REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Département de GÉNIE MÉCANIQUE

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Mécatronique

Spécialité : Mécatronique

AUTOMATISATION D'UN LOCAL DE PRéPARATION DE SIROP

Présenté par :

- OTHMANE TAKDENTI
- ABDALLAH BOUKHELKHAL

Dirigé par :

-Dr.ABUDURA SALAM

Promotion2022/2023

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier mon encadreur : Mr. ABUDURA SALAM et Enseignant à l'université de médéa, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe et pour toute sa confiance encadreur Mr MOULOUED AMINE.

Aussi je tiens à le remercier pour la grande liberté qu'il m'a accordée durant ce travail, ainsi que de ses qualités pédagogiques et humaines envers tous ses étudiants.

Mes remerciements vont aussi aux membres de jury qui ont accepté de juger mon travail.

Je tiens particulièrement à présenter mes sincères remerciements au responsable de Bloc B et tous les membres de maintenance de groupe SAIDAL pour leurs aides qui ont contribué au bon déroulement de cette étude.

Je tiens à saisir cette occasion pour remercier tout le corps des étudiants en Master II et je leur souhaite du succès dans tout ce qu'ils entreprendront.

Que ceux qui se sentent oubliés, trouvent dans cette phrase ma profonde gratitude et mes remerciements pour l'aide et le soutien apporté durant ces années.

Je souhaite aussi remercier toutes les personnes qui m'ont nourri durant ma vie par leur savoir leur gentillesse et leur dévouement.

Je ne saurai décrire en quelques mots ma gratitude.

Je suis immensément reconnaissant à mes parents qui m'ont soutenu tout au long de ma vie.

Je leur dois beaucoup. Qu'ils trouvent dans ce manuscrit toute ma reconnaissance et le signe que je suis enfin arrivé au bout.

Dédicace

Je rends grâce, à Allah de m'avoir donnée la force, la volonté l'intelligence et la sagesse d'être patient dans mes études.

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents qui m'ont beaucoup aidé et qui se sont sacrifiés pour mon bien et qui m'ont encouragé et soutenu le long de ma vie et durant mon cursus.

A tous l'équipe de maintenance de Saïdal

A tous ceux qui nous sont chères.

RESUME

Le projet actuel vise à programmer un automate (S7-1200) à l'aide du logiciel TIA Portal pour contrôler la ligne de préparation des sirops. En outre, il comprend la création d'une interface homme-machine sur une station PC (IPC277D) pour une gestion efficace, l'affichage des données de production et la supervision à travers le déclenchement d'alarmes.

Mots-clés : Automate, API, TIA Portal, interface homme-machine.

Abstract:

The current project aims to program an automaton (S7-1200) using the TIA Portal software to control the syrup preparation line. In addition, it includes the creation of a human-machine interface on a PC station (IPC277D) for efficient management, display of production data and supervision through the triggering of alarms.

Keywords: PLC, API, TIA Portal, human-machine interface

الملخص:

يهدف المشروع الحالي إلى برمجة جهاز آلي(S7-1200) باستخدام البرنامج TIA Portalللتحكم في خط تحضير الشراب. بالإضـافة إلى ذلك، يتضـمن إنشـاء واجهة بين الإنسـان والآلة على محطة كمبيوتر (IPC277D) للإدارة الفعالة وعرض بيانات الإنتاج والإشراف من خلال إطلاق الإنذارات.

الكلمات الرئيسية: PLC، API، بوابةTIA، واجهة الإنسان والآلة.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 1

Chapitre I :

Généralités sur l'automatisation

I.1 INTRODUCTION 2
I.2 OBJECTIF D'AUTOMATISATION 2
I.3 EXEMPLES DES DOMAINES D'UTILISATION DES SYSTEMES AUTOMATISES 2
I.4 ORGANISATION D'UN SYSTEME AUTOMATISE 4
I.4.1 Le poste de contrôle. *4*
I.4.2 La Partie commande *4*
I.4.3 La Partie opérative *5*
I.5 PARTIE COMMANDE 5
I.5.1 Automate Programmable Industriel *5*
I.5.2 Pré-actionneurs *5*
I.5.2.1 Pré-actionneurs électriques 5
I.5.2.2Pré-actionneurs pneumatiques : les distributeurs 8
I.6 RELAIS 9
I.6.1 Différentes type de relais *11*
I.6.1.1 Relais monostable 11
I.6.1.2 Relais bistable 11
I.6.2 PROTECTION 11
I.7 PARTIE OPERATIVE 13
I.7.1 Les actionneurs *13*
I.7.1.1 Actionneur électrique 13
I.7.1.1.1 Les moteurs à courant continu 13
I.7.1.1.2 Moteurs asynchrones 15
I.7.1.1.3 Moteur synchrone 17
I.7.1.1.4 Les Moteurs pas à pas 21
I.7.1.2 Actionneurs pneumatiques 22
I.7.2 Capteurs *23*
I.7.2.1 Définition 23
I.7.2.2 Principe 24
I.7.2.3 Structure et fonction principale d'un capteur 25
I.7.2.4 Principale caractéristiques des capteurs 26
I.7.2.5 Classification des capteurs 26
I.7.2.6 Type de capture 27
I.7.2.7 Critère de choix d'un capteur 29
I.8 LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELLES 29
I.9 LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS : 30
I.9.1 Avantage des API : *30*
I.9.2 Inconvénients des API : *31*
I.10 DESCRIPTION DES ELEMENTS DE L'API 31
I.10.1 Le processeur *31*
I.10.2 La mémoire *31*
I.10.3 L'alimentation *32*
I.10.4 Interfaces et les cartes entrée/sortie *32*
I.10.5 Les cartes d'entrées *32*
I.10.6 Les cartes de sortie *33*
I.11 LES INFORMATIONS TRAITEES PAR L'AUTOMATE 33
I.11.1 Traitement du programme automate *34*
I.12 L'ALIMENTATION DES AUTOMATES 35

SOMMAIRE

I.12.1 L'alimentation de l'automate 35
I.12.2 Alimentation des entrées de l'automate 36
I.12.3 Alimentation des sorties de l'automate 36
I.13 LE CHOIX DE L'API 36
I.14 LES LANGAGES DE PROGRAMMATION DES AUTOMATES 37
I.15 LES DOMAINES D'APPLICATION DES API 37
I.16 CONCLUSION 38

Chapitre II :

Etude du mode de fonctionnement d'une ligne de préparation sirop

II.1 INTRODUCTION : 39
II.2 HISTORIQUE : 39
II.3 CAHIERS DE CHARGE : 39
II.3.1 BUT DE L'AUTOMATISATION : 39
II.3.2 Le nettoyage : 40
II.3.3 Matières premières : 40
II.3.4 Description des processus : 40
II.3.4.1 L'homogénéisation : 41
II.4 COMPOSITION ET STRUCTURE DE SIROP : 41
II.4.1 Avantages 42
II.4.2 Inconvénients 42
II.5 DESCRIPTION GENERALES : 42
II.5.1L'homogénéisateur : 43
II.5.1.1 Principe de fonctionnement : 43
II.5.1.2 Les avantages de l'homogénéisateur 44
II.5.2 Les Cuves : 44
II.5.3 Contrôleur volumique : 45
II.6 LES ACTIONNEURS DE LA LIGNE : 46
II.6.1 Les pompes : 46
II.6.1.1 Principe de fonctionnement d'une pompe : 46
II.6.2 Pompe de transfert : 46
II.6.3 Les vannes à commande automatique « vanne motorisée » : 47
II.6.3.1 Elément d'une vanne : 48
II.6.3.2 Choix d'une vanne : 49
II.7 LES DETECTEURS : 49
II.7.1 Détecteur de niveau : 49
II.7.1.1 Principe de fonctionnement : 50
II.8 LES CAPTEURS : 50
II.8.1 Définition d'un capteur : 50
II.8.2 Pressostat : 50
II.8.2.1 Principe de fonctionnement : 51
II.8.2.2 Sonde de température à Pt100 : 51
II.9 PUPITRE (RELATION ENTRE L'HOMME ET LA MACHINE) : 51
II.10 ARMOIRE ELECTRIQUE DE LA LIGNE : 52
II.11 LES MOTEURS ASYNCHRONES : 54
II.12 LES AGITATEURS : 54
II.13 CONCLUSION : 55
III.1 INTRODUCTION : 56
III.2 Matières premières : 56
III.2.1 Exploitation : 56
III.2.2. Sécurité : 56

SOMMAIRE

Chapitre III :

Programmation et simulation

III.3 PRESENTATION DE QUELQUES GAMMES SIMATIC : 57
III.3.1 SIMATIC S7 : *57*
III.3.2 SIMATIC S7-1200 : *57*
III.3.3 Présentation de l'automate S7-1200 à utiliser : [22] *57*
III.3.4escription de l'Automate S7-1200 : *58*
III.4 LOGICIEL DE PROGRAMMATION « TIA PORTAL V15 » : 58
III.41 Présentation du logiciel : *58*
III.4.2 Conception d'un programme avec TIA PORTAL V15 : *59*
..... 59
III.4.3 Vue du portal : *60*
III.4.4 Vue du projet : *60*
III.4.5 Création du projet dans TIA PORTAL V15 : *61*
III.4.6 Configuration matérielle (Partie Hardware) : *62*
III.4.7 Création du tableau des variables API : *62*
III.4.8 Types de variable utilisée en STEP7 : *63*
III.4.9 Ecriture du programme : *64*
III.5 SIMULATION DU PROGRAMME SOUS STEP7 AVECS7-PLCSIM : 64
III.5.1 Présentation de S7-PLCSIM : *64*
III.5.3 Définition de l'interface homme-machine (IHM) : *65*
III.5.4 Avantages : *65*
III.5.7 Eléments de la vue de nettoyage : *68*
III.5.8 Les étapes nettoyage : *68*
III.6 VUES DE PREPARATION : 71
III.6.1 Eléments de la vue de préparation : *71*
III.6.2 Les étapes de la préparation : *72*
III.7 PROGRAMMATIONS DES ALARMES : 75
III.7.1 Programmes de déclenchement d'alarme : *75*
III.7.2 Programmes d'arrêt urgence : *75*
III.7.3 Vues d'alarme sur l'IHM : *75*
III.8 LE SCHEMA ELECTRIQUE : 76
III.8.1. Partie de puissance : *76*
III.8.2. Partie de commande : *76*
III.9 CONCLUSION : 83
CONCLUSION GENERALE 84

Liste des tableaux :

Chapitre I :

Généralités sur l'automatisation

TABLE I. 2 20

Chapitre III :

Programmation et simulation

TABLE III.1 TYPES DE VARIABLES UTILISEES EN STEP7 [28]. 63
TABLE III.2 LES ELEMENTS DE VUE DE NETTOYAGE 68
TABLE III.3 OUVERTURES LES VANNES 68
TABLE III.4 DEMARRAGE D'AGITATION DANS CUVE 1 69
TABLE III.5 LES ELEMENTS DE LA VUE DE PREPARATION 71
TABLE III. 6. L'OUVERTURE DES ELECTROVANNES 72

Liste des figures :

Chapitre I :

Généralités sur l'automatisation

FIGURE I. 2 REMPLISSAGE DES BOUTEILLES..... 2
FIGURE I. 3 FABRICATION AUTOMOBILES..... 3
FIGURE I. 4 LES FEUX DE CIRCULATION 3
FIGURE I. 5 DISTRIBUTEUR DES BILLETS DE METRO..... 3
FIGURE I. 6 STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE..... 4
FIGURE I. 7 STRUCTURE DE PRE-ACTIONNEUR ELECTRIQUE..... 6
FIGURE I. 8 CONTACTEUR..... 6
FIGURE I. 9 STRUCTURE DE PRE-ACTIONNEUR PNEUMATIQUE..... 8
FIGURE I. 10 FONCTIONNEMENT DE DISTRIBUTEUR 9
FIGURE I. 11 IMAGE D'UN RELAIS. 10
FIGURE I. 12 STRUCTURE D'UN RELAIS..... 10
FIGURE I. 13 DISJONCTEUR MAGNETOTHERMIQUE ET LEUR SYMBOLE..... 12
FIGURE I. 14 DISJONCTEUR MOTEURS MAGNETIQUE..... 12
FIGURE I. 15 FUSIBLE. 12
FIGURE I. 16 SYMBOLE D'UN MOTEUR COURANT CONTINU..... 14
FIGURE I. 17 MOTEUR A COURANT CONTINUE..... 14
FIGURE I. 18 REPRESENTATION D'UN MOTEUR ASYNCHRONE..... 15
FIGURE I. 19 STATOR ET ROTOR D'UN MOTEUR ASYNCHRONE 16
FIGURE I. 20 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR. 16
FIGURE I. 21 COUPE D'UN MOTEUR A AIMANTS PERMANENTS..... 18
FIGURE I. 22 STATOR..... 19
FIGURE I. 23 ROTOR. 20
FIGURE I. 24 CONSTITUANTS D'UN MOTEUR PAS A PAS..... 22
FIGURE I. 25 VERIN PNEUMATIQUE. 22
FIGURE I. 26 VERIN SIMPLE EFFET AVEC SON DISTRIBUTEUR..... 23
FIGURE I. 27 VERIN DOUBLE EFFET AVEC SON DISTRIBUTEUR 23
FIGURE I. 28 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN CAPTEUR..... 24
FIGURE I. 29 SCHEMA INTERNE DE CAPTEUR. 25
FIGURE I. 30 FONCTION LOGIQUE D'UN CAPTEUR TOR..... 27
FIGURE I. 31 FONCTION D'UN CAPTEUR ANALOGIQUE. 28
FIGURE I. 32 FONCTION D'UN CAPTEUR NUMERIQUE. 28
FIGURE I. 33 METHODE DE CHOIX D'UN CAPTEUR. 29
FIGURE I. 34 STRUCTURE INTERNE D'UN API 30
FIGURE I. 35 EXEMPLE DE LA CARTE D'ENTREE TYPIQUE D'UN API..... 32
FIGURE I. 36 EXEMPLE D'UNE CARTE DE SORTIE TYPIQUE D'UN API..... 33
FIGURE I. 37 FONCTIONNEMENT CYCLIQUE D'UN AUTOMATE. 34
FIGURE I. 38 ALIMENTATION DE L'API 35
FIGURE I.39 ALIMENTATION DES ENTREES DE L'AUTOMATE. 36
FIGURE I. 40 ALIMENTATION DES SORTIES DE L'AUTOMATE..... 36

LISTE DES FIGURES

Chapitre II :

Etude du mode de fonctionnement d'une ligne de préparation sirop

FIGURE II.1 LOGO DE HTG INDUSTRY 39
FIGURE II.2 LA MACHINE HTG INDUSTRY 42
FIGURE II.3 PHOTO REELLE DE L'HOMOGENEISATEUR. 43
FIGURE II.4 LES CUVES. 44
FIGURE II.5 CONTROLEUR VOLUMIQUE. 45
FIGURE II.6 POMPE DE TRANSFERT 47
FIGURE II.7 VANNE DE REGULATION PNEUMATIQUE. 48
FIGURE II.8 CAPTEUR DE NIVEAU 50
FIGURE II.9 PRESSOSTAT 51
FIGURE II.10 INTERFACE HOMME MACHINE 52
FIGURE II.11 L'ARMOIRE ELECTRIQUE 53
FIGURE II.12 MOTEUR ASYNCHRONE 54
FIGURE II.13 L'AGITATEUR 55

Chapitre III :

Programmation et simulation

FIGURE III.1 API SIMENS S7-1200 57
FIGURE III. 3 VUE DETAILLEE DU PORTAIL 60
FIGURE III. 4 VUE DETAILLEE DU PROJET. 60
FIGURE III.2 ORGANISATION POUR LA CREATION D'UN PROJET SOUS TIA PORTAL [26]. 59
FIGURE III. 6 MISE EN CREER DU PROJET. 61
FIGURE III.7 REPRESENTATION DE NOTRE AUTOMATE S7-1200. 62
FIGURE III.8 TABLEAU DE VARIABLE API. 63
FIGURE III.9 CONFIGURER UNE VUE IHM ON A CHOISI LE PUPITRE LE HMI PANEL " STATION PC (IPC277D). 66
FIGURE III.10 CHOISIR LE PUPITRE 66
FIGURE III.11 LA VUE INITIALE 67
FIGURE III.12 LA VUE DE NETTOYAGE 67
FIGURE III.13 OUVERTURES LES VANNES 68
FIGURE III. 14 DEMARRAGE D'AGITATION DANS CUVE 1 69
FIGURE III.15 DEMARRAGE D'AGITATION DANS CUVE 2 69
FIGURE III.16 DEMARRAGE D'AGITATION DANS L'HOMOGENEISATEUR 70
FIGURE III.17 L'ETAPE DE STERILISATION 70
FIGURE III.18 VUE DE PREPARATION 71
FIGURE III.19 L'OUVERTURE DES ELECTROVANNES 72
FIGURE III.20 CHARGE LE SUCRE DANS CUVE 1 72
FIGURE III.21 CHARGE LE SIROP SIMPLE DANS CUVE 2 ET AGITATION AVEC VAPORISATION 73
FIGURE III.22 AGITATION DANS CUVE 2 AVEC VAPORISATION 73
FIGURE III.23 TRANSFER LES PRODUIT DANS CUVE 2 AVEC POMPE DE TRANSFERT 74
FIGURE III.24 TRANSFER LES PRODUIT DE CUVE 2 DANS LA CUVE DE STOCKAGE 74
FIGURE III.25 PROGRAMME DE DETECTION DES PANNES. 75
FIGURE III.26 PROGRAMME D'ARRET URGENCE 75
FIGURE III.27 BOUTON D'URGENCE 75
FIGURE III.28 VUE D'ALARME. 76

Liste des abréviations

PC : Partie Commande.

PO : Partie Opérative.

A.P.I : Automate Programmable Industriel.

PLC: Programmable Logic Controller.

CPU: Central Processing Unit.

R.O.M: Read Only Memory.

R.A.M: Random Access Memory.

E.P.R.O.M: Erasable Programmable Read Only Memory.
E.E.P.R.O.M: Electrical Erasable Programmable Read Only Memory.

TOR : Tout Ou Rien.

CAN : Convertisseur Analogique Numérique.

CNA : Convertisseur Numérique Analogique.

UDEL : Unité Dialogue En Ligne.

TCAM : Time/Counter Access Module.

LD: Ladder Diagram.

FBD: Function Blog Diagram.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions.

SFC : Séquentiel Fonction Chart.

DC : Direct Curent.

FM : Fonction Module

Liste des abréviations

Dcy : Début de Cycle

NF : Normalement Fermé

PROFIBUS : Modules de Communication

PS : Module D'alimentation

SM : Module De Signaux

IM : Module Coupleur

FM : Module De Fonction

CP : Processeur De Communication

TCP / IP : Réseau Internet En Combinaison Avec La Communication d'Email

IHM : Interface Homme Machine

FB : Bloc fonctionnel

DB : Bloc de données

FC : Bloc Fonctions

MPI : Interface Multi Points

TIA Portal: Totally Integrated Automation

Portal V15 : Version 15

WinCC : Windows Control Center

1. Présentation de l'entreprise

Le groupe industriel Saïdal est une société par actions (SPA) avec un capital social de 2 500 millions de dinars algériens. Sa principale mission est de développer, produire et commercialiser des produits pharmaceutiques destinés à un usage humain et vétérinaire. Actuellement, le groupe Saïdal est reconnu comme le leader de l'industrie pharmaceutique en Algérie, avec une part de marché significative.

Le groupe Saïdal est composé de différentes entités centrales de gestion, d'un centre de recherche et de développement, d'une direction marketing et information médicale, de trois unités de commercialisation et de distribution (UCC, UDO, UDB) et de trois filiales de production (Antibiotical, Biotic, Pharmal).

Pharmal (capital social : 800 millions DA) : Pharmal SPA est l'une des trois filiales issues de la restructuration de l'entreprise Saïdal en groupe industriel le 2 février 1998. Elle dispose de trois unités de production, dont l'une est équipée d'un laboratoire de contrôle chargé d'assurer des prestations pour les unités de la filiale Pharmal, ainsi que pour les entreprises publiques et privées.

Antibiotical (capital social : 950 millions DA) : Cette filiale, située à Médéa, est spécialisée dans la production d'antibiotiques pénicilliniques et non pénicilliniques. Elle est dotée des installations nécessaires à la fabrication des médicaments, de l'obtention du principe actif à sa mise en forme galénique.

Biotic (capital social : 250 millions DA) : Grâce à son expertise et à son savoir-faire dans la production pharmaceutique, ainsi qu'à ses équipements modernes, cette filiale propose une large gamme de médicaments.

2.Situation géographique



صيدال
SAIDAL

Figure 1 Logo de Saïdal

Introduction Générale

Introduction Générale

L'automatisation s'est étendue à toutes les activités de production industrielle, ainsi qu'aux activités de services. Quel que soit le domaine d'application et les techniques utilisées, l'automatisation s'est développée en vue de réduire la charge de travail, d'améliorer la sécurité et d'augmenter la productivité (en termes de quantité et de qualité).

Le progrès technologique et la complexité croissante des schémas électriques ont permis de remplacer les blocs fonctionnels par des microcontrôleurs, qui ont révolutionné le monde des circuits intégrés en offrant une grande polyvalence. Leur utilisation ne se limite plus aux simples commandes d'entrées/sorties, mais s'étend à des applications bien plus complexes.

Dans le cadre de notre stage pratique d'une durée de 3 mois, nous avons étudié la ligne de production de sirop installée à l'unité SAIDAL de Médéa. Cela nous a permis de synthétiser un cahier des charges détaillé des fonctions en temps réel de cette ligne, jusqu'à l'étape de simulation.

L'objectif de notre mémoire est de proposer une solution automatisée pour cette ligne en utilisant du matériel Siemens. Nous nous sommes concentrés sur l'élaboration du programme approprié pour ce système sur un API, ainsi que sur la visualisation du processus de fonctionnement sur un IHM.

La simulation et la compilation du programme sur l'automate ont été réalisées avec l'aide de notre co-encadreur, M. MOULEOUD Amine.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre présente des généralités sur les systèmes automatisés, ainsi qu'une introduction aux API. Le deuxième chapitre explore l'environnement de travail et examine tous les éléments de la ligne de production de sirop.

Enfin, le dernier chapitre de ce manuscrit aborde la programmation et la visualisation du programme à l'aide du logiciel TIA PORTAL V15, mettant en évidence l'importance de la supervision dans l'industrie moderne. Nous conclurons ce travail par une synthèse générale.

Chapitre I :
Généralités sur l'automatisation

I.1 Introduction

Les premiers systèmes conçus ont été des systèmes non mécanisés, c'est à dire des systèmes pour lesquels l'opérateur apporte non seulement son savoir-faire mais aussi l'énergie nécessaire à la modification de la matière d'œuvre. Les effecteurs sont les constituants qui permettent de modifier la matière d'œuvre. Une des premiers objectifs de l'automatisation est de supprimer les taches pénibles, diminuer l'effort que doit fournir.

La première évolution des systèmes est la mécanisation qui permet de limiter l'énergie apportée par l'opérateur. L'énergie est fournie par le milieu extérieur au système. L'opérateur autorise ou non le passage de l'énergie pour permettre la modification de la matière d'œuvre.

I.2 Objectif d'automatisation

- Eliminer les tâches répétitives ;
- Augmenter la sécurité ;
- Simplifier le travail de l'humain ;
- Accroître la productivité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Maintenir la qualité.

I.3 Exemples des domaines d'utilisation des systèmes automatisés



Figure I. 1 Remplissage des bouteilles.



Figure I. 2 Fabrication automobiles.



Figure I. 3 Les feux de circulation



Figure I. 4 Distributeur des billets de métro.

I.4 Organisation d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous en trois parties : post de contrôle, partie de commande et partie opérative (voir figure 1).

I.4.1 Le poste de contrôle.

Le poste de contrôle est composé des pupitres de commande et de signalisation. Il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme machine (IHM) de type écran, clavier ou imprimante.

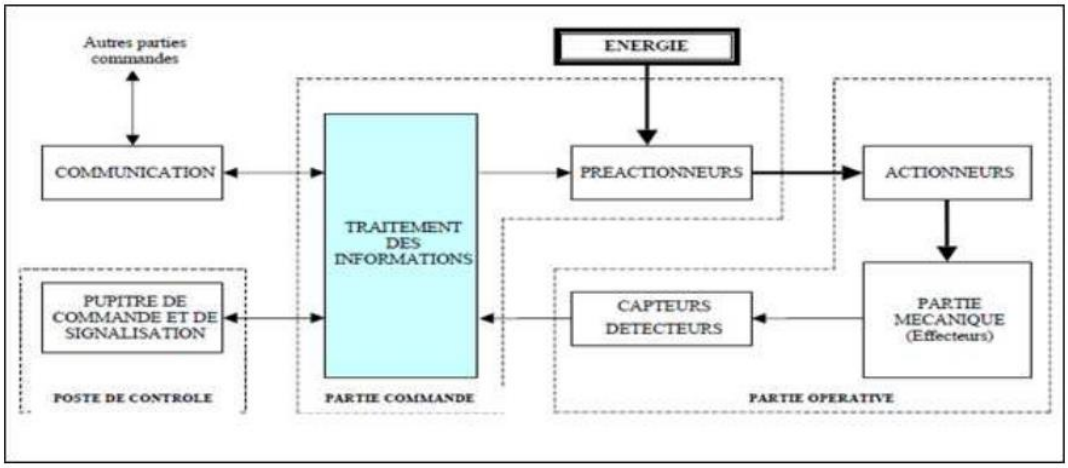


Figure I. 5 Structure d'un système automatisé.

I.4.2 La Partie commande

La partie de commande a pour tâche de donner les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Elle est constituée de pré-actionneurs qui permettent de commander les actionneurs. Ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance et les actionneurs. Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc de traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs/détecteurs. En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches implanté dans un automate programmable (logique programmée) ou réalisé par des relais (logique câblée). Elle va commander les pré-actionneurs

et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

I.4.3 La Partie opérative

La partie opérative agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Elle comporte :

- Les actionneurs : (moteurs, vérins) qui agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.
- Les capteurs / détecteurs : permettent d'acquérir les divers états du système.

I.5 Partie commande

La partie commande est constitué de l'automate programmable industriel (API) et des pré-actionneurs

I.5.1 Automate Programmable Industriel

L'Automate Programmable Industriel est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

I.5.2 Pré-actionneurs

Le pré actionneurs peut être de type électrique ou pneumatique

I.5.2.1 Pré-actionneurs électriques

Les pré-actionneurs électriques sont des contacteurs qui permettent le passage ou l'interruption de l'énergie électrique (voir figure 3).Ils sont appelés pré-actionneurs car ils se trouvent avant les actionneurs. Ces derniers peuvent être commandés à distance au moyen de contacts

actionnés manuellement (bouton poussoir) ou automatiquement (asservi à une grandeur physique : pression, température, vitesse, etc.).

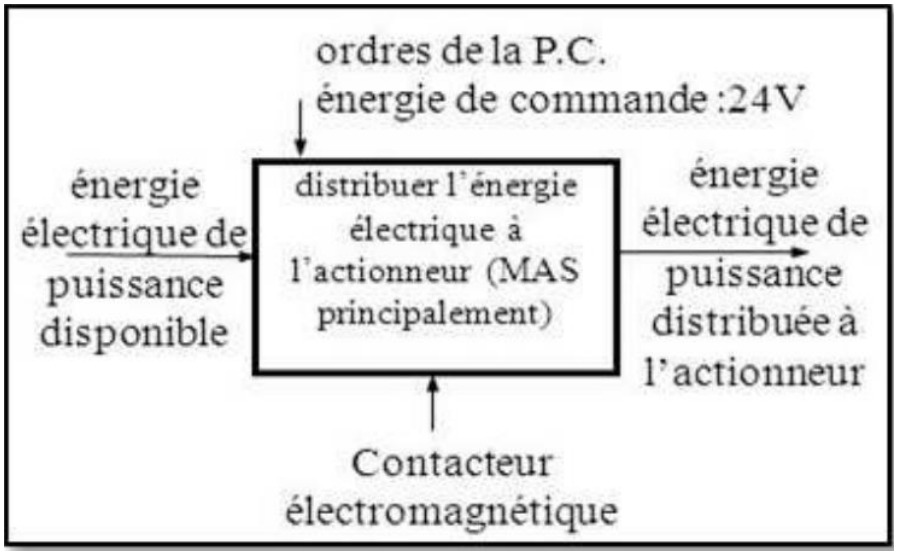


Figure I. 6 Structure de pré-actionneur électrique.

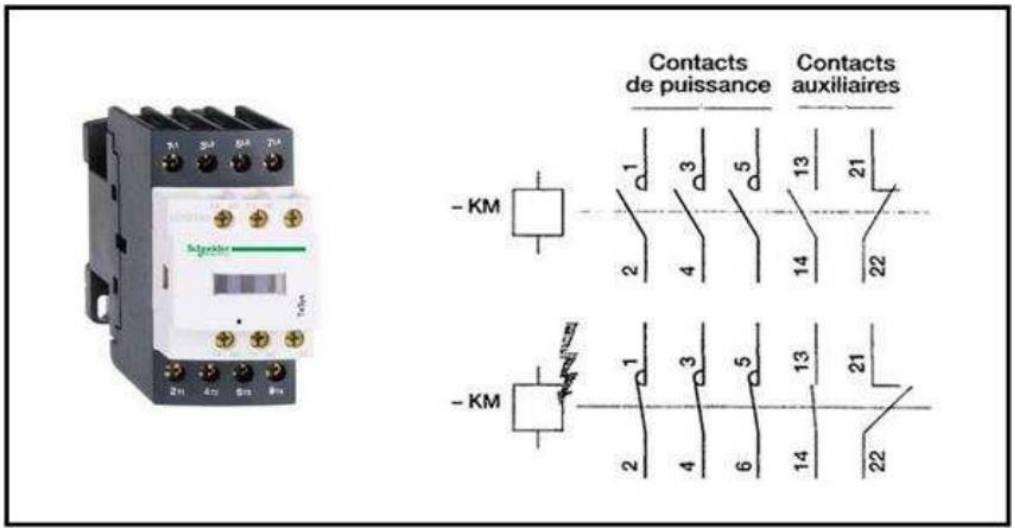


Figure I. 7 Contacteur.

Nous venons de dire précédemment que le contacteur était un appareil possédant un pouvoir de coupure. Il est important de savoir que la séparation de deux contacts sous tension (c'est le cas des pôles principaux d'un contacteur) provoque généralement la formation d'un arc électrique qui doit être rapidement éteint puisque :

- Le ourant électrique continue de circuler tant que l'arc électrique n'est pas éteint d'où le risque de ne pouvoir mettre hors service l'installation.

- L'arc s'accompagne d'un dégagement de chaleur important qui provoque l'usure, voire la destruction de l'appareil de coupure (réduction de l'endurance électrique, risque de soudure des contacts).
- L'arc est dangereux de par sa mobilité. Il peut provoquer l'amorçage entre phase-terre ou phase-phase et le risque d'électrocution des personnels.

La capacité à "souffler" cet arc électrique (à le supprimer) sera donc donnée par le pouvoir de coupure. Un pouvoir de coupure de 10 KA (kilo ampère : 10000 A) permettra de couper un circuit où circule 10000 A max et de supprimer l'arc électrique qui résulte de l'ouverture de ce dernier.

Sans pouvoir de coupure, pas de suppression de l'arc électrique et donc « pas de possibilité d'ouverture du circuit » la fonction de commande n'est pas réalisée. Les constructeurs utilisent plusieurs procédés de suppression de l'arc. Parmi les plus répandus nous trouverons :

- Allongement de l'arc électrique.
- Utilisation de matériaux anti-arc (cuivre, bronze, zinc).
- Guidage l'arc sur des contacts autres que les contacts utilisés dans l'installation.
- Soufflage magnétique.

Constitution

Un contacteur (pré actionneur) est constitué :

- Des pôles principaux de puissance.
- Des contacts auxiliaires (possibilité d'additionner au contacteur un bloc de contacts auxiliaires instantanés ou temporisés.
- Une armature fixe et un autre mobile. Un ressort de rappel.
- Un circuit magnétique feuilleté de manière à réduire les pertes par courant de Foucault (dues à la présence d'un flux d'induction magnétique alternatif).
- Une bobine (insérée dans le circuit de commande). Si la bobine est alimentée en courant alternatif le courant d'appel sur le circuit de commande lors de la fermeture du contacteur peut atteindre 6 à 1 0 fois le courant de maintien (utile pour le choix du transformateur de commande...). Une bobine peut être alimentée en courant continu

(faire le bon choix lors de la commande du matériel) ce qui accroît la force d'attraction de l'électro-aimant constitué par la bobine et l'armature fixe.

- Une "spire de franger" ou "bague de déphasage" qui évite les vibrations dues à l'alimentation en courant alternative de la bobine de contacteur.

Caractéristique et choix d'un contacteur

Les caractéristiques d'un contacteur sont :

- La tension d'emploi assignée
- Courant d'emploi assigné
- Fréquence assignée
- Catégorie d'emploi,
- Facteur de marche
- Fréquence de manœuvre, endurance électrique

I.5.2.2Pré-actionneurs pneumatiques : les distributeurs

Ce sont des constitués chargés de distribuer l'énergie pneumatique vers les actionneurs pneumatique sur ordre constituant de commande. Ces ordres supportés par un signal électrique en très base.

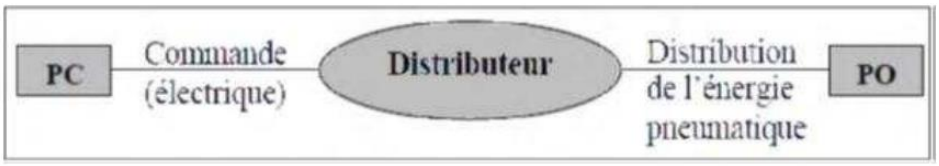


Figure I. 8 Structure de pré-actionneur pneumatique.

Ils permettent de commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression et assurent diverses fonctions :

- Contrôle de mouvement de la tige d'un vérin
- Choisir le sens de circulation d'un fluide
- Exécuter des fonctions logiques
- Démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide
- Être des capteurs de position (pressostat, vacuostas)

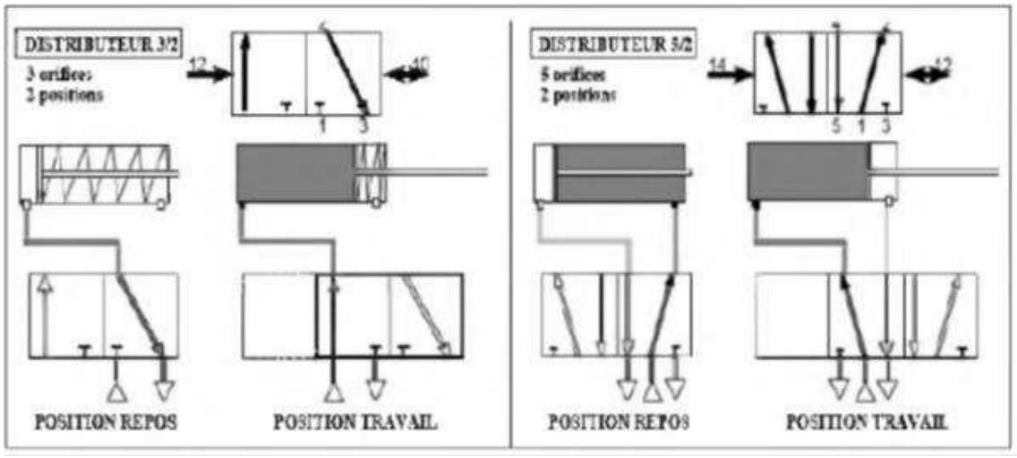


Figure I. 9 Fonctionnement de distributeur

Caractéristique de choix des distributeurs

- Par les nombres des orifices 2, 3,4 ou 5
- Par les nombres de distribution ou position : 2 ou 3
- Par le type de commande de pilotage assurant le changement de position :
  - Simple pilotage avec rappel de ressort
  - Ou double pilotage
- Par la technologie de pilotage.

I.6 Relais

Comme son nom l'indique, il sert en tout premier lieu à « relayer », c'est-à-dire à faire une transition entre un courant faible et un courant fort. Mais il sert également à commander plusieurs organes simultanément grâce à ses multiples contacts synchronisés. Il permet également la transition entre deux sources différentes en isolant ces dernières. Il autorise des temporisations, des verrouillages, des impulsions … Bref, les fonctions d'un relais sont aussi nombreuses que différentes.

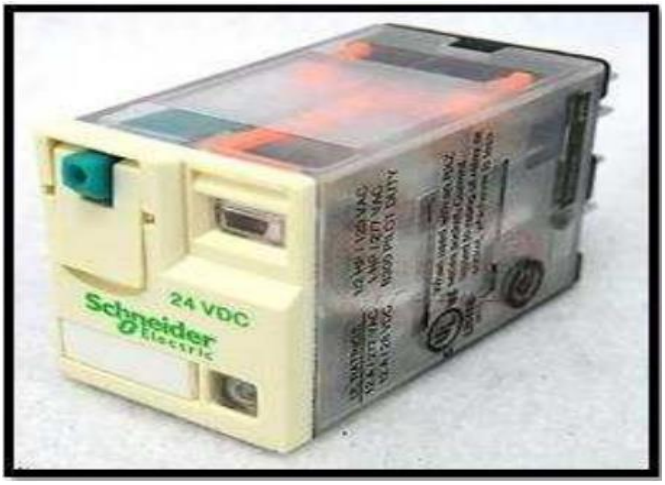


Figure I. 10 Image d'un relais.

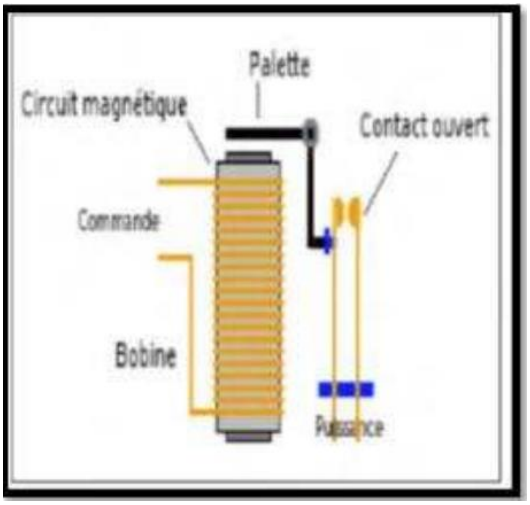


Figure I. 11 Structure d'un relais

Constitution

Un Relais standard est constitué d'une bobine ou solénoïde qui lorsqu'elle est sous tension attire par un phénomène électromagnétique une structure ferromagnétique qui déplace des contacts (voir figure 7).

Caractéristiques

Un relais est caractérisé par :

- La tension de sa bobine de commande 5v à220v
- Le pouvoir de coupure de ses contacts qui est exprimé en ampère, 0.1A à 50A c'est le courant maximal qui pourra traverser les contacts

- Le nombre de contacts souhaités.
- Son emplacement, circuit imprimé à visser, embrochage a soudé
- Le type de courant de sa bobine, en générale du continu
- La tension d'isolement entre la bobine et les contacts
- La gamme de temps pour un relais temporisé
- Son ambiance, vibration, humidité, poussière, température.

I.6.1 Différentes type de relais

I.6.1.1 Relais monostable

C'est le plus courant des relais, lorsque sa bobine est sous tension, l'armature mobile actionne les contacts qui changent d'état. Lorsque le courant cesse, l'armature revient à la position initiale ainsi que les contacts.

I.6.1.2 Relais bistable

Ce relais comporte généralement deux bobines montées en opposition. La mise sous tension d'une bobine déplace l'armature mobile et ses contacts qui restent en position par un système magnétique ou mécanique quand la bobine n'est plus alimentée. Pour changer la position il faut alimenter brièvement l'autre bobine.

I.6.2 Protection

Disjoncteur magnétothermique : destiné pour la protection contre les surcharges électriques et les courts circuits.



Figure I. 12 Disjoncteur magnétothermique et leur symbole.

Disjoncteurs moteurs magnétiques : pour la protection contre les courts circuits

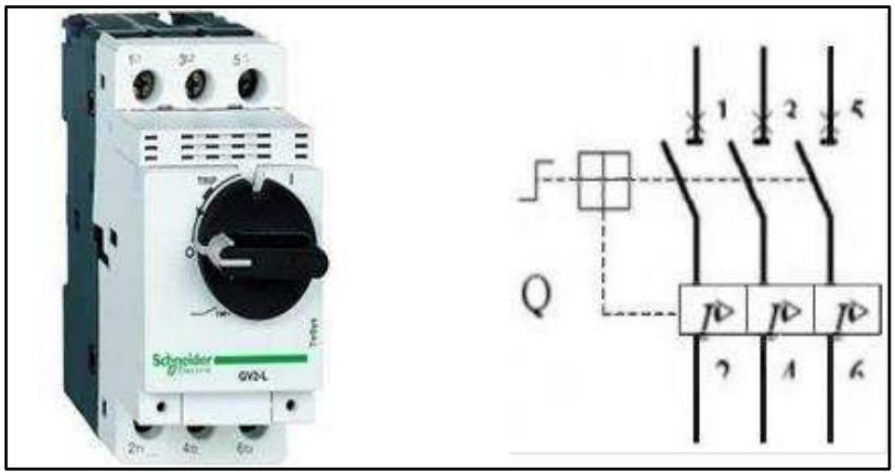


Figure I. 13 Disjoncteur moteurs magnétique.

Fusible : pour la protection contre les courts circuits



Figure I. 14 Fusible.

Les fusibles existent en deux versions : fusion rapide (gG) et fusion lente (aM). Les fusibles à fusion lente sont utilisés lorsque le circuit doit supporter une surintensité au démarrage (cas du moteur électrique ou du transformateur).

I.7 Partie opérative

La partie opérative est l'ensemble des moyens techniques qui effectuent directement le processus de transformation de la matière d'ouvre à partir des ordres fournis par la partie commande et l'opérateur. Les informations circulent d'une partie à l'autre par l'intermédiaire d'interfaces. Elle regroupe l'ensemble des opérateurs techniques qui assurent la production des effets utiles lesquels le système automatisé a été conçu. On retrouve dans la partie opérative les actionneurs et les capteurs.

I.7.1 Les actionneurs

Les actionneurs sont des éléments de la partie opérative qui reçoivent de l'énergie (électrique ou pneumatique) pour la transformer en énergie utilisable (mécanique) par le système. Ils exécutent les ordres reçus en agissent sur le système ou son environnement. Ces actionneurs s'appartiennent à trois technologies : électrique, pneumatique et hydraulique.

I.7.1.1 Actionneur électrique

En fonction de la nature de l'énergie issue de la conversion effectuée par l'actionneur, on distingue différents types d'actionneurs électriques, selon la conversion de l'énergie électrique.

I.7.1.1.1 Les moteurs à courant continu

Il est surtout utilisé pour la traction de véhicules : chariots élévateurs, chariots filoguidés et pour obtenir les déplacements des organes de machines à commande numérique.

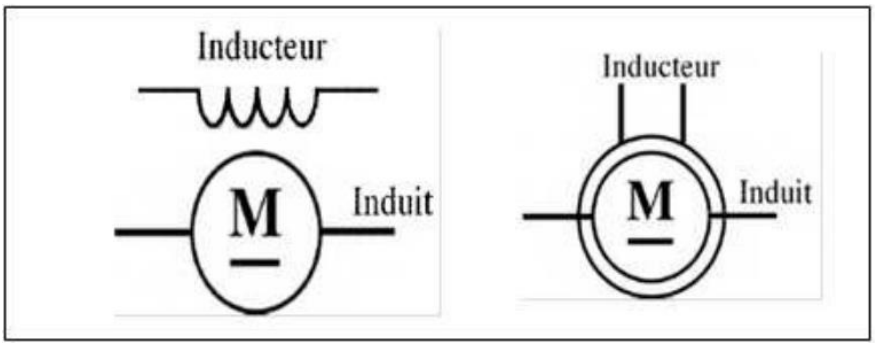


Figure I. 15 Symbole d'un moteur courant continu

Constitution

Le moteur comprend

- Un circuit magnétique comportant une partie fixe, le stator, une partie tournant, le rotor et l'entrefer l'espace entre les deux parties.
- Une source de champ magnétique nommée l'inducteur (le stator) crée par un bobinage.
- Un circuit électrique induit (le rotor) subit les effets de ce champ magnétiques le collecteur et les balais permettent d'accéder au circuit électrique.

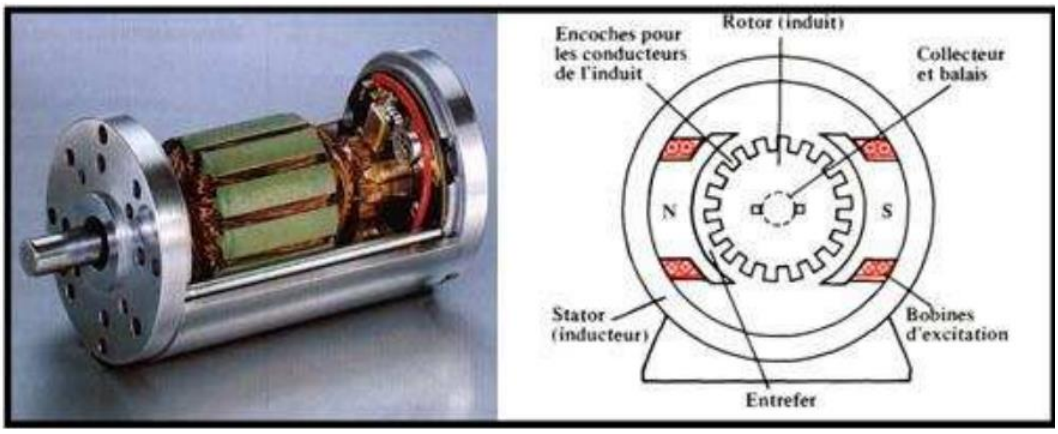


Figure I. 16 Moteur a courant continue.

Le sens de rotation il est défini par les polarités de l'inducteur et de l'induit. Pour changer le sens de rotation de ce moteur, il suffit d'inverser la polarité de l'inducteur ou de l'induit.

Les types de moteur à courant continu

De construction, les moteurs à courant continu peuvent être :

- À excitation indépendante : inducteur et induit sont séparés
- Des moteurs « série » : inducteur et induit sont en série
- Des moteurs « dérivation » : inducteur et induit sont en parallèle.

Contrôler un moteur à courant contenu

La boîte à bornes d'un moteur à courant continu comporte généralement quatre bornes : deux pour l'inducteur et deux pour l'induit. Elles sont généralement de dimension et/ou de couleurs différentes.

Si le moteur est à excitation indépendante ou en dérivation :

- La résistance entre les bornes de l'inducteur est de l'ordre de la centaine d'ohms.
- La résistance aux bornes de l'induit est d'environ lΩ.

Si le moteur est un moteur série, l'inducteur et l'induit ont des résistances qui sont du même ordre de grandeur, environ 1Ω.

I.7.1.1.2 Moteurs asynchrones

Transformer l'énergie électrique (courant alternative) en l'énergie mécanique



Figure I. 17 Représentation d'un moteur asynchrone

Le moteur asynchrone, comme le moteur à courant continu, comporte deux parties (voir figure 18) :

- Une partie fixe, le stator
- Une partie mobile, le rotor.

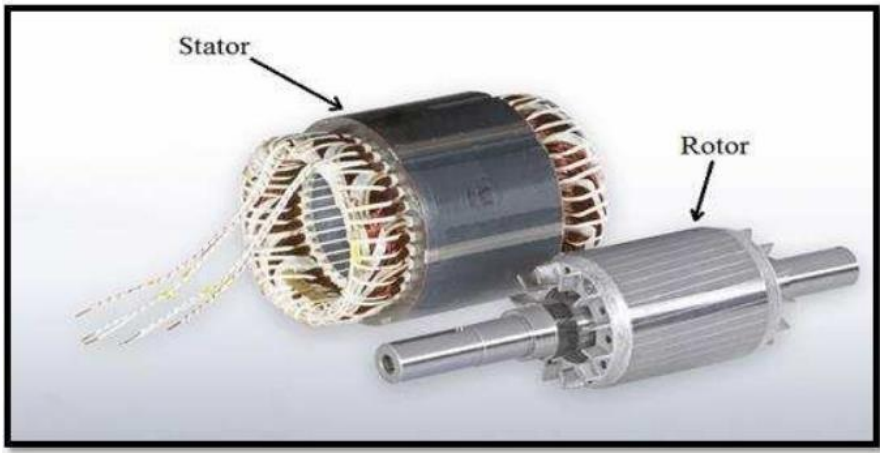


Figure I. 18 Stator et rotor d'un moteur asynchrone

Le circuit électrique de stator est composé de trois enroulements qui sont reliés à la plaque à borne d'un moteur.

Le fonctionnement du moteur asynchrone est illustré par la figure 19.

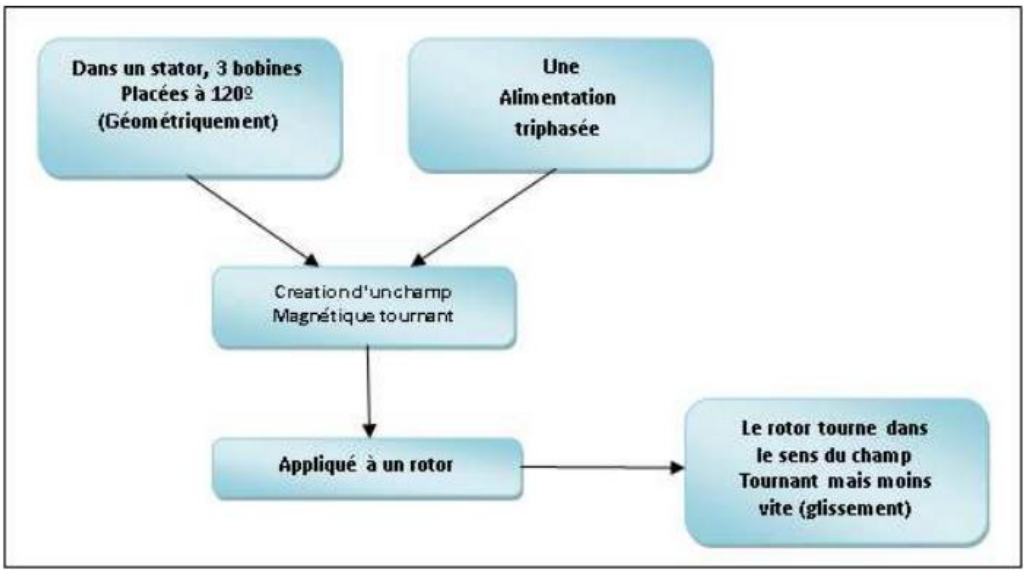


Figure I. 19 Principe de fonctionnement d'un moteur.

Critères de choix

Pour choisir un moteur, on doit rechercher ses principales caractéristiques :

Caractéristiques	Exemple :
La tension d'alimentation	220/380 voltes
La puissance nominale	17 kilowatts
L'intensité nominale	60 ampères
La vitesse nominale	1427 tours par minute

Mode de démarrage

Il y a plusieurs modes de démarrage des moteurs, les plus utilisés sont :

- **Le démarrage direct**

  Les enroulements du stator sont directement alimentés par la pleine tension du réseau. Cela engendre un très fort courant au démarrage qui peu éteindre jusque à dix fois le courant nominal. Ce mode de démarrage est réserve aux moteurs à rotor en court-circuit, et surtout à faible puissance 5 kilowatts, par exemple.

- **Démarrage étoile/triangle**

  Pour réduire le courant de démarrage, on démarre avec le couplage Y. Puis au bout de 3à 5 secondes. On utilise un couplage triangle pour alimenter les enroulements avec la pleine tension du réseau. Ce mode de démarrage est réservé aux machines démarrant à vide ou à couple résistant faible. En général la puissance est 50 kilowatts.
  Si une machine possède sur sa plaque signalétique deux tensions, pour utiliser le couplage et donc le démarrage Y, il faut que plus petite des deux tensions soit égale à la tension du réseau. Sinon il est interdit d'utiliser le couplage triangle.

I.7.1.1.3 Moteur synchrone

Le moteur synchrone se compose, comme le moteur asynchrone, d'un stator et d'un rotor séparés par un entrefer. La seule différence se situe au niveau de la conception du rotor. La figure 20 montre un rotor à pôles saillants constitués d'aimants permanents ou d'électroaimants alimentés en courant continu.

Après le démarrage, le moteur tourne en synchronisme avec le champ tournant. A vide les axes des pôles du champ tournant et du rotor sont confondus. En charge, les axes sont légèrement décalés. La vitesse du moteur synchrone est constante quelle que soit la charge.

On notera aussi que :

- La charge (le système d'ascenseur) ne doit pas dépasser l'effort de démarrage entre le rotor et le champ tournant.
- Le couple moteur est proportionnel à la tension à ses bornes.

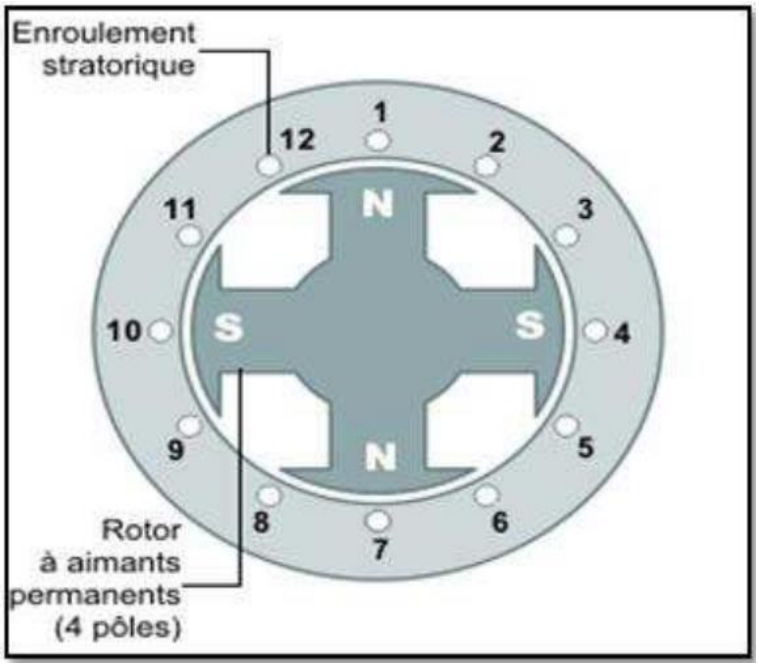


Figure I. 20 Coupe d'un moteur à aimants permanents

Les avantages

- Le moteur synchrone peut travailler avec un facteur de puissance proche de l'unité $(\cos\varphi \sim 1)$. Il contribue donc à redresser le cosφ global de l'installation électrique.
- La vitesse du moteur synchrone est constante quelle que soit la charge (intéressant dans le cas des ascenseurs)
- Il peut supporter des chutes de tension importante sans décrocher.

Les inconvénients

S'il n'est pas associé à un variateur de vitesse, il a des difficultés à démarrer, il peut décrocher en cas de forte charge.

Le stator

Le stator est la partie statique du moteur synchrone, voir figure 17. Il s'apparente fort au stator des moteurs asynchrone. Il se compose principalement :

- De la carcasse
- Des paliers
- Des flasques des paliers
- Du ventilateur de refroidissement
- Le capot protégeant le ventilateur.

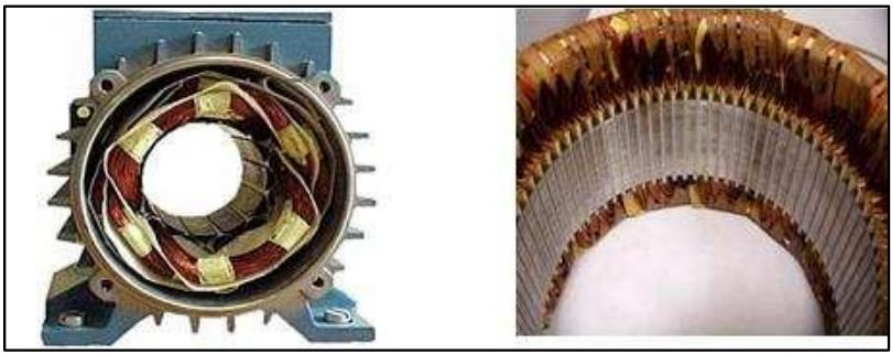


Figure I. 21 Stator.

L'intérieur du stator comprend essentiellement :

- Un noyau en fer feuilleté de manière à canaliser le flux magnétique
- Les enroulements (ou bobinage en cuivre) des trois phases logées dans les encoches du noyau.

Dans un moteur triphasé, les enroulements sont au nombre minimum de trois décalés l'un de l'autre de 120°.

Lorsque les enroulements du stator sont parcourus par un courant triphasé, ceux-ci produisent un champ magnétique tournant à la vitesse de synchronisme. La vitesse de synchronisme est fonction de la fréquence du réseau d'alimentation et du nombre de paires de pôles. Vu que la fréquence est fixe, la vitesse du moteur peut varier en fonction du nombre de paires de pôles.

Table I.1

Paires de pôles	1	2	3	4	6
Nombres de pôles	2	4	5	8	12
$n_0[t_r/min]$	3000	1500	1000	750	500

Le rotor

Le rotor est la partie mobile du moteur synchrone. Couplé mécaniquement à un treuil d'ascenseur par exemple, il va créer un couple moteur capable de fournir un travail de montée et de descente de la cabine d'ascenseur. Il se compose essentiellement d'une succession de pôles Nord et Sud intercalés sous forme d'aimants permanents ou de bobines d'excitation parcourues par un courant continu. On distingue donc deux types de moteurs synchrones :

- à aimants permanents
- à rotor bobines



Figure I. 22 rotor.

Pilotage de la vitesse de rotation

Le pilotage de la vitesse de rotation du moteur synchrone est essentiel pour beaucoup d'applications. La relation suivante permet de cerner quels sont les paramètres qui peuvent influencer la vitesse de rotation.

On a :

$$n_0 = n$$

Avec

$\mathbf{n_0}$: vitesse du champ tournant $[t_r/min]$

n : La vitesse de rotation de l'arbre du moteur [tr/min]

Où :

$$n = 60 . f/p$$

Avec

f: Fréquence du réseau [Hz]

p : Le nombre de paires de pôles du stator.

On peut donc piloter la vitesse de rotation en intervenant sur :

- Le nombre de paires de pôles (moteur à nombre de pôles variable)
- La fréquence du réseau.

I.7.1.1.4 Les Moteurs pas à pas

Le moteur pas à pas permet de transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire. Ce type de moteur est très courant dans tous les dispositifs où l'on souhaite faire du contrôle de vitesse ou de position, comme par exemple les imprimantes.

Le stator est constitué de bobines qui sont alimentées, à tour de rôle, en courant continu par une carte électronique. Le rotor est un croisillon, en métal ferreux ne conservant pas le magnétisme. Si on compte électroniquement les impulsions envoyées aux bobines on sait, connaissant le pas, le nombre de rotations que le rotor a effectuées. Représentation du moteur pas à pas. La figure 19 représente les constituants du moteur pas à pas.

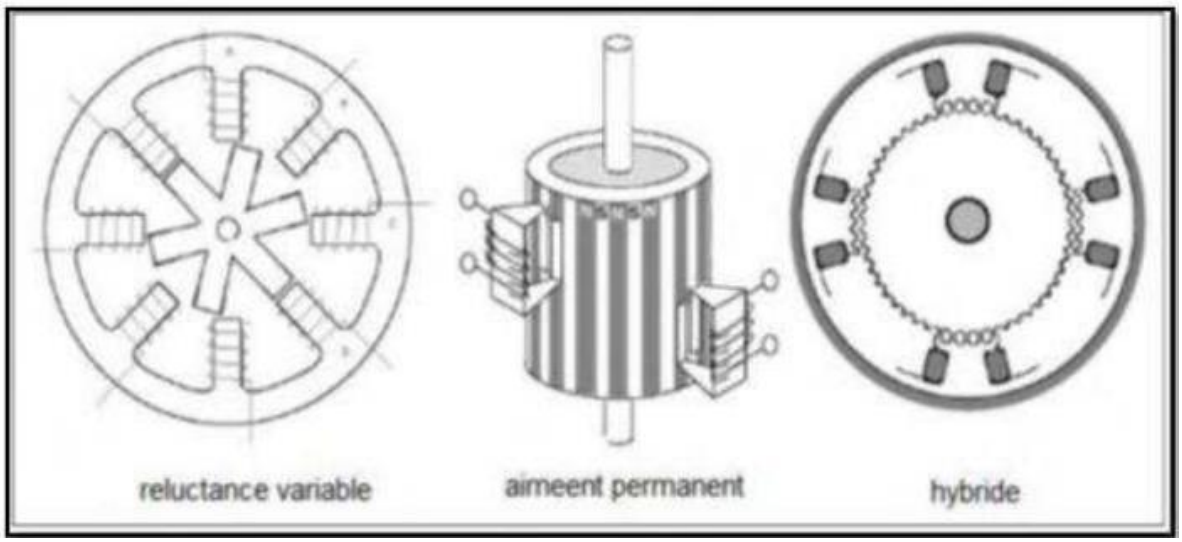


Figure I. 23 Constituants d'un moteur pas à pas.

I.7.1.2 Actionneurs pneumatiques

Les actionneurs pneumatiques les plus répandus sont les vérins pneumatiques linéaires. Ils transforment l'énergie pneumatique (pression, débit) en énergie mécanique (effort, vitesse).



Figure I. 24 Vérin pneumatique.

Il existe différents types de vérins. Les deux principaux sont :

Le vérin simple effet : c'est un composant monostable (Stable dans une seule position). Ce type de vérin ne peut produire un effort significatif que dans un seul sens, le rappel de tige est assuré par un ressort (voir figure 25).

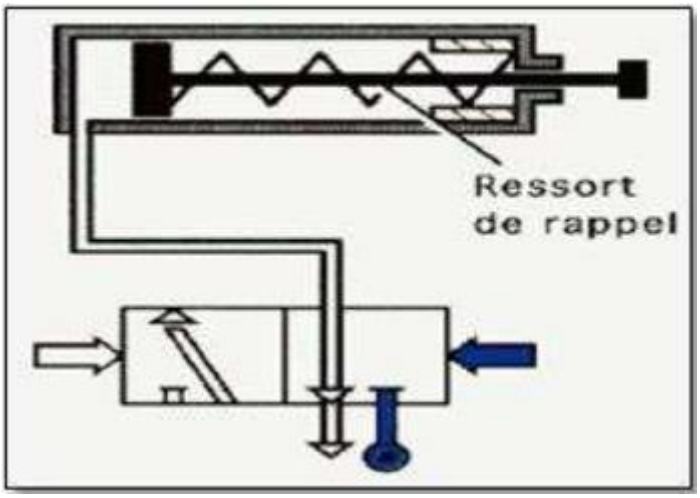


Figure I. 25 Vérin simple effet avec son distributeur

Le vérin double effet : le vérin double effet est un composant bistable (Stable dans deux positions). Ce type de vérin peut produire un effort significatif dans les deux sens, le rappel de tige est obtenu par inversion de l'alimentation des deux chambres (voir figure 26).

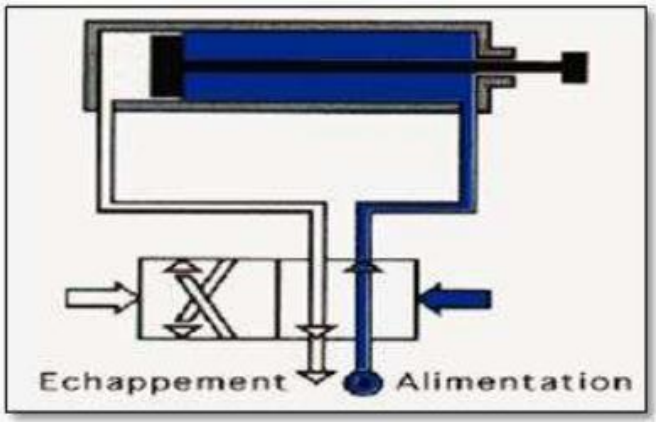


Figure I. 26 Vérin double effet avec son distributeur

I.7.2 Capteurs

I.7.2.1 Définition

Capteur : Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable.

Transmetteur : Elément qui transmet un signal. Il peut être un assemble d'éléments (capteur+ amplificateur).

Transducteur : Elément qui sert à transformer, suivant une loi, la grandeur mesurée en une autre grandeur.

Chaîne de mesure : Suite d'éléments allant du capteur au traitement de l'information

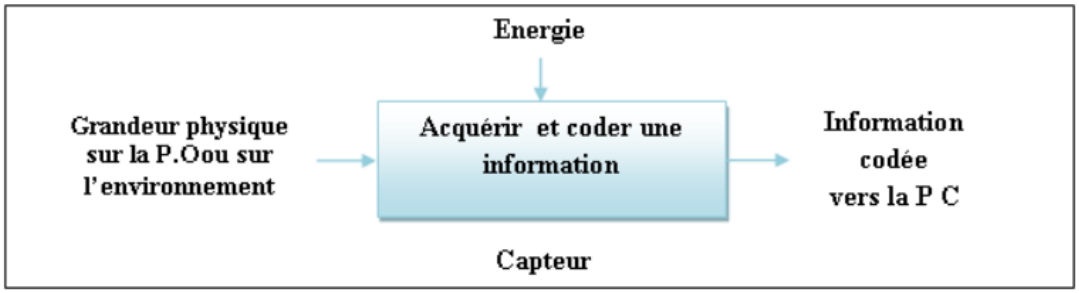


Figure I. 27 Principe de fonctionnement d'un capteur.

I.7.2.2 Principe

Le capteur est chargé de prélever une grandeur physique à mesurer et de la transformer en une grandeur exploitable.

- La grandeur physique à mesurer, souvent appelée « mésurande », n'est en général pas directement utilisable. Elle constitue le signal d'entrée (ou stimulus) du capteur
- La grandeur exploitable est souvent de nature électrique. Elle constitue le signal de mesure (ou signal de sortie, ou réponse) du capteur. Elle est une représentation de la grandeur à mesurer et doit être indépendante des autres grandeurs pouvant influer sur le capteur. Ces grandeurs étrangères portent le nom de grandeurs d'influence
- Les grandeurs d'influence sont des grandeurs étrangères qui, selon leur nature et leur importance, peuvent provoquer des perturbations sur le capteur. C'est donc une cause d'erreurs agissant sur le signal de sortie. Citons en particulier :
    - La température
    - La pression environnement
    - Les vibrations
    - L'humidité, la projection d'eau
    - Les ambiances corrosives
    - Les perturbations électromagnétiques
    - Les accélérations et la pesanteur
    - L'alimentation électrique du capteur

I.7.2.3 Structure et fonction principale d'un capteur

De façon simple, un capteur peut être défini comme un transducteur convertissant une grandeur physique en un signal électrique. Cette transformation peut être directe dans quelques cas simples (exemple : thermocouple). Mais en réalité, la technologie des capteurs fait souvent appel à plusieurs conversions de phénomène physique avant d'arriver au signal de sortie.

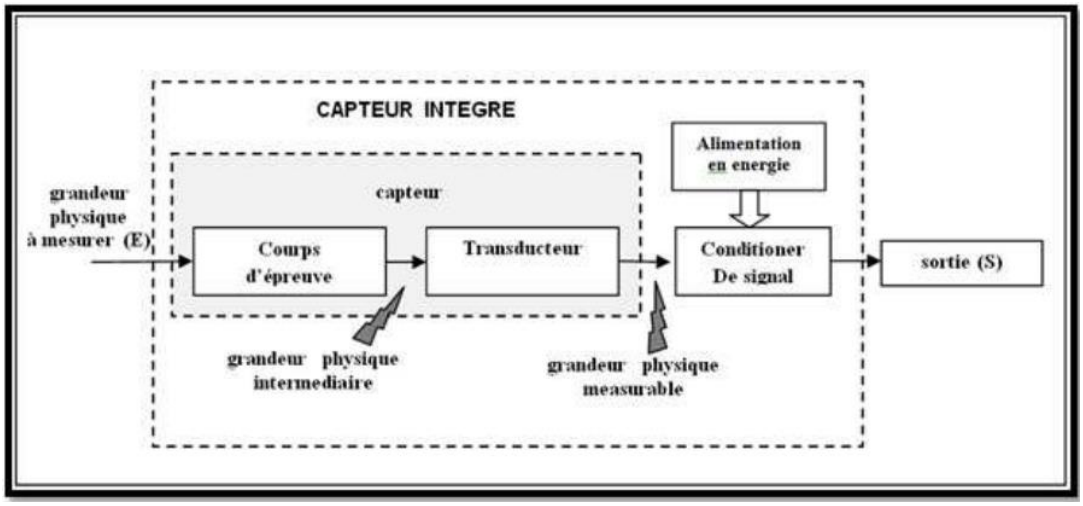


Figure I. 28 Schéma interne de capteur.

Le capteur proprement dit est formé du corps d'épreuve et du transducteur :

Corps d'épreuve : C'est l'élément mécanique réagissant à la grandeur physique à mesurer.

Exemple : Support métallique pour une jauge de déformation.

Transducteur : C'est l'élément lié au corps d'épreuve traduisant la réaction reçue en un signal électrique, une variation de résistance, de capacité, d'inductance.

Exemple : Fil résistant disposé en zigzag pour une jauge.

Conditionneur : Circuit électronique traitant la grandeur mesurable pour délivrer un signal de sortie ayant des caractéristiques spécifiées (V, I, f, ...).

Exemple : Pont de Wheatstone suivi d'un amplificateur d'instrumentation La loi obtenue S=f(E) n'est pas toujours linéaire.

On intègre de plus en plus le conditionneur dans le même boîtier que le capteur : l'ensemble forme alors un capteur intégré. Les fonctions assurées par ce conditionneur vont de la simple

mise en forme et adaptation du signal, jusqu'aux traitements élaborés de correction de grandeurs d'influence, formant ce qu'on appelle aujourd'hui les capteurs intelligents à microprocesseur.

I.7.2.4 Principale caractéristiques des capteurs

Etendue de mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

Résolution : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.

Sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

Précision : c'est la culpabilité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse,…

Rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.

Linéarité : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure sa reproductibilité.

La bande passante : est un intervalle de fréquences pour lesquelles l'amplitude de la réponse d'un système correspond à un niveau de référence.

I.7.2.5 Classification des capteurs

Les capteurs fonctionnent selon deux principes de base suivant l'origine du signal électrique de sortie. On distingue :

Les capteurs actifs : fonctionnement en générateur

Dans les capteurs actifs, une partie de l'énergie physique prélevée sur le mésurande est transformée directement en une énergie électrique qui constitue le signal de sortie.

Ce signal est un courant, une tension ou une quantité d'électricité. Les signaux de sortie délivrés par les capteurs actifs sont de très faible puissance, ils doivent être amplifiés pour pouvoir ensuite être transmis à distance.

Exemple : Thermocouple, Capteur piézoélectrique

Les capteurs passifs : fonctionnant en modulateur

Pour les capteurs passifs, c'est l'impédance du capteur qui est sensible aux variations de la mesure.

Ces variations d'impédance ne sont mesurables que par l'intermédiaire d'un circuit électronique de pré conditionnement.

Les capteurs passifs doivent être alimentés par une source d'énergie électrique extérieure

Exemple : Potentiomètre, Jauges extension métriques, ...

Le pré conditionnement peut se faire généralement de deux façons :

- Le montage potentiométrique
- Le montage en pont

I.7.2.6 Type de capture

On peut effectuer une première classification des capteurs par la nature des signaux transmis :

Capteur logique

Ils délivrent une sortie logique de type TOR (tout ou rien). Ils sont en général appelés détecteurs car ils servent surtout à prélever l'information "présence" ou "proximité" d'un objet.

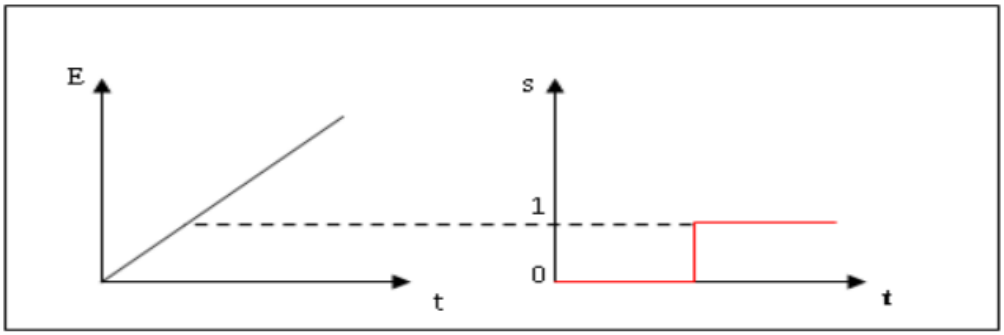


Figure I. 29 Fonction logique d'un capteur TOR.

Capteur analogique

Ils délivrent un signal De sortie sous la forme d'une tension ou d'un courant variant continument. Sur les capteurs industrielles les plages de variation courantes sont +/- 50mv, +/- 1v, +/-10 v pour les tensions et 0-20mA, 4-20mA pour les courants. De tels signaux nécessitent un traitement particulier (conversion analogique-numérique) pour être exploitables par les API ou micro-ordinateur

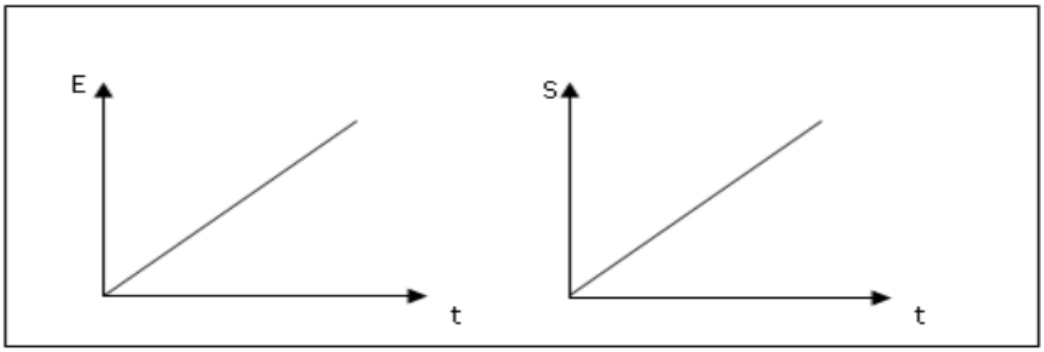


Figure I. 30 Fonction d'un capteur analogique.

Capteur numérique

Ils délivrent un signal de sortie sous la forme, soit d'un train d'impulsions dont le nombre ou la fréquence est l'image de la grandeur d'entrée, soit d'un code numérique binaire On trouve parmi les principaux capteurs numériques industriels, les capteurs de positions angulaires incrémentaux, les codeurs absolus, les lecteurs de code à barres et les lecteurs de pistes magnétique.

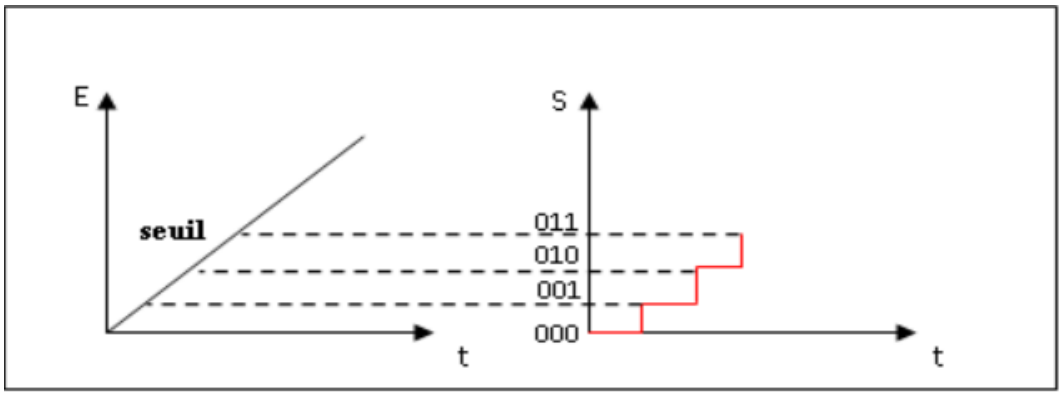


Figure I. 31 Fonction d'un capteur numérique.

I.7.2.7 Critère de choix d'un capteur

Le choix s'opère suivante trois étapes

- Le choix de technologie
- Le choix de la famille de capteur
- La définition des caractéristiques, mécaniques, dimensionnelles, électriques, du capteur.

L'organigramme suivant illustre les premières étapes du choix d'un capteur.

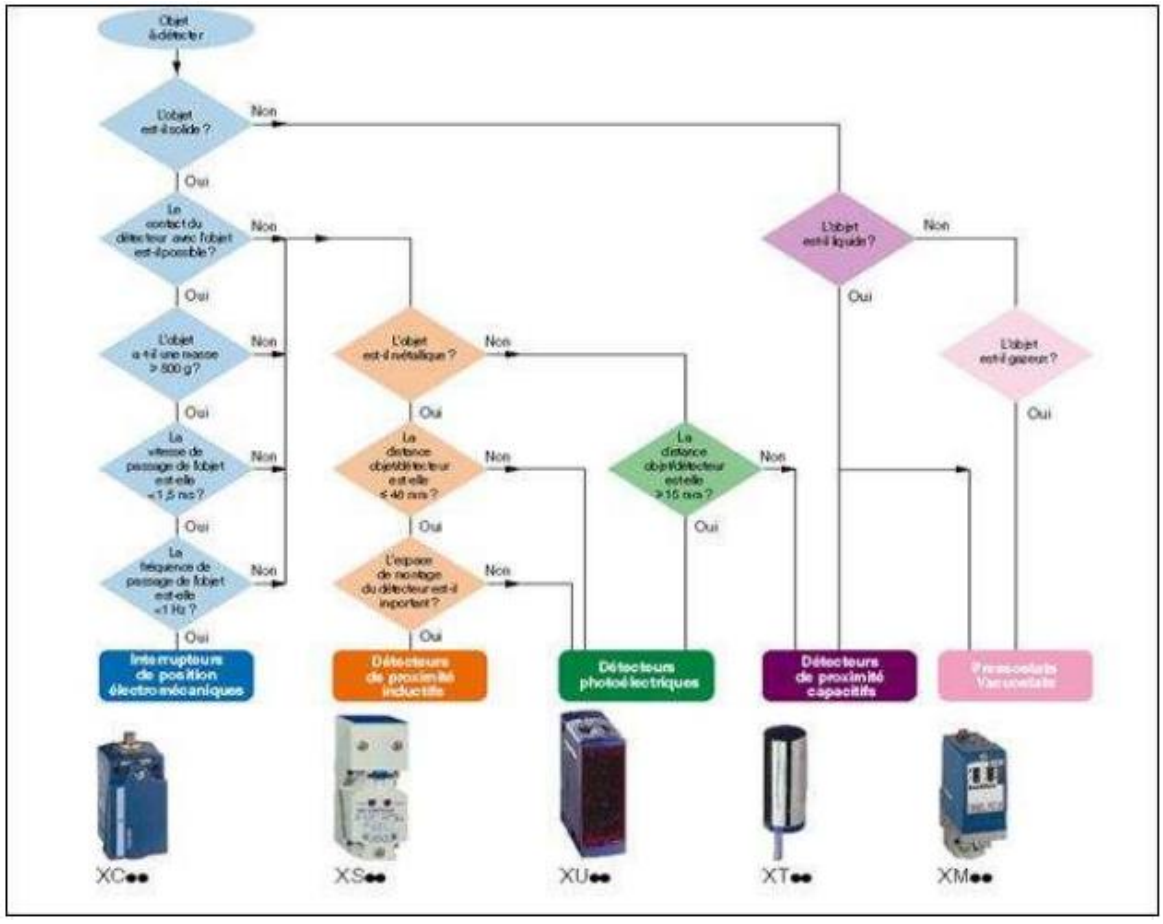


Figure I. 32 Méthode de choix d'un capteur.

I.8 Les automates programmables industrielles

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

L'Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un API est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage. C'est pour cela qu'il est, généralement, de construction modulaire.

Structure des API

Les API sont composés de :

- Processeur (CPU)
- Mémoire ;
- Interfaces d'entrée et de sortie ;
- Extensions entrées – sorties
- Alimentation

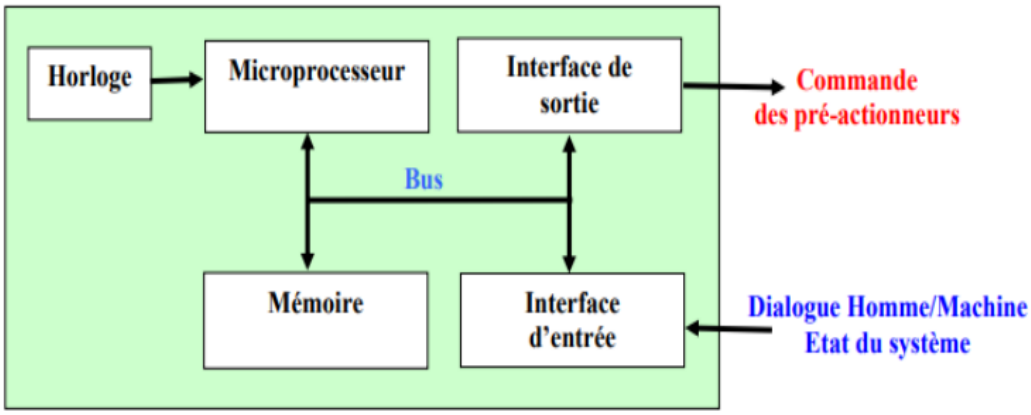


Figure I. 33 Structure interne d'un API

I.9 Les avantages et les inconvénients :

I.9.1 Avantage des API :

- Améliorer les conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs.
- Améliorer la productivité en augmentant la production.

- ❖ Programmés facilement (logique programmé) alors la Modification du programme facile par rapport à la logique câblée.
- ❖ Simplification du câblage.
- ❖ Puissance et rapidité.
- ❖ Facilité de maintenance (l'API par lui-même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts).
- ❖ Augmenter la sécurité.
- ❖ Possibilités de communication avec l'extérieur (ordinateur, autre API)
- ❖ Plus économique.

I.9.2 Inconvénients des API :

- ❖ Plantage.
- ❖ Il y a trop de travail requis dans les fils de connexion.
- ❖ Besoin de formation.

I.10 Description des éléments de l'API

I.10.1 Le processeur

Le processeur a pour un rôle principal de traiter et de gérer les instructions du programme et d'organiser les relations entre la mémoire et les interfaces.

I.10.2 La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs.

Il existe dans l'API plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- La conception et l'élaboration du programme par la RAM et l'EEPROM.
- La conservation du programme pendant son exécution par l'EPROM.

I.10.3 L'alimentation

Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240V AC et délivrent une tension de 24 V CC.

I.10.4 Interfaces et les cartes entrée/sortie

- L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrées. Chaque capteur est relié à une de ses adresses.
- L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses.

- Le nombre des entrées et des sorties varie suivant le type d'automate.

- Les cartes d'E/S ont une modularité de 8,16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent une tension de 0-24V

I.10.5 Les cartes d'entrées

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

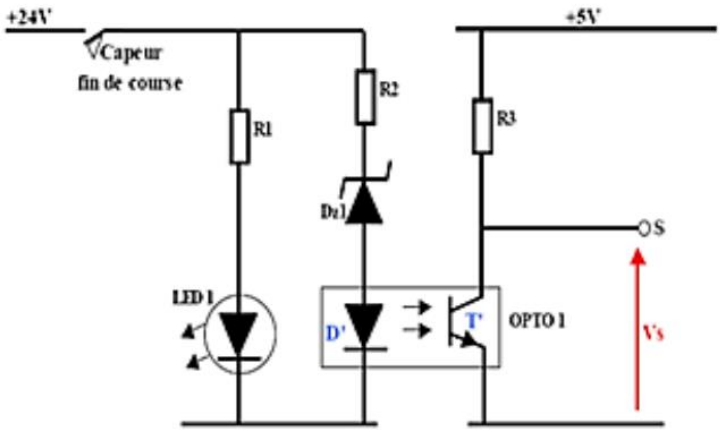


Figure I. 34 Exemple de la carte d'entrée typique d'un API

I.10.6 Les cartes de sortie

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du

Système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande et celle de la partie opérative du système en garantissant une protection galvanique entre ces dernières.

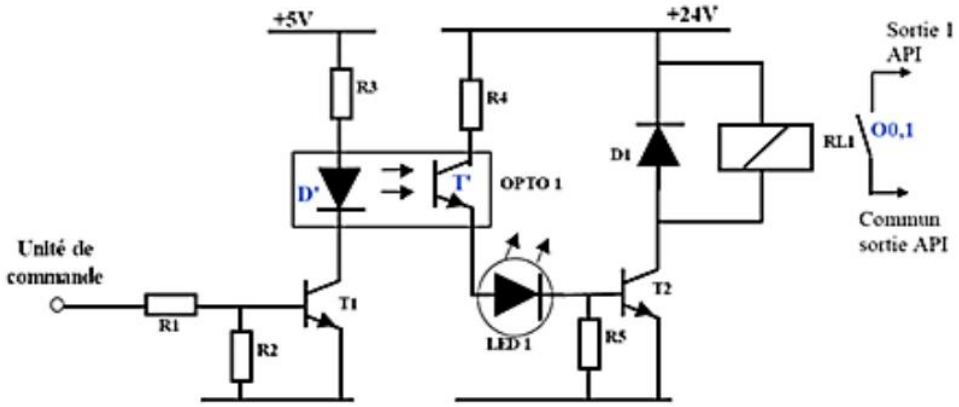


Figure I. 35 Exemple d'une carte de sortie typique d'un API

Pratiquement, ils existent des cartes d'entrée / sortie, des cartes de comptage rapide, des cartes de commande d'axe, des cartes d'E/S analogiques, des cartes de régulateur PID, des cartes de communication et des cartes d'E/S déportées.

I.11 Les informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

a) Tout ou rien (T.O.R) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 1/ 0). C'est le type d'information délivrée par un détecteur TOR, un bouton poussoir, …).

b) Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température…).

c) Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

I.11.1 Traitement du programme automate

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :



Figure I. 36 Fonctionnement cyclique d'un automate.

a) Traitement interne : L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certaines paramètres systèmes (détection d'un passage en RUN / STOP, mises à jours des valeurs de l'horodateur, …).

b) Lecteur des entrées : L'automate lit les entrées de façon synchrone et les recopie dans la mémoire image des entrées.

c) Exécution du programme : L'automate exécute le programme instruction par instruction et l'écrit dans la mémoire image de sortie

d) Ecriture des sorties : L'automate bascule les différentes sorties de façon synchrone aux positions définies dans la mémoire image de sortie.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate avec un fonctionnement cyclique.

I.12 L'alimentation des automates

I.12.1 L'alimentation de l'automate

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230 V, 50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V etc. ...).

On doit ajouter à l'alimentation de l'automate un disjoncteur magnétothermique pour la protection de surcharges et de court-circuit. Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique (contacteur KM1)

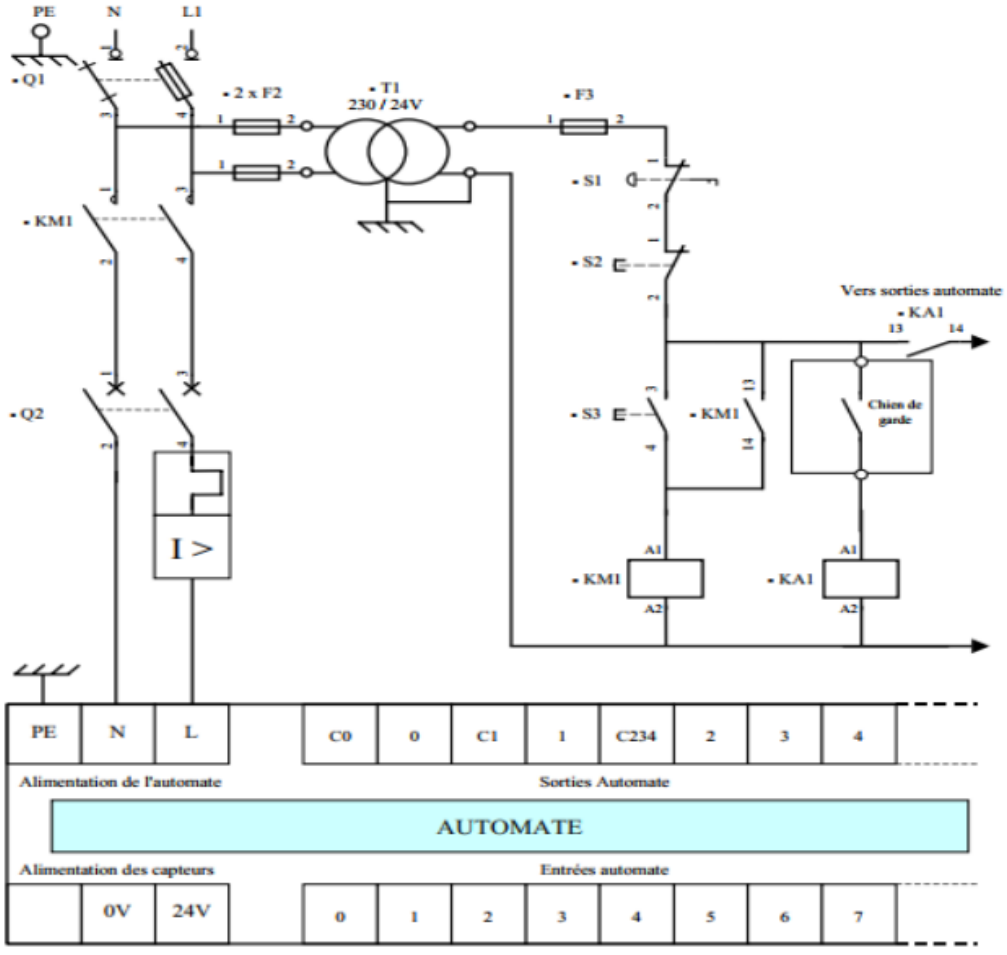


Figure I. 37 Alimentation de l'API

I.12.2 Alimentation des entrées de l'automate

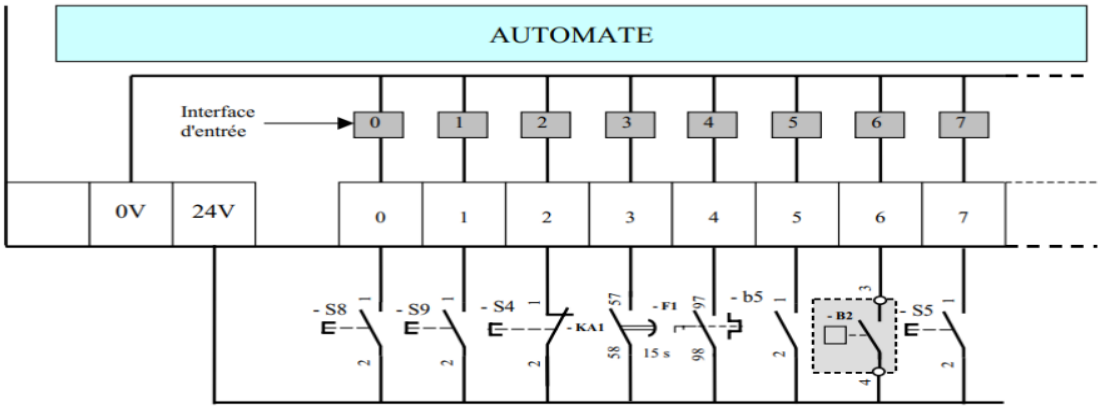


Figure I.38 Alimentation des entrées de l'automate.

I.12.3 Alimentation des sorties de l'automate

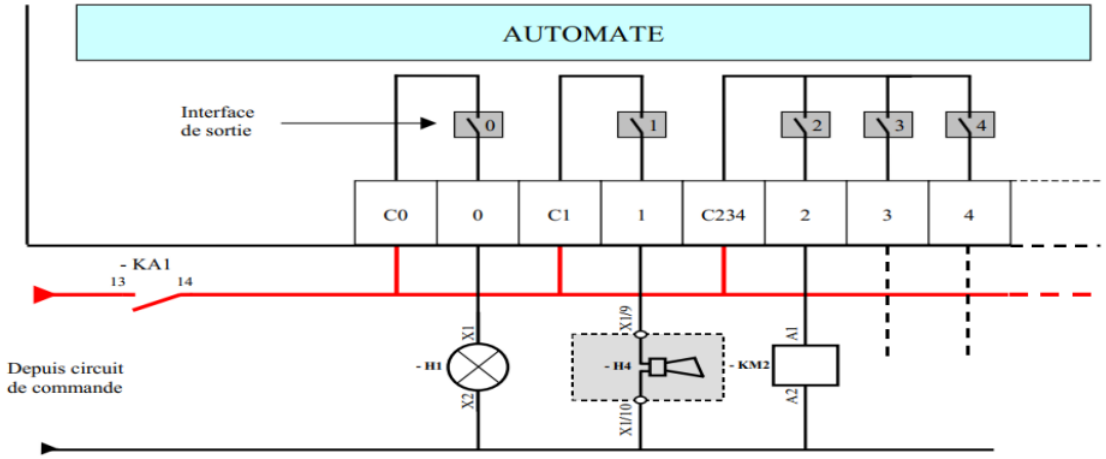


Figure I. 39 Alimentation des sorties de l'automate

I.13 Le choix de l'API

Le choix de l'automate dépend du cahier de charges, l'utilisateur doit regarder sur le marché l'automate le mieux adapté aux besoins, et il doit prendre en considération certains critères importants :

- Le nombre et la nature des E/S ;
- La nature de traitement (temporisation, comptage, …) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, la robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après-vente, la durée de la garantie, la formation.

I.14 Les langages de programmation des automates

Les API possèdent plusieurs langages de programmation, et chaque langage possède son propre format pour que les techniciens puissent élaborer des programmes pour les API sans aucune difficulté.

Il existe cinq langages qu'on peut utiliser pour la programmation des automates selon la norme CEI 1131-3 :

- Le langage LD (Ladder Diagram).
- Le langage IL (Instruction List).
- Le langage FBD (Fonction Blocks Diagram).
- Le langage ST (Structured Text).
- Le langage SFC (Sequential Function Chart

I.15 Les domaines d'application des API

Les automates programmables industriels sont utilisés dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyeurs, emballages…), ou dans les chaines de production (automobiles, agroalimentaire…). Ils sont aussi de plus en plus utilisés dans les domaines de bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle de chauffage, de l'éclairage, de la sécurité d'alarmes.

I.16 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit des systèmes automatisés et des automates programmables industriels d'une façon générale en expliquant la décomposition et la description de ses composants. L'API est un bon produit s'il est bien choisi et bien employé. Ce qui peut apparaître comme une lapalissade nous a amené à attirer l'attention sur des aspects parfois jugés triviaux, tels les types d'E/S, le dimensionnement des alimentations électriques, les modes d'exécution d'un programme, les limites des divers types de communication, car ce sont des points où sont parfois commises des erreurs qui entraînent des surcoûts d'installation ou limitent fâcheusement les performances obtenues.

Chapitre II :

Etude du mode de fonctionnement d'une ligne de préparation sirop

II.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous abordons l'étude de la ligne de production du sirop. Nous commençons par une description détaillée de la machine utilisée, en expliquant son principe de fonctionnement, pour ensuite examiner de plus près ses aspects technologiques. Cette étude nous permettra de mieux comprendre les caractéristiques d'un système automatisé câblé.

II.2 Historique :

Avec une expérience approchant les 40 années dans le domaine de l'embouteillage, nous avons débuté avec des machines semi-automatiques à faible cadence pour ensuite évoluer vers des machines entièrement automatisées, adaptées à toutes les applications. HTG s'est affirmé comme l'un des leaders en matière de conception et de fourniture de lignes complètes pouvant atteindre une cadence de 25 000 bouteilles par heure.

Nous sommes spécialisés dans la conception et la fabrication de lignes de conditionnement PET à partir de préformes, permettant ainsi l'emballage et le remplissage de divers types de bouteilles ou de contenants pour toutes sortes d'applications (eau, jus, huiles, lait, bière, produits phytosanitaires, chimiques, cosmétiques, etc.).

Figure II.1 Logo de HTG INDUSTRY

II.3 Cahiers de charge :

II.3.1 But de l'automatisation :

Nous allons améliorer la qualité du produit en éliminant les commandes manuelles et en remplaçant les vannes tout ou rien par des vannes modulantes. Cette amélioration sera réalisée

en utilisant la programmation d'un automate (S7-1200) avec le logiciel (TIA Portal). Nous allons également mettre en place un contrôle et une surveillance de la ligne de production de sirop, ainsi qu'une interface homme-machine pour afficher les données de volume et superviser les modifications en cas de déclenchement d'alarmes.

II.3.2 Le nettoyage :

Le processus commence par le nettoyage de la machine, puis il se divise en étapes suivantes.

- Pour le nettoyage, nous utilisons de l'eau distillée que nous agitons à une certaine température, puis nous évacuons le liquide.
- La stérilisation est réalisée en introduisant de la vapeur dans les cuves et en les stérilisants.
- Le refroidissement s'effectue en utilisant de l'eau froide afin de réduire la température des cuves.
- Ensuite, nous procédons au rinçage en utilisant de l'eau distillée dans les cuves, nous l'agitons, puis nous l'évacuons. Cette étape est répétée trois fois.

II.3.3 Matières premières :

En production, nous utilisons trois formulations différentes.

- Sucre.
- L'eau distillée.
- Le principe actif.

II.3.4 Description des processus :

Dans le cadre du processus, nous commençons par ajouter 550 litres d'eau dans la cuve n1. Ensuite, nous incorporons 450 kg de sucre dans le mélange et continuons à le mélanger pendant 45 minutes à une température de 40 degrés. Après cela, nous introduisons de l'air chaud jusqu'à ce que la température du récipient atteigne 70 degrés, et le processus de mélange se poursuit pendant 60 minutes.

Nous transférons le mélange de sirop simple dans la cuve n°2 à l'aide d'une pompe de transfert. Ensuite, nous préparons l'homogénéisateur qui contient des produits chimiques et des matières. Nous ajoutons le contenu de l'homogénéisateur dans la cuve 2, et le mélange se poursuit pendant 60 minutes avec chauffage jusqu'à ce que nous atteignions une température de 85 degrés. Enfin, nous vidons le contenu dans la cuve spéciale 3 pour le stockage.

II.3.4.1 L'homogénéisation :

L'homogénéisation est un processus au cours duquel le produit est poussé à travers de petites ouvertures sous haute pression. Grâce à cette pression et à l'accélération, les particules de matières grasses sont réduites à un diamètre d'un millième de millimètre, ce qui donne un produit homogène.

À la fin du processus, nous prélevons un échantillon de la production pour effectuer une analyse. Si les résultats sont satisfaisants, nous transférons la production vers le stockage final.

II.4 Composition et structure de sirop :

- **Le véhicule :** c'est le liquide dans lequel le sucre sera dissous (ex : eau purifiée).

- **Le sucre :** le sucre utilisé est le saccharose (sucre blanc), la pharmacopée admet qu'un soluté soit appelé sirop à partir de la concentration de 45% de sucre (31). Le sucre a pour rôle de conserver le sirop, l'aider à masquer le goût désagréable des principes actifs et excipients (amélioration du goût) et améliorer la consistance (3).

- **Préparation à froid :** ce mode est préférable afin d'éviter les risques d'altération, et pour les matières premières qui sont facilement dissous dans l'eau purifiée. Les cuves utilisées sont généralement en inox.

- **Préparation à chaud :** ce type de préparation est utilisé quand les matières premières sont difficilement solubles dans le solvant.

- **La cuite du sirop :** c'est l'opération qui permet d'amener le sirop à une concentration telle qu'il contient le sucre et l'eau dans des proportions voulues. Ces proportions sont mesurées par un densimètre. Un sirop doit avoir une densité de 1.32 à froid et de 1.26 à ébullition.

II.4.1 Avantages

- La conservation des substances médicamenteuses par l'intermédiaire de sucre.

- Administration facile

- Le sirop peut être aussi un excipient (sirop obtenu par addition du principe actif au sirop de sucre) (31).

II.4.2 Inconvénients

- Décomposition possible par hydrolyse.

- Déconseillé pour les patients diabétiques (33)

II.5 Description générales :



Figure II.2 La machine HTG INDUSTRY

II.5.1L'homogénéisateur :

Le système est conçu pour la production d'une large gamme de dispersions utilisées dans les secteurs pharmaceutique et cosmétique. Il permet la fabrication d'onguents, de crèmes, de gels, de sirops, de pâtes, de lotions, ainsi que de produits de beauté et de soins capillaires. En ce qui concerne le domaine pharmaceutique, il répond également aux exigences de fabrication de différents types de médicaments, tels que les médicaments parentéraux, pulmonaires, per oraux et percutanés.



Figure II.3 Photo réelle de l'homogénéisateur.

II.5.1.1 Principe de fonctionnement :

L'objectif principal de l'homogénéisateur est de créer des particules microscopiques avec une granularité uniforme, permettant ainsi le mélange de substances qui ne se mélangeraient pas normalement. Ce procédé d'homogénéisation est essentiel pour la réalisation d'émulsions, de nano-émulsions, de microémulsions, de dispersions, d'agglomérations, d'encapsulations, ainsi que pour la rupture de cellules ou la réduction de taille des particules.

Pour atteindre cet objectif, l'homogénéisateur à micro-fluidique utilise une haute pression pour propulser la matière à travers une petite cavité. En conséquence de la perte de pression, la matière est projetée à une vitesse extrêmement élevée.

II.5.1.2 Les avantages de l'homogénéisateur

- Qualité de produit constamment élevée grâce à des passages d'homogénéisateur garantis, un contrôle et une surveillance optimaux de la taille et de la distribution des gouttelettes ainsi que la circulation sous la surface dans le cas de produits moussants.
- Reproductibilité grâce à la manipulation automatique des formules et aux résultats optimaux de nettoyage et de stérilisation.
- Effets de réduction des coûts grâce à la large gamme entre les tailles de lots maximales et minimales et la constitution rapide d'émulsions.

II.5.2 Les Cuves :

Une cuve est un contenant conçu spécifiquement pour la production et le stockage de liquides tels que l'huile. Elle a une capacité de 1000 litres et est équipée d'ouvertures permettant le remplissage, la vidange, le nettoyage et la réalisation des opérations de fabrication.



Figure II.4 Les Cuves.

II.5.3 Contrôleur volumique :

La plupart des cuves de rétention sont équipées de cellules de pesée ou de modules de pesage par compression, leur permettant de contenir des quantités allant de 10 kilogrammes à plus de 1000 tonnes. La rotule garantit une précision optimale, même en cas de variations thermiques telles que la contraction ou la dilatation.

Les modules de pesage par compression sont particulièrement adaptés pour convertir les cuves en balances pour cuves. De plus, les cuves de plus petite taille peuvent être directement montées sur des balances de table ou au sol, ce qui facilite grandement leur utilisation dans des applications réglementées.



Figure II.5 Contrôleur volumique.

II.6 Les actionneurs de la ligne :

II.6.1 Les pompes :

Parmi les différentes pompes utilisées dans l'industrie, on trouve les pompes centrifuges. Ces pompes assurent le mouvement du liquide en lui transmettant de l'énergie grâce à la force centrifuge.

- Une pompe centrifuge est composée des éléments suivants :
- Une roue à aubes qui tourne autour de son axe.
- Un distributeur positionné dans l'axe de la roue.

Un collecteur en forme de spirale appelé volute, dont la section croît progressivement.

Le liquide pénètre dans l'appareil par le distributeur, puis la force centrifuge le propulse vers l'extérieur de la turbine. Le liquide acquiert ainsi une grande énergie cinétique qui se convertit en énergie de pression dans le collecteur, où la section augmente progressivement. L'utilisation d'un diffuseur (une roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet de réduire les pertes d'énergie.

II.6.1.1 Principe de fonctionnement d'une pompe :

Le sucre est stocké dans des bacs d'une capacité de 400 tonnes, puis il est transféré aux remplisseuses à l'aide de pompes d'alimentation. Ces pompes sont automatisées et régulées par un automate programmable et des variateurs de vitesse (VLT 2800) afin d'éviter que la remplisseuse ne manque de sucre ou ne soit submergée.

Notre projet a pour objectif d'automatiser et de réguler ces pompes, mais en utilisant un moyen de communication plus révolutionnaire : le PROFIBUS. Cette technologie permet une communication efficace et fiable entre les différents équipements du système.

II.6.2 Pompe de transfert :

La pompe de transfert est un type de pompe spécifique, conçu spécialement pour le transvasement de liquides spéciaux. Avec ce modèle de pompe, vous pourrez effectuer toutes les opérations de pompage de vos liquides spéciaux. Que ce soit une pompe électrique ou

manuelle, chaque type vous permettra d'effectuer vos transferts de liquides, quelles que soient leurs caractéristiques.



Figure II.6 Pompe de transfert

Lorsqu'il s'agit de transférer des liquides d'un récipient A à un récipient B, les pompes de transfert de ProMinent sont à votre disposition. Les différents fluides possèdent des propriétés chimiques variées, ce qui explique pourquoi les pompes de transfert utilisent des principes de fonctionnement différents. Il est essentiel que le liquide et la pompe soient parfaitement compatibles, et c'est le rôle des ingénieurs de ProMinent de veiller à cela. Quelle que soit la tâche spécifique, ProMinent s'engage à fournir un niveau de soin et de qualité maximal.

II.6.3 Les vannes à commande automatique « vanne motorisée » :

Afin d'automatiser notre station, nous avons besoin de commander les vannes de manière automatique. Suite à notre étude technique, nous avons décidé de remplacer les vannes

manuelles existantes par des vannes motorisées normalement fermées (NF) qui sont contrôlées à distance par un actionneur, à savoir un vérin pneumatique à simple effet.

L'actionneur est conçu de manière à convertir un mouvement axial du piston en une rotation de l'axe sur 90 degrés. Le couple de l'actionneur augmente lorsque le papillon de la vanne entre en contact avec le joint d'étanchéité. La vanne motorisée est composée de deux demi-corps de vanne, d'un papillon, de paliers pour les axes du papillon, d'un joint d'étanchéité, d'un vérin pneumatique à simple effet et d'un boîtier de commande électropneumatique pour le vérin.

II.6.3.1 Elément d'une vanne :

La vanne automatique comprend trois parties bien distinctes :

a) **Le servomoteur :** Cet organe est responsable de convertir le signal provenant du régulateur ou de la commande à distance manuelle en une force dont la valeur est capable de déplacer des charges d'une position définie vers une autre position.



Figure II.7 Vanne de régulation pneumatique.

b) Le corps : c'est l'élément de la vanne automatique à l'intérieur duquel le fluide peut être arrêté ou, au contraire, circuler plus ou moins librement.

c) Le positionneur : c'est un relais intercalé dans le circuit d'air modulé du régulateur. Son rôle est de réaliser un positionnement du clapet correspondant exactement au signal émis par le régulateur, un positionnement rapide et fidèle.

II.6.3.2 Choix d'une vanne :

Pour sélectionner une vanne, il est essentiel de connaître tout d'abord le processus sur lequel elle sera installée. Le facteur le plus crucial est la valeur de la pression différentielle (ΔP) que la vanne doit être capable de maintenir en position fermée (force sur le clapet = surface du clapet * pression). Cela permet d'éliminer certains types de vannes qui ne disposent pas de l'actionneur adapté en fonction de leur diamètre. Ensuite, il est nécessaire de définir les caractéristiques du processus, telles que la température, la pression, la pression différentielle et la nature du fluide à contrôler (liquide, gaz, vapeur, chargé ou non chargé). Un autre paramètre important est le coefficient de débit Cv (Cv est proportionnel à la section de passage entre le siège et le clapet). Le choix du corps de la vanne dépend à la fois de l'application et du savoir-faire du fabricant. De plus, d'autres critères tels que l'étanchéité et la précision du positionnement influent sur l'adéquation de certaines vannes aux besoins spécifiques.

Quelques fabricants de vannes :

Bermad ;Bürkert ; Emerson Process Management _Fisher ;Samson ; Flouserez.

II.7 Les détecteurs :

II.7.1 Détecteur de niveau :

Un capteur de niveau est spécialement conçu pour détecter le niveau de liquides de toutes sortes. Il reste parfaitement fiable même en présence de dépôts. Son avantage principal est sa capacité à protéger contre le fonctionnement à vide des pompes.



Figure II.8 Capteur de niveau

II.7.1.1 Principe de fonctionnement :

Le fonctionnement de ce capteur est basé sur un principe très simple : une source radioactive émet des radiations qui sont affaiblies par la paroi de la cuve et par le produit lui-même. Le détecteur, positionné à l'opposé de l'émetteur, reçoit des radiations dont la puissance est directement proportionnelle au niveau.

II.8 Les capteurs :

II.8.1 Définition d'un capteur :

Un capteur est un dispositif qui, soumis à l'action d'une grandeur physique, fournit un signal pour la partie commande. Dans la grande majorité des cas, cette information se fait par l'intermédiaire d'un signal électrique. Il existe un très grand nombre de capteurs différents, chacun adapté à un type d'application de mesure.

II.8.2 Pressostat :

Un pressostat est un dispositif qui détecte le dépassement d'une valeur prédéterminée de la pression d'un fluide. Il fournit une information sous forme électrique, pneumatique, hydraulique ou électronique. Dans le cas de cette machine, le type de pressostat utilisé est le modèle PS5/11 BAR 12/200.



Figure II.9 Pressostat

II.8.2.1 Principe de fonctionnement :

Le pressostat (PS5/11 BAR 12/200) fonctionne en réagissant à une pression inférieure ou supérieure exercée sur le capteur. Cette activation est retardée grâce à l'action du ressort différentiel, ce qui permet de maintenir un écart fonctionnel entre l'arrêt et le démarrage du compresseur.

II.8.2.2 Sonde de température à Pt100 :

La sonde de température PT100 est couramment utilisée dans l'industrie pour mesurer la température. Le terme "PT" fait référence au matériau principal de la sonde, à savoir le platine. Le chiffre "100" indique la valeur de résistance de la sonde à 0 degré Celsius. Ainsi, la PT100 est une résistance de 100 ohms à une température ambiante de zéro degré Celsius. La résistance de la sonde augmente en fonction de l'élévation de la température ambiante.

II.9 Pupitre (relation entre l'homme et la machine) :

La machine est équipée d'un pupitre qui permet d'établir une communication entre l'opérateur et la machine, facilitant ainsi le contact entre les deux. Dans cette machine, le pupitre est de type traditionnel et est composé de boutons poussoirs, de sélecteurs et de voyants lumineux.



Figure II.10 Interface homme machine

II.10 Armoire électrique de la ligne :

L'armoire électrique est un espace où différents systèmes nécessaires à la distribution d'une installation électrique sont regroupés. Cette armoire abrite le transformateur, les disjoncteurs, les contacteurs, les cartes électroniques et les borniers.

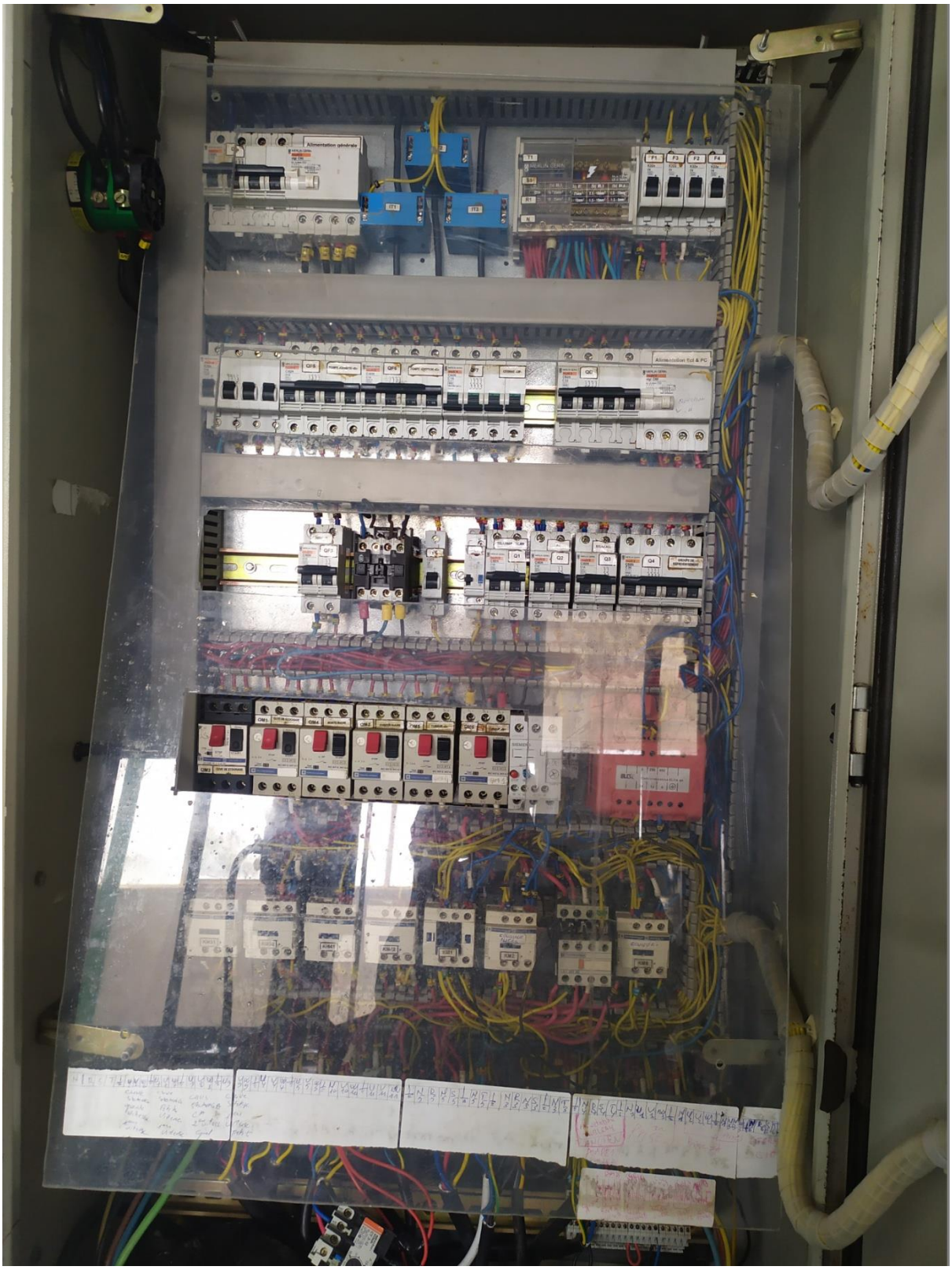


Figure II.11 L'armoire électrique

II.11 Les moteurs asynchrones :

Le moteur asynchrone est une machine fonctionnant avec du courant alternatif. Sa vitesse de rotation en charge varie en fonction de la fréquence du réseau auquel il est connecté. Il se compose d'un stator fixe et d'un rotor mobile. On distingue deux types de moteurs asynchrones : les moteurs à cage et les moteurs à bague, en fonction du type de rotor utilisé. Dans l'industrie, le moteur à cage est le plus couramment utilisé en raison de ses nombreux avantages.

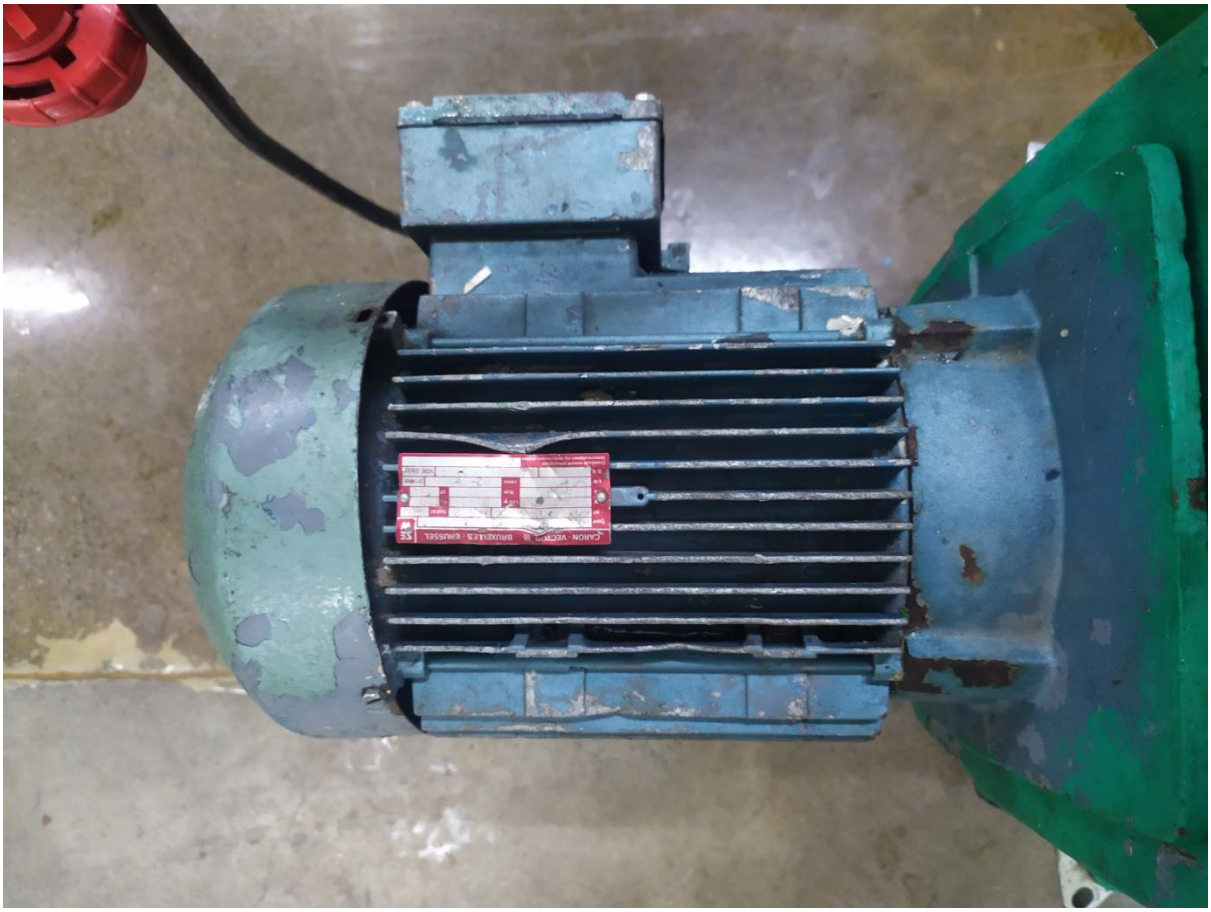


Figure II.12 Moteur asynchrone

II.12 Les agitateurs :

Les agitateurs sont composés d'une partie mécanique visible dénommée la "tête d'agitation" et d'une partie hydraulique dans la cuve, appelée "mobile d'agitation". Du dimensionnement et de la conception du mobile d'agitation dépend la performance du procédé industriel.



Figure II.13 L'agitateur

II.13 Conclusion :

Ce chapitre propose une description détaillée de tous les éléments électriques et de mesure afin d'améliorer de manière rentable, qualitative et compétitive la préparation des sirops. Le choix du matériel repose sur le respect de certains critères.

Chapitre III : Réalisation de projet Programmation et simulation

III.1 Introduction :

Nous avons élaboré un cahier des charges pour la programmation de notre système en nous basant sur la présentation de la ligne de production et son principe de fonctionnement. Dans ce chapitre, nous adopterons une nouvelle approche du fonctionnement du système en introduisant de nouveaux équipements tels que des capteurs et une API. Nous utiliserons le système intégré STEP7, SIMATIC WINCC et PLC SIM de SIEMENS TIA PORTAL pour identifier la station de remplissage et mettre en œuvre des solutions d'automatisation. Ce chapitre mettra également en évidence l'analyse fonctionnelle et la supervision des résultats de la programmation d'automatisation de notre système, ainsi que la simulation utilisée dans ce projet.

III.2 Matières premières :

La phase de conditionnement est la dernière étape de production dans l'industrie. Cette étape comprend deux étapes essentielles :

- Stérilisation et vaporisation.
- Rinçage avec de l'eau distillée.

Dans le processus de production, trois formulations sont utilisées :

- Eau distillée + sucre.
- Le principe actif.
- Stockage final.

III.2.1 Exploitation :

Pour assurer le bon fonctionnement de la ligne de préparation, trois éléments essentiels sont nécessaires : un technicien qualifié et deux ouvriers.

III.2.2. Sécurité :

Conformément aux standards de sécurité internationaux.

III.3 Présentation de quelques gammes SIMATIC :

SIMATIC se décline en plusieurs gammes, notamment le SIMATIC S7 et le SIMATIC M7.

III.3.1 SIMATIC S7 :

La gamme S7 comprend trois grandes familles d'automates programmables industriels, qui sont décrites dans les paragraphes suivants

III.3.2 SIMATIC S7-1200 :

Le SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire utilisé pour les performances moyennes en matière de commande. Il propose une large gamme de modules permettant une adaptation optimisée aux tâches d'automatisation spécifiques. Un automate S7-1200 est composé d'une CPU, d'une alimentation intégrée, de circuits d'entrée et de sortie, d'une fonctionnalité PROFINET intégrée, de modules E/S rapides pour la commande de mouvement, ainsi que d'entrées analogiques intégrées, le tout dans un boîtier compact, offrant ainsi un contrôleur puissant.

III.3.3 Présentation de l'automate S7-1200 à utiliser : [22]



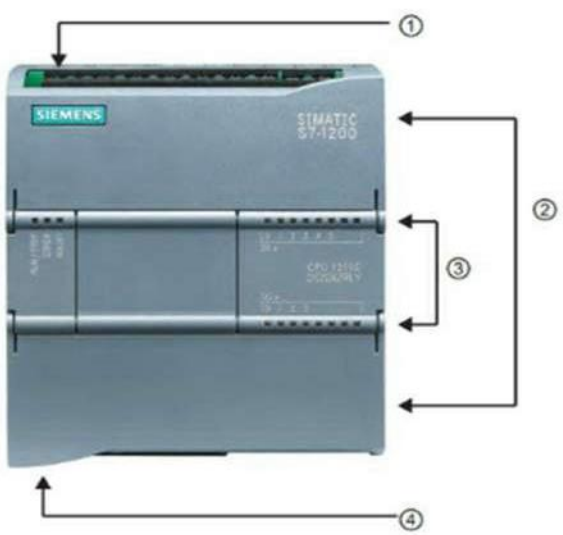
Figure III.1 API SIMENS S7-1200

Le SIMATIC S7-1200 est un système de commande modulaire utilisé pour des performances moyennes en automatisation. Il offre une gamme complète de modules permettant une adaptation optimisée aux tâches d'automatisation spécifiques.

Le SIMATIC S7-1200 constitue une amélioration des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-200, offrant les nouvelles performances suivantes :

- Amélioration des performances système.
- Utilisation d'un accumulateur de 32 bits.
- Fonctionnalité Motion Control intégrée.

- Support de PROFINET IO IRT.
- Innovations linguistiques dans STEP 7 tout en conservant des fonctions éprouvées.
- Serveur Web pour la commande et le diagnostic via des navigateurs internet. L'automat est équipé des modules suivants :



① Connecteur d'alimentation
② Connecteurs amovibles pour le câblage utilisateur (derrière les volets)
③ DEL d'état pour les E/S intégrées
④ Connecteur PROFINET (sur la face inférieure de la CPU)

La CPU fournit un port PROFINET intégré permettant de communiquer avec une console de programmation. Avec le réseau PROFINET, la CPU peut communiquer avec des pupitres IHM ou une autre CPU.

III.3.4escription de l'Automate S7-1200 :

Le S7-1200 est adapté aux automatismes industriels, qu'ils soient simples ou complexes. Il convient parfaitement aux applications autonomes. Il est doté d'interfaces Ethernet/Profinet intégrées, ainsi que d'entrées/sorties TOR et analogiques.

III.4 Logiciel de programmation « TIA Portal V15 » :

III.41 Présentation du logiciel :

Le TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière avancée des logiciels Siemens permettant la mise en œuvre de solutions d'automatisation grâce à un système d'ingénierie intégré. Cette plate-forme regroupe tous les aspects de programmation des différents dispositifs d'une installation au sein d'un seul logiciel. Ainsi, en plus de la programmation de l'automate,

il est possible de programmer et configurer les dispositifs HMI, les variateurs, et bien d'autres encore.

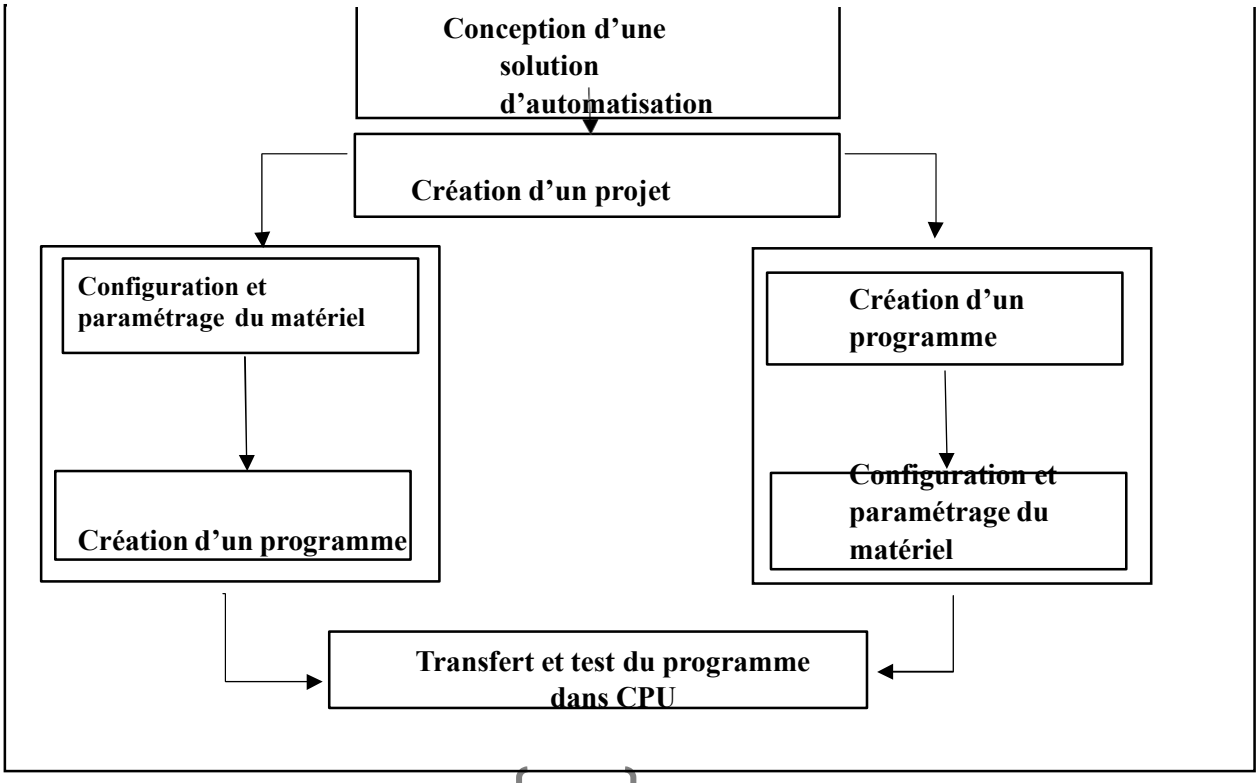
III.4.2 Conception d'un programme avec TIA PORTAL V15 :

Pour concevoir un programme en utilisant la plateforme TIA PORTAL V15, une stratégie consiste à suivre les étapes suivantes :

- Créer un nouveau projet.
- Effectuer la configuration matérielle.
- Compiler et charger la configuration.
- Créer la table des mnémoniques.
- Élaborer le programme.
- Effectuer une simulation à l'aide du logiciel.
- Visualiser l'état du programme pour effectuer des tests.
- Dans notre cas, nous avons choisi de commencer par la configuration matérielle, mais il est possible d'opter pour une approche différente, en commençant par la programmation. [23].

La conception d'une solution d'automatisation peut être réalisée de deux manières, soit en commençant par la programmation, soit par la configuration matérielle. Dans notre situation, nous avons débuté par la configuration. [26]

Figure III.2 Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL [26].



III.4.3 Vue du portal :

Chaque portail est dédié au traitement d'une catégorie spécifique de tâches ou d'actions. La fenêtre affiche la liste des actions disponibles pour la tâche sélectionnée. [27].

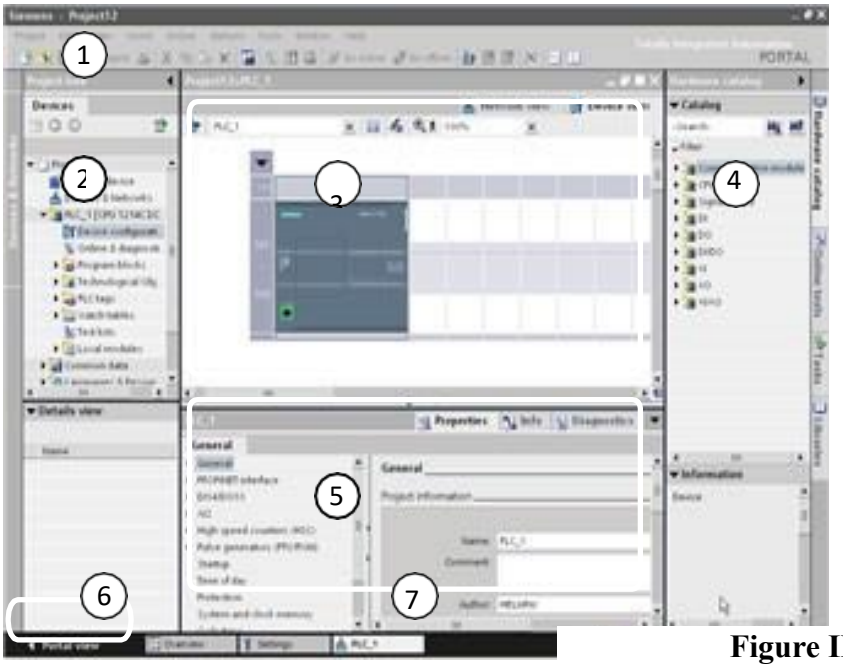


①Portails des différentes tâches
② Tâches du portail sélectionné
③ Panneau de sélection de l'action
④Bascule dans la vue du projet

Figure III. 3 Vue détaillée du portail

III.4.4 Vue du projet :

L'élément "Projet" regroupe tous les éléments et les données nécessaires pour mettre en place la solution d'automatisation souhaitée. [27].



①Menus et barre d'outil
②Navigateur du projet
③Zone de travail
④Task Cards
⑤Fenêtre d'inspection
⑥Bascule dans la vue du portail
⑦Barre d'édition

Figure III. 4 Vue détaillée du projet.

III.4.5 Création du projet dans TIA PORTAL V15 :

Pour créer un nouveau projet dans TIA PORTAL V15, nous utilisons l'assistant de création de projet en cliquant sur "Créer un projet". Cela nous permet de démarrer la configuration et de gérer notre projet de manière facile. En sélectionnant l'icône "Créer un projet", la fenêtre principale s'affiche, où nous remplissons les champs requis, puis nous appuyons sur le bouton "Créer". La figure suivante illustre le démarrage de notre projet.

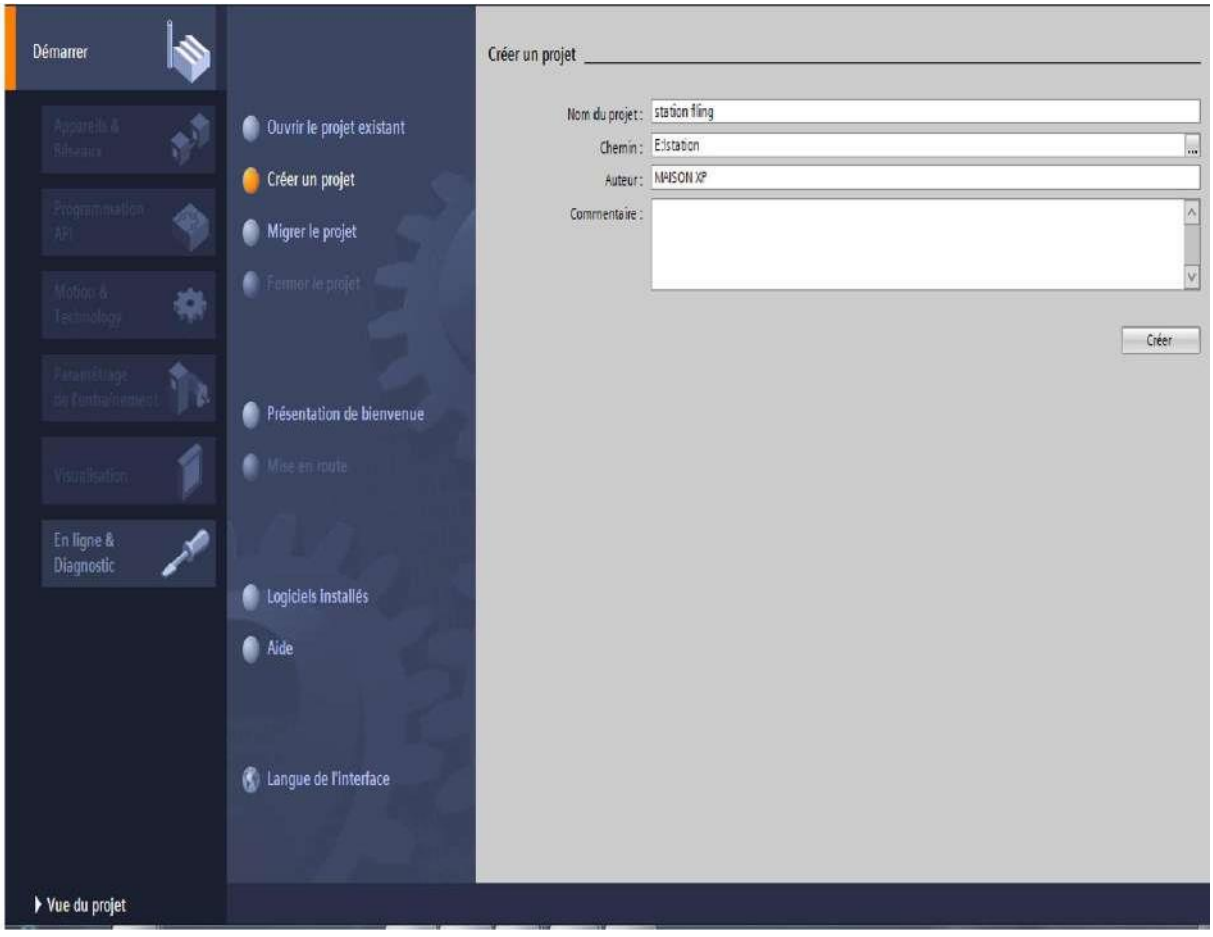


Figure III. 5 Mise en créer du projet.

Pour passer à la deuxième étape, nous cliquons sur le bouton "Appareils et Réseaux", ce qui nous permet de sélectionner les appareils qui composeront notre système. Nous devrons choisir

un type d'automate PLC (Programmable Logic Controller) ainsi qu'une interface homme-machine (IHM).

III.4.6 Configuration matérielle (Partie Hardware) :

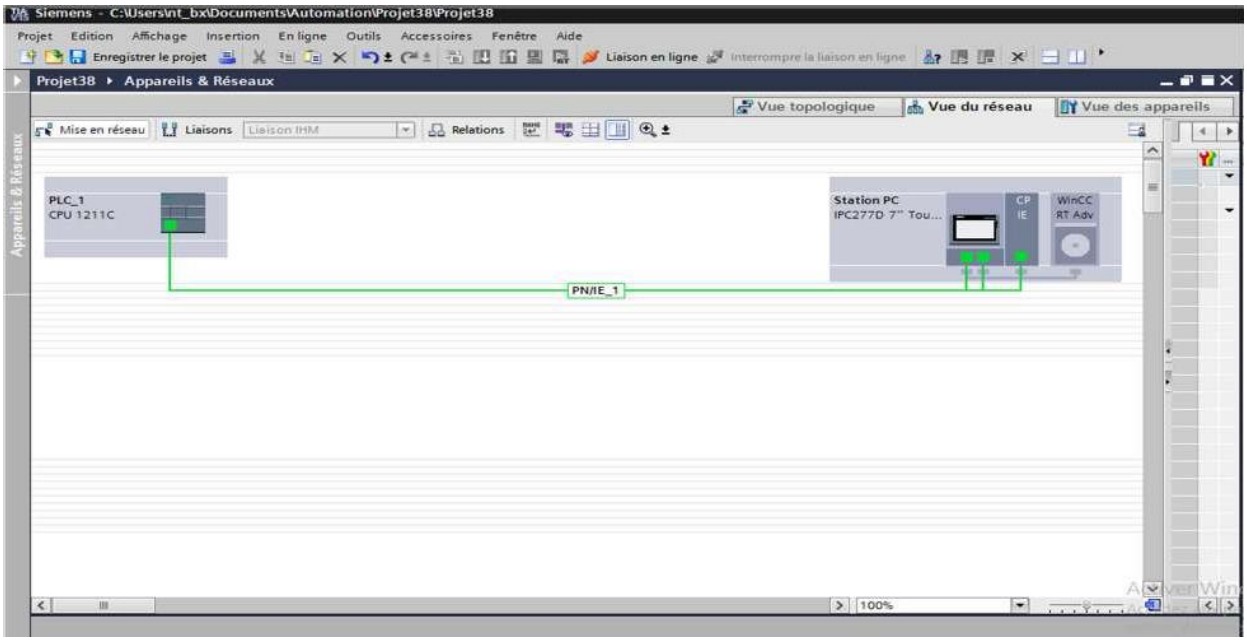


Figure III.6 Représentation de notre automate S7-1200.

La partie consacrée à la configuration matérielle est subdivisée en deux sections principales : PLC (automate programmable) et IHM (interface homme-machine).

Pour l'automate, nous avons choisi le modèle S7-1200 de SIEMENS, accompagné de ses modules complémentaires, qui comprend les éléments discutés dans la section (III.3.3). La figure ci-dessous présente une représentation visuelle de notre automate S7-1200.

III.4.7 Création du tableau des variables API :

Le tableau des variables API joue un rôle essentiel en nous permettant de définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation. Il nous permet de spécifier toutes les entrées et sorties de notre système, tels que les fins de course, les signaux de marche/arrêt, les capteurs de température, de pression et de niveau de remplissage, les indicateurs de défaut, les

mémoires, ainsi que l'ouverture et la fermeture des vannes, et bien d'autres encore. La figure ci-dessous illustre notre tableau de variables API.

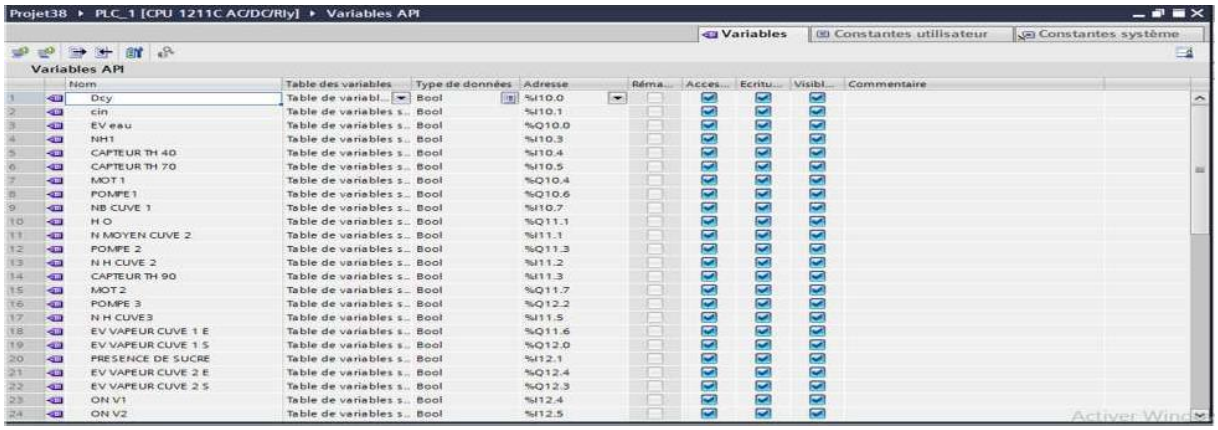


Figure III.7 Tableau de variable API.

III.4.8 Types de variable utilisée en STEP7 :

Dans le STEP7, il existe plusieurs types de variables distincts qui doivent être déclarés préalablement avant le début de chaque programme. Le tableau suivant regroupe ces différentes variables.

TYPE	TAILLE
Bool	1 bit
Real	32 bits
Int	16 bits
Byte	8 bits
Word	16 bits
DWord	32 bits
DInt	32 bits
Char	8 bits
Time	32 bits
S5Time	16 bits
Date	16 bits
Time of Day	32 bits

Table III.1 Types de variables utilisées en step7 [28].

III.4.9 Ecriture du programme :

Le programme est rédigé en utilisant les divers blocs disponibles :

- **Bloc d'organisation OB :** Le bloc OB commande l'exécution du programme. Il permet de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par des alarmes pendant l'exécution du programme. Le programme OB consiste en un appel aux différentes fonctions à l'aide du bloc Call.
- **Bloc fonctionnel FB :** Il s'agit d'un bloc de code qui conserve en permanence sa valeur en l'enregistrant dans un bloc de données d'instance, de sorte qu'il puisse être accessible même après le traitement du bloc.
- **FB1 :** Le document contient le schéma LADDER du processus existant avant l'automatisation.
- **FB2 :** Le document contient le schéma LADDER après la migration.
- **Fonction FC :** Les fonctions sont des blocs dépourvus de mémoire.
- **Bloc de données DB :** Il est utilisé pour sauvegarder les données du programme. Pour ce faire, on ouvre la section "Blocs de programme" et on clique deux fois sur "Ajouter nouveau bloc". Ensuite, on sélectionne soit "Bloc fonctionnel", "Fonction" ou "Bloc de données" en fonction de notre cahier des charges.

III.5 Simulation du programme sous step7 avecS7-PLCSIM :

III.5.1 Présentation de S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme utilisateur développé pour un automate programmable (AP). La simulation s'effectue entièrement à l'intérieur du logiciel STEP7, que ce soit sur un ordinateur ou sur une console de programmation. Il n'est pas nécessaire d'établir une connexion avec un matériel S7 spécifique (CPU ou module de signaux).

S7-PLCSIM offre une interface conviviale avec le programme utilisateur de STEP 7, permettant de visualiser et de forcer différents objets tels que les entrées et les sorties. En exécutant le programme dans l'AP de simulation, il offre également la possibilité d'utiliser les diverses fonctionnalités du logiciel STEP 7, comme la table des variables (VAT) pour visualiser et forcer des variables.

III.5.2 SIMATIC WinCC Runtime Advanced (Portal TIA) :

La solution HMI sur PC permet de mettre en place des systèmes mono-utilisateur directement sur la machine. La gamme de fonctionnalités de WinCC Runtime Advanced comprend des composants IHM centralisés pour la visualisation et la génération de rapports. Elle peut également être étendue en fonction des besoins et des coûts, et intégrée dans des solutions d'automatisation basées sur des réseaux TCP/IP. Elle offre des concepts avancés de services avec des fonctionnalités d'exploitation, de diagnostic et d'administration à distance via l'intranet et l'internet, combinés à la communication par e-mail [25].

III.5.3 Définition de l'interface homme-machine (IHM) :

L'interface homme-machine (IHM) est le système qui assure la communication entre l'opérateur et le processus. La CPU contrôle le déroulement du processus, tandis que l'opérateur peut visualiser le processus et intervenir en cours grâce à un pupitre opérateur [31].

III.5.4 Avantages :

- L'interface de configuration utilise des technologies logicielles de pointe pour une expérience utilisateur innovante ;
- Le concept de bibliothèque offre une gamme complète d'objets et de façades personnalisables par l'utilisateur ;

III.5.6 Configurer une vue IHM :

Lorsque vous êtes sur la page d'accueil de TIA Portal, vous pouvez accéder à la visualisation en sélectionnant l'option "Configurer une vue IHM".

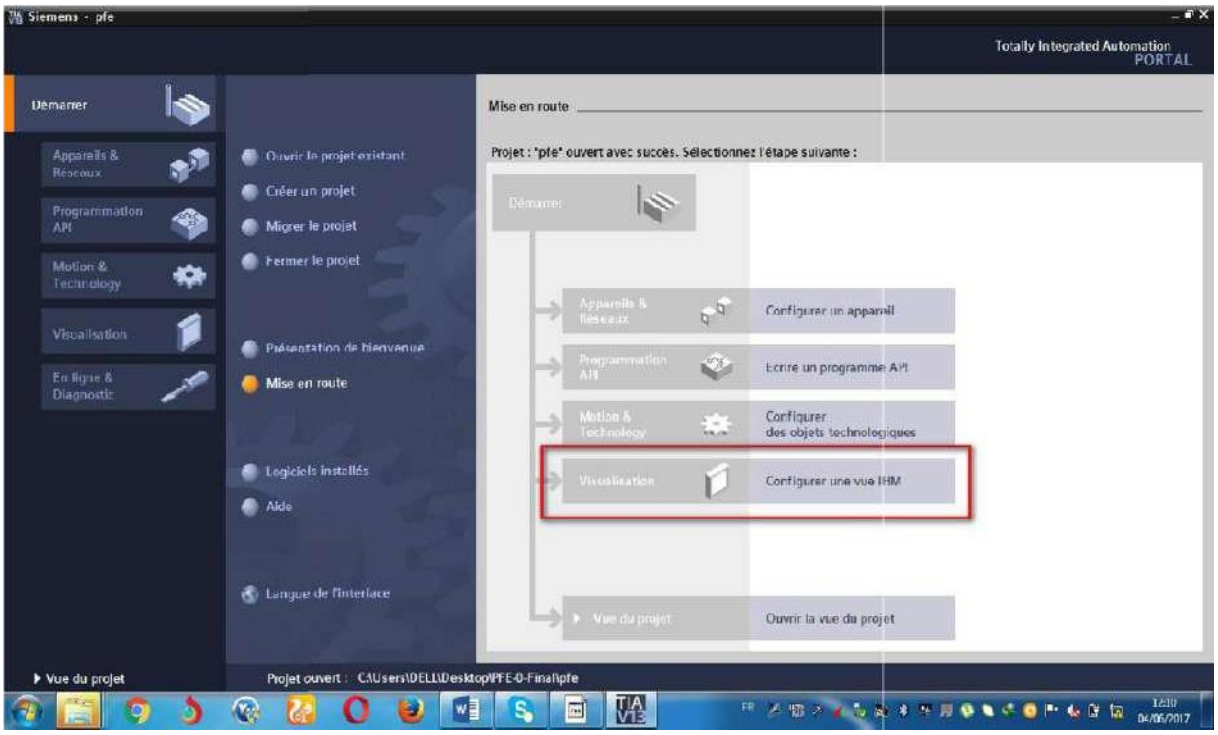


Figure III.8 Configurer une vue IHM On a choisi le pupitre le HMI Panel " Station pc (IPC277D).

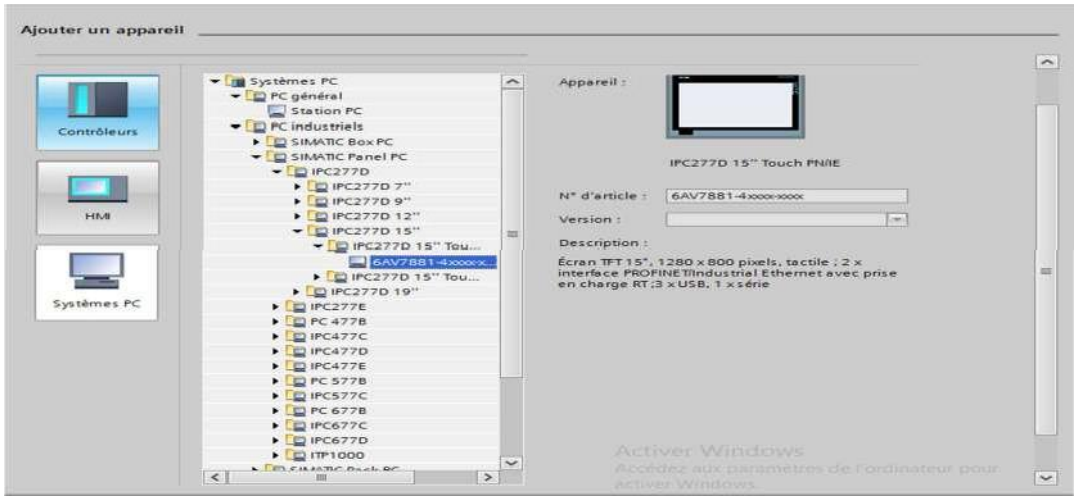


Figure III.9 Choisir le pupitre

Notre projet on a configuré 3 vues :

1-1ère vue : vue initiale

2-2ème vue : Vue du nettoyage

3-3ème vue : Vue de la préparation



Figure III.10 la vue initiale

La figure suivante représente la vue de nettoyage :

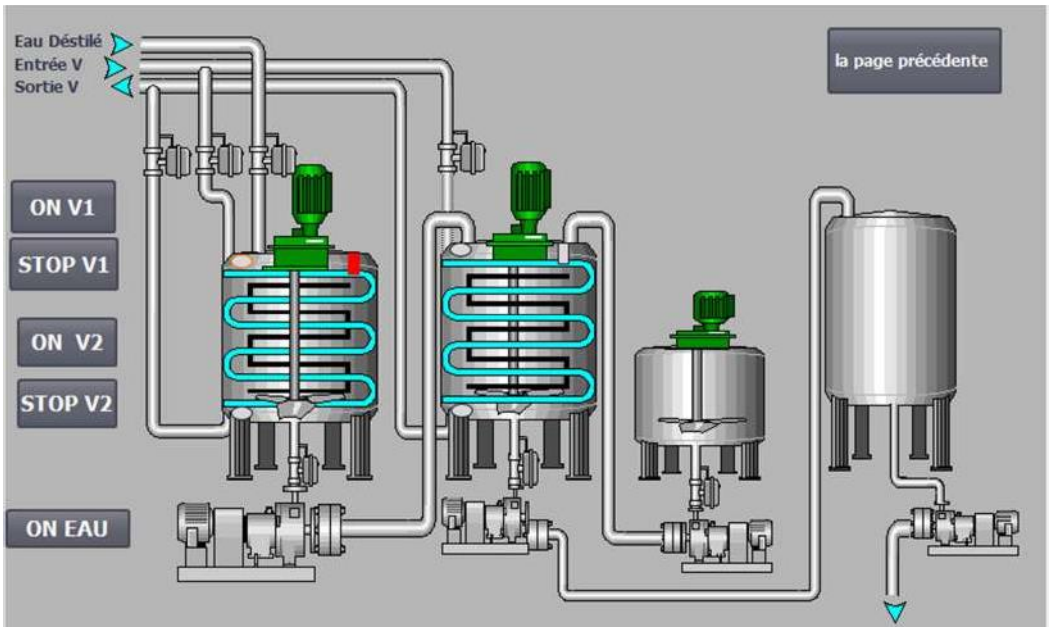


Figure III.11 la vue de nettoyage

III.5.7 Eléments de la vue de nettoyage :

1	ON EAU	19	Pompe d'eau distillée
2	Electrovanne Eau	20	Pompe d'eau froide
3	Pompe 1	21	Niveau haut cuve 1
4	Moteur Agitateur 1	22	Niveau bas cuve 1
5	Moteur Agitateur 2	23	Niveau haut cuve 2
6	Moteur Agitateur 3	24	Niveau bas cuve 2
7	Electrovanne vapeur cuve 1 E	25	Niveau haut cuve3
8	Electrovanne vapeur cuve 1 S	26	Niveau bas cuve 3
9	Electrovanne vapeur cuve 2 E	27	ON vapeur cuve 1
10	Electrovanne vapeur cuve 2 S	28	ON vapeur cuve 2
11	Capteur de températeur 90	29	Stop vapeur cuve 1
12	Pompe 3	30	Stop vapeur cuve 2
13	Pompe 2		

Table III.2 Les éléments de vue de nettoyage

III.5.8 Les étapes nettoyage :

- Pour la phase de stérilisation, les vannes d'eau distillée et de vapeur ont été ouvertes.

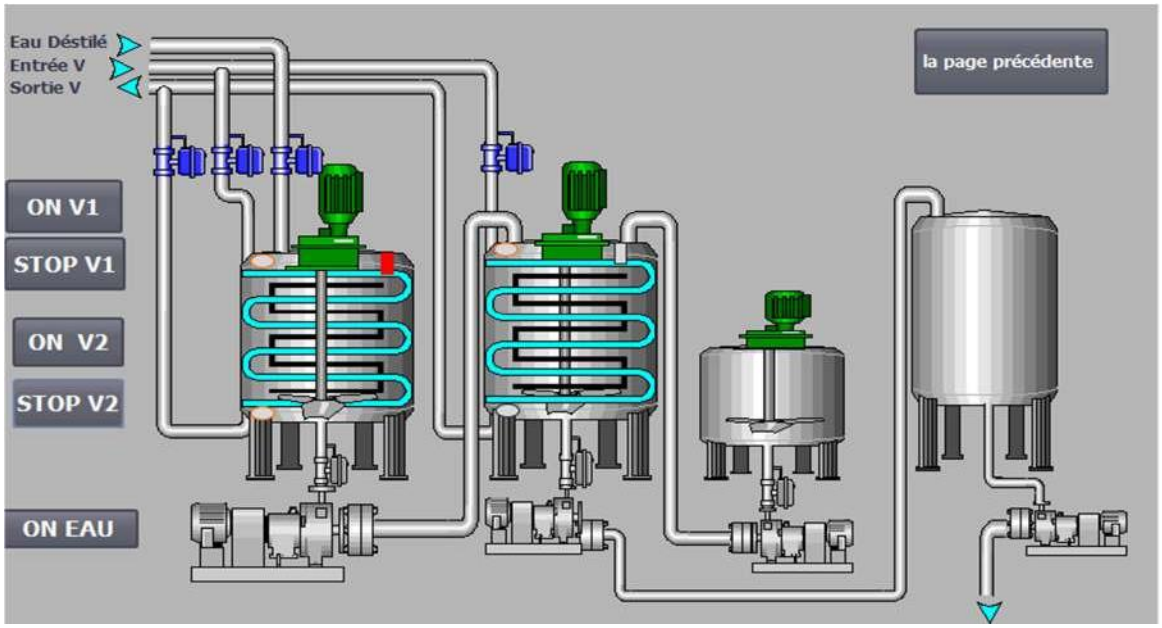


Figure III.12 Ouvertures les vannes

- Le moteur d'agitation de la cuve 1 a été démarré :

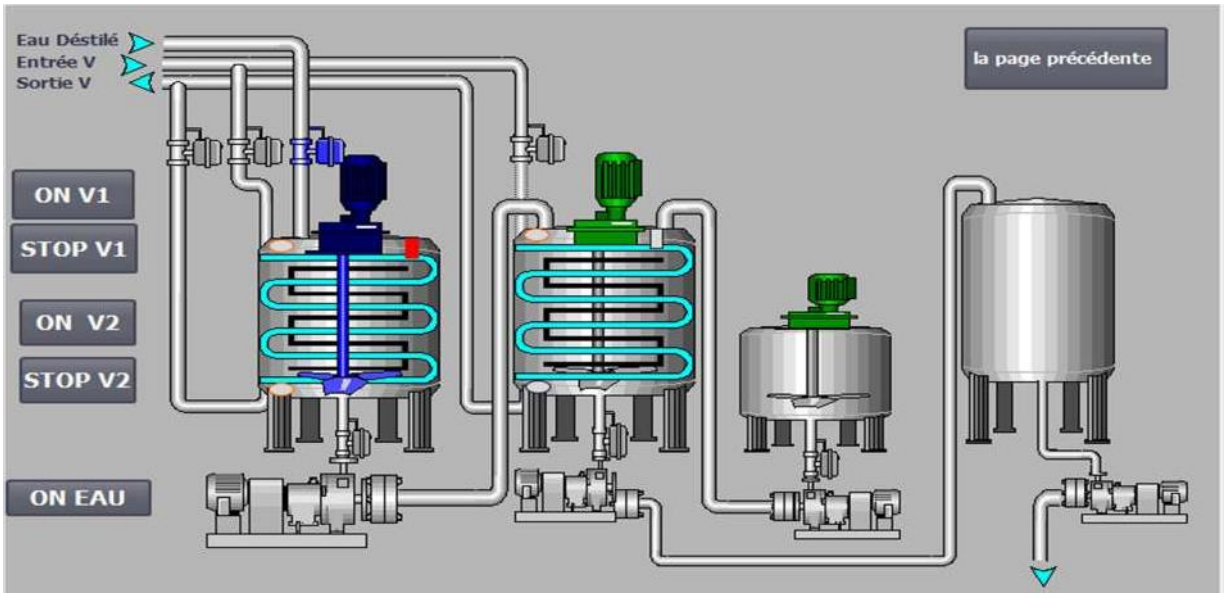


Figure III. 13 Démarrage d'agitation dans cuve 1

- Le moteur d'agitation de la cuve 2 a été démarré :

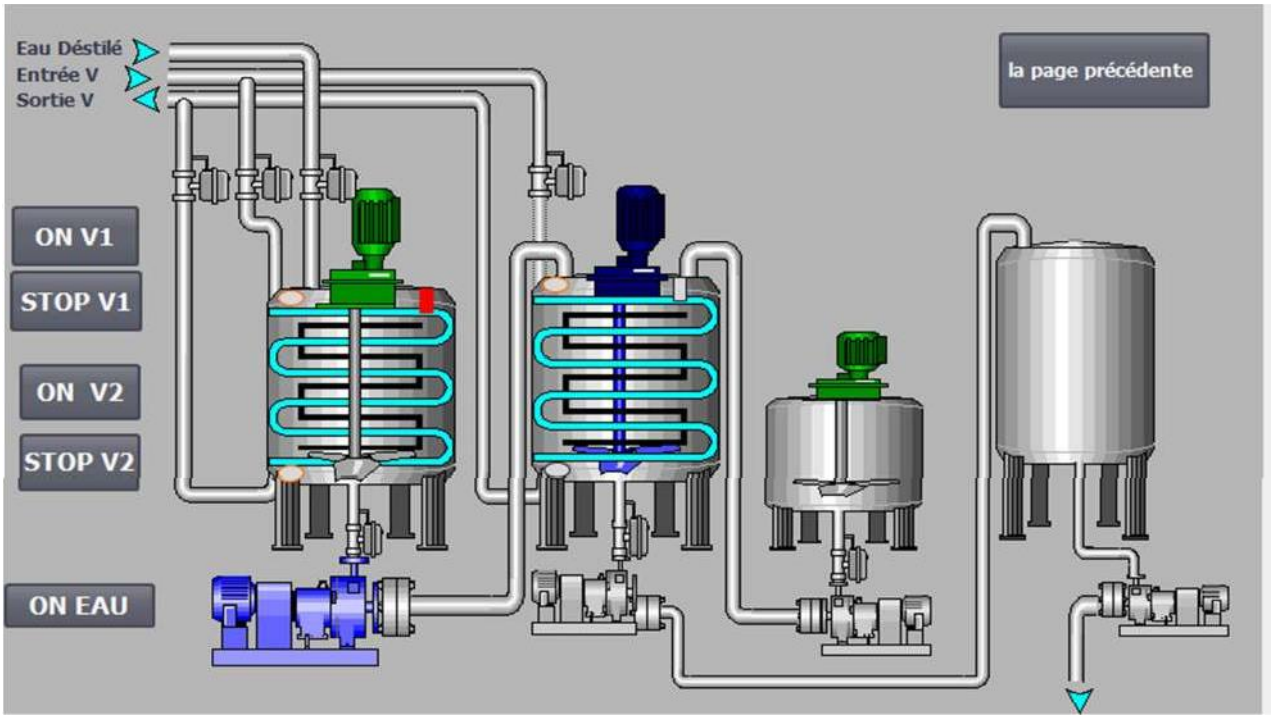


Figure III.14 Démarrage d'agitation dans cuve 2

- Le moteur de l'homogénéisateur a été démarré.

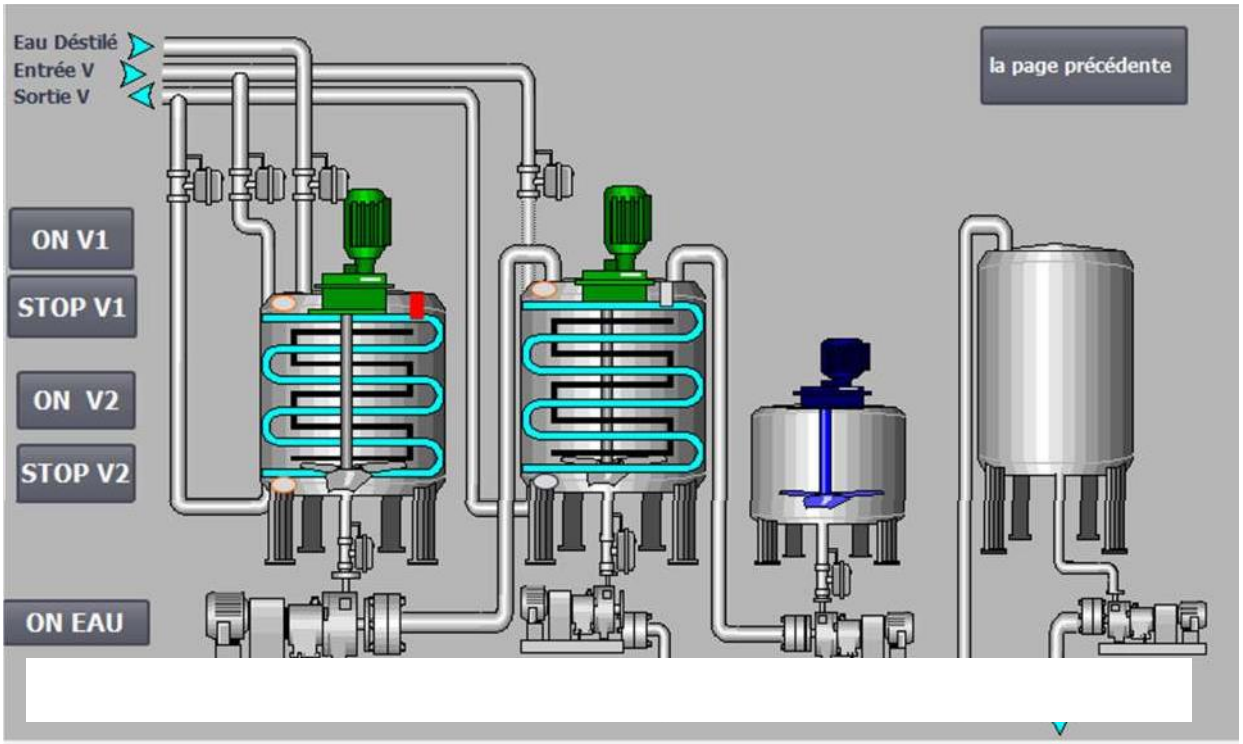


Figure III.15 Démarrage d'agitation dans l'homogénéisateur

- Pour la phase de stérilisation, les vannes de vapeur intérieures et les vannes d'évacuation ont été ouvertes.

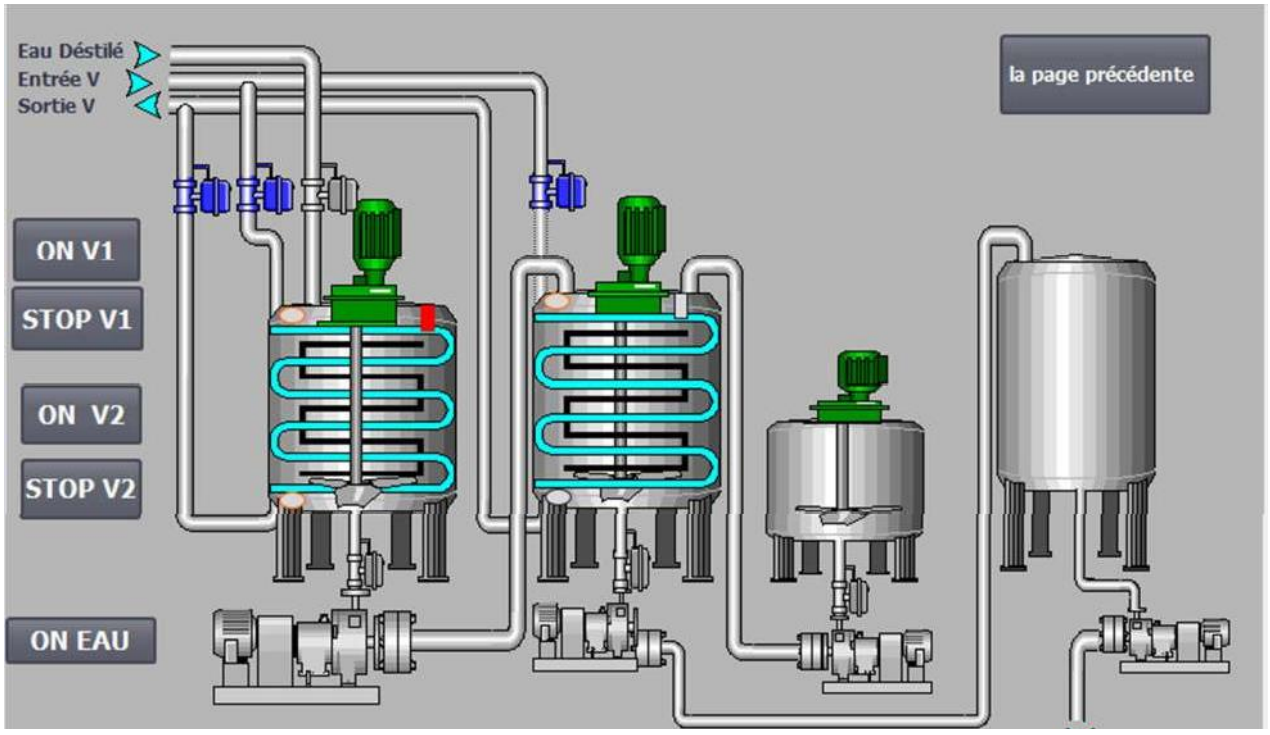


Figure III.16 L'étape de stérilisation

III.6 Vues de Préparation :

La vue de la préparation est illustrée dans la figure ci-dessous.

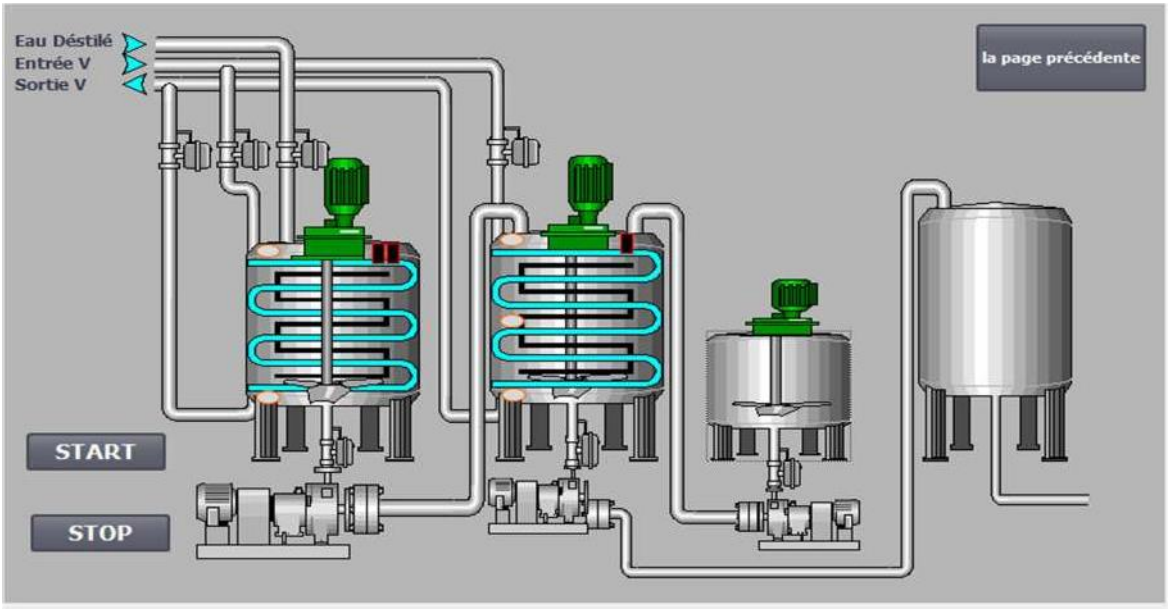


Figure III.17 Vue de préparation

III.6.1 Eléments de la vue de préparation :

1	Dcy	17	Capteur de températeur 70
2	Electrovanne Eau	18	Presence du sucre
3	Moteur Agitateur 1	19	Electrovanne cuve 2
4	Electrovanne vapeur cuve 1 E	20	Pompe 1
5	Electrovanne vapeur cuve 1 S	21	Pompe2
6	Capteur de températeur 40	22	Pompe 3
7	Moteur agitateur 2	23	Moteur agitateur 3
8	Niveau haut cuve 1	24	Niveau bas cuve 2
9	Niveau bas cuve 1	25	Niveau haut cuve 2
10	Niveau moyen cuve 1	26	homoginisateur
11	Electrovanne vapeur cuve 2 E	27	Electrovanne vapeur cuve 2 S
12	Capteur de températeur 90		
13	Niveau haut cuve 3		

Table III.5 Les éléments de la vue de préparation

III.6.2 Les étapes de la préparation :

- **Dans la première étape :** nous activons l'électrovanne d'eau pour permettre l'ouverture des électrovannes.

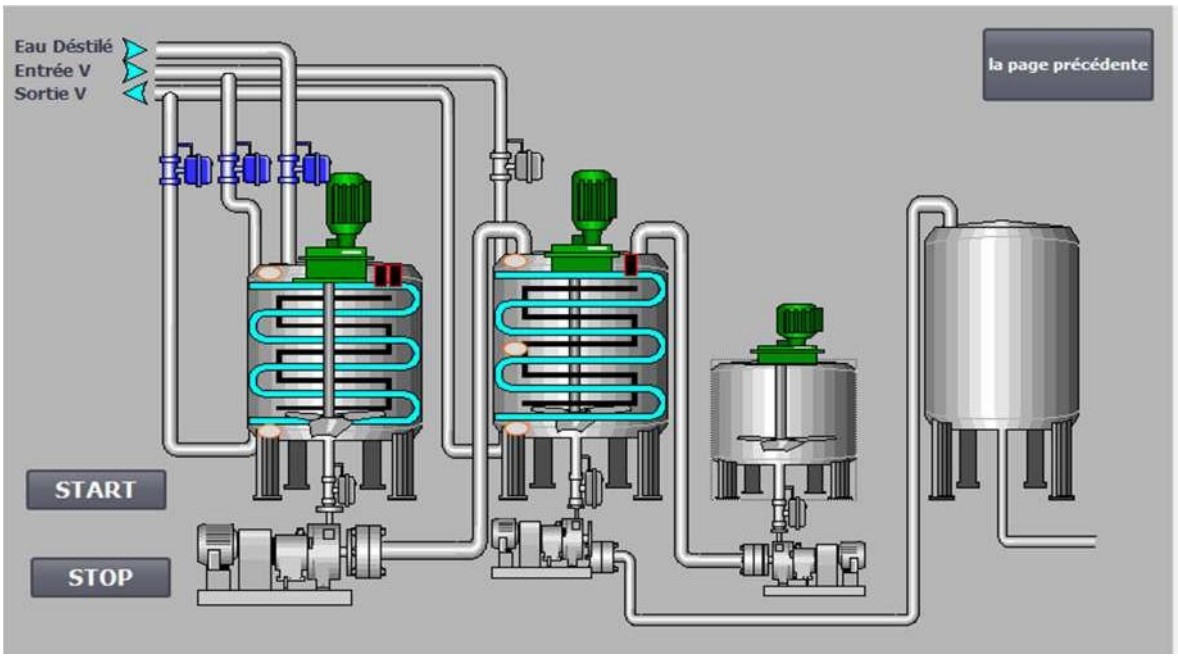


Figure III.18 L'ouverture des électrovannes

- Charge le sucre dans cuve 1

- **À l'étape 2 :** nous démarrons le moteur de l'agitation 1 et chauffons à 40 degrés pendant 15 à 45 minutes, tout en chargeant le sucre dans la cuve 1.

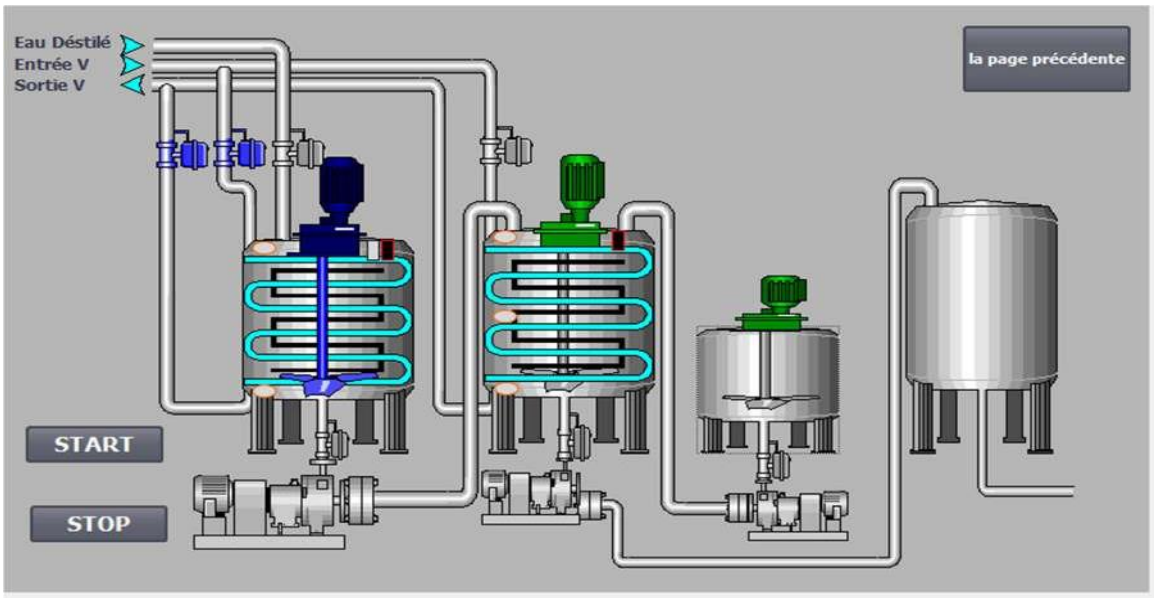


Figure III.19 Charge le sucre dans cuve 1

- À l'étape 3, nous démarrons le moteur de l'agitation 1 et chauffons à 70 degrés pendant 45 à 60 minutes, tout en chargeant le sirop simple dans la cuve 2.

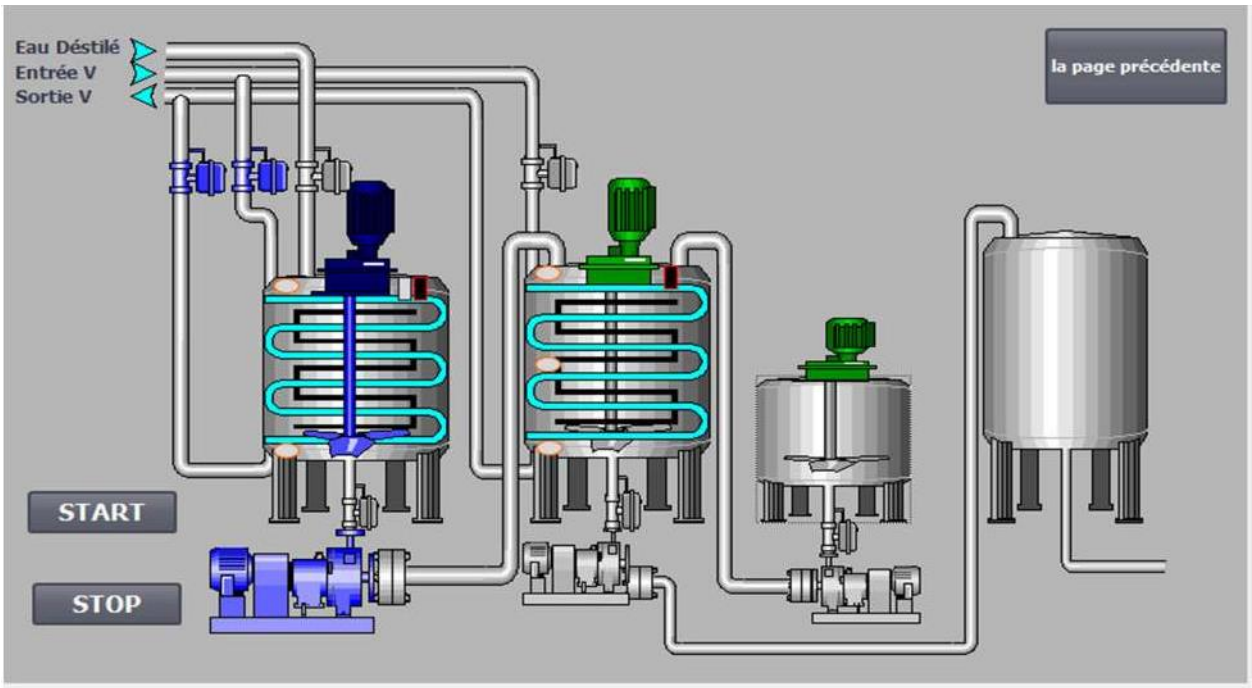


Figure III.20 Charge le sirop simple dans cuve 2 et agitation avec vaporisation

- **À l'étape 4 :** nous démarrons le moteur de l'agitation 2 et continuons d'agiter le sirop simple dans la cuve 1 pendant une durée de 60 minutes.

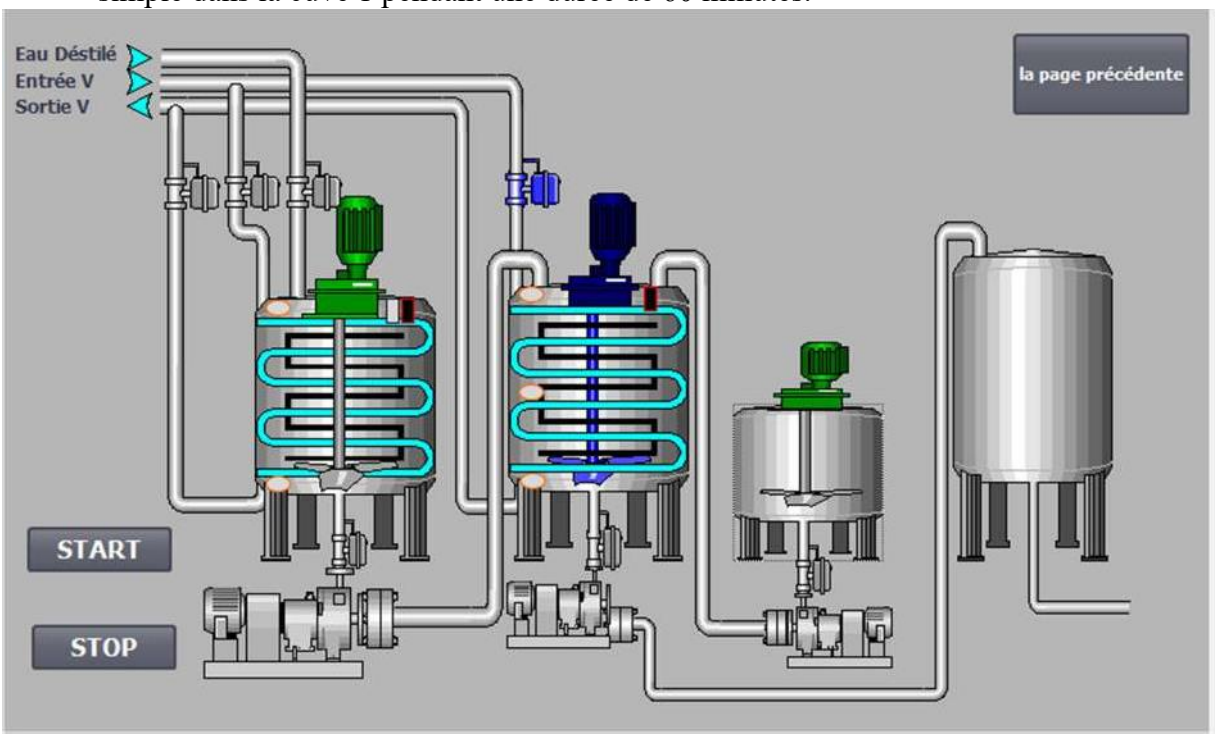


Figure III.21 Agitation dans cuve 2 avec vaporisation

- **À l'étape 5 :** nous transférons les produits de l'homogénéisateur vers la cuve 2 à l'aide d'une pompe de transfert, puis nous continuons de mélanger les produits dans la cuve 2 jusqu'à atteindre une température de 90 degrés pendant une durée de 60 minutes.

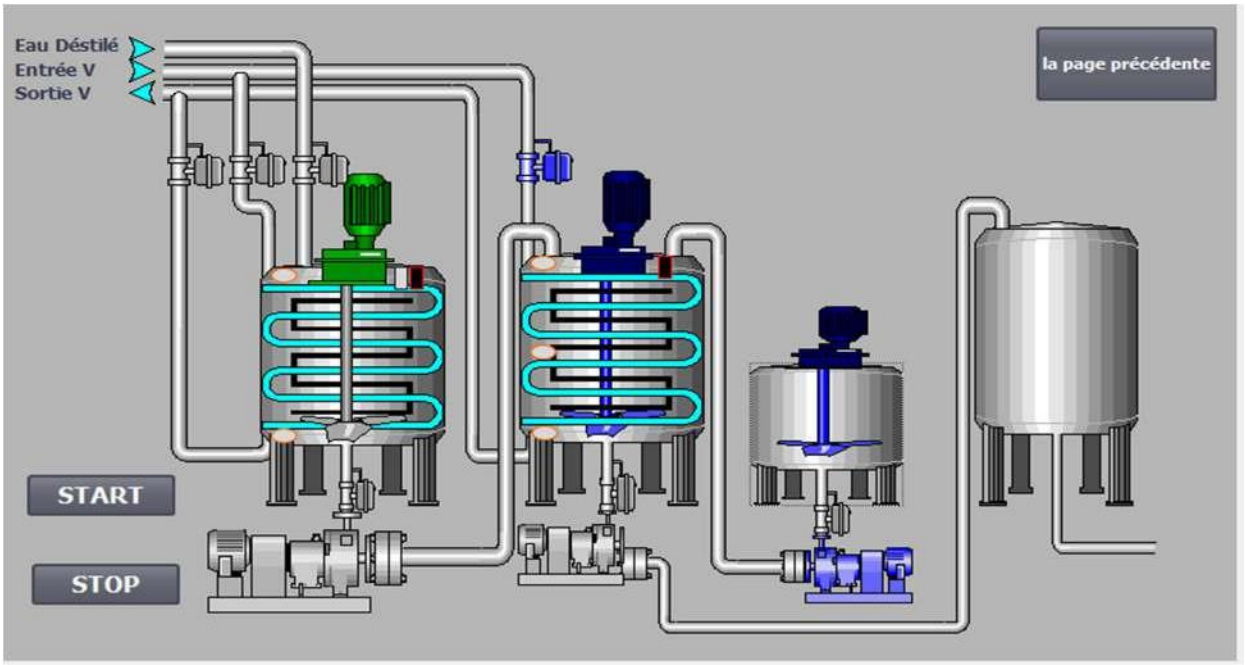


Figure III.22 Transfer les produit dans cuve 2 avec pompe de transfert

- **À l'étape 6 :** nous transférons les produits de la cuve 2 vers la cuve 3 de stockage à l'aide d'une pompe de transfert.

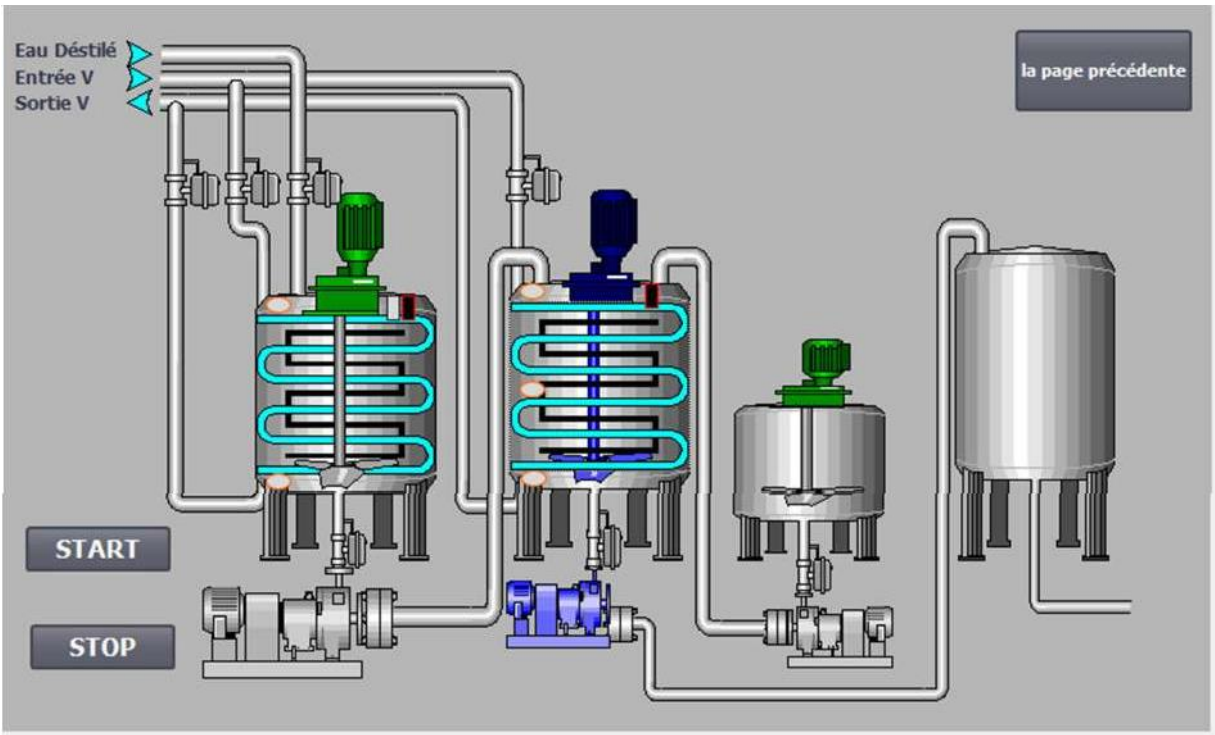


Figure III.23 Transfer les produit de cuve 2 dans la cuve de stockage

III.7 Programmations des alarmes :

La programmation d'une alarme implique deux étapes :

1- Programmation au niveau de l'automate.

2- Configuration au niveau de l'interface homme-machine (IHM).

III.7.1 Programmes de déclenchement d'alarme :

Les réseaux du programme servent à arrêter les électrovannes et à déclencher les alarmes suivantes.

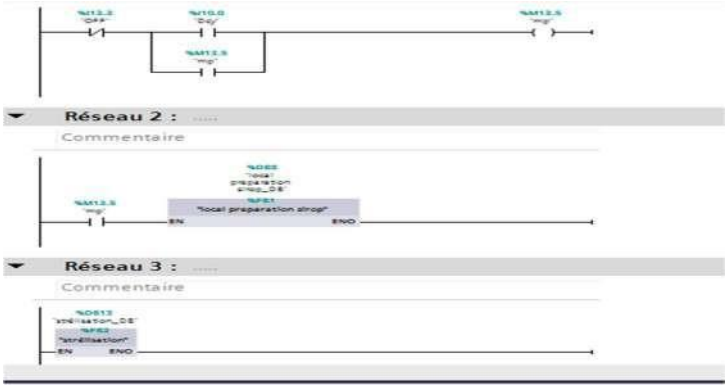


Figure III.24 Programme de détection des pannes.

III.7.2 Programmes d'arrêt urgence :

Lorsque le bouton est enfoncé, toutes les électrovannes se ferment et les pompes s'éteignent.



Figure III.26 Bouton d'urgence

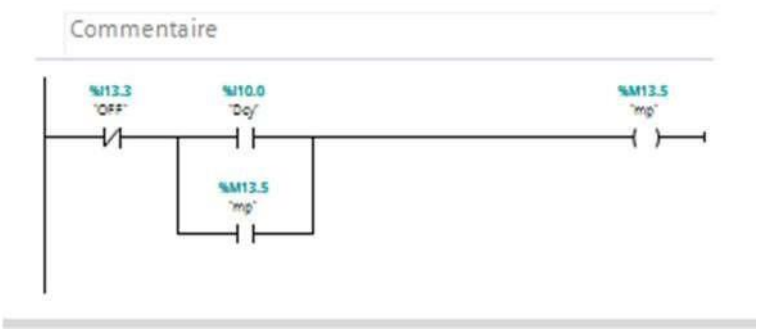
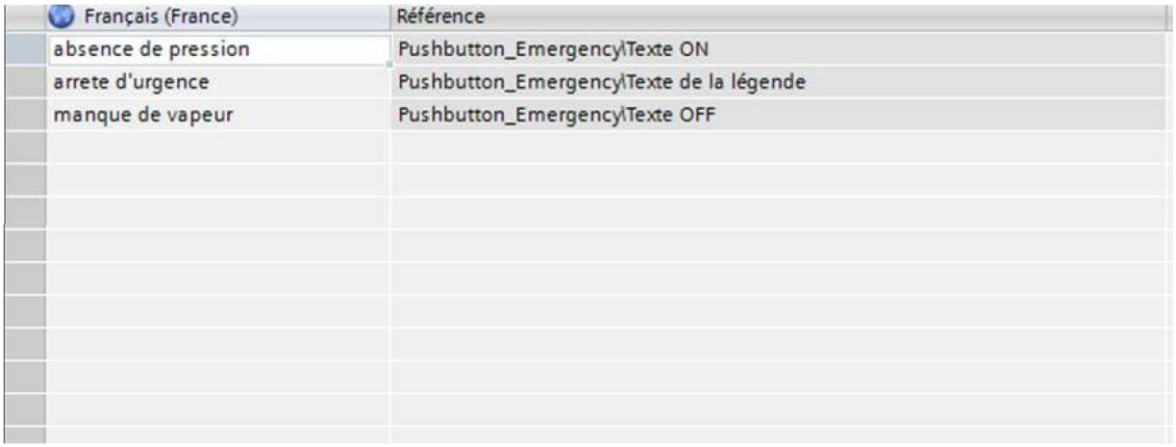


Figure III.25 Programme d'arrêt urgence

III.7.3 Vues d'alarme sur l'IHM :

La fonctionnalité nous permet de visualiser l'état des alarmes. La figure ci-dessous illustre les pannes dans la ligne de production.



Français (France)	Référence
absence de pression	Pushbutton_Emergency\Texte ON
arrete d'urgence	Pushbutton_Emergency\Texte de la légende
manque de vapeur	Pushbutton_Emergency\Texte OFF

Figure III.27 vue d'alarme.

III.8 Le schéma électrique :

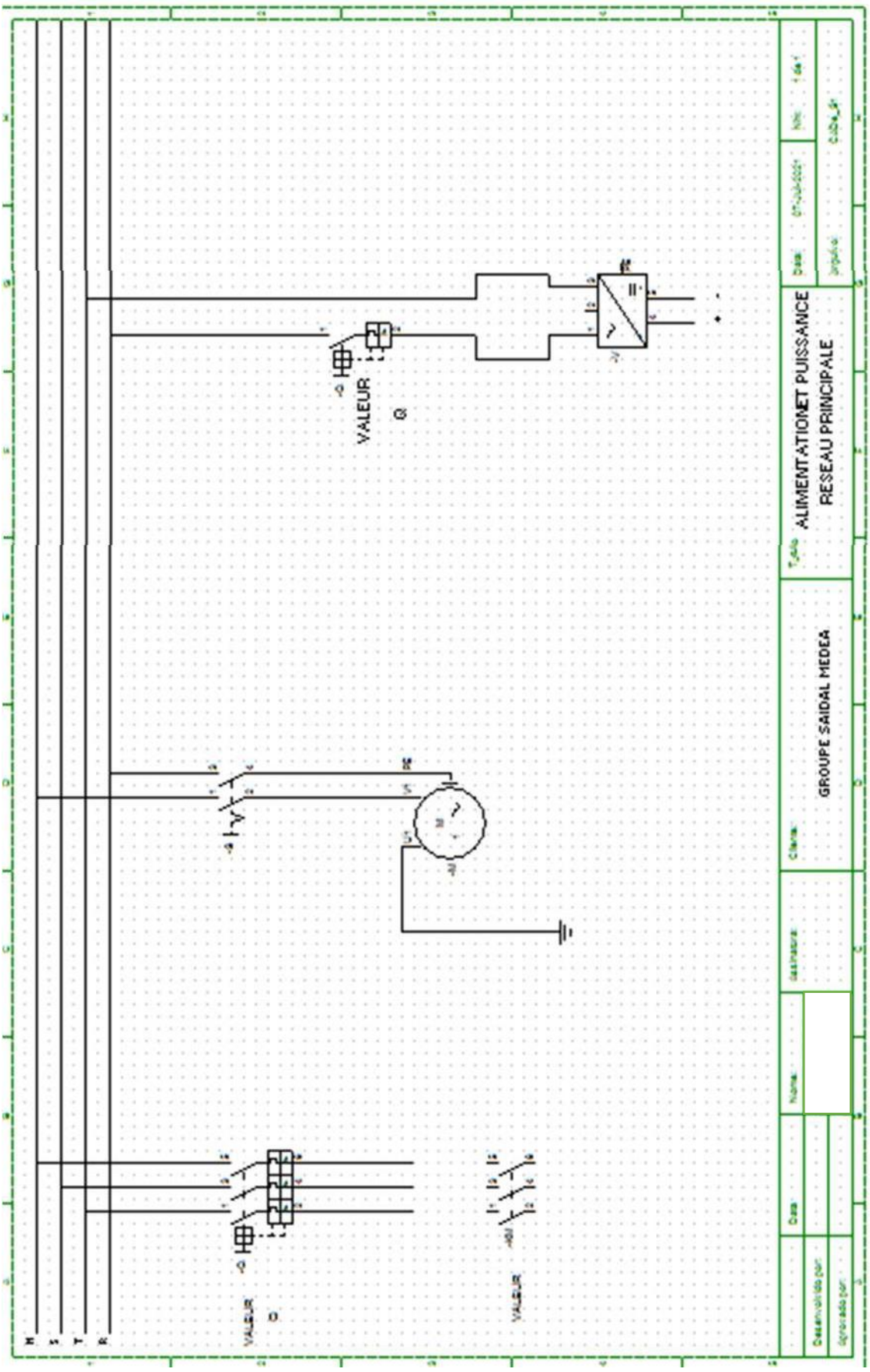
Le schéma électrique est composé de deux parties distinctes qui sont les suivantes :

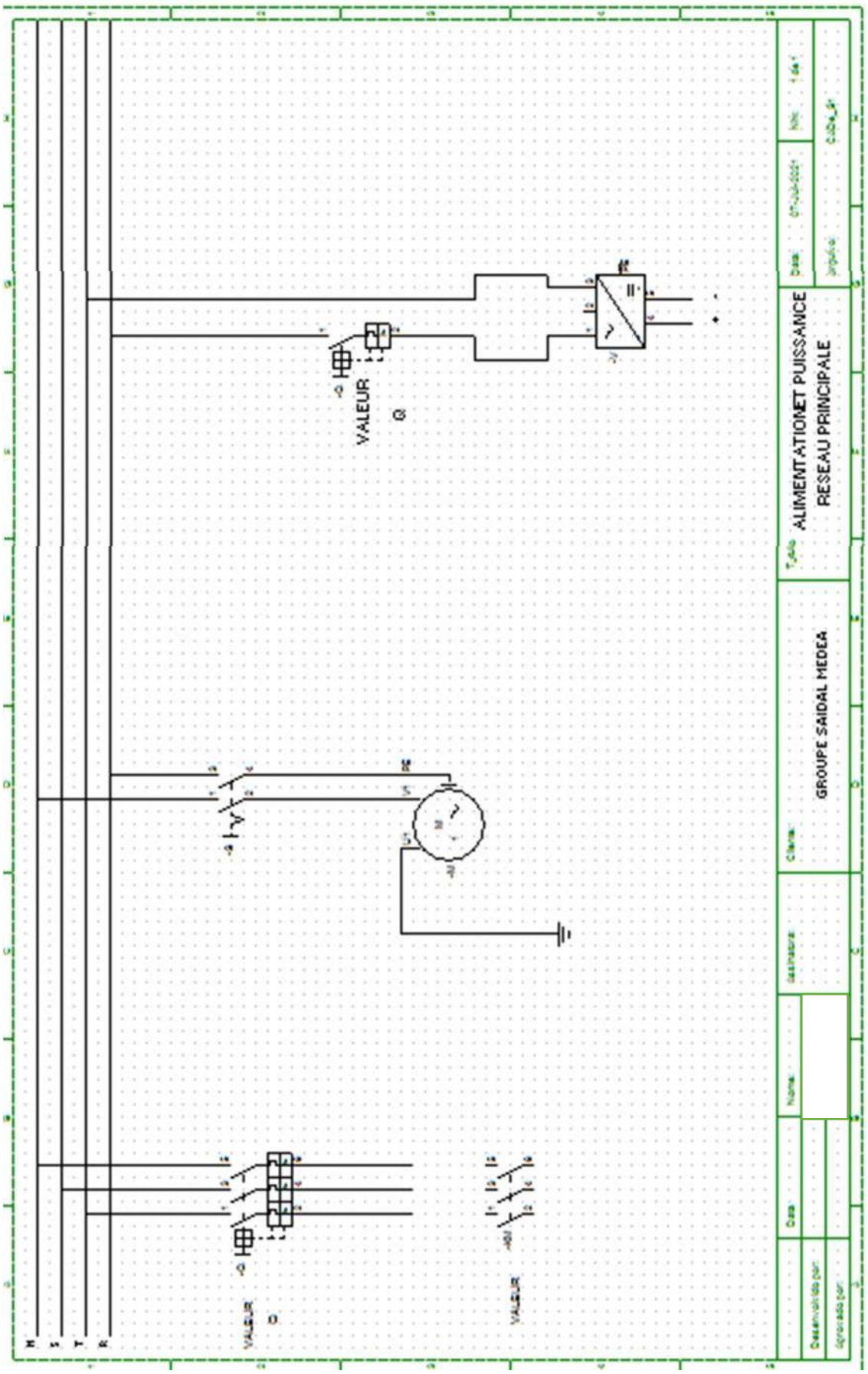
III.8.1. Partie de puissance :

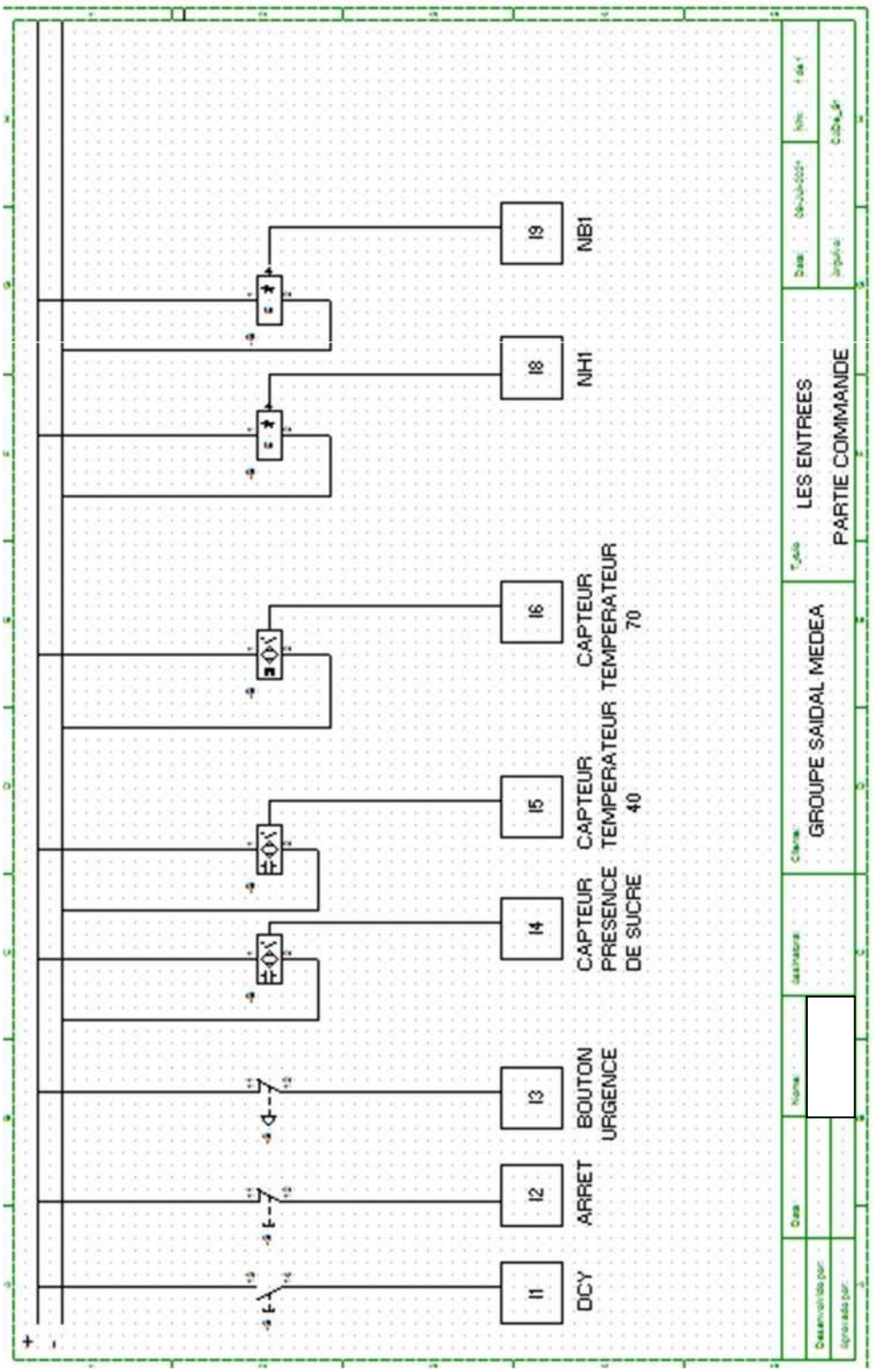
Cette partie du schéma électrique est développée afin de représenter le câblage qui permet de commander l'alimentation des différents actionneurs présents dans l'installation.

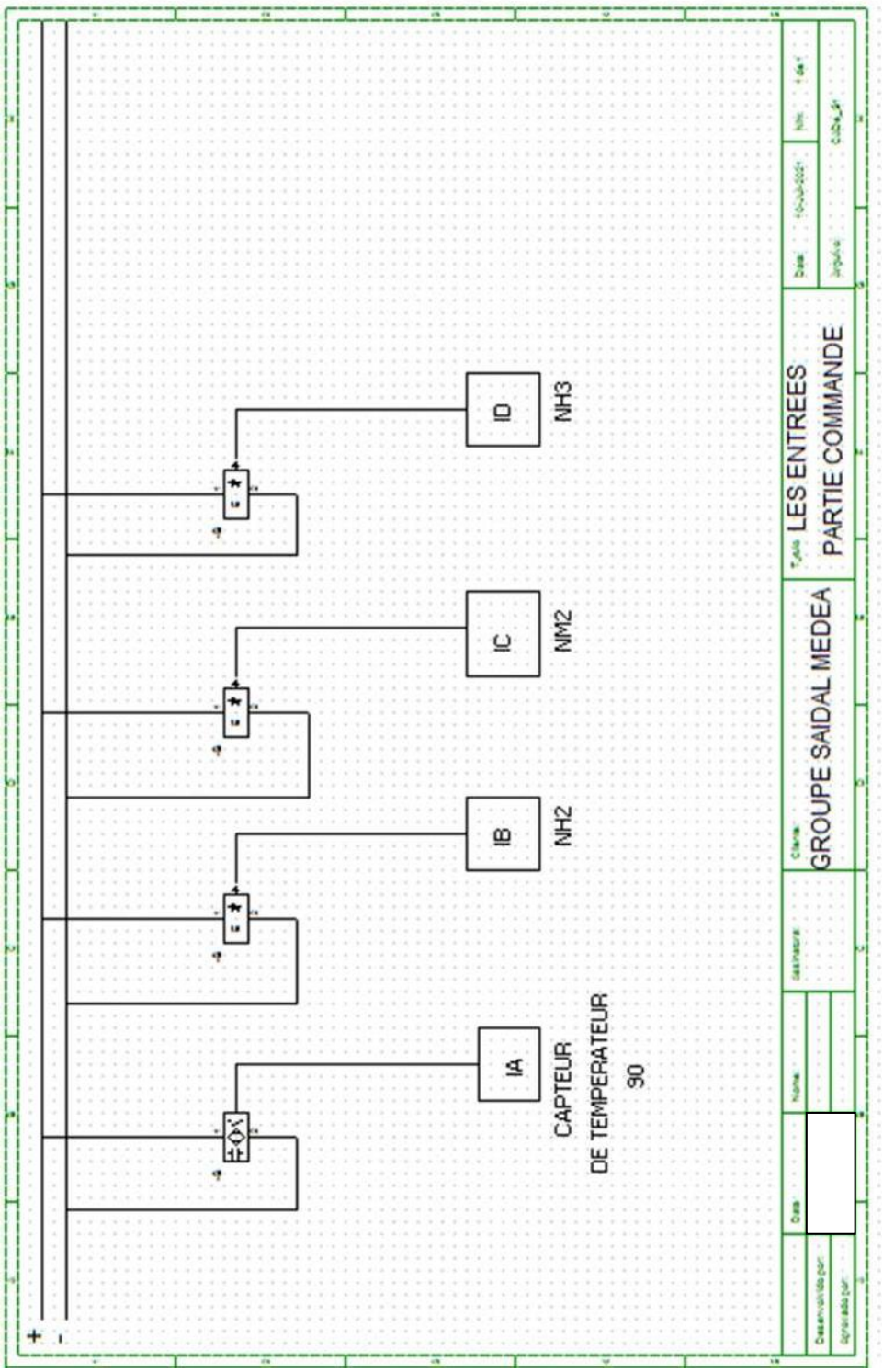
III.8.2. Partie de commande :

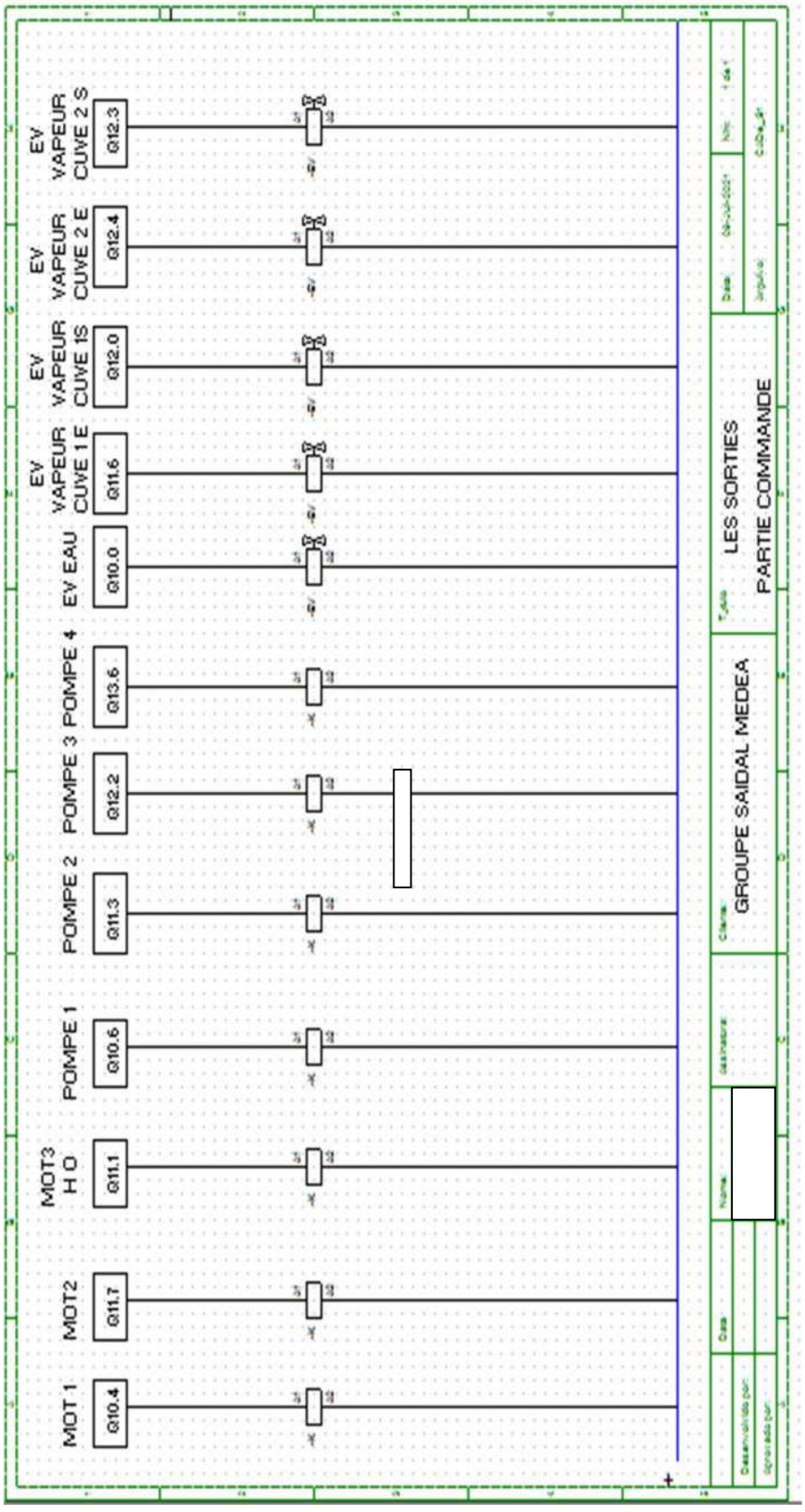
Cette partie du schéma électrique est développée afin de représenter le câblage qui définit le mode de fonctionnement de la machine. Les coordonnées de chaque contact sont spécifiées sous le contacteur auquel il est associé, ce qui permet de les localiser facilement.

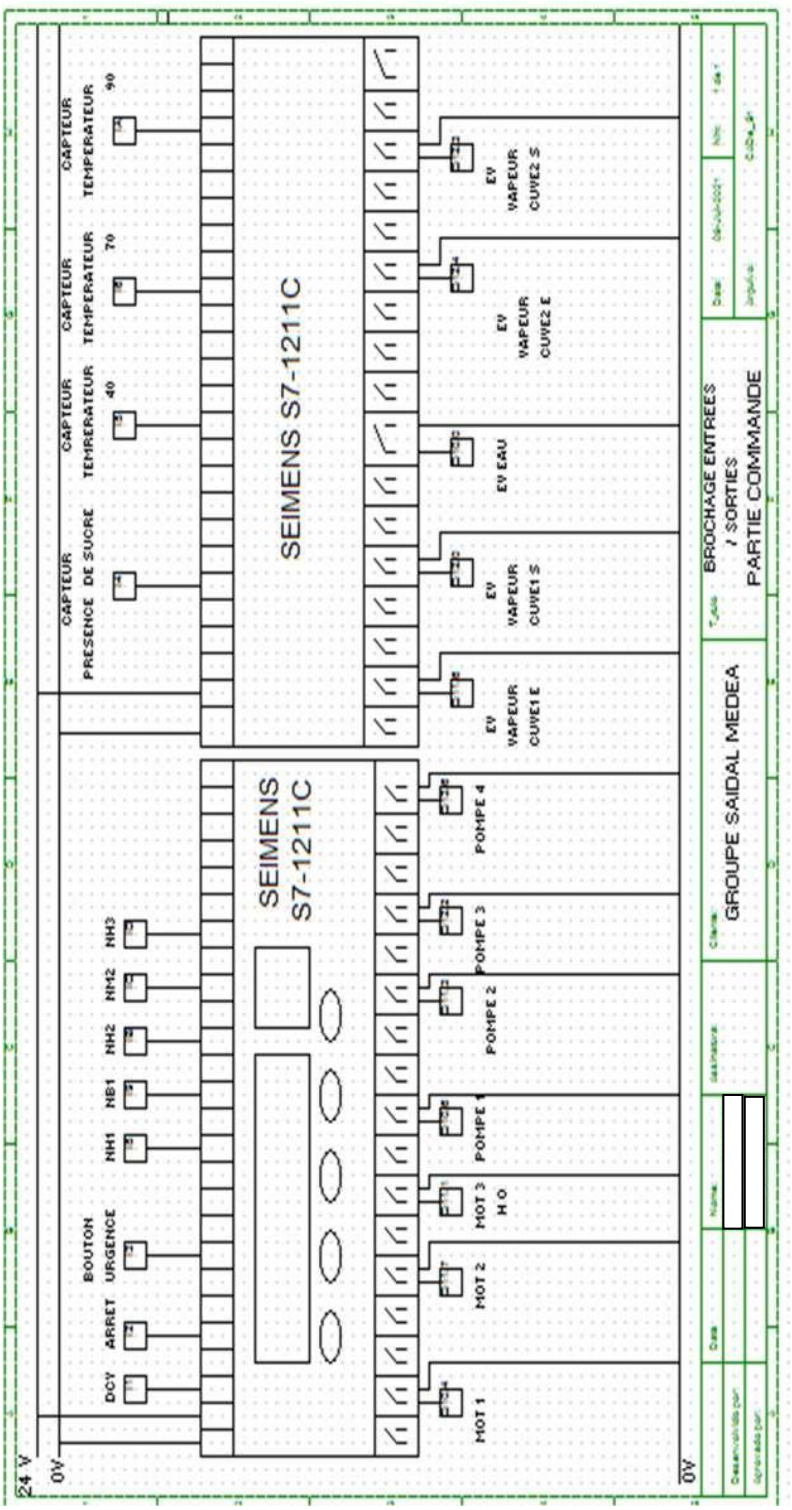

ALIMENTATIOMET PUISSANCE
RESEAU PRINCIPALE
GROUPE SAIDAL MEDEA
VALEUR
VALEUR
VALEUR


ALIMENTATIONET PUISSANCE
RESEAU PRINCIPALE
GROUPE SAIDAL MEDEA
VALEUR
Q
VALEUR
D
VALEUR


+
-
I1
DCY
I2
ARRET
I3
BOUTON URGENCE
I4
CAPTEUR PRESENCE DE SUCRE
I5
CAPTEUR TEMPERATEUR 40
I6
CAPTEUR TEMPERATEUR 70
I8
NH1
I9
NB1
GROUPE SAIDAL MEDEA
LES ENTREES
PARTIE COMMANDE


+
-
IA
IB
IC
ID
NH2
NM2
NH3
CAPTEUR
DE TEMPERATEUR
90
GROUPE SAIDAL MEDEA
LES ENTREES
PARTIE COMMANDE


LES SORTIES
PARTIE COMMANDE
GROUPE SAIDAL MEDEA
MOT 1 Q10.4
MOT2 Q11.7
MOT3 H O Q11.1
POMPE 1 Q10.6
POMPE 2 Q11.3
POMPE 3 Q12.2
POMPE 4 Q13.6
EV EAU Q10.0
EV VAPEUR CUVE 1E Q11.6
EV VAPEUR CUVE 1S Q12.0
EV VAPEUR CUVE 2 E Q12.4
EV VAPEUR CUVE 2 S Q12.3


24 V
0V
DCY
ARRET
BOUTON URGENCE
NH1
NB1
NH2
NH2
NH2
NH3
CAPTEUR PRESENCE DE SUCRE
CAPTEUR TEMPERATEUR 40
CAPTEUR TEMPERATEUR 70
CAPTEUR TEMPERATEUR 90
SEIMENS S7-1211C
SEIMENS S7-1211C
MOT 1
MOT 2
MOT 3
H O
POMPE 1
POMPE 2
POMPE 3
POMPE 4
EV VAPEUR CUVE1 E
EV VAPEUR CUVE1 S
EV EAU
EV VAPEUR CUVE2 E
EV VAPEUR CUVE2 S
0V
GROUPE SAIDAL MEDEA
BROCHAGE ENTREES / SORTIES
PARTIE COMMANDE

III.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons utilisé le logiciel TIA PORTAL V15 pour créer notre programme. Les blocs SIM STEP 7, SIMATIC WINCC et PLC SIM sont inclus et seront utilisés dans notre console S7-1200.

La partie IHM nous a permis de simplifier le contrôle de notre unité et d'acquérir une meilleure compréhension des performances et de la commande de notre système.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans cette étude modeste, nous avons exploré l'automatisation du mode de fonctionnement d'une ligne de préparation de sirop au sein de l'entreprise SAIDAL de Médéa. Cela nous a permis d'enrichir nos connaissances en automatisation industrielle et d'identifier une approche pratique pour résoudre les problèmes, en particulier dans un projet complexe tel que la création d'une unité industrielle.

Ce mémoire nous a permis de comprendre et d'approfondir les aspects essentiels lors de la réalisation d'un projet d'automatisation. Nous avons commencé par souligner l'importance primordiale d'un cahier des charges, ainsi que la sélection de la technologie en fonction des détails de décomposition et du choix des entrées (capteurs) et sorties électriques (puissance des moteurs, type de démarrage des moteurs, etc.), ainsi que des aspects mécaniques (choix des vannes, des vibrateurs, etc.).

Nous avons également compris que le choix repose sur trois points essentiels : la fiabilité des équipements, le rapport qualité-prix et la facilité de maintenance.

Dans le cahier des charges, l'objectif principal était de mettre en place le logiciel TIA Portal V15 dans des automates programmables industriels S7-1200, ainsi que l'écran de contrôle IHM. Ce travail nous a également permis de développer un programme pour contrôler un système de production, d'étudier l'automate programmable Siemens et d'identifier et de décrire les différentes étapes de fonctionnement. L'objectif était d'installer le logiciel TIA Portal dans des automates programmables industriels S7-1200, ainsi que l'écran de contrôle sur un ordinateur contrôlé par le S7-1200.

Ce travail de fin d'études s'inscrit dans le cadre de l'automatisation d'une ligne de préparation de sirop au sein du Groupe Saidal Médéa. Après avoir étudié la structure de la ligne de préparation et la machine HTG INDUSTRY, nous avons pu éliminer toutes les commandes manuelles et remplacer les vannes tout ou rien par des vannes modulantes. Cela permet à l'opérateur de surveiller les conditions de fonctionnement et de réagir aux défaillances. Des simulations ont été effectuées pour observer la réponse du contrôle en temps réel et les éventuelles alarmes avant le démarrage, en prenant en compte les défauts susceptibles de nuire à notre système.

Le langage de programmation utilisé est Step7, ce qui nous a permis d'exporter les entrées/sorties directement vers la table des symboles pour les utiliser en tant que variables externes dans le programme SIMATIC WinCC Runtime Advanced. TIA Portal V15 est le

dernier logiciel d'ingénierie développé par Siemens. L'interface homme-machine nous permettra de mieux contrôler le processus et de diagnostiquer rapidement toute défaillance potentielle.

Notre parcours professionnel nous a permis de mieux comprendre l'ampleur du projet et de nous familiariser avec les responsabilités des ingénieurs sur le terrain dans ce domaine. Nous espérons que ce modeste travail servira de point de départ à notre carrière professionnelle et qu'il sera utile pour les futures promotions.

Références bibliographies

[1] ALAINE GONZANA, « les automates programmables industrielles », cours, 2004

[2] Mr ROIZOT Sébastien, « Etude des automates programmables industriels (API) », cours (BAC STI GE).

[3] L. Bergougnoux, « A.P.I. AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS ». Polythèque Marseille, cours, 2004/2005.

[4] SLIM BEN SAOUD, « les automates programmables industrielles (API) ».

[5] WILLIAM BOLTON, « Automates programmable industriels », DUNOD, Paris, 2015.

[6] FILLIPE LE BRUN « Automates programmable industriels », décembre 1999.

[7] C. VRIGNON et M. THENAISIE, « L'automatisation », cours PowerPoint, ISTIA, école d'ingénieurs de l'université d'Angers, 17 octobre 2005

[8] Philipe GRARE et Imed KACEM, « AUTOMATISME, CE QU'IL FAUT SAVOIR »édition ellipses, 250p, 2008

[9] site web www. htgindustry.com

[10] site web www.technologuepro.com, Avril 2017.

[11] M. Mourad BOUDAH « Automatisation d'une ligne de préparation de jus à COJEK CEVITAL », Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master en Électronique, UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BÉJAÎA FACULTÉ DE TECHNOLOGIE 2017.

[12] HeikkiLaurila ,«Etalonnage, Sondes résistives»,2018

[13] CHABAN.R, LAATRACHE. M, << mémoire de fin d'étude Etude et automatisation d'un palettiseur au C.O.G.B de Bejaia>>. Université de Bejaia 2006.

[14] site web https://fr.slideshare.net/fibustier/chapitre-iv-tome-1-formes-pharma.

[15] Farchid S. Cours 2ème année master en pharmacie : Liquides oraux : solutions, sirops et suspensions. Ecole de pharmacie Genève- Lausanne.

[16] :site web www.technologuepro.com, Avril 2017.

[17] M. Mourad BOUDAH « Automatisation d'une ligne de préparation de jus à COJEKCEVITAL », Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master en Électronique, UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BÉJAÎA

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE 2017.

[18] **:** Heikki Lauri la ,«Etalonnage, Sondes résistives»,2018

[19] : CHABAN.R, LAATRACHE. M, << mémoire de fin d'étude Etude et automatisationd'un palettiseur au C.O.G.B de Bejaia>>. Université de Bejaia 2006.

[20] **:** MICHEL. G, Les API, Architecture Et Application Des AutomatesProgrammables. Industriels. Dunod,Paris, [1987].

[21] **:** http://www.techno-science.net ;

[22] **:** Documentations techniques internes. "*Manuel d'instructions et d'entretien*".CAA.

[23] **:** ALAIN GONZAGA « Les automates Programmables Industriels ».PDF

[24] **:** SIEMENS, « Simatic STEP7 V5.1 Getting started», édition 08/2000

[25] **:** www.SIEMENS.com

[26] **:** Aide Du Logiciel TIA PORTAL.

[27] **:** HATRAF LAHCENE MOHAMED AMINE.TOUZALAABDERRAHMANE « automatisation et supervision d'une station de remplissage des bouteilles »

[28] **:** SIEMENS, « S7-1200_System_Manual », Numéro de référencedocument : A5E02486682-AG 03/2014;

[29] **:** JARGOT. P, Langage De Programmation, Langages De ProgrammationsPour API.

ANNEXE

ANNEXE

Programme principale :

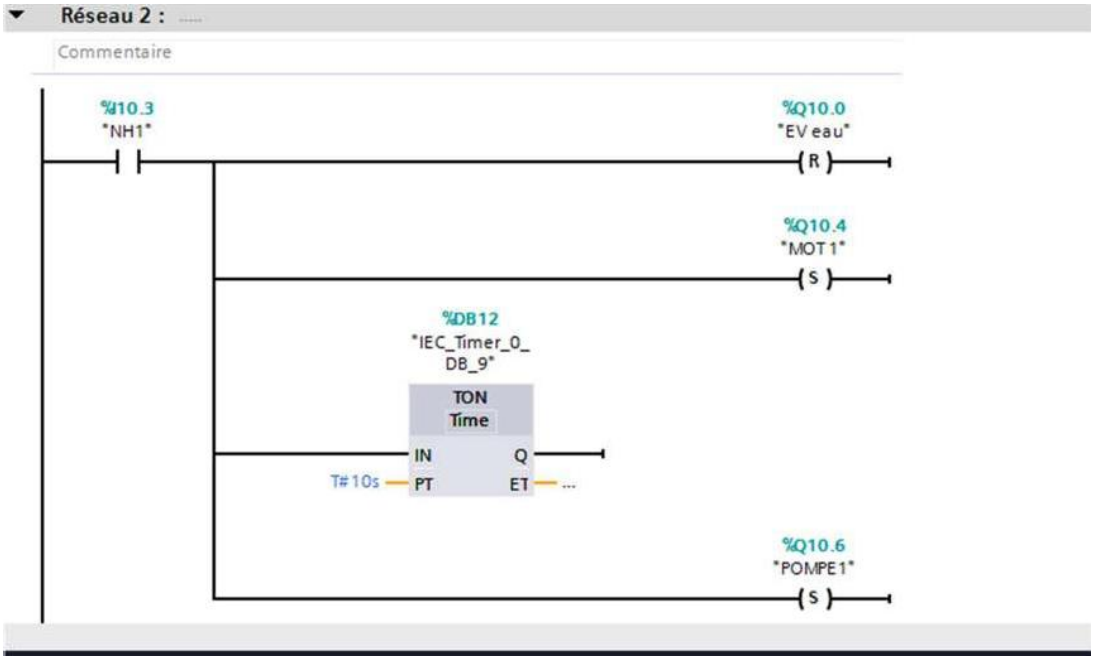
1.Programme de nettoyage :

A. Programme des blocs (OB)

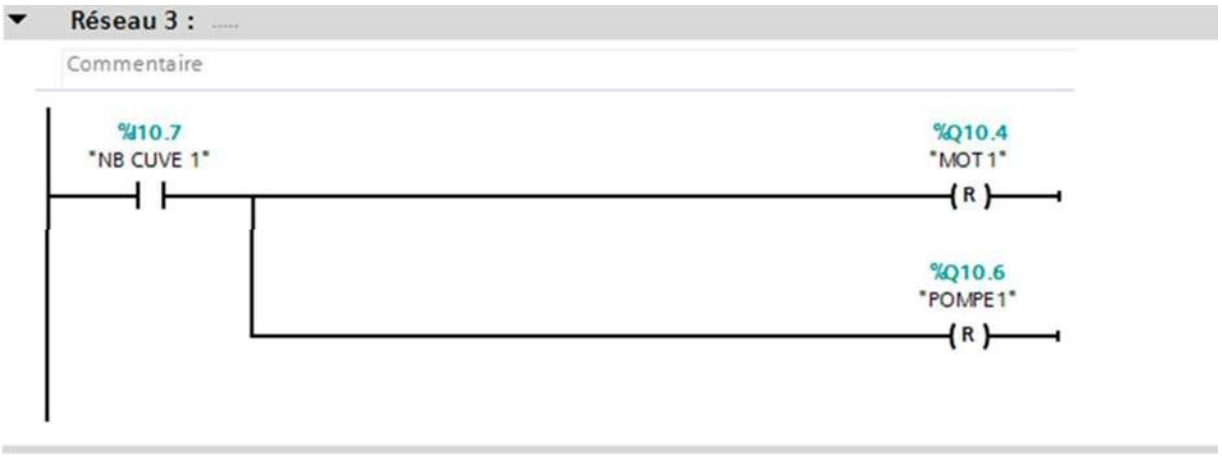


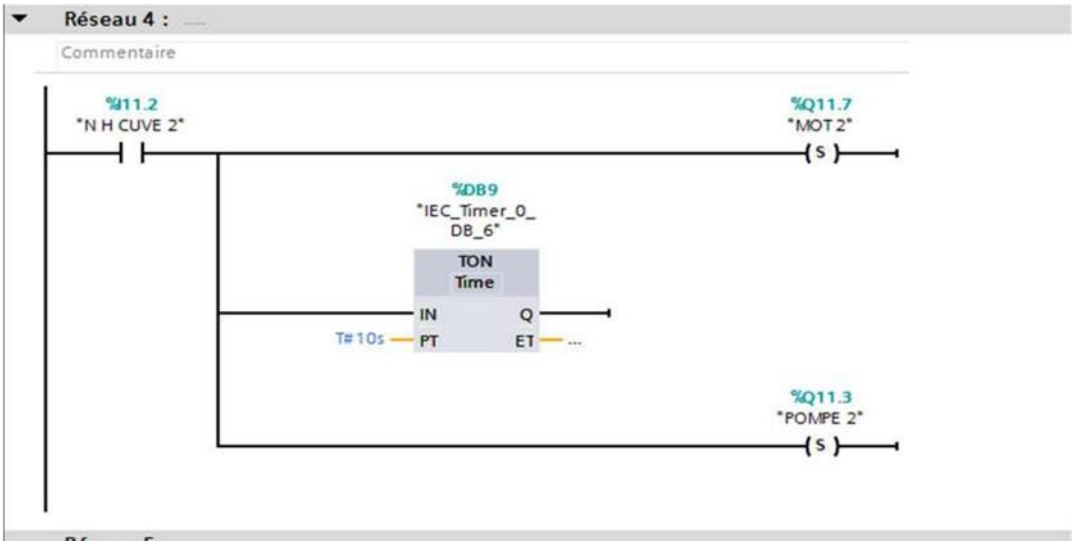
B. Programme des blocs (FB)





ANNEXE

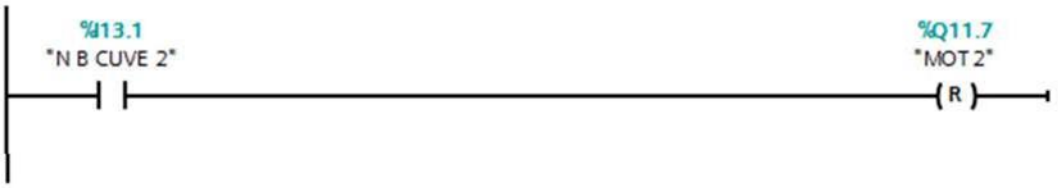

Réseau 3 :
Commentaire
%I10.7
"NB CUVE 1"
%Q10.4
"MOT 1"
R
%Q10.6
"POMPE 1"
R


Réseau 4 :
Commentaire
%I11.2
"N H CUVE 2"
%Q11.7
"MOT 2"
S
%DB9
"IEC_Timer_0_
DB_6"
TON
Time
IN
Q
T#10s
PT
ET
...
%Q11.3
"POMPE 2"
S

ANNEXE

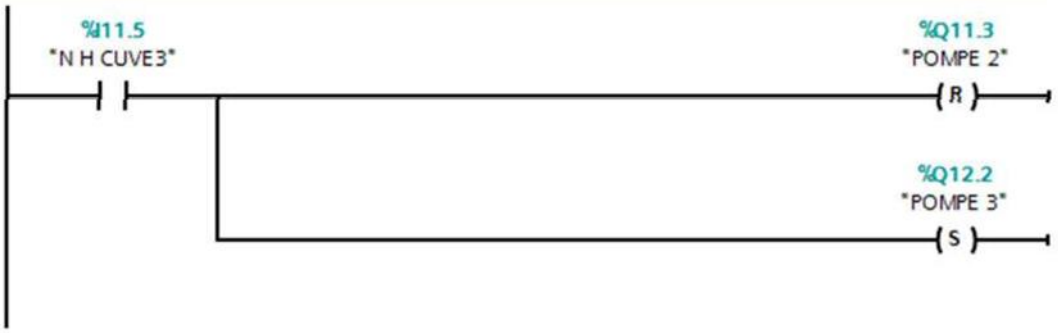
Réseau 5 : .....

Commentaire



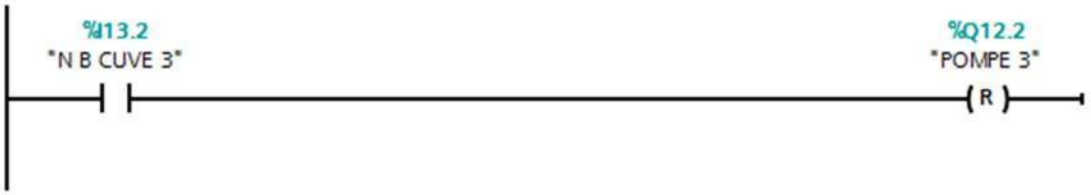
Réseau 6 : .....

Commentaire

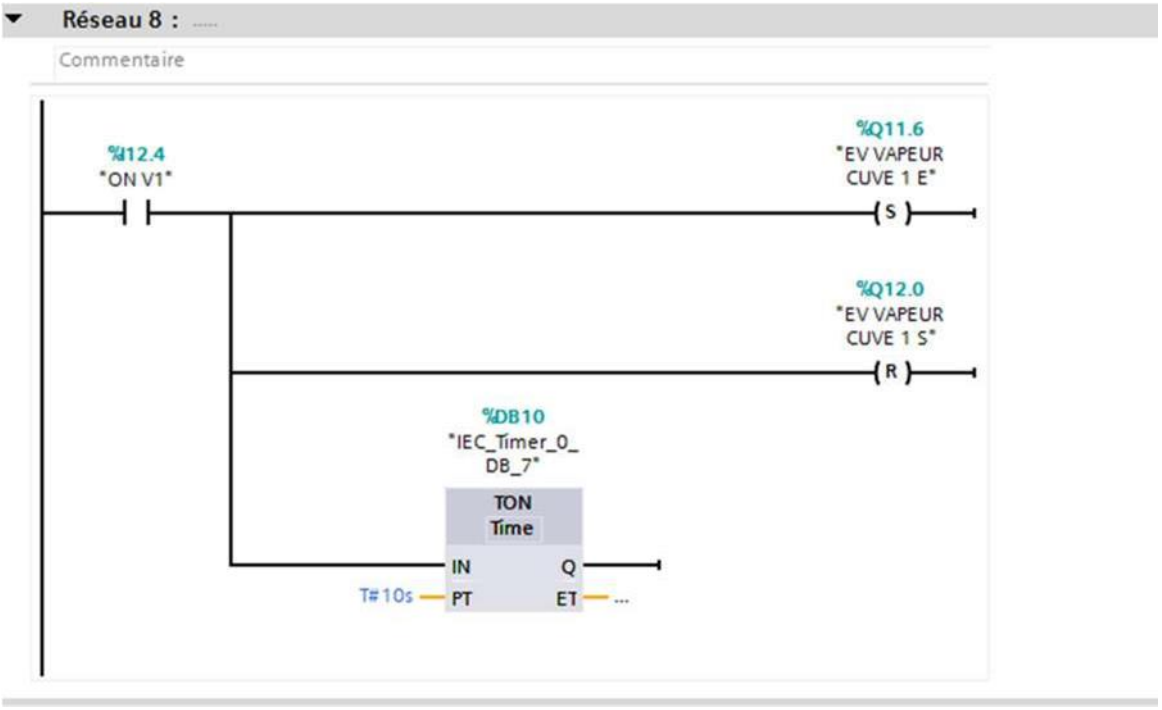


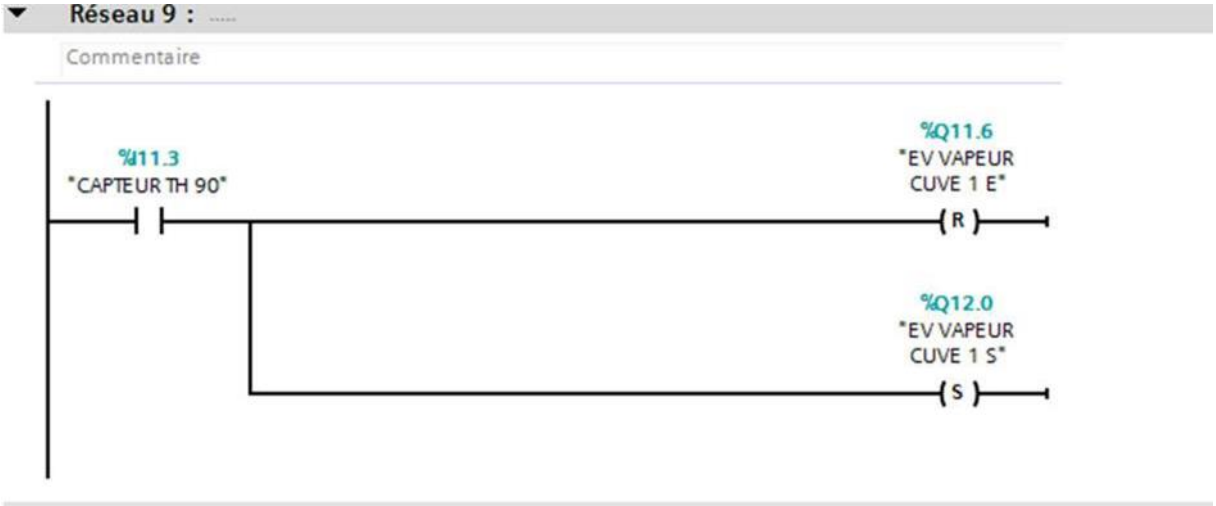
Réseau 7 : .....

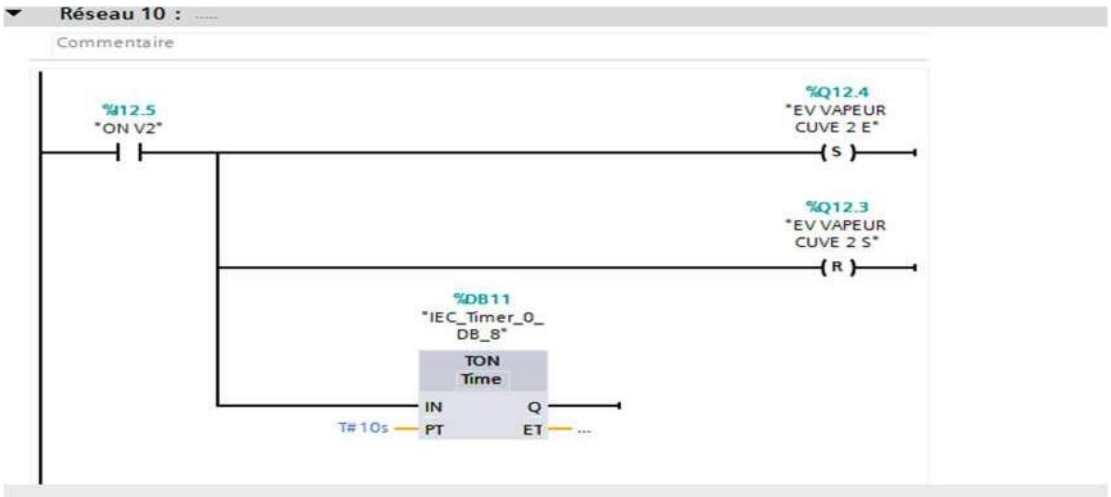
Commentaire



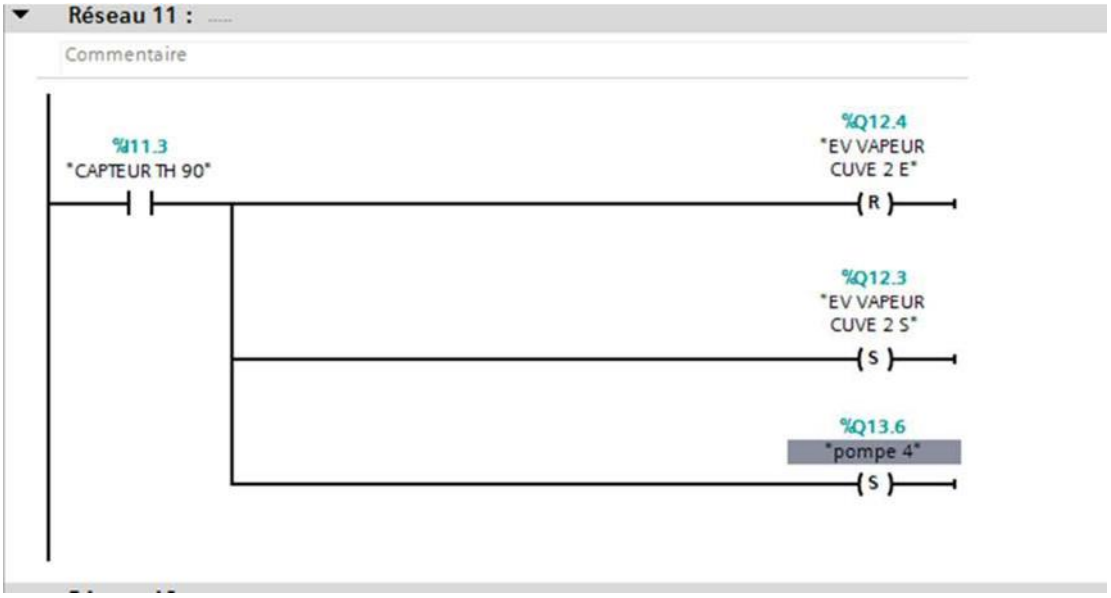
ANNEXE


Réseau 8 :
Commentaire
%I2.4
"ON V1"
%Q11.6
"EV VAPEUR
CUVE 1 E"
S
%Q12.0
"EV VAPEUR
CUVE 1 S"
R
%DB10
"IEC_Timer_0_
DB_7"
TON
Time
IN
Q
T#10s
PT
ET


Réseau 9 :
Commentaire
%I1.3
"CAPTEUR TH 90"
%Q11.6
"EV VAPEUR
CUVE 1 E"
R
%Q12.0
"EV VAPEUR
CUVE 1 S"
S

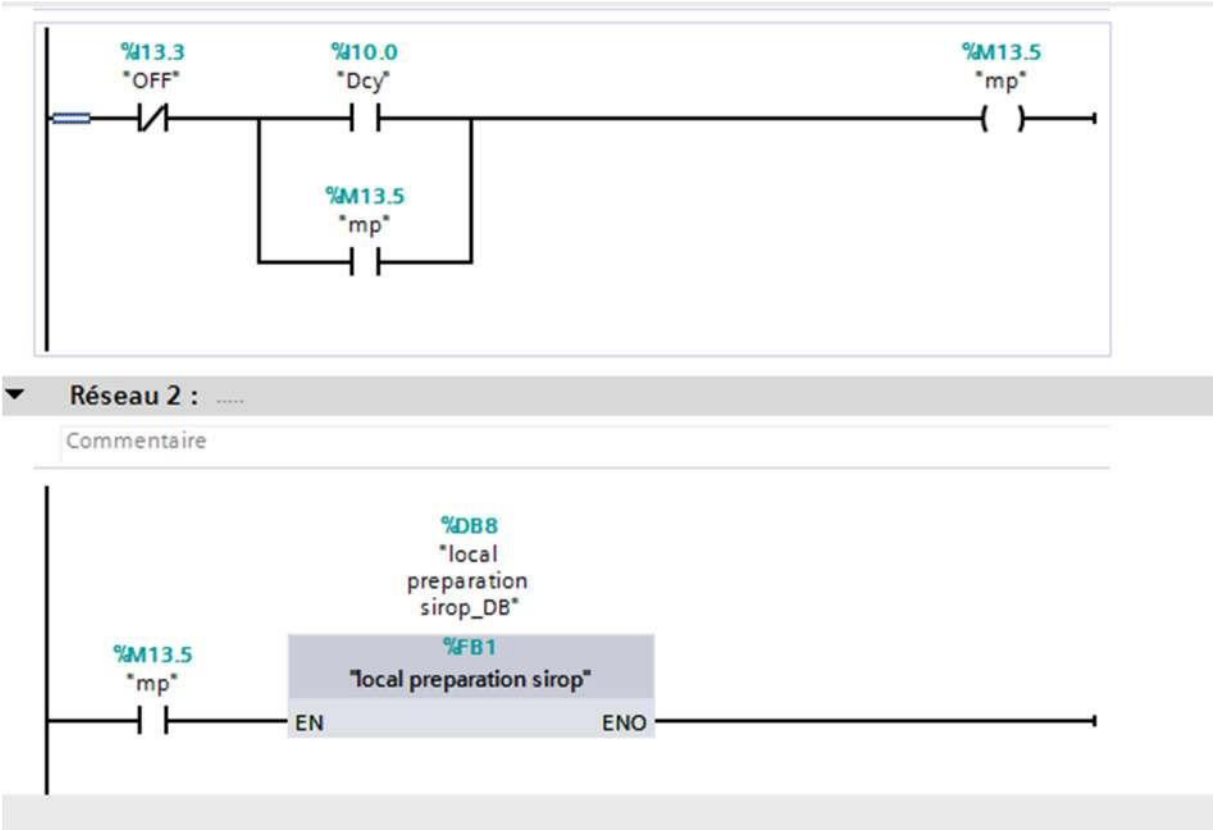

Réseau 10 :
Commentaire
%I2.5
"ON V2"
%Q12.4
"EV VAPEUR
CUVE 2 E"
S
%Q12.3
"EV VAPEUR
CUVE 2 S"
R
%DB11
"IEC_Timer_0_
DB_8"
TON
Time
IN
Q
T#10s
PT
ET

ANNEXE

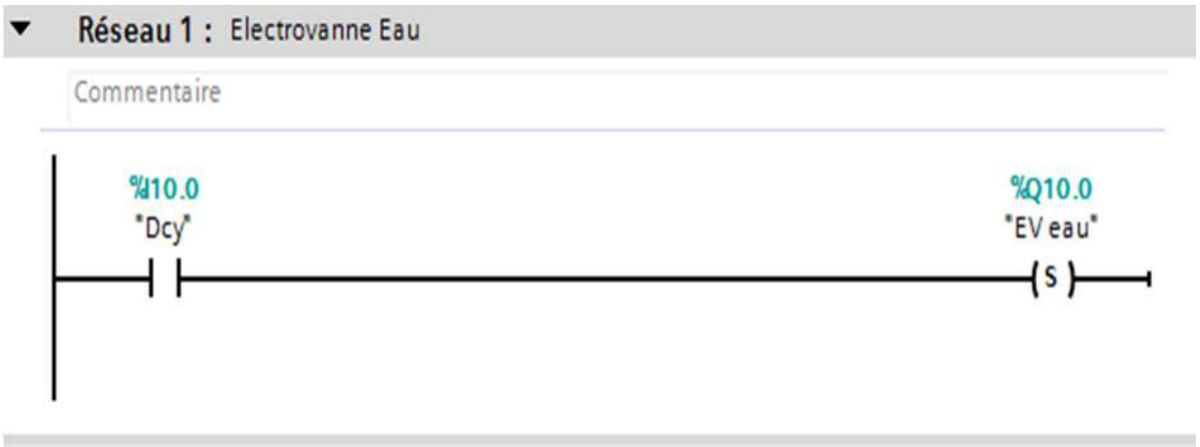

Réseau 11 :
Commentaire
%I1.3
"CAPTEUR TH 90"
%Q12.4
"EV VAPEUR
CUVE 2 E"
R
%Q12.3
"EV VAPEUR
CUVE 2 S"
S
%Q13.6
"pompe 4"
S

ANNEXE

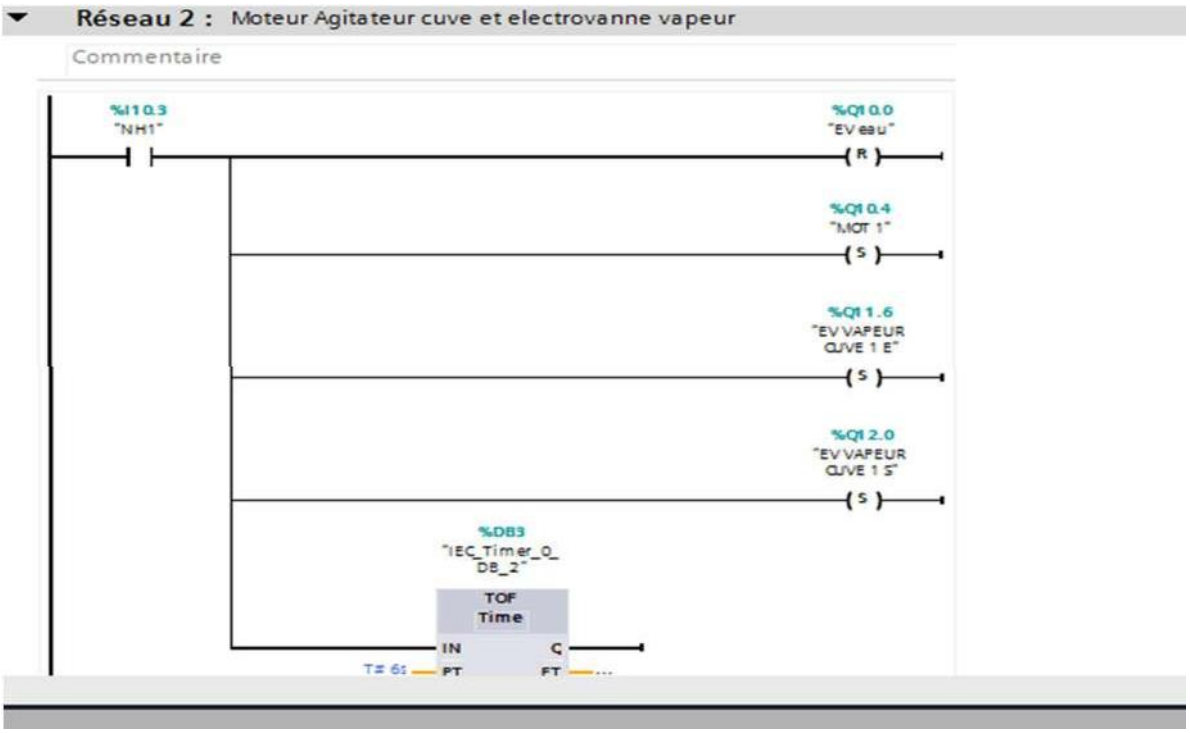
1. **Programme de préparation :**
   a. **Programme des blocs (OB) :**

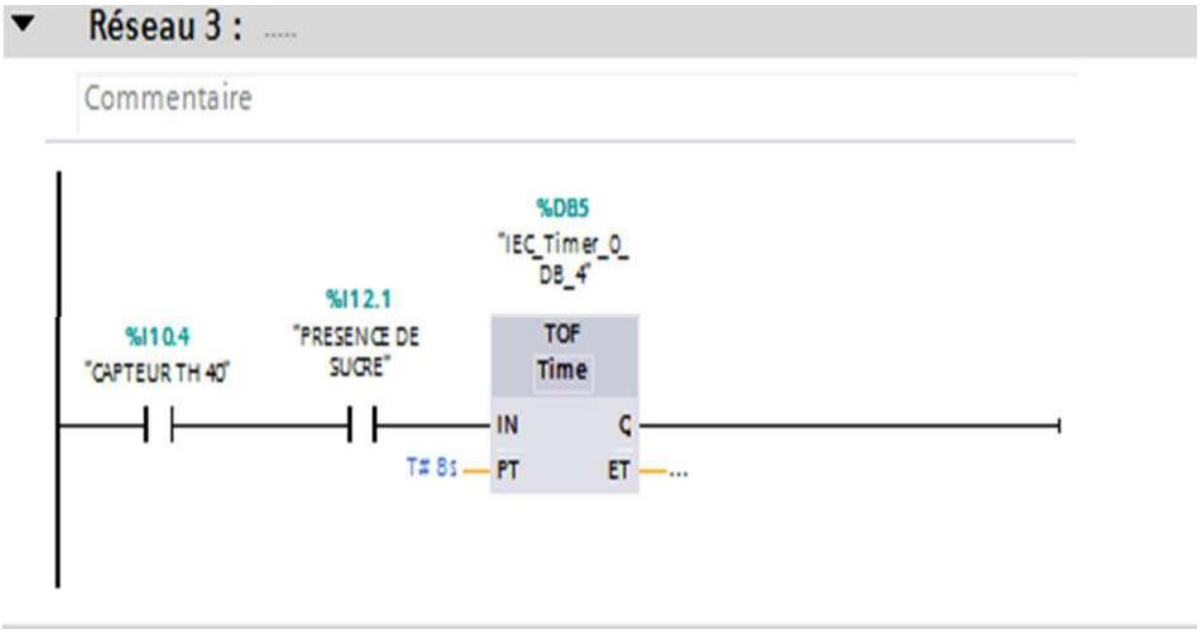


   a. **Programme des blocs (FB) :**



ANNEXE

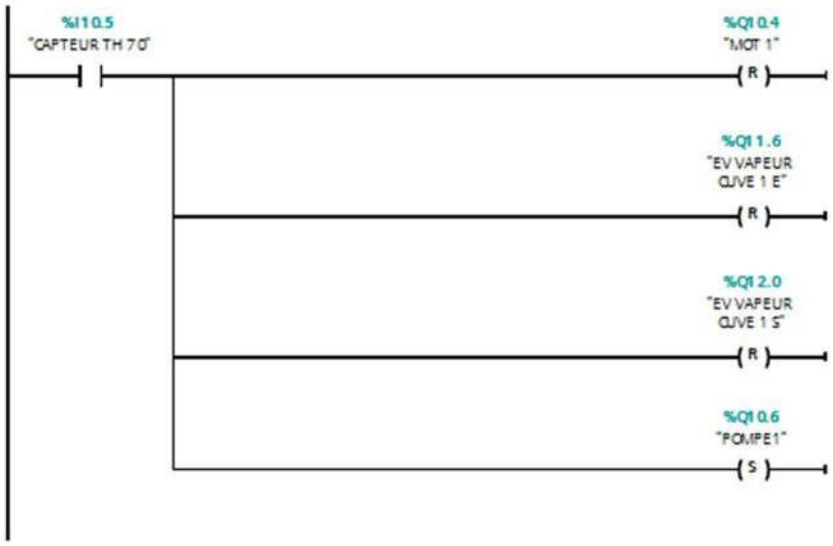

Réseau 2 : Moteur Agitateur cuve et electrovanne vapeur
Commentaire
%I10.3
"NH1"
%Q10.0
"EV eau"
R
%Q10.4
"MOT 1"
S
%Q11.6
"EV VAPEUR CUVE 1 E"
S
%Q12.0
"EV VAPEUR CUVE 1 S"
S
%DB3
"IEC_Timer_0_DB_2"
TOF
Time
IN
Q
T# 6s
PT
ET


Réseau 3 : .....
Commentaire
%DB5
"IEC_Timer_0_DB_4"
%I12.1
"PRESENCE DE SUCRE"
%I10.4
"CAPTEUR TH 40"
TOF
Time
IN
Q
T# 8s
PT
ET

ANNEXE

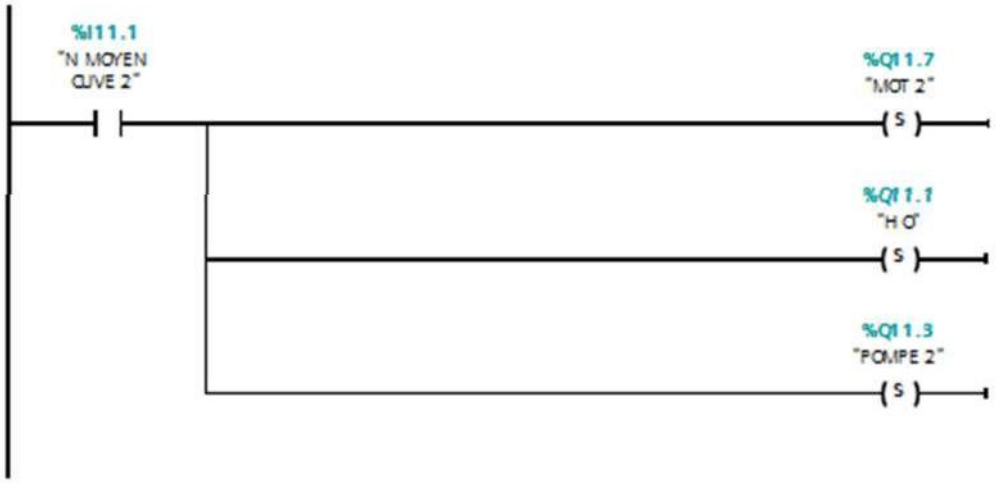
Réseau 4 : pompe de transfert 1

Commentaire



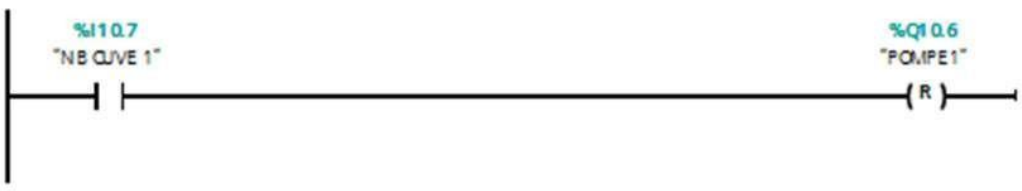
Réseau 5 : Moteur Agitateur cuve 2

Commentaire



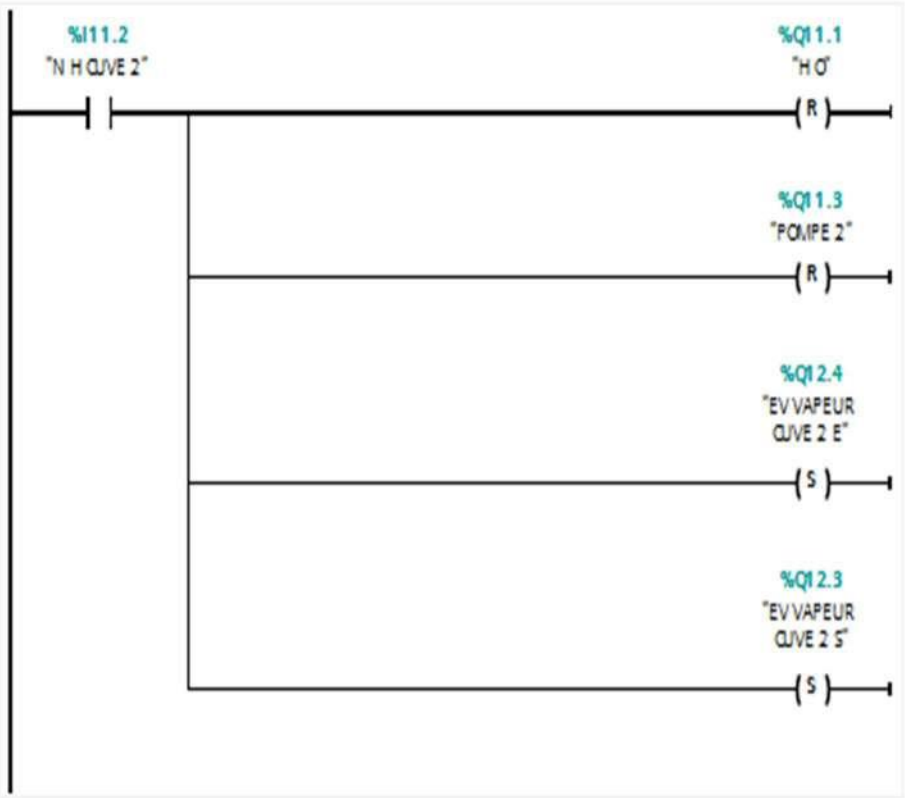
Réseau 6 : pompe de transfert 1

Commentaire



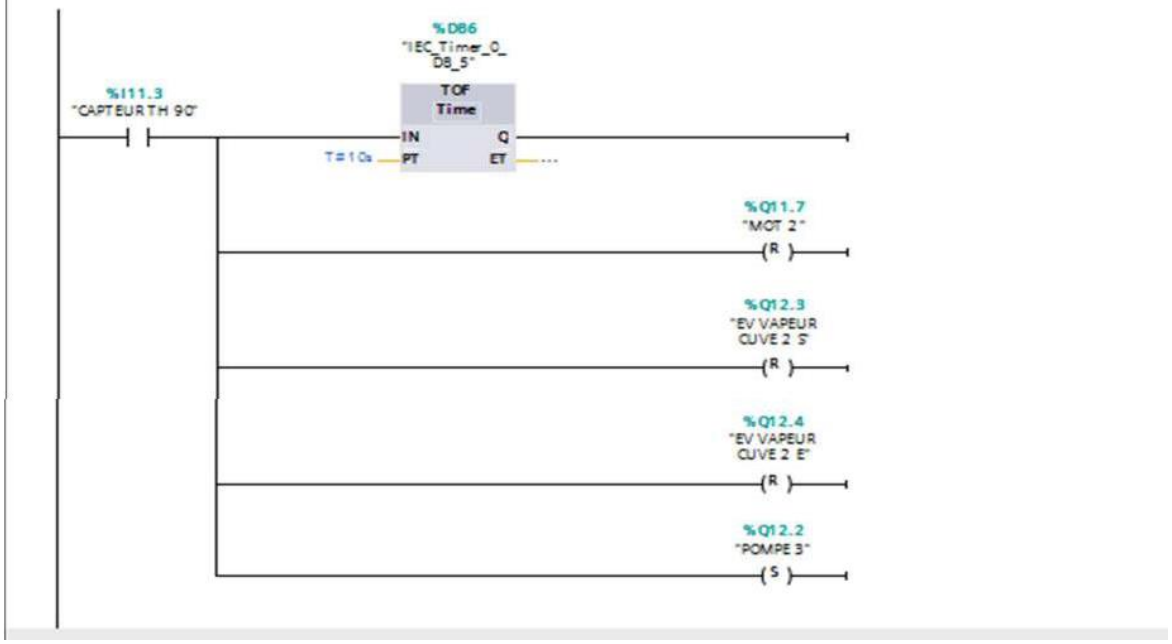
Réseau 7 : Moteur agitateur homogénéisateur

Commentaire



Réseau 8 : moteur agitateur cuve 2

Commentaire



ANNEXE

Table de variable :

Variables API

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
1	Dcy	Table de variables s...	Bool	%I10.0		☑	☑	☑	
2	cin	Table de variables s...	Bool	%I10.1		☑	☑	☑	
3	EV eau	Table de variables s...	Bool	%Q10.0		☑	☑	☑	
4	NH1	Table de variables s...	Bool	%I10.3		☑	☑	☑	
5	CAPTEUR TH 40	Table de variables s...	Bool	%I10.4		☑	☑	☑	
6	CAPTEUR TH 70	Table de variables s...	Bool	%I10.5		☑	☑	☑	
7	MOT 1	Table de variables s...	Bool	%Q10.4		☑	☑	☑	
8	POMPE1	Table de variables s...	Bool	%Q10.6		☑	☑	☑	
9	NB CUVE 1	Table de variables s...	Bool	%I10.7		☑	☑	☑	Niveau bas electrovanne cuve 1
10	H O	Table de variables s...	Bool	%Q11.1		☑	☑	☑	mot 3 homogénéisateur
11	N MOYEN CUVE 2	Table de variables s...	Bool	%I11.1		☑	☑	☑	Niveau moyen cuve2
12	POMPE 2	Table de variables s...	Bool	%Q11.3		☑	☑	☑	
13	N H CUVE 2	Table de variables s...	Bool	%I11.2		☑	☑	☑	Niveau haut cuve 2
14	CAPTEUR TH 90	Table de variables s...	Bool	%I11.3		☑	☑	☑	
15	MOT 2	Table de variables s...	Bool	%Q11.7		☑	☑	☑	
16	POMPE 3	Table de variables s...	Bool	%Q12.2		☑	☑	☑	
17	N H CUVE3	Table de variables s...	Bool	%I11.5		☑	☑	☑	Niveau haut cuve 3
18	EV VAPEUR CUVE 1 E	Table de variables s...	Bool	%Q11.6		☑	☑	☑	
19	EV VAPEUR CUVE 1 S	Table de variables s...	Bool	%Q12.0		☑	☑	☑	
20	PRESENCE DE SUCRE	Table de variables s...	Bool	%I12.1		☑	☑	☑	
21	EV VAPEUR CUVE 2 E	Table de variables s...	Bool	%Q12.4		☑	☑	☑	
22	EV VAPEUR CUVE 2 S	Table de variables s...	Bool	%Q12.3		☑	☑	☑	
23	ON V1	Table de variables s...	Bool	%I12.4		☑	☑	☑	
24	ON V2	Table de variables s...	Bool	%I12.5		☑	☑	☑	

Activer Windows

Variables API

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
25	STOP V1	Table de variables s...	Bool	%I12.6		☑	☑	☑	
26	STOP V2	Table de variables s...	Bool	%I12.7		☑	☑	☑	
27	ON EAU	Table de variables s...	Bool	%I13.0		☑	☑	☑	Niveau bas cuve 2
28	N B CUVE 2	Table de variables s...	Bool	%I13.1		☑	☑	☑	
29	N B CUVE 3	Table de variabl...	Bool	%I13.2		☑	☑	☑	Niveau bas cuve 3
30	OFF	Table de variables s...	Bool	%I13.3		☑	☑	☑	
31	bu	Table de variables s...	Bool	%I13.4		☑	☑	☑	
32	mp	Table de variables s...	Bool	%M13.5		☑	☑	☑	
33	pompe 4	Table de variables s...	Bool	%Q13.6		☑	☑	☑	
34	<Ajouter>					☑	☑	☑	

ANNEXE