

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D' AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **commande des systèmes**

Présenté par

Cylia BOUTRAHI
Malha NEHLIL

Thème

**Automatisation et supervision d'un système de
nettoyage en place (NEP) d'une station des boissons
gazeuses**

Mémoire soutenu publiquement le ...12.../...07.../ 2017..... devant le jury composé de :

M_{ME} Prénom NOM

M A A. AMOURA. Président

M_{ME} Prénom NOM

M A A, yousfi.s promotrice

M Prénom NOM

ING, HADID .M, Co- Encadreur

M_{ME} Prénom NOM

M A A, CHEBALLAH.F

M_{ME} Prénom NOM

M A A. NAIT ABBESSELLAM.A

Remerciement

Nous remercions avant tout le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.

Nous tenant à remercier notre promotrice Madame S.YOUCFI pour son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de son expérience et de nous avoir encouragés tout au long de ce travail.

Nous exprimons notre sincère gratitude à Monsieur M.HADID qui nous a fourni une aide précieuse durant notre stage pratique effectué à la seine de l'unité LALA Khadîdja d'ouadhia.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont contribue à notre formation.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres se Jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail

Enfin, nos remerciement les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de prés ou de loi à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail

*À mes très chers parents pour leur soutien et tous les efforts qu'on m'a
donnés le long de mon parcours et je leur souhaite bonne santé et long*

vie

À mes frères Karim et Redouane

À

Mes sœurs, Celina et Nassima,

À

toute ma famille

À


ma très chère binôme Malha

À

tous mes amis surtout mes copine de chambre

Dédicaces

Je dédie ce travail A :

- 
- *La mémoire de mon père, aux souvenirs auxquels j'ai toujours tiré la force nécessaire tout au long de ma vie.*
 - *Ma seul et unique source de lumière lorsque tout est sombre, ma très chère mère.*
 - *Mes frères : RAZIK, OUHAB, et surtout MOH ARZEKI ainsi que leurs femmes.*
 - *Mes sœurs : HOU'RIA, MERIEM, NASSIMA, SALIHA et leurs maris.*
 - *Mes très chères neveux et nièces surtout SONIA.*
 - *Mes amis(es) surtout ma promotion et mes copines de chambres.*
 - *Toute ma famille surtout ma très chère DJAZIRA.*
 - *Ma BINOME CYLIA.*

Malha.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Avant-propos : Présentation du complexe CEVITAL	
1. Présentation de CEVITAL SPA	3
2. Présentation de l'unité eau minérale « LALLA KHEDIDJA ».....	3
3. Les différents locaux	3
3.1. Le poste haute tension (HT)	3
3.2. Local de régulation d'eau (Water Technologie).....	4
3.3. Salle Nettoyage En Place (NEP)	4
3.4 .Local d'embouteillage	4
3.5. Ligne de conditionnement	4
3.6 .Station des boissons gazeuses (VDM)	4
Chapitre I : Description et fonctionnement du NEP	
I.1.Introduction :	6
I.2. Présentation de la station du Nettoyage En Place (NEP) :.....	6
I.3. Principe du fonctionnement du NEP :	8
I.3.1.Cahier de charge du NEP :	8
I.3.2.Préparation de la recette :	9
I.3.3.a. NEP des tuyauteries	12
I.3.3.a.1.NEP pipe	12
I.3.3.a.2.NEP pipe remplisseuse.....	14
I.3.3.b. NEP du Tank Sirop Fini 1 (TSF1)	15
I.3.3.c. NEP du Tank Sucre Liquide1 (TSL1).....	16
I.3.4.Préparation et l'envoi de la recette acide :	18
I.3.4.a. NEP des tuyauteries	18
I.3.4.b. NEP du Tank Sirop Fini 1 (TSF1) :	20
I.3.4.c. NEP du Tank Sucre Liquide1 (TSL1).....	22
I.4. Éléments constituant l'installation	23
I.4.1. Les réservoirs de stockage	23
I.4.2. L'échangeur de chaleur.....	23
I.4.3. Les pompes :	24
I.4.4. Pompes centrifuges	24
I.4.5. Pompes doseuses.....	25

SOMMAIRE

I.4.6. Les vannes.....	26
I.4.6.1. Vannes pneumatiques	27
I.4.6.2 Vannes modulantes	27
I.4.6.3. Vannes d'isolements	28
I.4.7.Capteurs	28
I.4.7.1. capteurs de niveau capacitif	28
I.4.7.2. capteurs de température	29
I.4.8.Les débitmètres	30
I.4.8.1.débitmètre électromagnétique	30
I.4.8.2.débitmètre à effet Coriolis	30
I.5. Éléments constituant l'armoire de commande	31
I.5.1. Automate programmable industriel	31
I.5.2. variateur de vitesse.....	31
I.6. Conclusion	33

Chapitre II: Modélisation de l'unité à l'aide du GRAFCET

II.1.Introduction	34
II.2. modélisation par outil GRAFCET : [6] [7]	34
II.2.1.Définition du GRAFCET.....	34
II.2.2 .Structure du GRAFCET	34
II.2.2.1.Etape	35
II.2.2.2. Transition :.....	36
a. Réceptivité.....	36
b. Temporisation.....	36
II.2.2.3.Liaisons orientées	36
II.2.2.4.Les actions associées :	36
II.2.3 .Règles d'évolution du GRAFCET.....	36
II.2.4.Sélection de séquence et séquence simultanée	38
II.2.4.1.Sélection de séquences	38
II.2.4.2. Saut d'étapes.....	40
II.2.4.3.Reprise de séquence.....	41
II.2.5.Niveau d'un Grafcet	41
II.2.5.1.Grafcet niveau 1.....	41

SOMMAIRE

II.2.5.2.Grafcet niveau 2.....	41
II.3.1.La première recette :	43
II.3.2.La deuxième recette :.....	43
II.4. application du GRAFCET pour modéliser l'installation:.....	44
II.4.1.GRAFCET recette 1(soude chaude) :	44
II.4.2.GRAFCET recette 2 (acide) :	50
II.5. Conclusion:.....	55

Chapitre III: Description de l'API S7 1500 et son langage de programmation TIA Portal V13

III.1. Introduction :	56
III.2. Automate programmable industriel :.....	56
III.2.1 Critère de choix de l'automate programmable industriel :.....	56
III.2.2. Automate programmable industriel S7 1500 :	57
III.2.3 Structure matérielle du S7 1500	57
III.2.3.1 Modules d'alimentation :	58
III.2.3.2. Unité centrale CPU avec affichage intégré :[13]	59
III.2.4. Structure interne des CPU S7 1500 :[13]	59
III.2.4.1. Le module d'entrées/sorties "SM" :	60
III.2.4.2. Modules technologiques TM(Les cartes spécialisées) :.....	60
III.2.4.3. Le module de communication "CM".....	60
III.3. Appareils et Liaison via réseaux :	61
III.3.1. Systèmes de périphérie décentralisée :	61
III.3.1.1 Le système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP :.....	61
a. Composants du SIMATIC ET 200SP :	62
b. Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP :	62
III.4. Le réseau local industriel PROFINET :	63
III.4.1. PROFINET IO :	63
III.4.2. Adresses PROFINET IO :	64
III.4.3.Protocole Internet :	64
III.5. La communication et les données cycliques CPU S7 1500 et les variateurs de vitesse SINAMIC G120 par PROFINET :.....	65
III.5.1. Structure des données utiles conforme aux PPO :.....	65
III.5.2. Description du type PPO3 :.....	65

SOMMAIRE

III.5.2.1. Structure du mot de commande variateur	66
III.5.2.2. Structure du mot d'état	66
III.6. Programmation de l'automate S7 1500 : [8] [6]	67
III.6.1. Progiciel Totally Integrated Automation (TIA Portal) :	67
III.6.2. Langage de Programmation:	67
III.6.3. Programmation de boucles avec l'adressage indirect par registre :	68
III.7. Les équations régissant le fonctionnement de notre station : [5] [9]	69
III.7.1. Lois de Bernoulli :	69
III.7.2. Calcul de volume de réservoir (ce réservoir a une base circulaire)	70
III.7.3. Calcul de débit (La formule d'approximation par la méthode des trapèzes) :	70
III.7.4. L'équation d'une droite	72
III.8. La régulation des grandeurs physiques par un correcteur PID	73
III.8.1. Paramétrage du régulateur PID	73
III.8.2. Description du bloc FB41	73
III.8.3. Méthode de broida procédés autorégulant :	76
III.8.3.1. Identification de broida :	76
III.8.3.2. Réglage de régulateur	77
III.8.3.3. Méthode par approches successives	77
III.9. Les blocs STEP 7 V13 :	78
III.10. Création de notre projet en STEP7 TIA Portal V13 :	78
III.10.1. Configuration matérielle :	79
III.10.1.1. Station centralisé	79
III.10.2. Stations décentralisés	80
III.10.2.1.1a Station CIP	80
III.10.2.2. Tank 6 et Pipe	82
III.10.2.3. Station sirop fini	82
III.10.2.4. Station sucre liquide	83
III.10.2.5. Station arôme	83
III.11. Structure de notre programme :	84
III.12. Validation du programme :	85
III.13. Conclusion :	86
IV.1. Introduction	87

SOMMAIRE

Chapitre IV: Supervision de système de nettoyage en place sur le logiciel WinCC intégré dans le TIA Portal

IV.2. Définition de la supervision	87
IV.3. principe de fonctionnement.....	87
IV.4. logiciel de supervision	87
IV.4.1. Présentation.....	87
IV.4.2. L'interface Homme /Machine (IHM)	88
IV.4.3.les fonctions IHM intégrées	88
IV.5. Développement d'un système de supervision sous Win CC TIA PORTAL	88
IV.5.1. l'IHM choisit.....	88
IV.5.2. Liaison CPU _IHM	89
IV.5.3. Les modules fonctionnels d'un système de supervision	89
IV.5.4.Les vues programmées dans L'IHM	89
IV.5.4.1.Vue racine	90
IV.5.4.2.Vue commande	90
IV.5.4.3.Vue recette soude	91
IV.5.4.4.Vue recette Acide.....	92
IV.5.4.5.Vue station NEP :.....	93
IV.5.4.6.Vue Pipe (ligne BA) :.....	94
IV.5.4.7.Vue zone TSL :	95
IV.5.4.8.Vue TSF 1-2-3 :	96
IV.5.4.9.Vue TSF 4-5-6 :	97
IV.5.4.10.Vue arome :.....	98
IV.5.4.11.Vue PID :	99
IV.5.4.12.Vue alarme :	100
La vue alarme	100
IV.6. Conclusion :	101
Conclusion generale :	102

Liste des figures

Figure I. 1 :vu sur le pupitre de commande de la salle du CIP	8
Figure I. 2 : photo du manifold zone Tank Sirop Fini.....	10
Figure I. 3 : échangeur de chaleur	24
Figure I. 4: pompes centrifuges.....	26
Figure I. 5 : Pompe doseuse à piston.....	27
Figure I. 6 :Vanne pneumatique	28
Figure I. 7 :vanne modulante et son schéma	29
Figure I. 8 :capteur de niveau capacitif et son emplacement	30
Figure I. 9 : capture de température PT100.....	30
Figure I. 10: débitmètre électromagnétique	31
Figure I. 11 : débitmètre à effet Coriolis.....	32
Figure I. 12 : variateur de vitesse et son schéma de principe de fonctionnement.....	33
Figure I. 13 : les contacteurs	34
Figure II. 1 : Symbolisation d'un grafcet	35
Figure II. 2 : Représentation graphique d'une sélection de séquences	39
Figure II. 3 : Représentation graphique d'une séquence simultanée.....	40
Figure II. 4 : Saut d'étape.....	40
Figure II. 5 :Les niveaux de GRAFCET	42
Figure III. 1 : Automate programmable S7-1500.....	57
Figure III. 2 :Constituants de l'API S7 1500	58
Figure III. 3 :Registre et zones de mémoire d'une CPU S7 1500.....	59
Figure III. 4:SIMATIC ET 200SP.....	62
Figure III. 5 : Adressage avec PROFINET	64
Figure III. 6 :Structure de mot de commande	66
Figure III. 7 : Structure du mot d'état	66
Figure III. 8 : logiciel de programmation TIA PORTAL V13.....	67
Figure III. 9 : Programmation de boucles avec l'adressage indirect par registre	68
Figure III. 10:réservoir	70
Figure III. 11 : courbe illustratif de l'approximation par la méthode des trapèzes	71
Figure III. 12 : droite des mis en échelle.....	72
Figure III. 13: boucle de régulation.....	74
Figure III. 14 :Méthode de broida réponse en forme « s ».....	76
Figure III. 15 :configuration matérielle de la station centralisé	80
Figure III. 16: configuration matérielle d'une station décentralisée	81
Figure III. 17 : structure de notre programme.....	85
Figure III. 18 :fenêtre du S7 PLCSIM.....	86
Figure IV. 1 : IHM station PC.....	89
Figure IV. 2: vue racine.....	90

Liste des figures

Figure IV. 3 : vue commande.....	91
Figure IV. 4 : vue recette soude	92
Figure IV. 5 : vue recette acide	93
Figure IV. 6 :vue station NEP	94
Figure IV. 7 :vue pipe (ligne BA)	95
Figure IV. 8: vue zone TSL.....	96
Figure IV. 9 : vue TSF 1-2-3.....	97
Figure IV. 10 : vue TSF 4-5-6.....	98
Figure IV. 11 : vue arome	99
Figure IV. 12 : PID pompe P007.....	100
Figure IV. 13 : vue alarme	101

De nos jours l'automatisation tient une place très importante, en effet il sera difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et les composants qui forment le système automatique de production (SPA), il s'adapte facilement à tous les milieux industriels, ils peuvent gérer d'une manière autonome un cycle de travail qui se décompose en séquences ou étapes.

L'automatisation de l'unité de production de boisson gazeuse (VDM) au sien de l'unité CEVITAL utilise la gamme S7 1500 de SIEMENS , un Automate très évoluée grâce à ces grandes performances et ces divers avantages qu'elle offre , ainsi tous les programmes qui commande l'ensemble des processus de cette unité qui seront implémentés en langage TIA Portal. Le sujet qui nous a été proposé est l'étude d'un nettoyage en place de la station de boisson gazeuse comme solution dans l'avenir pour respecter les normes d'hygiène.

- **Problématique :**

À la fin de chaque cycle de production, une phase de nettoyage doit se faire à tous les circuits et équipements de l'installation des boissons gazeuses.

- **Solution projetée**

On est ramené à concevoir un système de commande à base d'un automate programmable industriel (API) S7-1500 de la firme SIEMENS qui va commander et gérer la fonction de désinfection et le Nettoyage En Place (NEP) pour la station des boissons gazeuse.

Dans le cadre de la réalisation de notre projet intitulé « automatisation et supervision d'un nettoyage en place d'une station des boissons gazeuse », nous avons élaboré notre travail qui est reparti en quatre chapitres :

Chapitre I : description et fonctionnement de Nettoyage En Place (NEP).

Dans ce chapitre on a expliqué le fonctionnement de notre système, ainsi la description des instruments de notre station.

Chapitre 2 : modalisation par outil GRAFCET.

Ce chapitre est consacré pour la modalisation de principe de fonctionnement de notre système à l'aide du GRAFCET.

Chapitre 3 : Description de l'API S7 1500 et son langage de programmation TIA Portal (totally integrated automation Portal) V13.

Dans ce chapitre nous allons concevoir un programme qui sera implanté dans l'automate S7 1500, et avant d'entamer la programmation nous allons présenter l'automate utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

Chapitre 4 : supervision de système de nettoyage (NEP) sur le logiciel Win CC intègre dans le TIA portal V12.

Le but de ce chapitre est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

1. Présentation de CEVITAL SPA : [12]

CEVITAL SPA, compte parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée par des fonds privés en 1998. CEVITAL SPA contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et à exporter le surplus en offrant une large gamme de produit de qualité.

2. Présentation de l'unité eau minérale « LALLA KHEDIDJA »:[12]

L'unité d'eau minérale « LALLA KHEDIDJA » du groupe CEVITAL SPA située au pied du mont Djurdjura dans la commune d'Agouni Gueghranne, à environ 35 Km au sud-ouest du chef lieu de la wilaya de TIZI OUZOU, puis son eau de la source Thinzer située au flanc du mont Kouriet.

L'eau de Lalla Khadidja prend son origine au plus haut sommet du Djurdjura, Pour parler de ses caractéristiques, il s'agit d'une eau minérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels à la vie, réputée pour sa légèreté et sa pureté. C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. Elle est ainsi directement embouteillée sans subir à aucun traitement chimique. En juillet 2007 la célèbre eau minérale prend sa place sur le marché.

En plus des deux lignes de conditionnement destinées par l'eau minérale, l'unité dispose d'une station de production de diverses boissons gazeuse (VAN DER MOLEN (VDM)).

3. Les différents locaux: [12]

3.1. Le poste haute tension (HT):

Le poste haute tension est alimenté par une ligne triphasée de 63 KV et de puissance de 10 MVA provenant directement de SONELGAZ qui alimente les trois transformateurs MT/BT 31.5KV/380V à leurs tours alimentent les trois TGBT (Tableau Général de Basse Tension).Les départs d'alimentations des lignes et leurs accessoires sont assurés par les trois TGBT.

3.2. Local de régulation d'eau (Water Technologie):

C'est une zone de tank qui joue le rôle de réservoir pour assurer la continuité de service au niveau de la ligne de production.

3.3. Salle Nettoyage En Place (NEP) :

L'atelier est doté d'un NEP automatique destiné à laver toutes les parties du système, en utilisant deux types de recettes, qui seront utilisées en fonction des besoins et des arrêts de production.

3.4 .Local d'embouteillage :

C'est un ensemble de machine là où on fait entrer les préforme et après un processus de transformation, soufflage, remplissage puis la mise en bouteille,

3.5. Ligne de conditionnement:

La ligne de conditionnement est une interaction de nombreuses machines, elle est composée d'une étiqueteuse d'une dateuse, d'une fardeleuse, d'une poseuse de poignés, d'un palettiseur. Ces interactions sont assurées par les tapis convoyeurs.

3.6 .Station des boissons gazeuses (VDM):

La station des boissons gazeuses (VDM) est une station réservée à la production des boissons non alcoolisées, cette ligne est subdivisée en quatre zones : zone des réservoirs (Tank) Sucre Liquide (TSL), zone des réservoirs (Tank) Sirop Fini (TSF), zone d'arômes et zone masse mole.

- zone des réservoirs (Tank) Sucre Liquide (TSL) : elle comporte deux réservoirs de stockage de sucre liquide, dont la capacité de chaque réservoir est de 25m³, un manifold, des vannes et des pompes, le tout est relié par un ensemble de canalisation afin de distribuer le sucre liquide ou le passage de la solution de nettoyage selon le besoin.

- zone masse mole : elle comporte un débitmètre et des vannes, le tout est relié par un ensemble des tuyauteries, cette zone est reliée directement à la zone des Tanks sucre liquide.
- zone des réservoirs (Tank) Sirop Fini (TSF) : elle comporte six réservoirs de stockage de Sirop Fini, dont la capacité de chaque un est de 30 m^3 , un manifold, des vannes et des pompes, le tout est relié par un ensemble de canalisation afin de distribuer le sirop fini vers la remplisseuse ou le passage de la solution de nettoyage selon le besoin.
- zone d'arôme : elle comporte deux petites cuves de préparation de l'arôme, des vannes et des pompes et un débitmètre, le tout est relié par un ensemble de canalisation, pour envoyer la solution préparée ou la solution de nettoyage.

Les quatre zones sont reliées entre elles pour former la station que nous allons étudier (la station des boissons gazeuses).

I.1.Introduction :

La production des boissons gazeuses exige une hygiène parfaite de tous les équipements rentrant dans la production. Pour cela, un nettoyage doit être effectuée à la fin de chaque cycle de production, Pour éliminer tout risque de contamination.

Une phase de nettoyage de tous circuits et équipements de l'installation concernés s'effectue, en utilisant une station de Nettoyage En Place (NEP). L'installation des boissons aromatisées sera nettoyer grâce aux différents types d'équipements mit en place, qui seront décrit dans ce chapitre.

Ce nettoyage se fait à base de l'une de ces deux recettes : soude caustique chaude ou acide per-acétique. Ce qui permet d'éliminer toute accumulation des résidus sans avoir recoure au lavage manuel ou démontage des équipements.

I.2. Présentation de la station du Nettoyage En Place (NEP) :

CIP est l'acronyme anglais de : **Clean In Place** qui est l'équivalent de **Nettoyage En Place (NEP)**.

Le NEP est une opération qui concerne l'hygiène, et c'est une chose primordiale dans toute industrie agroalimentaire. Il consiste à nettoyer les parois internes des éléments constituant la station telle que les tuyaux et les Tanks.

La station NEP étudiée comporte les éléments suivants : des réservoirs, des vannes, des pompes, un échangeur, des capteurs, un conductivimètre, des débitmètres, une source de soude et une source d'acide.

a. Les réservoirs : deux réservoirs de capacité de 40000 litres chacune.

- Le 1^{er} pour la préparation la solution soude.
- Le 2^{eme} pour le stockage de l'eau utilise lors du NEP.

Les vannes :

- Onze vannes TOR.
- Deux vannes modulantes (régulation).
- Trois vannes manuelles.

b. Les pompes :

- Deux pompes d'envoi : une assure l'envoi de l'eau vers les tanks et l'autre assure l'envoi de solution soude.
- Deux pompes doseuse : leur rôle est d'injecter le produit soude ou acide d'une manière discontinue afin d'élaborer les solutions de lavage avec un bon pourcentage (la conductivité de la solution).

d. Un échangeur de chaleur :

Il est utilisé pour chauffer l'eau ou la solution soude qui sera utilisée dans le NEP.

e. Les capteurs :

- Trois capteurs de température analogique : un est placé juste après l'échangeur de chaleur pour contrôler la température de la vapeur, l'autre est placé sur le retour NEP et le troisième est placé sur la ligne d'envoi de la solution soude.
- capteurs de niveau, deux Touts Ou Rien (TOR) et un analogique.
- Deux capteurs de présence.

f. Un conductivimètre :

Un conductivimètre est un capteur analogique pour mesurer la conductivité de la solution soude.

g. les débitmètres :

Trois débitmètres dans la station NEP : un pour mesurer le débit des injections de l'acide, un pour assurer $30\text{m}^3/\text{h}$ le débit d'écoulement d'eau lors du NEP par acide et le troisième est utilisé pour mesurer le débit d'envoi de la solution soude.

h. Une source de soude et une source d'acide :

Deux petites cuves placées dans la salle de NEP, pour assurer la disponibilité d'injection de la soude et d'acide.

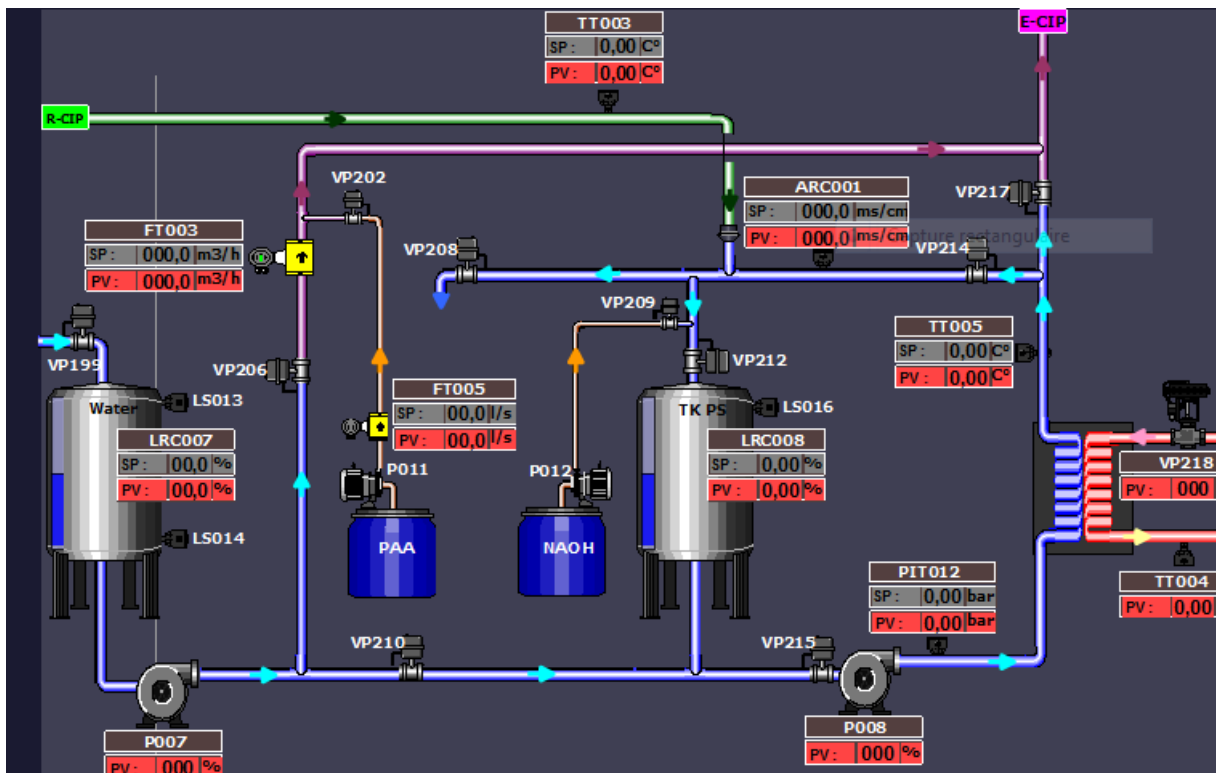


Figure I. 1 : vu sur le pupitre de commande de la salle du NEP

I.3. Principe du fonctionnement du NEP :

I.3.1. Cahier de charge du NEP :

L'opération NEP se déroule essentiellement en deux parties :

- Préparation de la recette.
- L'envoi de la recette.

Dans notre système, on distingue trois chemins différents du NEP pour chaque recette.

- ❖ NEP des tuyauteries de la ligne des boissons gazeuses (VDM).
- ❖ NEP du Tank sucre liquide 1.
- ❖ NEP du Tank sirop fini 1.

Remarque :

Le principe de fonctionnement du NEP des autres Tank Sirop Fini (TSF2, TSF3, TSF4, TSF5, TSF6) est le même que celui de TSF1, la différence entre eux se situe au niveau des vannes et des capteurs correspondants au Tank sélectionné.

Le principe de fonctionnement de NEP du Tank Sucre Liquide 2 (TSL2) est le même que celui du Tank Sucre Liquide (TSL1), la différence se situe au niveau des vannes et des capteurs correspondants à chaque Tank.

I.3.2.Préparation de la recette :

Le choix de la recette se fait selon l'exigence du laboratoire, dans notre cas on utilise deux types de recette, la 1^{ère} c'est la soude chaude qui se prépare à base de l'eau et de la soude (NAOH), la 2^{ème} est la recette acide qui se prépare à base de l'eau et d'acide.

➤ Recette soude chaude :

Après vérification des conditions initiales du démarrage d'un cycle de nettoyage, cela doit se faire en quatre étapes :

Étape 1 : Vérifier l'état de l'eau du Tank 7.

- ❖ Le Tank 7 doit être rempli à 50%.

Étape 2 : c'est une étape manuelle réservée au positionnement des manifolds.

- ❖ Mettre les manifolds en position NEP de telle sorte que les leds suivantes s'allument : ZBA14, ZBA16 pour le nettoyage des tuyauteries.
- ❖ Mettre le Manifold Zone Tank Sirop Fini en position SPRAY 1(TSF1) lors du NEP du Tank sirop fini 1.
- ❖ Mettre le Manifold Zone Tank Sirop Fini en position DEPART 1 NEP (TSL) pour envoi la solution vers le Manifold Zone Tank Sucre Liquide ce dernier doit être placé en position SPRAY 1(TSL1), cas de CIP de Tank sucre liquide 1.

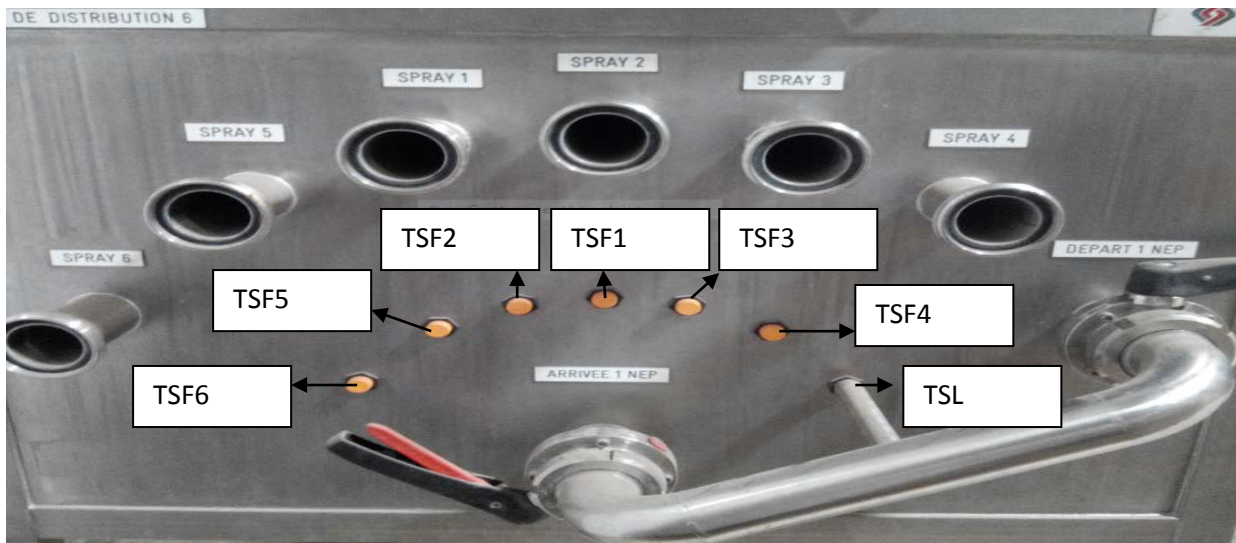


Figure I. 2 : photo du manifold zone Tank Sirop Fini

Étape 3 : Ouvrir les vannes manuelles situées au-dessus des manifolds :

- ❖ VM 122 dans le cas de NEP des tuyauteries.
- ❖ VM 150 située à la sortie des pompes P0010 NEP.
- ❖ VM 151 située à la sortie des pompes P009 NEP.
- ❖ VM 163 située à la sortie de la pompe de retour NEP.

Étape 4 : Cette étape consiste à faire une suite de sélections sur le pupitre de commande :

Appuyer sur la touche recette et sélectionner une recette.

- ❖ Revenir à la page de la ligne et vérifier la présence du signal « Remplisseuse en NEP ».
- ❖ Après l'apparition du signal appuyer sur la touche commande.
- ❖ Appuyer sur la touche « SEL NEP » de la ligne BA lorsqu'il s'agit du NEP des tuyauteries.
- ❖ Appuyer sur la touche « SEL TFS1 » lorsqu'il s'agit du NEP de Tank Sirop Fini 1.
- ❖ Appuyer sur la touche « SEL TSL1 » lorsqu'il s'agit du NEP de Tank Sucre liquide
- ❖ Appuyer sur la touche « Start ».

Remarque :

Ces quatre étapes sont valables pour les deux recettes.

Étape 5 : Préparation de la recette.

Pour obtenir la solution soude on alimente d'abord le Tank 8 avec l'eau fournit par le Tank 7 en procédant comme suit :

- ❖ Ouverture de la vanne VP210.
- ❖ Démarrage de la pompe P007 après 2 secondes de l'ouverture de la vanne VP210.
- ❖ Remplissage du Tank 8 à 60%.

Puis on ajoute au Tank 8 le produit NAOH par des injections discontinues jusqu'à l'obtention d'une solution dont une conductivité exigée par le laboratoire sachant que cette solution est soumise à un échangeur de chaleur qui permettra l'atteinte d'un degré de chaleur souhaité, cela en passant par les étapes ci-dessous :

Dès que le remplissage du Tank 8 à 60%, la vanne VP210 se ferme et la pompe P007 s'arrête.

- ❖ Ouverture des vannes VP209, VP212,
- ❖ Démarrage de la pompe doseuse P012 ainsi commence l'injection du produit NaOH.
- ❖ Ouverture de la vanne VP215 si le niveau du Tank 8 est à 60%.
- ❖ Démarrage de la pompe P008 .
- ❖ Ouverture de la vanne modulante VP218 à 100%, ainsi commence le chauffage de la solution qui passe à travers l'échangeur par transmission de chaleur.

Il faut ouvrir manuellement la vanne manuelle de vapeur situé à la salle NEP.

- ❖ Ouverture de la vanne VP214, pour assurer la circulation de la solution dans un circuit fermé jusqu'à l'obtention d'une solution avec un degré de chaleur souhaité.

Dès que les capteurs de température et de conductivité (respectivement TT005 (85°) et ARC001 (65 ms/cm)) ils affichent la valeur mesurée et ils la comparent à la consigne désirée.

- ❖ Ouverture des vannes suivantes VP215, VP217, VP218.

Dès que la phase de lavage est terminée :

- ❖ La fermeture de la vanne VP215, VP217, VP218.

- ❖ La fermeture de la pompe p008.
- ❖ Fin de préparation.

I.3.3.L'envoi de la recette soude :

Une fois la recette soude est prête on l'utilise pour le nettoyage du circuit demandé, elle peut être envoyée vers : Tuyauterie (pipe ou pipe remplisseuse), Tank Sucre Liquide (TSL), Tank Sirop Fini (TSF).

I.3.3.a. NEP des tuyauteries :

Étape 6 : l'envoi de la solution vers la ligne BA.

- ❖ Ouverture des vannes VP269, VP267 (FLIP-FLOP).
- ❖ Ouverture de la vanne modulante VP266 à 60% (ce pourcentage d'ouverture est fixe).
- ❖ Ouverture des vannes VP274, VP270 ainsi commence l'envoi de solution.
- ❖ Ouverture des pompes P009, P010 (FLIP-FLOP).

Étape 6 : l'envoi de la solution vers la ligne BA.

- ❖ La fermeture des vannes VP209, VP214.
- ❖ Ouverture de la vanne VP274, VP270.
- ❖ Ouverture des vannes VP267 et VP269 (FLIP-FLOP).
- ❖ Ouverture de la pompe P009 et la pompe P010 (FLIP-FLOP).

I.3.3.a.1.NEP pipe : dans cette sélection on fait le NEP des tuyauteries envoyée vers MASSEMOL.

Étape 7 : envoi de la solution vers MASSEMOL.

- ❖ Ouverture de la vanne VP319, VP300 (FLIP-FLOP). VP319 est prioritaire donc son ouverture implique l'ouverture de :
 - La vanne VP284.
 - Le démarrage de la pompe P020 qui est conditionnée aussi par le capteur de niveau(LS036).

- Ouverture des vannes VP316, VP318, VP314, VP313, V295, VP300, VP283, VP286.
- ❖ Ouverture de la vanne vd17 qui est conditionnée par CVP286.

Étape 8 : phase de lavage

- ❖ Dès que le capteur de température TT003 affiche la valeur désirée (85°).
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de lavage (1800s)).

Dès que le temps de la phase lavage est écoulé en passe à l'étape suivante.

Étape 9 : phase de drainage des cuves d'arômes et de récupération de la solution qui est dans les tuyauteries.

- ❖ Fermeture des vannes VP319, VP284, VP286, Vd17.
- ❖ Fermeture de la pompe P020.
- ❖ Ouverture des vannes de drainage des deux cuves d'arômes VP315, VP317.
- ❖ Ouverture de la vanne VP212 pour récupérer une certaine quantité de la solution.
- ❖ Ouverture de la vanne VP322.

Étape 10 : phase de rinçage.

Pour que cette phase commence il faut assurer que la remplisseuse est vide (filler full) et aussi la non présence de la solution dans les tuyauteries, capteur de niveau off (LS036), si c'est conditionnes sont vérifiées ça implique.

- ❖ Ouverture la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007 est conditionné par le capteur analogique LRC007 et le capteur de niveau TOR LS014.

Étape 11 : phase de drainage après rinçage

Dès que le capteur de niveau analogique assure les 60% (LRC008 Low Alarme).

- ❖ Fermeture des vannes CV283, VP212.
- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP206.

- ❖ Ouverture de la vanne double siège qui est conditionnée par l'ouverture de la vanne TOR VP286.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdb3 Vdb4 (FLIP-FLOP).

Enclenchement de la temporisation (1800s).

- ❖ Fermetures des vannes VP286, Vd17, VP295, VP300, Vd3b, Vdb4, VP284.
- ❖ Ouverture des vannes VP312, VP301, VP284.

Après la fin de la temporisation, on passe au drainage du Tank 6 de la ligne BA.

- ❖ Fermeture des pompes P009, P010, P007.
- ❖ Fermeture de la vanne VP206.
- ❖ Fermeture de la vanne VP273.

Étape 12 : phase NEP terminé

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Arrêt de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de la vanne VP273 de drainage Tank6

La remise à l'étape initial (19) des que filler full de remplisseuse et

- ❖ Fin NEP.

I.3.3.a.2.NEP pipe remplisseuse : dans cette sélection on fait le NEP des tuyauteries envoyée vers remplisseuse.

Étape 7 : envoi de la solution vers remplisseuse

- ❖ L'ouverture des vannes VP282, VP280, VP288.

Étape 8 : de la phase de lavage

- ❖ Dès que le capteur de température TT003 affiche la valeur désirée.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de lavage).

Étape 9 : récupération de la solution qui est dans les tuyauteries au-dessous de TSL.

- ❖ Ouverture de la vanne VP212 pour récupérer une certaine quantité de la solution.

- ❖ Fermeture de la vanne VP282.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdb1, Vdb3 (FLIP-FLOP).

Étape 10 : phase de rinçage

Pour que cette phase commence il faut s'assurer que la remplisseuse est vide (filler full) et aussi la non présence de solution dans le Tank 6 de la ligne BA capteur de niveau off (LS012) si c'est conditionnes sont vérifiées ça implique :

- ❖ Ouverture de la vanne VP 206.
- ❖ démarrage de la pompe P007 est conditionné par le capteur analogique LRC007 et le capteur de niveau TOR LS014.

Dès que le capteur de niveau analogique assure les 60% (LRC008 Low Alarme).

- ❖ Fermeture des vannes VP212, VP280, VP288.
- ❖ Ouverture des vannes VP208, VP282, VP321.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdb8 Vdb9 Vdb10 Vdb12 Vdb14 Vdb16 vers remplisseuse (FLIP-FLOP).

Étape 11 : phase de drainage après rinçage

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Arrêt de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de la vanne VP273 de drainage Tank6

La remise à l'étape initial (19) dès que filler full de remplisseuse et le capteur de niveau (LS012).

- ❖ Fin NEP.

I.3.3.b. NEP du Tank Sirop Fini 1 (TSF1) :**Étape 6** : phase de lavage

La solution doit être envoyée vers le manifold ce dernier est place sur SPRAY1 (TSF1)

- ❖ Ouverture de la vanne VP292.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdh5, Vdh8 (FLIP-FLOP),

- ❖ Démarrage de la pompe P018 retour NEP, cette pompe est conditionnée par le capteur de niveau analogique LRC012 (10%) de niveau du TSF1. Si le niveau du Tank est à 2% ça implique l'arrêt de la pompe.

Dès que le capteur de température (TT003) affiche la valeur désirée (exemple 85C°) :

- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de lavage).

Étape 7 : phase de drainage

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP303.

Étape 8 : phase de rinçage.

Pour que cette phase commence il faut s'assurer que le TSF1 est vide (TSF1 full) si cette condition est vérifiée ça implique :

- ❖ Ouverture de la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Ouverture de la vanne VP292 et démarrage de la pompe P018, cette pompe est conditionnée par le capteur de niveau analogique LRC012 10% de niveau du Tank. Si le niveau du Tank est à 2% ça implique l'arrêt de la pompe.
- ❖ Ouverture de la vanne VP212 pour récupérer une certaine quantité de la solution, dès que le capteur de niveau analogique LRC008 affiche 60% du niveau de Tank 8, ça implique fin de récupération et fermeture de vanne VP212 et ouverture de la vanne VP208.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de rinçage).

Étape 9: phase de drainage après rinçage:

- ❖ Arrêt de toutes les pompes et fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP303 et maintenir la vanne VP208 en ouverture.
- ❖ Fin NEP.

I.3.3.c. NEP du Tank Sucre Liquide1 (TSL1) :

Étape 6: L'envoi de la solution vers le manifold (TSL)

- ❖ Le manifold doit être placé sur SPRAY1(TSL1).
- ❖ Ouverture de la vanne VP287.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdh1, Vdh3 (FLIP-FLOP).
- ❖ Démarrage de la pompe P015, condition par le capteur de niveau TOR LS018 et le capteur analogique de niveau LRC010 (10%) du Tank TSL1.
- ❖ Démarrage de la pompe P014, retour NEP, cette pompe est conditionne par le capteur analogique LRC010 de niveau 10% de niveau du Tank.

Dès que le capteur de température TT003 affiche la valeur désirée :

- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de lavage).

Étape 7: phase de drainage après lavage.

- ❖ Arrêt de toutes les pompes et fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de vanne de drainage VP290

Étape 8 : phase de rinçage.

Pour que cette phase commence il faut s'assurer que le TSL1 est vide (TSL1 full) si cette conditionne est vérifiée ça implique :

- ❖ Ouverture la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Ouverture de la vanne VP287 et démarrage de la pompe P014.
- ❖ Démarrage de la pompe P015, conditionne par le capteur de TOR LS018 et le capteur analogique LRC010 10% de niveau du Tank TSL1.
- ❖ Ouverture de la vanne VP212, pour récupérer une certaine quantité de la solution, dès que le capteur de niveau analogique LRC008 affiche 60% du niveau de Tank 8, ça implique la fin de récupération et fermeture de la vanne VP212 et ouverture de la vanne VP208.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de la phase de rinçage).

Étape 9 : phase de drainage après rinçage:

- ❖ Arrêt de toutes les pompes et fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de vanne de drainage VP290 et le maintien de la vanne VP208.
- ❖ Fin NEP.

➤ **Recette acide :**

Les étapes de vérification des conditions initiales au démarrage d'un cycle de nettoyage pour cette recette sont les mêmes que celles de la recette précédente, la différence entre ces deux procédures se trouve au niveau de la préparation de la recette ainsi le principe de fonctionnement. Dans la recette acide la préparation et l'envoi se font au même temps

La préparation de solution se fait en ligne (pas de Tank réserve pour cette procédure) et l'injection du produit acide se fait d'une manière discontinue, pour avoir une solution avec une conductivité souhaitée. Il faut assurer 4m³ de solution (eau +acide) dans tout le circuit demandé, ce volume est calculé par l'intégral du débit mesuré par les deux débitmètres FT005, FT003 (respectivement débit d'acide, débit d'eau), dans notre système on a utilisé ces deux débitmètre pour assurer l'homogénéité de la solution tout le long de la phase de lavage, pour cela on exécute les actions suivantes :

I.3.4.Préparation et l'envoi de la recette acide :

La solution est utilisée pour nettoyer un circuit demandé par le laboratoire (elle peut être envoyée vers : Tuyauterie, Tank Sucre Liquide(TSL), Tank Sirop Fini(TSF)).

I.3.4.a. NEP des tuyauteries :

Étape 5 : préparation et l'envoi de la solution dans les tuyauteries.

- ❖ Ouverture des vannes VP206, VP207.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Démarrage de la pompe doseuse P011.
- ❖ Ouverture des vannes VP266, VP267, VP269.

Vérifier le remplissage du Tank 6 à 10%, l'osque le Tank 6 a atteint 10% de son niveau ça implique :

- ❖ Ouverture des vannes VP270, VP 274.
- ❖ Démarrage des deux pompes P010 P009 (FLIP-FLOP).
- ❖ Ouverture des vannes VDM (VP280, VP281, VP283, VP284, VP 286).
- ❖ Ouverture de la vanne VP281, ce qui fait le passage de la solution vers la deuxième ligne de tuyauterie de la zone TSF vers la remplisseuse.

La cuve de la remplisseuse se remplit à une certaine consigne. Lorsque la solution passe vers la remplisseuse, la pompe (P017) retour NEP démarre.

- Ouverture de la vanne VP 284, passage de la solution dans les cuves des arômes.
 - ❖ Ouverture des vannes VP 313 ça implique le remplissage de la première cuve d'arôme à un certain niveau désiré ce qui est assuré par le débitmètre FT008 (le volume calculé dans ce cas-là il faut qu'il soit égale à 0.5m^3).
 - ❖ Dès que la première cuve est remplie ça implique la fermeture de la vanne VP313 et l'ouverture VP314.

Dès que la deuxième cuve est remplie à une certaine consigne ça implique :

- ❖ Fermeture de la vanne VP314.
- ❖ Ouverture des vannes VP316, VP318, VP319.
- ❖ Démarrage de la pompe P020. est conditionné par le niveau des deux cuves donc par le débitmètre FT008.
 - Ouverture de la vanne VP283 vers MASSEMOL.
 - Ouverture de la vanne Vd17, VP299, VP300.
 - Ouverture de la vanne VP280, permet à la solution de passer dans première ligne de tuyauterie de la zone sucre liquide vers le retour NEP, pour cela deux tâches doivent être effectuées.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vd1 Vd2 (FLIP-FLOP)
- ❖ Ouverture de la vanne VP288 vers retour NEP.
 - Ouverture de la vanne VP286, dans ce cas, la solution passe par la deuxième ligne de tuyauterie de la zone sucre liquide vers MASSEMOL ainsi la première ligne de la zone sirop fini, cinq tâches doivent être effectuées.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdb3 Vdb4 (FLIP-FLOP)
- ❖ Démarrage de la pompe P013 vers MASSEMOL.

- ❖ Ouverture de la vanne Vd17 (FLIP-FLOP).
- ❖ Ouverture des vannes VP299, VP300 vers la première ligne de tuyauterie de la zone sirop fini.
- ❖ Ouverture de la vanne VP295 vers le retour NEP.
- ❖ Ouverture des vannes, Vdb5 Vdb6 Vdb7 Vdb11 Vdb13 Vdb15 (FLIP- FLOP).

Étape 6 : phase de lavage

Dès que les 4 m³ de solution son atteint :

- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de contact).

Pas de circulation de la solution pondant le temps contacte.

Étape 7 : phase de drainage.

- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP273 (Tank 6).
- ❖ Ouverture des vannes de drainage VP233, VP312, VP301, VP313.
- ❖ Le Tank 06 et la remplisseuse drainent pendant 6 min.

Étape 8 : phase de rinçage.

_____ Pour que cette phase commence il faut assurer que la remplisseuse est vide (filler full) si cette conditionne est vérifiée ça implique.

- ❖ Ouverture la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Ouverture des vannes de ligne BA (VP266, VP267, VP269, VP270, VP274).
- ❖ Démarrage des pompes P006, P009 si le niveau du Tank 6 est à 10%.
- ❖ Ouverture des vannes VDM (VP280, VP281, VP283, VP284, VP 286),(FLIP_FLOP).
- ❖ Maintenir la vanne VP208 en ouverture.
- ❖ Dès que les 6 m³ d'eau son atteint et le PH du Tank 7 égale au PH de la remplisseuse ça implique fin de la phase de rinçage.

Étape 9: phase de drainage après rinçage.

- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP208.
- ❖ Ouverture des vannes de drainage VP233, VP312 VP301, VP313.
- ❖ Drainage remplisseuse.
- ❖ Fin NEP.

I.3.4.b. NEP du Tank Sirop Fini 1 (TSF1) :

Étape 5 : Préparation et l'envoi de la solution vers le manifold situé dans la zone TSF.

- ❖ Le manifold doit être placé sur SPRAY1(TSF1).
- ❖ Ouverture des vannes VP206, VP207.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Démarrage de la pompe doseuse P011.
- ❖ Ouverture de la vanne VP292.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdh5, Vdh8 (FLIP-FLOP).
- ❖ Démarrage de la pompe P018 retour NEP, cette pompe est conditionne par le capteur de niveau analogique LRC012 10% de niveau du Tank si ce dernier est à 2% ça implique l'arrêt de la pompe.

Étape 6 : phase de lavage.

Dès que les 4 m³ de solution son atteint :

- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de contact).

Étape 7 : phase de drainage.

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture des vannes de drainage VP303, VP208.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de drainage).

Étape 8 : phase de rinçage.

Pour que cette phase commence il faut assure que le TSF1 est vide ($\overline{\text{Tsf1 full}}$) si cette conditionne est vérifier ça implique :

- ❖ Ouverture de la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Ouverture de la vanne VP292.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vd5, Vd8 (FLIP-FLOP)
- ❖ Démarrage de la pompe P018 retour NEP, cette pompe est conditionne par le capteur de niveau analogique LRC012 10% de niveau du Tank si ce dernier du est à 2% ça implique l'arrêt de la pompe.
- ❖ Ouverture de la vanne VP208.
- ❖ Dès que les 6 m³ d'eau son atteint ça implique fin de la phase de rinçage.

Étape 10 : phase de drainage après rinçage.

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de la vanne de drainage VP303, VP208.
- ❖ Fin NEP.

I.3.4.c. NEP du Tank Sucre Liquide1 (TSL1) :

Étape 5 : Préparation et l'envoi de la solution vers le manifold situé dans la zone TSL.

- ❖ Le manifold doit être placé sur SPRAY1(TSL1) et le manifold(TSF) doit être sur (TSL).
- ❖ Ouverture des vannes VP206, VP207.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Démarrage de la pompe doseuse P011.
- ❖ Ouverture de la vanne VP287.
- ❖ Ouverture des vannes double siège Vdh1, Vdh3 (FLIP-FLOP).
- ❖ Démarrage de la pompe P015 est conditionne par le capteur de TOR LS018 et le capteur analogique LRC010 10% de niveau du Tank TSL1.
- ❖ Démarrage de la pompe P014 retour NEP cette pompe est conditionne par le capteur de niveau analogique LRC010 10% de niveau du Tank.

Étape 6 : phase de lavage.

Dès que les 4 m³ de solution son atteint :

- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Enclenchement de la temporisation (temps de contact).

Étape 7 : phase de drainage après lavage.

- ❖ Arrêt de toutes les pompes.
- ❖ Fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture des vannes de drainage VP290, VP208.

Étape 8 : phase de rinçage.

Pour que cette phase commence il faut assure que le TSL1 est vide (TSL1 full) si cette conditionne est vérifier ça implique.

- ❖ Ouverture de la vanne VP 206.
- ❖ Démarrage de la pompe P007.
- ❖ Ouverture de la vanne VP287 et démarrage de la pompe P014.
- ❖ Démarrage de la pompe P015.
- ❖ Maintenir la vanne VP208 en ouverture.
- ❖ Dès que les 6 m³ d'eau son atteint ça implique fin de la phase de rinçage.

Étape 9 : phase de drainage après rinçage.

- ❖ Arrêt de toutes les pompes et fermeture de toutes les vannes.
- ❖ Ouverture de vanne de drainage VP290, VP208.
- ❖ Fin NEP.

I.4. Éléments constituant l'installation :[1] [2] [3] [11]

Le matériel et l'outillage industriel sont l'ensemble des équipements et des machines qui assurent le déroulement de toutes les phases d'un processus industriel et dans nôtres station on a :

I.4.1. Les réservoirs de stockage :

Un réservoir est un grand récipient servant au stockage des produits liquides et à différents usages dans l'industrie.

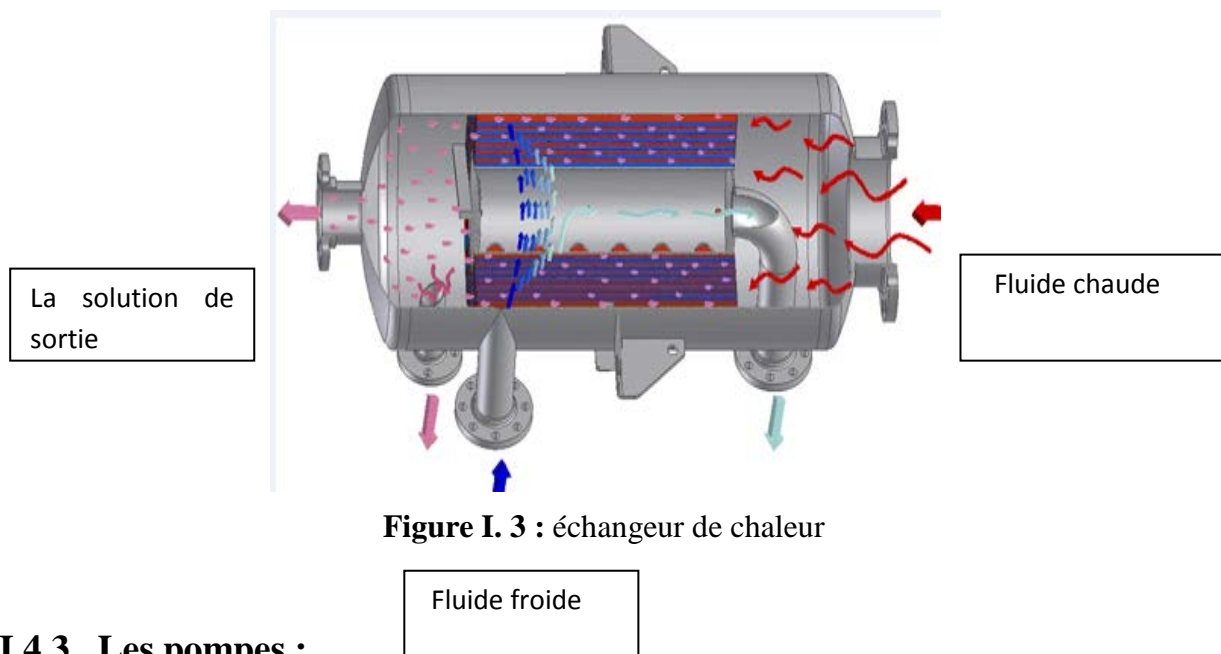
L'installation étudiée comporte trois types de réservoirs de stockage :

- ❖ six réservoirs de sirop fini (TSF) leurs capacité est de 30 m³.
- ❖ deux réservoirs de sucre liquide (TSL) leurs capacité est de 25 m³.
- ❖ deux réservoirs d'arôme sont des petites cuves réservées à la préparation d'arome.

I.4.2. L'échangeur de chaleur :

Un échangeur de chaleur est un système qui permet de transférer un flux de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid à travers une paroi sans contact direct entre les deux fluides.

Un échangeur tubulaire simple est constitué de deux tubes cylindriques coaxiaux. Un fluide (Généralement le chaud) circule dans le tube intérieur, l'autre dans l'espace compris entre les deux tubes. Le transfert de chaleur du fluide chaud au fluide froid s'effectue à travers la paroi que constitue le tube intérieur.



I.4.3. Les pompes :

La pompe est un dispositif qui assure la circulation d'un fluide dans une tuyauterie. La pompe aspire et refoule le fluide engendrant un accroissement de vitesse et de pression du fluide.

L'installation est équipée de deux types de pompes qui sont :

- ❖ Les pompes centrifuges.
- ❖ Les pompes doseuses.

I.4.4. Pompes centrifuges :

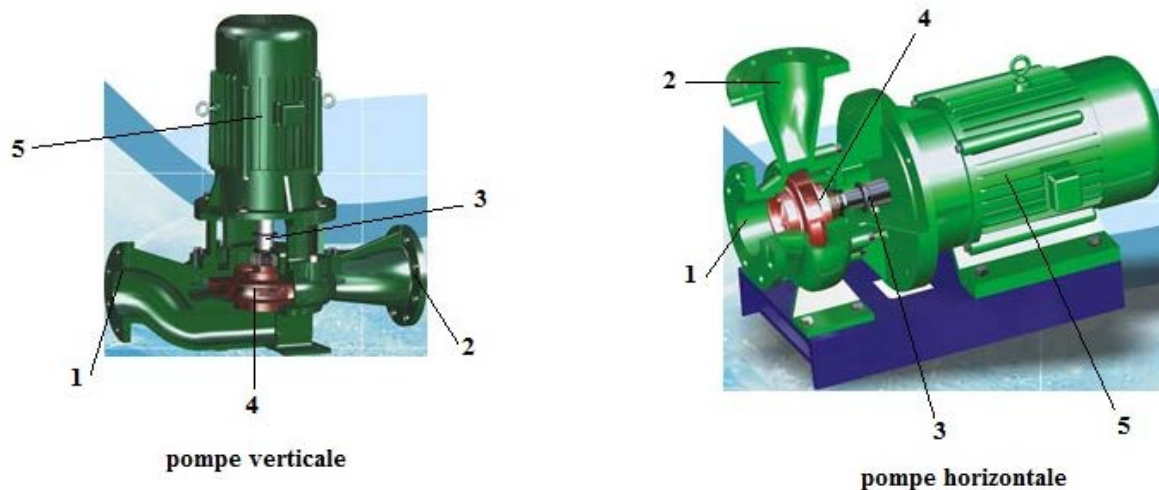
Une pompe centrifuge accélère le fluide qui la traverse en lui communiquant une énergie cinétique par effet de la force centrifuge. Elle pompe le fluide en le forçant au travers d'une roue à aube. Par l'effet de rotation, le fluide est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement pour être enfin refoulé.

Selon les conditions d'utilisation, les pompes centrifuges se distinguent en deux types :

- ❖ Pompes centrifuges horizontales
- ❖ Pompes centrifuges verticales

L'installation comporte :

- ❖ Une pompe centrifuge horizontale P019. Utilisée pour le remplissage des TSLs par du sucre liquide.
- ❖ Deux pompes centrifuges horizontales P014, P018 qui sont utilisées pour le retour CIP lors de CIP des TSL, TSF.
- ❖ Une pompe centrifuge horizontale P013. Utilisée pour envoyer le sucre liquide vers masse mole ainsi la solution de nettoyage.
- ❖ Une pompe centrifuge horizontale P020. Utilisée pour envoyer l'arome vers masse mole ainsi la solution de nettoyage.
- ❖ Deux pompes centrifuges verticales P015, P016 qui sont Utilisées pour assurer la circulation de sucre liquide dans elles jouer le rôle d'un mélangeur.



- 1- Orifice d'aspiration
 2- Orifice de refoulement
 3- Axe de la pompe
 4- Roue à aube
 5- Moteur

Figure I. 4: pompes centrifuges

I.4.5. Pompes doseuses :

Les pompes doseuses sont utilisées pour injecter avec précision des doses de réactifs de toute nature, on peut distinguer :

- ❖ Les pompes doseuses à membrane.
- ❖ Les pompes doseuses à piston.

Les pompes doseuse à piston sont dotés d'un moteur électrique qui entrain l'excentrique, la rotation de l'excentrique bascule la came à travers la bielle, ce qui agit sur le piston avec un mouvement rectiligne. Par conséquent, on aura deux phases de fonctionnement :

- **Phase d'aspiration :**

Lorsque le piston se déplace en arrière, le clapet d'aspiration se soulève et le liquide est aspiré à l'intérieur de la chambre de pompage, tandis que le clapet de refoulement est fermé.

- **Phase de refoulement :**

Lorsque le clapet se déplace en avant, le clapet d'aspiration se ferme et celui de refoulement s'ouvre permettant le refoulement du liquide pompé.

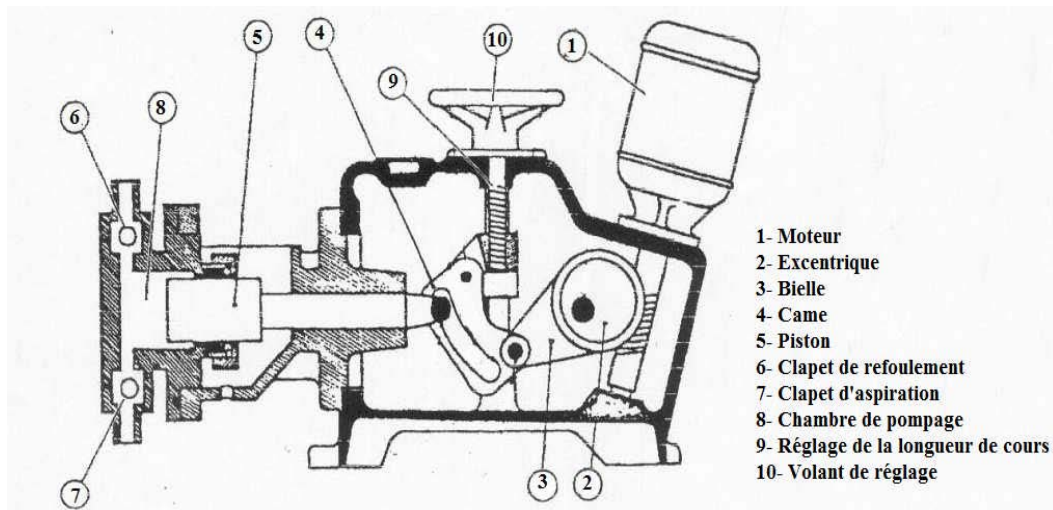


Figure I. 5 : Pompe doseuse à piston

Sur la station NEP il y'a :

- ❖ Deux pompes doseuses P011, P012, la première est utilisée pour la distribution de l'acide HCl et la deuxième est utilisée pour la distribution de lessive de soude NaOH.

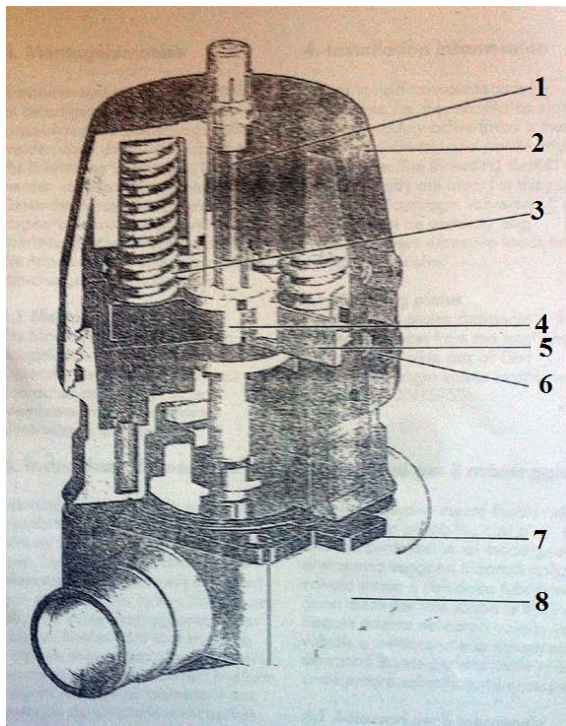
I.4.6. Les vannes :

Une vanne est un dispositif permettant la circulation ou non d'un fluide dans un circuit Pneumatique ou hydraulique

I.4.6.1. Vannes pneumatiques :

Ce sont des vannes TOR (tout ou rien) ou des vannes différentielles. Les vannes TOR ne peuvent prendre que deux positions, ouverture ou fermeture, qui se traduit en termes de cours du clapet 0% ou 100%. La canalisation des vannes TOR est bloquée ou libérée par une pression d'air comprimé.

Chaque vanne est menée d'une électrovanne de pilotage qui permet le passage de l'air Comprimé dans le servomoteur, qui est l'organe permettant d'actionner la tige de clapet de la Vanne. La pression dans le servomoteur produit le mouvement de la tige et du clapet impliquant l'ouverture de la vanne. Le ressort se charge du retour de la tige et du clapet à la position normale en absence de l'air comprimé, conduisant ainsi à la fermeture de la vanne.



- 1- Indicateur de position
- 2- Boitier en matière plastique PP-GF
- 3- Blocs-ressorts
- 4- Ensemble tige compresseur en acier inoxydable
- 5- Piston PP-GF
- 6- Raccordement pour la pression de l'air de commande
- 7- Membrane
- 8- Corps de vanne

Figure I. 6 : Vanne pneumatique

I.4.6.2 Vannes modulantes :

Une vanne de régulation est un dispositif conçu pour contrôler le débit de toute sorte de fluide (liquide ou gaz) dans un système de commande de processus. La vanne est commandée par un régulateur qui utilise l'action de l'air comme fluide d'asservissement. Ainsi l'ouverture, la fermeture ou l'action modulée de la vanne est produite par les variations de pression de sortie d'un instrument de mesure et de contrôle. La vanne est actionnée mécaniquement, elle est reliée à un actionneur capable de faire varier la position d'un organe de fermeture dans la vanne. L'actionneur peut être mu par une énergie pneumatique, électrique, hydraulique ou toute combinaison de ces énergies.

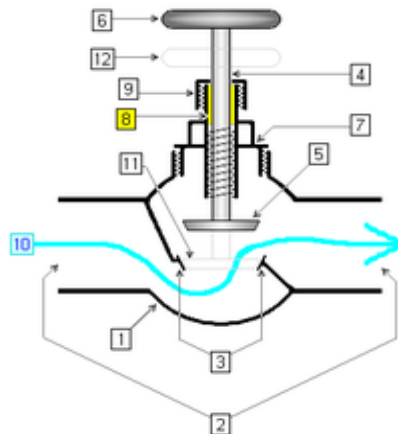


Figure I. 7 : vanne modulante et son schéma

I.4.6.3. Vannes d'isolements :

Ce sont des vannes manuelles servant à isoler un circuit hydraulique en coupant la circulation du fluide du reste d'une installation. Elles sont très utiles dans les cas d'urgences, ou dans les cas de besoin d'effectuer des maintenances locales.

I.4.7. Capteurs :

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille. Grâce à des lois élémentaires sur la physique le capteur prélève une information physique (température, luminosité, humidité, débit, présence d'objet,...) et produit un signal électrique.

I.4.7.1. capteurs de niveau capacitif :

Un capteur capacitif est une famille de capteurs utilisant l'effet capacitif pour détecter une variation de faibles distances. Un capteur de niveau capacitif est un organe de prélèvement d'information dans un dispositif capacitif.

Lorsque le niveau monte, le liquide arrive en contact avec la sonde. Un courant électrique s'établit alors, indiquant que le liquide vient d'arriver au niveau seuil, lorsque le niveau baisse la sonde indique qu'elle est découverte grâce au changement de capacité c'est-à-dire que le niveau du liquide est au-dessous de niveau seuil.

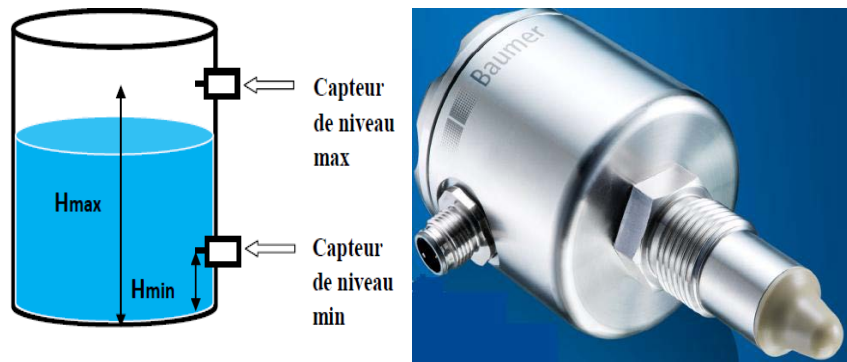


Figure I. 8 : capteur de niveau capacitif et son emplacement

I.4.7.2. capteurs de température :

Ce sont des capteurs résistifs qui permettant l'effet de réchauffement ou de refroidissement sur leur résistance en signal électrique.

La sonde PT100 est constituée d'un filament en platine, entourant une tige de verre, dont les caractéristique est de changer en fonction de la température. Sa résistance est 100Ω pour 0°C . Elle s'élève en fonction de la température. En injectant à la sonde un courant constant et continu, il suffit alors de mesurer la tension qui étant proportionnel à la résistance.



Figure I. 9 : capture de température PT100

I.4.8. Les débitmètres :

Les débitmètres sont des appareils de mesure du débit d'un fluide ou d'un gaz s'écoulant dans une canalisation.

Les débitmètres varient selon le niveau du débit et la nature du fluide.

Dans notre installation en trouve deux types de débitmètre selon leur principe de mesurer :

- ❖ principe de mesure de débit électromagnétique
- ❖ principe de mesure de débit à effet Coriolis

I.4.8.1.débitmètre électromagnétique :

Le débitmètre électromagnétique fonctionne suivant le principe de Faraday. Quand un liquide conducteur s'écoule perpendiculairement à travers un champ magnétique, une différence de potentiel électrique est créée au sein du liquide. Cette différence de potentiel, captée à l'aide de deux électrodes permet, par le calcul, d'en déduire la vitesse puis le débit du fluide.

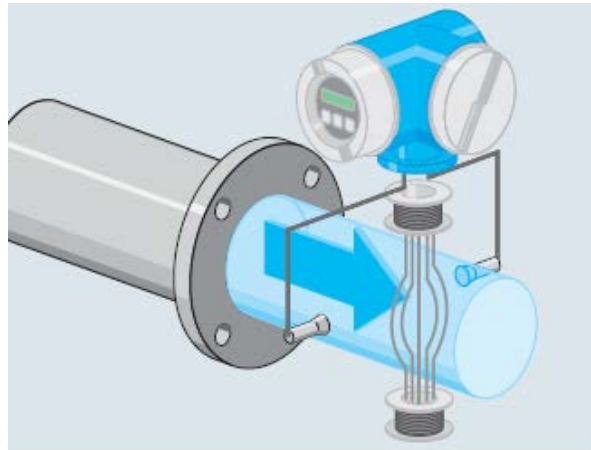


Figure I. 10 : débitmètre électromagnétique

I.4.8.2.débitmètre à effet Coriolis :

La mesure du débit par un débitmètre à effet Coriolis repose sur : si une masse en mouvement est mise en vibration perpendiculairement au sens d'écoulement, cela génère des forces de Coriolis (en fonction du débit massique). Dans le cas d'un débitmètre massique Coriolis, ce sont les tubes de mesure qui sont en vibration. Si un produit traverse ces tubes de mesure, cela génère des forces de Coriolis. La géométrie des vibrations de tube ainsi modifiée est mesurée à l'aide de capteurs à l'entrée et à la sortie comme différence de phase, et exploitée par le système de mesure qui en déduit le débit massique.

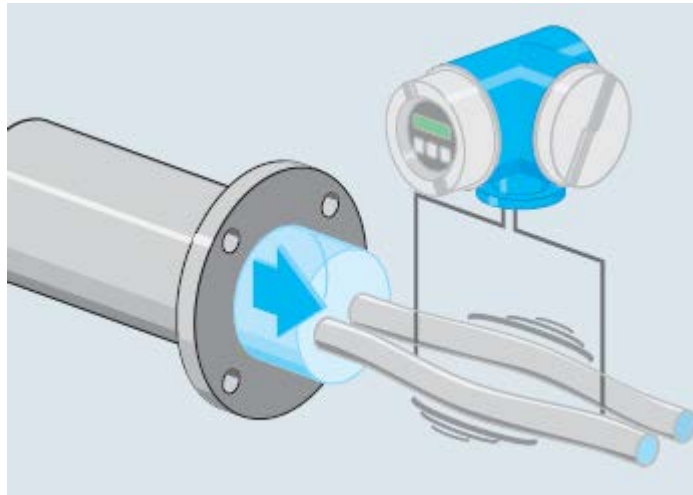


Figure I. 11 : débitmètre à effet Coriolis

I.5. Éléments constituant l'armoire de commande :

L'armoire de commande électrique est un boîtier qui contient un réseau de distribution électrique.

L'armoire de commande est constituée des éléments suivants :

I.5.1. Automate programmable industriel :

Dans l'industrie, on l'appelle souvent un Automate Programmable Industriel « API ». Un API est un dispositif électronique programmable destiné à automatiser des processus. L'automate programmable reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu est délivré par ses sorties. L'automate utilisé pour l'automatisation de l'installation des boissons gazeuses est l'automate S7 1500.

I.5.2. variateur de vitesse :

Les variateurs de vitesse sont des équipements pour commander les moteurs à des vitesses bien spécifiées.

Vue leur utilité, ils sont devenus indispensables dans toutes les industries

Un variateur de fréquence redresse la tension alternative réseau (CA) en une tension continue (CC) puis convertit cette tension en une tension alternative (CA) d'amplitude et de fréquence variables.

La tension et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités infinies de régulation de vitesse pour les moteurs standards triphasés à courant alternatif.

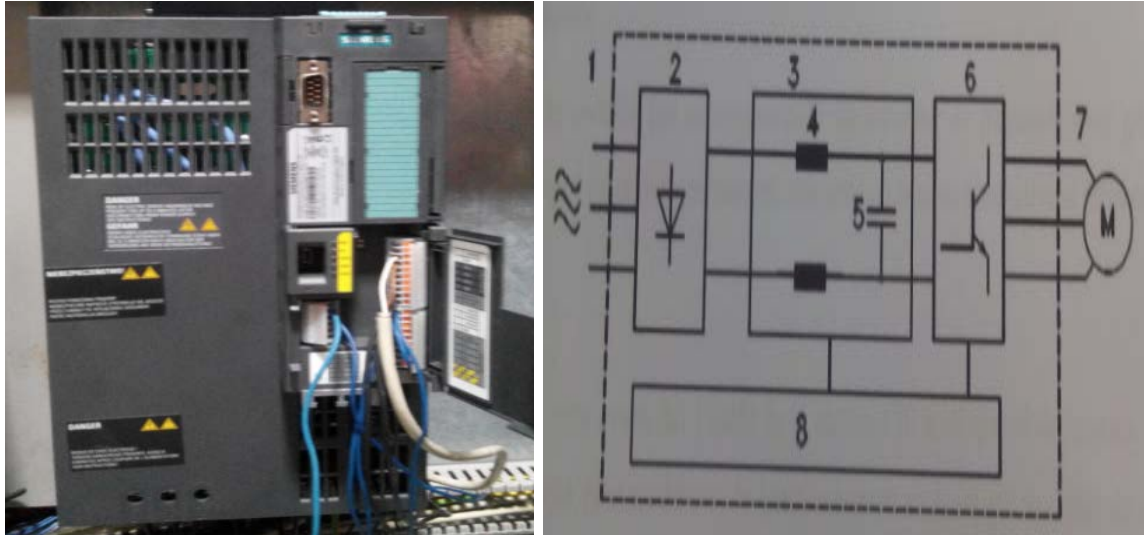


Figure I. 12 : variateur de vitesse et son schéma de principe de fonctionnement

I.5.3. les contacteurs :

Un contacteur est un appareil électromagnétique destiné à établir ou interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique. Il est constitué de :

- Une bobine.
- Un ressort de rappel.
- De deux à quatre contacts de puissance.
- Un circuit magnétique composé d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile).
- Des contacts auxiliaires ouverts ou fermés.

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, l'armature mobile est alors attirée par l'aimant fixe (armature fixe) et les contacteurs se ferment (ou s'ouvrent selon le modèle). Quand l'énergie d'alimentation disparaît de la bobine, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature (fixe et mobile) engendrant l'ouverture des contacts de puissance (ou la fermeture).



Figure I. 13 : les contacteurs

I.6. Conclusion :

Tout au long de ce chapitre, nous avons présenté la station de NEP et les différents équipements industriels de l'installation des boissons gazeuses, l'identification de ces équipements, la compréhension et la maîtrise de leur fonctionnement nous permettra de mettre en œuvre un système d'automatisation de cette station, de l'envoi de la solution de nettoyage vers VDM en utilisant les moyens disponibles au sien de l'unité. Il y'a eu lieu de donner le fonctionnement en tenant à proposer une solution de commande en mode automatique.

II.1.Introduction :

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tel que : le chronogramme, l'organigramme et le GRAFCET.

Dans ce chapitre nous allons traduire le principe de fonctionnement de l'installation (VDM), en utilisant le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des conditions de fonctionnement.

II.2. modélisation par outil GRAFCET : [6] [7]**II.2.1.Définition du GRAFCET :**

Le GRAFCET (**GRA**phe **Fon**ctionnel de **Com**mande par **Et**apes et **Tr**ansitions) est un diagramme fonctionnel, dont le but est de décrire graphiquement les différentes évolutions d'un automatisme. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel, et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique à laquelle on associe une interprétation. De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution, complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

II.2.2 .Structure du GRAFCET :

La structure du modèle de description GRAFCET est composée essentiellement des éléments graphiques de bases suivants :

- Les étapes auxquelles sont associées des actions.
- Les transitions auxquelles sont associées des réceptivités.
- Les liaisons orientées reliant entre étapes et transitions

La figure (III-1) montre les éléments de base d'un GRAFCET.

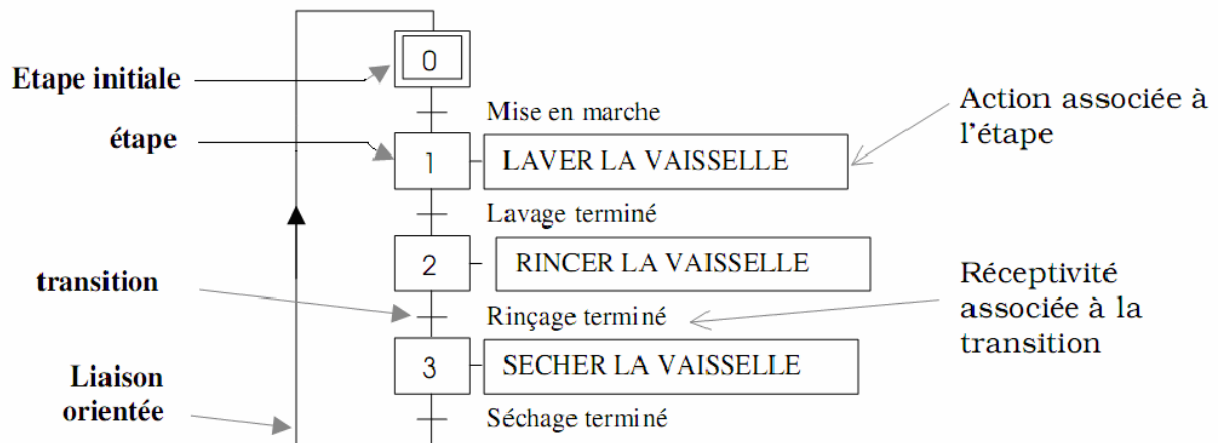


Figure II. 1 : Symbolisation d'un grafcet

II.2.2.1. Etape :

Une étape est une situation dans laquelle les variables d'entrée et de sortie de la partie commande restent inchangées. Autrement dit, une étape représente un état dans lequel les informations d'entrée et les informations de sorties de la partie commande restent identiques à elles-mêmes. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement.

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape Initiale et représentée par un carré double

II.2.2.2. Transition :

Elle est située entre deux étapes consécutives, son franchissement indique l'évolution d'une étape vers l'étape suivante du système.

a. Réceptivité

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

b. Temporisation

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, elle implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce genre de réceptivité est noté comme suit : T/ Xi/ t, où i est le numéro de l'étape comportant l'action de la temporisation, et t est la durée d'activation de l'étape Xi.

II.2.2.3. Liaisons orientées :

Les liaisons (arcs) indiquent les voies d'évolution du GRAFCET. Elles relient soit une étape à une transition, soit une transition à une étape. Les arcs sont implicitement orientés du haut vers le bas. Si un arc est orienté du bas vers le haut il doit porter une flèche qui l'indique.

II.2.2.4. Les actions associées :

Les actions sont précisées dans un cadre lié à l'étape, de manière générale, l'action n'est vraie que si l'étape est active. Il existe plusieurs types d'actions associées à l'étape à savoir : action à niveau, action mémorisée, action temporisée et action conditionnelle.

II.2.3 .Règles d'évolution du GRAFCET :

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique (qu'il soit concret ou abstrait). Il est normalisé, et son fonctionnement est régi par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET.

L'alternance étape - transition et transition - étape doit toujours être respectée quelle que soit la séquence parcourue.

- **Règle 1 : Situation initiale**

La situation initiale d'un grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond à l'ensemble des étapes actives au début du fonctionnement. Elle traduit généralement un comportement de repos. Dans un grafcet, il doit y avoir au moins une étape initiale.

- **Règle 2 : Franchissement d'une transition**

Une transition est franchissable et obligatoirement franchie si les deux conditions suivantes sont remplies :

- La transition est validée (toutes les étapes d'entrée de cette transition sont actives).
- La réceptivité associée à cette transition est vraie.

- **Règle 3 : Evolution de la situation**

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

Remarque :

La durée de franchissement d'une transition est considéré comme infiniment petite mais non nulle.

- **Règle 4 : Evolutions simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- **Règle 5 : Activation et désactivation simultanées d'une étape**

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

II.2.4.Sélection de séquence et séquence simultanée :

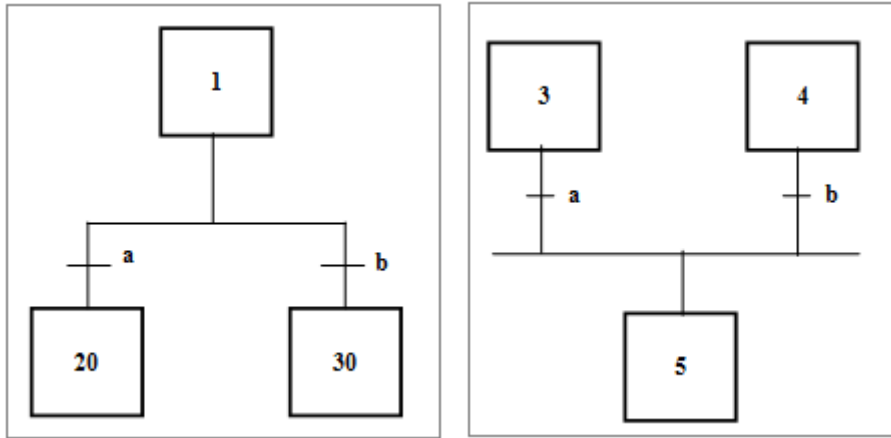
Le GRAFCET présente deux structures particulières : La sélection de séquences et les séquences simultanées.

II.2.4.1.Sélection de séquences :

- **Séquence** : On appelle séquence tous ensemble d'étapes successives où chaque étape est suivie d'une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape.
- **Sélection de séquence** : elle représente une alternative d'évolution vers plusieurs étapes. Les réceptivités associées aux transitions d'un aiguillage doivent être exclusives (leur ET logique doit être nul).

La sélection de séquence est aussi appelée divergent OU où divergence de sélection de séquences.

La convergence de plusieurs séquences est appelée convergent OU où convergence de sélection de séquences.



Divergence en ET

convergence en OU

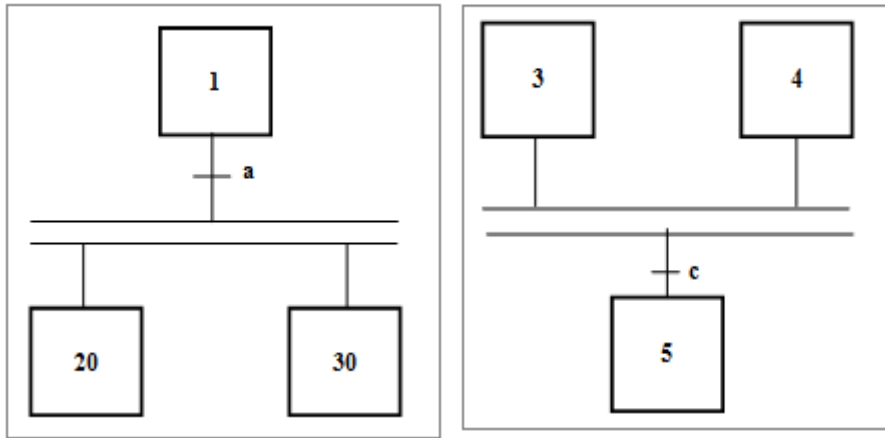
Figure II. 2 : Représentation graphique d'une sélection de séquences

- **Séquences simultanées**

C'est un ensemble de séquences pouvant évoluer indépendamment, à partir du franchissement d'une transition activant simultanément plusieurs étapes.

Une transition qui possède plusieurs étapes de sortie représente l'exécution en parallèle de plusieurs séquences. On appelle cette structure divergence en ET ou divergence de séquences simultanées Figure (III.3)

Une transition qui possède plusieurs étapes d'entrée représente la synchronisation de plusieurs séquences. On appelle cette structure convergence en ET ou convergence de séquences simultanées Figure (III.3).



Divergence en ET

Convergence en ET

Figure II. 3 : Représentation graphique d'une séquence simultanée

II.2.4.2. Saut d'étapes :

Le saut d'une ou plusieurs étapes est réalisé lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles.

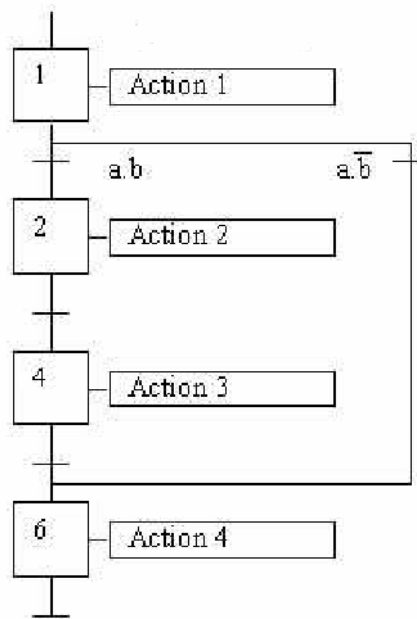


Figure II. 4 : Saut d'étape.

II.2.4.3.Reprise de séquence :

La reprise de séquence permet de répéter une même séquence jusqu'à ce que la réceptivité de fin de séquence soit vraie.

II.2.5.Niveau d'un Grafcet :**II.2.5.1.Grafcet niveau 1 :**

Il est appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions. Ici on regarde les pré-actionneurs : distributeurs, contacteurs ...et les capteurs qui réalisent les réceptivités Figure (III-5).

II.2.5.2.Grafcet niveau 2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviation et non en mot, on associe une lettre majuscule à l'action et lettre minuscule à la réceptivité

Figure (II.5).

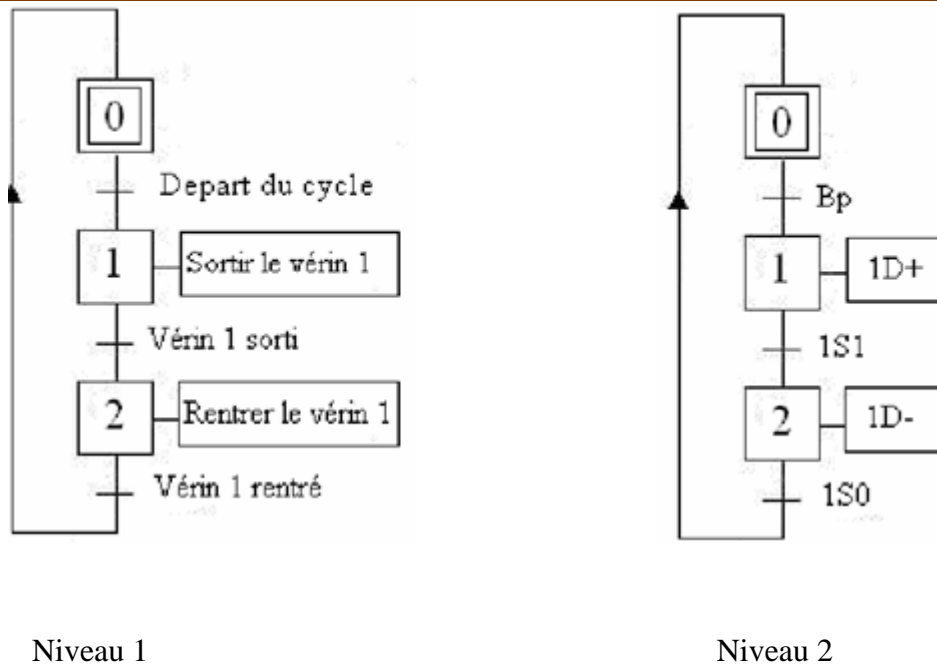


Figure II. 5 : Les niveaux de GRAFCET

Dans notre cas on a utilisé le GRAFCET niveau 2 et on utilise le cahier de charge suivante :

II.3.Cahier de charge :

Le NEP préparations représente la première phase de tous les NEPs, il consiste à préparer une des deux recettes que on a, la première c'est la soude caustique chaude et la deuxième c'est l'acide pré-acétique. Le choix de la recette se fait selon l'exigence de laboratoire. Le NEP se fait en deux étapes préparations et l'envoi de la recette.

En a des conditions collaborées entre eux :

- Remplir Tank 7 à 50%.
- Une étape manuelle elle s'agit de :
 - mettre le manifold en position ZBA14, ZBA16 ça pour la Tuyauteries.
 - mettre les manifolds en position SPRAY 1 pour le Tank sirop fini (TSF).
 - mettre les manifolds en position DEPART1 pour le tank sucre liquide.
- Ouverture des vannes manuelle au-dessus de manifolds.
- Une étape de sélection sur le pupitre de commande (IHM)
 - sélection de la recette.
 - présence de signal « Remp en NEP ».

- dans la touche de commande on sélectionne :
 - « SEL NEP » lors de NEP tuyauteries.
 - « SEL TSL » lors de NEP tank sucre liquide.
 - « SEL TSF » lors de NEP tank sirop fini.
 - « SEL START ».

Et là on passe aux conditions de chaque recette :

II.3.1.La première recette :

- on alimente le Tank 8 avec l'eau envoyé de Tank 7 et on le remplit à 60%.

Puis en ajoute des injections discontinué jusqu'à l'obtention d'une solution dont une conductivité de 65 ms/cm qui est mesuré par le capteur (ARC001), elle tourne en boucle fermée jusqu'à l'obtention de la solution chaude désire qui est mesuré par le capteur de température (TT003) (85°).

Cette température est obtenu à l'aide d'un échangeur de chaleur qui est gère par une vanne modulante. Au début elle s'ouvre à 100% puis elle varie selon les paramètres donne par le correcteur PID .dès que les deux conditions son satisfaite implique le passage a l'envoi de la recette soit vert la tuyauteries au bien Tanks sucre liquide au Tanks sirop fini

II.3.2.La deuxième recette :

Les étapes de vérification de conditions initial de cycle de Nettoyage en place sont les même que la premier recette dans cette dernier la préparation et l'envoi ce font en même temps en ligne, cette solution est conditionnés par :

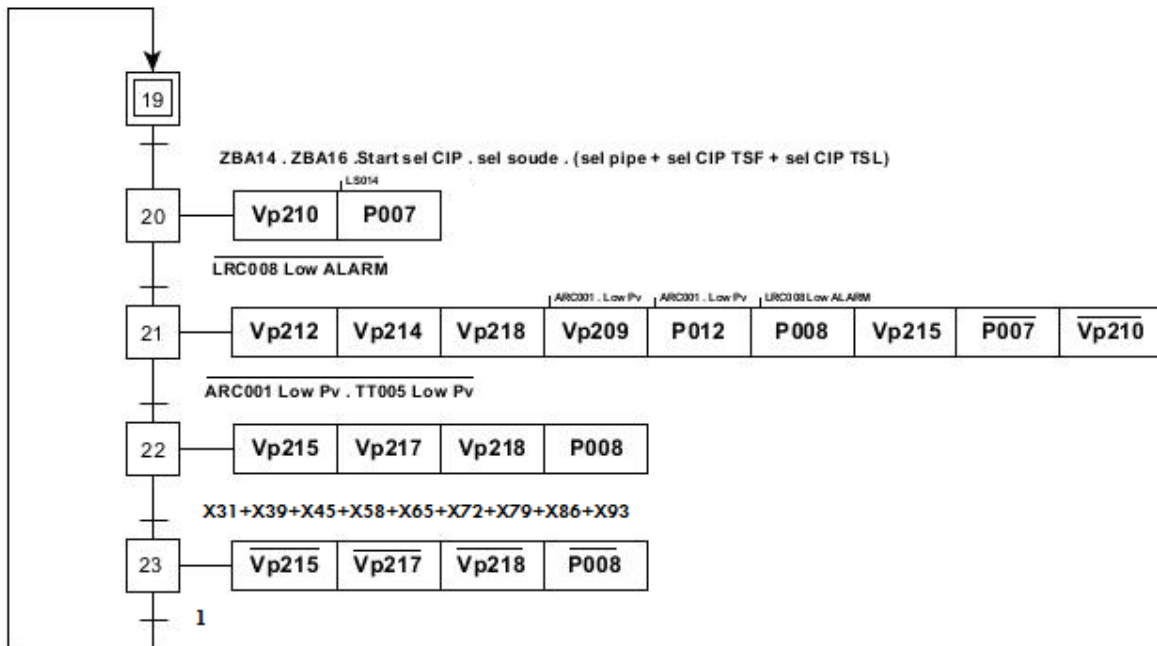
- il faut assure les 4 m³ de la solution (eau+acide) dans tous le circuit de commande. Ce volume et obtenu par les débitmètres (FT005, FT003) on les utilise pour obtenir une solution homogène.
- On doit remplir le Tank 6 à 10%.
- Remplir les cuves d'arôme a une consigne de 0.5m³ cette mesure et détecte par le débitmètre (FT008). puis continue 3.5m³ dans tous la Tuyauterie.
- Remplir le Tank sélectionné et tous le circuit dans le cas NEP Tanks TSL OU Tanks TSF.
- Déclenchement de la temporisation (1800s) phase de lavage ; pas de circulation de la solution pendant ce temps.

Remarque :

Dans les deux recettes on à faire quatre phases : phase de lavage, phase de drainage, phase de rinçage, phase de drainage après rinçage.

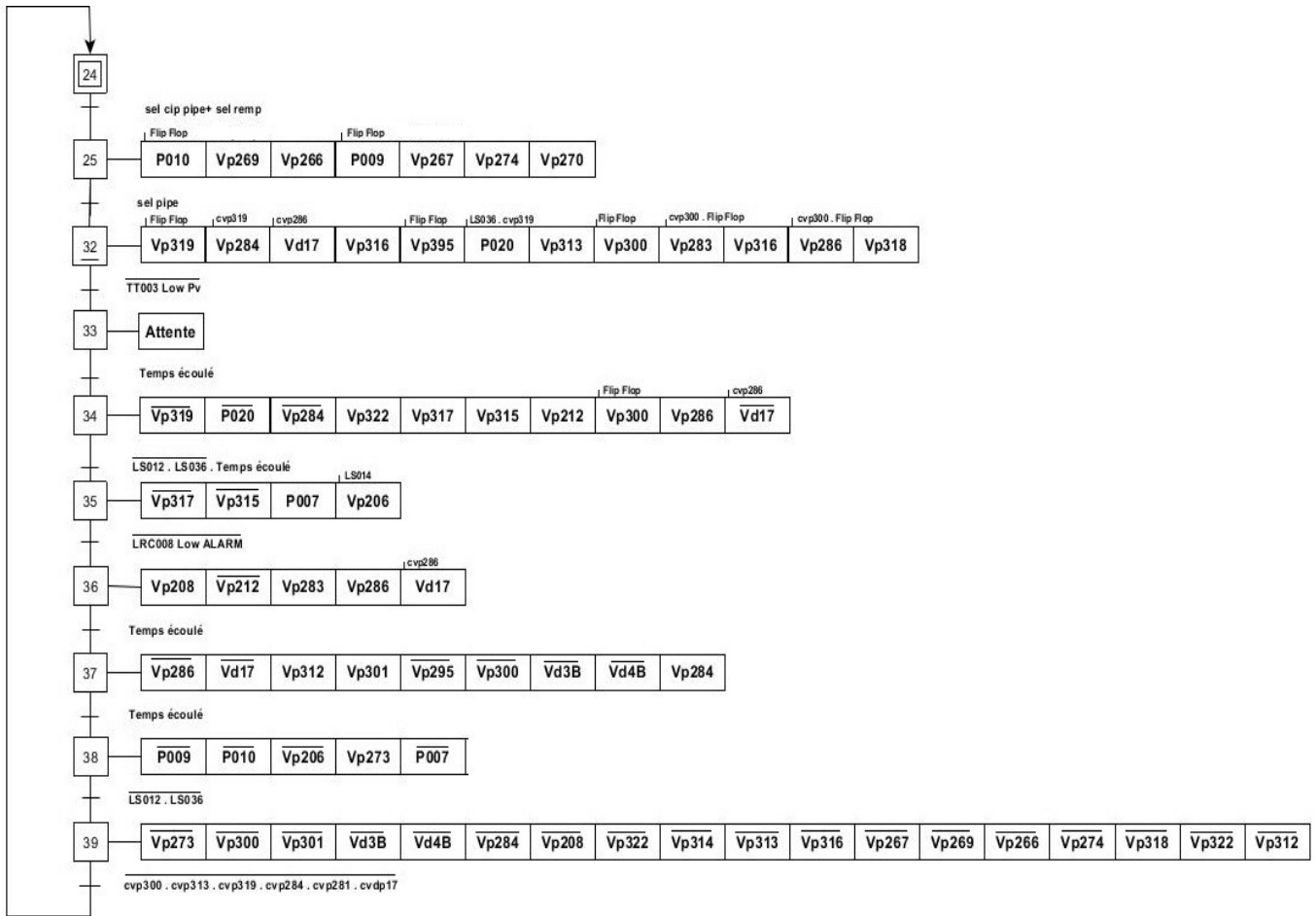
II.4. application du GRAFCET pour modéliser l'installation:

II.4.1.GRAFCET recette 1(soude chaude) :

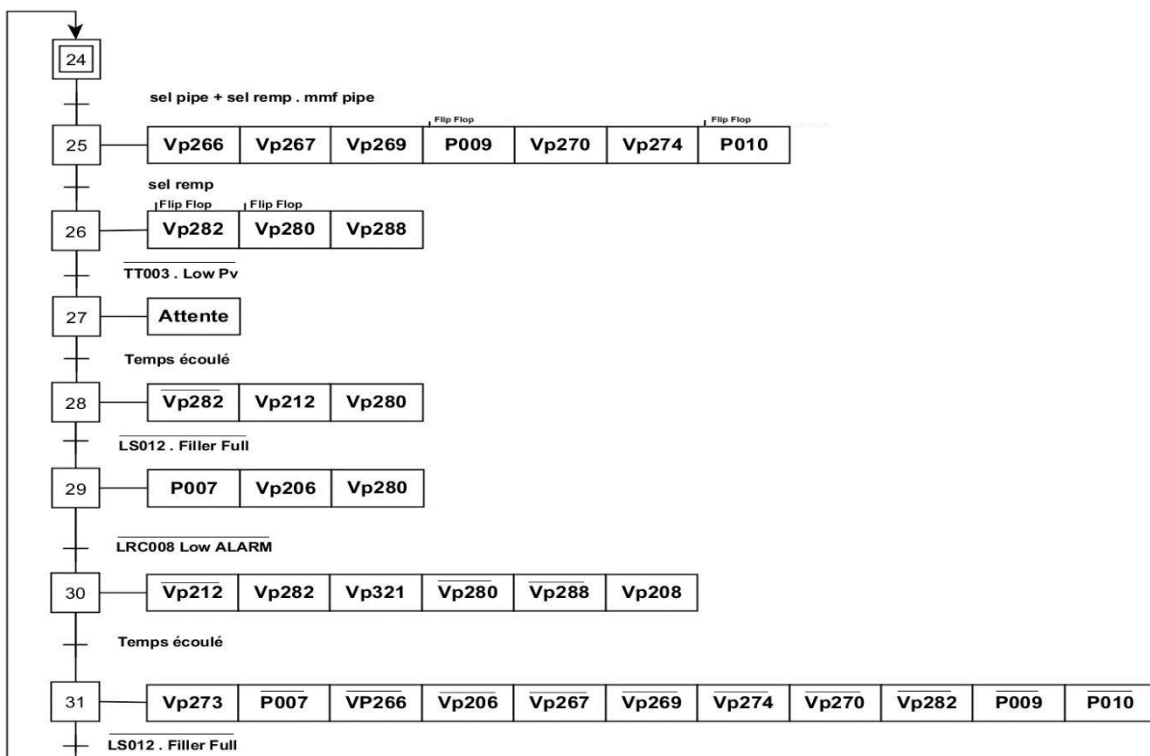


a. GRAFCET CIP pipe avec soude chaude

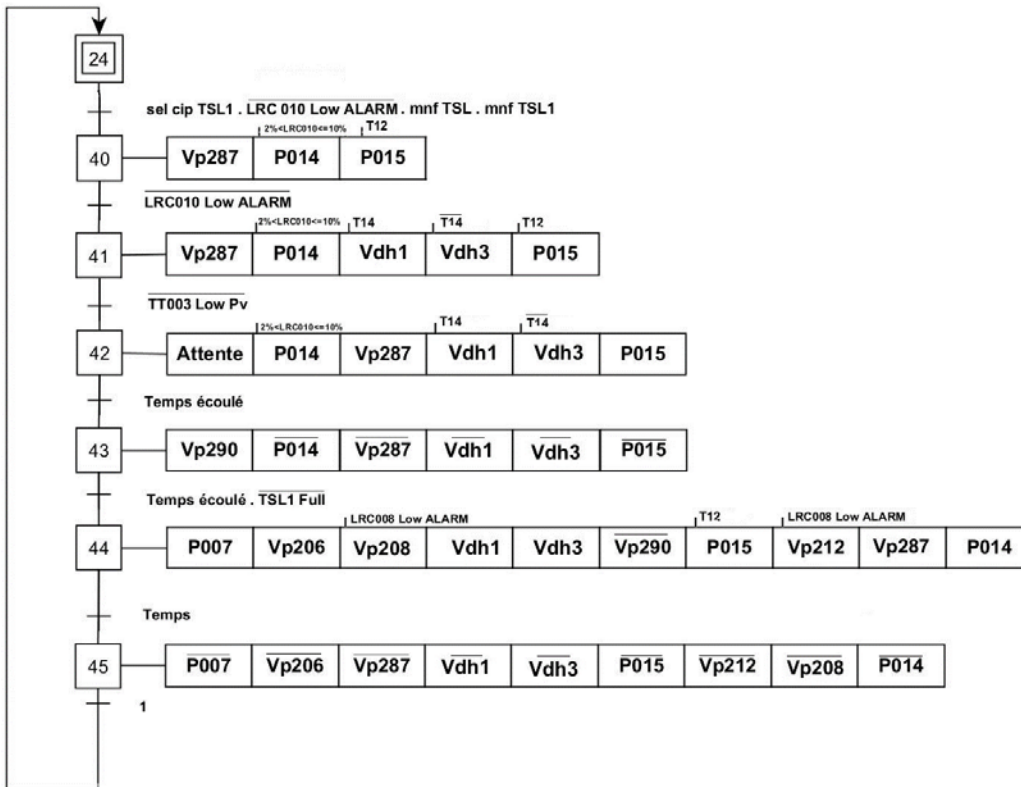
a.1.NEP de pipe



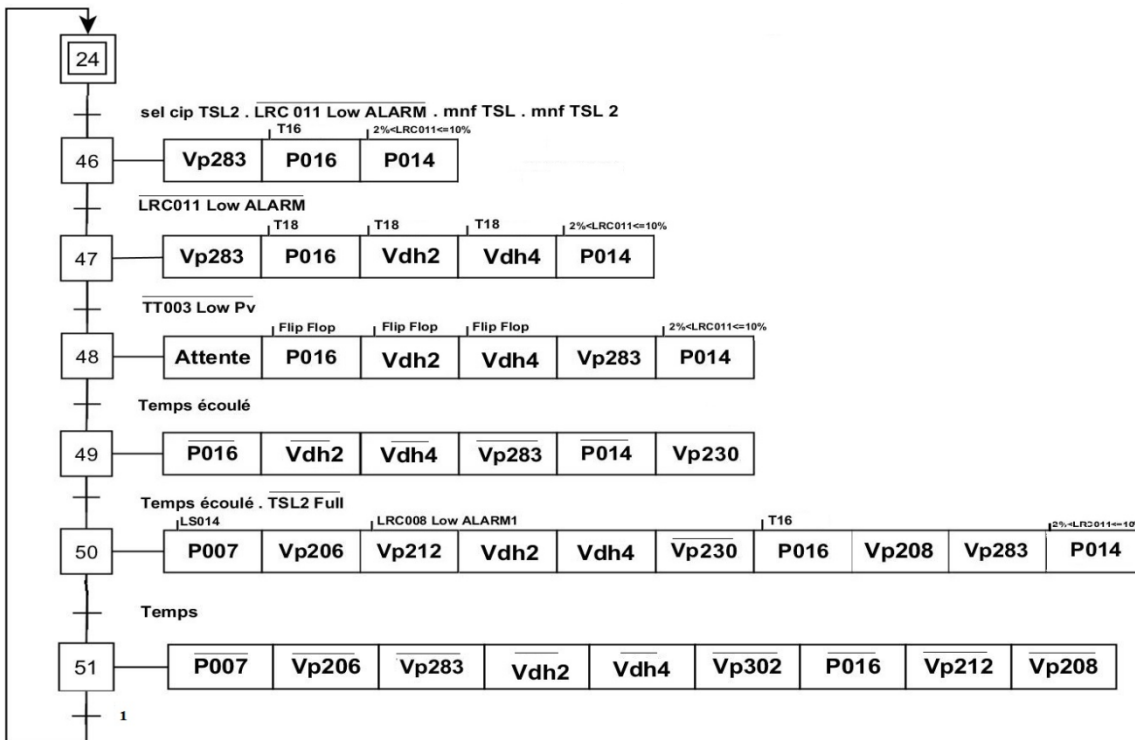
a.2. NEP remplisseuse



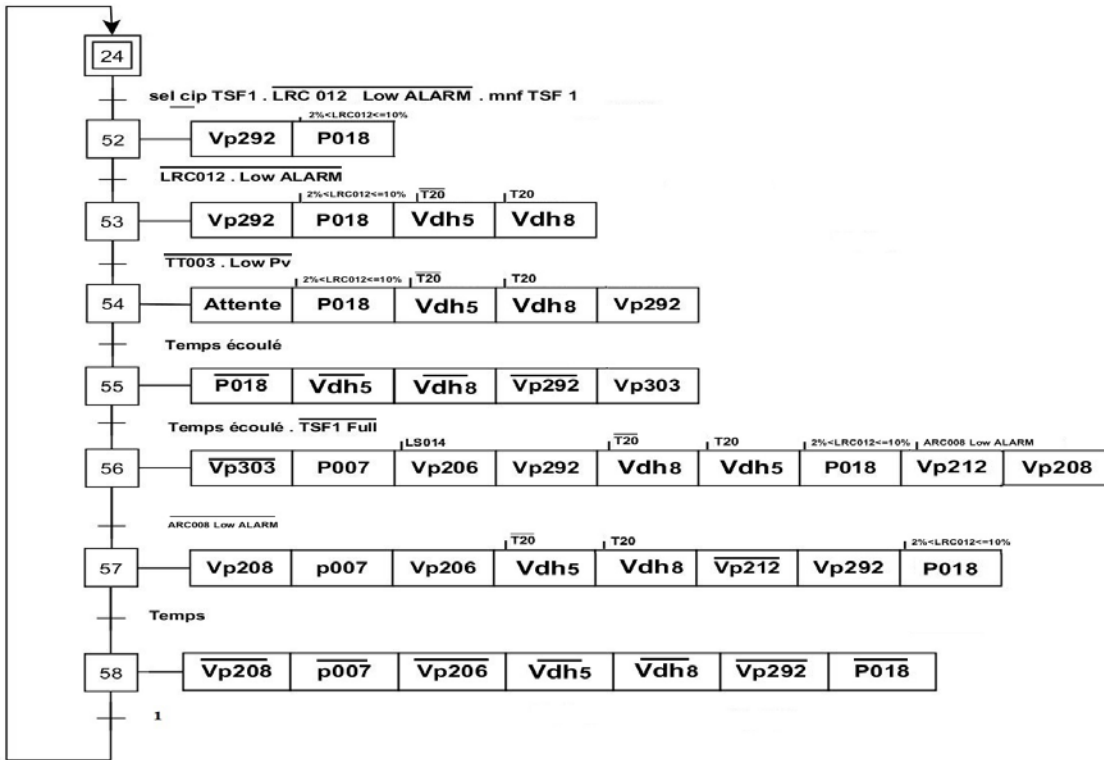
b.NEP TSL 1



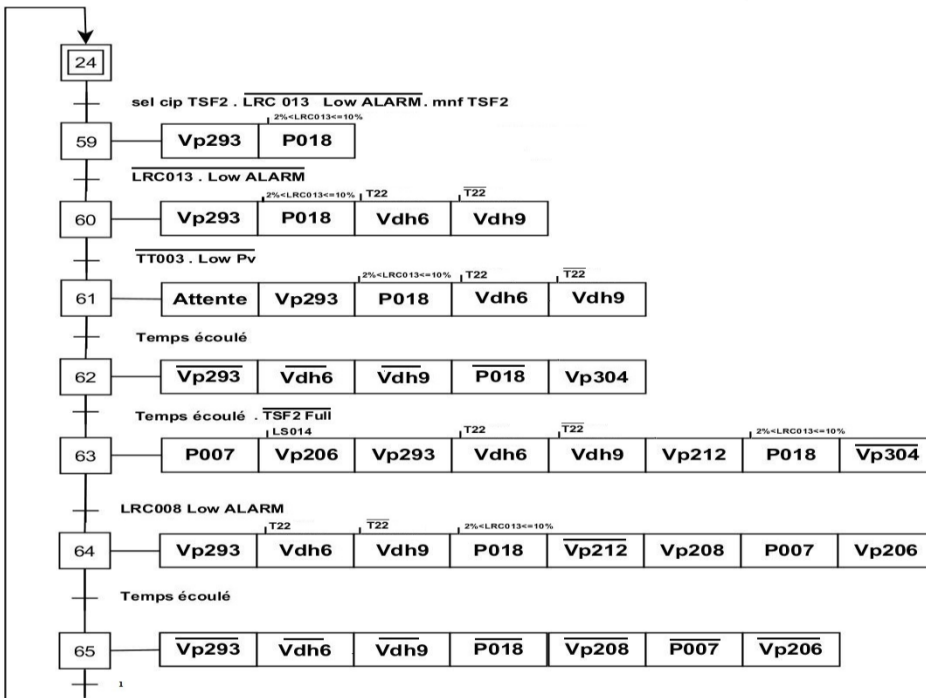
c.NEP TSL 2



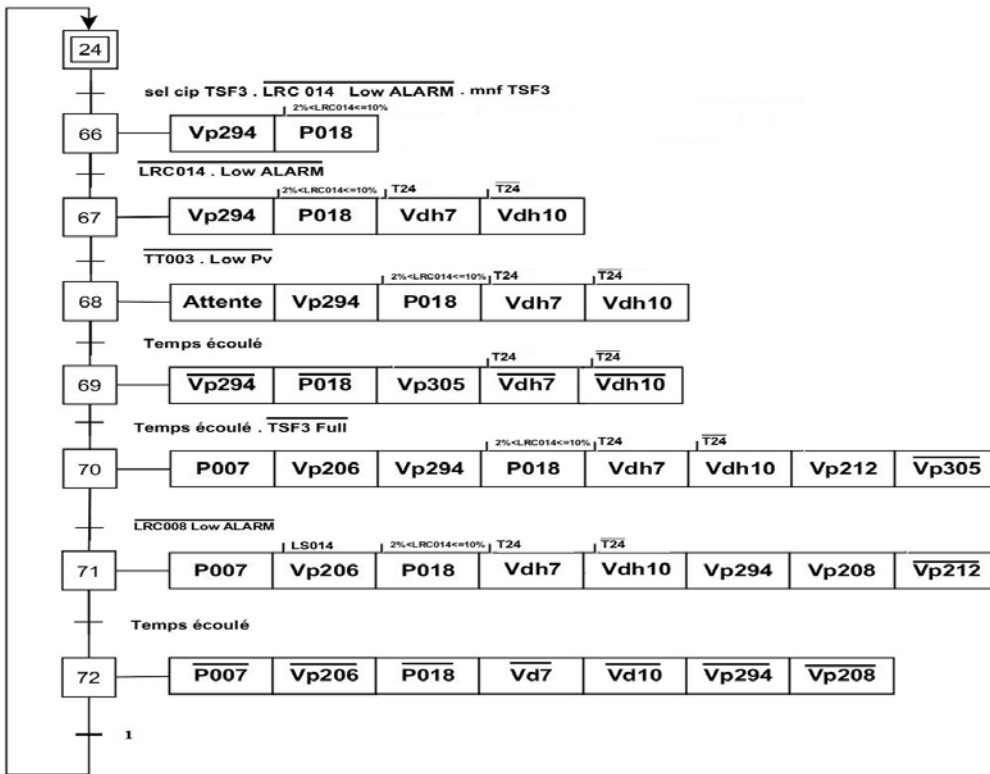
d.NEP TSF 1



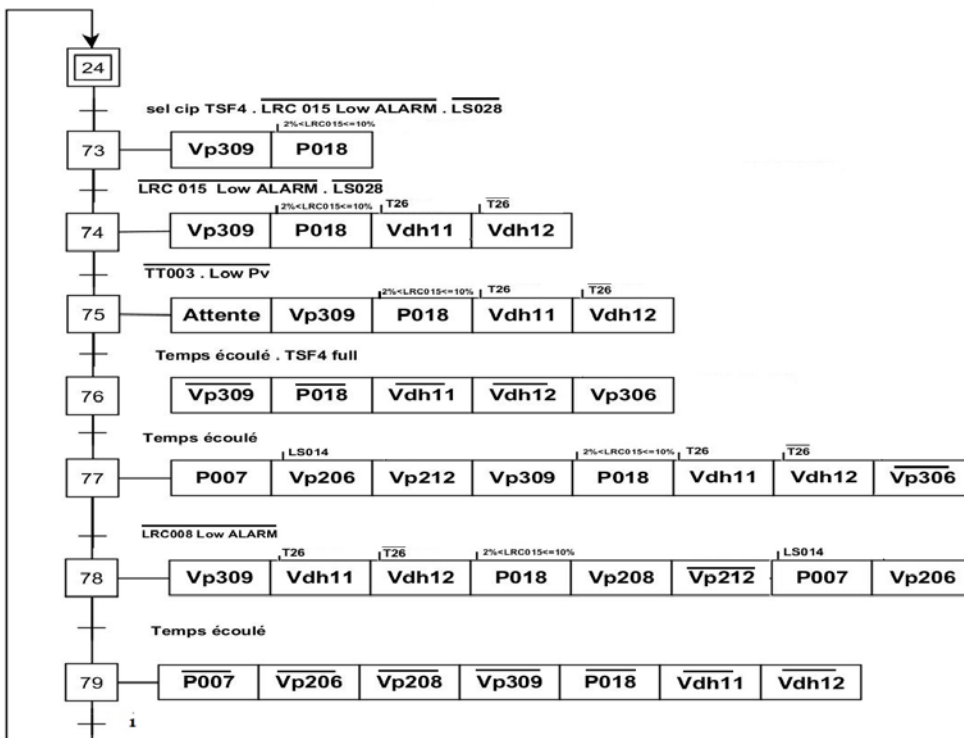
e.NEP TSF 2



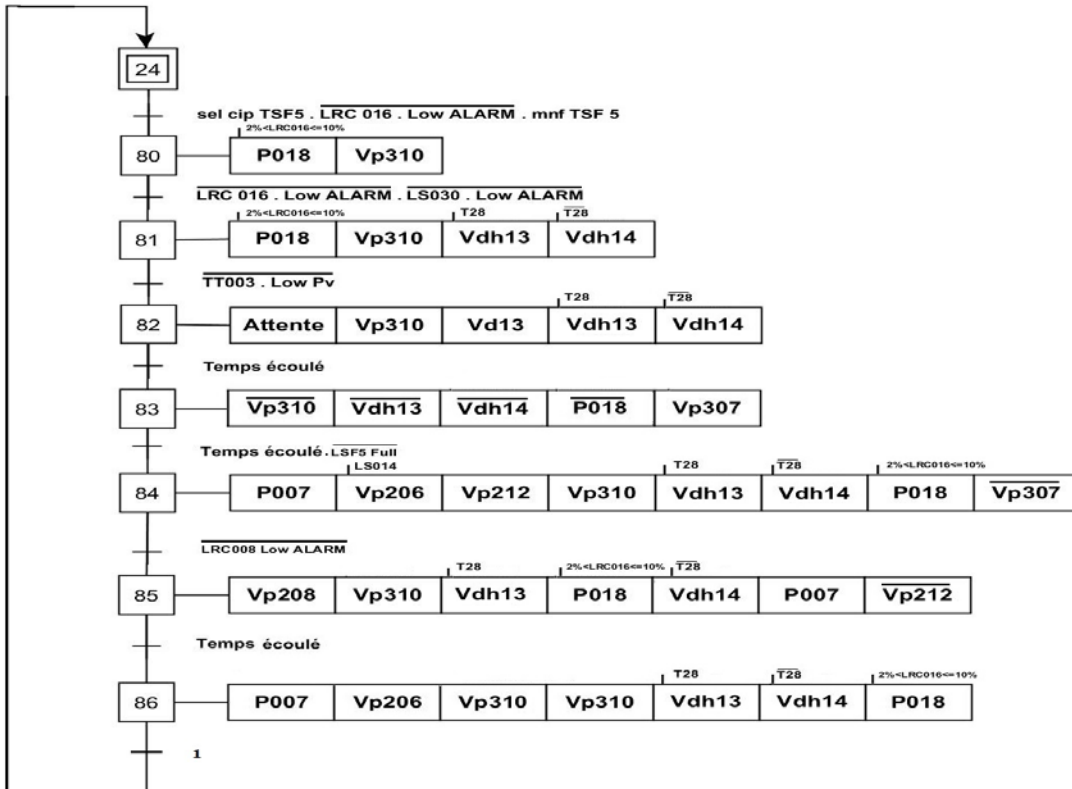
f.NEP TSF 3



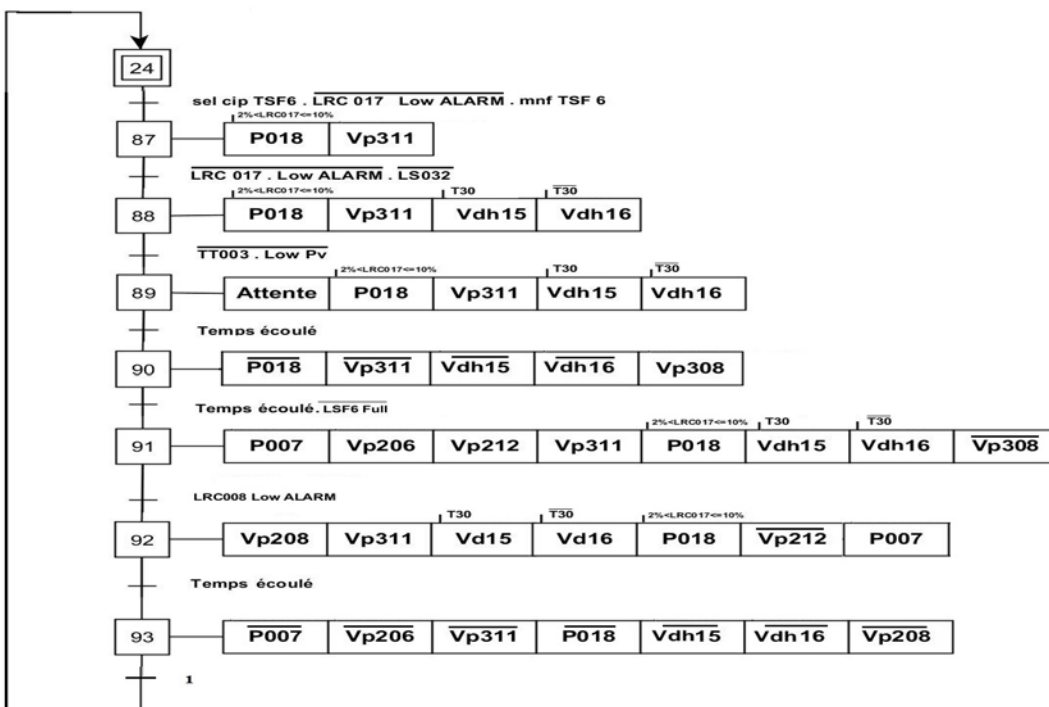
g.NEP TSF 4



h.NEP TSF 5

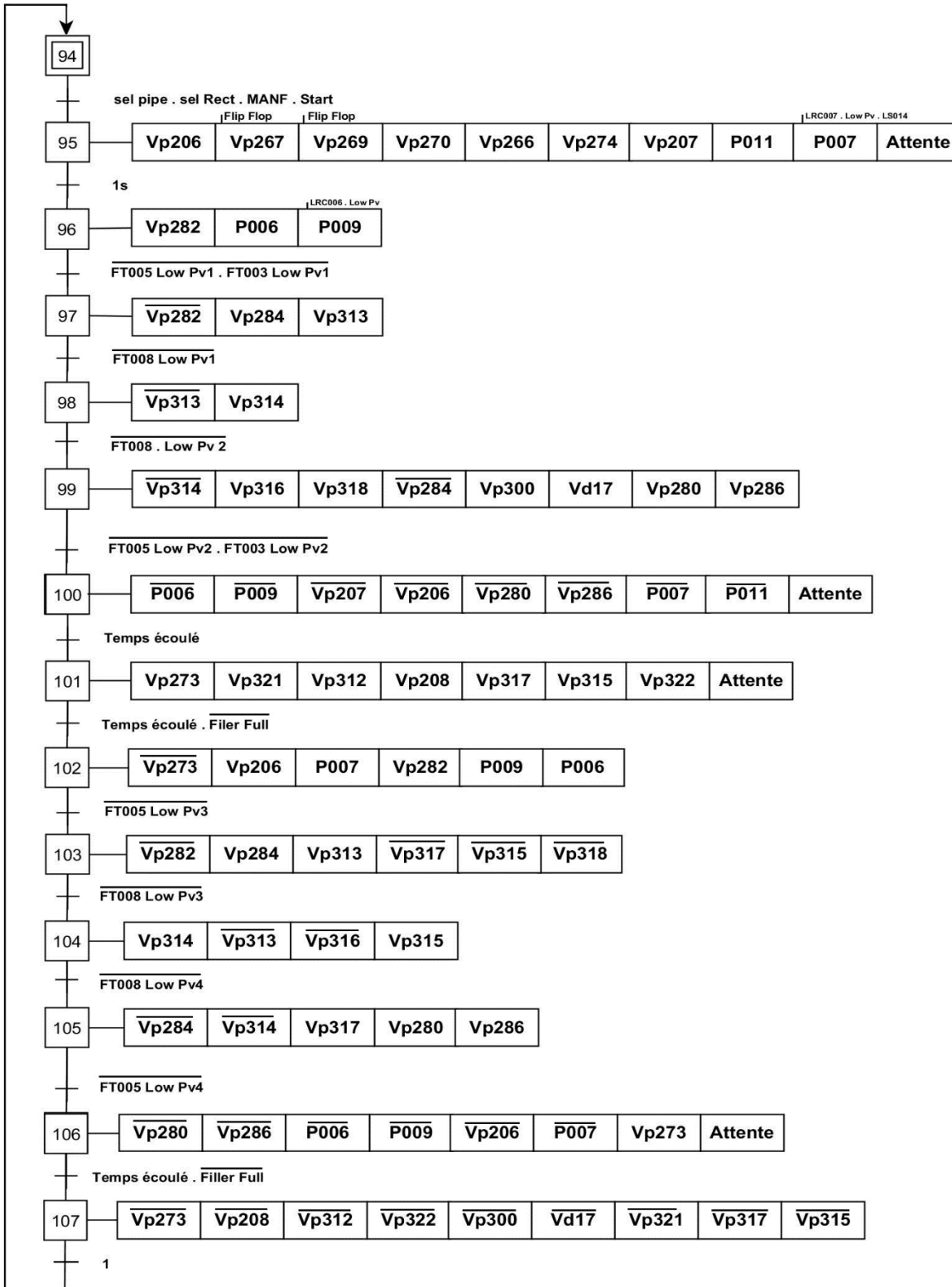


i. NEP TSF 6

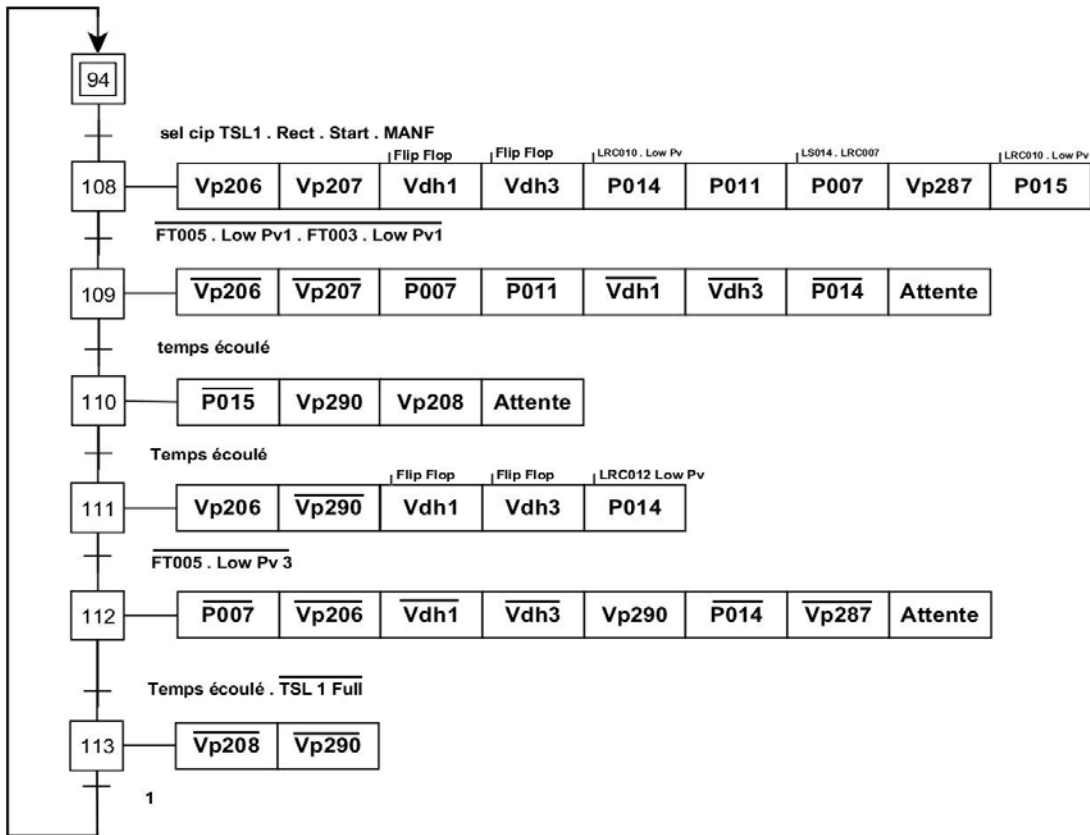


II.4.2.GRAFCET recette 2 (acide) :

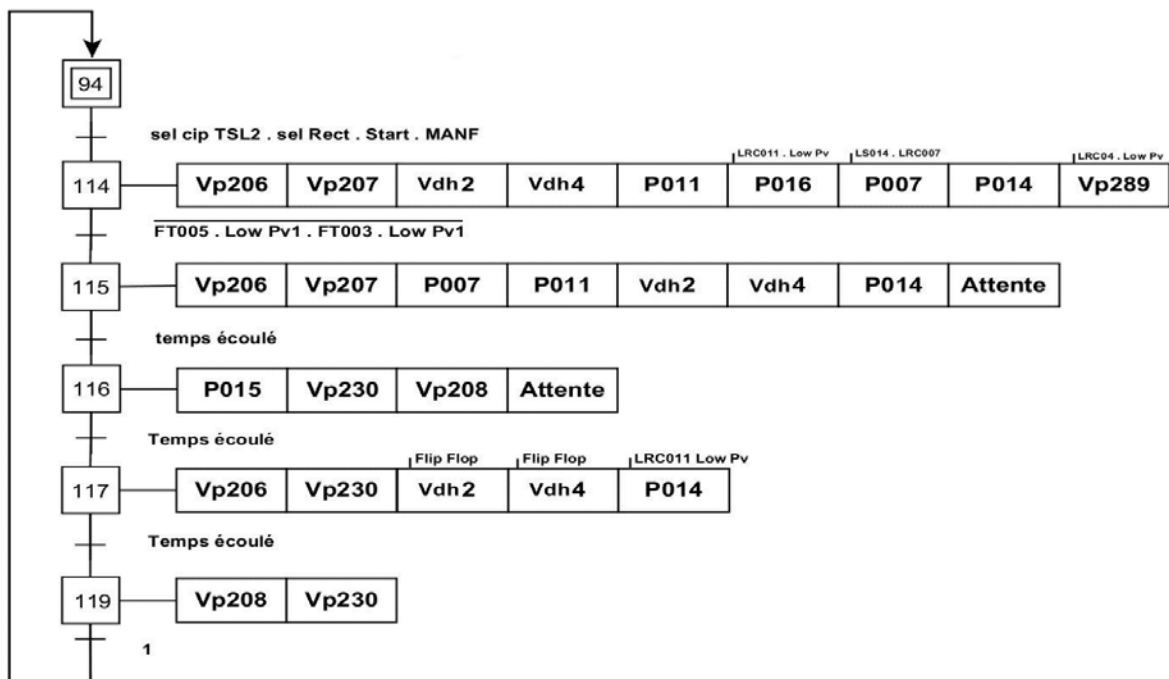
a.GRAFCET NEP pipe



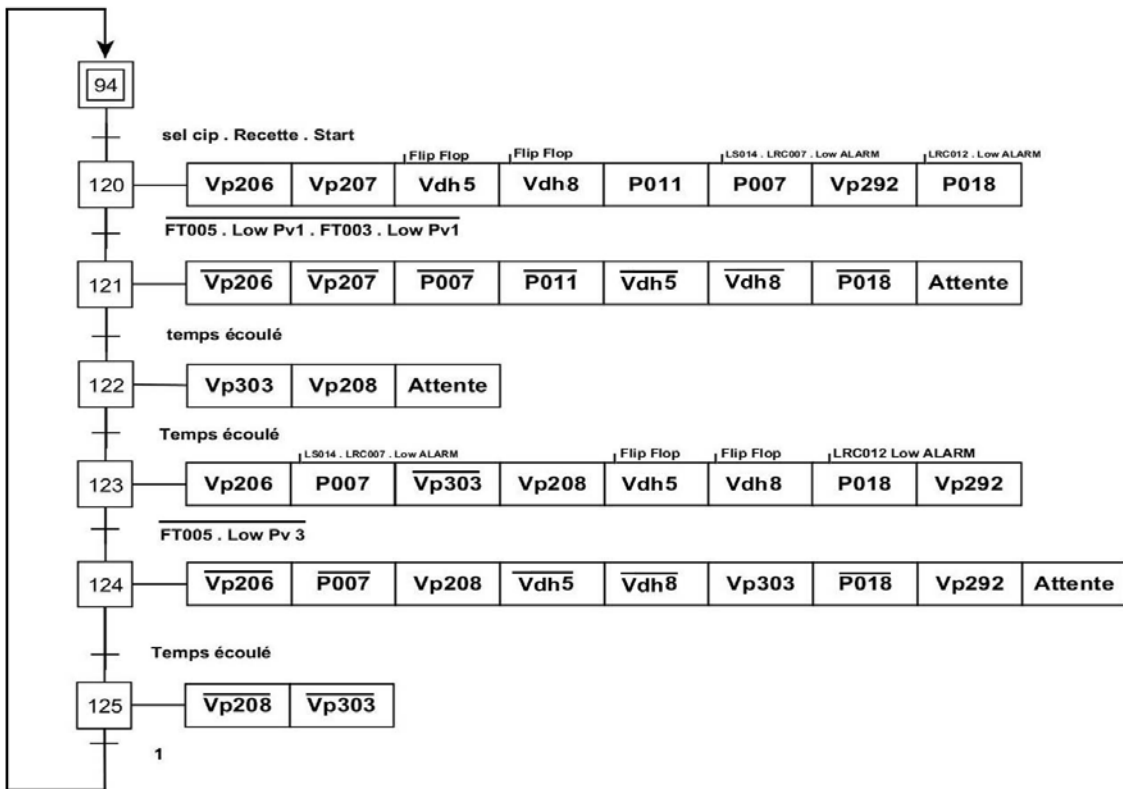
b. GRAFCET NEP TSL1



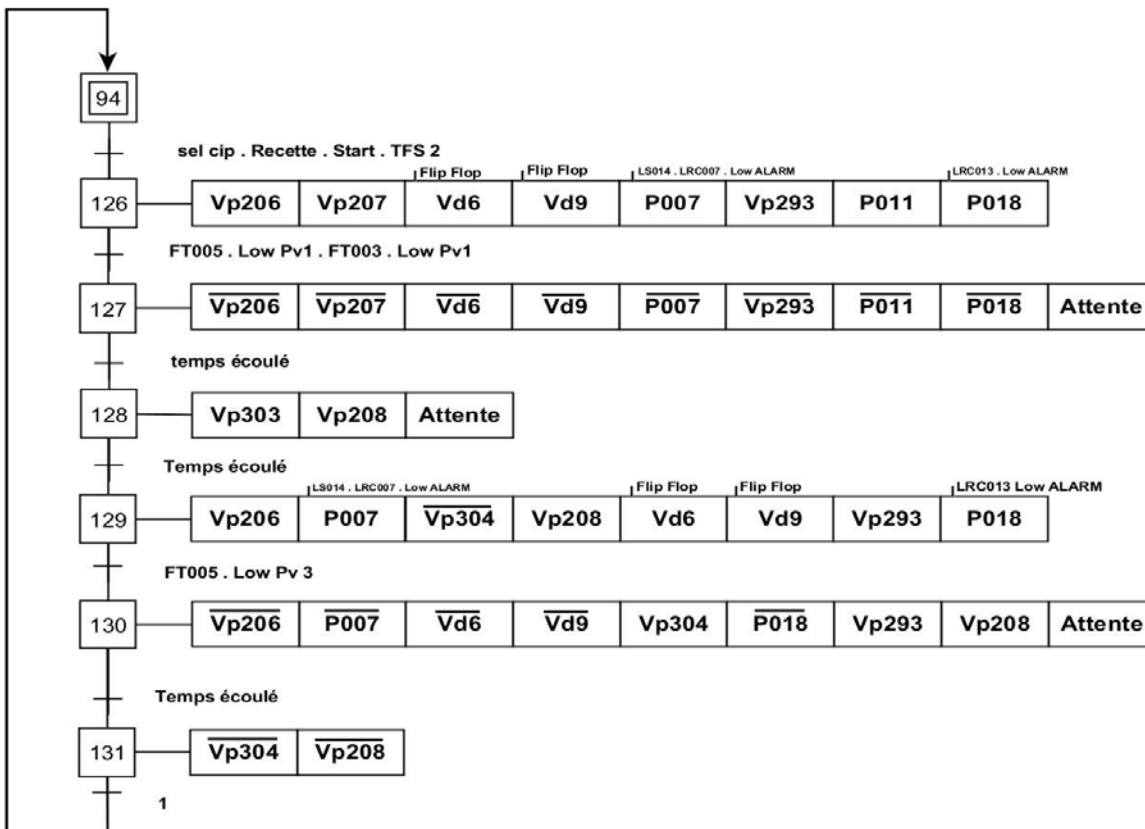
c. GRAFCET NEP TSL2



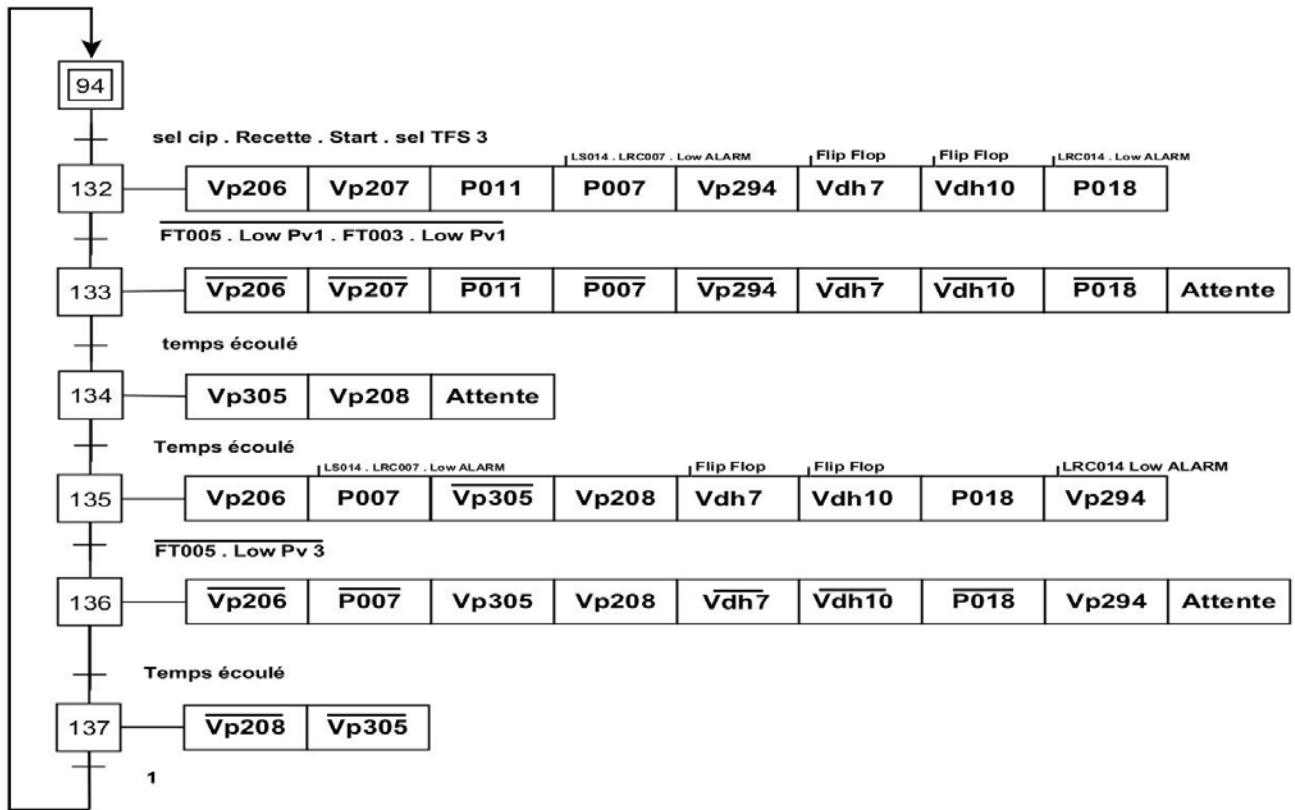
d. GRAFCET NEP TSF 1



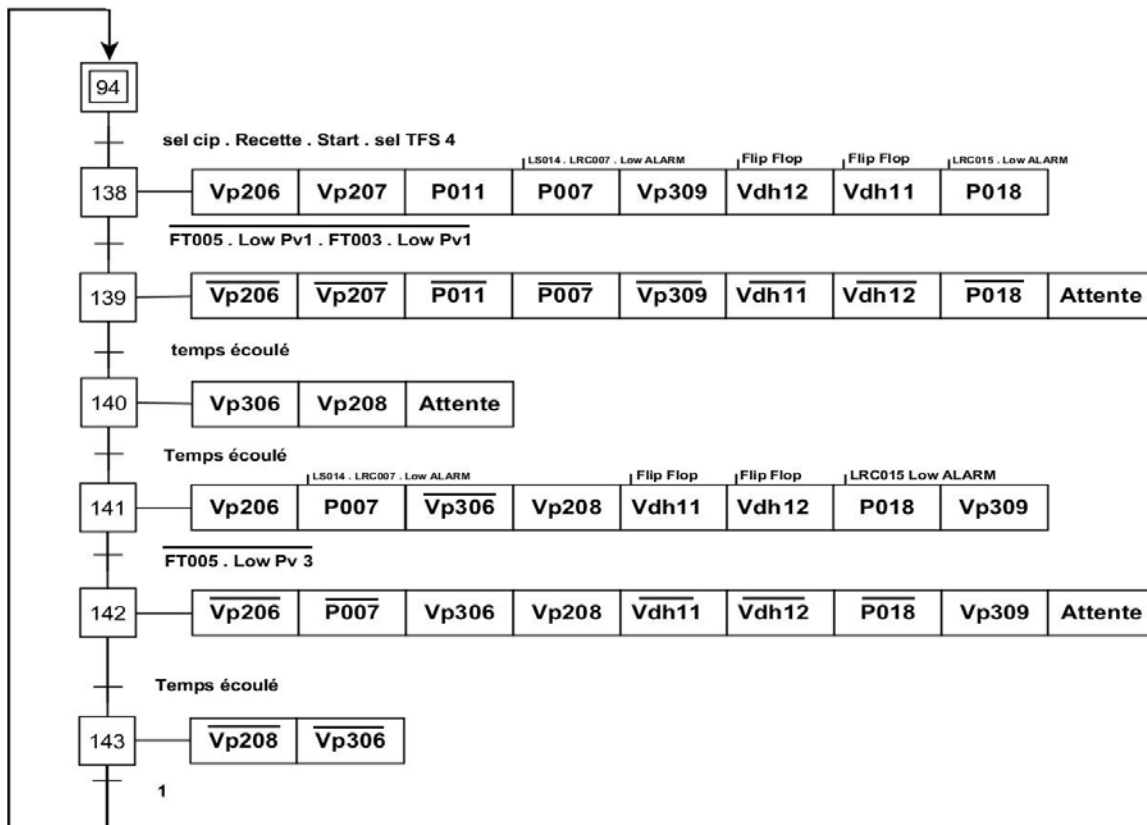
e. GRAFCET NEP TSF 2



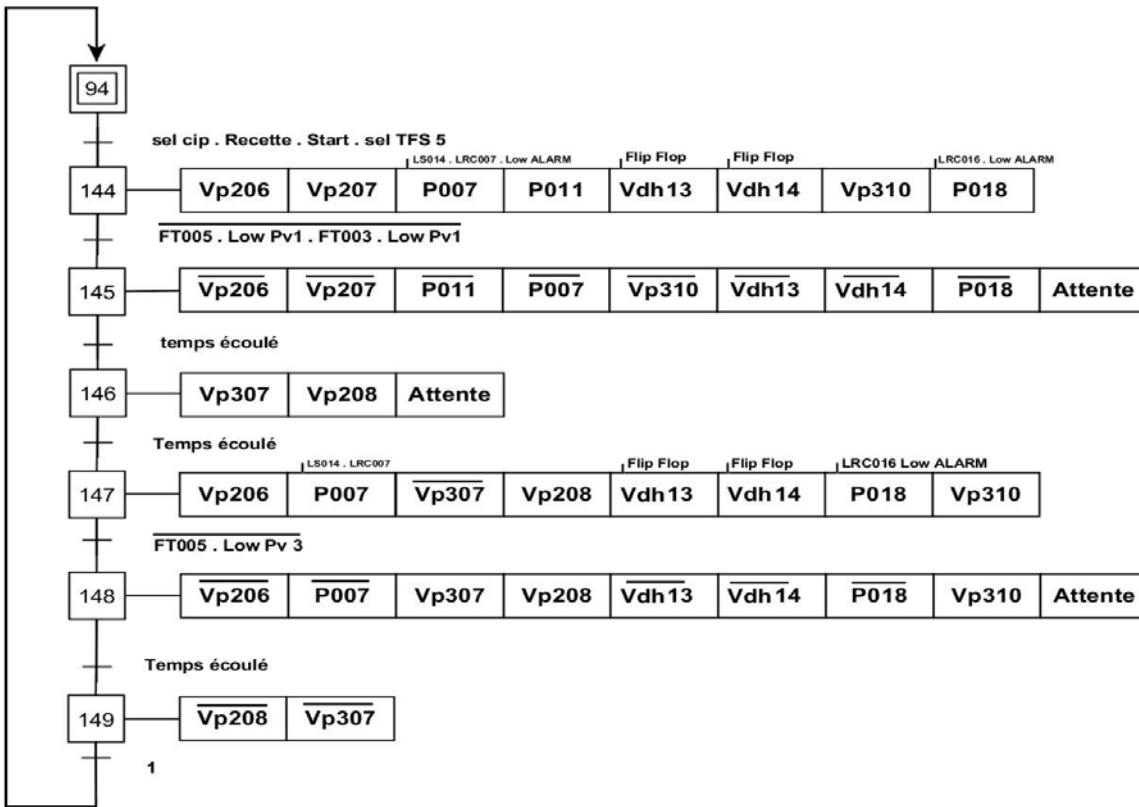
f. GRAFCETNEP TSF 3



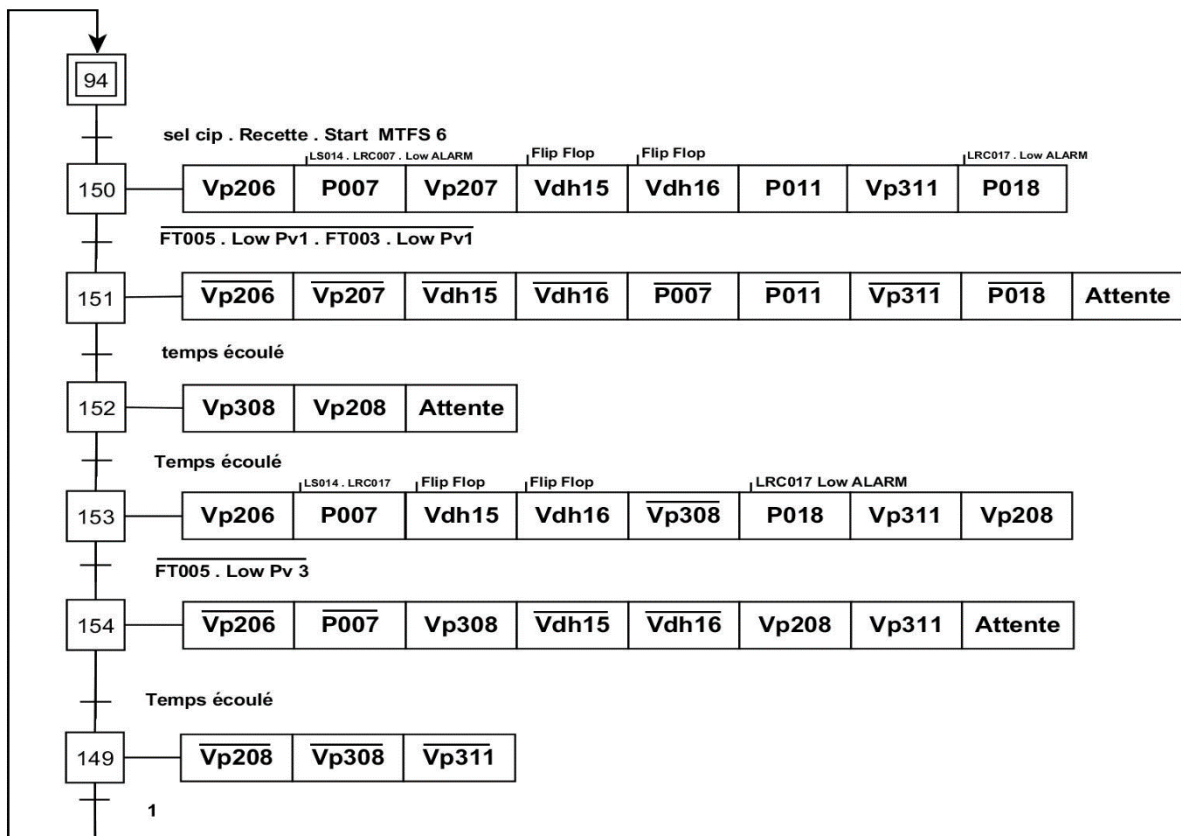
g. GRAFCET NEP TSF 4



h.GRAFCET NEP TSF 5



i.GRAFCET NEP TSF 6



II.5. Conclusion:

En tenant compte de la complexité du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET. Nous avons élaboré un GRAFCET niveau 2 qui met en œuvre et décrit la partie opérative. Ce dernier est utilisé pour la réalisation des systèmes automatisés. Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel. Il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative. Ainsi, le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation, et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du TIA Portal V13.

III.1. Introduction :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante au États Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ils étaient destinés à l'origine pour automatiser les chaînes de montage automobiles. Les automates programmables industriels API deviennent de véritables objets communicants contribuant à la montée en puissance de la télégestion. Caractérisés par des procédés complexe et de plus en plus distribuée. Pour cela nous avons utilisé l'outil GRAFCET, par la suite le système de nettoyage CIP (clean in place) de CEVITAL sera équipés par l'automate **SIEMENS S7-1500** et des esclaves **ET 200SP**.

L'A.P.I est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et actionneur.

III.2. Automate programmable industriel :**III.2.1 Critère de choix de l'automate programmable industriel :**

Le choix des A.P.I revient à considérer certains critères important tels que :

- le nombre et la nature des entrées /sorties
- le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et la fonction spéciale offerte par le processeur ;
- fonction ou module spéciaux : certains modules permettent de soulager le processeur en calcule afin de sécurisé le traitement et la communication avec le procédé ;
- communication avec d'autre système ;
- la fiabilité et la robustesse.

Dans notre cas on a utilisé l'automate programmable industriel **S7-1500** Qui a été proposé par le bureau technique de CEVITAL.

SIMATIC S7-1500 est un perfectionnement des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400 avec les nouvelles performances suivantes :

- Deux accumulateurs de 64 bit
- Performance système accrue

- Fonctionnalité Motion Control intégrée
- PROFINET IO IRT
- Écran intégré pour commande et diagnostic près de la machine
- Innovations linguistiques STEP 7 sous réserve de fonctions éprouvées
- Web serveur pour commande et diagnostic avec des navigateurs internet

III.2.2. Automate programmable industriel S7 1500 :

L'automate SIMATIC S7-1500 est un système de commande modulaire utilisé pour les moyennes et grandes performances. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation.



Figure III. 1 : Automate programmable S7-1500

III.2.3 Structure matérielle du S7 1500

L'automate S7-1500 est composé d'une alimentation électrique, d'une CPU avec écran intégré et de modules d'entrées/sorties pour les signaux numériques et analogiques. Les modules sont montés sur un profilé-support avec un rail DIN symétrique intégré.

Le cas échéant, des processeurs de communication et des modules fonctionnels sont ajoutés pour des tâches spéciales comme la commande de moteur pas à pas.

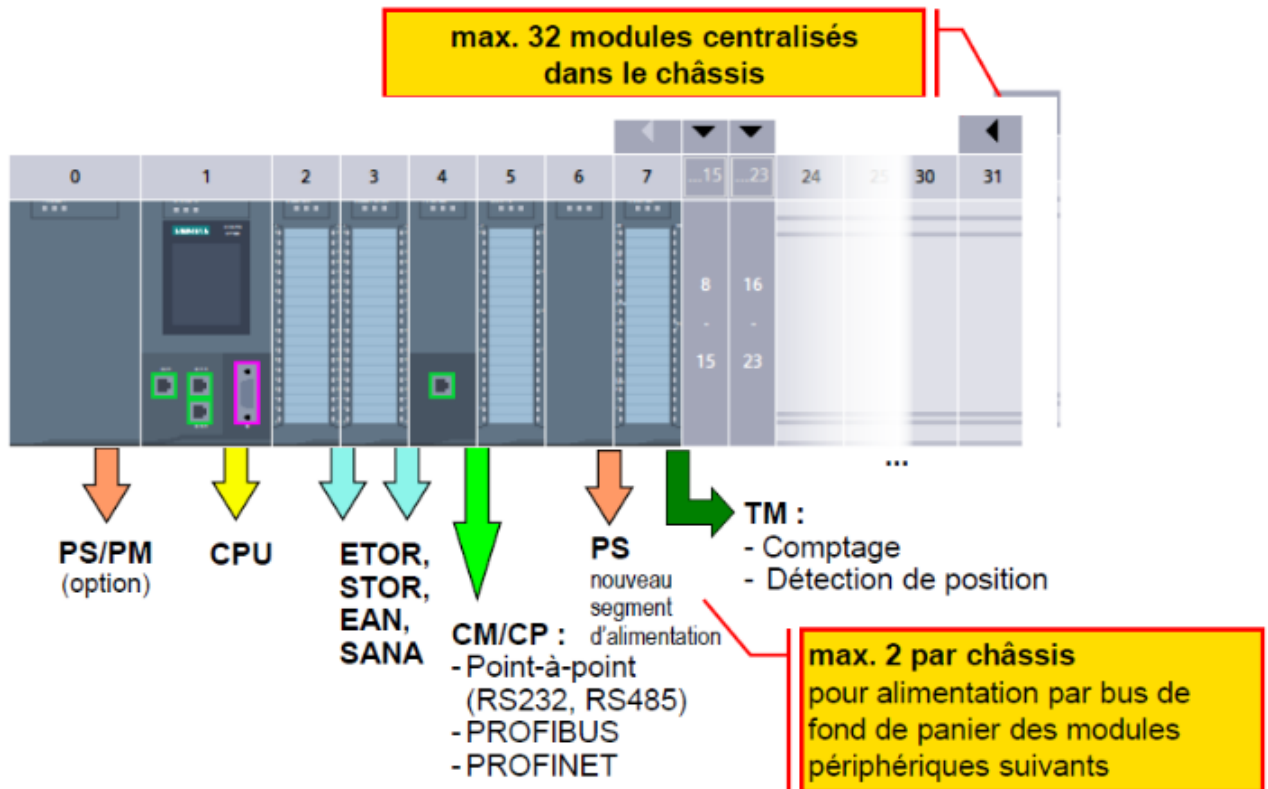


Figure III. 2 : Constituants de l'API S7 1500

III.2.3.1 Modules d'alimentation :

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules.

- a. **Les modules d'alimentation système PS (tensions nominales d'entrée 24 V CC à 230V CA/CC)**

Avec raccordement au bus de fond de panier fournissent la tension d'alimentation interne aux modules configurés.

- b. **Les modules d'alimentation externes PM (tensions nominales d'entrée 120/230V CA)**

Ne sont pas raccordés au bus de fond de panier du système d'automatisation S7-1500. L'alimentation système de la CPU, les circuits électriques d'entrée et de sortie des modules de périphérie, les capteurs et les actionneurs sont alimentés en 24V CC par l'alimentation externe.

III.2.3.2. Unité centrale CPU avec affichage intégré :[13]

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit état des entrées, en suite, elle exécute le programme utilisateur qui se trouve en mémoire et enfin, donne une commande aux sorties. Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces de communication. Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisateur...).

L'automate S7 1500 dispose d'une large gamme de CPU tel que CPU 1516-3 PN/DP utilisée dans notre projet et qui permet la mise en place jusqu'à 32 modules.

III.2.4. Structure interne des CPU S7 1500 :[13]

La structure matérielle interne d'une CPU obéit au schéma donne sur la figure ci-dessous.

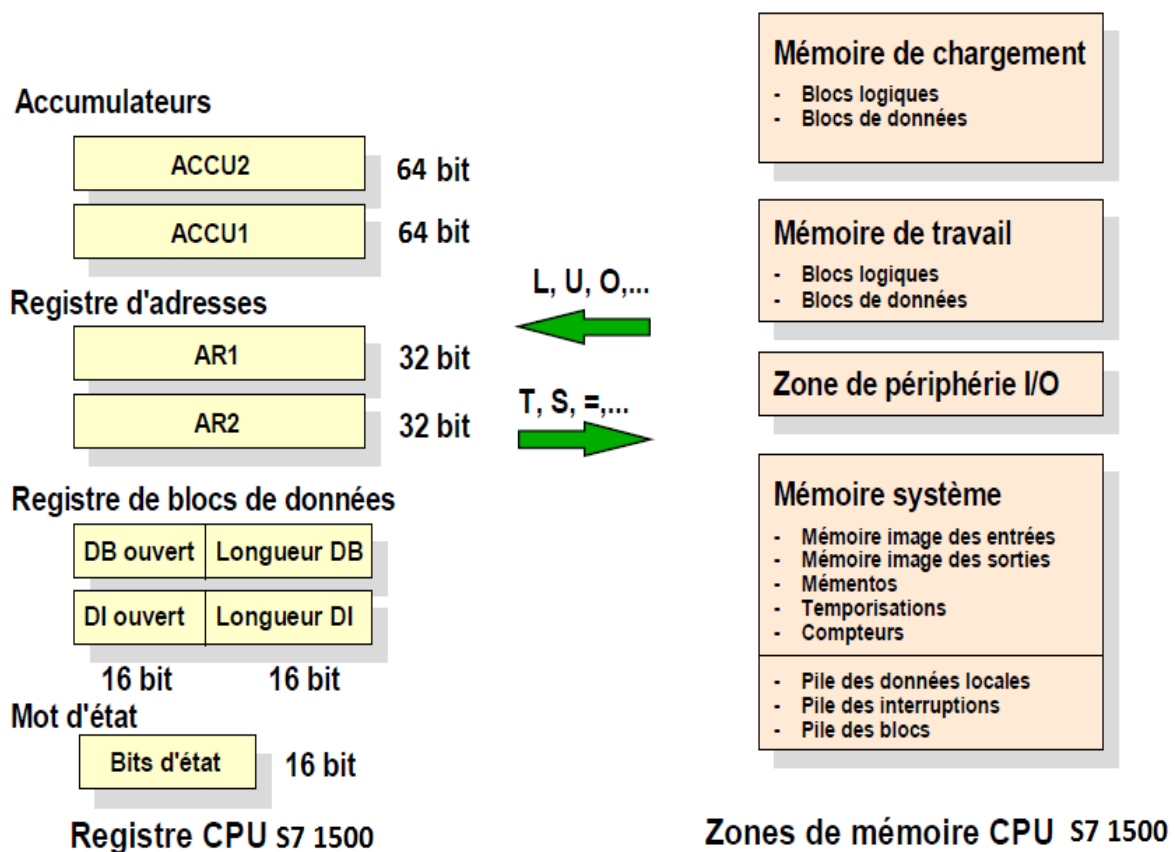


Figure III. 3 : Registre et zones de mémoire d'une CPU S7 1500

III.2.4.1. Le module d'entrées/sorties "SM" :

Le module E/S assure le rôle d'interface pour la partie commande, qui distingue une partie opérative (les sorties), où les actionneurs agissent physiquement sur le processus, et une partie d'acquisitions (les entrées) récupérant les informations sur l'état de ce processus et coordonnant en conséquence les actions pour atteindre les objectifs prescrits (matérialisés par des consignes). Il existe deux types d'interface E/S:

a. Le module E/S Tout Ou Rien (TOR) :

Permet de raccorder l'automate à des capteurs TOR (boutons poussoirs, fins de course, capteurs de proximité, capteurs photoélectriques ...) ou à des pré-actionneurs (vannes, contacteurs, voyant pneumatique, électrovannes, relais de puissance, LED...). L'état de chaque entrée ou sortie est

visualisé par une diode électroluminescente.

b. Le module E/S analogique :

Permet de traiter les signaux analogiques. Il est muni d'un convertisseur analogique/numérique pour les entrées et un autre numérique/analogique pour les sorties. Il existe des modules à 2, 4, 8 voies.

III.2.4.2. Modules technologiques TM(Les cartes spécialisées) :

Le module technologique est un module additionnel ou des cartes spécialisées peuvent être connectés. Ces cartes comportent un processeur spécifique ou une carte électronique spécialisée, elles assurent non seulement la liaison avec le monde extérieur mais aussi une partie du traitement pour soulager le processeur. On peut citer : les cartes d'axe, les cartes de comptage rapide, les cartes de régulations PID...

III.2.4.3. Le module de communication "CM"

Ces modules permettent d'établir les différentes tâches de communication entre plusieurs automates à l'aide Des systèmes de bus de train industriels.

III.3. Appareils et Liaison via réseaux :

III.3.1. Systèmes de périphérie décentralisée :

Lors de la configuration d'une installation, les entrées et sorties situées entre le processus et l'automate programmable sont souvent centralisées dans ce dernier. Du fait des contraintes imposées par les systèmes centralisés, les utilisateurs se sont orientés vers une segmentation de l'architecture. Celle-ci a été faite en découpant l'automatisme en entités fonctionnelles.

Lorsque les distances s'allongent entre les entrées/sorties et l'automate programmable, le câblage peut devenir très compliqué, voire confus, et les perturbations électromagnétiques ambiantes peuvent affecter la fiabilité de l'ensemble.

Pour ce type d'installation, nous recommandons d'utiliser des systèmes de périphérie décentralisée :

- la CPU de l'automate se trouve au point central
- Les systèmes de périphérie (entrées/sorties) fonctionnent de manière décentralisée sur le site concerné
- Grâce à des vitesses de transmission élevées, le PROFINET assure une communication parfaite entre la CPU de l'automate et les systèmes périphériques.

III.3.1.1 Le système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP :

SIMATIC ET 200SP est un système de périphérie décentralisée modulable et très souple permettant de coupler les signaux du processus à un automate de niveau supérieur via un bus de terrain. SIMATIC ET 200SP avec CPU permet un prétraitement intelligent qui délègue à l'automate de niveau supérieur. La CPU est utilisable aussi en mode autonome.

Par sa multifonctionnalité, le système de périphérie décentralisée SIMATIC ET 200SP convient à l'utilisation dans différents domaines d'application. Sa structure modulable permet d'adapter le montage avec précision au besoin réel sur site. Il dispose de différents modèles de CPU/module d'interface pour le raccordement à PROFINET IO ou PROFIBUS DP.



Figure III. 4:SIMATIC ET 200SP

a. Composants du SIMATIC ET 200SP :

Le SIMATIC ET 200SP est installé sur un rail de montage et comprend généralement :

- un module d'interface qui communique avec tous les automates conformes au standard PROFINET IEC 61158,
- jusqu'à 64 modules d'E/S, enfichés dans des unités de base passives dans n'importe quelle combinaison
- un module serveur qui complète la structure du SIMATIC ET 200SP.

Le système d'E/S décentralisées assure une utilisation très aisée. Grâce à son design compact, il garantit une économie maximale dans l'armoire de commande. Le SIMATIC ET 200SP communique via PROFINET. Sa grande vitesse et son taux de transmission élevé assurent une performance sensiblement plus grande que les systèmes traditionnels.

b. Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP :

- Encombrement réduit et flexibilité élevée grâce à la modularité.
- Modules compacts, câblage permanent avec raccordement un fil ou plusieurs fils
- Adaptation de la configuration pour extensions futures grâce au contrôle de configuration intégré.

- Hautes performances grâce à PROFINET IO isochrone avec les profils PROFI-safe et PROFI-energy
- Module d'alimentation intégré.
- Réglage de tous les paramètres par un logiciel.
- Plusieurs normes de communication (PROFIBUS DP, PROFINET IO, point à point (RS232, RS485)...etc.).
- Intégration facile de départs-moteurs avec protection contre les surcharges et contre les courts-circuit.
- Modules pour les fonctions comptage, positionnement, pesage et mesure de caractéristiques électriques.

III.4. Le réseau local industriel PROFINET :

PROFINET est le standard Industriel Ethernet ouvert de PROFIBUS International pour l'automatisation industrielle. PROFINET permet de coupler des appareils du niveau terrain jusqu'au niveau conduite. Il garantit une communication fluide, autorise une ingénierie à l'échelle de l'installation et utilise les standards IT jusqu'au niveau terrain.

III.4.1. PROFINET IO :

PROFINET IO est un concept de communication permettant de réaliser des applications décentralisées modulaires. PROFINET IO utilise une technique de commutation permettant à chaque partenaire d'accéder au réseau à tout moment. Grâce à la transmission simultanée de données de plusieurs partenaires, l'exploitation du réseau est bien plus effective. L'émission et la réception simultanées sont rendues possibles par l'exploitation de l'Ethernet commuté en duplex intégral avec une bande passante de 100Mbit/s.

PROFINET permet l'intégration directe d'appareils de terrain décentralisés (périphériques IO, exp modules de signaux) à Industriel Ethernet. ces appareils de terrain sont affectés à un automate central (contrôleur IO). Des coupleurs ou links compatibles permettent de conserver les modules ou appareils existants, ce qui préserve l'investissement de l'utilisateur PROFIBUS ou AS-Interface. On peut aussi réaliser des stations avec une configuration mixte de module standard et de sécurité. Un superviseur est utilisé en tant qu'interface IHM et à des fins de diagnostic – comme dans le cas de PROFIBUS. La transmission des données utiles s'effectue par la communication en temps réel, tandis que la configuration et le diagnostic s'opèrent via le protocole TCP/IP ou les standards IT.

III.4.2. Adresses PROFINET IO :

Un exemple de configuration de l'adresse attribué par PROFINET IO est représenté par la figure ci-dessous :

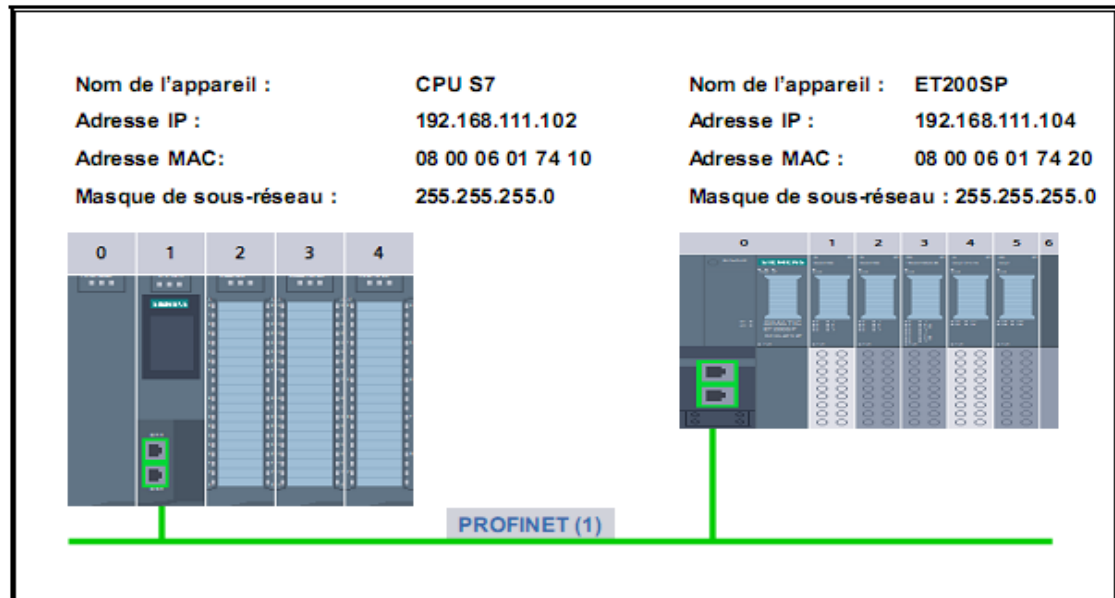


Figure III. 5 : Adressage avec PROFINET

III.4.3. Protocole Internet :

Le protocole IP (Internet Protocol) constitue la base de tous les réseaux TCP/IP. Il élabore les datagrammes (paquets de données spécialement adaptés au protocole IP) et assure leur transport au sein du sous-réseau local ou leur routage (transmission) vers d'autres sous-réseaux.

- ❖ Adresses IP.
- ❖ Masque de sous-réseau.
- ❖ Nom d'appareil PROFINET.
- ❖ Adresse MAC.

III.5. La communication et les données cycliques CPU S7 1500 et les variateurs de vitesse SINAMIC G120 par PROFINET :

La commande du SINAMIC G120 s'effectue sur le canal cyclique de profinet. De plus il est possible d'échanger des paramètres par cette voie. La structure des données utiles pour le canal cyclique est définie dans le profil PROFI Drive est appelée PPO (Objet Paramètres Données processus).

Le profil PROFI Drive définit la structure des données utiles pour les entraînements, qui permet au maître d'accéder aux entraînements esclaves par un échange de données cyclique.

III.5.1. Structure des données utiles conforme aux PPO :

La structure des données utiles dans la transmission cyclique se subdivise en deux parties qui peuvent être transmises dans chaque télégramme. A l'aide de la zone des paramètres, l'utilisateur accède librement par le bus à tous les paramètres se trouvant dans le variateur. Il peut par exemple lire des informations détaillées concernant des diagnostics, des messages de défaut, etc.

Ainsi, les télégrammes de transmission cyclique des données présentent la structure de base suivante:

Il existe cinq types de PPO.

Dans notre application, pour le variateur de vitesse, on a utilisé pour l'échange de données commande /état le type PPO3 (télégramme 1), qui sera détaillé dans ce qui suit :

III.5.2. Description du type PPO3 :

C'est le type de PPO le plus répandu pour sa simplicité, toute en intégrant tous les fonctionnalités nécessaires dans les entraînements, avec les données de processus, les mots de commande et les valeurs théoriques Maître variateur ainsi que les mots d'état et les valeurs pratiques variateur Maître.

III.5.2.1. Structure du mot de commande variateur

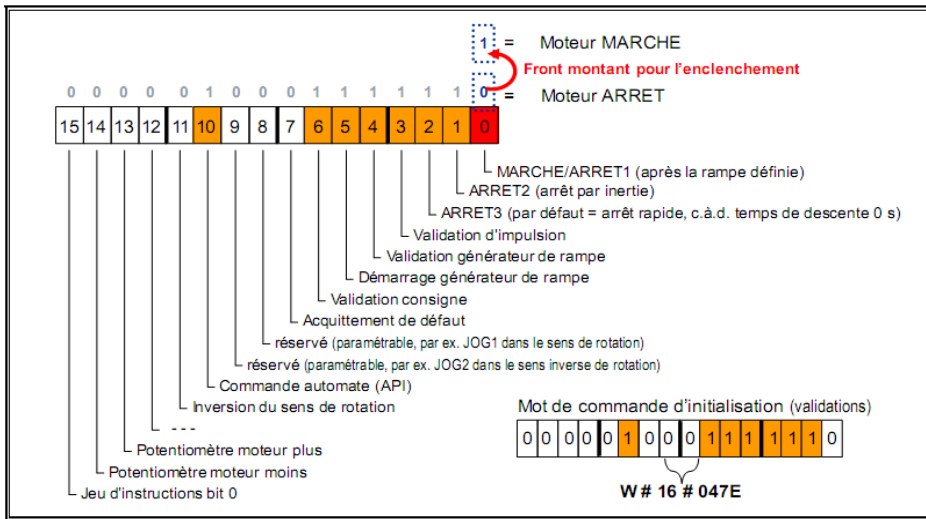


Figure III. 6 : Structure de mot de commande

Le mot de commande (bits 0-10) est conforme au profil standard PROFIdrive. Les bits 11-15 sont spécifiques au variateur

III.5.2.2. Structure du mot d'état

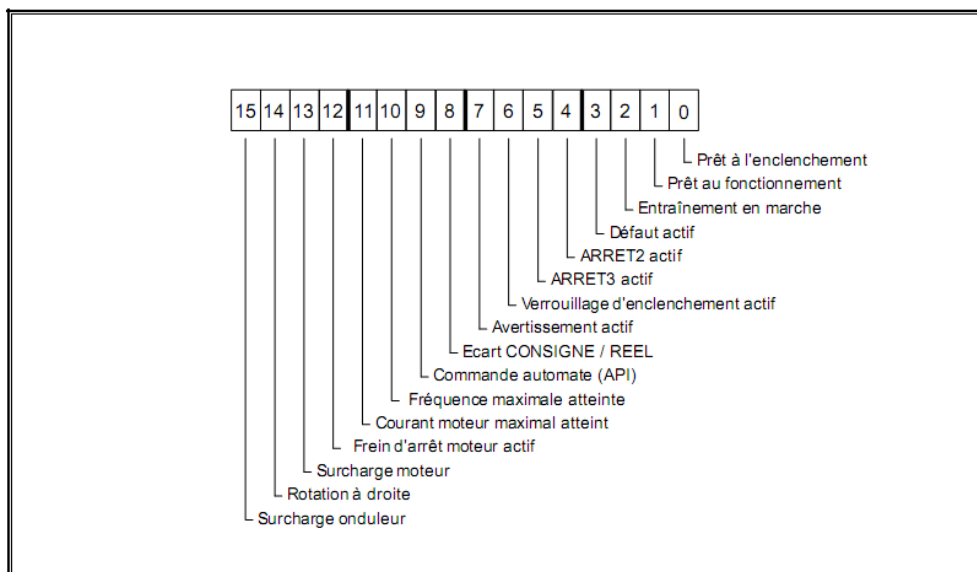


Figure III. 7 : Structure du mot d'état

III.6. Programmation de l'automate S7 1500 :[8] [6]

III.6.1. Progiciel Totally Integrated Automation (TIA Portal) :

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13, SIMATIC WinCC V13 et STARDRIVE V13.

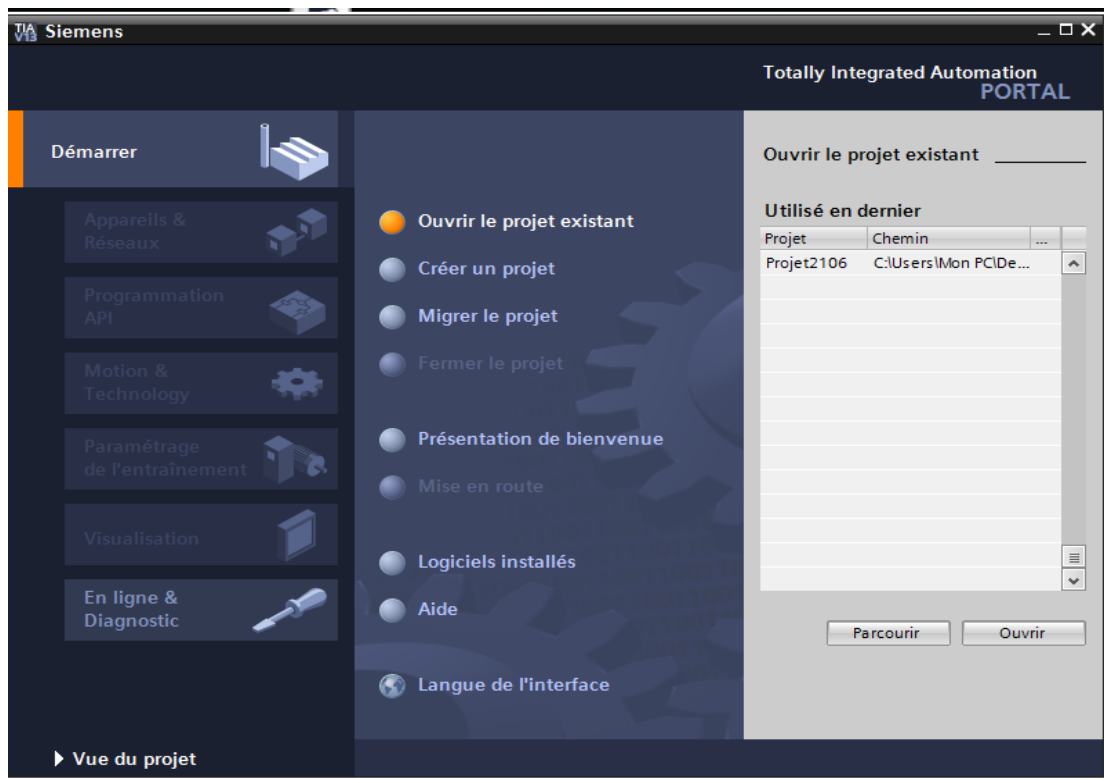


Figure III. 8 : logiciel de programmation TIA PORTAL V13

III.6.2 .Langage de Programmation:

Pour le langage de programmation nous avons choisi le langage contact pour décrire le fonctionnement séquentiel des actions et le langage liste pour faciliter l'introduction des équations mathématiques ainsi pour optimiser la mémoire et le temps de traitement de programme.

- Langage contact (CONT) :c'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions fait penser aux circuits (la logique a relais).

- Le langage liste (LIST) :c'est un langage de programmation textuel proche du langage machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent dans une large mesure, aux étapes de traitement du programme par la CPU.

III.6.3. Programmation de boucles avec l'adressage indirect par registre :

Présentation d'une équation mathématique intégrée dans le programme sous langage LIST. Elle est faite par adressage indirect exemple de programmation d'une équation mathématique de la mise en échèle d'un capteur de pression.

```

limite sup - limite inf
pression = ----- (mesure pér - limite inf pér) + limite inf
limite sup pér - limite inf pér

1  LAR1 P#0.0 // Initialiser le registre d'adresse AR1 par le pointeur P#0.0
2  L DBW [ AR1 , P#32.0 ] // Charger la limite Sup per dans Accu1
3  L DBW [ AR1 , P#34.0 ] // Transférer la limite Sup per dans l'accu2 et Charger la limite inf per dans l'accu1
4  -I // Soustraire la valeur de l'accu2 de celle de l'accu2
5  ITD // Convertir entier de 16 bits en entier de 32 bits
6  DTR // Convertir l'entier de 32 bits en nombre à virgule flottante
7  T #delta // Transférer le résultat dans l'opérande delta
8  L DBD [ AR1 , P#26.0 ] // charger la limite Sup dans Accu1
9  L DBD [ AR1 , P#22.0 ] // Transférer la limite Sup dans l'accu2 et Charger la limite inf dans l'accu1
10 -R // Soustraire la valeur de l'accu2 de celle de l'accu2
11 L #delta // charger la delta dans Accu1
12 /R // Diviser la valeur de l'accu2 par celle de l'accu1
13 T #alpha // Transférer le résultat dans l'opérande alpha
14 L DBW [ AR1 , P#30.0 ] // Charger la mesure pér dans Accu1
15 L DBW [ AR1 , P#34.0 ] // Transférer la mesure pér dans l'accu2 et Charger la limite inf per dans l'accu1
16 -I // Soustraire la valeur de l'accu2 de celle de l'accu2
17 ITD // Convertir entier de 16 bits en entier de 32 bits
18 DTR // Convertir l'entier de 32 bits en nombre à virgule flottante
19 L #alpha // charger la delta dans Accu1
20 *R // Multiplier la valeur de l'accu2 par celle de l'accu1
21 L DBD [ AR1 , P#22.0 ] // charger la limite inf dans Accu1
22 +R // Additionner les valeurs
23 L DBD [ AR1 , P#26.0 ] // charger la limite Sup dans Accu1
24 >=R // Vérifier si la valeur de accu2" est supérieure à celle de accu1
25 SPB saut // sauter au repère de saut "saut"Si RLO = "1"
26 TAK // Permuter les contenus des accu1 et accu2
27 L DBD [ AR1 , P#22.0 ] // Charger la limite inf dans Accu1
28 <=R // Vérifier si la valeur de accu2" est inférieure à celle de accu1
29 SPB saut // sauter au repère de saut "saut"Si RLO = "1"
30 TAK // Permuter les contenus des accu1 et accu2
31 saut: T DBD [ AR1 , P#18.0 ] // Transférer le resultat vers l'opérande la pression

```

Figure III. 9 : Programmation de boucles avec l'adressage indirect par registre

Remarque :

Dans notre projet on a utilisé l'adressage indirect par registre pour programmer des boucles qui donne l'avantage d'optimisation au niveau de la mémoire et le temps de traitement de programme.

III.7. Les équations régissant le fonctionnement de notre station : [5] [9]**III.7.1. Lois de Bernoulli :**

$$P = \rho \cdot g \cdot H \quad (\text{III.1})$$

$$\text{Ou } P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot (H_1 - H_2)$$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta H \quad (\text{III.2})$$

P: pression (bar).

P1: pression minimale (bar).

P2: pression maximale (bar).

ρ : masse volumique (kg/m^3).

g : gravité (N/Kg).

H : hauteur (m).

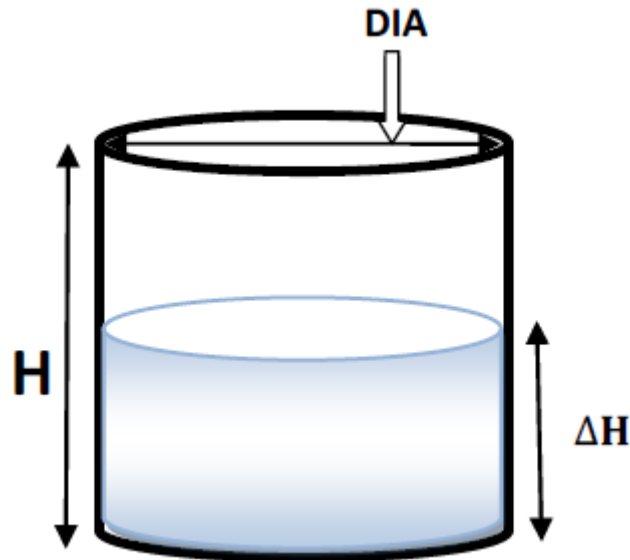
H1 : hauteur minimale (m).

H2 : hauteur maximale (m).

Nous avons utilisé des capteurs de pression, nous nous serons de l'information délivrée par ces derniers afin de calculer la hauteur des liquides dans les réservoirs.

A partir de l'équation (2) nous avons :

$$\Delta H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} \quad (\text{III.3})$$

III.7.2. Calcule de volume de réservoir (ce réservoir a une base circulaire) :**Figure III. 10 : réservoir**

$$V = \pi \frac{(DI)^2}{4} \cdot H \quad (\text{III.4})$$

Nous nous intéressons au volume de liquide contenu dans ce réservoir (ΔV) qu'est en fonction de la variation de sa hauteur.

$$\Delta V = \pi \frac{(DI)^2}{4} \cdot \Delta H \quad (\text{III.5})$$

$$\Delta V = \pi \frac{(DI)^2}{4 \cdot \rho \cdot g} \Delta p \quad (\text{III.6})$$

V : volume (m³).

III.7.3. Calcule de débit (La formule d'approximation par la méthode des trapèzes) :

Nous supposons que $a < b$ considérons une subdivision de l'intervalle $[a, b]$ de pas h . cette subdivision est définie par l'entier n tel que $h = \frac{b-a}{n}$ et par la suite de réels « $a, a+h, \dots, a+kh, a+nh=b$ »

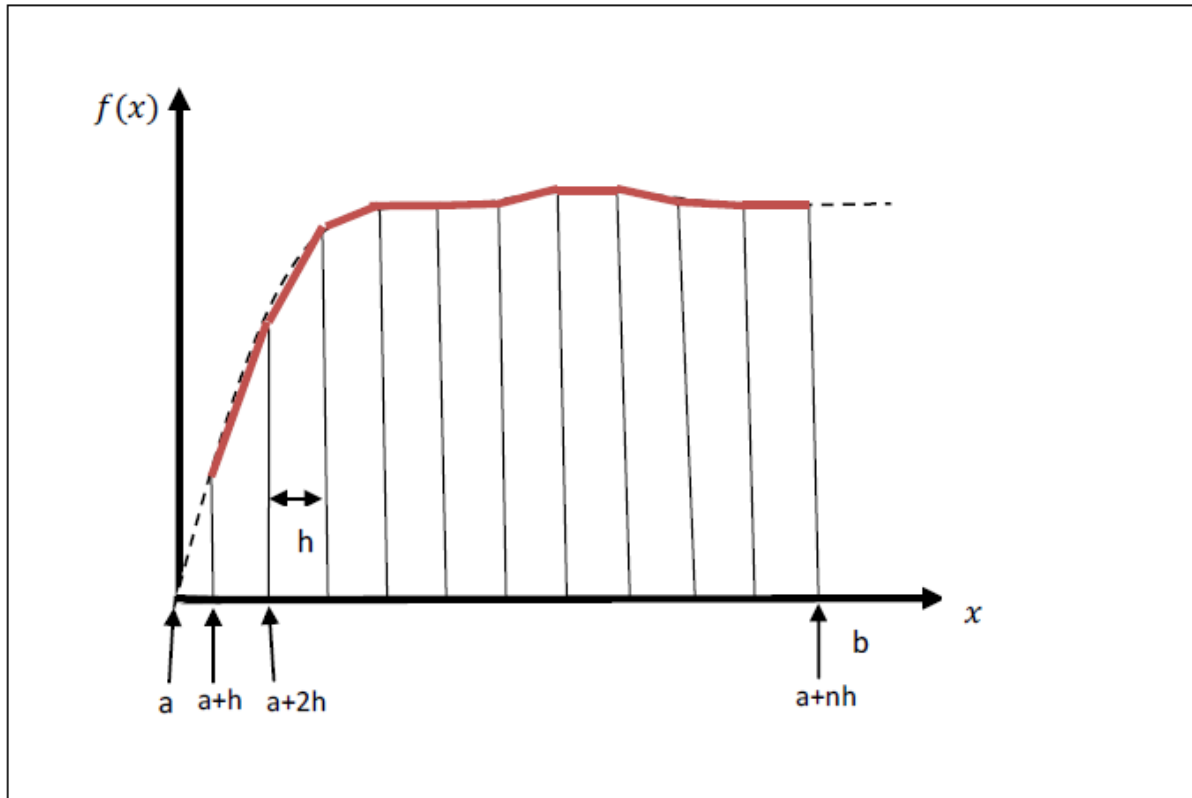


Figure III. 11 : courbe illustratif de l'approximation par la méthode des trapèzes

Nous aurons des intervalles élémentaires $[a+kh ; a+ (k+1) h]$, ou k est un entier compris entre 0 et $(n-1)$

$$\int_a^b f(x)dx = h(\sum_{k=0}^{n-1} f(a + kh) + f(a + (k + 1)h)) \quad (\text{III.7})$$

Si nous prenons $f(x)$ pour $Q(t)$ sur un intervalle de temps $[t_1 ; t_2]$ subdivisé en petite subdivision ΔT

Nous aurons :

$$\int_{t_1}^{t_2} Q(t)dt = \frac{\Delta T}{2} (\sum_{k=0}^{n-1} Q(t_1 + k \cdot \Delta T) + Q(t_1 + (k + 1)\Delta T)) \quad (\text{III.8})$$

Nous posons que :

$$Q(t_1 + k \cdot \Delta T) = Q_{n-1} .$$

$$Q(t_1 + (k+1)\Delta T) = Q_n .$$

Nous aurons :

$$\int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt = \frac{\Delta T}{2} (\sum_{i=0}^n Q_{n-1} + Q_n) \quad (\text{III.9})$$

Le volume est l'intégral du débit par rapport au temps, donné comme suit :

$$\int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt = V \quad (\text{III.10})$$

Alors l'utilité de l'équation (III.10) est de récupérer le volume de la solution pour pouvoir gérer sur la condition du volume lors du NEP.

III.7.4.L'équation d'une droite :

L'équation d'une droite a pour forme suivante

$$F(X)=AX+B$$

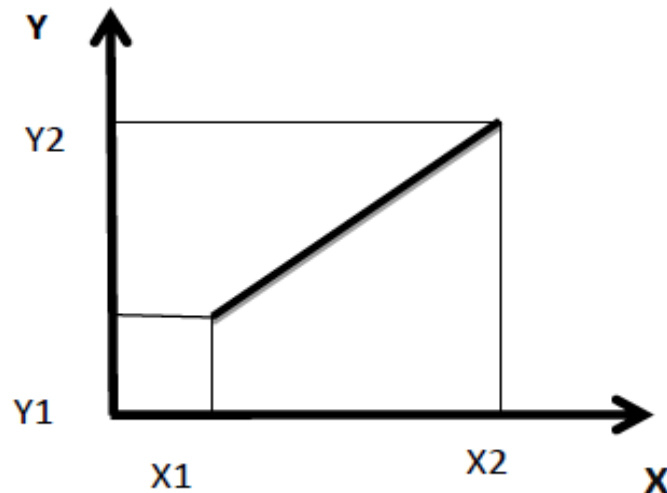


Figure III. 12 : droite des mis en échelle

On se référant à la figure III.12 :

Nous avons :

$$A = \frac{(Y2 - Y1)}{(X2 - X1)}$$

$$F(X1) = \frac{(Y2 - Y1)}{(X2 - X1)} X1 + B = Y1$$

$$B = Y1 - (A \cdot X1)$$

Donc :

$$F(X) = \frac{(Y2 - Y1)}{(X2 - X1)} X - \frac{(Y2 - Y1)}{(X2 - X1)} X1 + Y1$$

Alors :

$$F(X) = \frac{(Y2-Y1)}{(X2-X1)}(X - X1) + Y1 \quad (\text{III.11})$$

On utilise l'équation (III.11) pour convertir une valeur numérique en une valeur réelle exprimée en unité physique (sans passer par la fonction de la mise à l'échelle (SCALE) avec le bloc FC105), dans notre cas le but est d'avoir la valeur de la pression en réel (exprimée en unité physique) afin d'avoir la hauteur de solution dans les réservoirs de sucre liquide et ceux de sirop fini, ainsi pour faciliter la communication entre l'opérateur et le pupitre de commande.

III.8.La régulation des grandeurs physiques par un correcteur PID:[2] [4]

III.8.1.Paramétrage du régulateur PID :

Le rôle principal de ce régulateur qui sera paramétré dans le programme est de Contrôler les grandeurs physique (la température le débit, la vitesse). Le TIA PORTAL renferme dans sa bibliothèque plusieurs blocs qui font la régulation des processus de différentes manières. On peut citer :

Le bloc FB 41 « CONT_C » pour la régulation continue ;

Le bloc FB 42 « CONT_S » pour la régulation pas à pas ;

Comme dans la salle NEP, la régulation des pompes et la vanne de vapeurs sont des grandeur d'entrée et de sortie continues .Alors le bloc qui convient le plus est le FB41.

III.8.2.Description du bloc FB41 :

Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous Controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continue sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé. Pour notre cas, les principaux paramètres dont on aura besoin sont :

W : Consigne

e : Erreur

Y : Signal de commande

Z : Perturbation

r : Mesure

Pour cela ; il est indispensable de définir les paramètres de régulation suivant :

KP : coefficient de gain proportionnel ;

Ti : temps d'intégration ;

Td : temps de dérivation.

Le paramétrage de celui-ci n'est pas moins important il faut donc judicieusement choisir les constantes **KP** **Ti** et **Td**

Il existe plusieurs méthodes pour définir ces paramètres :

a. Méthode en boucle ouvert :

Le régulateur PID est en mode manuel. Le technicien agit directement sur la commande de l'actionneur. L'avantage est de pouvoir modéliser le procédé par une fonction de transfert en adéquation avec le comportement observé. Inconvénient est que le procédé évolue librement sans contrôle automatique ; et présente donc un certain danger : la production est arrêtée ou perturbée pendant l'essai.

b. Méthode en boucle fermée :

Le régulateur, mis en mode automatique contrôle le procédé limitant ainsi les risques dangereux d'emballement. Lorsque la méthode impose une mise en oscillation entretenue la production est perturbée puisque la grandeur réglée évolue avec une amplitude inconnue. Un second inconvénient est que la modélisation éventuelle du procédé ne correspond pas en nombre et en valeurs aux constantes de temps ou retard réels.

III.8.3. Méthode de broida procédés autorégulant :

➤ **Procédure expérimentale**

Prévoir l'enseignement des signaux de mesure X et de commandes Y. Le régulateur étant en mode manuel, agir sur la commande de l'organe réglant pour amener la mesure autour du point de fonctionnement désiré. Lorsque la mesure est stabilise appliquer un échelon de commande ΔY sur l'organe réglant et vérifier que la mesure se stabilise dans la zone proche du point de fonctionnement, la valeur de l'échelon ΔY doit être limitée (environ 2% ou 5%) pour que le procédé reste en fonctionnement linéaire.

Pour appliquer la méthode d'identification de broida : la réponse obtenue à un incrément de commande doit être en forme de « S » comme celle de la (figure V.6) Notation : Y(t) signal de commande et X(t) signal de mesure.

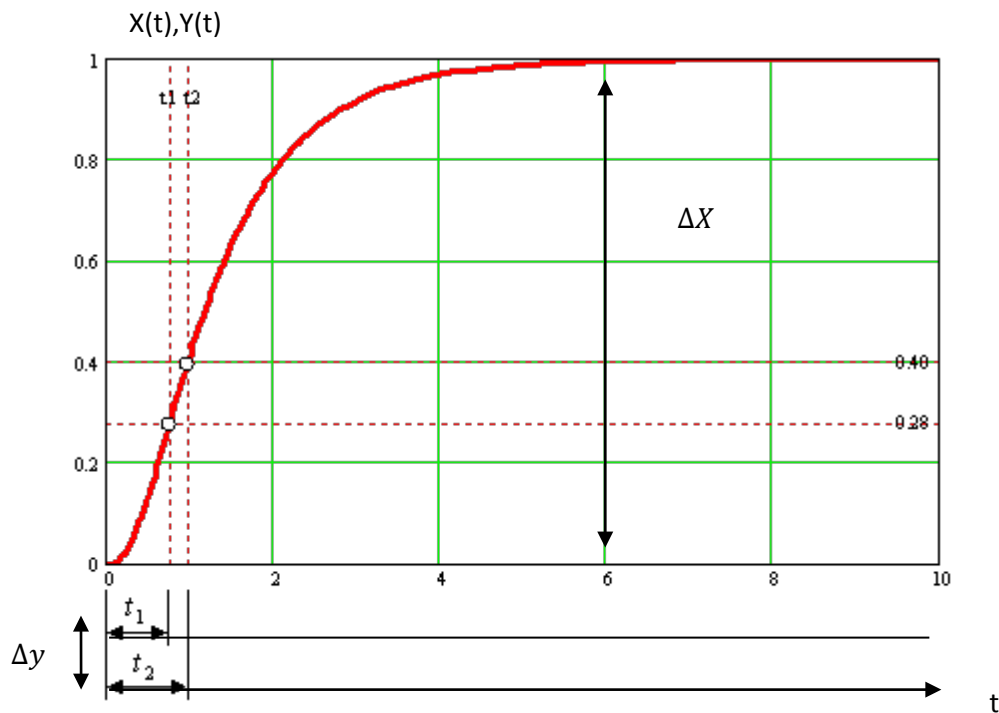


Figure III. 14 : Méthode de broida réponse en forme « s ».

III.8.3.1. Identification de broida :

Le modèle de broida :
$$H(p) = \frac{X(p)}{y(p)} = \frac{Gs e^{-\tau P}}{\theta p + 1}$$

Gain statique : $G_s = \Delta x / \Delta y$

Constante de temps : $\theta = 5.5(t_2 - t_1)$

Retard τ : $\tau = 2.8 t_1 - 1.8 t_2$

III.8.3.2. Réglage de régulateur :

Le tableau suivant conduit au réglage de la régulation à appliquer selon Broida. Pour un changement de consigne en échelon, le premier dépassement attendu est de l'ordre de 25% .il convient alors d'adapter ces réglages pour obtenir le dépassement autorisé du processus. Le réglage en action proportionnelle (P) laisse un écart statique entre la mesure et la consigne.

Tableau 1 : paramètres de régulateur PID

Modes Action	P	PI série	PID série	P parallèle	PI parallèle	PID mixte
K	$0.8T/K_s \cdot \tau$	$0.8T/K_s \cdot \tau$	$0.8T/K_s \cdot \tau$	$0.85T/K_s \cdot \tau$	$((T/\tau)+0.4)/1.2K_s$	$((T/\tau)+0.4)/1.2K_s$
Ti	Maxi	T	$(K_s \cdot \tau)/0.80$	T	$(K_s \cdot \tau)/0.75$	$T+0.4 \tau$
Td	0	0	0	0.4τ	$0.35T/K_s$	$(T \cdot \tau)/(\tau + 2.5T)$

III.8.3.3. Méthode par approches successives :

Elle consiste à modifier les actions du régulateur et a observer les effets sur la mesure enregistrée .jusqu'a obtenir la réponse optimal. On règle l'action proportionnelle puis l'action dérivée et l'intégrateur

Or dans notre cas l'installation étudiée n'est pas encore installée, alors pour remédie a ce problème en a crée des vue sur le pupitre de commande afin de pouvoir régler ces paramètres .En effet les systèmes (vanne modulante, pompe) sont déjà utiliser dans la station NEP existante actuellement au sien de l'unité, par conséquent on a profité pour exploiter ses paramètres K_p T_i , T_d qui sont respectivement.

❖ $K_p=1$

- ❖ $T_i=500$ ms
- ❖ $T_d=0$ ms

III.9. Les blocs STEP 7 V13 :

a. Bloc système :

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur.

b. Blocs utilisateurs :

Les blocs utilisateurs contiennent le code, le programme et les données du programme utilisateur, sont repartis comme suit :

b.1. blocs d'organisation(OB) :

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme et ne peuvent être appelés par le système que selon leurs priorités. Cela veut dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

b.2. blocs fonctionnels (FB) :

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (mémoire). Un bloc d'instance qui en constitue la mémoire.

b.3. Fonction(FC) :

Blocs sans mémoire .les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

b.4. Blocs de données(DB) :

Les blocs de données servent à stocker les variables du programme utilisateur.

III.10. Création de notre projet en STEP7 TIA PortalV13 :

Un projet STEP 7 V13 contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties :

- La configuration matérielle
- la création de programme.

III.10.1. Configuration matérielle :

Pour faire baisser les coûts de câblage, il a été nécessaire de prendre en compte la topologie des automatismes. Sur des sites plus étendus, il est souvent nécessaire de gérer un nombre de points importants et de prendre en compte les fonctions métier réparties (variation de vitesse, dialogue homme/machine...).

La réponse des constructeurs de produits est arrivée avec les d'automatismes réseaux et bus de terrain. Ceux-ci ont permis de gérer des Systèmes décentralisés.

Ces réseaux de terrain contribuent à réaliser des gains de câblage importants, mais surtout ils permettent de rendre accessibles des services (diagnostic, programmation...).

Les stations utilisées dans le cadre de l'automatisation de notre système de nettoyage en place CIP sont répertoriés et paramétrés comme suite :

III.10.1.1. Station centralisé

Le choix s'est porté sur les modules suivants :

- **Module d'alimentation**

Une alimentation externe PM 70W 120/230 VAC de référence << 6EP1332-4BA00 >>

- **Unité centrale**

Une CPU 1516 3PN/DP de référence 6ES7 516-3AN00-0AB0 avec écran, mémoire de travail : 1 Mo de code et 5 Mo données, temps d'opération sur bit 10 ns, avec ports PROFINET et PROFIBUS, Web Serveur, fonctions technologiques intégrées : motion, régulation, comptage et configuration jusqu'à 32 modules.

La figure suivante illustre la configuration matérielle de la station centralisée ;

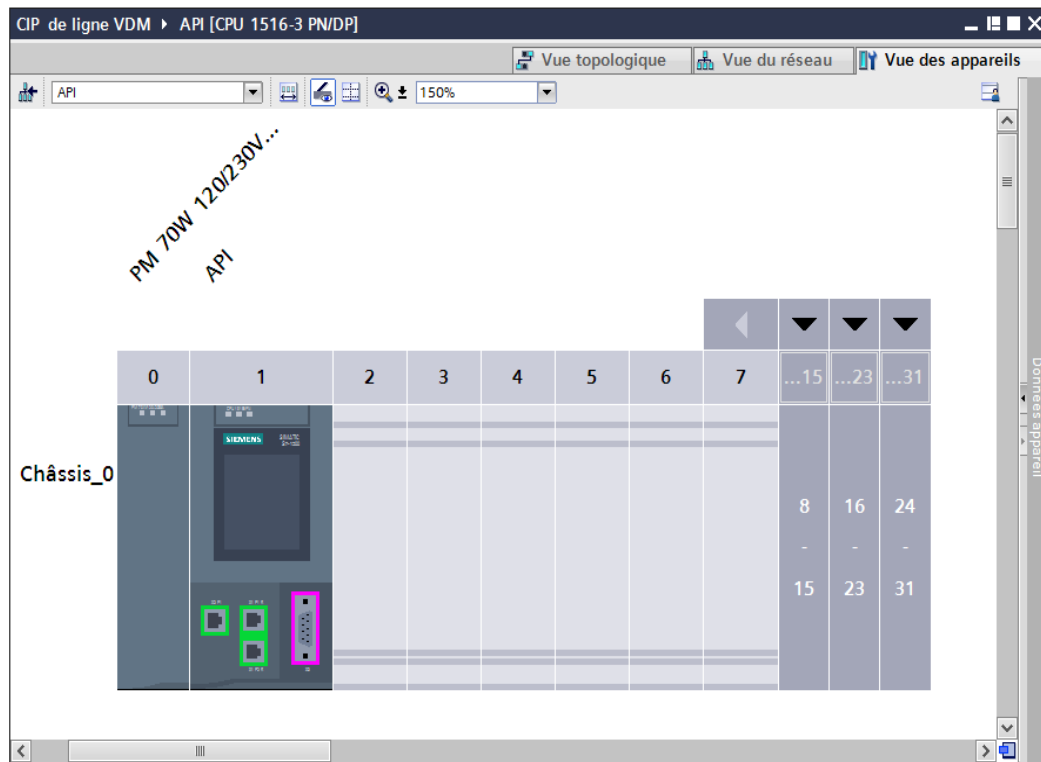


Figure III. 15 : configuration matérielle de la station centralisé

III.10.2. Stations décentralisés

Le choix s'est porté sur les stations suivantes :

III.10.2.1.1a Station CIP

- **Module de coupleur**

Un coupleur ET200SP de référence 6ES7 155-6AU00-0BN0 avec interface PROFINET configuration jusqu'à 32 modules de périphérie.

- **Modules d'entrées**

Un module d'entrée TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 131 -6BH00-0BA0.

- **Modules de sorties**

Deux modules de sorties TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 132 -6BH00-0BA0.

- **Modules d'entrées analogiques**

Trois modules d'entrées AI 4 x U/I 2 fils ST 16 BIT de référence 6ES7 134 - 6HD00-0BA1.

- **Modules de sorties analogiques**

Un module de sortie AO 4 x U/I ST 16 BIT de référence 6ES7 135 -6HD00-0BA1.

- **Modules serveurs**

Connexion électrique et mécanique au bus interne prendre en charge le diagnostic et l'état de la tension d'alimentation de référence 6ES7 193-6PA00-0AA0.

La figure suivante illustre la configuration matérielle d'une station décentralisée ;

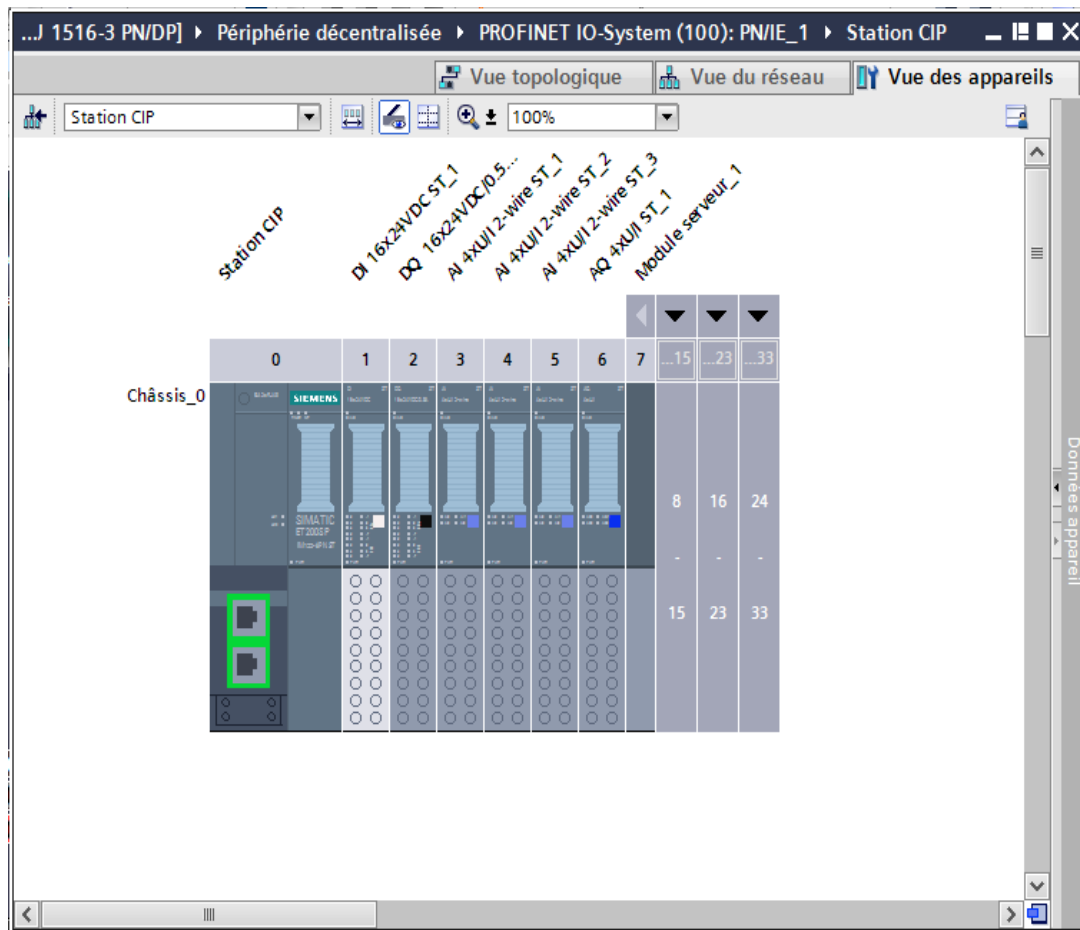


Figure III. 16 : configuration matérielle d'une station décentralisée

III.10.2.2. Tank 6 et Pipe

- **Module de coupleur**

Coupleur ET200SP de référence 6ES7 155-6AU00-0BN0.

- **Modules d'entrées**

Module d'entrée TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 131-6BH00-0BA0.

- **Modules de sorties**

Un module de sortie TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 132 6BH00-0BA0.

- **Modules d'entrées analogiques**

Un module d'entrée AI 4 x U/I 2 fils ST 16 BIT de référence 6ES7 134-6HD00-0BA1.

- **Modules de sorties analogiques**

Un module de sortie AO 4 x U/I ST 16 BIT de référence 6ES7 135-6HD00-0BA1.

- **Modules serveurs**

Un module serveur de référence 6ES7 193-6PA00-0AA0.

III.10.2.3. Station sirop fini

- **Module de coupleur**

Coupleur ET200SP de référence 6ES7 155-6AU00-0BN0.

- **Modules d'entrées**

Trois modules d'entrées TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 131-6BH00-0BA0.

- **Modules de sorties**

Quatre modules de sorties TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 132-6BH00-0BA0.

- **Modules d'entrées analogiques**

Deux modules d'entrées AI 4 x U/I 2 fils ST 16 BIT de référence 6ES7 134-6HD00-0BA1.

- **Modules de sorties analogiques**

Un module de sortie AO 4 x U/I ST 16 BIT de référence 6ES7 135-6HD00-0BA1.

- **Modules serveurs**

Un module serveur de référence 6ES7 193-6PA00-0AA0.

III.10.2.4. Station sucre liquide

- **Module de coupleur**

Coupleur ET200SP de référence 6ES7 155-6AU00-0BN0.

- **Modules d'entrées**

Deux modules d'entrées TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 131-6BH00-0BA0.

- **Modules de sorties**

Deux modules de sorties TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 132-6BH00-0BA0.

- **Modules d'entrées analogiques**

Deux modules d'entrées AI 4 x U/I 2 fils ST 16 BIT de référence 6ES7 134-6HD00-0BA1.

- **Modules serveurs**

Un module serveur de référence 6ES7 193-6PA00-0AA0.

III.10.2.5. Station arôme

- **Module de coupleur**

Coupleur ET200SP de référence 6ES7 155-6AU00-0BN0.

- **Modules d'entrées**

Un module d'entrée TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 131-6BH00-0BA0.

- **Modules de sorties**

Un module de sortie TOR DI 16 x DC24V ST de référence 6ES7 132-6BH00-0BA0.

- **Modules d'entrées analogiques**

Un module d'entrée AI 4 x U/I 2 fils ST 16 BIT de référence 6ES7 134-6HD00-0BA1.

- **Modules serveurs**

Un module serveur de référence 6ES7 193-6PA00-0AA0.

III.11. Structure de notre programme :

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1. Cela n'est recommandée que pour les programmes de petite taille. Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre système, la subdivision en partie plus petite est recommandée, celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structure offre les avantages suivants :

- Écriture des programmes importants.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme.
- Modifier facilement le programme.
- Simplifier le test du programme en l'exécutant section par section.

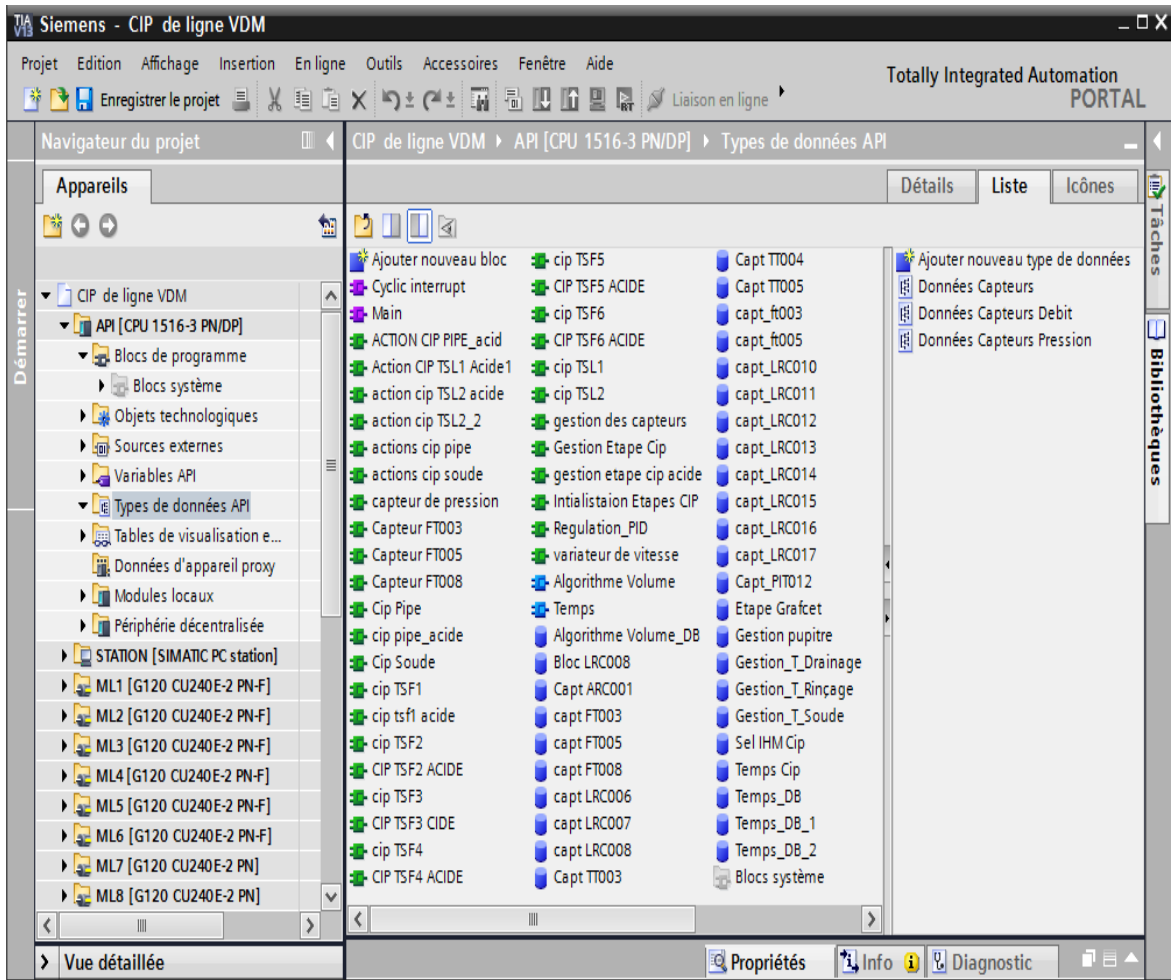


Figure III. 17 : structure de notre programme.

III.12. Validation du programme :

Pour la validation de nos programmes nous avons utilisé le logiciel de simulation d'automate PLSIM S7-1200/S7 1500, intégré dans l'atelier logiciel TIA Portal V13 professionnel, il permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer de matériel cible. Il permet de réduire de manière significative, les temps de mise en service de nos installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automates.



Figure III. 18 : fenêtre du S7 PLCSIM

III.13. Conclusion :

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur l'automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM V13.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM V13 nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties. Dans le prochain chapitre nous passerons à la description et le branchement de différents éléments constituant l'armoire électrique.

IV.1.Introduction :

Les installations industrielles de nos jours deviennent de plus en plus complexes et souvent le contrôle-commande, la surveillance, le diagnostic et les travaux de maintenance dans ces installations présentent d'énormes difficultés. Mais, actuellement avec l'évolution de l'informatique industrielle, l'utilisation de la supervision pourra être une solution favorable.

IV.2. Définition de la supervision : [11][10]

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme/Machine .Elle présente beaucoup d'avantages pour le processus industriel de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande. Elle permet de visualiser en temps réel toutes les étapes du procédé à contrôler et détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

IV.3. principe de fonctionnement :

La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus , ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs telle que la cadence de production, qualité des produits et sécurité des biens et des personnes .

IV.4. logiciel de supervision : [11]

SIMATIC, le cœur du système « Totally Integrated Automation », englobe une grande diversité de produits et de systèmes flexibles, tels que la supervision de processus avec SIMATIC Win CC.

IV.4.1. Présentation : [11]

WinCC dans TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant des solutions les plus simples de coopération avec les panneaux de base aux applications SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sur les systèmes multi-utilisateurs sur PC.

WinCC TIA Portal repose sur la nouvelle architecture logicielle Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) apportant une solution cohérente, efficace et intuitive à toutes les tâches d'automatisation.

IV.4.2. L'interface Homme /Machine (IHM) :[11][10]

L'IHM est un Ensemble de dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique .En quelques dizaines d'années, l'interface homme machine a connu une évolution très importante, en commençant par les simples boutons poussoirs et afficheur 7 segment jusqu' aux écrans LCD avec des différentes gammes.

IV.4.3.les fonctions IHM intégrées :

Parmi les diverses fonction IHM intégrées à vocation industrielle, on trouve :

- Visualisation entièrement graphique des processus et des états des process,
- Signalisation et acquittement d'événements.
- Archivage des valeurs de mesure et des messages dans des bases de données process.
- Journalisation des données process et des données d'archive.
- Gestion des utilisateurs ainsi que leurs droits d'accès.

IV.5. Développement d'un système de supervision sous Win CC TIA PORTAL :

Pour le développement de l'IHM de supervision pour notre système de nettoyage en place (NEP), nous avons utilisé WINCC TIA Portal V13 intégré dans le logiciel de programmation TIA Portal V 13.

IV.5.1. l'IHM choisit :

Dans notre système l'IHM choisit est une station PC, la figure (IV.1) suivante illustre l'IHM station PC.

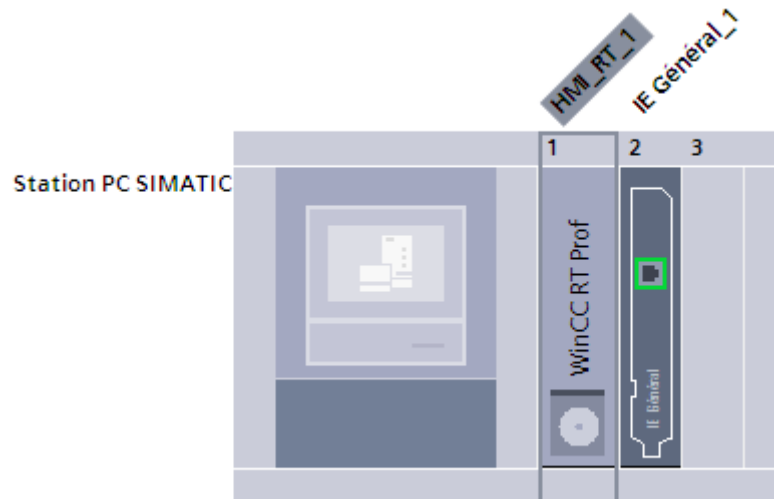


Figure IV. 1 : IHM station PC

IV.5.2. Liaison CPU _IHM :

La liaison entre la CPU et L'IHM choisi est réalisé par le réseau PROFINET.

IV.5.3. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :[11][10]

En général, un système de supervision se compose d'un moteur central (logiciel) au quel se rattachent des données provenant des équipements (automates,...etc.). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Les modules fonctionnels principaux d'une supervision sont :

- Éditeur graphique,
- Historique des données,
- Archivages et restitution des données pour les analyser et pour des raisons de maintenance,
- Gestion des alarmes et des événements,
- Acquisition des données provenant du procédé par l'intermédiaire d'une unité de commande (automate programme).

IV.5.4. Les vues programmées dans L'IHM :

Pour la réalisation de la supervision WinCC de notre système de nettoyage, nous avons programmé l'IHM station PC selon les vues suivantes.

IV.5.4.1. Vue racine :

La vue racine est la vue principale ou la vue d'accueil de notre IHM, elle comporte deux boutons : le bouton démarrer qui nous mène directement vers la vue commande, et le bouton EXIT qui nous fait sortir du système.

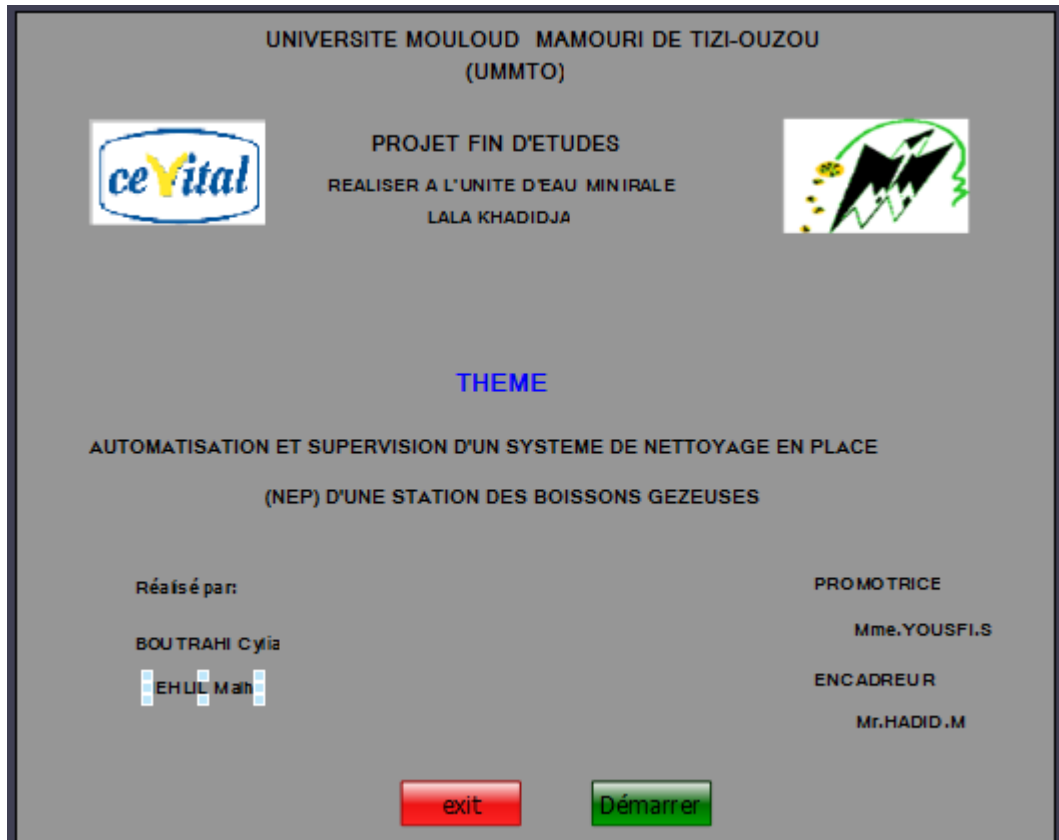


Figure IV. 2: vue racine

IV.5.4.2. Vue commande :

la vue commande (Figure IV.3) est la vue qui nous permet de donner une commande a travers les boutons, cette vue comporte des boutons de sélection NEP tel que sel NEP Pipe , le bouton Start qui nous permet de donner une impulsion pour le démarrage du cycle de nettoyage NEP, le bouton Stop qui nous permet d'arrêter le système nettoyage, le bouton Hold pour figée le système en cas de consultation de résultat et le bouton Reset qui nous permet de mettre le système de nettoyage à l'état initial .

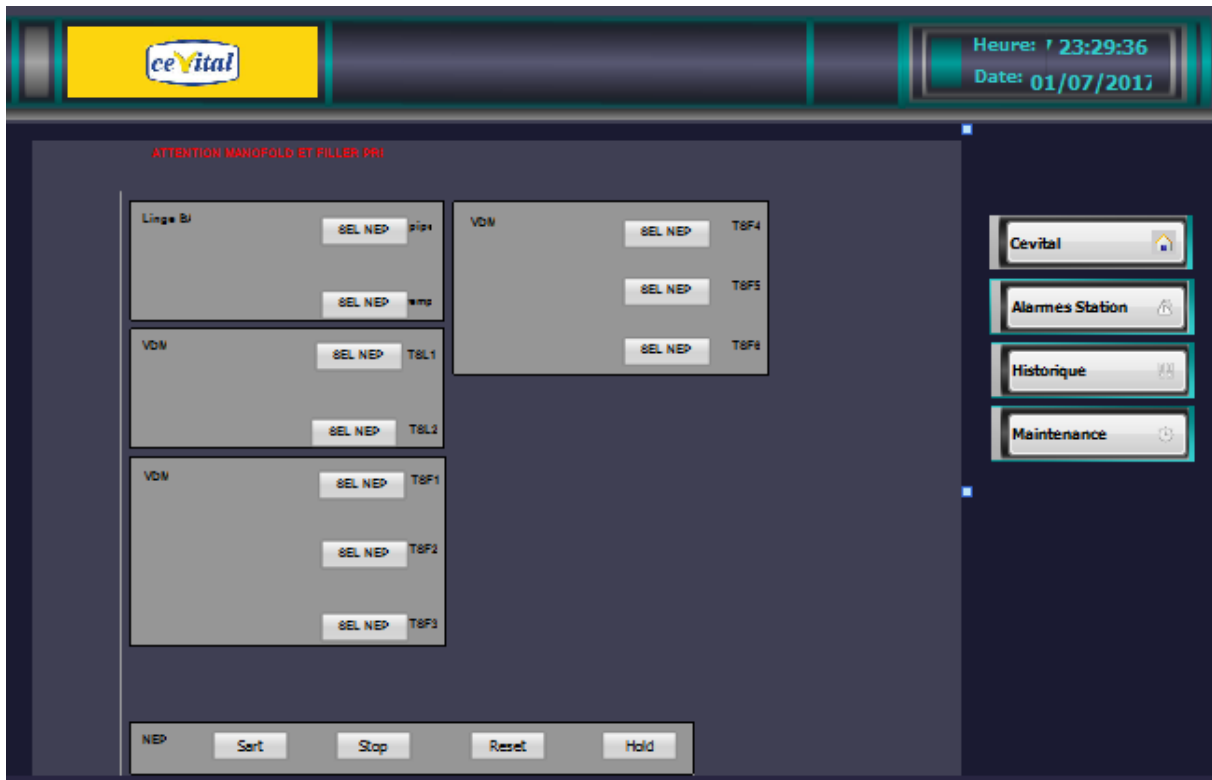


Figure IV. 3 : vue commande

IV.5.4.3.Vue recette soude :

La vue recette soude (Figure IV- 4) est la vue qui montre les paramètres et les phases de la recette de nettoyage N°1, Elle comporte deux partie principales , partie des paramètres et la partie des phases , Dans la partie des paramètres en trouve des "champ d'E/S" permet la saisie et l'affichage de valeurs de process.tel que le débit , la Température , la durée de cycle de chaque phase ; dans la partie de phase qui nous montre les quatre phase a suivre pondant le cycle de Nettoyage En Place.



Figure IV. 4 : vue recette soude

IV.5.4.4. Vue recette Acide :

La vue recette Acide (Figure IV.5) est la vue qui montre les paramètres et les phases de la recette de nettoyage N°2, Elle comporte deux parties principales, la partie des paramètres et la partie des phases. Dans la partie des paramètres, on trouve des "champs d'E/S" qui permettent la saisie et l'affichage de valeurs de processus, telles que le débit, la température, la durée de cycle de chaque phase. Dans la partie des phases, on nous montre les quatre phases à suivre pendant le cycle de Nettoyage En Place.



Figure IV. 5 : vue recette acide

IV.5.4.5.Vue station NEP :

La vue station NEP (Figure IV.6), nous donne la vue détaillée du système de préparation des solutions de nettoyage. Elle comporte deux réservoirs : un pour le stockage d'eau utilisé lors du NEP et l'autre pour la préparation de la solution soude. On trouve aussi deux petites cuves : une pour le produit soude et l'autre pour l'acide. Cette vue nous permet de contrôler la concentration des fluides ainsi leur température.

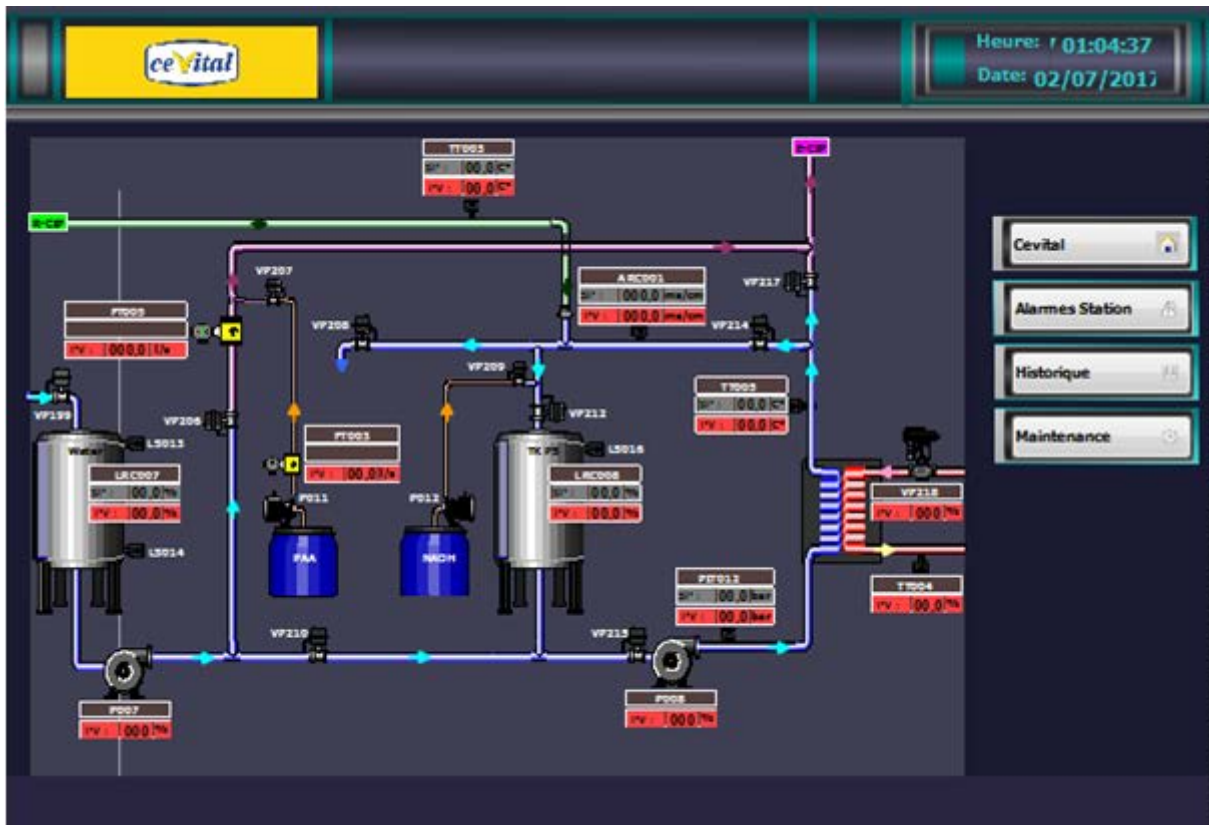


Figure IV. 6 : vue station NEP

IV.5.4.6. Vue Pipe (ligne BA) :

La vue Pipe (Figure IV.7), nous donne la vue détaillée du système d'envoi de solutions dans le cas de nettoyage des tuyauteries. Elle comporte un réservoir pour assurer l'envoi de la solution. Cette vue nous permet d'assurer aussi le positionnement des manifold.

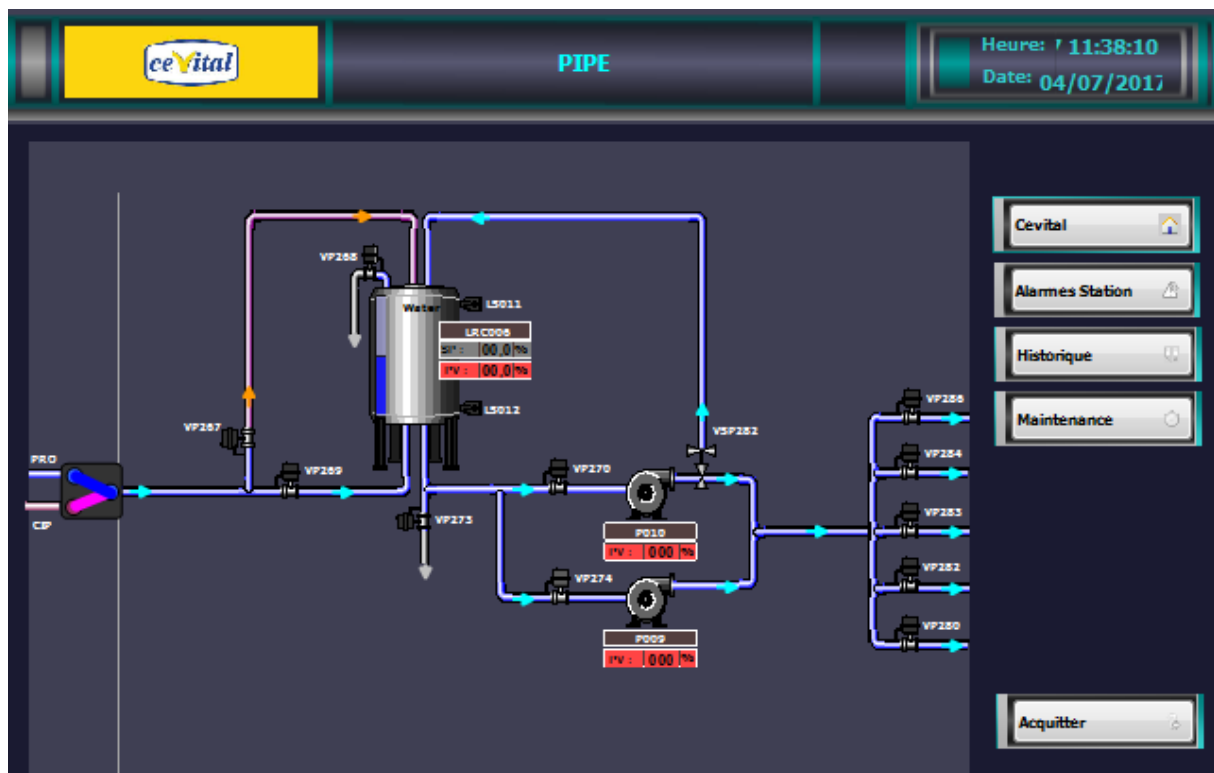


Figure IV. 7 : vue pipe (ligne BA)

IV.5.4.7. Vue zone TSL :

La vue zone TSL (Figure IV.8), nous donne la vue détaillée sur la zone des réservoirs du sucre liquide. Elle comporte deux réservoirs de stockage un manifold pour le choix de Tank a nettoyer.

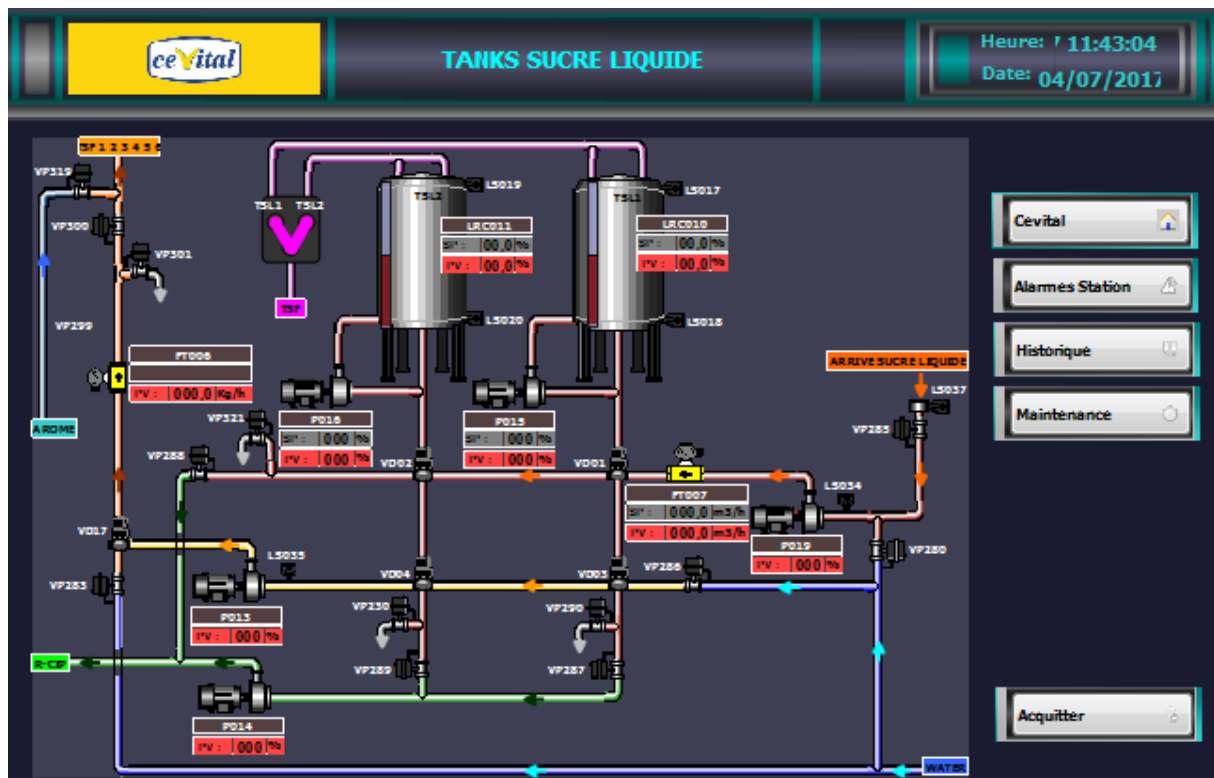


Figure IV. 8: vue zone TSL

IV.5.4.8.Vue TSF 1-2-3 :

La vue zone TSF 1-2-3 (Figure IV.9), nous donne la vue détaillée sur trois réservoirs du sirop fini. Elle comporte trois réservoirs de stockage un manifold pour le choix de Tank a nettoyer ou d'envoyer la solution vers le manifold TSL, une étiquette (TSF 4 5 6) qui désigne qu'il y'aura une suite des tuyauteries. Cette vue nous permet de visualiser en temps réel le niveau des ces tanks.

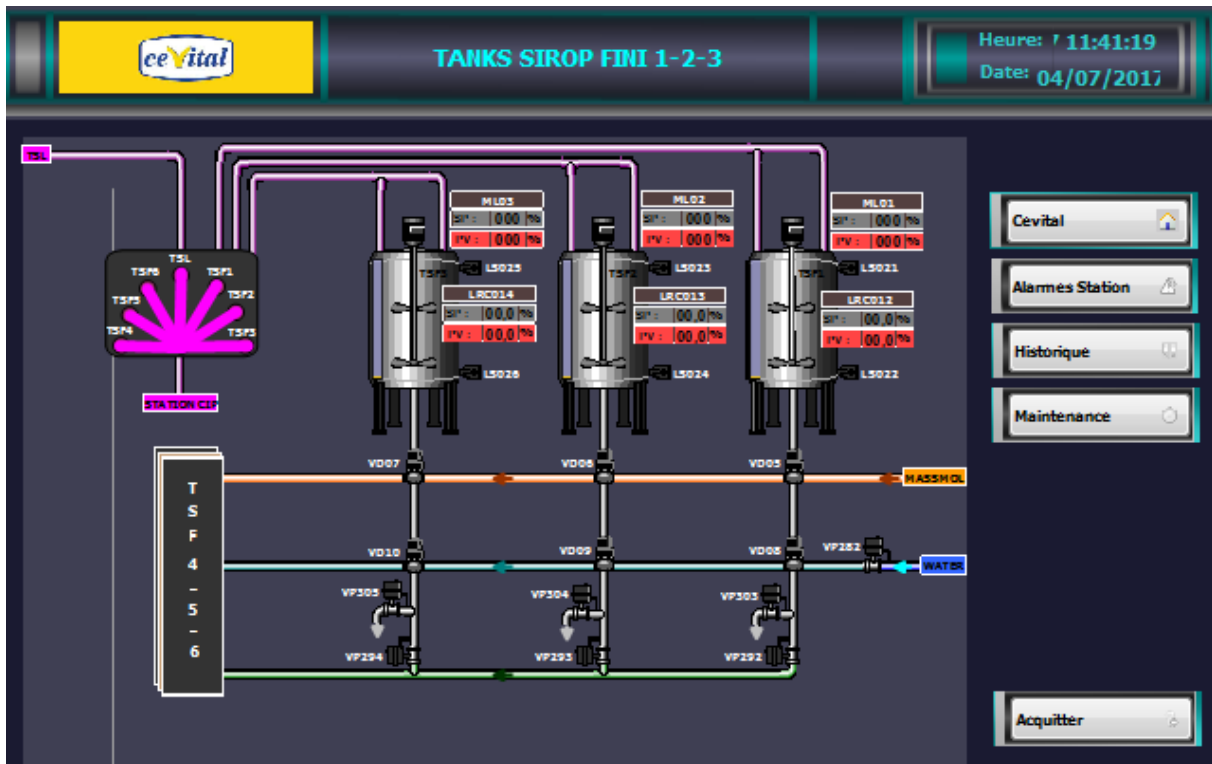


Figure IV. 9 : vue TSF 1-2-3

IV.5.4.9. Vue TSF 4-5-6 :

La vue zone TSF 4 5 6 (Figure IV.10), nous donne la vue détaillée sur trois réservoirs du sirop fini. Elle comporte trois réservoirs de stockage un manifold pour le choix de Tank a nettoyer ou d'envoyer la solution vers le manifold TSL, une étiquette (TSF 1-2-3) qui désigne que c'est une suite des tuyauteries. Cette vue nous permet de visualiser en temps réel le niveau de ces tanks.

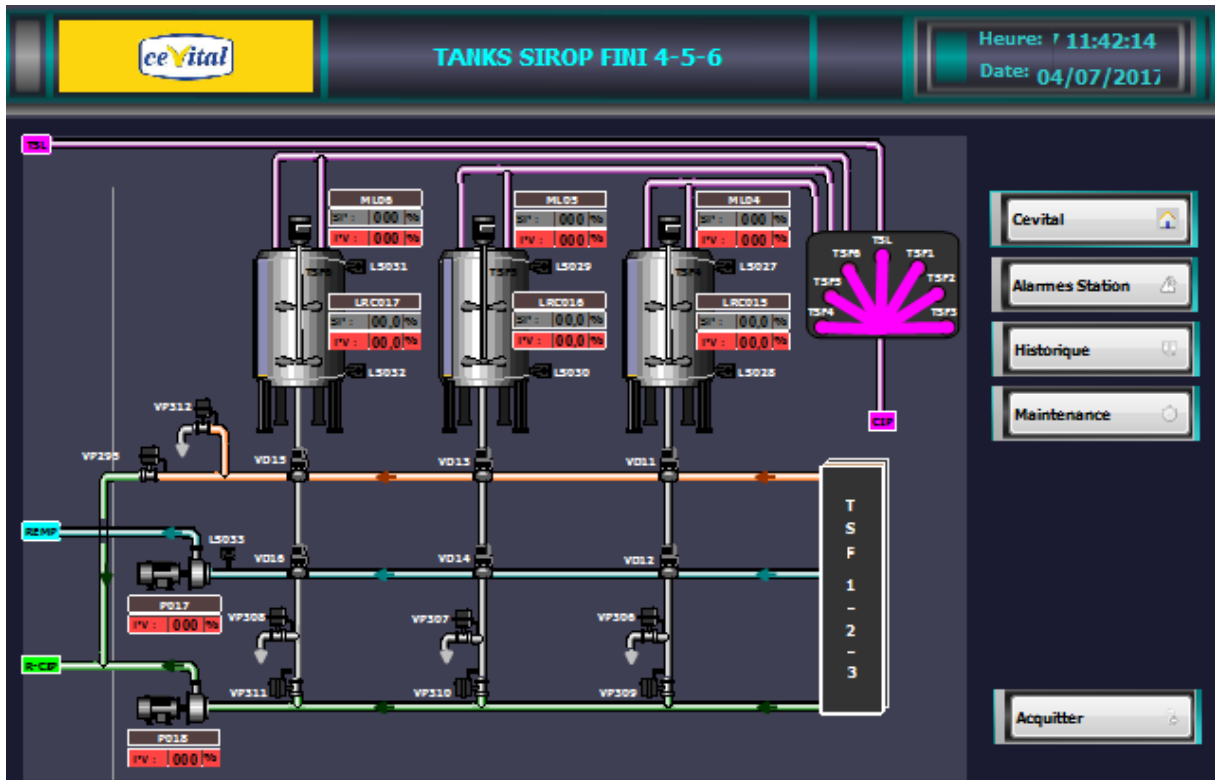


Figure IV. 10 : vue TSF 4-5-6

IV.5.4.10. Vue arôme :

La vue arôme (Figure IV.11) nous montre les deux cuves de préparation d'arôme, elle comporte aussi un débitmètre pour mesurer le débit de la solution envoyée dans ces cuves.

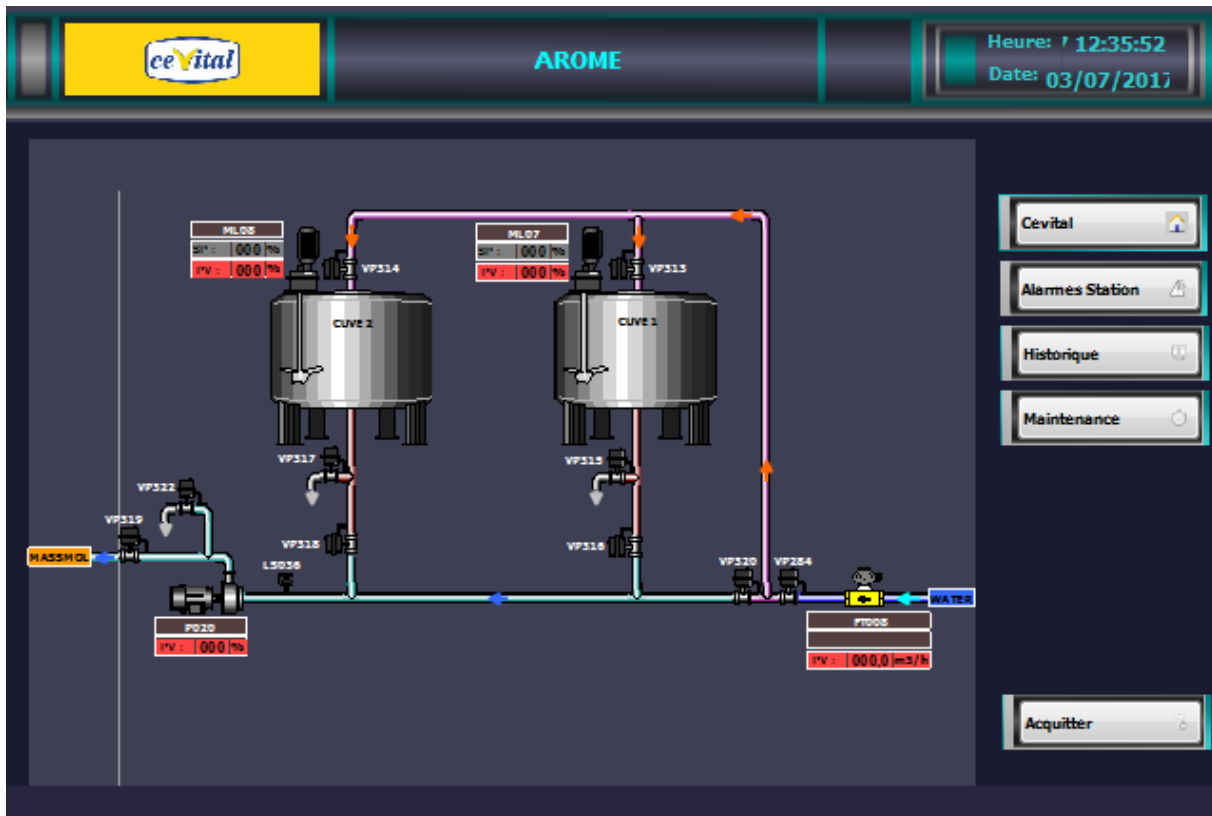


Figure IV. 11 : vue arome

IV.5.4.11. Vue PID :

La vue PID (Figure IV.12) nous permet de visualiser et paramétrer un régulateur PID d'une pompe ou d'une vanne, en a trois pompes de régulation et une seule vanne, on a programmé une vue pour chacune de ces instrument, cette vue comporte des boutons de commande automatique ou commande manuel, la visualisation du signal de la consigne, signal de mesure et signal de l'erreur est possible grâce à un graphe insérer dans cette vue.

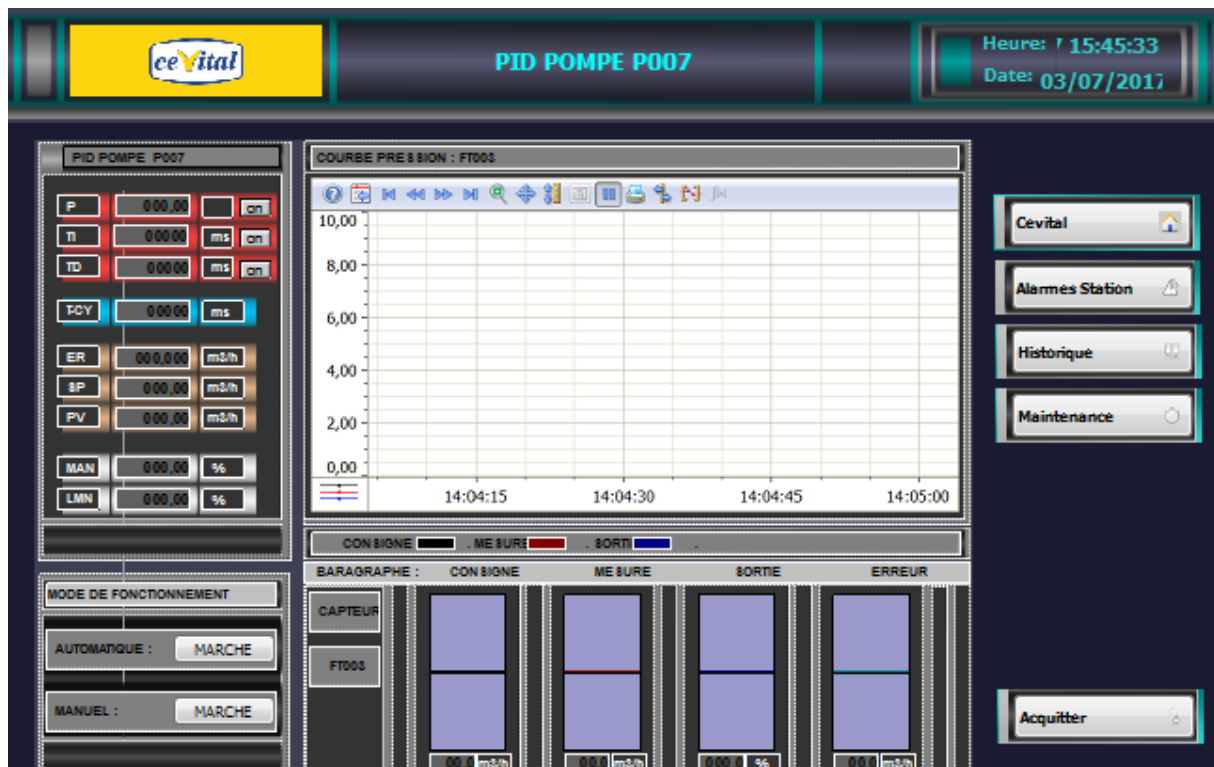


Figure IV. 12 : PID pompe P007

IV.5.4.12. Vue alarme :

La vue alarme (Figure IV.13) nous permet d'afficher des messages d'erreur en cas de détection de n'importe quelle anomalie sur le système. Les alarmes sont programmées dans toutes les vues pour être déclenchées. En plus de cela, on trouve sur chaque vue un bouton acquitter pour quitter les alarmes, pour cela on trouve un autre bouton Historique pour enregistrer les alarmes que l'opérateur a quittés en cas ou d'une consultation des programmes



Figure IV. 13 : vue alarme

IV.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons commencé par donner quelques notions sur la supervision et le rôle qu'elle occupe dans l'industrie .puis nous avons élaboré sous le logiciel Win CC intégré les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel.

On as constaté que le logiciel de supervision WinCC intégré est très riche en options ,il est très puissant dans les solution globales d'automatisation car il assure un flux continu d'information. ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les application dont as besoin.il combine entre l'architecture moderne des applications windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et il intègre toute les composants nécessaire aux taches de visualisation et de pilotage, donc il suffit d'imaginer la design de installation et tous les effets d'animations qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de installation à l'opérateur avec plus d'information à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différentes des objets.

L'automatisation de notre système est une tâche qui demande une bonne connaissance de l'automatique en générale et règles à respecter pour une production agroalimentaire en particulier, pour cela nous avons essayé de prendre en considération tous ces aspects pour réaliser notre travail.

Notre projet de fin d'étude est effectué au sein de l'unité de l'eau minérale « LALLA KHEDIDJA » située dans les hauteurs de la Kabylie, a pour but d'élaborer une solution de commande, et de supervision d'une partie de cette unité.

Ce projet nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des nombreux avantages qu'il présente. La découverte du monde industriel, la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus universitaire et l'expérience engrangée lors de notre collaboration avec l'équipe d'ingénieur. D'autre part, d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

A l'issu de ce travail, on peut conclure que la modélisation par GRAFCET a permis de faciliter la modélisation du système, puis de mettre au point la programmation du système a automatiser.

On a acquis notamment une maîtrise du logiciel TIA PORTAL de programmation des automates programmables dans notre cas les S7 1500, ce dernier nous a permis d'exporter directement les entrée/sortie dans la table mnémonique pour les utiliser comme variables externes dans le logiciel de supervision WinCC .

La solution proposer dans ce mémoire ne pourra être réellement validée qu'une fois la station est réalisée

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1] : BOUGHEDDA Said « Etude et amélioration d'une installation de déminéralisation d'eau industrielle(SNVI) »,2016.

[2] : MEZAIR Lynda « Conception et Automatisation du CIP (Clean In Place) d'une station de traitement d'eau Minérale L'alla Khadidja »,2014.

[3] : AOUACHE Hakim « Etude et automatisation de la nouvelle station pré-filtration d'eau CEVITAL »,2013.

[4] :https://fr.wikipedia.org/wiki/Régulateur_PID.

[5] :https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode_des_trapèzes.

[6] : Gilles Michel, Bernard Girard « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels »Edition dunod, paris, 1987.

[7] : René David, Hassane Alla « Du Grefcet aux réseaux de Pitri », Edition HERMES, paris 1992,1992.

[8] : document siemens « TIA PRO 2 -05 Mesure analogique et calcul ».
« TIA PRO 2-03Méthode de programmation structuré ».

[9] : BEN HMOUDA Riad « Notion de mécanique des fluides », cours, 2008.

[10] : BONNET Pierre « Introduction à la supervision », Novembre 2010.

[11] : BERKAINÉ Ismail « Etude, amélioration et supervision d'un système de nettoyage CIP pour un cuiseur stérilisateur du fromage »2016.

[12] :Documentation CEVITAL.

[13] :formation siemens

Résumé

Ce projet nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des nombreux avantages qu'il présente. La découverte du monde industriel, la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus universitaire et l'expérience engrangée lors de notre collaboration avec l'équipe d'ingénieur. D'autre part, d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

A l'issu de ce travail, on peut conclure que la modélisation par GRAFCET a permis de faciliter la modélisation du système, puis de mettre au point la programmation du système a automatiser.

On a acquis notamment une maitrise du logiciel TIA PORTAL de programmation des automates programmables dans notre cas les S7 1500.

Les mots clés :

S7 1500.

TIA PORTAL V13.

GRAFCET.

Nettoyage En Place(NEP).

WinCC.

IHM.

Supervision.

Méthode des trapèzes.

Régulateur PID.

PROFINET.

ET 200SP.

PPO.

VDM.