisation des étapes; ils possédaient des indicateurs diagnostiques permettant la localisation des pannes. C'était déjà mieux que les relais, en plus de pouvoir être reprogrammé advenant un changement de fonction ou de procédé.
- De 1970 à 1974, la technologie des microprocesseurs (du moins les premiers) ajoutèrent une plus grande flexibilité et une « intelligence » à l'automate programmable. Les capacités d'interface avec l'utilisateur s'améliorent. L'automate



programmable peut maintenant exécuter les opérations arithmétiques en plus des opérations logiques; il manipule les données et les adresses ; il effectue la communication avec d'autres automates ou ordinateurs, donnant ainsi une nouvelle dimension aux applications de l'automate programmable.

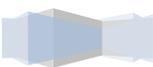
- La console de programmation s'allie avec un moniteur permettant la programmation avec des symboles familiers de relais ce qui facilite beaucoup la compréhension et le dépannage car la logique peut être vue dans la même forme que les dessins à relais.
- Les automates programmables utilisent une mémoire non-volatile (RAM+Pile, EEPROM ou EAPROM par exemple) pour emmagasiner les instructions. Ces derniers accompliront des fonctions logiques, arithmétiques, de temporisation, de comptage et de manipulation des données. En plus, les fonctions de contrôle PID et d'autres fonctions complexes comme le contrôle numérique de processus sont présentes. Puisque les automates programmables ont été conçus pour accomplir des opérations semblables à celles des relais, la programmation est basée généralement sur la nomenclature des diagrammes en échelle (ou schéma à relais). Des langages de haut niveau ont été aussi implantés sur certains automates afin de produire une plus grande flexibilité de programmation. [2]

III.3 Définition d'un automate programmable industriel

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Trois caractéristiques fondamentales distinguent totalement l'Automate Programmable Industriel (API) des outils informatiques tels que les ordinateurs (PC industriel ou autres):

- il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles,
- il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.),
- ❖ et enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme fait en sorte que sa mise en œuvre et son exploitation ne nécessitent aucune connaissance en informatique. [3]



III.4 Domaine d'emploi des API

Les API sont utilisés dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire..) ou ils peuvent également assurer des fonctions de régulation de processus. Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine des bâtiments pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes. [4]

III.5 Architecture d'un automate programmable industriel :

III.5.1 Structure externe d'un API

Il existe deux types d'automate programmable industriel :

- ❖ Le type monobloc (compact)
- ❖ Le type modulaire

III.5.1.1 Automate Monobloc

Le type monobloc possède généralement un nombre d'entrée et de sortie restreint et son jeu d'instructions ne peut être augmenté. Bien qu'il soit parfois possible d'ajouter des extensions d'entrées/sorties, le type monobloc a pour fonction de résoudre des automatismes simples faisant appel à une logique séquentielle et utilisant des informations tout-ou-rien

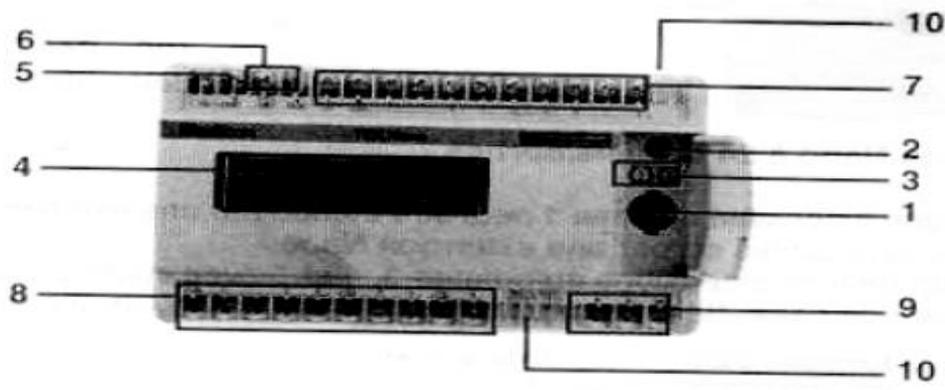
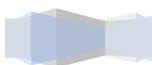


Figure III-1 Automate monobloc

- 1- Une prise (1) pour raccordement du terminal de programmation.
- 2- Un sélecteur pour codage de la fonction base / extension.
- 3- Deux points de réglage analogique.
- 4- Une visualisation :
 - Des entrées 0 à 8 ou 0 à 13 et sorties 0 à 6 ou 0 à 9,



➤ De l'état automate (RUN, ERR, COM, I/O).

5- Un raccordement de l'alimentation secteur

6- Une alimentation capteurs (=24 V/150 mA) sur modèles alimentés en $\sim 100\dots 240$ V.

7- Un raccordement des capteurs d'entrées.

8- Un raccordement des pré-actionneurs de sorties.

9- Un raccordement extension (extension d'entrées /sorties et / ou extension automate) ou raccordement Modbus esclave

10- Un cache amovible pour protection des borniers à vis.

III.5.1.2 Automate Modulaire

Par ailleurs, le type modulaire est adaptable à toutes situations. Selon le besoin, des modules d'entrées/sorties analogiques sont disponibles en plus de modules spécialisés tels: PID, BASIC et Langage C, etc. La modularité des API permet un dépannage rapide et une plus grande flexibilité. La figure présente un automate modulaire. [4]

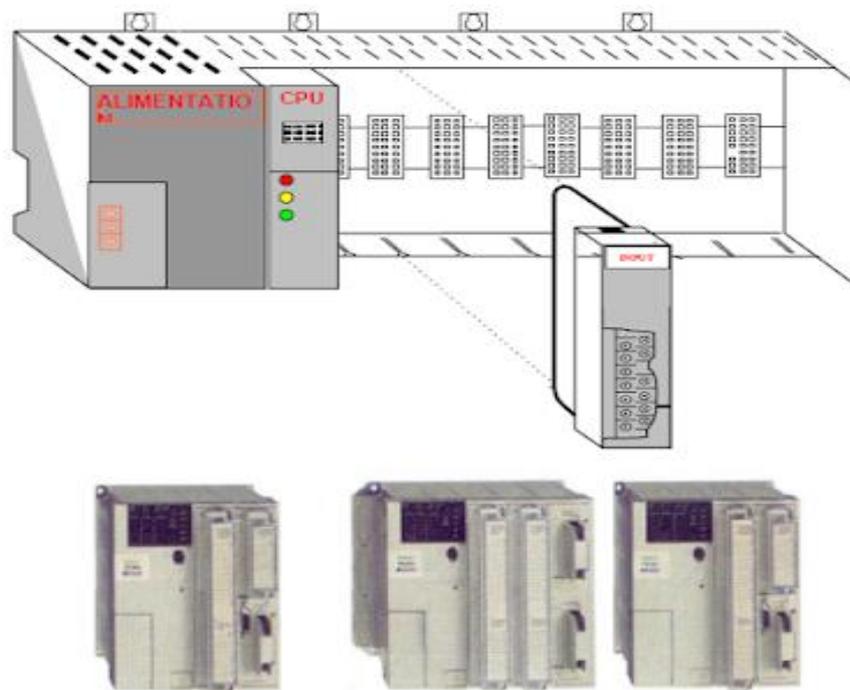


Figure III-2 La structure générale d'un automate modulaire



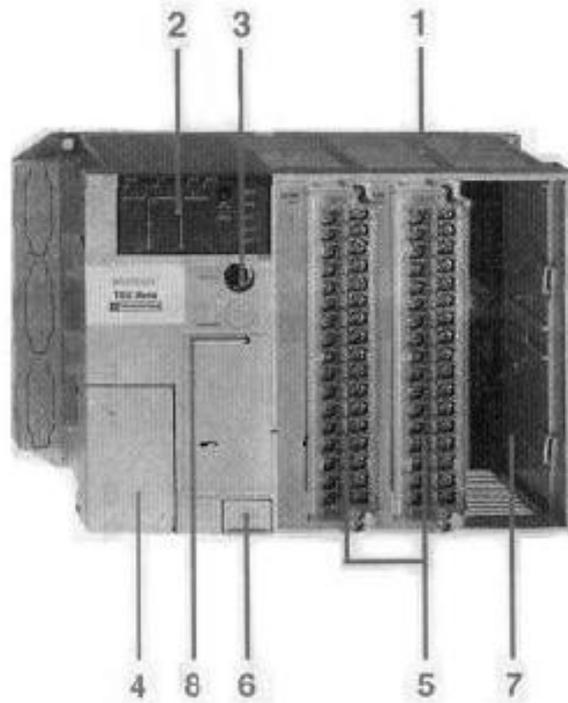


Figure III-3 Automate modulaire

L'automate TSX 37-08 comprend :

- 1- Un bac à 3 emplacements.
- 2- Un bloc de visualisation centralisé.
- 3 Une prise terminale repérée TER.
- 4- Une trappe d'accès aux bornes d'alimentation.
- 5- Deux modules à 16 entrées et 12 sorties « Tout ou Rien » positionnés dans le premier et le deuxième emplacement (Positions 1, 2, 3 et 4).
- 6- Une trappe d'accès à la pile optionnelle.
- 7- Un emplacement disponible.
- 8- Un bouton de réinitialisation

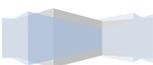
III.5.2 Structure interne

Les API comportent quatre principales parties :

III.5.2.1 Le processeur

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions:

- Gestion des entrées/sorties;



- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au Point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.

Les principaux registres du processeur sont :

❖ L'accumulateur

C'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.

❖ Le registre d'instruction

Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.

❖ Le registre d'adresse

Ce registre reçoit parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.

❖ Le registre d'état

C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine.

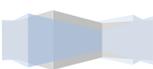
III.5.2.2 La pile

Une organisation spéciale de registres constitue une pile, ses mémoires sont utilisées pour contenir le résultat de chaque instruction après son exécution. Ce résultat sera utilisé ensuite par d'autres instructions, et cela pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur.

III.5.2.3 La mémoire

Un système à processeur est toujours accompagné d'un ou de plusieurs types de mémoires. Les automates programmables industriels possèdent pour la plupart les mémoires suivantes:

➤ Mémoire de travail: La mémoire de travail (mémoire vive) contient les parties du programme significatives pour son exécution. Le traitement du programme a lieu exclusivement dans la mémoire de travail et dans la mémoire système.



➤ **Mémoire système:** La mémoire système (mémoire vive) contient les éléments de mémoire que chaque CPU met à la disposition du programme utilisateur comme, par exemple, mémoire images des entrées et sorties, mémentos, temporisation et compteur. La mémoire système contient, en outre la pile des blocs et la pile des interruptions. Elle fournit aussi la mémoire temporaire allouée au programme (piles des données locales).

➤ **Mémoire de chargement:** Elle sert à l'enregistrement du programme utilisateur sans affectation de mnémoniques ni de commentaires (ces derniers restent dans la mémoire de la console de programmation). La mémoire de chargement peut être soit une mémoire vive (RAM) soit une mémoire EPROM.

➤ **Mémoire RAM non volatile:** Zone de mémoire configurable pour sauvegarder des données en cas de défaut d'alimentation.

➤ **Mémoire ROM:** Contient le système d'exploitation qui gère la CPU.

III.5.2.4 Les modules d'entrées/sorties

Ils traduisent les signaux industriels en information API et réciproquement appelés aussi coupleurs, beaucoup d'automates assurent cette interface par des modules amovibles qui peuvent être modulaires par cartes ou par rack. D'autres automates ont une structure mono bloc avec des modules intégrés dans un châssis de base.

Le nombre total de modules est évidemment limité, pour des problèmes physiques :

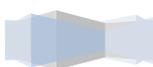
- Alimentation en électrique
- Gestion informatique
- Taille du châssis

Différents types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée, les plus répandus sont:

➤ **Entrées/sorties TOR:** La gestion de ce type de variables constituant le point de départ des API reste l'une de leurs activités majeures. Leurs nombres est en générale de 8, 16, 24 ou 32 entrées/sorties, qui peuvent fonctionner:

- En continue 24V, 48V.
- En alternatif 24V, 48V, 100/120V, 200/240V.

➤ **Entrées/sorties analogiques:** Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques), et la commande (sorties analogiques). Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs analogiques/numériques (A/N) pour les entrées, et



numériques/analogiques (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits.

Les standards les plus utilisés sont : $\pm 10V$, 0-10V, $\pm 20mA$, 0-20mA et 4-20mA. Ces modules sont en générale multiplexés en entrée pour n'utiliser qu'une seule convertisseur A/N alors que les sorties exigent un convertisseur N/A par voie pour pouvoir garder la commande durant le cycle de l'API.

➤ Les modules spécialisés: Ils assurent non seulement une liaison avec le monde extérieur, mais aussi une partie du traitement pour soulager le processeur et donc améliorer les performances. Ces modules peuvent posséder un processeur embarqué ou une électronique spécialisée. On peut citer :

- Les cartes de comptage rapide: Elles permettent de saisir les événements plus courts que la durée du cycle, travaillant à des fréquences qui peuvent dépasser 10 KHz.

- Les entrées/sorties déportées: Leur intérêt est de diminuer le câblage en réalisant la liaison avec les détecteurs, capteurs ou actionneurs au plus près de ceux-ci, ce qui a pour effet d'améliorer la précision de mesure. La liaison entre le boîtier déporté et l'unité centrale s'effectue par le biais d'un réseau de terrain selon des protocoles bien définis. L'utilisation de la fibre optique permet de porter la distance à plusieurs kilomètres.

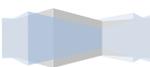
III.5.2.5 L'alimentation électrique

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux micros-coupures du réseau électrique qui constitue la source d'énergie principale. La tension d'alimentation peut être 5V, 12V ou 24V. D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extensions et pour les modules entrées/sorties. Un onduleur est recommandé pour éviter les risques de coupures non tolérées.

III.5.2.6 Les liaisons

Elles s'effectuent avec l'extérieur par des bornes (à vis, à clapser...etc.), sur lesquelles arrivent des câbles transportant des signaux électriques. Tandis qu'à l'intérieur elles s'effectuent avec des bus liaison parallèles entre les divers éléments. Il existe plusieurs types de bus, car on doit transmettre des données, des états et des adresses.

Le bus est organisé en plusieurs sous-ensembles destinés chacun à véhiculer un type bien défini d'informations :



- Bus de données.
- Bus d'adresses.
- Bus de contrôle pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges, etc..
- Bus de distribution des tensions issues du bloc d'alimentation. [5]

III.6 Présentation de l'automate S7 1200

L'automate SIMATIC S7-1200 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.

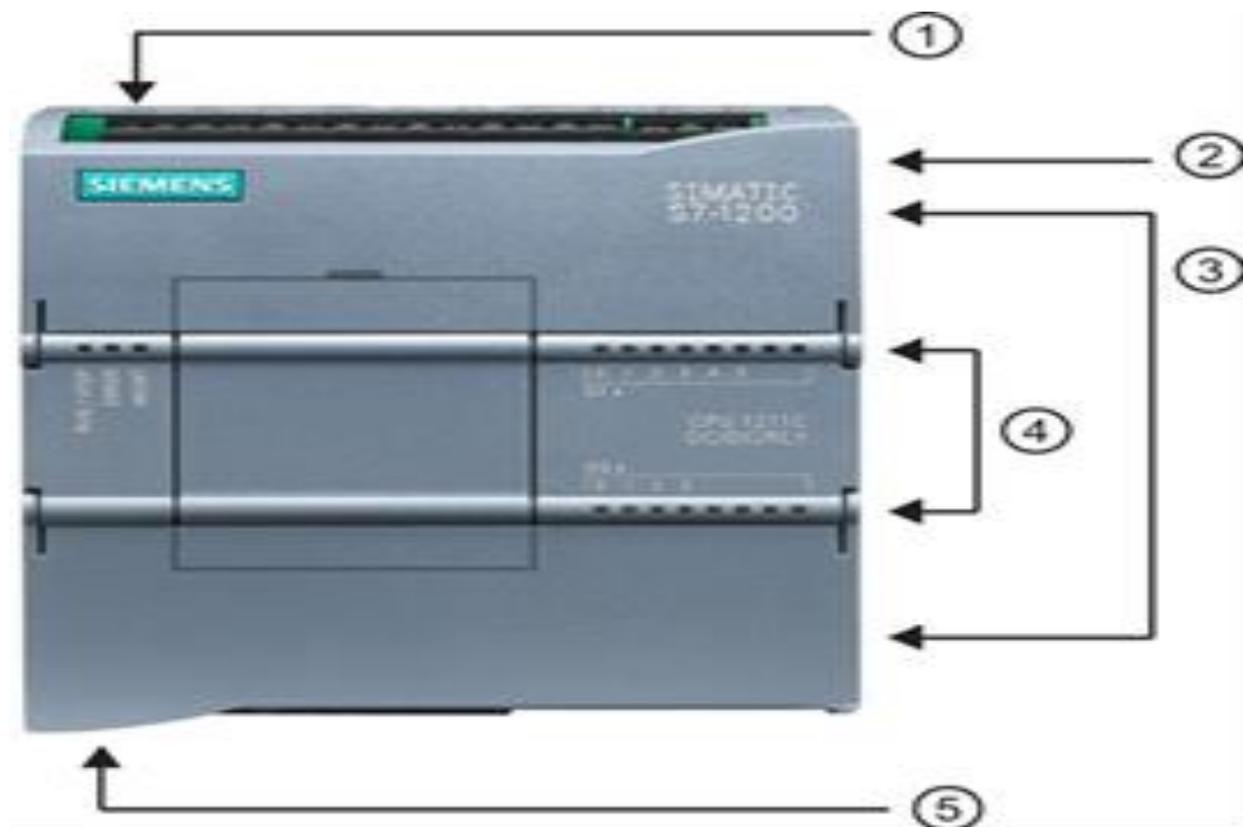
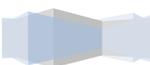


Figure III-4 API SIEMENS S7 1200

- 1- Prise d'alimentation.
- 2- Logement pour carte mémoire sous le volet supérieur.
- 3- Connecteurs amovibles pour le câblage utilisateur (derrière les volets).



- 4- DEL d'état pour les entrées/sorties.
- 5- Connecteur PROFINET (sur la face intérieur de la CPU). [6]

III.6.1 Communication industrielle

L'automate SIMATIC S7-1200 assure en tant que contrôleur d'E/S PROFINET la fonctionnalité intégrale de raccordement de stations d'E/S PROFINET. En outre, l'interface PROFINET intégrée garantit une communication optimale avec le système d'ingénierie intégré SIMATIC STEP 7 Basic pour la configuration et la programmation. Elle permet la programmation ainsi que la communication avec les pupitres SIMATIC HMI Basic Panels pour la visualisation, avec des automates supplémentaires pour la communication de CPU à CPU et avec des appareils d'autres constructeurs pour des possibilités d'intégration élargies. La connexion au bus de terrain normalisé PROFIBUS, en vue par exemple de temps de réactions courts, est également possible avec les nouveaux modules de communication PROFIBUS, de plus, des capteurs et actionneurs AS-i peuvent être raccordés grâce au module de communication AS-i Maître.

Applications simples de télé-contrôle : le nouveau processeur de communication CP 1242-7 permet la surveillance et le contrôle de stations S7-1200 distantes depuis un poste central via des réseaux radio mobiles ou Internet.

III.6.2 Technologie intégrée

- Entrées rapides :

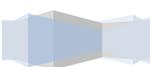
Le nouvel automate SIMATIC S7-1200 comporte jusqu'à six compteurs high-speed. Trois entrées à 100 kHz et trois autres entrées à 30 kHz sont intégrées en continu pour des fonctions de comptage et de mesure.

- Sorties rapides :

Deux sorties rapides pour des trains d'impulsions de 100 kHz sont également intégrées et permettent de piloter la vitesse et la position d'un moteur pas à pas ou d'un actionneur. Elles peuvent aussi être utilisées comme sorties MLI pour réguler la vitesse d'un moteur, pour positionner une vanne ou pour piloter un organe de chauffage.

- Interface PROFINET intégrée :

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. Cette interface offre une connectique RJ45 avec fonctionnalité d'auto-croisement et supporte des vitesses de transmission de 10/100 Mbits/s. Un grand nombre de connexions Ethernet est possible en liaison avec les protocoles suivants : TCP/IP native, ISO-on-TCP et communication S7.

- Fonctionnalité AS-i intégrale :

Jusqu'à 62 esclaves standards, comme des démarreurs, des fin de courses et des modules d'E/S simples peuvent être raccordés à chaque module de communication AS-i Maître CM 1243-2. Le module de découplage de données DCM 1271 permet le raccordement au réseau d'alimentation AS-i Power 24V.

- Fonctionnalité PROFIBUS intégrale :

Avec le PROFIBUS DP maître CM 1243-5, il est possible de réaliser jusqu'à 16 connexions avec des DP esclaves. Avec le CM 1242-5 comme PROFIBUS DP esclave intelligent, l'automate S7-1200 peut communiquer avec tous les autres DP maîtres

- 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.

- Conception modulaire et flexible :

Modules d'E/S : Les CPU les plus performantes permettent de raccorder jusqu'à huit modules d'entrées/sorties et de disposer ainsi d'E/S TOR et analogiques supplémentaires.

Platines d'extension : Il est possible d'enficher une platine d'extension directement sur la CPU et de personnaliser ainsi les CPU en ajoutant des E/S TOR ou analogiques sans avoir à changer de taille d'automate. Le concept modulaire du SIMATIC S7-1200 permet ainsi d'adapter avec précision l'automate en fonction des besoins. [6]



III.7 Conclusion

Au cours de ce chapitre, on a vu la structure modulaire d'un automate programmable ainsi que son architecture interne, par suite on a focalisé notre étude sur l'automate S7-1200, en mettant en avant ses caractéristiques techniques pour une meilleure exploitation pendant sa programmation, qui sera l'objet du troisième chapitre.



IV. CHAPITRE II : DESCRIPTION ET MODE DE FONCTIONNEMENT DE LA BANDEROLEUSE AUTOMATIQUE

IV.1 Introduction

La forte productivité et la cadence élevée de l'unité de conditionnement de l'huile au sein de l'entreprise Cevital, nécessite des machines automatiques tout au long de la ligne de conditionnement.

Notre machine se trouve à la fin de la ligne de conditionnement, il s'agit d'une Banderoleuse automatique à bras tournant, qui permet d'envelopper les charges palettisées, elle applique un film autour de la palette pour la protéger et la stabiliser avant son stockage et son transport.

IV.2 Structure générale

La machine est une banderoleuse Tosa. Elle est étudiée et construite pour banderoler et stabiliser, avec film extensible, les palettes de toutes formes, dimensions et poids. La haute capacité de production et une longue autonomie opérationnelle rendent cette machine idéale pour être installée en milieu industriels et artisanaux, à la fin d'une ligne automatique de palettisation. Elle est dotée d'une série de composants électromécaniques pour le contrôle des phases opérationnelles du cycle et de dispositifs de sécurité pour garantir la sécurité des opérateurs.

Elle se compose de quatre colonnes d'acier reliée entre elle de façon à former une structure solide, sur laquelle sont installés les différents groupes opérateurs.

La figure suivante représente la configuration typique de cette série de machine :



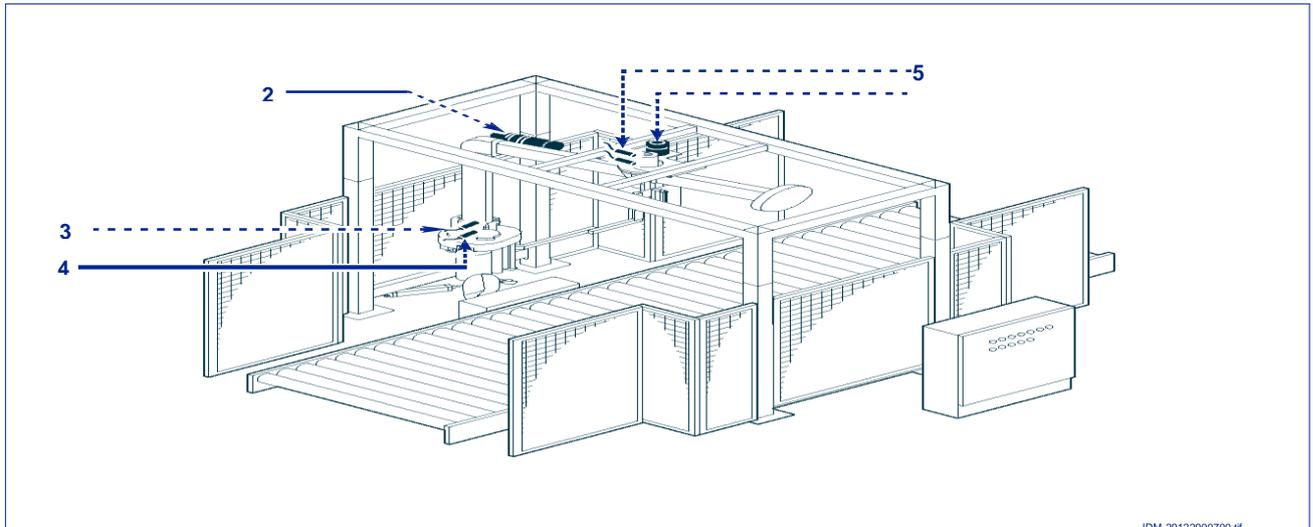


Figure IV-1 Structure générale de la banderoleuse.

1-Moteur1: active la rotation du bras

2-Moteur2: active le mouvement du chariot porte bobine.

3-Capteur : il relève la hauteur max que peut atteindre le chariot bobine.

4-capteur : il relève la hauteur min que peut atteindre le chariot porte bobine.

5-Capteurs : relèvent les phases de rotation du bras rotatif. [7]

IV.3 Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation standard.....230/400 V 3Ph+N 50/60Hz ;

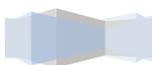
Protection installation électriqueIP54 ;

Pression de service..... 6 ± 1 bars ;

Capacité de production (*)50 palettes/h ;

Poids total~2700 kg ;

Niveau sonore.....85 dB(A) ;



Dispositif de sécurité :

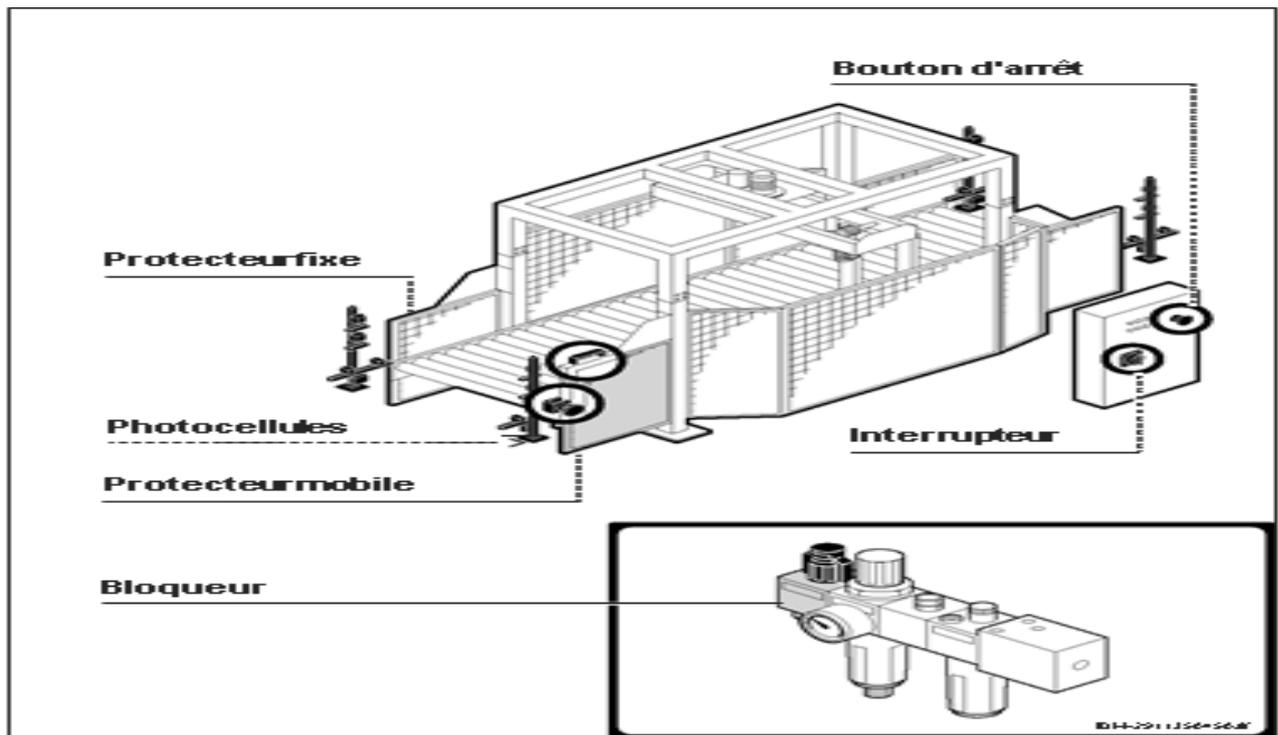
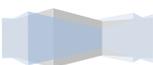


Figure IV-2 Dispositif générale de la sécurité

IV.4 Les différents groupes opérateurs de la banderoleuse

IV.4.1 Groupe chariot porte bobine

Le chariot porte-bobine type “S.C.P.S.” (Self-Controlled Powered Stretch) est un dispositif pour le déroulement et le pré-étirage de films extensibles en polyéthylène. Le chariot est réversible et peut donc utiliser des bobines avec un film collant aussi bien du côté interne que du côté externe. Cela permet de faire des économies d'exploitation considérables, grâce aux consommations réduites de film et à une constance absolue du poids de film utilisé pour chaque palette chargée. Il est doté de rouleaux de pré-étirage motorisés, qui tournent avec une vitesse périphérique différente. On obtient la variation de la valeur de pré-étirage, à des valeurs prédéfinies, en remplaçant simplement la poulie motrice en fonction des caractéristiques du film et des exigences d'utilisation. L'effet d'étirage subi par le film entre les rouleaux avant le banderolage de la palette chargée, non seulement en réduit la section, mais lui confère des caractéristiques physiques le rendant plus résistant afin de maintenir la charge intacte lors des manutentions futures. De plus, un dispositif automatique à “rouleau oscillant” contrôle la vitesse de sortie au niveau des angles de la palette.



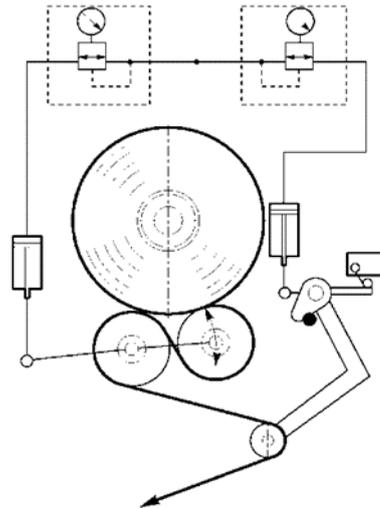


Figure IV-3 : groupe chariot porte bobine

Si on soumet un film de polyéthylène à basse densité linéaire à une tension avec des forces croissant progressivement, l'évolution des forces et des déformations correspondantes est représentée par le diagramme suivant :

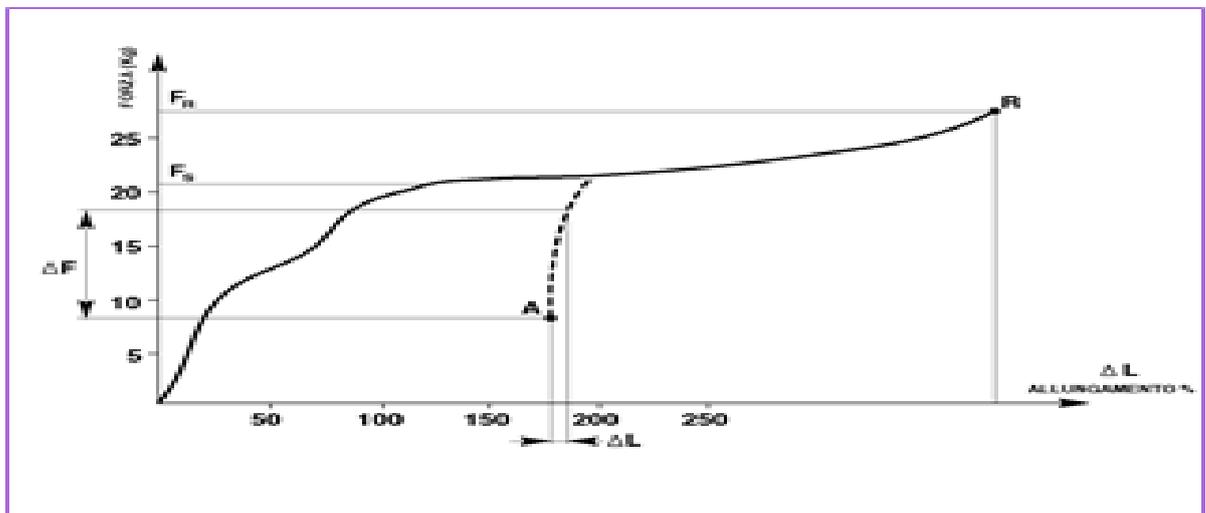
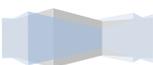


Figure IV-4 : évolution de l'allongement du film en fonction de la force

Fr: Charge de rupture avec laquelle on obtient la rupture du film après lui avoir fait subir l'allongement.

Fs: Charge d'écrouissage pour laquelle l'allongement commence à augmenter sans que la charge augmente sensiblement; au niveau de cette charge, on a des allongements importants du film sans augmentations de l'effort déformant.



R: Point de rupture du film.

L'effet d'étirage subi par le film entre les rouleaux avant le banderolage sur la palette, outre à en réduire la section, lui confère des caractéristiques physiques telles à le rendre plus résistant pour maintenir intacte la charge pendant les manutentions successives. En outre, un dispositif automatique à rouleau, avec cellule de chargement (D), contrôle la tension de sortie du film en correspondance des arêtes de la palette.

Pendant le banderolage de la palette chargée, on a une non-uniformité de tension du film; en effet, au niveau des angles, la palette chargée exerce une demande supérieure de film. Cela se traduit par une augmentation de la tension de banderolage (F). Le chariot porte-bobine est équipé d'un système électronique garantissant la constance de la tension (F) pendant le banderolage. Ce système est constitué par un rouleau fou oscillant autour d'un pivot, par un transducteur électro-linéaire, par un amplificateur de signal et par un variateur de fréquence agissant sur la vitesse de rotation du moteur. [7]

IV.4.2 Chaîne de soulèvement chariot

C'est un système composé de deux chaînes entraînées par un moteur électrique à travers un réducteur relié à deux roues dentées, qui permet au chariot porte bobine de se déplacer sur toute la longueur du bras tournant, lui permettant de parcourir toute la hauteur de la palette à banderoler.

On peut procéder au réglage de la force de tension de la chaîne en agissant sur les tirants.

IV.4.3 Groupe pince

Le groupe pince est un dispositif pour la préhension de la pellicule en fin de cycle de banderolage. Il est équipé de pinces doubles à actionnement pneumatique pour la préhension du film; il est monté sur une structure indépendante pouvant être positionnée à côté du convoyeur. Il est doté d'une installation électrique et pneumatique indépendante; les commandes pour les manœuvres sont intégrées dans le tableau de commande de la machine.



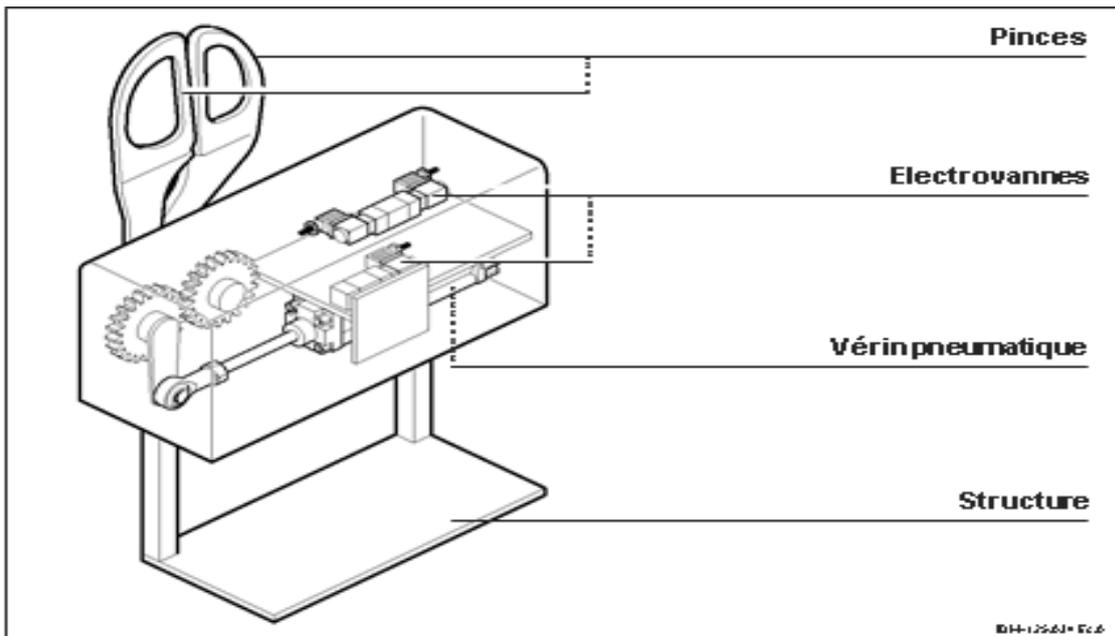


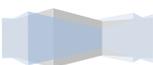
Figure IV-5 : groupe pince.

L'introduction du film doit être effectuée avec le cycle manuel sélectionné via le clavier et avec les pinces fermées.

Dérouler environ un mètre de film du rouleau porte-bobine; introduire le film entre les pinces de manière à le bloquer. À ce stade, la machine est prête à commencer le cycle

IV.4.4 Groupe coupe

Le groupe de coupe est un dispositif pour la coupe de la pellicule en fin de cycle de banderolage. Elle est dotée d'un fil de coupe à chaud avec une résistance aux extrémités du fil et de dispositifs de scellage à plaques pour le scellage du film sur la palette. Il est installé sur un bras indépendant à actionnement pneumatique, pour le positionnement en fin de cycle. Il est monté sur une structure indépendante pouvant être positionnée à côté du convoyeur. Il est doté d'une installation électrique et pneumatique indépendante; les commandes pour les manœuvres sont intégrées dans le tableau de commande de la machine.



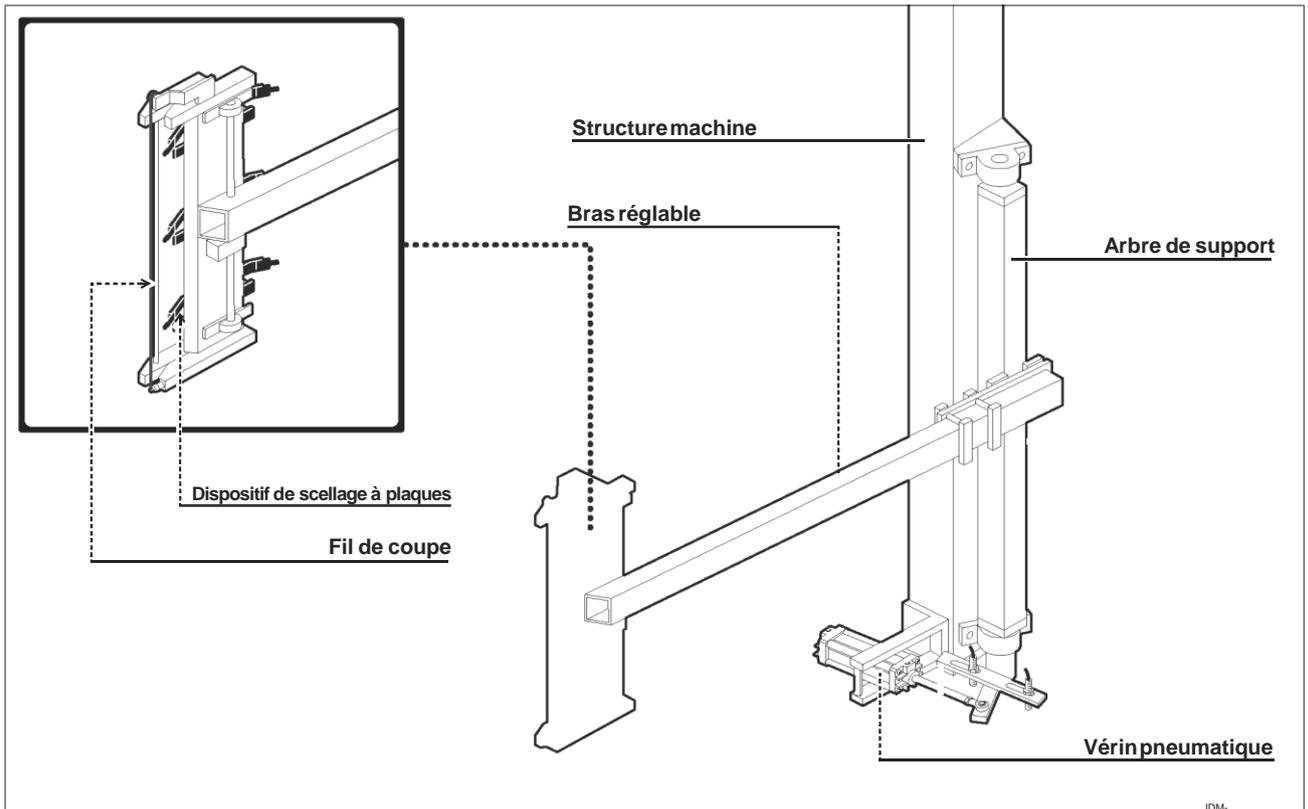


Figure IV-6 : groupe coupe film.

Le groupe de coupe est intégré dans le cycle de la machine banderoleuse.

1. À la fin du cycle de banderolage, dans la phase précédant l'arrêt du bras de la banderoleuse, le film est bloqué par les pinces.
2. Le groupe de coupe translate et la coupe du film est effectuée en aval de la pince.
3. L'extrémité libre de film pressée par le tampon reste accrochée à la palette chargée par adhésivité naturelle.
4. Le groupe revient en position prête pour la coupe suivante.

IV.4.5 Groupe convoyeur

Le convoyeur à rouleaux permet de déplacer les palettes d'une zone à l'autre de la ligne. Il peut être de différentes dimensions et vitesses de déplacement en fonction des exigences de l'utilisateur. Une chaîne, glissant dans un guide en polyéthylène, relie les tourillons des rouleaux et entraîne le convoyeur. Il est pourvu d'un circuit de relèvement de palette par cellule photoélectrique ou palpeur. Ce type de transmission du mouvement garantit une usure mineure et l'éventuel remplacement du rouleau est simple et rapide. Il est pourvu d'un circuit



électrique indépendant, les commandes se trouvent sur le tableau de commande de la machine.

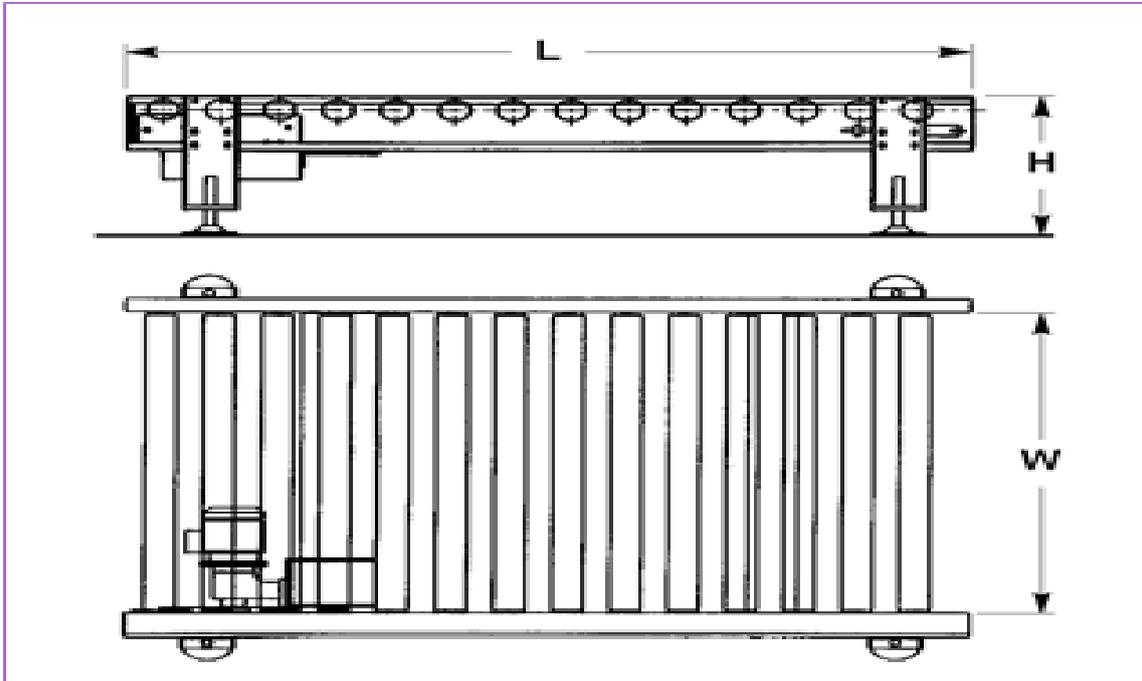


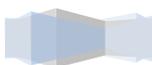
Figure IV-7 : convoyeur à rouleaux.

IV.5 Moteur électrique

Les moteurs qu'on retrouve dans la banderoleuse, ainsi que les convoyeurs sont des moteurs asynchrones à cage d'écureuil.

Les moteurs asynchrones, appelés aussi moteurs à induction constituent plus de 60% des machines tournantes qui assurent la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique, ils possèdent en effet plusieurs avantages: simplicité, robustesse, prix peu élevé et entretien facile.

Cependant, ces moteurs ont une vitesse pratiquement constante et ils se prêtent assez mal au réglage de la vitesse ; pour cette raison, on leur préfère habituellement les moteurs à courant continu lorsqu'on veut obtenir une grande variation de vitesse. Toutefois, il existe aujourd'hui des systèmes d'entraînement électroniques (variateurs de vitesse, démarreurs ralentisseurs) qui permettent de faire varier la vitesse des moteurs d'induction. [8]



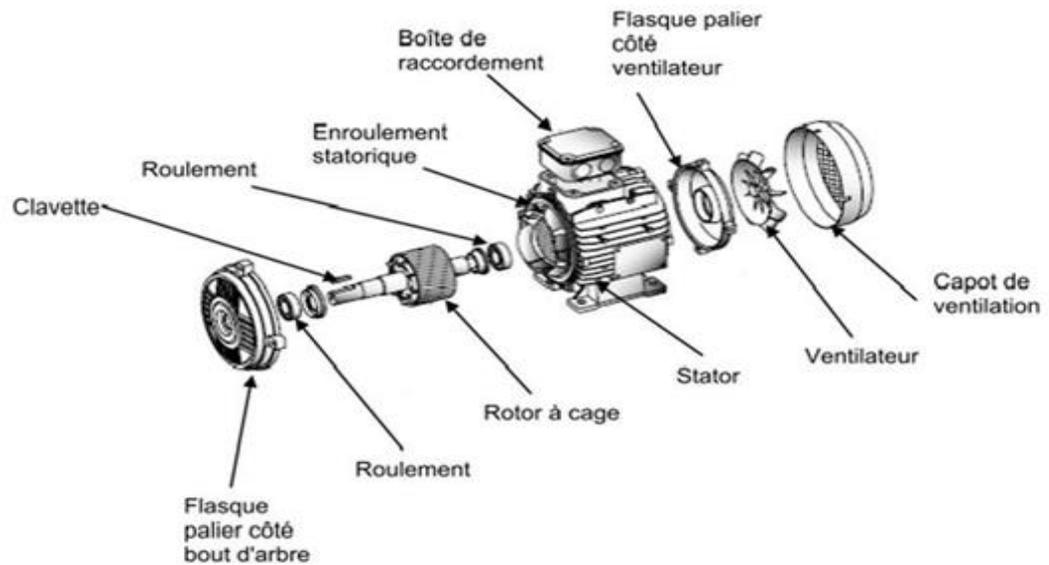


Figure IV-8 : moteur asynchrone a cage d'écureuil.

Le moteur d'induction triphasé (souvent appelé moteur asynchrone triphasé) comprend deux parties principales : un inducteur fixe nommé stator et un induit mobile nommé rotor.

IV.5.1 Le stator

Le stator comporte une carcasse en acier renfermant un empilage de tôles minces identiques en forme de couronne qui constituent un cylindre vide ; ces tôles sont percées de trous à leur périphérie intérieure. L'alignement de ces trous forme des encoches dans lesquelles on loge un bobinage triphasé. Cette couronne est serrée dans une carcasse en fonte.

IV.5.2 Le rotor

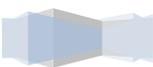
Le rotor, monté sur l'arbre moteur se compose d'un cylindre fait de tôles empilées. Des encoches sont percées à la périphérie extérieure destinées à recevoir des conducteurs. Il est séparé du stator par un entrefer très court de l'ordre de 0,4 à 2 mm seulement. Il existe deux types de rotor :

IV.5.2.1 Le rotor a cage d'écureuil ou rotor en court-circuit

L'enroulement du rotor à cage d'écureuil est constitué de barres de cuivre nues introduites dans les encoches ; ces barres sont soudées ou rivées à chaque extrémité à deux anneaux qui les court-circuitent. L'ensemble ressemble à une cage d'écureuil d'où le nom de rotor à cage d'écureuil. Dans les moteurs de petite et moyenne puissance, les barres et les anneaux sont formés d'un seul bloc d'aluminium coulé.

IV.5.2.2 Le rotor bobiné :

Le rotor bobiné comprend un bobinage triphasé, semblable à celui du stator, placé dans les encoches. Il est composé de trois enroulements raccordés en étoile ; l'extrémité libre de



chaque enroulement est reliée à une bague tournant avec l'arbre. Ces bagues permettent, par l'intermédiaire de trois balais, d'insérer une résistance extérieure en série avec chacun des trois enroulements lors du démarrage du moteur. En fonctionnement normal, les trois balais sont court-circuités.

La banderoleuse et les convoyeurs utilisent des moteurs asynchrones à cage d'écureuil à deux paires de pole, leurs disposition est comme suit :

M1 : moteur d'entraînement du convoyeur d'entrée.

M2 : moteur d'entraînement du convoyeur de la zone de banderolage.

M3 : moteur d'entraînement du convoyeur de sortie.

M4 : moteur de pré-étirage du film, montée sur le chariot porte bobine.

M5 : moteur de soulèvement du chariot porte bobine, fixé sur le bras tournant.

M6 : moteur de rotation du bras tournant, fixé en haut du bras tournant.

Les moteurs M1, M2 et M3 sont fixés au-dessous des convoyeurs, ils entraînent les rouleaux des convoyeurs à l'aide de réducteurs mécaniques.

IV.6 Variateur de vitesse

Depuis la venue de la technologie des semi-conducteurs, la variation de vitesse électronique des moteurs électriques a pris le dessus sur les anciens systèmes tels que les groupes WARDL-EONARD.

Cette technologie, devenue fiable, part toujours du même principe : à partir d'une source, la plupart du temps triphasée alternative pour les ascenseurs, le variateur de vitesse va recréer en sortie :

- Une tension triphasée variable en fréquence et en amplitude pour les moteurs à courant alternatif.
- Une tension continue variable en amplitude pour les moteurs à courant continu.

Le variateur de vitesse est composé essentiellement :

- ❖ d'un redresseur qui, connecté à une alimentation triphasée (le réseau), génère une tension continue à ondulation résiduelle (le signal n'est pas parfaitement continu). Le redresseur peut être de type commandé ou pas.



- ❖ d'un circuit intermédiaire agissant principalement sur le "lissage" de la tension de sortie du redresseur (améliore la composante continue). Le circuit intermédiaire peut aussi servir de dissipateur d'énergie lorsque le moteur devient générateur,
- ❖ d'un onduleur qui engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variables.
- ❖ d'une électronique de commande pilotant (transmission et réception des signaux) le redresseur, le circuit intermédiaire et l'onduleur.

Le variateur de vitesse est principalement caractérisé selon la séquence de commutation qui commande la tension d'alimentation du moteur. On a :

- ❖ les variateurs à source de courant (CSI),
- ❖ les variateurs à modulation d'impulsions en amplitude (PAM),
- ❖ les variateurs à modulation de largeur d'impulsion (PWM/VVC).

La banderoleuse nécessite trois variateurs de vitesse, dont leurs rôles sont comme suit :

- ❖ Un variateur pour le moteur M4 de pré-étirage, qui va contrôler l'allongement du film.
- ❖ Un variateur pour le moteur M5 de soulèvement du chariot porte bobine, qui va contrôler sa montée et sa descente.
- ❖ Un variateur pour le moteur M6 de rotation du bras tournant, qui va contrôler la rotation de ce dernier. [8]

IV.7 Capteurs et détecteurs

IV.7.1 Détecteurs photoélectriques

Un détecteur photo-électrique se compose essentiellement d'un émetteur de lumière (diode électroluminescente) associé à un récepteur sensible à la quantité de lumière reçue (phototransistor), il y a détection quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux émis par le détecteur et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie. [9]

On distingue plusieurs détecteurs photoélectriques :

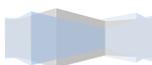




Figure IV-9 Principe de la détection de type barrage

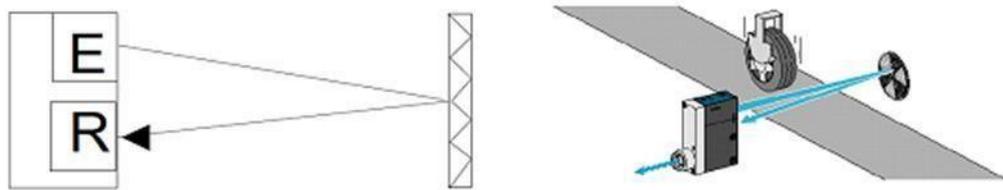


Figure IV-10 Principe de la détection de type reflet

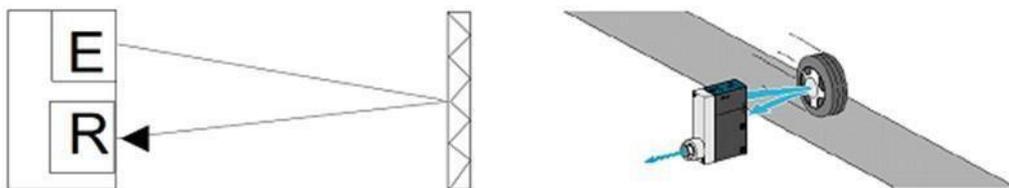
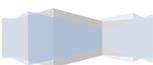


Figure IV-11 Principe de la détection de type proximité

IV.7.2 Détecteurs de proximité inductifs

Ces capteurs se composent d'un oscillateur et une bobine, ayant pour fonction de générer un champ magnétique de fréquence 100 à 600 Hz. Ce champ est canalisé vers l'extérieur par un noyau ferrite. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champs il est le siège de courant de Foucault qui vont atténuer l'amplitude de l'onde produite par l'oscillateur au fur et à mesure de l'approche de l'objet conducteur, jusqu'au blocage complet. La détection est effectuée lorsque l'atténuation de l'amplitude est suffisante pour provoquer un changement d'état de la sortie du détecteur.



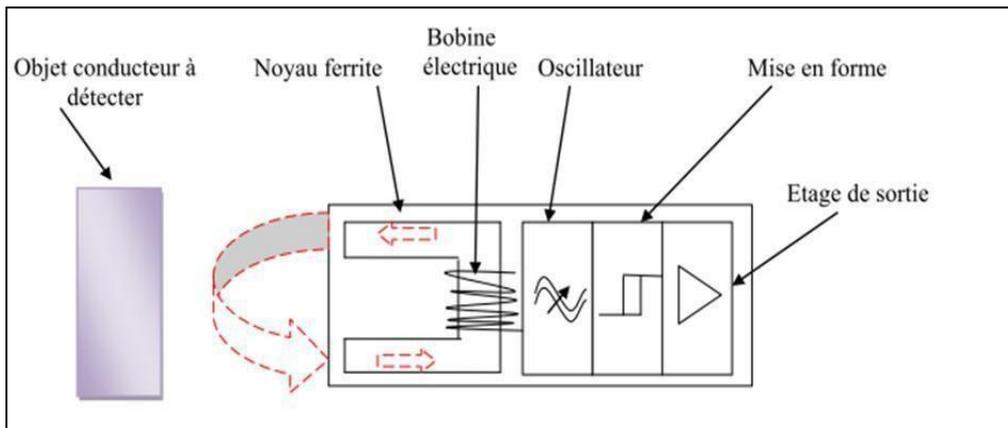


Figure IV-12 : détecteur de proximité inductif.

IV.7.3 Détecteurs de présence à action mécanique

Encore appelés interrupteurs de fin de course ou interrupteurs de position, ils sont constitués de trois éléments de base suivants :

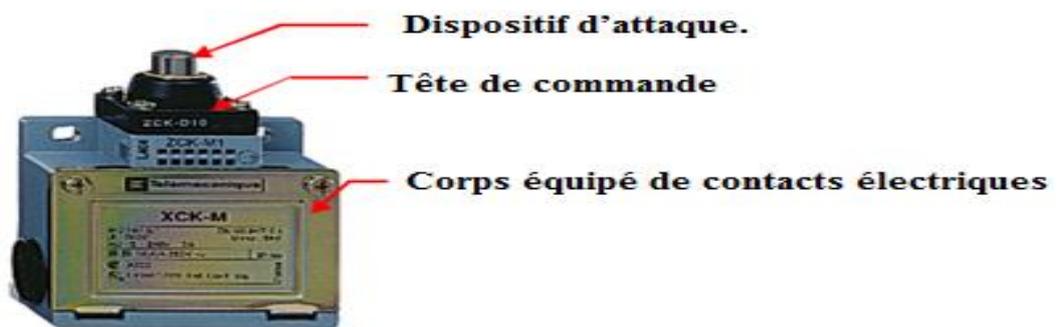
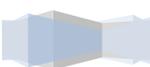


Figure IV-13 : détecteur de présence à action mécanique.

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



Ce sont des commutateurs commandés par le déplacement d'un organe de commande. Lorsqu'ils sont actionnés ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs contacts électriques ou pneumatiques, ce sont des détecteurs TOR.

IV.7.4 Capteurs magnétiques pour vérin

On distingue deux types de capteur magnétique pour vérin :

❖ Capteurs à ampoule REED :

L'ampoule REED ou interrupteur à Lames Souples est constitué de deux ou trois lames ferromagnétiques scellées dans un tube de verre rempli de gaz inerte, qui vont entrer en contact sous l'influence d'un champ magnétique. [11]

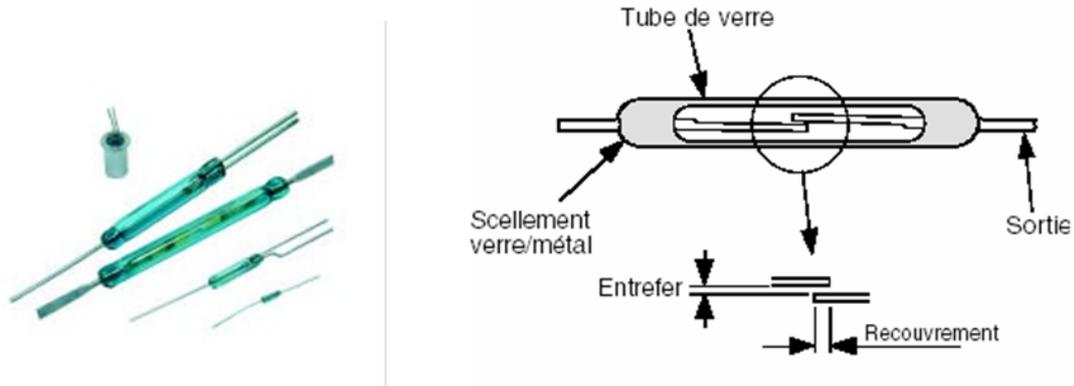


Figure IV-14 : capteur magnétique.

Il existe principalement 2 types d'interrupteurs Reed :

-Forme A : contact normalement ouvert.

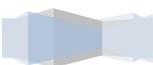
-Forme C : contact inverseur (NO + NF).

❖ Capteurs électroniques

Il existe deux principaux types de capteurs électroniques :

➤ Capteurs à Effet HAL

Son principe est basé sur l'apparition d'une tension électrique sur les parois latérales d'un barreau conducteur lorsqu'il est parcouru par un courant et soumis à un champ perpendiculaire au sens du courant.



La tension qui apparaît appelée « tension de HALL » est directement proportionnelle au champ magnétique et au courant qui circule dans le barreau.

Ces capteurs sont généralement assez sensibles aux variations de température, mais aujourd'hui l'électronique permet de compenser ce défaut.

Il existe plusieurs types de cellules effet HALL intégrant de l'électronique pour une sortie TOUT ou RIEN avec principalement :

- Cellules unipolaires : sensibles à un seul sens de champ magnétique
- Cellules bipolaires : activées « ON » sur un champ magnétique positif et « OFF » sur un champ magnétique négatif.

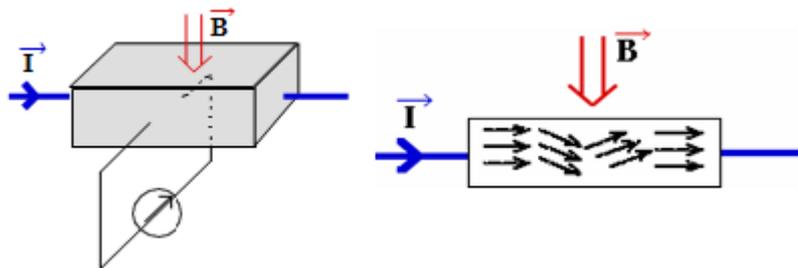


Figure IV-15 : principe de l'effet HALL.

$$V = k.B.I$$

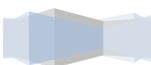
(K = constante de Hall)

➤ Capteurs à Magnéto résistance:

Leur principe est basé sur la variation de résistance électrique d'un matériau en fonction de la direction du champ magnétique qui lui est appliqué.

L'application d'un champ magnétique change la résistivité du matériau. La variation restant faible, pour une bonne détection, il est nécessaire d'avoir un courant assez important.

On retrouve ce genre de capteurs dans le bras coupe film, ou se trouve le vérin de la soudeuse, il s'agit d'un capteur magnétique à effet HALL de marque SICK, son rôle est de détecter la position du vérin de la soudeuse.



IV.8 Eléments pneumatiques de la machine

L'emploi de l'énergie pneumatique permet de réaliser des automatismes avec des composants simples et robustes, notamment dans les milieux hostiles : hautes températures, milieux déflagrants, milieux humide.

La banderoleuse est alimentée en énergie pneumatique avec une pression de 6 bar, à partir de la station de compresseurs à travers un bloqueur qui permet l'isolement de la machine de la ligne d'alimentation pneumatique, l'air doit être propre et sec, l'air humide ou sale peut endommager l'installation et réduire la durée de vie de tous les éléments pneumatique, une unité de conditionnement FLR qui adapte l'énergie pneumatique au système est indispensable. L'alimentation pneumatique contient les dispositifs suivants :

- Robinet (1) ; pour éliminer la pression pneumatique à l'intérieur de la machine.
- Régulateur pression avec filtre et manomètre (2) il règle la pression générale de l'installation pneumatique. Tourner la poignée pour varier les valeurs de pression indiquée sur le manomètre.
- Pressostat (3) il relève la valeur de la pression d'exercice lorsqu'elle descend à la valeur minimale.
- Dispositif démarreur progressif (4) il sert à faire entrer l'air dans l'installation de façon graduelle.
- Valve de décharge rapide : elle sert pour éliminer la pression pneumatique à l'intérieur de la machine en cas d'arrêt d'urgence.

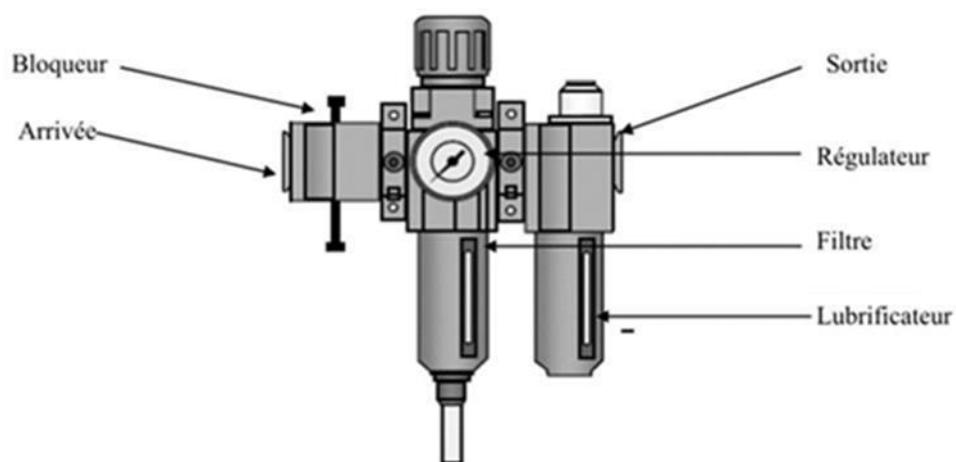
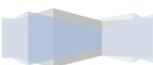


Figure IV-16 : unité de conditionnement FLR.



L'unité filtre lubrificateur régulateur Composition de l'unité Filtre, Régulateur et Lubrificateur (FLR).

- **F** : Un filtre qui sert à assécher l'air et filtre les poussières.
- **R** : Un nano-régulateur qui est utilisé pour régler et réguler la pression de l'air.
- **L** : Un lubrificateur qui sert à éviter la corrosion et améliorer le glissement.

IV.8.1 Distributeur pneumatique

Ce sont des pré-actionneurs, ils sont utilisés pour commuter et contrôler le débit du fluide sous pression, comme des sortes d'aiguillage, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou pneumatique. [10]

Un distributeur classique comprend 5 éléments principaux comme l'indique la figure suivante.

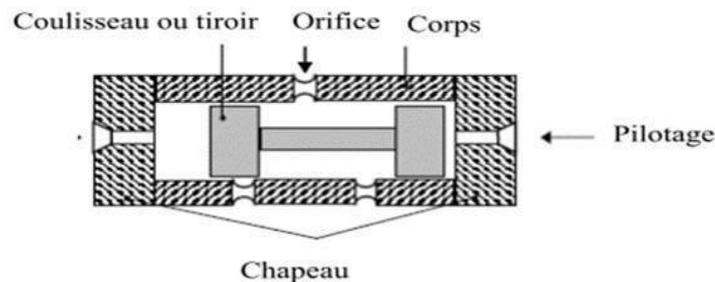


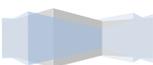
Figure IV-17 Distributeur pneumatique

Les pilotages des distributeurs commandent le déplacement du tiroir en fonction de la consigne opérative issue de la partie commande. Il existe deux types de distributeur.

Distributeur Monostable et Bistable, si le distributeur possède une commande par ressort, il est monostable (ou à simple pilotage), seul la position obtenue grâce au ressort est stable. Si le distributeur possède deux pilotages de même nature, il est bistable (ou à double pilotage), les deux positions sont des positions stables.

Dans notre cas, on utilise un pilotage par commande électrique, il s'agit donc de distributeurs électropneumatiques 5/2 pour commander des vérins à double effet.

Notre machine a besoin de trois distributeurs pour les vérins suivants :



- Vérin du bras coupe film.
- Vérin de la soudeuse film.
- Vérin de la pince.

IV.8.2 Vérins pneumatiques

Les vérins sont des actionneurs linéaires, ils permettent de déplacer de façon linéaire divers mécanismes, les vérins existent en plusieurs configurations.

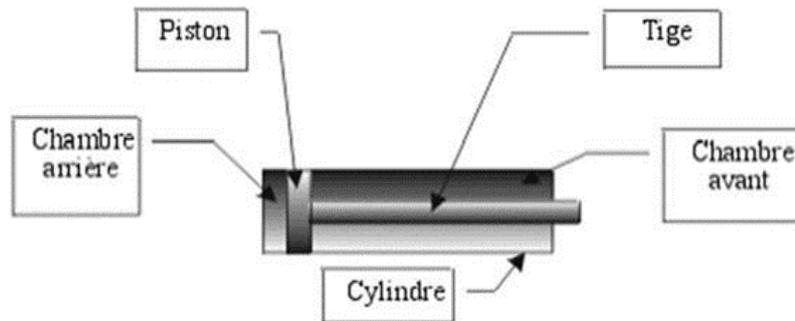


Figure IV-18 Vérin pneumatique

On distingue deux catégories de vérins :

- Les vérins simple effet : ils n'ont qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développent d'effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort en rappel incorporé dans le corps du vérin.
- Les vérins à double effet : contrairement à la version simple effet, ce type de vérin développe une même force à l'aller comme au retour pour produire un travail.

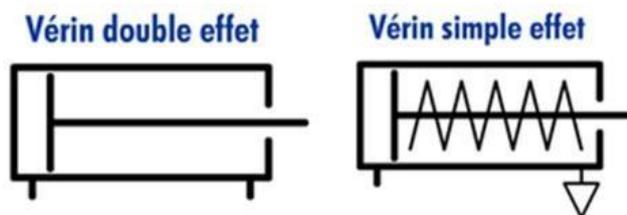
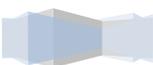


Figure IV-19 Vérin simple et double effet

Les vérins sont constitués d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel coulisse un ensemble tige-piston. On distingue donc deux chambres:

- La chambre arrière est la partie du cylindre ne contenant pas la tige du vérin.
- La chambre avant est la partie du cylindre contenant la tige du vérin.



IV.9 Armoire électrique

L'armoire électrique contient tous les équipements électriques nécessaires au bon fonctionnement et à la protection de la banderoleuse, tels que les sectionneurs, disjoncteurs, contacteurs, relais...etc. La figure suivante représente l'armoire électrique de la banderoleuse :

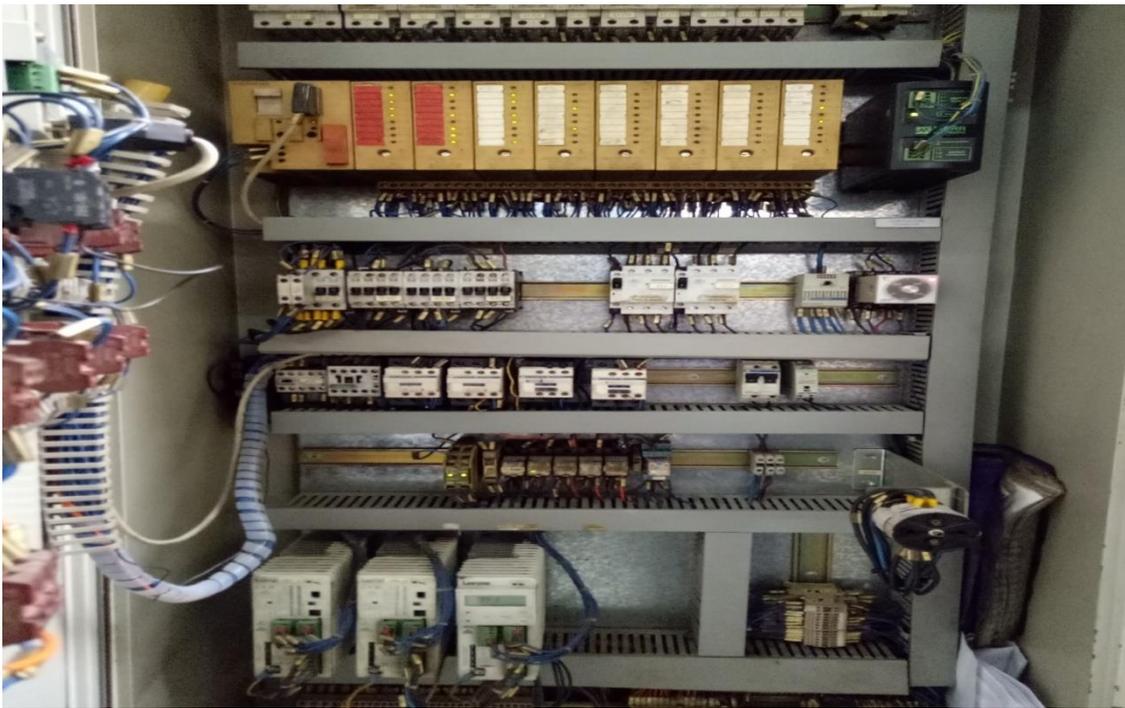
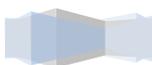


Figure IV-20 : armoire électrique de la machine.

On distingue trois types d'équipements:

- ❖ Equipements d'alimentation :
 - L'alimentation venant du réseau.
 - Un transformateur qui alimente l'automate en 115V et 24V.
 - Un switch power supply : alimentation stabilisée en 24V.

- ❖ Equipement de commande :
 - L'automate S5-100U qui gère l'ensemble du fonctionnement



- Un régulateur de température de la soudeuse.
- Trois variateurs de vitesse.
- Contacteurs

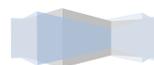
❖ Equipement de protection :

- Disjoncteurs ;
- Relais thermiques.

IV.9.1 Pupitre de control

Sur la partie avant du tableau électrique, on trouve un pupitre contenant toutes les commandes nécessaires au contrôle et à la gestion des différents modes de fonctionnements de la banderoleuse, qui sont comme suit :

- Commandes manuelles : boutons poussoirs noirs, en pressant les boutons poussoir la machine peut exécuter plusieurs mouvements, choisis par le sélecteur à Switch.
- Auto-main-porte : sélecteur à clef à trois positions fixes, extraction de la clef sur chaque position. Pour sélectionner le mode automatique ou les commandes manuelles ou des blocages de la serrure électrique de la commande de la porte d'accès.
- Interrupteur général marche arrêt : activer ou désactiver l'alimentation général de la machine.
- Bouton poussoir RESET : appuyer sur ce bouton à la mise en marche de la machine et après un arrêt d'urgence.
- Sélecteur By-Pass : réinitialiser les barrages si ils sont intervenus, tourner sur 0 : barrage habilité, tourner sur 1 : réinitialiser les barrages.
- Démarrage cycle : bouton poussoir vert, en appuyant sur ce bouton avec le sélecteur modal en mode automatique le cycle démarre. Maintenir le bouton pressé jusqu'au moment où le signal acoustique s'arrête. L'allumage de la lampe verte indique que la machine est en cycle automatique.
- Arrêt cycle: bouton poussoir noir en appuyant sur le bouton le cycle automatique s'arrête. Si la machine est en cycle de banderolage le bras tournant s'arrête au point mort après un certain temps en position casuelle.
- Arrêt d'urgence: bouton poussoir rouge en champignon à accrochage mécanique, avec déclanchement par rotation, il arrête toutes les fonctions de la machine.
- Pas spirale: potentiomètre à dix tours avec verrouillage mécanique, il permet de varier la vitesse du moteur actionnant le chariot porte bobine.



- Etirage film: potentiomètre à dix tours avec verrouillage mécanique, il permet de varier la vitesse du moteur actionnant l'ensemble de pré-étirage du film.

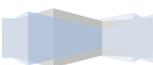


Figure IV-21 Pupitre de contrôle de la machine.

IV.9.2 Mode de fonctionnement de la machine

On peut résumer le fonctionnement de la banderoleuse en quatre phases principales :

- Phase1: Transfère de la palette dans la zone de banderolage au centre de la machine, par l'intermédiaire du groupe transporteur (convoyeur d'entrée).
- Phase2 : Le chariot porte-bobine tourne autour de l'axe de la palette chargée en la banderolant sur toute la hauteur. Des capteurs contrôlent la montée, la descente et la rotation du bras au tour de la palette.
- Phase 3 : A la fin du banderolage, le groupe pince bloque le film ensuite, le bras coupe film effectue la coupe avec le dispositif prévu à cet effet.
- Phase 4 : Le groupe transporteur transfère la palette dans la zone de sortie et transporte en même temps la palette suivante dans la zone de banderolage. Cette phase est toujours contrôlée par le système intégré dans le cycle.



Le démarrage et l'arrêt peuvent être effectués de différentes manières en fonction de l'état opérationnel de la machine.

IV.9.2.1 Séquences du cycle automatique

Pour démarrer le cycle automatique en toute sécurité, il faut suivre les étapes suivantes :

- 1- Mettre l'interrupteur général sur marche
- 2- Tourner le sélecteur « Aut/Man » sur la position manuel.
- 3- Appuyer sur le bouton « Marche moteur ».
- 4- Appuyer sur « RESET », la machine se met avec tous les groupes opérateurs en début de cycle.
- 5- Mettre la bobine de film sur le chariot porte bobine.
- 6- Bloquer le film dans la pince.
- 7- Tourner le sélecteur « Aut/Man » sur automatique
- 8- Appuyer sur le bouton « Marche moteur » jusqu'à ce que le signal sonore de démarrage du cycle s'interrompe.
 - La palette avance sur le transporteur : La photocellule ou le micro-interrupteur du transporteur arrête la palette dans la position centrale de banderolage.
 - Banderolage à la base de la palette chargée : Le premier tour du bras de rotation se fait à vitesse lente pour augmenter ensuite jusqu'à atteindre la vitesse de régime. À la fin du deuxième tour de banderolage, on a l'ouverture de la pince de préhension du film. L'extrémité de film laissée libre est assujettie par les spirales successives du film.
 - Banderolage en spirale de la palette chargée : Une fois terminés les tours programmés à la base de la palette, le chariot porte-bobine commence à monter, ce qui permet le banderolage en spirale de la palette. En faisant varier la vitesse du chariot, on obtient des banderolages plus ou moins superposés entre eux.
 - Banderolage à l'extrémité de la palette chargée : La montée du chariot s'arrête quand la photocellule ne détecte plus la palette chargée. Le chariot effectue les tours de banderolage programmés.
 - Banderolage en spirale de la palette chargée (en descente) : Le chariot porte-bobine commence à descendre, ce qui permet le banderolage en spirale de la palette. Quand le chariot atteint la limite inférieure, le bras s'arrête après s'être mis à la vitesse lente.
 - Phase de coupe du film : La coupe du film se fait en aval de la pince.



- Soudure de l'extrémité du film : Après 5 seconde de la sortie du bras coupe film, le vérin de la soudeuse s'enclenche et colle le film sur la palette.

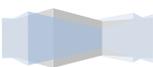
IV.9.2.2 Séquence du cycle manuel:

Procéder de la façon suivante :

- 1- sélectionner le « cycle manuel ».
- 2- sélectionner, grâce au clavier, la fonction souhaitée.
- 3- Appuyer sur le bouton « exécution manœuvre ». Le cycle manuel s'active et tous les groupes s'arrêtent dans les fins de course respective.

IV.10 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté la description de la banderoleuse et tous ses équipements principaux ainsi que le rôle de chaque un, on a aussi décrit le principe de fonctionnement et les différents cycles de la machine.



V. Chapitre III : PROGRAMMATION ET SUPERVISION

V.1 Introduction

Avec la progression continue de la technologie, les critères demandés ne s'arrêtent pas uniquement à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité ou la diminution des coûts de production, mais concernent aussi l'amélioration des conditions de travail, l'accroissement de la sécurité et la suppression des tâches pénibles et répétitives.

Après une description générale des systèmes automatisés, nous allons entamer dans ce chapitre, l'explication des différentes étapes nécessaires à la création du programme.

La réalisation d'un grafcet nous facilitera la création du programme et son implantation sur le logiciel TIA Portal, ainsi que la supervision offerte à ces systèmes.

V.2 Automatisation

L'automatisation d'une production se base sur l'utilisation des automates programmables, elle consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques. Les modifications sont aisément réalisées par programmation et l'on peut obtenir des fonctionnements très différents dans un même programme prenant en compte des impératifs de processus industriels. [12]

V.3 Objectif de l'automatisation

L'automatisation permet :

- d'accroître la productivité du système, c'est-à-dire, augmenter la quantité de produits fabriqués pendant une durée donnée.
- d'éliminer certaines tâches manuelles fatigantes et répétitives.
- d'améliorer la qualité du produit.
- d'assurer la sécurité.

V.4 Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et partie commande. Ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et près-actionneurs comme le montre la figure suivante. [12]



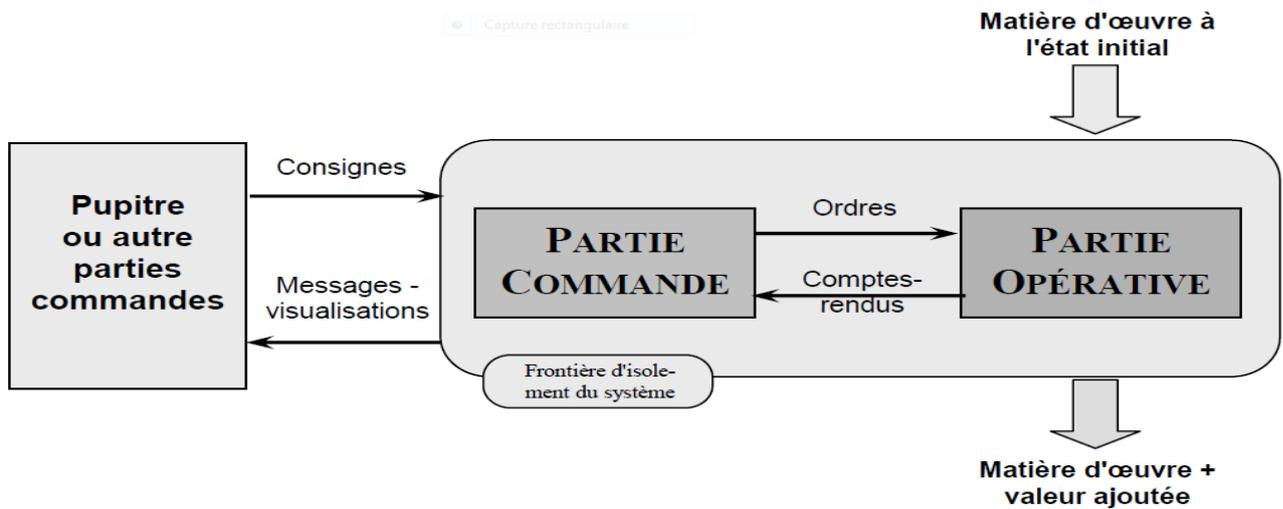


Figure V-1 Structure d'un système automatisé

V.5 Langage de programmation pour API

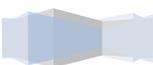
Chaque automate possède son propre jeu d'instructions. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle de programmation répondant à la norme CEI11313. [13]

Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

V.5.1 Langage LD (Ladder Diagram)

Le langage LD est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation.

Exemple :



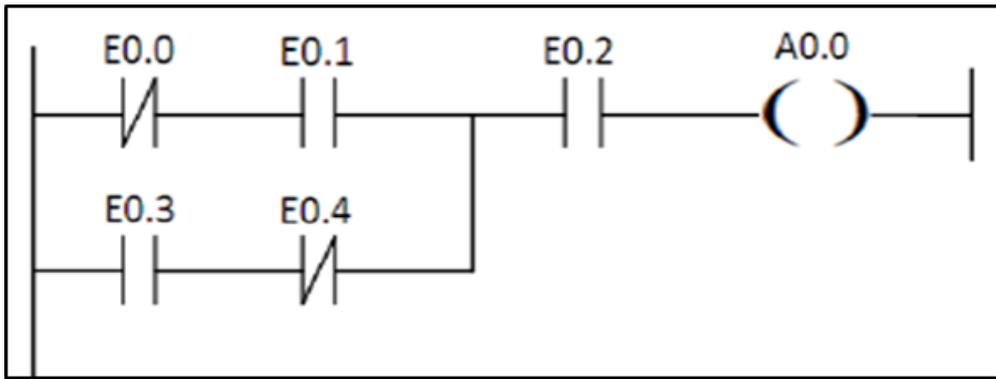


Figure V-2 Exemple de langage ladder (LD)

V.5.2 Le langage IL (Instruction List)

Un langage IL est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant.

Une liste d'instructions. Est un programme IL, Chaque instruction doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes, séparés par des virgules (','). Une étiquette suivie de deux points (':') peut précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier élément de la ligne. Des lignes vides peuvent être insérées entre des instructions.

V.5.3 Le langage logigramme

C'est une représentation à l'aide de portes logiques (portes *OU*, *ET*...etc.).

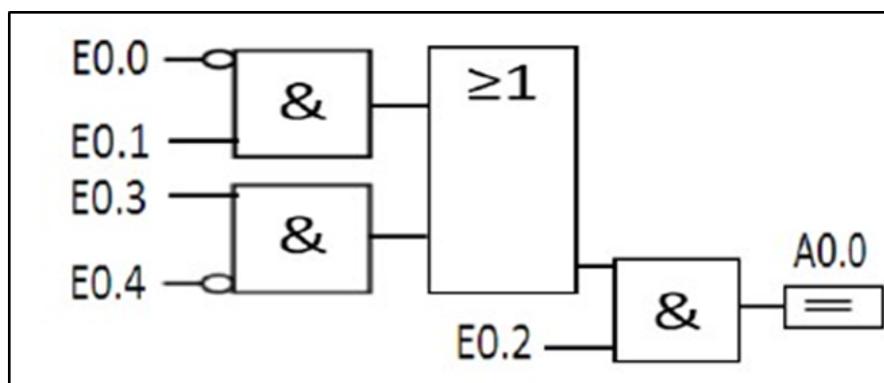
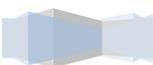


Figure V-3 Exemple de langage logigramme.



V.5.4 Le langage ST (Structured Text) :

Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage grafcet.

Un programme ST est une suite d'énoncés. Chaque énoncé est terminé par un point-virgule (« ; »). Les noms utilisés dans le code source (identificateurs de variables, constantes, mots clés du langage...) sont délimités par des séparateurs passifs ou des séparateurs actifs, qui ont un rôle d'opérateur. Des commentaires peuvent être librement insérés dans la programmation. [8]

V.5.5 Le langage GRAFCET

Le Grafcet (Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition) est créé en 1977 par un groupe de travail l'AF CET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique). C'est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel en tout ou rien. . C'est tout d'abord un outil graphique puissant directement exploitable. Il est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché. Il comprend:

- Des étapes associées à des actions,
- Des transitions associées à des réceptivités,
- Des liaisons orientées reliant étapes et transitions.

V.6 Les étapes

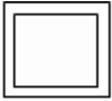
L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. Elle possède deux états possibles:

Active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape i , repérée numériquement possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i . Cette variable est une variable booléenne valant

1 si l'étape est active, 0 sinon.



V.6.1 Etape initiale



Etape initiale

Elle représente le système à l'état de repos initial. Elle est activée au début du cycle.

V.6.2 Etape :



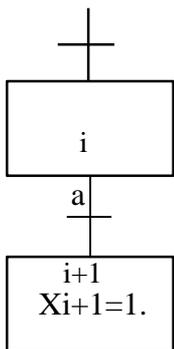
A chaque étape est associée une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie Opérative ou vers d'autres Grafset.

V.7 Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie.

IV.7.1 Règle : si l'étape i est inactive, $X_i = 0$, la transition initiale (Tri) est sans effet. Cependant, attention, valider sans raison une transition peut avoir des conséquences graves, perturbant le cycle dans certains cas.



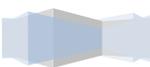
Si l'étape i est active, $X_i = 1$, la transition a est validée, alors :

Si $a = 0$, alors attente ;

Si $a = 1$, alors l'étape i est validée $X_i = 0$ et l'étape suivante $i+1$ est activée

V.8 Les liaisons orientées

Une liaison orientée est le lien qui lie une étape à une transition ou l'inverse. Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical. Les liaisons orientées



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

V.9 Notation des entrées/sorties

Lors de l'établissement du Grafcet de spécification de niveau 1, on utilise des noms explicites pour les entrées du système modélisé ainsi que pour les sorties. Lors du passage au Grafcet de réalisation de niveau 2, on utilise plutôt des noms logiques : E_i pour les entrées et S_i pour les sorties.

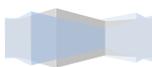
V.10 Les actions

L'action associée à l'étape peut être de 3 types : continue, conditionnelle ou mémorisée.

- Action continue : La ou les sorties correspondant à l'ordre a sont mises à 1 tant que l'étape associée est active. Lorsque l'étape devient inactive, la ou les sorties sont mises à 0.
- Action conditionnelle : Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elles peuvent être décomposées en 3 cas particuliers :
 - Action conditionnelle simple : Type C (Condition)
 - Action retardé : Type D (Delay)
 - Action limitée dans le temps : Type L (limité)
 - Action mémorisée : On peut ainsi donner l'équation d'un ordre a en fonction des états des étapes, des conditions éventuelles et du temps.

V.11 Les réceptivités

Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une fonction booléenne calculée à partir des entrées du graphe, des états des étapes ou des temporisations. Une réceptivité est donc écrite en utilisant les opérateurs ET, OU, NON et front. Le front montant ou descendant d'une variable permet de situer dans le temps le changement de valeur de ce capteur. On les note respectivement E et \bar{E} . Les fronts ne sont à 1 que durant un délai, qui correspond au temps de prise en compte de l'évènement, c'est à dire le temps de franchissement d'une transition.



V.12 Les temporisations

Les temporisations sont des variables booléennes qui permettent une prise en compte du temps.

Pour écrire ces temporisations, on fait appel à un opérateur normalisé " $t1/Ei/t2$ " (CEI/IEC 617-12). Cet opérateur sert de base à la notation utilisée en GRAFCET.

Les temporisations utilisées en GRAFCET font référence aux variables d'étapes et donc s'écrivent sous la forme " $t1/Ei/t2$ " (alors $t1$ désigne le retard apporté au changement de l'état inactif à l'état actif de l'étape i , et $t2$ désigne le retard apporté au changement de l'état actif à l'état inactif de l'étape i). Il est important de noter que :

L'étape i doit être active pendant un temps supérieur ou égal à $t1$ pour que " $t1/Ei/t2$ " puisse passer à l'état vrai.

Si $t1 = 0$, on note " $Ei/t2$ ", Si $t2 = 0$ on note " $t1/Ei$ ". Il faut préciser l'unité de temps à laquelle on fait référence.

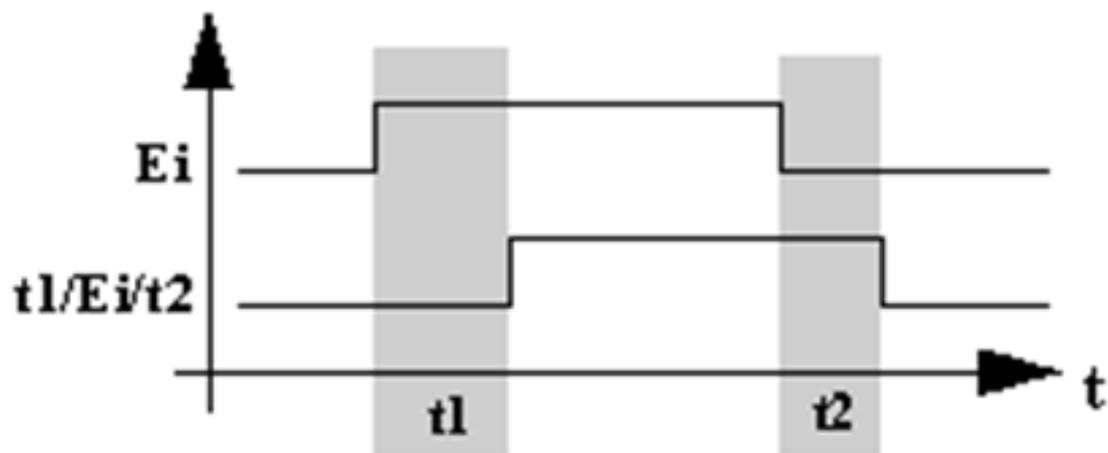


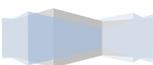
Figure V-4 : Temporisation.

V.13 Elaboration du GRAFCET de la banderoleuse

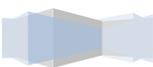
Avant d'élaborer le GRAFCET, il est important de définir le cahier des charges qui représente les exigences et les conditions de fonctionnement.

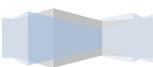
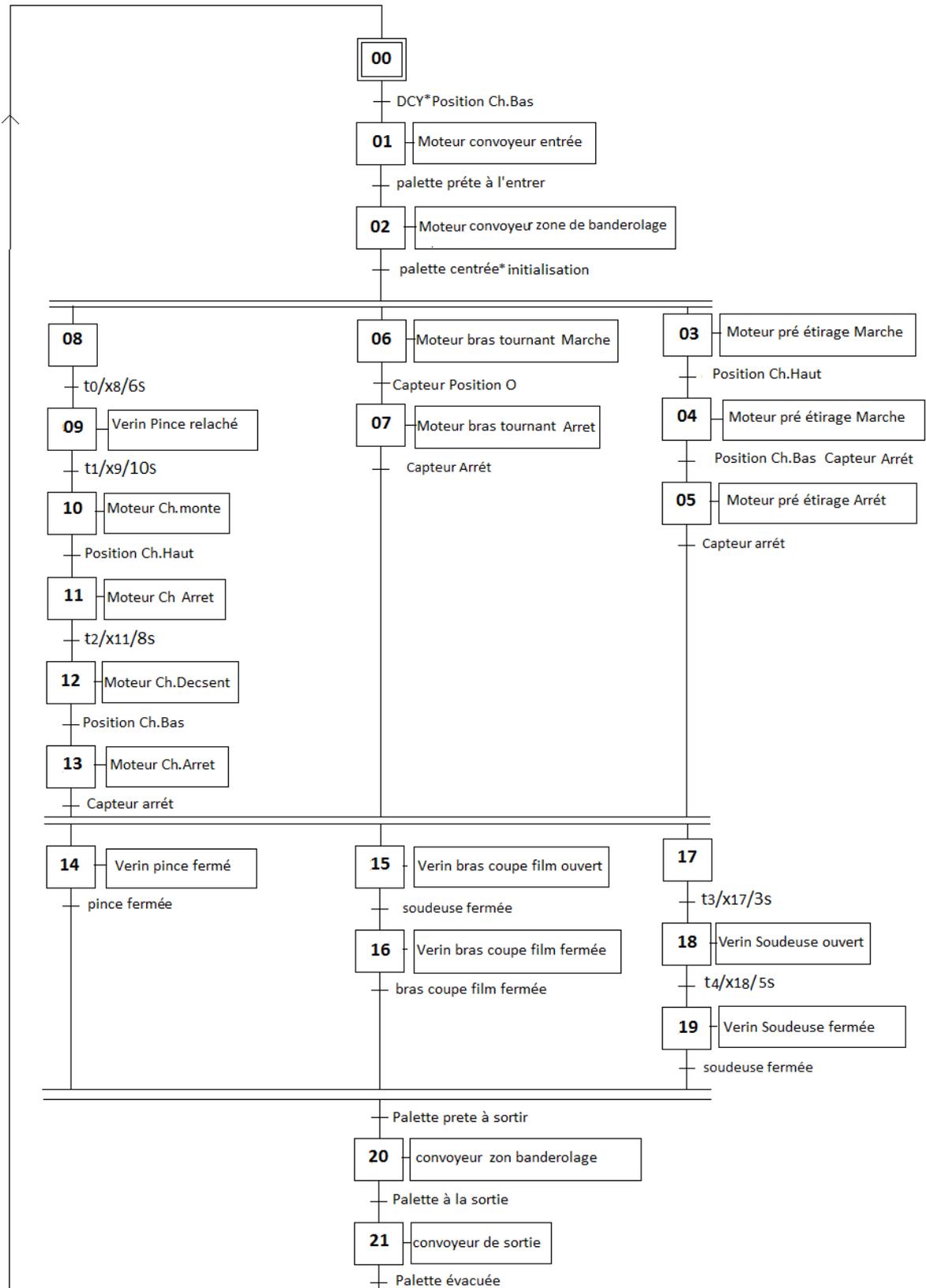
V.13.1 Le cahier des charges

- Le convoyeur d'entrée transporte la palette dans la zone de banderolage à l'aide de la phot cellule de centrage



- L'extrémité du film étant coincée par la pince, le bras tournant commence la rotation en même temps, le moteur de pré-étirage déroule le film en gardant une certaine tension et bandrole la base de la palette.
- Après 6s, la pince relâche le film.
- Après 10s le chariot porte bobine commence à monter à une vitesse constante, la photocellule détecte la hauteur de la palette, le chariot porte bobine s'arrête.
- Après 8s en haut de la palette, le chariot porte bobine commence à descendre, jusqu'à ce qu'il arrive à la base de la palette, un fin de course arrête la descente du chariot porte bobine.
- Arrivé en bas le bras tournant effectue un tour et s'arrête à la position initiale, en même temps le moteur de pré-étirage s'arrête.
- Quand le bras s'arrête, un capteur commande l'ouverture du bras coupe film, en même temps la pince se referme et retient le film.
- Le bras coupe film effectue la coupe en aval de la pince, 5s de l'ouverture du bras coupe film le vérin de la soudeuse s'actionne pour souder le film sur la palette.
- Le convoyeur transporte la palette vers la zone de sortie.
- Le convoyeur de sortie transporte la palette dans la zone de déchargement.
- Lorsque la palette est évacuée, une autre entre dans la zone de banderolage, et le cycle se répète.





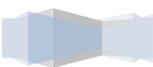
V.14 Le logiciel TIA portal

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WINCC. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et gestion de projet ;
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- La création des programmes ;
- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles ;
- Le teste de l'installation d'automatisation ;
- Le diagnostic lors des perturbations des installations.

En démarrant le logiciel TIA portal, une fenêtre s'ouvre qui offre la vue du portail, qui fournit une vue d'ensemble du projet et un accès aux outils qui permettent de l'élaborer. Vous pouvez trouver rapidement ce que vous souhaitez faire, et appeler l'outil qui servira à accomplir la tâche voulue. [14]

La figure suivante représente la vue du portail :



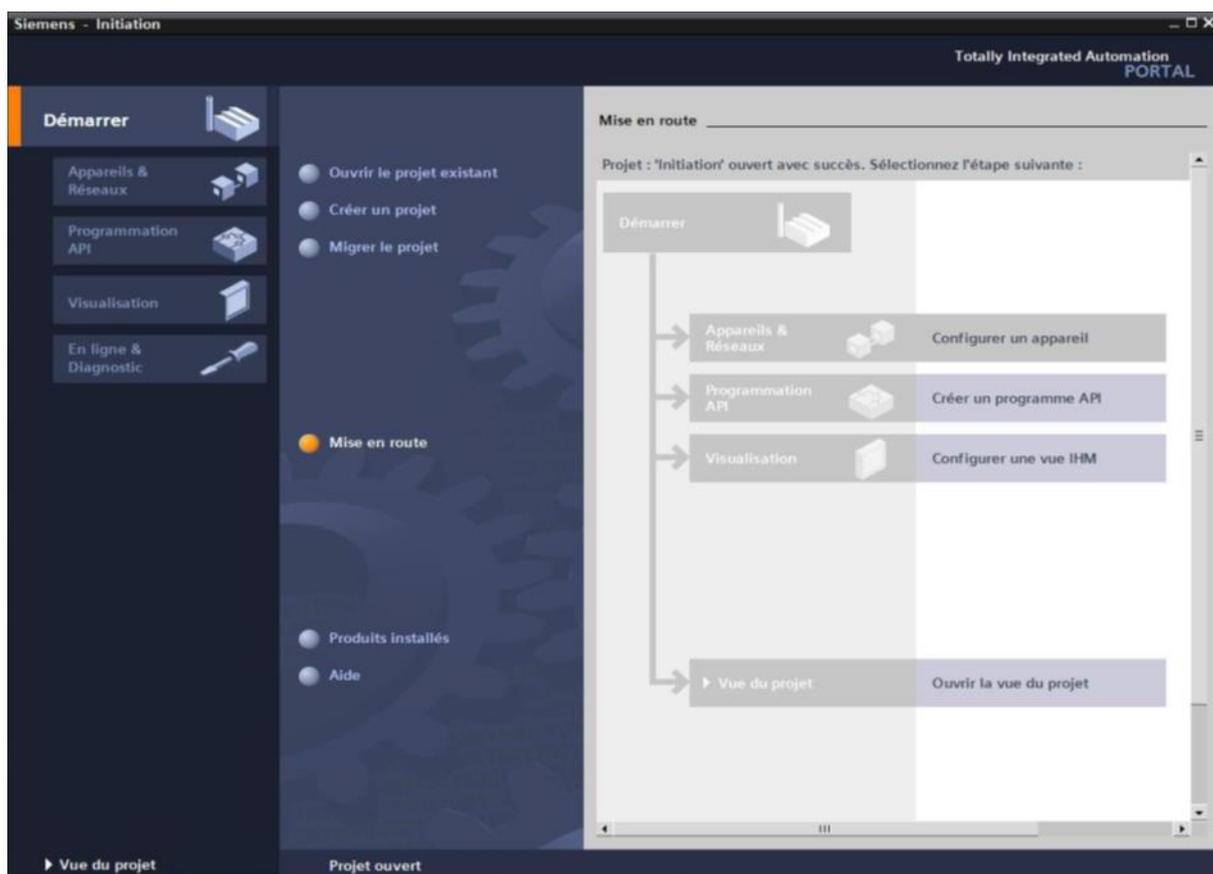
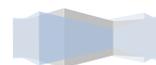


Figure V-5 Vue globale du portail

V.15 Etapes de réalisation du programme

Voici les points qui résument le déroulement réel de la réalisation du programme, que nous avons pu créer:

1. La liste des entrées/sorties ;
2. La conception de l'architecture de contrôle ;
3. La création de la table des variables ;
4. La création et programmation des blocs FC et DB ;
5. L'ajout de nouveau type de données ;
6. Le traitement des grandeurs analogiques ;
7. le réglage des alarmes ;
8. Le traitement du programme de tous les actionneurs ;
9. Les blocs de traitement (moteur, analogique, banderoleuse ...) sont appelés par d'autres blocs afin de créer le programme principal.



V.16 Configuration et paramétrage du matériel (partie hardware)

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail, en choisissant l'automate et tous les modules dont on aura besoin, et à la fin en pourra choisir l'interface homme/machine IHM qu'il nous faut.

Les programmes pour SIMATIC S7-1200 sont gérés sous forme de projets. Nous allons maintenant créer un nouveau projet via la vue portail (**Créer un projet**).

Après avoir créé un nouveau projet, nous devons choisir l'automate à utiliser en cliquant sur (**Ajouter un appareil**), une fenêtre s'ouvre sur laquelle on trouve les différents automates disponibles, dans notre cas nous allons choisir le S7-1200. En cliquant sur SIMATIC S7-1200, plusieurs CPU vont apparaître et nous choisiront la CPU 1214C DC/DC.

La figure suivante représente la CPU choisie et les différents modules d'entrée sortie ramenés depuis le catalogue du matériel

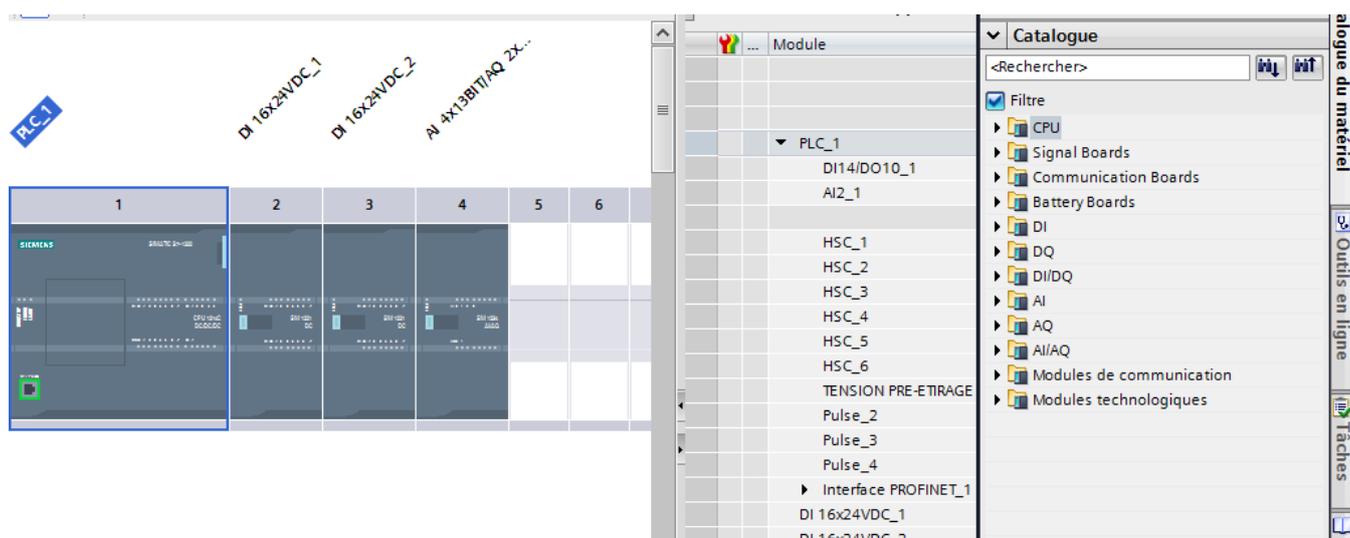


Figure V-6 Présentation de l'API et des modules entrées/sorties

V.17 Création de la table des variables (partie software)

Dans tout le programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des variables est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et surtout plus facile à manipuler.

Après avoir recensé les entrées et sorties caractérisant notre système. On édite la table des variables en respectant notre cahier de charges.

Toutes données traitées par l'automate possèdent :



- Une direction : Entrée, sortie ou interne.
- Un format : Bit, octet, mot, double mot ...etc.
- Une adresse : chiffre indiquant la position de la donnée dans le plan mémoire de l'API.

La syntaxe pour toute donnée est : %Direction, Format, Adresse.

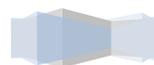
- Une entrée : est une valeur provenant de la PO, qui est lue par le programme chargé dans l'API, elle est notée (%I.x.x), elle peut être un capteur, détecteur, bouton poussoir ...etc.
- Une sortie : est une donnée destinée à la PO, dont la valeur est fixée par l'API, elle est notée (%Q.x.x), elle peut être un voyant lumineux, une commande d'un contacteur ...etc.
- Une variable interne : qu'on appelle memento est une donnée qui n'est pas physiquement connectée à la PO, mais une information gérée par le programme chargé dans l'API, elle peut être une valeur d'un compteur, une temporisation...etc. Elle est notée (%M.x.x).

V.18 Programmation de l'automate

Après avoir créé la table des variables et ajouter de nouveau type de données, on choisit le langage sur lequel on va programmer nos blocs, pour cela nous avons Choisi le langage à contact et les blocs fonctionnels, la programmation de ces derniers se fait du sous-bloc vers le bloc principal. Ainsi nous allons commencer par le traitement des grandeurs analogiques, après la gestion des moteurs, la gestion de l'état des différents éléments de la machine, création des blocs de données globaux, et enfin faire appel à ces derniers vers les blocs FC principaux.

V.19 Les blocs de programme

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



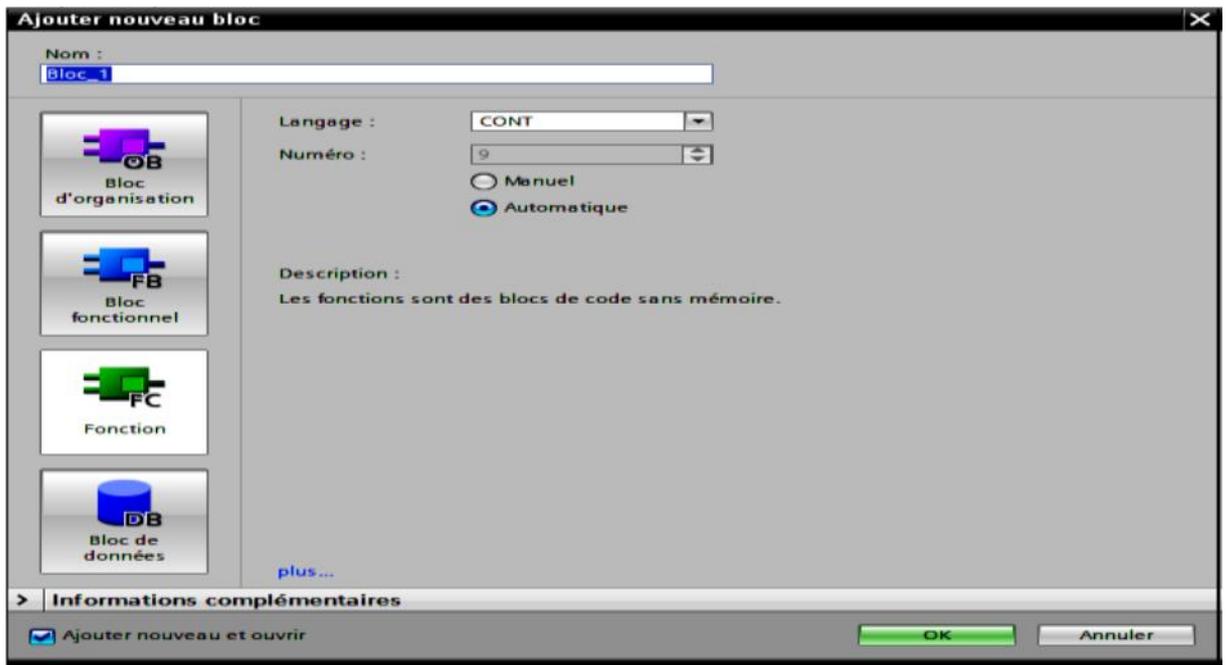


Figure V-7 : Les différents blocs de programme.

V.19.1 Les blocs d'organisation OB

Ils sont appelés par le système d'exploitation. On distingue plusieurs types :

1. Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques ;
2. Ceux qui sont déclenchés par un événement ;
3. Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable ainsi que les blocs qui traitent les erreurs.

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



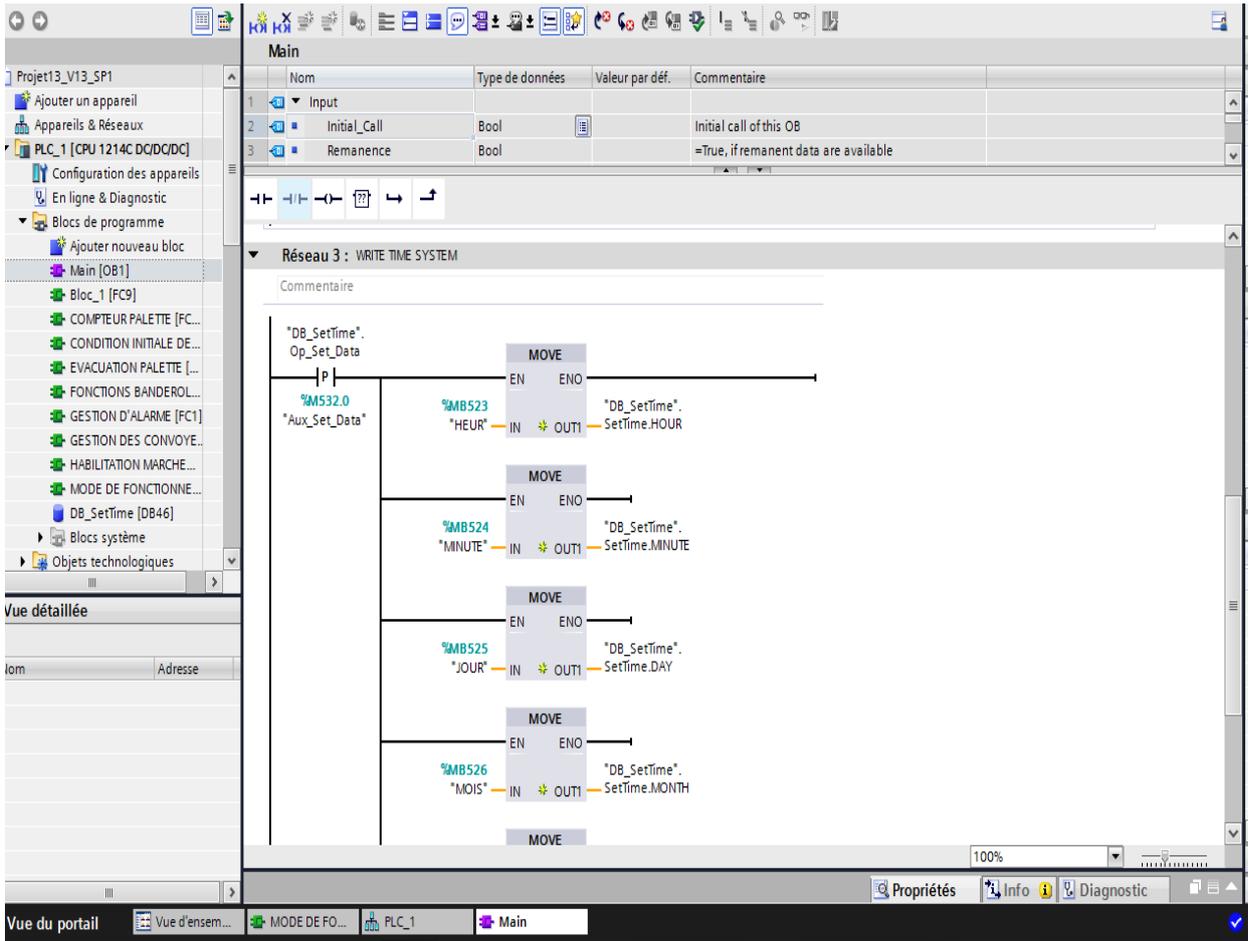
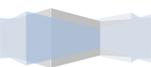


Figure V-8 : Bloc d’organisation(OB).

V.19.2 Les blocs fonctionnels (FB)

Ce sont des blocs programmés par l'utilisateur lui-même, et exécuté par les blocs de code.

Un bloc de données d'instance lui est associé (qui constitue sa mémoire), où les variables et les paramètres sont stockés.



The screenshot shows the configuration of a data block named 'DB_SetTime'. The table below represents the data shown in the software interface.

Nom	Type de données	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Visible da...	Valeur de ...	Commentaire
Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Op_Set_Data	Bool	FALSE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ReadTime	DTL	DTL#2016-11-...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SetTime	DTL	DTL#1970-01-01-...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure V-9 : Bloc fonctionnel (FB).

V.19.3 Les blocs de fonctions (FC)

Le bloc de fonction FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Ce sont des blocs de code sans mémoire, ils sauvegardent leurs variables temporaires dans la pile de données locale. Les valeurs de ces variables sont perdues après l'exécution et l'achèvement de la fonction. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ces données.



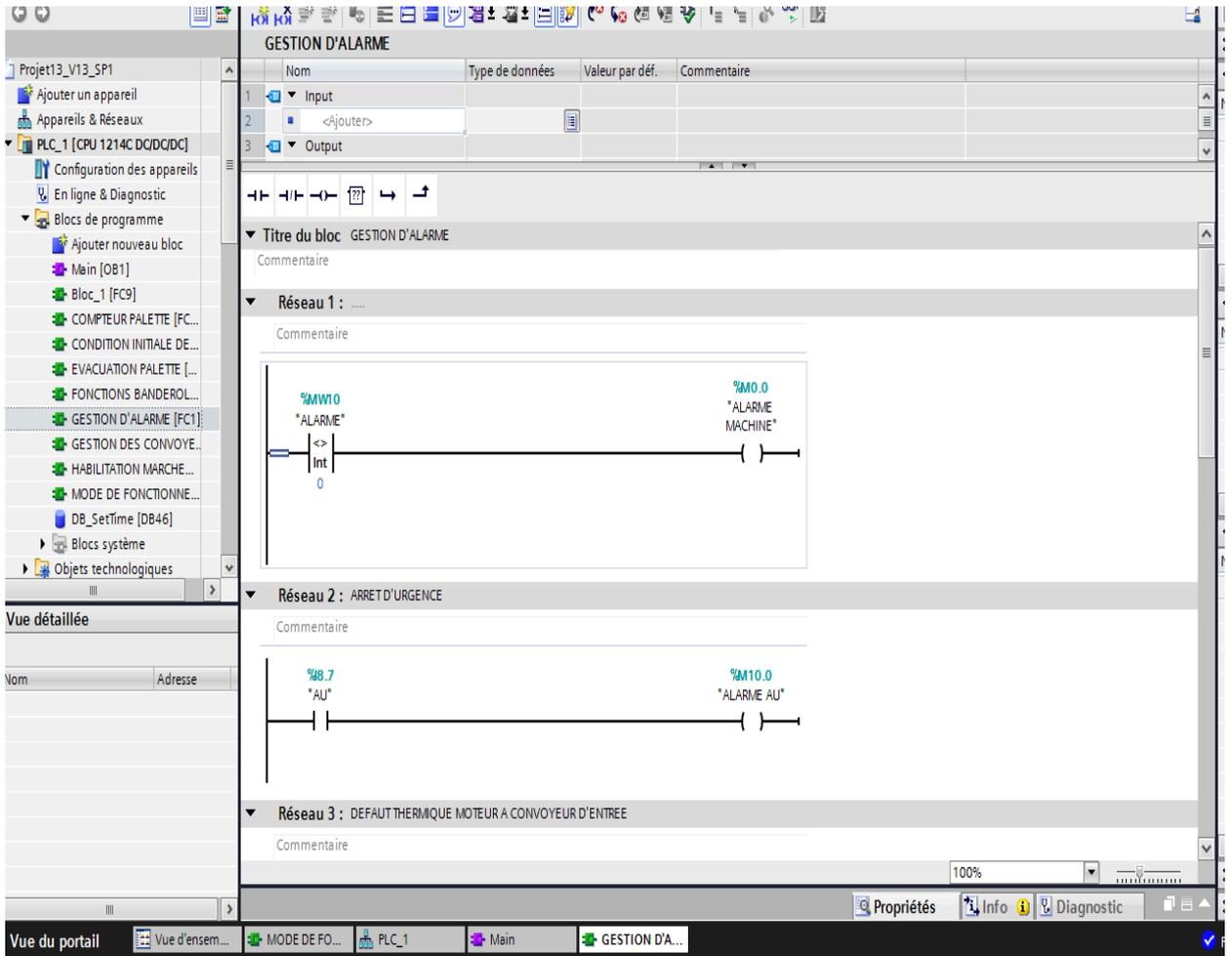
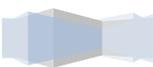


Figure V-10 : Bloc de fonction (FC).

V.19.4 Les blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données (ne contient pas d'instruction comme des blocs de code). Les données utilisateur stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.



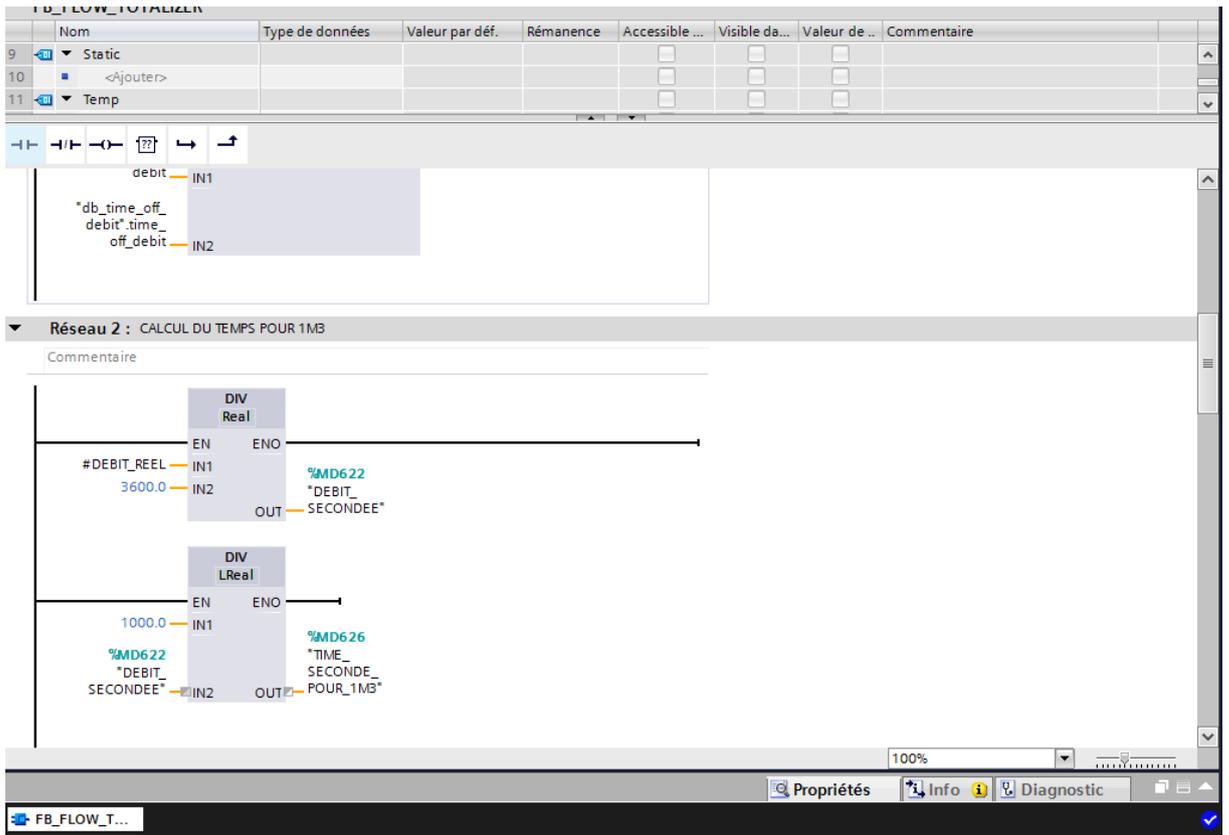


Figure V-11 : Bloc de donnée (DB).

V.20 Traitement des grandeurs analogiques

La transformation d'une valeur analogique en vue d'un traitement dans un API est la même pour les entrées et les sorties analogiques. La grandeur mesurée par le capteur sous forme d'un signal électrique sera codée en signal numérique. Les plages de valeurs numérisées sont les suivantes :

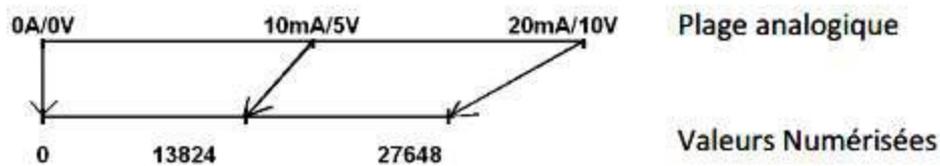
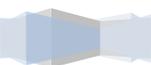


Figure V-12 : mise en échelle.

Ces valeurs numérisées doivent souvent être normalisées par un traitement dans l'API, pour



Cela afin de faire la conversion des entrées analogiques en vue de leur traitement dans l'API, nous avons créé le bloc suivant :

V.20.1 Supervision du fonctionnement

Le système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus. Son but est de présenter à l'opérateur les valeurs et les résultats des différentes grandeurs utilisées dans les processus industriels.

Dans notre cas une fois le pupitre est mis sous réseau, il permet :

- La visualisation du fonctionnement automatique et manuel des différents groupes.
- La détection des défauts via l'affichage des alarmes.
- La visualisation des données de production.
- Le contrôle manuel sur les différents groupes.

V.20.2 Critères de choix de l'interface IHM

Une interface homme machine doit toujours répondre à des critères spécifiques :

- Souplesse et robustesse ;
- l'outil doit rendre le comportement du système prévisible ;
- il doit diminuer le temps de recherche d'une information ;
- facilite la prise d'informations.

Dans notre projet, nous avons opté pour une IHM (interface homme machine) de type PC générale c'est l'outil qui joint l'automate à l'opérateur, elle est considérée comme étant l'ensemble des dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique. Et elle est dotée d'une interface Industriel Ethernet avec laquelle le PC et l'automate vont pouvoir communiquer.

V.20.3 Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir préalablement pris connaissance des éléments de la centrale automatisée, ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

L'interface de supervision IHM est réalisée sous TIA Portal.



V.20.4 Win CC sur TIA portal

Win CC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation.

Le SIMATIC Win CC dans le TIA Portal fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

C'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.

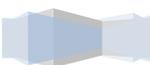
V.20.5 Conduite réalisation de la supervision

Voici les points qui résument le déroulement de la réalisation de la supervision :

- La configuration et le paramétrage du matériel ;
- La création de la table des variables IHM ;
- La création des vues ;
- La conception de l'architecture des vue ;
- Etablissement d'une liaison directe entre les outils de supervision ;
- Compilation et Simulation.

V.20.6 Configuration et paramétrage du matériel

La figure ci-dessous est une représentation de la vue d'ajout d'une IHM



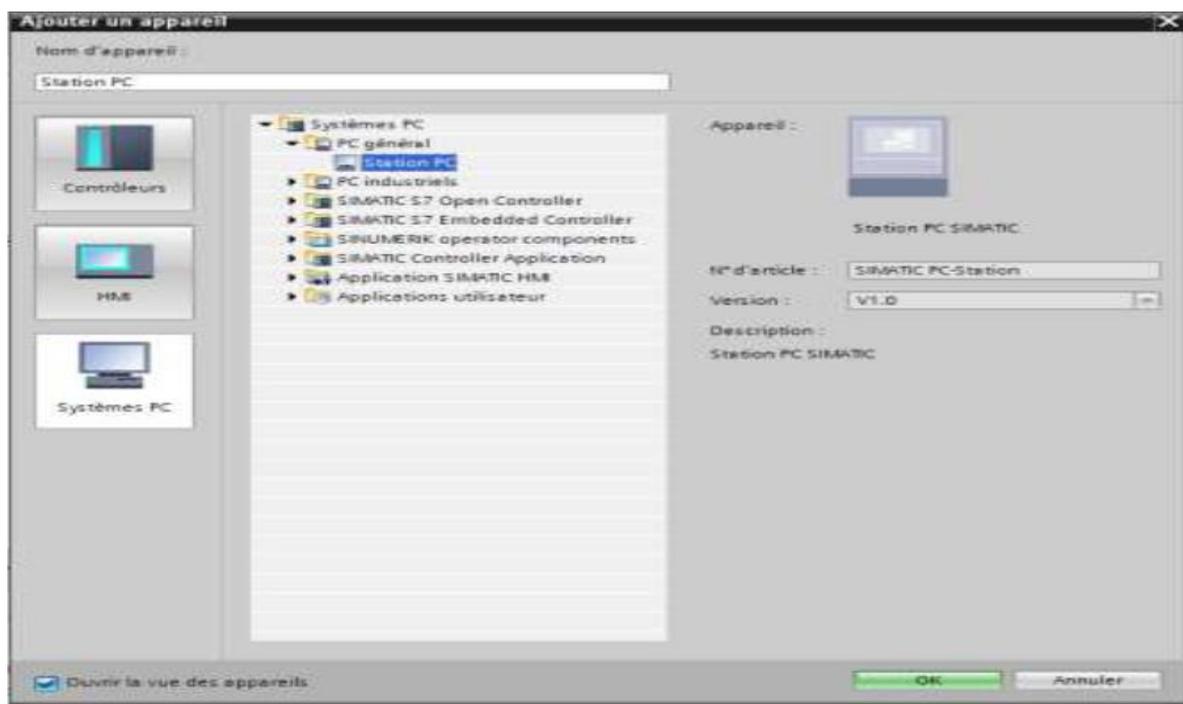


Figure V-13 : Vue sélection de l'IHM.

Après avoir choisie l'interface sur laquelle nous avant devoir réaliser la supervision en doit d'abord ce familiarisé avec le logiciel de supervision WinCC Run time Advanced, ensuite passer à la mise en œuvre du cette dernière.

V.20.7 Création des vues

Une vue peut être composée d'éléments statiques (texte), et d'éléments dynamiques qui varient en fonction de la procédure. Ils indiquent les valeurs du processus actuelles à partir de la mémoire de l'automate. Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues, la fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues des processus. Pour la création des vues, nous avons planifiés la structure de la représentation de la banderoleuse, le nombre de vues nécessaires ainsi que leur hiérarchie.

Dans ce qui suit nous allons détailler l'ensemble des vues qui constituent notre solution de supervision.



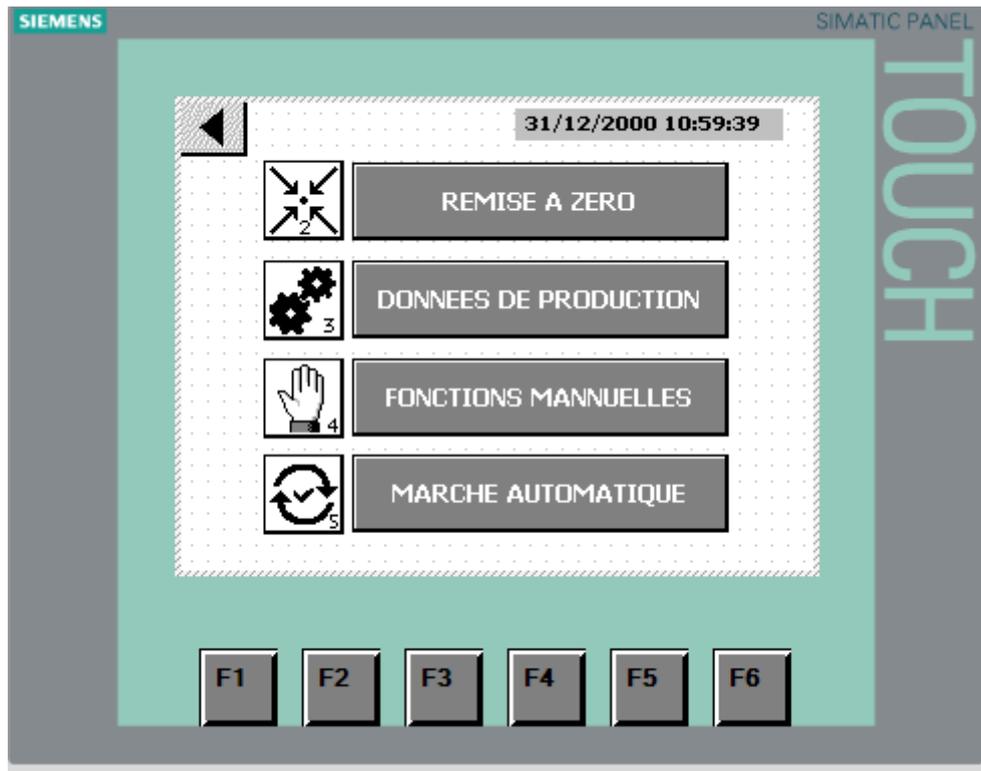


Figure V-14 Ecran d'accueil

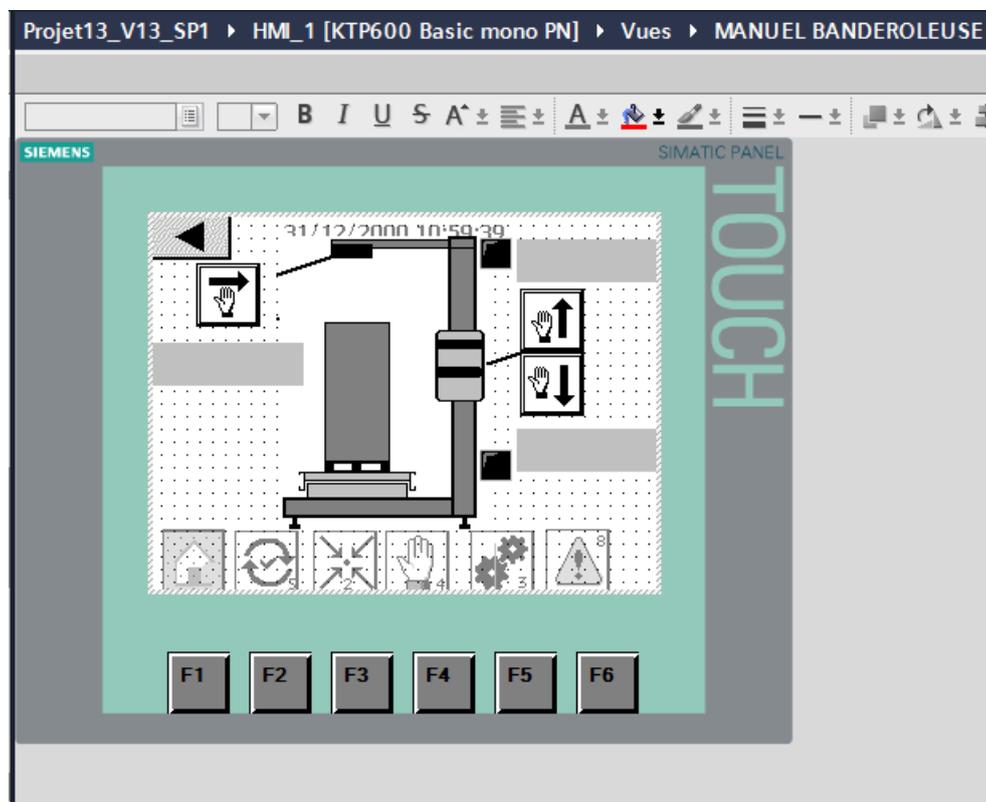
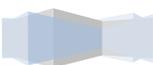


Figure V-15 Banderoleuse



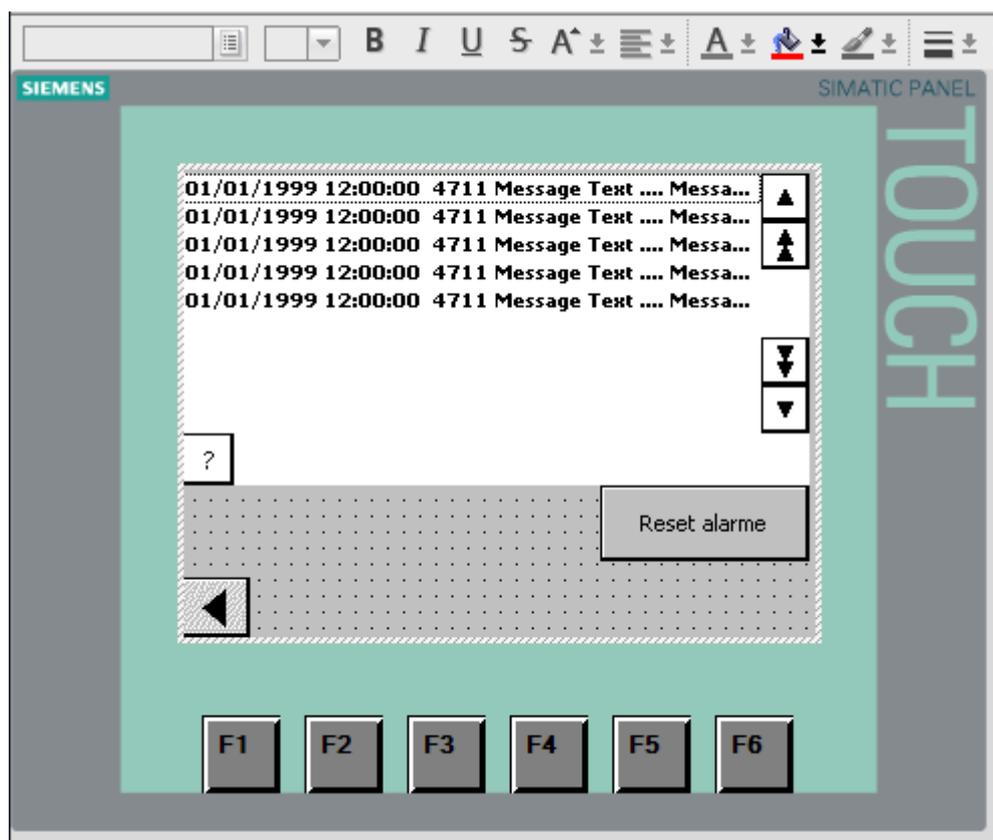


Figure V-16 : Affichage des alarmes.

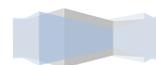
La création de ces vues permettent à l'opérateur :

1. la visualisation des valeurs de sorties analogique (la température de la soudeuse, tension de pré-étirage) et leur alarme associée.
2. la mise en marche ou arrêt de tous les groupes, si ces derniers sont en mode manuel.
3. de sélectionner le mode de fonctionnement.
4. l'affichage des défauts et alarmes, et voir les textes d'aide associés.
6. L'affichage du mode de fonctionnement.

V.20.8 Etablissement d'une liaison directe

La première étape est de créer une liaison directe entre le projet TIA PORTAL et l'automate

S7-1200, et ce dans le but que TIA Portal puisse lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'API. Mais avant cela on doit d'abord s'assurer que l'adresse IP de tous les outils de supervision est la même, afin d'établir la connexion entre le réseau de l'automate et de supervision.



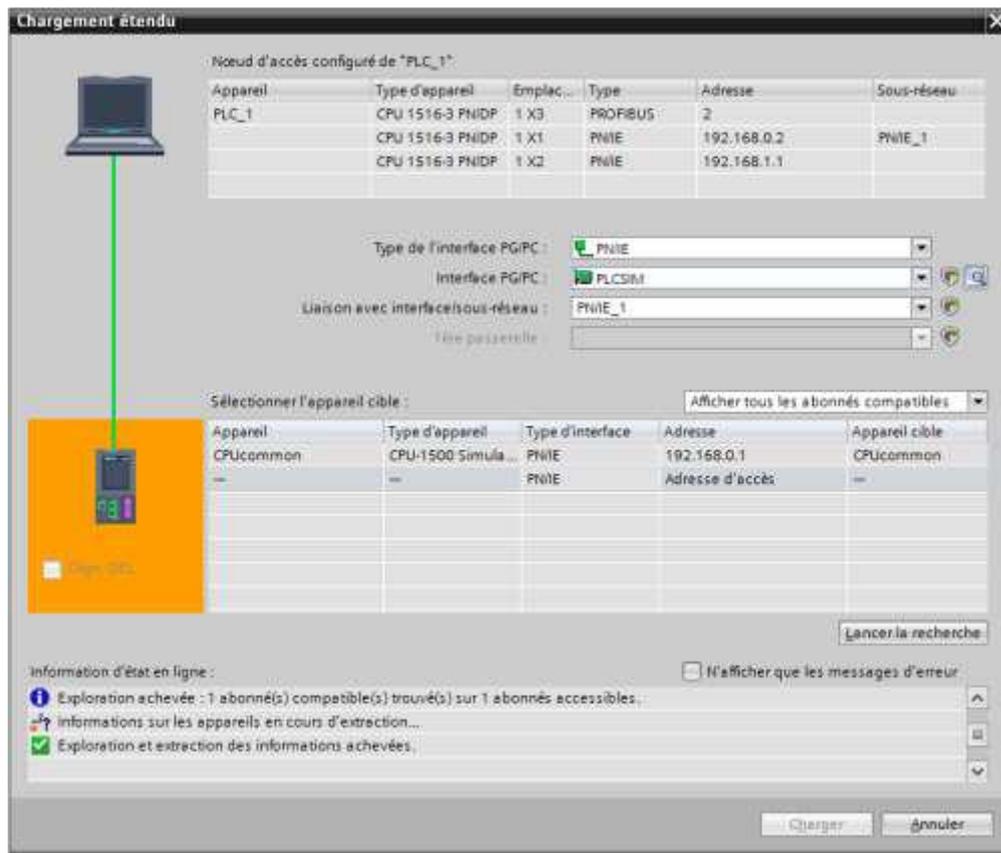


Figure V-17 Création d'une liaison entre l'automate et le TIA portal

V.20.9 Compilation et Simulation

Après avoir conçu le projet, programmer nos systèmes et terminer la configuration, puis engendré l'interface IHM, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, et vérifié le bon fonctionnement des systèmes. Pour simuler notre système en entier plusieurs étapes sont à effectuer :

1. dans notre PLC on clique sur le bouton droit puis on choisit compiler ;
2. On charge le programme ;
3. On clique une fois sur « matériel (compilation complète) », puis sur « logiciel compilation complète) ».
4. On lance la simulation
5. On compil l'outil IHM

Une fois le programme compilé sans erreurs la fenêtre qui suit s'affiche avec des voyants verts.



Vu que le programme est conçu pour un système à temps réel, donc la compilation va nécessiter à chaque fois le forçage des entrées sur le programme, et donner des valeurs aux entrées analogique.

V.21 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de la création de notre programme sous TIA PORTAL V13 et son exécution, et nous avons donné un aperçu sur les blocs utilisés lors de la programmation.

Nous avons aussi présenté la procédure à suivre pour la création de l'Interface Homme Machine qui va nous permettre de contrôler et commander la machine à distance et ce grâce à une connexion de type Ethernet.



CONCLUSION GENERALE

L'automation industrielle est l'art d'utiliser les machines afin de réduire la charge de travail des employés tout en gardant la productivité et la qualité.

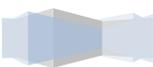
L'automation industrielle est une technique qui assure le fonctionnement d'une machine ou d'un groupe de machines sans intervention humaine, elle fait appel à des systèmes électroniques qui englobent toute la hiérarchie de control-commande depuis des capteurs en passant par les automates.

Au cours de ce travail nous avons réalisé une étude sur la banderoleuse et tous ces composants principaux, ensuite nous avons élaboré un programme pour l'automate S7 1200. Contrairement aux automates S5 Les automates programmables de la série S7-1200 sont des appareils d'une grande flexibilité, ce qui permet leur utilisation dans de nombreux systèmes automatisés.

La firme SIEMENS offre un logiciel (TIA Portal), très puissant pour la mise en œuvre de solutions à base d'API.

En effet, le TIA portal est un logiciel intuitif qui permet d'exploiter d'une manière optimale les fonctionnalités des différentes CPU de la gamme S7-1200.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables S5 et S7 ainsi que leurs langages de programmation qui obéissent à des règles spécifiques.



Listes des figures

FIGURE II-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU COMPLEXE CEVITAL	12
FIGURE II-2 ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION CONDITIONNEMENT D’HUILE	13
FIGURE II-3 LES DIFFERENTES LIGNES DE CONDITIONNEMENT D’HUILE	14
FIGURE II-4 DIFFERENTS ORGANES CONSTITUANT LE COMPLEXE CEVITAL [1]	15
FIGURE III-1 AUTOMATE MONOBLOC	18
FIGURE III-2 LA STRUCTURE GENERALE D’UN AUTOMATE MODULAIRE	19
FIGURE III-3 AUTOMATE MODULAIRE	20
FIGURE III-4 API SIEMENS S7 1200	24
FIGURE IV-1 STRUCTURE GENERALE DE LA BANDEROLEUSE	29
FIGURE IV-2 DISPOSITIF GENERALE DE LA SECURITE	30
FIGURE IV-3 : GROUPE CHARIOT PORTE BOBINE	31
FIGURE IV-4 : EVOLUTION DE L’ALLONGEMENT DU FILM EN FONCTION DE LA FORCE	31
FIGURE IV-5 : GROUPE PINCE	33
FIGURE IV-6 : GROUPE COUPE FILM	34
FIGURE IV-7 : CONVOYEUR A ROULEAUX	35
FIGURE IV-8 : MOTEUR ASYNCHRONE A CAGE D’ECUREUIL	36
FIGURE IV-9 PRINCIPE DE LA DETECTION DE TYPE BARRAGE	39
FIGURE IV-10 PRINCIPE DE LA DETECTION DE TYPE REFLET	39
FIGURE IV-11 PRINCIPE DE LA DETECTION DE TYPE PROXIMITE	39
FIGURE IV-12 : DETECTEUR DE PROXIMITE INDUCTIF	40
FIGURE IV-13 : DETECTEUR DE PRESENCE A ACTION MECANIQUE	40
FIGURE IV-14 : CAPTEUR MAGNETIQUE	41
FIGURE IV-15 : PRINCIPE DE L’EFFET HALL	42
FIGURE IV-16 : UNITE DE CONDITIONNEMENT FLR	43
FIGURE IV-17 DISTRIBUTEUR PNEUMATIQUE	44
FIGURE IV-18 VERIN PNEUMATIQUE	45
FIGURE IV-19 VERIN SIMPLE ET DOUBLE EFFET	45
FIGURE IV-20 : ARMOIRE ELECTRIQUE DE LA MACHINE	46
FIGURE IV-21 PUPITRE DE CONTROLE DE LA MACHINE	48
FIGURE V-1 STRUCTURE D’UN SYSTEME AUTOMATISE	52
FIGURE V-2 EXEMPLE DE LANGAGE LADDER (LD)	53
FIGURE V-3 EXEMPLE DE LANGAGE LOGIGRAMME	53
FIGURE V-4 : TEMPORISATION	57
FIGURE V-5 VUE GLOBALE DU PORTAIL	61
FIGURE V-6 PRESENTATION DE L’API ET DES MODULES ENTREES/SORTIES	62
FIGURE V-7 : LES DIFFERENTS BLOCS DE PROGRAMME	64
FIGURE V-8 : BLOC D’ORGANISATION(OB)	65
FIGURE V-9 : BLOC FONCTIONNEL (FB)	66
FIGURE V-10 : BLOC DE FONCTION (FC)	67
FIGURE V-11 : BLOC DE DONNEE (DB)	68
FIGURE V-12 : MISE EN ECHELLE	68
FIGURE V-13 : VUE SELECTION DE L’IHM	71
FIGURE V-14 ECRAN D’ACCUEIL	72
FIGURE V-15 BANDEROLEUSE	72
FIGURE V-16 : AFFICHAGE DES ALARMES	73
FIGURE V-17 CREATION D’UNE LIAISON ENTRE L’AUTOMATE ET LE TIA PORTAL	74



Bibliographie

- [1] Documentation technique cevital.
- [2] H. AKLIL, N. TIFAOUÏ « étude et élaboration d'un plan de maintenance d'une machine banderoleuse au sien de l'unité de conditionnement du l'huile Cevital » mémoire master université de Bejaia année 2015.
- [3] William Bolton« Automates Programmable Industriels », DUNOD, Paris, 2015.
- [4] G. MICHEL, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels », Edition DUNOD, 1987.
- [5] Dr. Ir. H. LECOCQ « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES Tome I Caractéristiques et méthodologie de programmation » , DUNOD,Paris,2008.
- [6] Manuel SIEMENS SIMATIC S7-1200.
- [7] Documentation technique de CEVITAL : Manuel d'emploi Banderoleuse automatique TOSA 120D.
- [8] J. NIARD « machines électriques formation continue- technicien supérieurs- ingénieurs électrotechniciens » EDITION PABIO Bayala année 2010.
- [9] Documentation « Science de l'ingénieur fonction de capteur NB 2005».
- [10] P.RAYMOND « Pneumatique industriels composants et schématiques ».
- [11] Celduc Relais « Capteurs magnétiques».
- [12] Philipe grare et imad kacem « automatisme, ce qu'il faut savoir sur les automatismes » France édition 2008.
- [13] Norme CEI 1131-3, Technique de l'ingénieur, S 8022, 23, en 1993.basant sur le programme existant et un cahier des charges.
- [14] Manuel CTIA : Programmation des automates S7-300 initiation au logiciel TIA PORTAL.

