

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique et d'Informatique
Département : Automatique

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et Informatique Industrielles.**

Présenté par :
**MISSOUM MERZAK
OUAGUENI KOUSSEILA**

Mémoire dirigé par **Mme.Yousfi safia** co-dirigé par **Mr.Salam Ban Mamar**

Thème

***Etablissement d'une boucle de régulation pour la mise
en marche de circuit de vapeur par rapport au
désinfection Bacs, Quais, Soufflante***

Mémoire soutenu publiquement le 06 / 09 / 2016 devant le jury composé de :

Mme.Kharraz Khadidja, UMMTO, Présidente.

Mme, Yousfi Safia, UMMTO, Encadreur.

Mme.Cheballah Fatima, UMMTO, Examinatrice.



Remerciements

*On tient à remercier Dieu de nous avoir donnés le courage et la patience
afin que ce travail puisse voir le jour.*

Nos remerciements sont adressés à :

*Notre promotrice, Madame Yousfi, pour sa précieuse recommandation, ses
conseils et son orientation.*

*On remercie également l'ensemble du personnel de maintenance de
CEVITAL, en particulier Monsieur Salem Ben amar notre encadreur et chef
de service, Monsieur le directeur Nadir Rachedi , ainsi que tout le personnel de
l'unité du sucre liquide*

*Enfin On tient à exprimer nos profonds remerciements à tous ceux qui nous ont
soutenus de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

Dédicaces

A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montrée affection et compréhension à mon égard, ma mère que j'aime.

A l'homme de courage et de force, à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, mon père que j'aime.

A la mémoire de mon grand-père.

A mes sœurs Massiva et Célia

A mon petit frère Yanis

Mon binôme et cher ami Missoum et toute sa famille.

Aux familles OUAGUENI et MANKOUR,

A mes amis les plus fidèles.

A ceux que j'ai eu la chance de connaître, dans les meilleurs et pires moments de ma vie.

A tous ceux que j'aime, à tous ceux qui m'aiment, je dédie ce modeste travail.

Dédicaces

A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, à celle qui a sue me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montrée affection et compréhension à mon égard, ma mère que j'aime.

A la mémoire de mon père et mon grand-père.

A mes sœurs nacira, chafiaa, khoukha, zahra

A mes deux frère abdarahmane et achour

Mon binôme et cher ami Ouagueni Kousseila et toute sa famille.

Aux familles Missoum et Bersi.

A mes amis les plus fidèles.

A ceux que j'ai eu la chance de connaître, dans les meilleurs et pires moments de ma vie.

A tous ceux que j'aime, à tous ceux qui m'aiment, je dédie ce modeste travail.

SOMMAIRE

Liste des figures

Introduction générale	1
Présentation du complexe CEVITAL	3
CHAPITRE I : Les généralités sur sucre liquide	
I.1 Introduction.....	7
I.2 présentation du l'unité sucre liquide et ses différentes section	7
I.2.1 Sucre liquide	7
I.2.2 Les section de l'unité sucre liquide	8
I.2.2.1. Section SL100	8
I.2.2.2. Section SL200	9
I.2.2.3. Section SL300	9
I.2.2.4. Section SL400	10
I.2.2.5. Section SL500	11
I.2.2.6. Section SL600	13
I.2.2.7. Section SL1000	13
I.3 Fonctionnement de la section stockage expédition (SL600)	15
I.3.1 Bacs de stockage (T601, T602, T603, T604, T605)	15
I.3.2 Quais de stérilisation et chargement camion	15
I.3.3 Zone de prélavage	15
I.3.4 Soufflant	17
I.4 Désinfection bacs, quais, soufflant	18
I.4.1. Désinfection bacs	18
I.4.2. Désinfection soufflante	18
I.4.3. Désinfection Quais	20
I.5 Conclusion	20
CHAPITRE II : modélisation du système désinfection par Grafcet	
II.1 Introduction	21
II.2 Définition de Grafcet.....	21
II.3 Structure de Grafcet	21
II.4 Règles de syntaxe	28
II.5 Règles d'évolution du Grafcet	28
II.6 Niveau d'un Grafcet.....	28
II.6.1. Grafcet niveau 1	28
II.6.2. Grafcet niveau 2	29
II.6.3. Grafcet niveau 3	29

II.7	Modélisation de la section stockage.....	30
II.7.1.	Grafctet désinfection Bac niveau 1	30
II.7.2.	Grafctet désinfection soufflant niveau 1	33
II.7.3.	Grafctet désinfection Quai de chargement niveau 1	34
II.7.4.	Grafctet désinfection Bac T601 niveau 2.....	36
II.7.5.	Grafctet désinfection soufflant niveau 2	38
II.7.6.	Grafctet désinfection Quai de chargement niveau 2	39

II.8	Conclusion.....	41
-------------	-----------------	-----------

CHAPITRE III : Régulation et instrumentation

III.1	Introduction	42
III.2	Définitions	42
III.3	Principes généraux sur la régulation	42
III.3.1	Objectif de la régulation	42
III.3.2	Chaîne d'une régulation	42
III.4	Régulation Tout Ou Rien	43
III.5	Instrumentation	44
III.5.1	Capteurs-transmetteurs	44
III.5.2	Les vannes	47
III.5.3	la vanne régulatrice (TCV600)	48
III.6	Conclusion.....	49

CHAPITRE IV : Programmation avec STEP7

IV.1	Introduction.....	50
IV.2	Présentation de l'automate	50
IV.2.1	Définition d'un automate	50
IV.2.2	Description des éléments d'un API	52
IV.2.3	Le critère de choix d'un automate	53
IV.3	L'automate S7-300	53
IV.3.1	Présentation de l'automate S7-300	53
IV.3.2	Constitution de l'automate S7-300.....	54
IV.3.3	Description des éléments de l'automate S7-300	54
IV.3.4	Caractéristiques techniques de l'automate S7-300.....	58
IV.3.5	Fonctionnement de l'automate S7-300.....	58
IV.3.6	Les avantages de l'automate S7-300	59
IV.4	Le logiciel de programmation STEP7	59
IV.4.1	Présentation du logiciel STEP7	59

IV.4.2	Différentes applications du STEP7	60
IV.4.3	Langage de programmation de STEP7.....	60
IV.4.4	Structuration du programme.....	61
IV.4.5	Types de blocs dans le programme utilisateur sous STEP7	62
IV.5	Configuration matérielle	65
IV.6	Table des mnémoniques	66
IV.7	Notre solution programmée par 7-GRAPH	69
IV.8	Conclusion	70

CHAPITRE V : Supervision sous WinCC flexible

V.1	Introduction	71
V.2	Généralités sur la supervision.....	71
V.2.1	Qu'est-ce que la supervision ?	71
V.2.2	Avantages de la supervision.....	72
V.3	Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible.....	72
V.3.1	Les tâches d'un système IHM.....	72
V.3.2	Utilisation et application de WinCC flexible.....	73
V.4	Création du projet sur WinCC flexible.....	74
V.4.1	Configuration de WinCC flexible.....	74
V.4.2	Présentation de la fenêtre de WinCC flexible.....	75
V.4.3	Eléments de WinCC flexible	76
V.4.4	Création des vues	77
V.5	Supervision et simulation du projet.....	78
V.6	Conclusion.....	81
	Conclusion générale	82

Bibliographie

Liste des figures

Présentation du complexe CEVITAL

Figure 1 : Plan de masse du complexe CEVITAL 4

Figure 2 : Organigramme du complexe CEVITAL 6

CHAPITRE I : Les généralités sur sucre liquide

Figure I.1 : diagramme de l'unité sucre liquide 7

Figure I.2 : diagramme de la section SL100 8

Figure I.3 : diagramme de la section SL200 9

Figure I.4 : diagramme de la section SL300 10

Figure I.5 : diagramme de la section SL400 11

Figure I.6 : diagramme de la section SL500 12

Figure I.7 : diagramme de la section SL600 13

Figure I.8: diagramme de la section SL1000 14

Figure I.9 : schéma fonctionnelle de la section stockage et chargement 16

Figure I.10: la soufflant..... 17

Figure I.11: diagramme fonctionnelle de la soufflant 18

Figure I.12: Schéma fonctionnelle de l'air stérile. 19

CHAPITRE II : Modélisation du système désinfection par grafcet

Figure II.1 : Etape initial..... 21

Figure II.2 : Etape 22

Figure II.3 : Etape active 22

Figure II.4 : Transition non validée 22

Figure II.5 : Transition validée 22

Figure II.6 : Les réceptivités 23

Figure II.7 : Réceptivité multiple avec prise en compte de S2 sur front montant 23

Figure II.8 : Réceptivité avec prise en compte de S1 sur front descendant 23

Figure II.9 : Exemple d'une action dans un grafcet niveau 1 24

Figure II.10 : Exemple d'une action dans un grafcet niveau 2 24

Figure II.11 : Divergence et convergence en OU 24

Figure II.12 : Divergence et convergence en ET 26

Figure II.13 : saut d'étapes 27

Figure II.14 : Reprise de séquence 27

Figure II.15 : Les niveaux du GRAFCET	29
--	-----------

CHAPITRE III : Régulation et instrumentation

Figure III.1 : Procédé	43
Figure III.2 : Chaine de régulation	43
Figure III.3 : Action continue - Action discontinue	44
Figure III.4 : Capteur de niveau	45
Figure III.5: capteur de pression	46
Figure III.6: Capteur utilisé dans notre section	47
Figure III.7: Vanne TOR	48
Figure III.8: Notre vanne régulatrice MASONNEILAN type 35-3212	49

CHAPITRE IV : Automatisation par STEP-7

Figure IV.1 : Automate Programmable Industriel SIEMENS	52
Figure IV.2 : Constituant externe de l'automate S7-300	54
Figure IV.3 : Illustration des modules d'entrées/sorties	57
Figure IV.4 : Notre configuration matérielle	66
Figure IV.5 : tables des mnémoniques.....	68

CHAPITRE V : Supervision sous WinCC flexible

Figure V.1 : Intégration du projet dans l'environnement SIMATIC	75
Figure V.2 : Présentation de la fenêtre d'accueil du projet	76
Figure V.3 : Représente le schéma de fonctionnement des 5 bacs	78
Figure V.4 : Simulation de programmes désinfection bac T601	79
Figure V.5: Le schéma fonctionnel des 3 quais et la zone pré lavage	79
Figure V.6 : Simulation de programme désinfection quai 1	80
Figure V.7 : Simulation de programme désinfection de la soufflante SO-PL610	80

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Devant la compétitivité croissante et de plus en plus dure que subissent les entreprises industrielles, dans des domaines très importants comme la mécanique, l'informatique et l'automatisation..., les industriels doivent garder leurs outils de production performants et fiables, car cela reflète parfaitement leurs aptitude à affronter le marché international.

Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les Systèmes Automatisés de Production, car ces derniers rendent la capacité de production très élevée dans tous les domaines industriels en fournissant un produit de qualité.

Les automates programmables industriels répondent aujourd'hui à toutes les exigences de l'industrie.

Le SIMATIC constitue une vaste plateforme d'automatisation offrant des solutions à des problèmes complexes pour tous les secteurs d'activité. Le logiciel STEP7 a été conçu dans un souci d'homogénéité et de complémentarité avec un système de contrôle et de commande, offrant des fonctions conviviales de conduite et de simulation du processus, ce qui simplifie d'une manière considérable la mise en œuvre de nombreuses caractéristiques du système de commande, notamment la gestion de base de données communes.

L'unité du sucre de CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Dans tout le processus de sa production, de la section Déminéralisation décoloration jusqu'à son stockage et chargement au camion , les différentes étapes de fabrication du sucre liquide sont assurées par un matériel industriel automatisé où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assure le bon fonctionnement de la chaîne de production.

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à la section de stockage et expédition, plus précisément dans la procédure de désinfection, dans lequel le système de commande actuel présente des difficultés pour le service de maintenance pour garder une température idéal pour un produit stocké de bonne qualité .

- **Problématique**

Cependant la désinfection par rapport a la température ce fait manuellement seulement dans les bacs.

INTRODUCTION GENERALE

- **Solution projetée**

On est amené à concevoir un système de commande à base d'un automate programmable industriel (API) S7-300 de la firme SIEMENS qui va commander et gérer la fonction désinfection et le CIP (clean in place, nettoyage sur place) pour les circuits vapeur des BACS, QUAIS, et SOUFFLANTES.

- **Contraintes**

On ne pouvait pas faire des essais sur la commande existante et voir éventuellement le problème du saut d'étapes.

- **Organisation du mémoire**

Dans le cadre de la réalisation de notre projet intitulé « établissement d'une boucle de régulation pour la mise en marche de circuit de vapeur par rapport aux désinfection Bacs, Quais, soufflantes. », nous avons élaboré le plan de travail suivant :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous présentons les différentes sections sucre liquide et en particulier la section stockage et chargement.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation du système désinfection par un grafcet la présentation des différents structure de grafcet et ces niveaux
- ✓ Le troisième chapitre consiste à présenter la régulation et l'instrumentation utilisé dans cette section.
- ✓ Le quatrième chapitre comporte des généralités sur l'automate programmable industriel plus précisément le S7-300, ainsi que les modalités de son choix et le logicielle de programmation STEP7, le programme désinfection et la simulation avec PLCSIM.
- ✓ Le dernier chapitre est consacré au développement d'un système de supervision et de contrôle sous WinCC flexible.

Notre travail sera clôturé par une conclusion générale.

Avant-propos

❖ **Présentation de CEVITAL**

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie du marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étale sur une superficie de 45000 m².

Le complexe contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, son but est de satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produit de qualité.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché agroalimentaire font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur les marchés que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales. Ses produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli...).

❖ **Activité de CEVITAL**

Lancé en mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en décembre 1998.

En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, elle est devenue fonctionnelle en août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique, elles se présentent comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/jour) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-téréphtalate (9600 unités/heurs);
- Raffinage du sucre (2000 tonnes/jour et 3000 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120 000 tonnes) ;

- Minoterie et savonnerie (en cours d'étude) ;
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64 MW et de la vapeur).

❖ **Situation géographique**

CEVITAL est implanté au nouveau quai du port de Bejaia, à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la route nationale 26. Cette situation géographique lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



Figure 1 : Plan de masse du complexe CEVITAL

❖ Missions et objectifs :

La mission principale de l'entreprise est de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et de sucre à prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et de le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se résumer comme suit :

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

❖ Différents organes constituant le complexe CEVITAL

L'organigramme suivant (Figure 2) donne une vue générale sur les différents organes constituant le complexe CEVITAL.

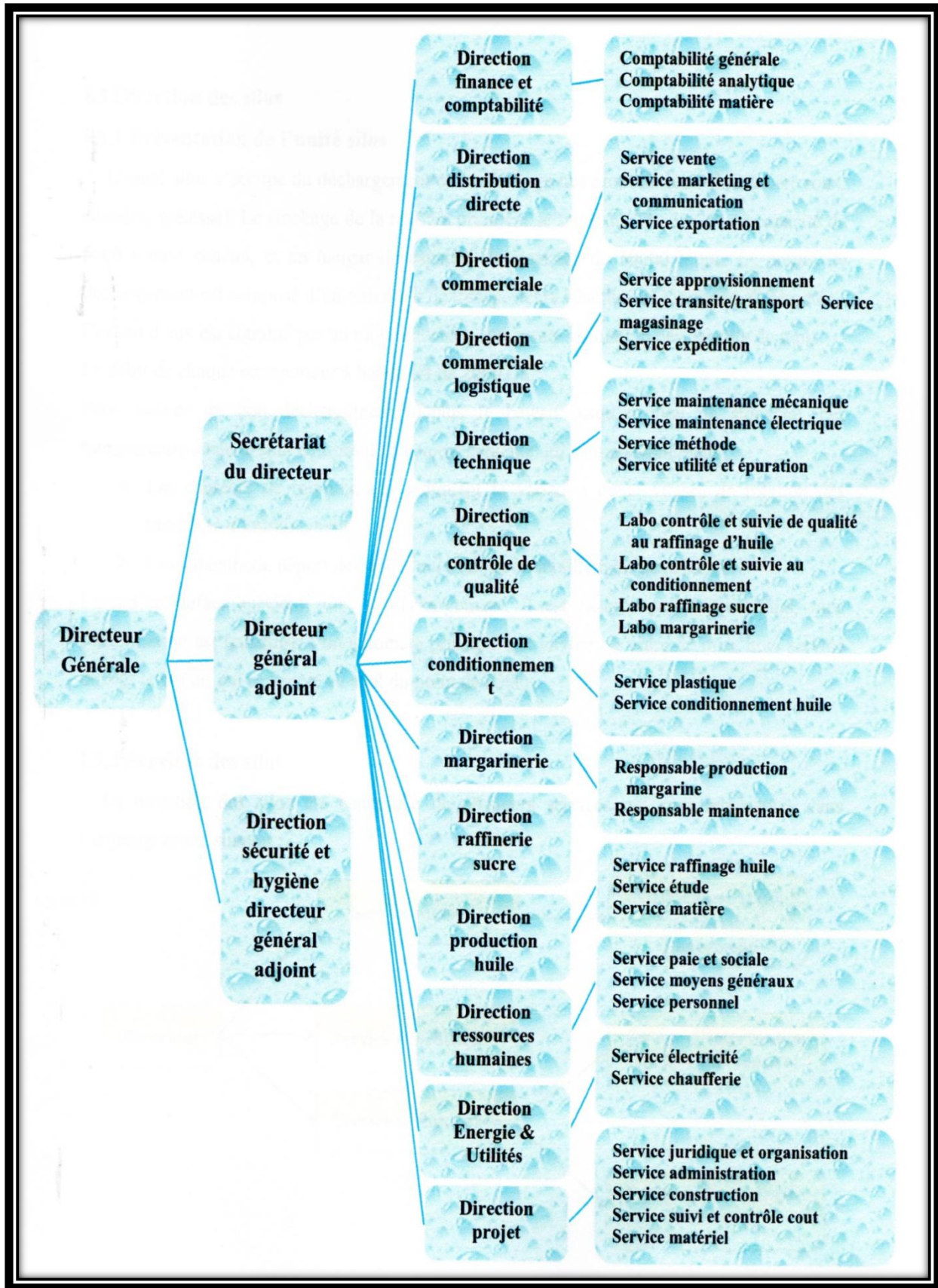


Figure 2 : Organigramme du complexe CEVITAL

CHAPITRE I

I.1 Introduction

La mondialisation, l'ouverture des marchés des nationaux, le regroupement des pays dans des organisations à caractère économique ou politique sont quelques facteurs qui ont stimulé la croissance et le développement des industries nationales. Cette croissance traduit le souci de suivie, d'efficacité de performance, et de rentabilité de ses entreprises industrielles. L'université contribue significativement au développement des organisations quelque soit leurs nature (organisation des conférences et séminaires, formation de personnel, offres de documentation etc...). Cette dernière a aussi besoin de ces organisations afin de bénéficier de leurs expériences, leurs données et leurs moyens pour permettre de concrétiser et de promouvoir de nouvelles recherches et aussi d'allier un coté pratique au coté théorique que l'université dessert. Plusieurs entreprises algériennes ont, dès le départ, pris conscience de la nécessité de promouvoir des relations universités-entreprises privilégiées; à leur tête le groupe Cevital. Et de notre objectif du travail est du établir une boucle de régulation pour les circuits vapeur des bacs quais et soufflantes par rapport au désinfection par température, Dans ce chapitre on donne des généralités sur sucre liquide.

I.2. présentation du l'unité sucre liquide et ses différentes section

Le sucre est un produit alimentaire d'origine végétale, composé de saccharose, extraite de la canne à sucre ou de la betterave. Le sucre extrait de la canne à sucre est d'origine asiatique, Il a été introduit sur le marché mondial, par les grecs puis par les romains mais le principe d'extraction du sucre roux pour le site de CEVITAL est a partir de la betterave.

I.2.1. Sucre liquide

La fabrication du sucre liquide passe par plusieurs étapes dans l'unité (sucre liquide), sur 6 section qui traite la décoloration puis la déminéralisation, hydrolyse et filtration charbon, pasteurisation et filtration stérile, concentration en final la section stockage et chargement.

Schéma Procède de fabrication sucre liquide:

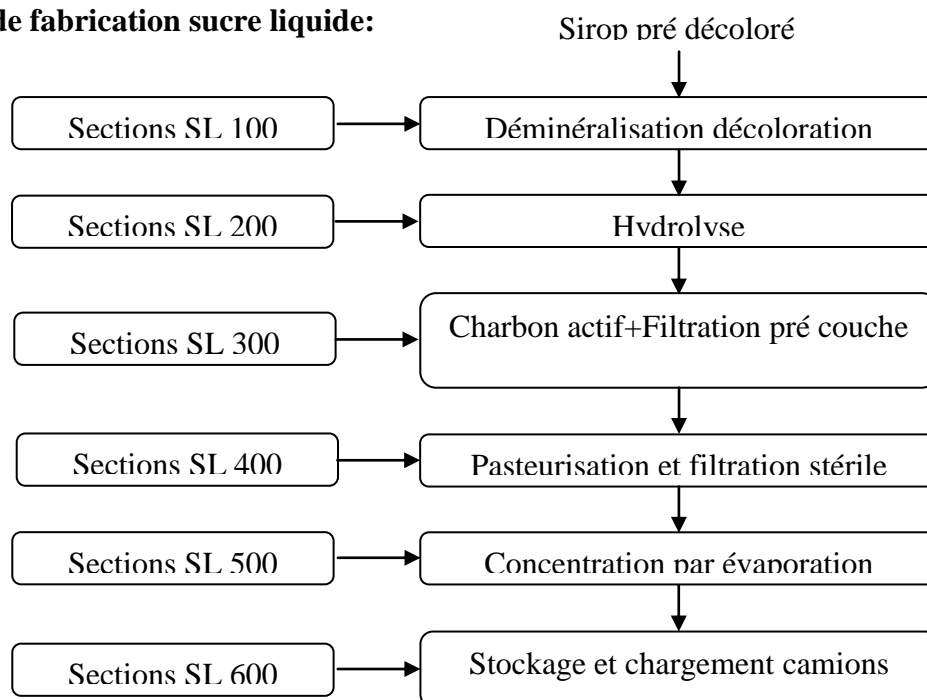


Figure I.1: diagramme de l'unité sucre liquide [1]

I.2.2. Les section de l'unité sucre liquide

I.2.2.1. Section SL100

La fonction de cette section est de déminéraliser le sirop super décoloré (sortie de la colonne de décoloration la moins saturée en résine parmi les autres en production). , Cette section comprend 3 colonnes échangeuses d'ions à lit mélangé (2 résines: "cation faible" + "anion fort"): V130, V135 et V140.

Chaque colonne est identique et possède son séquentiel. Les paramètres sont communs aux 3 colonnes. 2 colonnes produisent du sirop déminéralisé, ceci en parallèle décalé et à lit mélangé, alors que la 3ème effectue ses opérations de régénération/attente.

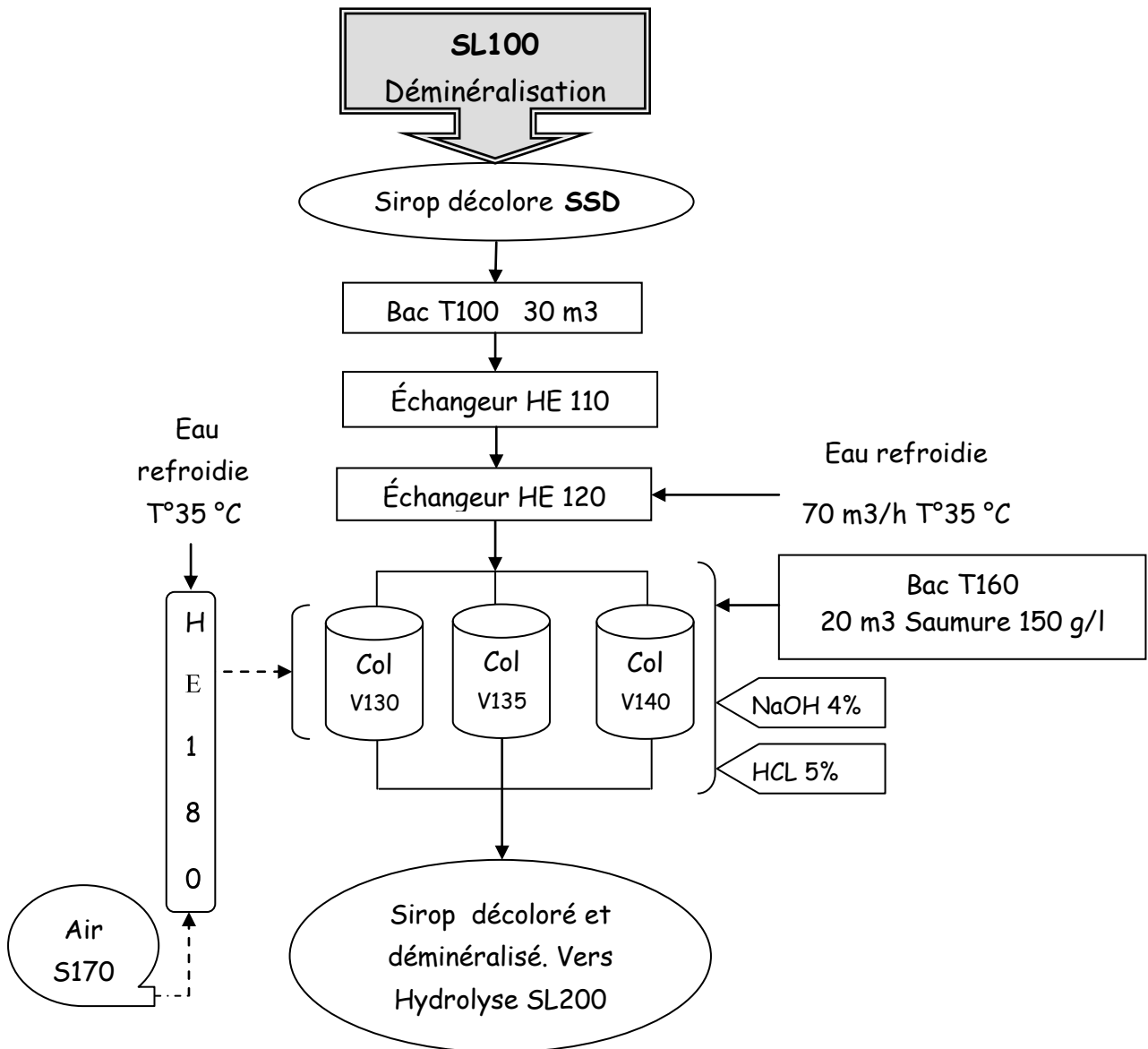


Figure I.2: diagramme de la section SL100 [1]

I.2.2.2. Section SL200:

La fonction de cette section est de produire de l'inverti à partir de sirop déminéralisé (sortie des colonnes de section 100).

Entièrement passée dans le cas d'une production de sucre liquide, Elle comprend 1 colonne échangeuse d'ions de repère V220. Celle-ci contient de la résine cationique forte capable de couper le chaînage moléculaire glucose fructose que constitue le sucre (saccharose). Le taux d'hydrolyse est réglé par le rapport entre le débit de production colonne et le débit de by-pass colonne: L'inverti désiré est en fait le mélange entre l'inverti en sortie colonne et le sucre liquide (by-pass). Cette colonne d'hydrolyse possède son séquentiel.

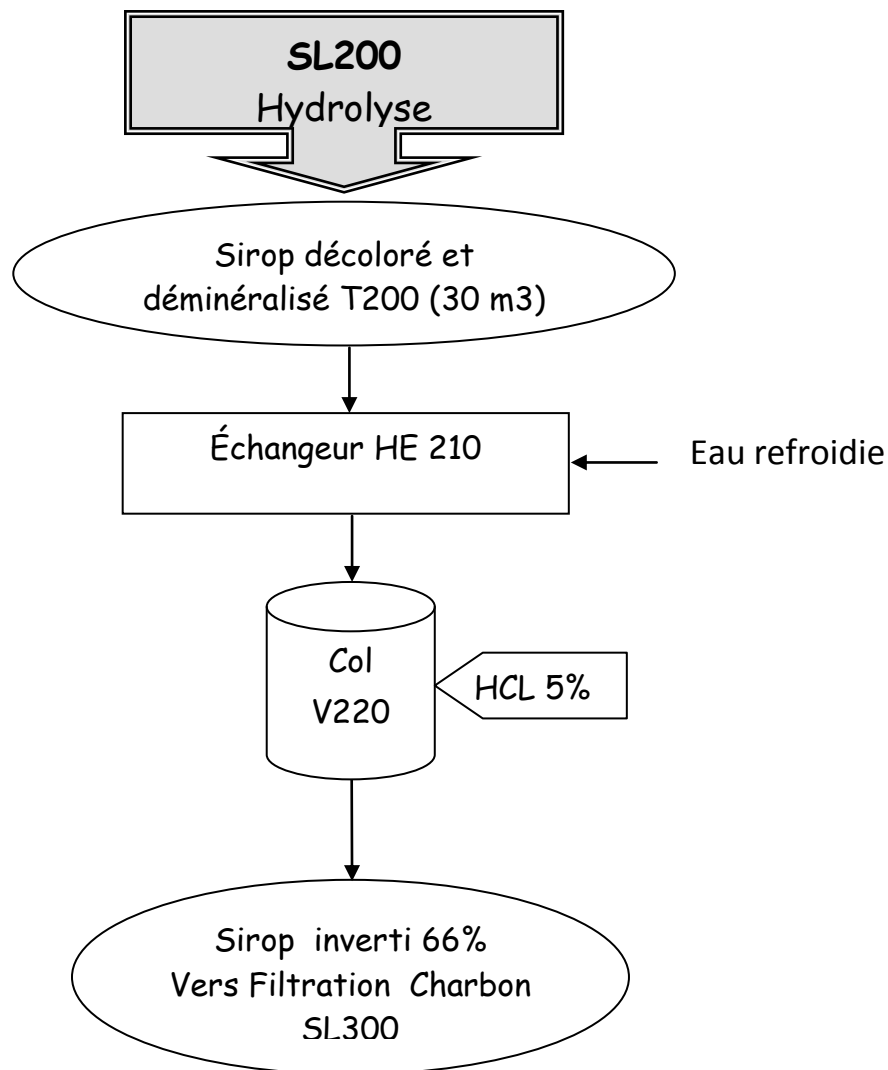


Figure I.3: diagramme de la section SL200 [1]

I.2.2.3. Section SL300:

La fonction de cette section est de désodoriser, puis filtrer le produit venant soit de section de déminéralisation (section 100) dans le cas de la production de sucre liquide, soit de l'unité d'hydrolyse (section 200) dans le cas de la production d'inverti.

Cette section comprend 2 grandes parties:

- Le traitement du produit par charbon.
- L'élimination du charbon.

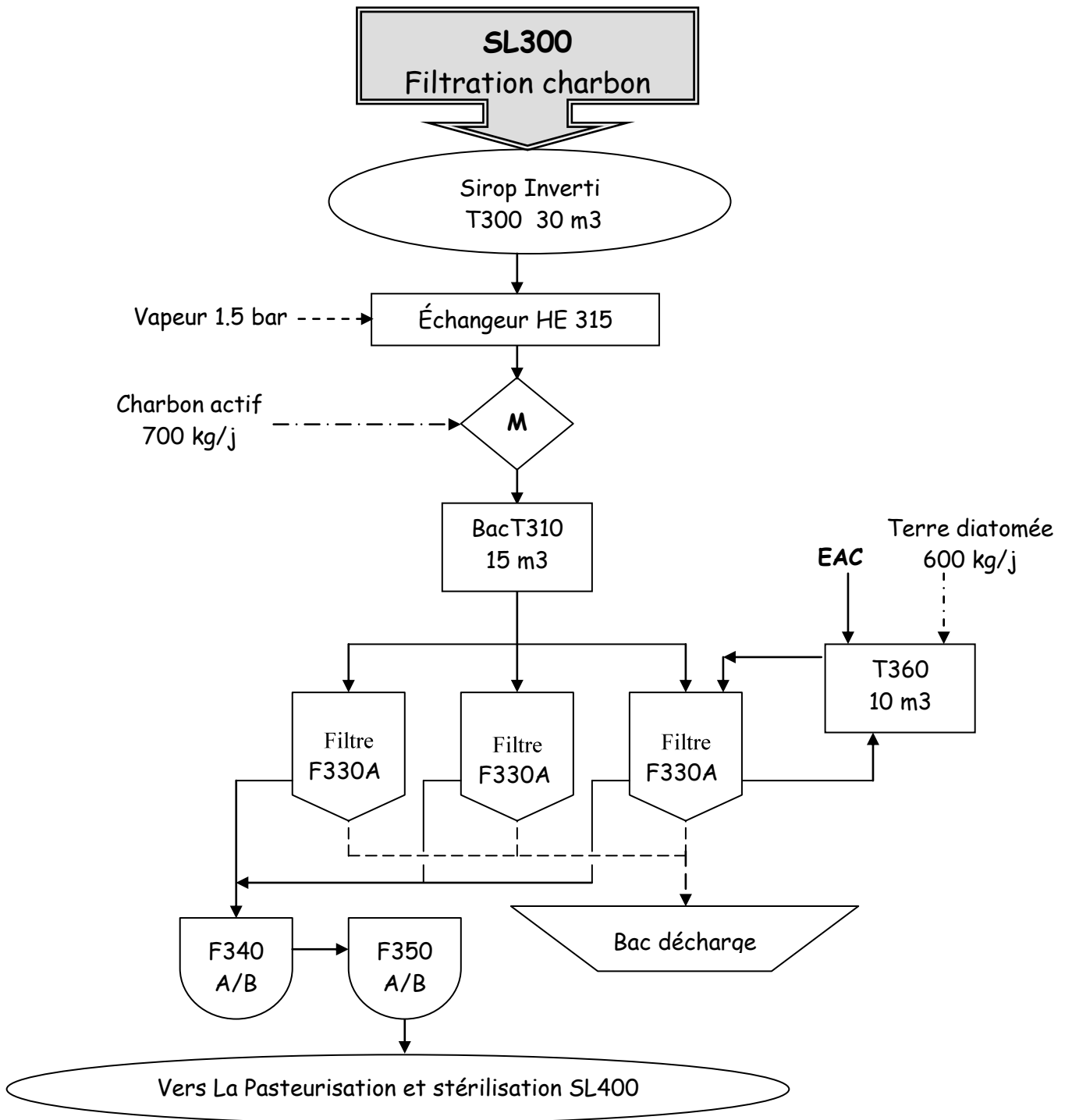


Figure I.4: diagramme de la section SL300 [1]

I.2.2.4. Section SL400:

La fonction de cette section est de stériliser le produit venant de l'unité de charbon -filtration avant d'être concentré puis stocké.

Cette section comprend 2 grandes parties:

- La pasteurisation.
- La filtration stérile.

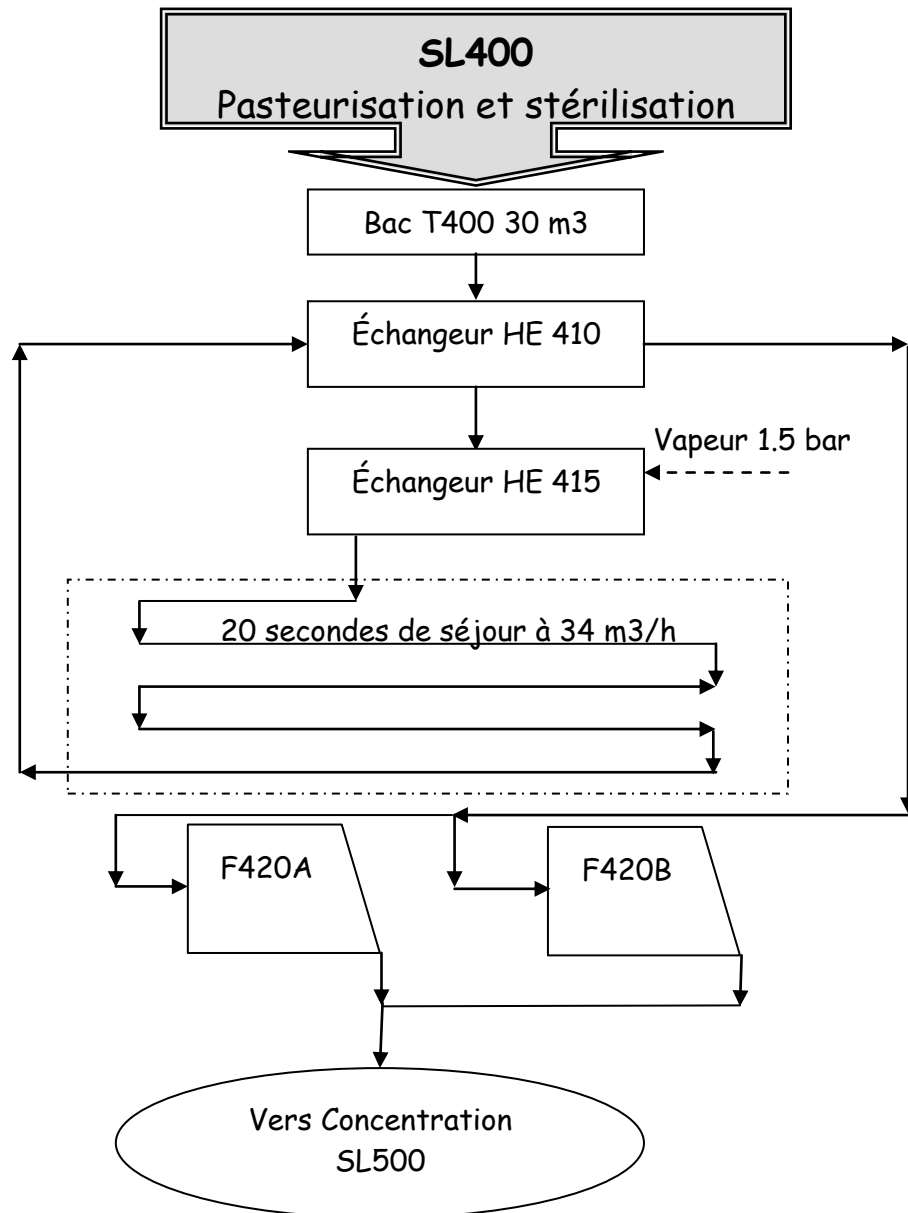


Figure I.5: diagramme de la section SL400 [1]

I.2.2.5. Section SL500:

La fonction de cette unité est de concentrer le produit venant de l'unité de pasteurisation filtration stérile avant d'être stocké.

- Cette unité d'évaporation est à 2 effets à plaques.
 - Une pompe à vide et un condenseur tubulaire permettent la mise sous vide. La régulation de vide est connectée directement en haut du 2ème séparateur.
 - Le débit de vapeur saturée est régulé en pression. La consigne est asservie à la densité du produit extrait du 2ème effet.
 - Le fonctionnement de cette unité est le "poussage" : à débit d'entrée constant.
- Le produit à concentrer est ajusté en PH dans le bac d'alimentation (T500).
- Un pré réchauffeur avant le 1er effet assure une économie d'énergie en utilisant les condensats chauds à la sortie du premier effet.

- Si cette unité est à fonctionnement continu, le régime transitoire (démarrages/arrêt des équipements) est séquentiel.
- Avant envoi vers le stockage, le fonctionnement est en recyclage pour obtenir la bonne concentration (brix) du produit.
- Le produit à brix obtenu est envoyé vers un système de refroidissement pour le stockage.
- Débit d'entrée: 31 m³/h Vide: 145 mbar absolu Vapeur: 900 mbar
- Brix à obtenir en sucre liquide: 67 brix.
- Brix à obtenir en inverti: 73 brix.
- Température du sucre liquide en sortie: 25°C.
- Température de l'inverti en sortie: 35°C.

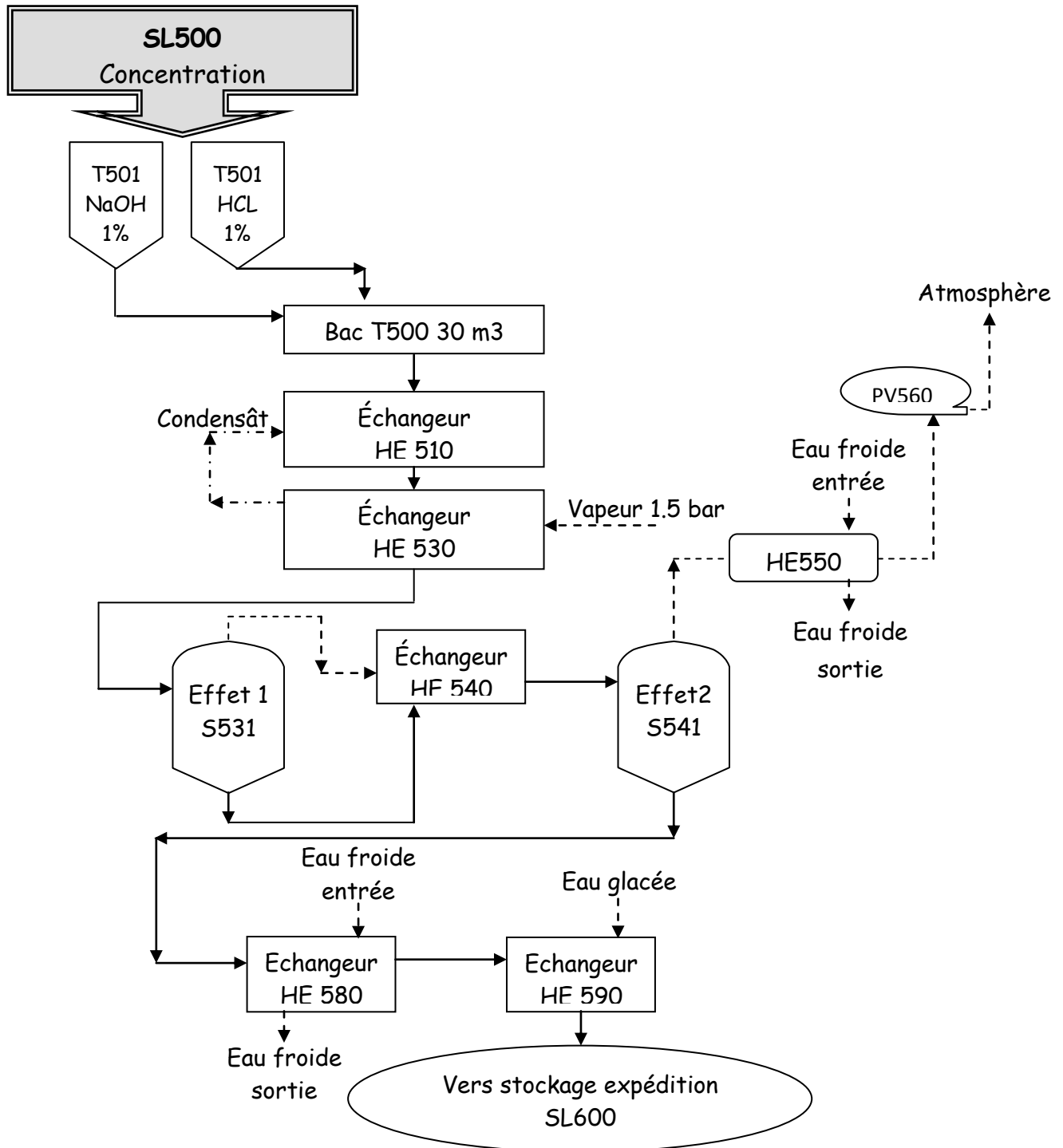


Figure I.6: diagramme de la section SL500 [1]

I.2.2.6. Section SL600

La fonction de cette section est le stockage et chargement du produit final concentré. Cette section comprend 5 bacs de stockage de 300 m³ chacun, de 3 quais stérilisation et chargement camion, et d'une zone de prélavage camion avec possibilité de stérilisation.

- Bacs de stockage (T601, T602, T603, T604, T6065).
- Quais de stérilisation et chargement camion (615, 616,617). Stockage et chargement
- Zone de prélavage

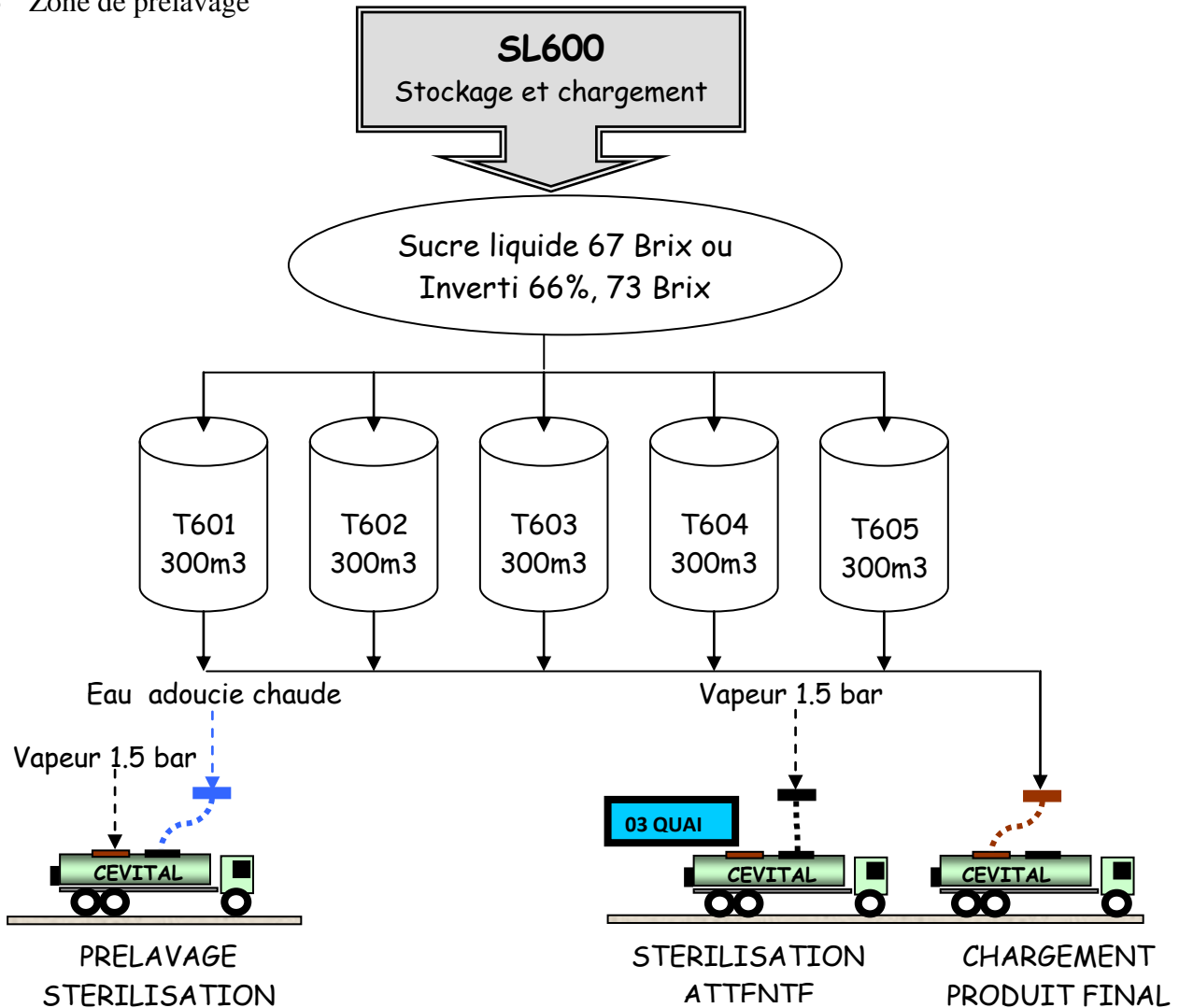


Figure I.7: diagramme de la section SL600 [1]

I.2.2.7. Section SL1000

Cette section a pour fonction d'assurer la régénération des colonnes de déminéralisation (unité 100) et d'hydrolyse (unité 200), ainsi que la préparation en saumure 150g/l pour la séparation des résines d'une colonne de l'unité 100 après soulèvement. Aussi, cette unité assure le dosage pour ajustement en pH du bac T500. Cette unité comprend 6 stations distinctes:

- Station d'eau récupérée (ER)
- Station d'HCl (acide chloridrique)
- Station de NaOH (soude)

- Station de NaCl (saumure)
- Station NaOH 1%
- Station HCL 1%

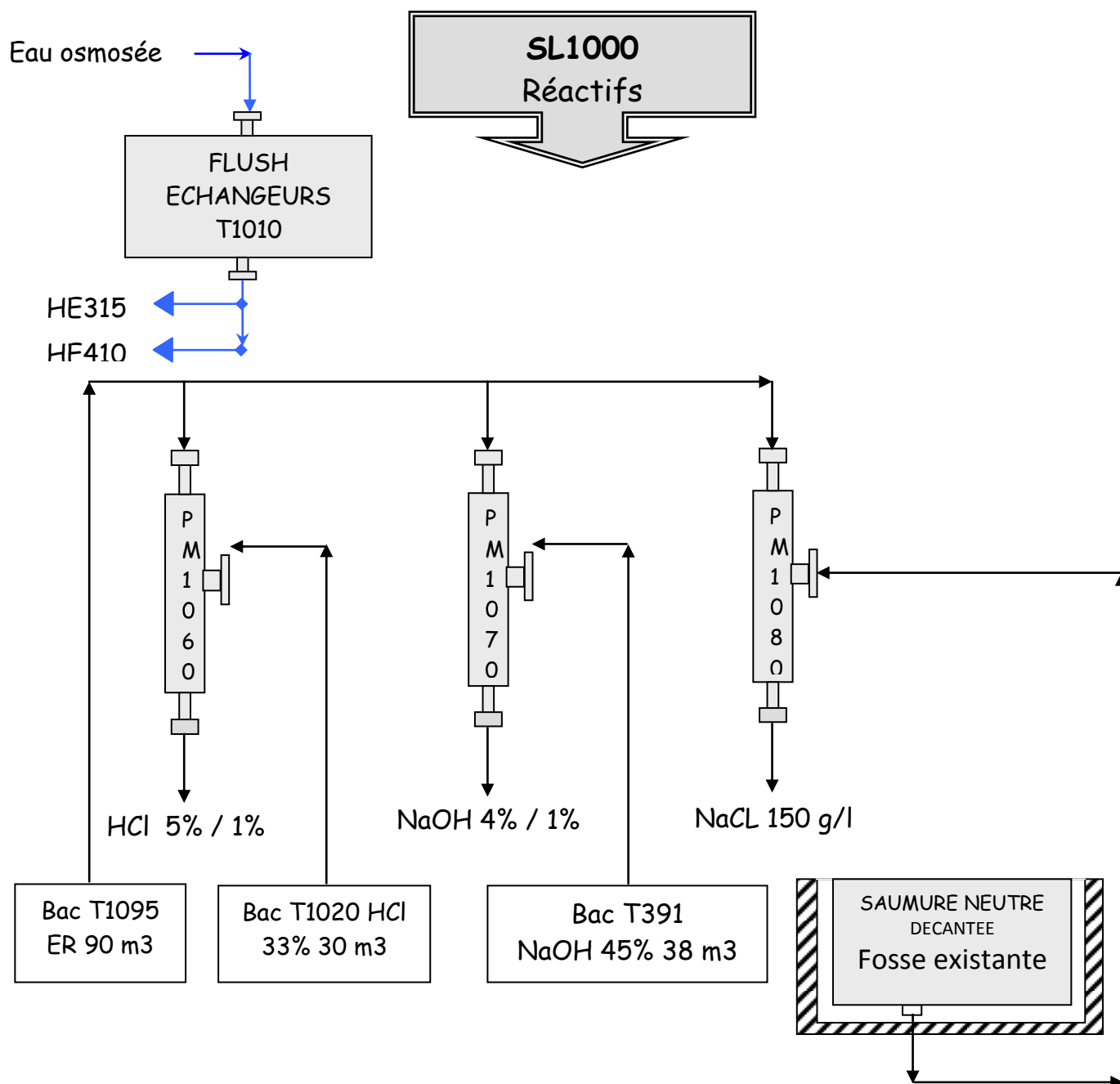


Figure I.8: diagramme de la section SL1000 [1]

Comme notre travail est basé sur la section stockage expédition (SL600), on va l'entamer par la présentation fonctionnelle, modélisation, ensuite la programmation et la supervision.

I.3. Fonctionnement de la section stockage expédition (SL600)

Le fonctionnement de cette section est très automatisé elle est constituée par 5 bacs pour le stockage de sirop pour charger les citernes des camions dans 3 quais.

I.3.1. Bacs de stockage (T601, T602, T603, T604, T605) :

L'opération de stockage se fait par un seul remplissage à la fois.

Le bac à remplir doit être à une température inférieure à 40 °C (inverti à 35 °C et sucre liquide à 25 °C), une sélection du bac à remplir est prévue.

Une fois le bac est vide, il est possible d'effectuer une opération de nettoyage (NEP) à l'eau chaude, suivie d'une stérilisation avec la vapeur à 1.5 bar.

I.3.2. Quais de stérilisation et chargement camion :

Avant chargement, tout camion devra être stérilisé avec de la vapeur 1,5 bar.

Le chargement d'un camion s'effectue en sélectionnant un bac, à condition que ce dernier soit mémorisé «bon pour chargement camion ». 2 quais au maximum peuvent utiliser le même bac.

Une pompe par quai assure le transfert du bac sélectionné vers le camion (par flexible). La fin du chargement est donnée par un volume.

Il est possible d'effectuer un nettoyage de la ligne de chargement de camion, suivi d'une stérilisation.

I.3.3. Zone de prélavage

Deux postes sont mis à disposition pour les camions devant être nettoyés, ceci avant stérilisation et chargement : prélavage à l'eau chaude et stérilisation.

En zone de prélavage, le prélavage à l'eau chaude et la stérilisation ne peuvent pas s'effectuer à la fois.

En cas d'essais à l'eau, de nettoyage ou stérilisation à la vapeur de l'unité de concentration, une mise à l'égout et purgeur sont prévues.

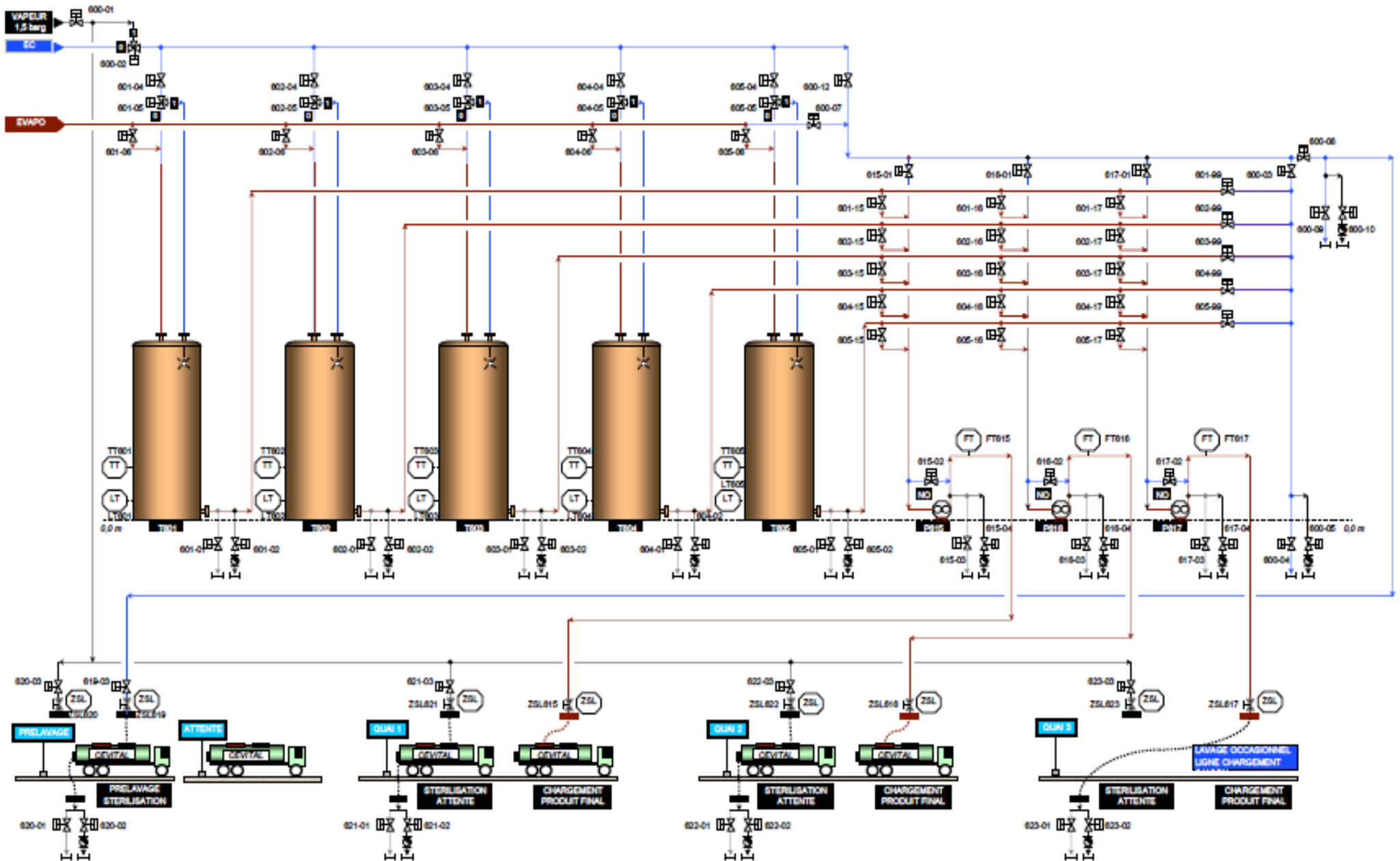


Figure I.9: schéma fonctionnelle de la section stockage et chargement

I.3.4. Soufflante :

Le système de filtration est une unité compacte intégrant une pré filtration, une soufflante basse pression et une filtration stérilisante.

L'air stérile est transporté avec une légère surpression vers la cuve de stockage.

L'échange constant dans le ciel de cuve évite le développement des bactéries, virus ou phages contenus dans l'air ambiant.

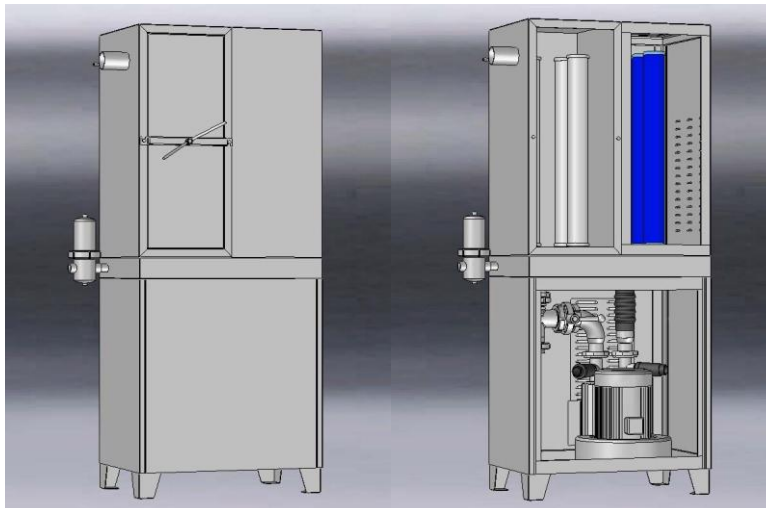


Figure I.10: La soufflante

Fonctionnement:

La soufflante aspire l'air ambiant sec, mais pollué (H.R. < 95%) par la prise d'aspiration (1) vers la chambre (2) (voir la figure (I.11)). L'air entrant est nettoyé par l'étage de pré filtration en amont de la soufflante. Les particules retenues pourront créer une perte de charge dans le temps. Pour maintenir et protéger la soufflante (4) une soupape de sécurité (3) est installée.

La soufflante (4) comprime l'air à une pression d'environ 0,1 bar. L'air comprimé passe par la chambre stérile (5). Le filtre stérile retient les micro-organismes et toutes les bactéries et autres contaminants.

Pour protéger la soufflante, il y a une soupape de sécurité qui s'ouvre si le filtre stérile est colmaté (6).

L'air stérile sort en repère (11) pour alimenter la cuve de stockage ou toute autre application. Pendant la phase de stérilisation des éléments filtrants stériles, la vanne (7) doit être fermée pour empêcher la vapeur d'entrer dans la soufflante. Pour une bonne qualité de la vapeur pour la stérilisation, le filtre à vapeur (8) est monté en standard sur l'unité P-SLF. Après stérilisation, les condensats peuvent être évacués par les vannes manuelles (9 +10). (voir également le guide de stérilisation)

Notre unité dispose deux soufflant qui fonctionne on permanence, un basculement de la soufflant en marche ver la stérilisation chaque 200 heures

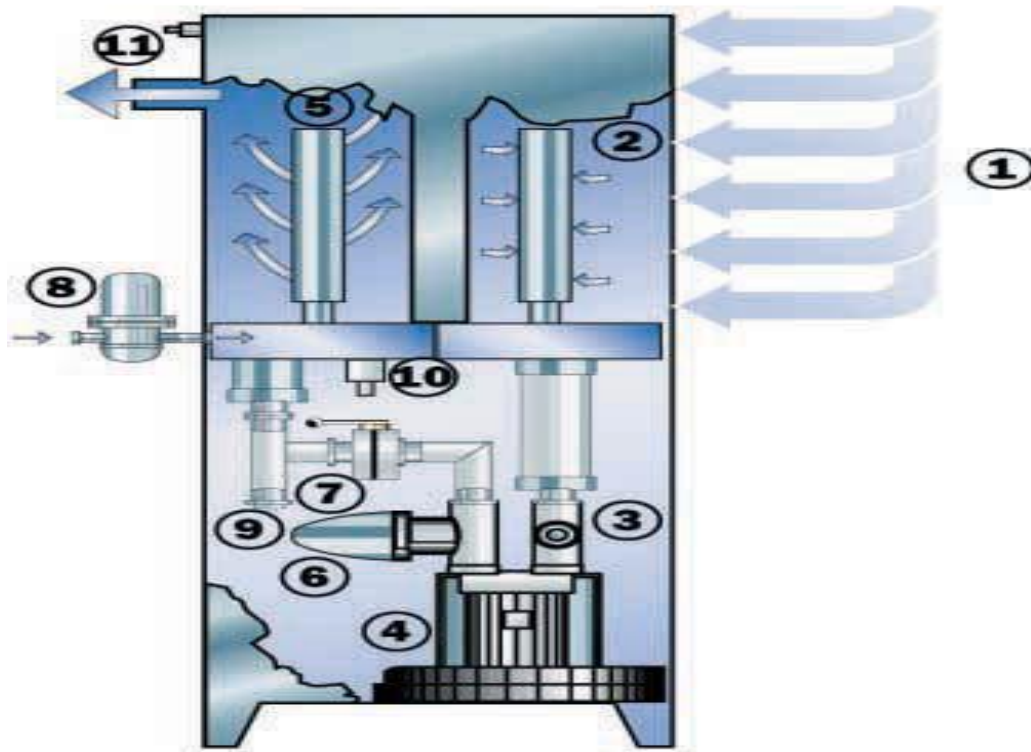


Figure I.11: Diagramme fonctionnelle de soufflant [1]

I.4. Désinfection bacs, quais, soufflant

La désinfection se fait pour éliminer les bactéries et les microbes (Micro-organisme) à une température trop élevée à chaque vidange ou avant stockage pour les bacs aussi les lignes de transfert de sirop à chaque utilisation, les quais de chargement et les citernes, les soufflantes pour l'air stérile pour assurer un stockage et un chargement d'un produit dans des conditions bien respectées pour une bonne qualité.

I.4.1. Désinfection bacs :

La désinfection des bacs se fait en deux étapes :

- à l'eau chaude une fois on sélectionne l'un des bacs pour le désinfecter et l'ouverture des vannes 600-02 et 60x-04, 60x-05 pour injecter l'eau chaude dans le bac sélectionné par suite on fait évacuer l'eau par la vanne 60x-01 pour purge lavage

- on lance le nettoyage par la vapeur et l'ouverture des vannes 600-01, 60x-04, 60x-05, 60x-06, et la vanne 60x-02 purge stérilisation pendant 20 minutes pour une température pas moins de 90°C et une pression 1.5 bar

I.4.2. Désinfection soufflante :

La désinfection de l'une de deux soufflantes (P-SLF SO610, P-SLF SO620) arrêt de la soufflante SO610, ou bien SO620 et l'ouverture des vannes xv610.23/xv610.00 ou bien pour SO620 les vannes xv620.23/xv620.00 puis ouverture des vannes distribution vapeur xv630.01/xv610.21 et pour SO620 xv620.21 et l'injection de la vapeur pendant 100 minutes (paramètre réglable pour le temps) pour une pression 150-250 mb on lance l'opération refroidissement purge pendant 120 minutes le basculement de la soufflante ce fait chaque 200 heures

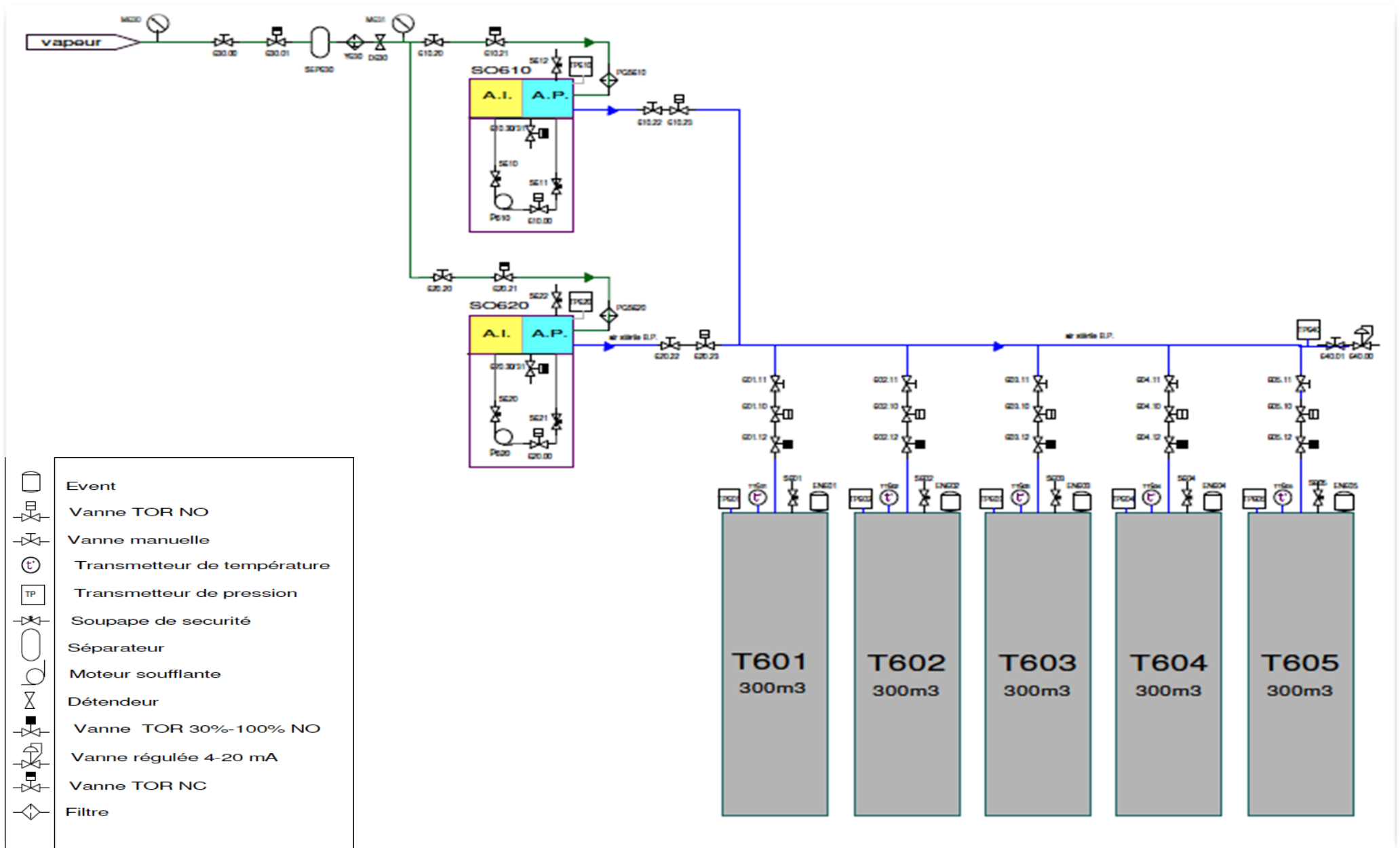


Figure I.12: Schéma fonctionnelle de l'air stérile.

I.4.3. Désinfection Quais

On pousse le reste de sirops dans tous les conduites et on le fait récupérer puis On lance la désinfection des quais une fois par semaine pendant 5 minutes pour une température supérieur à 92 °C pour garder le quai propre.

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donnés des généralités sur l'unité de sucre liquide vu que notre travail est basé sur la section stockage et chargement c'est pour cela il est indispensable de faire l'identification et la description de leurs différents éléments, que nous allons détailler dans le chapitre III.

CHAPITRE II

II.1 Introduction

Avec l'arrivée des nouvelles technologies et l'accroissement de la complexité des systèmes industriels une définition précise des spécifications fonctionnelles qui régissent le comportement du système s'impose.

Les automaticiens utilisent plusieurs outils de description, ceux établis par les chercheurs <<réseaux pétri>> s'appuient sur les travaux théorique et d'autre sont mis en œuvre par des industriels <<Grafcet>>.

Dans notre travail, nous optons pour l'outil Grafcet, pour sa simplicité, sa large diffusion en industrie et son cote pratique. Dans ce chapitre les principes et les règles de Grafcet sont présentés, suivi du modèle Grafcet obtenu.

II.2 Définition de Grafcet

Le GRAFCET (graphe de commande étapes transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il est basé sur les notions d'étapes, auxquelles sont associées des actions, et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative, en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet).

II.3 Structure de Grafcet

a)-l'étape

- **L'étape initiale**

L'étape initiale est représentée par un carré double, elle caractérise l'état du système au début de fonctionnement.

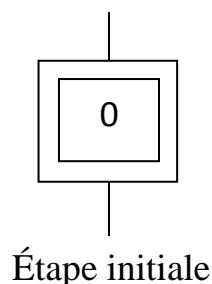


Figure 2.1 : Étape initiale.

- **Les étapes**

Elles représentent les différentes phases du cycle de fonctionnement d'un système automatisé.

Une étape correspond à un comportement stable du système. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape on peut associer une ou plusieurs actions.

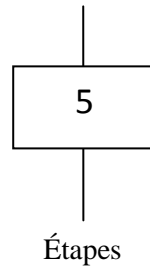


Figure 2.2 : Étape.

Une étape peut être active ou inactive. Si on veut représenter une étape active à un instant donné, on place un point à l'intérieur du carré.

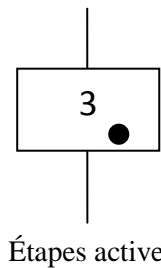


Figure 2.3 : Étape active.

b)-Transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. A chaque transition, on associe une ou plusieurs conditions logiques qui traduisent la notion de réceptivité.

Une transition est représentée par un tiret perpendiculaire au trait de liaison reliant deux étapes. Une transition est validée lorsque l'étape ou (les étapes) immédiatement précédentes sont actives.

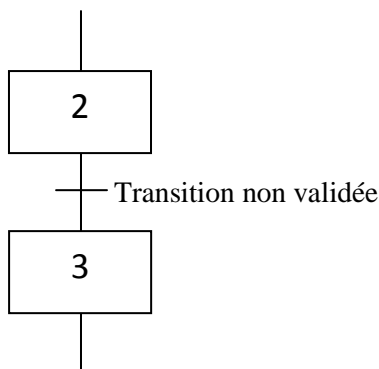


Figure 2.4 : Transition non validée.

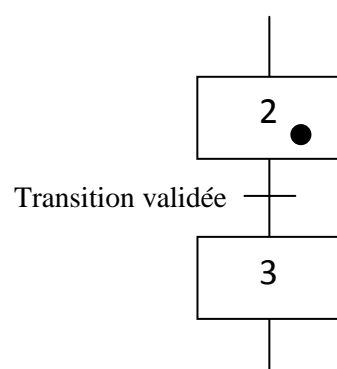


Figure 2.5 : Transition validée.

c)-Réceptivités

La réceptivité est la condition logique pour l'évolution du grafcet. Les réceptivités proviennent du pupitre de commande, des fins de courses ou d'information provenant de la partie opérative. La réceptivité peut être vraie ou fausse. Si la réceptivité est vrai (=1) la transition peut être franchie et le cycle peut évoluer

si elle est fausse alors la transition ne peut pas être franchie. Si une réceptivité est noté=1, ceci indique qu'elle est toujours vraie.

Les réceptivités peuvent être prises en compte sur les fronts montants ou sur les fronts descendants des variables concernées.

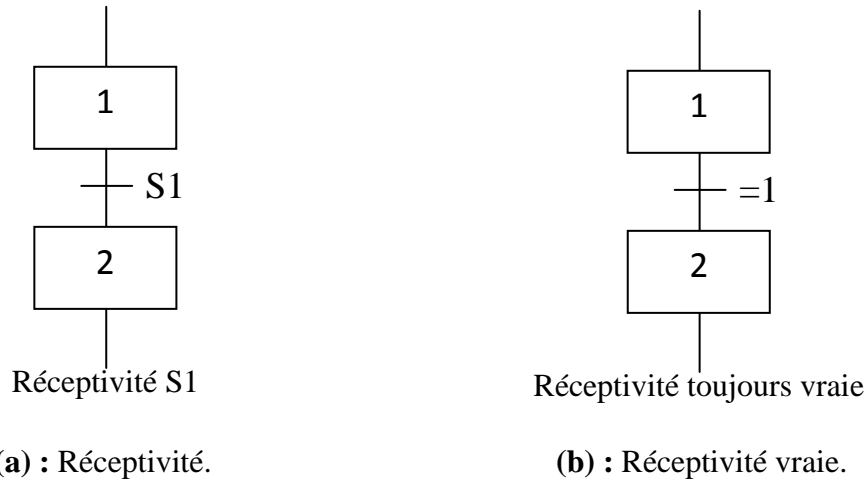


Figure 2.6: Les réceptivités

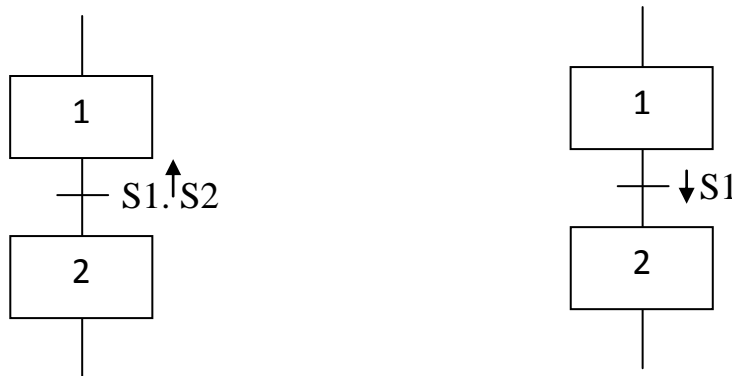


Figure 2.7 : Réceptivité multiple avec prise en compte de S2 sur front montant

Figure 2.8 : Réceptivité avec prise en compte de S1 sur front descendant

d)-Liaisons orientés

Le Grafcet se lit de haut en bas, autrement il est nécessaire d'indiquer son évolution avec des liaisons orientées constituées de flèche indiquant le sens.

e)-Action

L'action est associée à une étape, elle est active lorsque le cycle est arrivé sur l'étape. Il est possible de définir les actions conditionnelles, temporisé (électrovanne, enclenchement d'un contacteur . . . etc). Chaque action est inscrite de façon symbolique ou littérale à l'intérieur d'un rectangle relié à l'étape par un trait(Fig2.9).

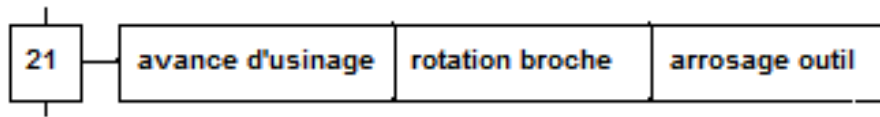


Figure 2.9: Exemple d'une action dans un grafcet niveau1.

L'étape 21 est active alors les actions associées seront exécutées

Une action peut être conditionnelle c'est-à-dire qu'elle est vraie si l'étape concernée est active et si la condition signalée est également vraie. Seules les actions qui peuvent être actives à l'étape concernée sont inscrites dans un rectangle, on ne devra donc pas trouver d'action barrée (complémentée). Une étape sans action est généralement une étape d'attente.

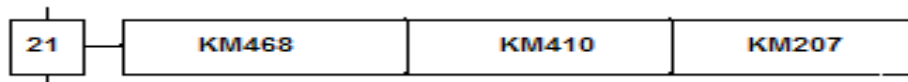


Figure 2.10: Exemple d'une action dans un grafcet niveau2.

f)-Les séquences multiples

Le GRAFCET à séquences multiples, contrairement au GRAFCET linéaire, comporte plusieurs séquences. La sélection de ces séquences se fera par aiguillage appelés divergences en OU, en ET.

g)-Divergence et convergence en OU

Après l'étape (20), en fonction de la transition à franchir (A ou B) la séquence comportent les étapes (21), (22), (23) ou les étapes (24), (25), (26). Et se déroulera comme suit.

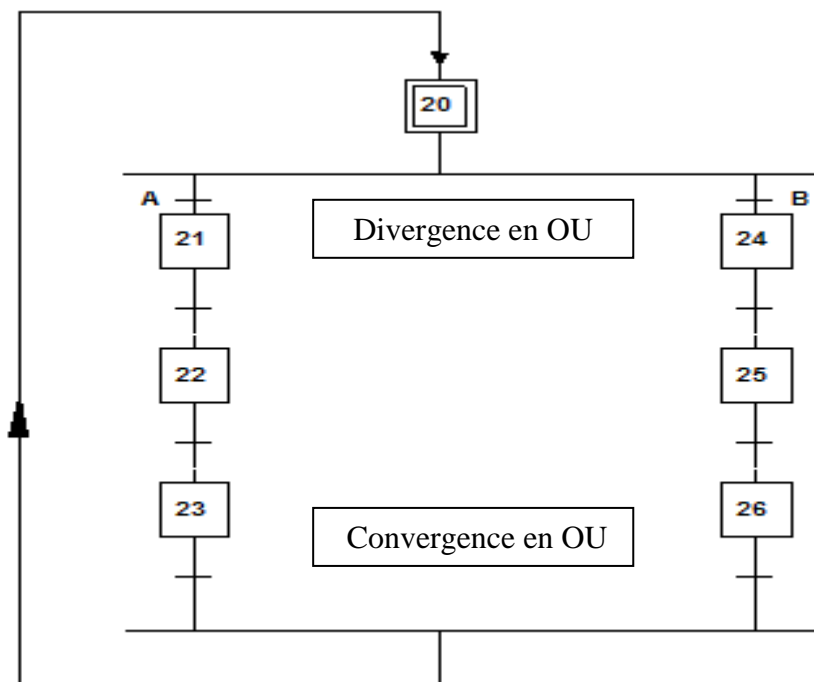
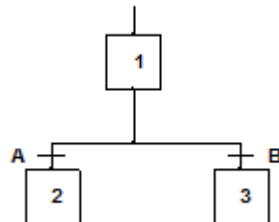


Figure 2.11: Divergence et convergence en OU.

Exemple :

- **Divergence en OU**

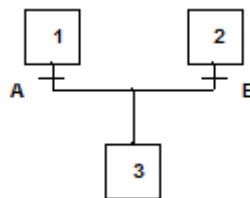
- Si l'étape 1 est active et la réceptivité A est vraie (sans B), alors on aura la désactivation de l'étape 1 et l'activation de l'étape 2, l'étape 3 restera inchangée.
- Si les réceptivités A et B sont vraies puis l'étape 1 est activée ; alors on aura l'activation de l'étape 2 et 3.



Divergence en OU

- **Convergence en OU**

- L'étape 1 est active et A est vraie (sans B), alors on aura l'activation de l'étape 3 et la désactivation de l'étape 1. l'étape 2 restera inactive.
- Si les étapes 1 et 2 sont actives et A et B sont vraies ; alors l'étape 3 sera active, les étapes 1 et 2 seront désactivées.



Convergence en OU

h)-Divergence et convergence en ET

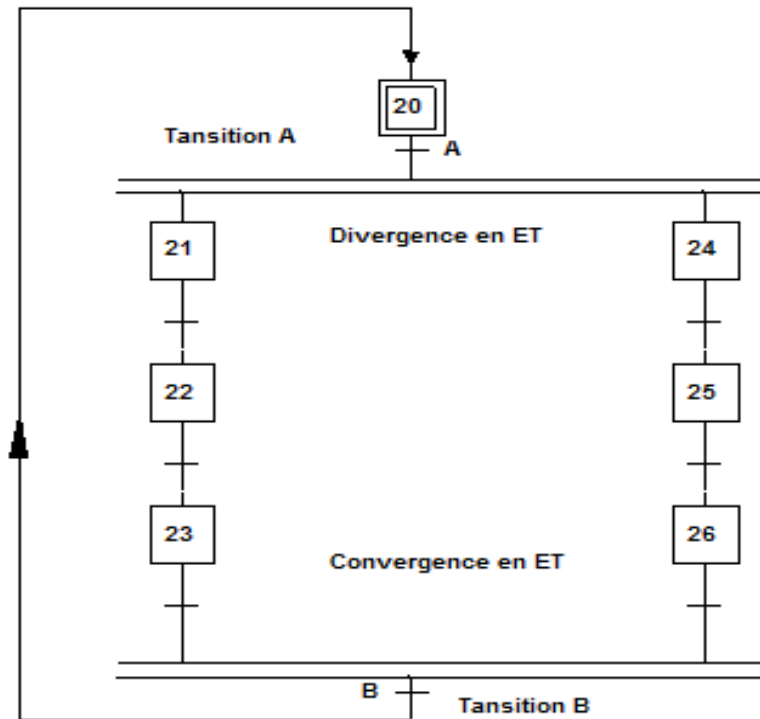
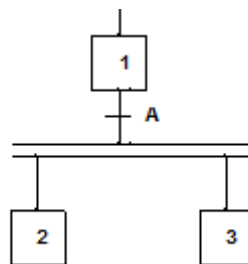


Figure 2.12: Divergence et convergence en ET.

• Divergence en ET

Deux ou plusieurs séquences peuvent être simultanément activées à partir de la même transition.

- Si l'étape 1 est active et A est vraie ; alors en aura la désactivation de l'étape 1 et l'activation des étapes 2 et 3.

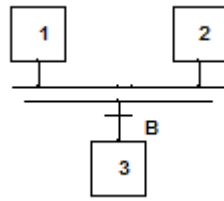


Divergence en ET

• Convergence en ET

La convergence entre plusieurs branches parallèles ne pourra s'effectuer que lorsque toutes les séquences seront terminées.

- Si l'étape 1 est active seule, B est vrai ; alors il n'y a pas de changement.
- Si l'étape 1 et 2 sont actives et B est vraie, alors on aura l'activation de l'étape 3 et désactivation des étapes 1 et 2.



Convergence en ET

i)-Saut d'étapes

Un saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (exemple: perçage avec ou sans déburrage) Fig. 2.13.

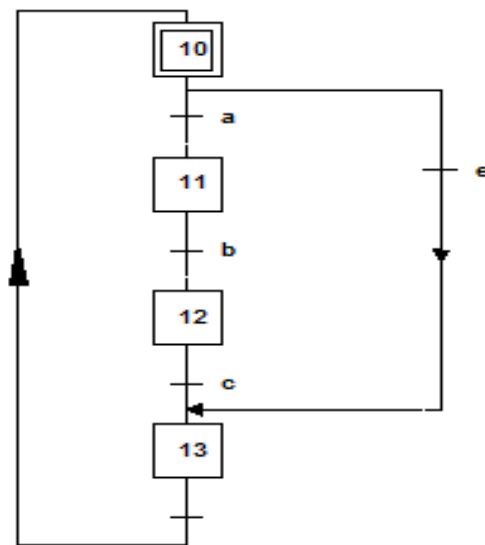


Figure 2.13 : Saut d'étapes.

j)-Reprise de séquence

Un renvoi de séquence permet d'effectuer plusieurs fois une même séquence tant qu'une condition n'est pas réalisée (exemple : remplissage d'un produit) Fig. 2.14.

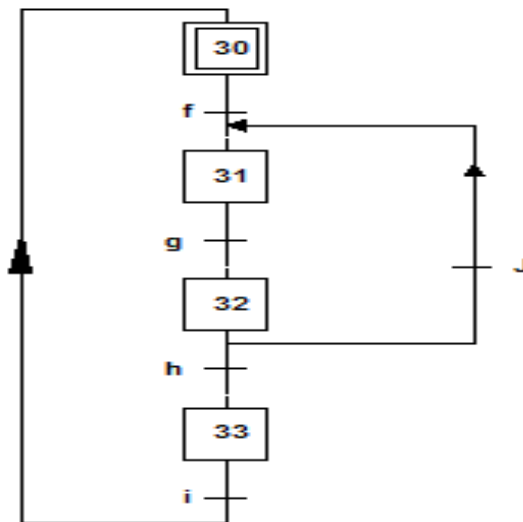


Figure 2.14 : Reprise de séquence.

II.4 Règles de syntaxe

- L'alternance étapes- transition et transition –étapes doit toujours être respecté quelque soit la séquence parcourue.
- Deux étapes ne doivent jamais être reliées par une liaison orientée Elles doivent être séparées par une transition.
- Deux transitions ne doivent jamais être sur la même liaison orientée Elles doivent être séparées par une étape.

II.5 Règles d'évolution du GRAFCET

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, elles précisent les causes et les effets du franchissement des transitions.

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, et est régie par 5 règles :

- **Règle n°1** : condition initiale:
La situation initiale caractérise le comportement initiale de la partie commande et correspond aux étapes actives au début de fonctionnement.
- **Règle n°2** : Franchissement d'une transition :
Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, et seulement si la réceptivité associée est vraie.
- **Règle n°3** : Évolution des étapes actives:
Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.
- **Règle n°4** : Franchissement simultanées:

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

➤ **Règle n°5 : Conflit d'activation:**

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

II.6 Niveau d'un GRAFCET

II.6.1 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 abréviation (Figure 2.15.(a)).

II.6.2 Grafcet niveau 2

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus détails des actionneurs, et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrites en abréviation et non en mot. On associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité (Figure 2.15.(b)).

II.6.3 Grafcet niveau 3

Dans ce cas on reprend le Grafcet niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à pouvoir élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution (Figure 2.15.(c)).

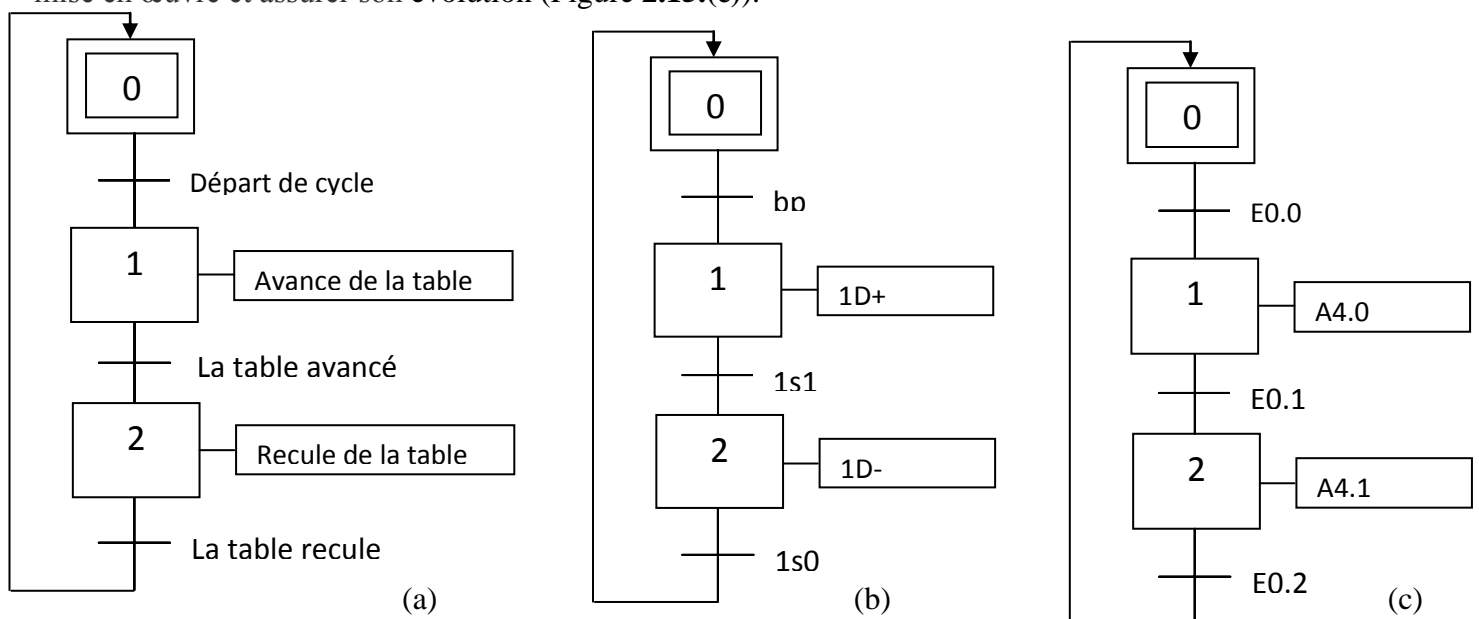


Figure 2.15 : Les Niveaux du GRAFCET.

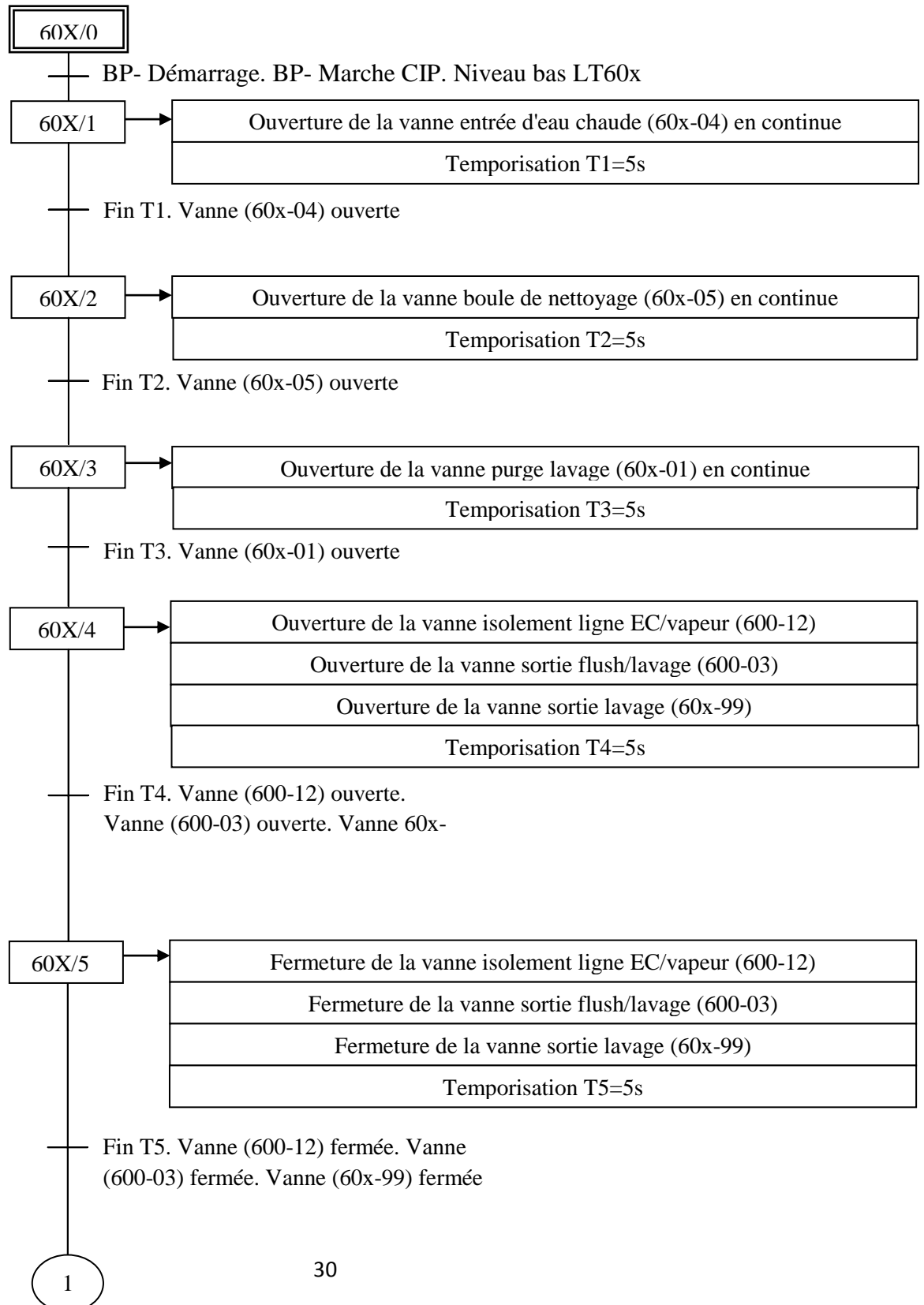
II.7 Modélisation de la section stockage

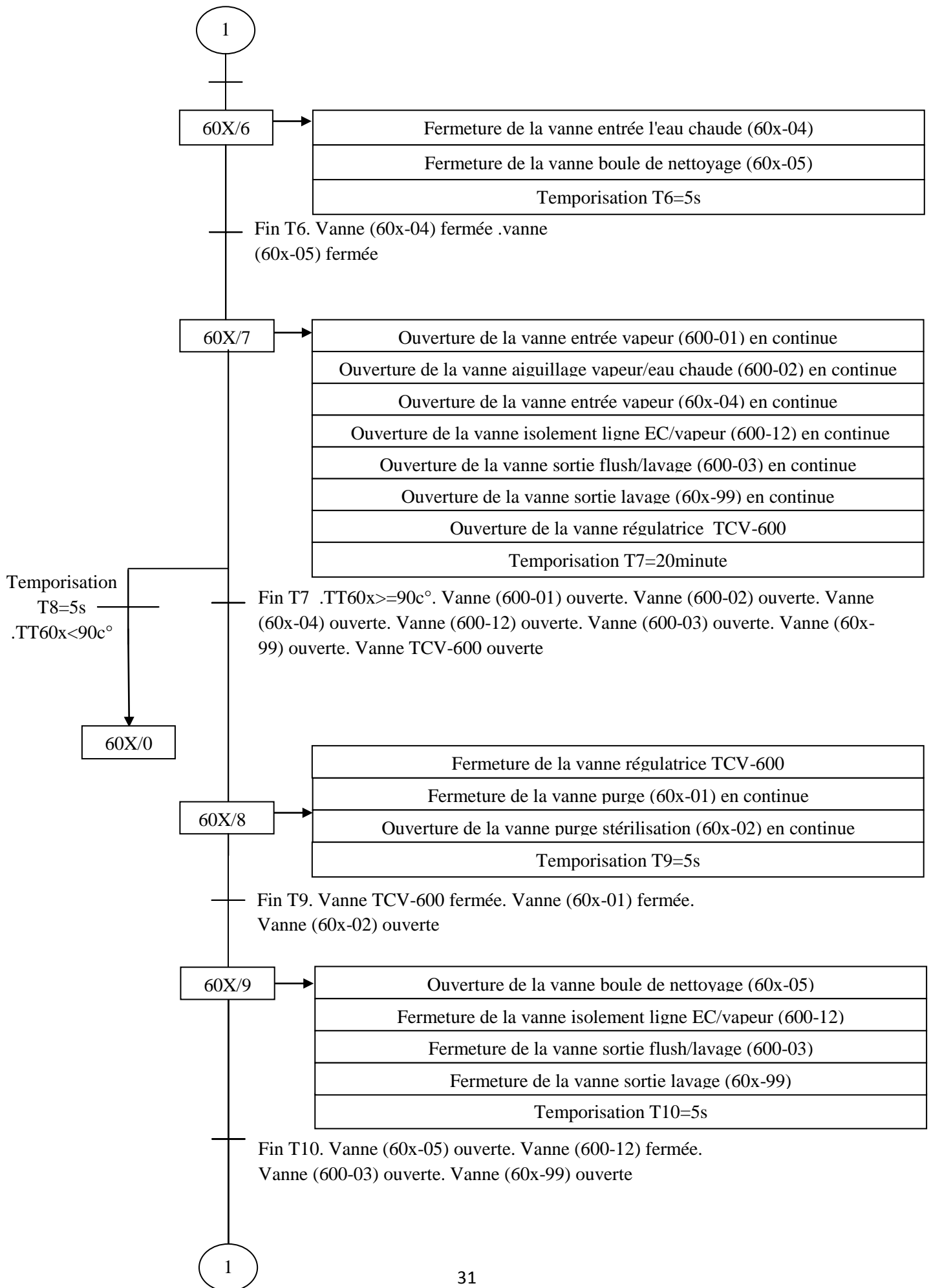
Dans cette partie, on va faire la modélisation de notre système par Grafcet

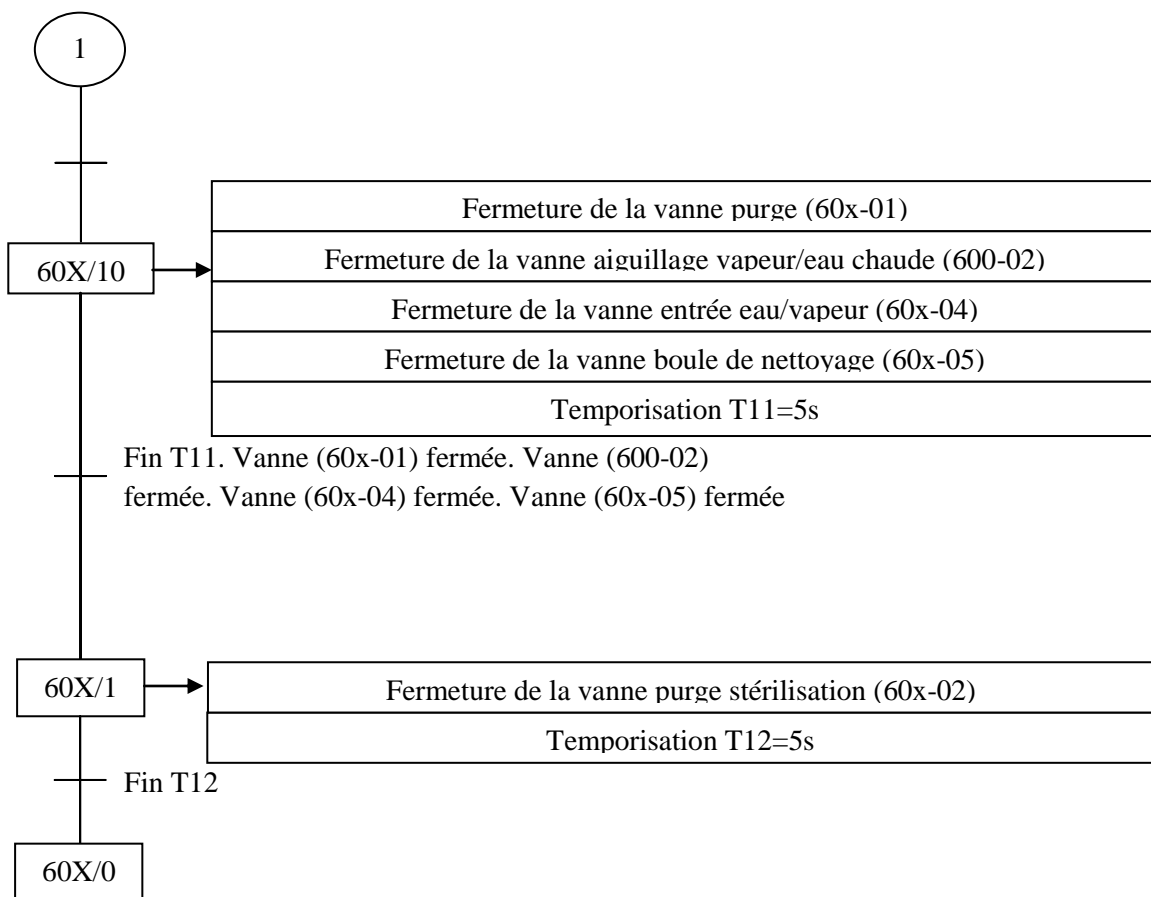
II.7.1 Grafcet désinfection Bac niveaux 1

Légende:

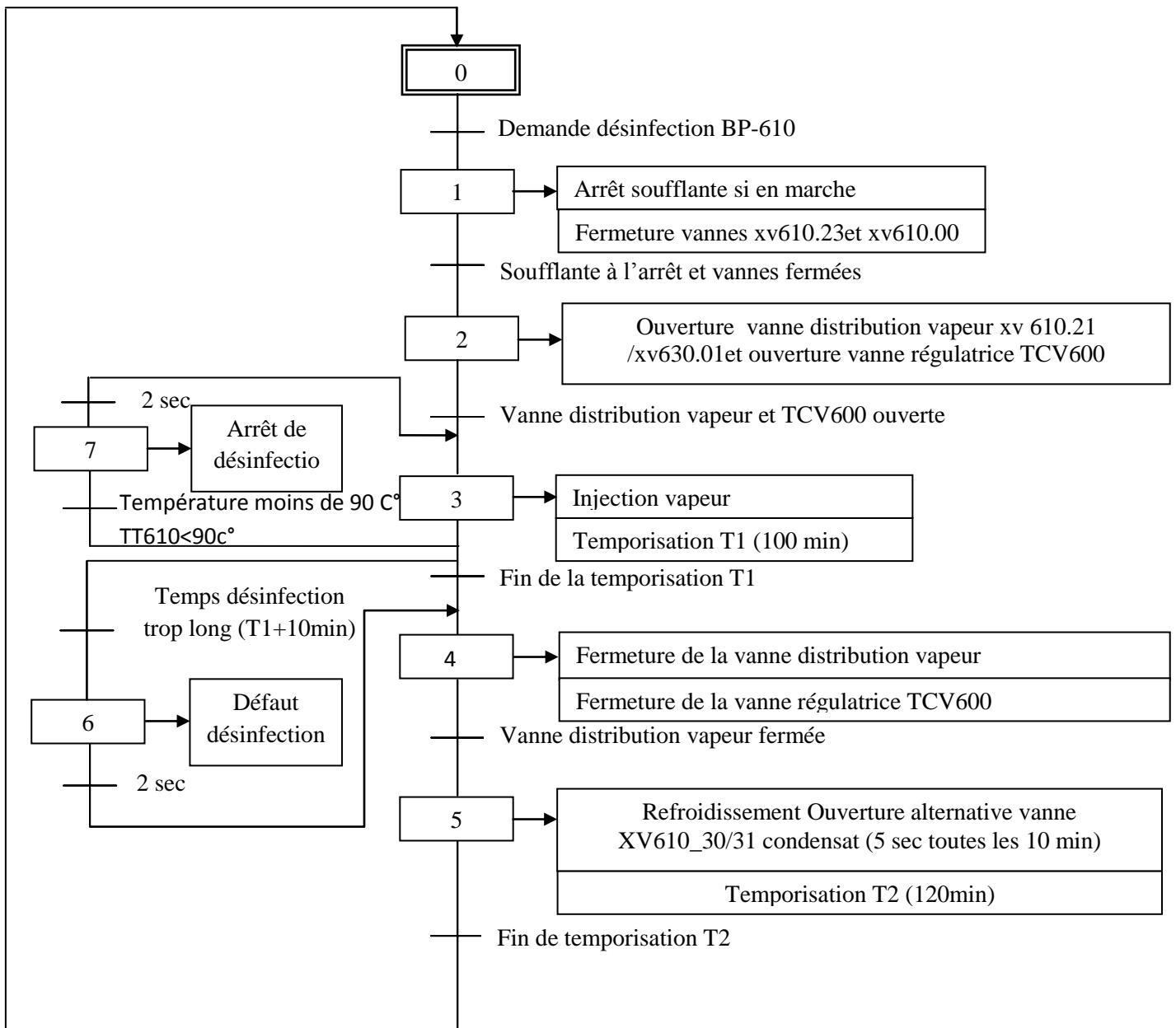
60x=601 pour T601 60x=602 pour T602 60x=603 pour T603 60x=604 pour T604 60x=605 pour T605







II.7.2 Grafcet désinfection soufflant niveaux 1

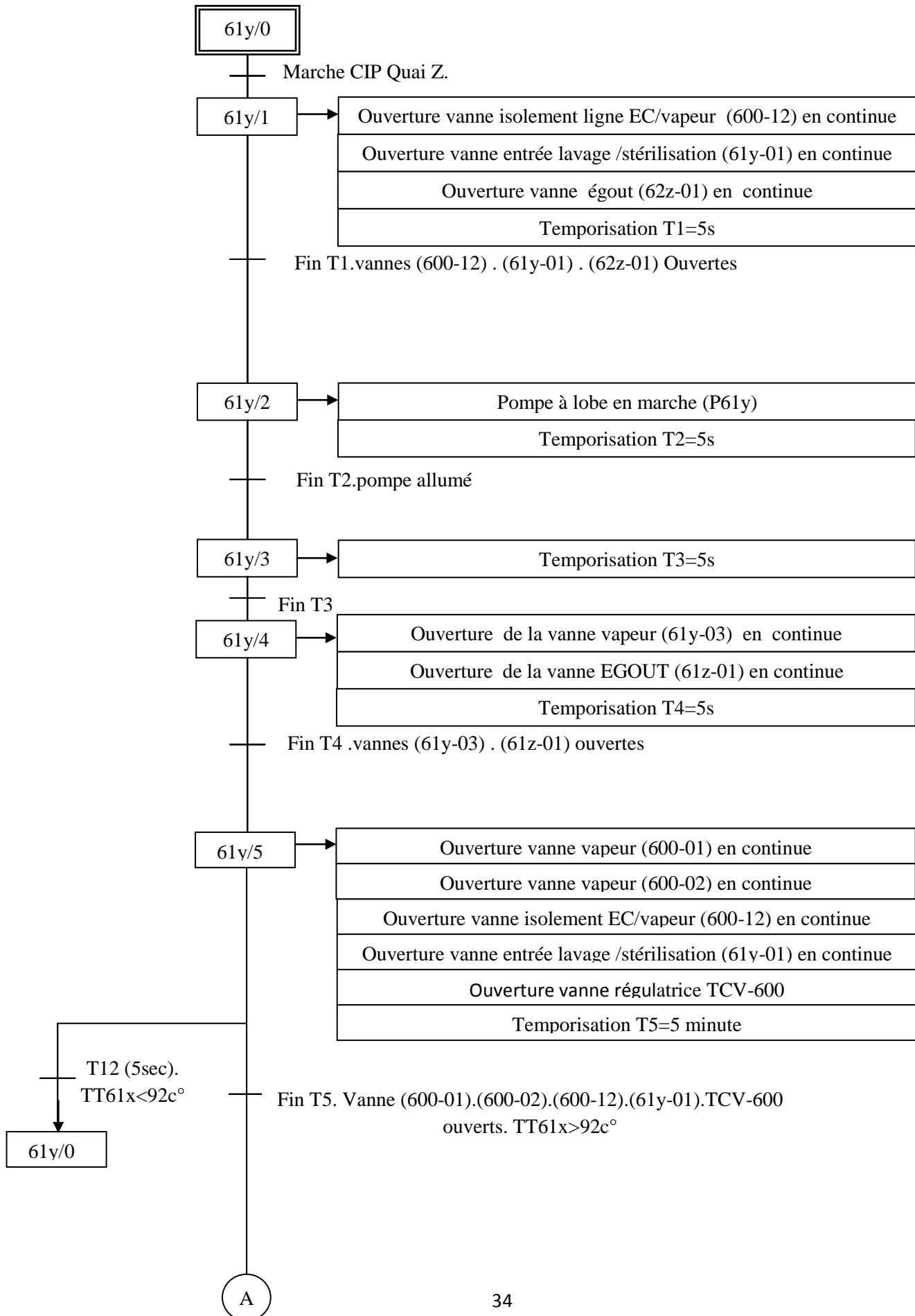


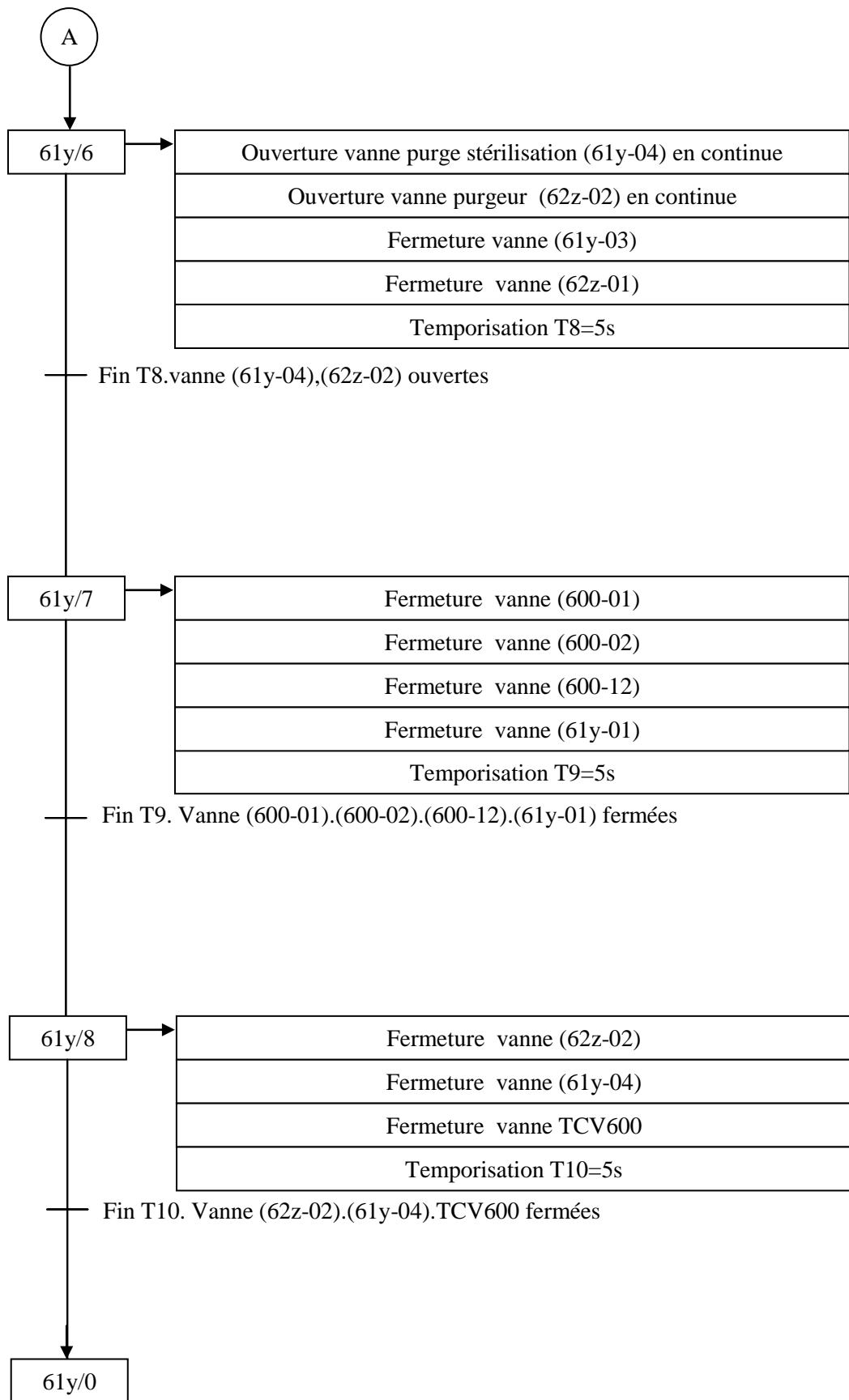
Légende :

Pour les QAUI Z → QAUI 1 ,QAUI 2,QAUI 3.(même pour les vannes 62 Z →1,2 ,3).

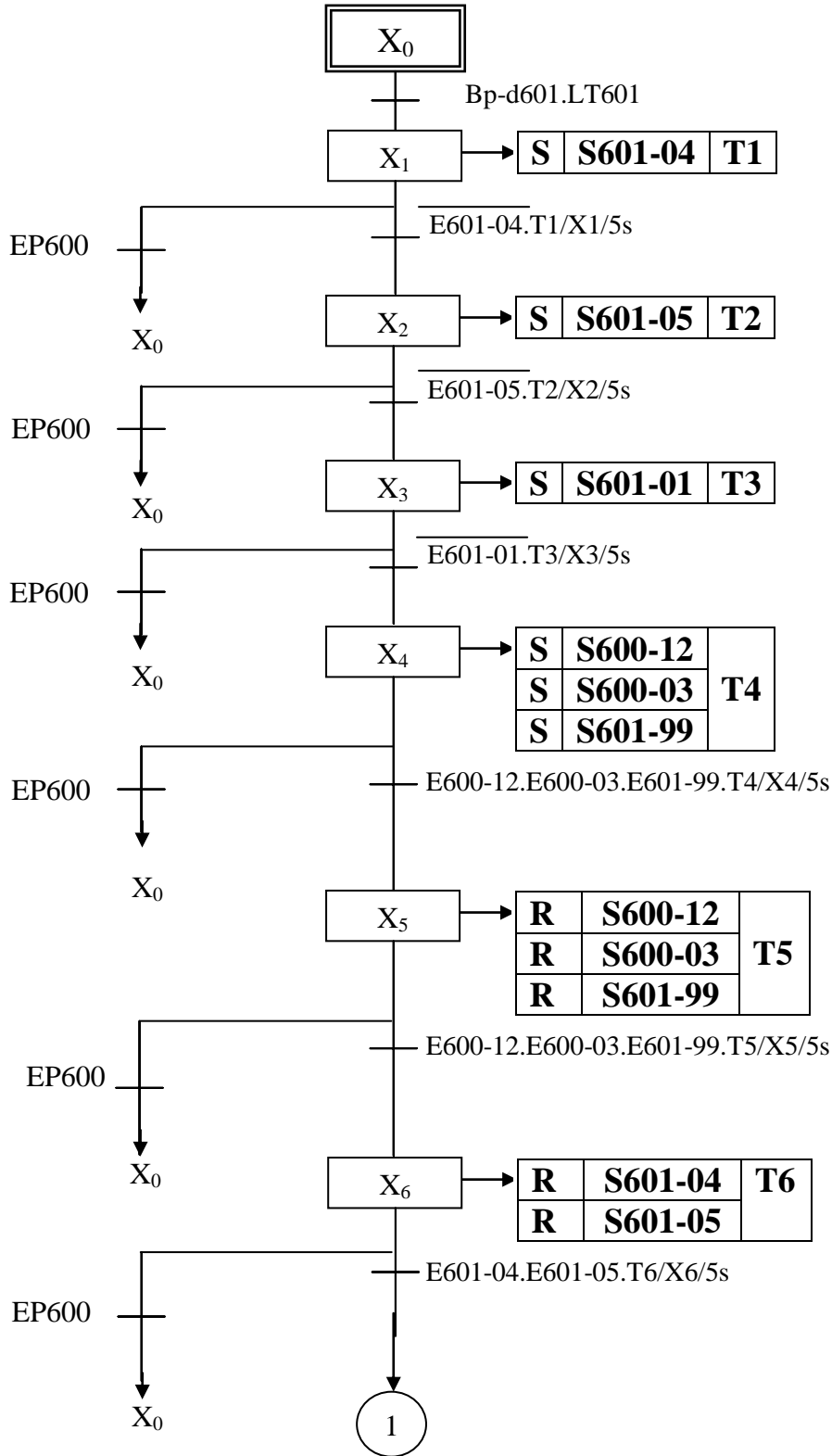
Pour 61Y → 615,616,617.

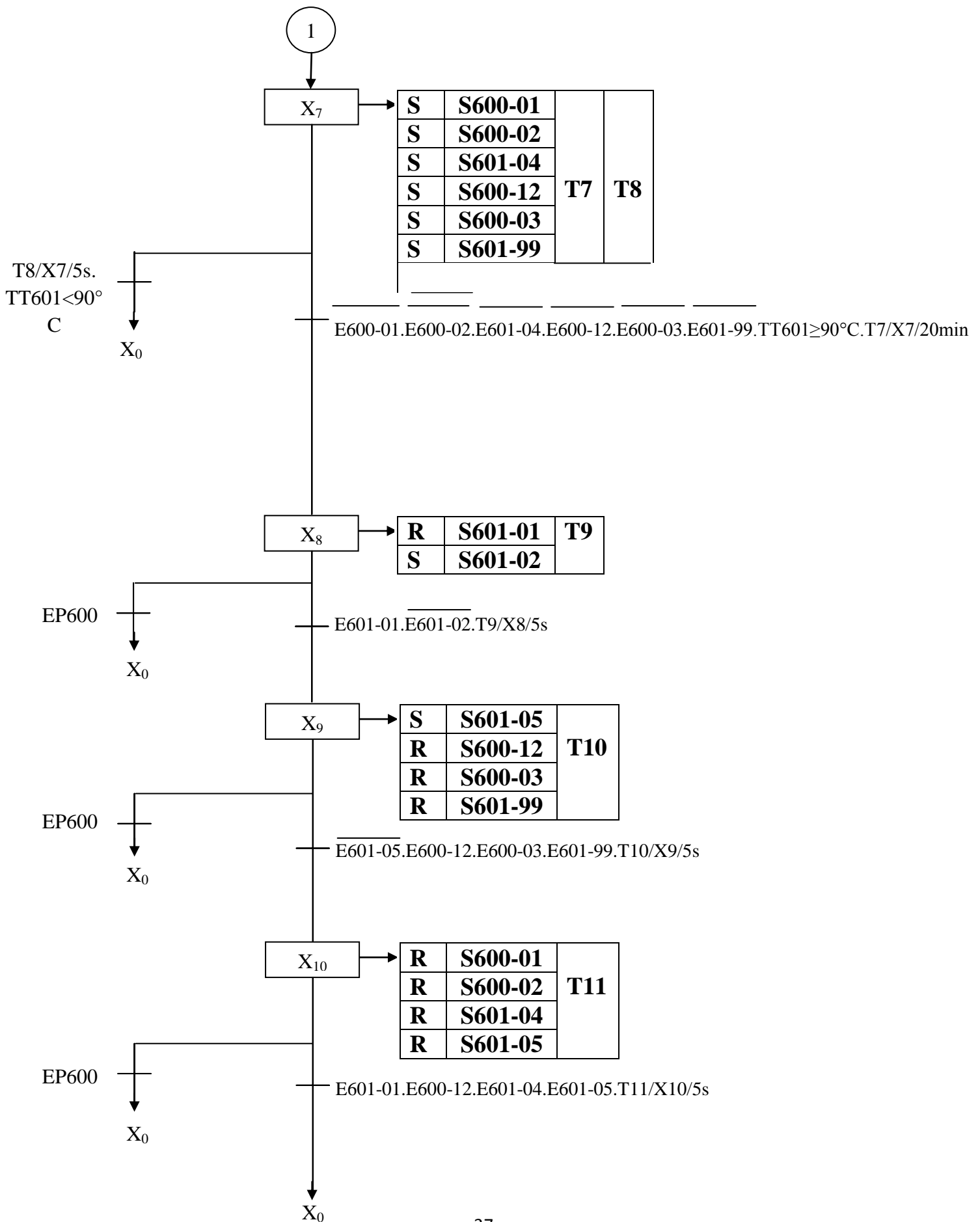
II.7.3 Grafcet désinfection Quai de chargement niveaux 1



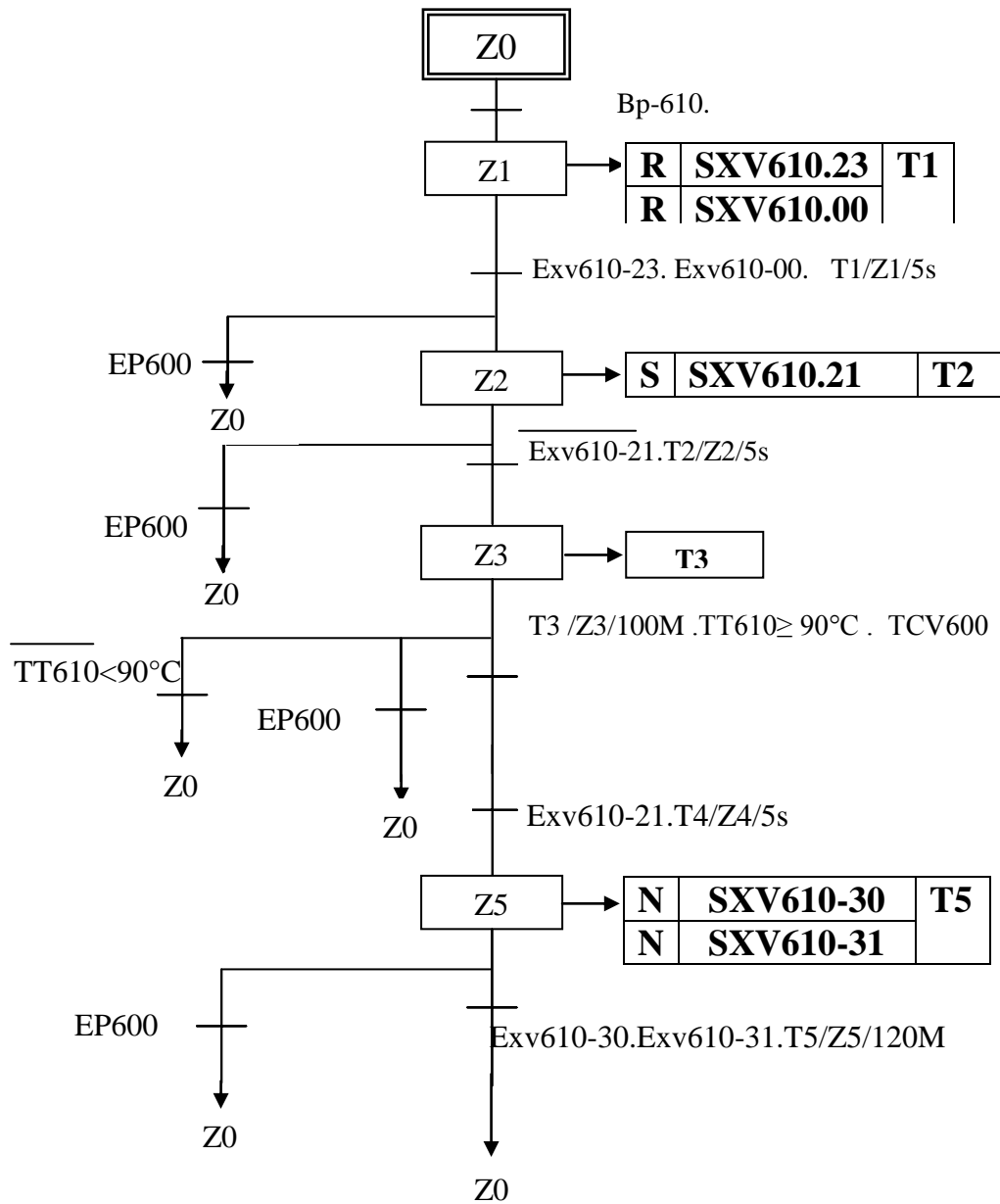


II.7.4 Grafcet désinfection Bac T601 niveaux 2

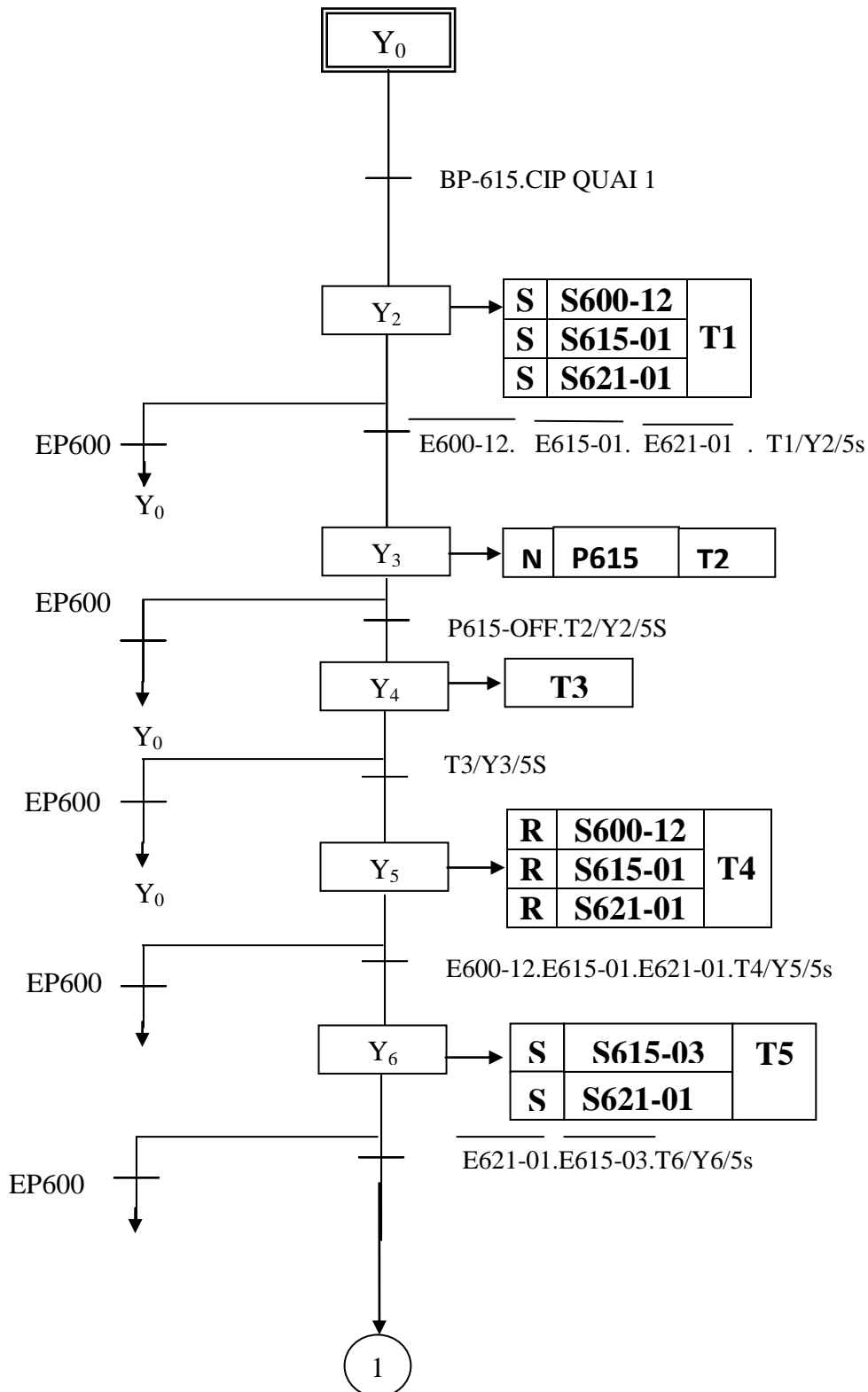


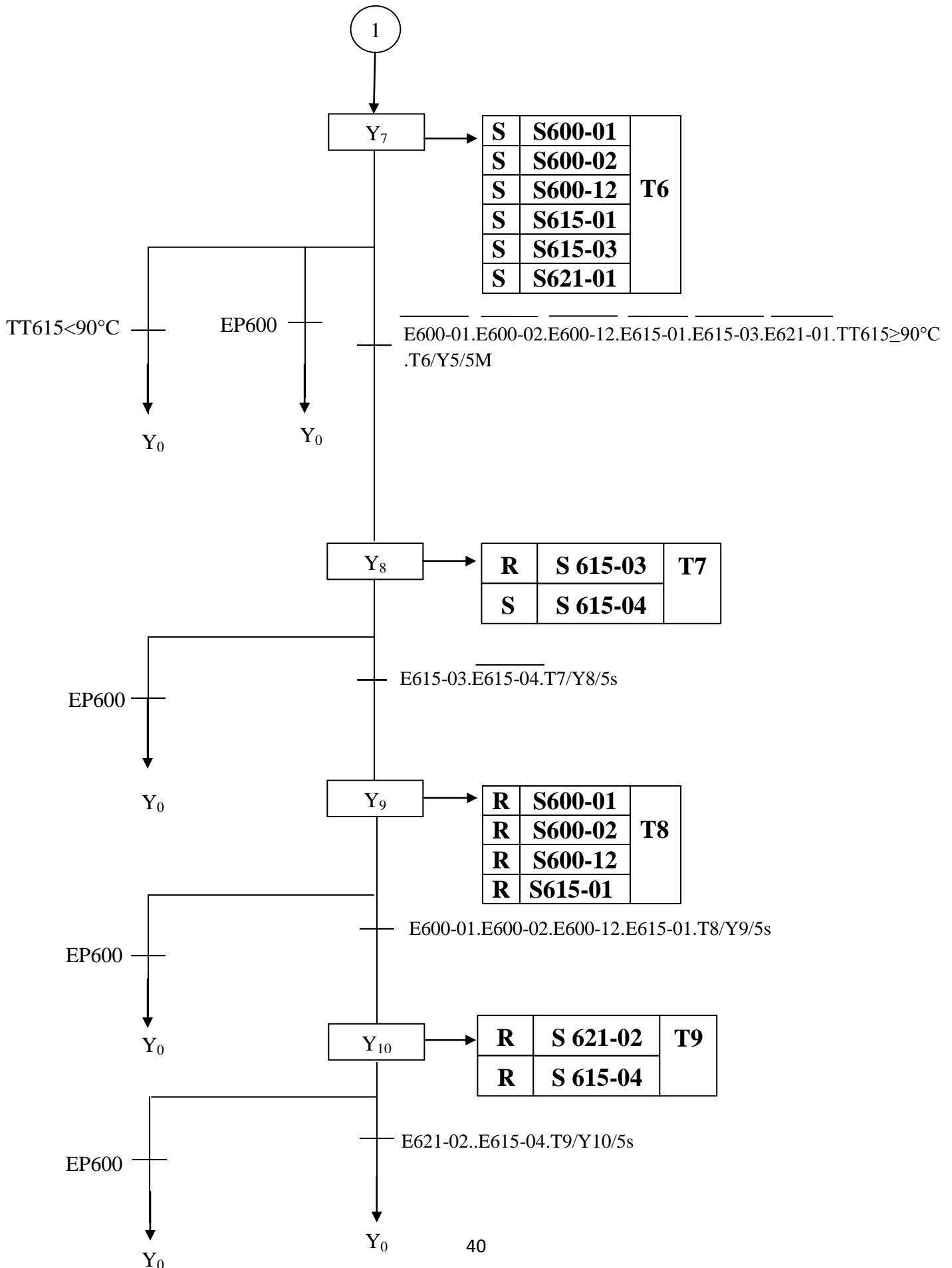


II.7.5 Grafcet désinfection soufflant niveaux 2



II.7.6 Grafcet désinfection Quai de chargement niveaux 2





II.8 Conclusion

Le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel.

Ce model apporte des solutions aux problèmes cités précédemment, plus particulièrement : Sélection automatique des pompes, la régulation automatique de la température dans la station, affichage des différents paramètres, et affiche tous les temporisations relié au actions .

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 commande, qui pilotera le procédé et ce à l'aide du STEP7.

CHAPITRE III

III.1. Introduction

Dans la plupart des appareils et installations industrielles, il est nécessaire de maintenir des grandeurs physiques à des valeurs bien déterminées, en dépit des variations externes ou internes influant sur ces grandeurs. A cet effet, la régulation nous permet de maintenir le bon fonctionnement des processus, car ils permettent d'améliorer les performances de ces derniers (stabilité, précision et rapidité).

Dans ce chapitre, nous allons donner les définitions, des principes généraux sur la régulation, en particulier, la présentation de la régulation tout ou rien. Et nous passerons à l'instrumentation qui est très nécessaire pour une bonne régulation.

III.2. Définitions

- La **régulation** regroupe l'ensemble des techniques utilisées visant à contrôler une grandeur physique. Exemples de grandeur physique : Pression, température, débit, niveau etc...
- La **grandeur réglée**, c'est la grandeur physique que l'on désire contrôler. Elle donne son nom à la régulation. Exemple : une régulation de température.
- La **consigne** : C'est la valeur que doit prendre la grandeur réglée.
- La **grandeur réglante** est la grandeur physique qui a été choisie pour contrôler la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée.
- Les **grandeurs perturbatrices** sont les grandeurs physiques qui influencent la grandeur réglée. Elles ne sont généralement pas de même nature que la grandeur réglée.
- L'**organe de réglage** est l'élément qui agit sur la grandeur réglante.

III.3. Principes généraux sur la régulation

III.3.1. Objectif de la régulation

L'objectif d'une régulation est d'assurer le fonctionnement d'un procédé selon des critères prédéfinis par un cahier des charges. Les aspects de sécurité du personnel et des installations sont à prendre en compte comme ceux concernant l'énergie et le respect de l'environnement. Le cahier des charges définit des critères qualitatifs à imposer,

III.3.2. Chaîne d'une régulation

Le procédé est un terme général qui désigne un dispositif physique constitué d'un ensemble d'éléments interconnectés les uns aux autres de façon à réaliser une fonction donnée. L'évolution du procédé dépend d'une ou plusieurs grandeurs incidentes. Il est caractérisé à l'aide d'une ou plusieurs grandeurs physiques mesurables à maîtriser, qui vont permettre de contrôler l'objectif fixé.

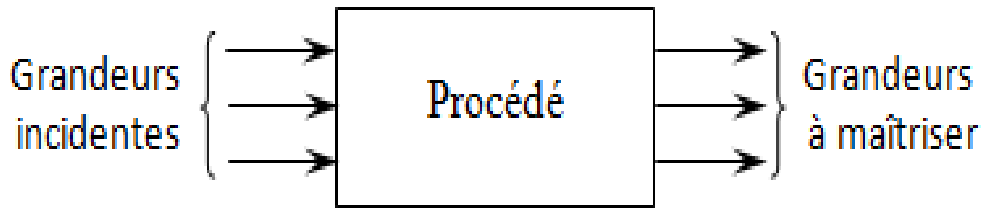


Figure III.1. Procédé.

Afin d’obtenir le fonctionnement désiré, la régulation doit agir en continu sur le procédé. Pour cela, il faut observer la grandeur à maîtriser (observation), comparer cette grandeur à celle désirée et déterminer l’action à entreprendre (réflexion) puis agir sur une ou plusieurs grandeurs incidentes du procédé (action).

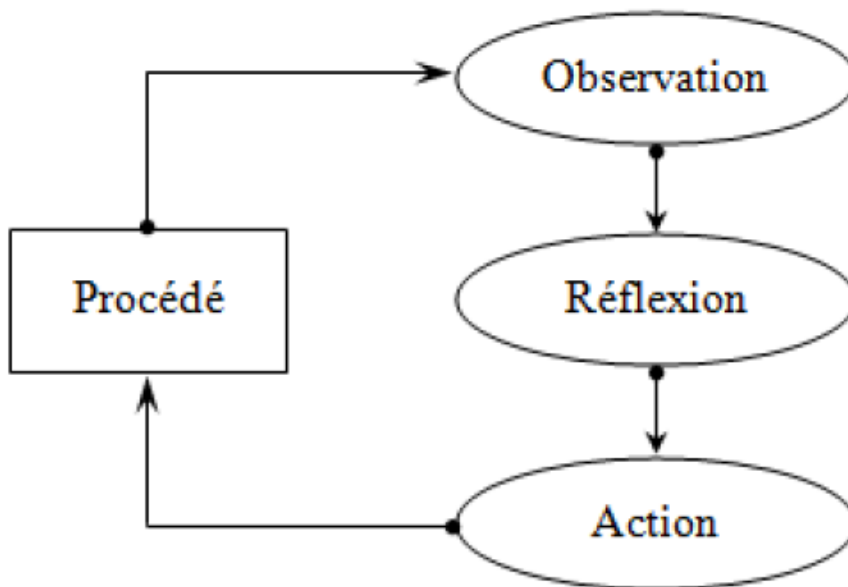


Figure III.2. Chaîne de régulation.

III.4. Régulation Tout Ou Rien

➤ **Action continue - Action discontinue**

On sépare le fonctionnement d'un régulateur en deux types d'actions distincts :

- Une action continue avec une sortie du régulateur, qui peut prendre toutes les valeurs comprises entre 0 et 100%.
- Une action discontinue, dans laquelle la sortie Y du régulateur ne prend que deux valeurs. On appelle aussi le fonctionnement discontinu « fonctionnement Tout Ou Rien ».

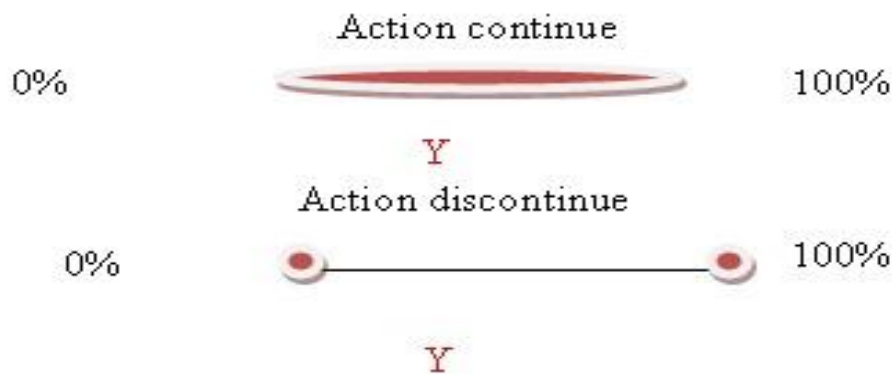


Figure III.3. Action continue - Action discontinue

III.5. Instrumentation

L'instrumentation est une technique de mise en œuvre d'appareils de mesure, d'actionneurs, de capteurs, de régulateurs en fonction des besoins physiques, de coût et de performances demandées en vue de créer un système d'acquisition de données ou de commande.

III.5.1. Capteurs-transmetteurs

- Un **transmetteur** est un appareil de mesure dont l'entrée est issue d'un capteur et dont la sortie est un signal conforme à un standard analogique (0,2-1 bar ou 4-20 mA) ou numérique, directement utilisable dans une boucle de mesure ou de régulation.
- **Les capteurs**

En générale un capteur est un élément d'un appareil de mesure auquel est directement appliquée une grandeur à mesurer et dont le signal de sortie n'est pas directement utilisable comme signal d'entrée dans une boucle de mesure ou de régulation.

Les capteurs sont des éléments qui transforment une grandeur physique (position, pression, distance, vitesse, température, ...etc.) d'une machine ou d'un processus en une grandeur numérique, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de commande.

Ces appareils émettent des signaux normalisés que d'autres appareils peuvent utiliser aux fins d'informations, d'alerte ou de commande automatique. De nombreux signaux normalisés sont utilisés. Notamment, les signaux électroniques varient entre 4 et 20 mA et les signaux pneumatiques varient entre 20 et 100 kPa.

Selon le signal qu'ils génèrent on peut les classer en deux catégories :

-Capteurs TOR : Ce sont les plus répandus en automatisme. Ils délivrent un signal binaire. Détecteur de niveau, détecteur de proximité...etc.

-Capteurs analogiques : Ils traduisent des valeurs de position, de pression, de température...sous forme d'un signal (tension ou courant) évoluant continuellement entre deux valeurs limites.

➤ Capteur-transmetteur de niveau

L'installation est dotée de capteurs de niveau à déplacement ultramodernes (voir Figure III.4), ce sont des appareils perfectionnés à deux ou quatre fils, à sécurité intrinsèque, reposant sur un principe de flottabilité simple pour détecter des variations de niveau de liquide et les convertir en un signal de sortie 4-20 mA stable. La conception verticale en ligne du transmetteur permet d'alléger le dispositif et de simplifier son installation.



Figure III.4. Capteur de niveau

➤ Capteur de pression

Le capteur de pression utilisé dans l'unité est le manomètre à tube de Bourdon (voir Figure III.5). Il est vissé avec le support de tube qui forme une pièce complète avec le raccord.

Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet Bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille est affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.

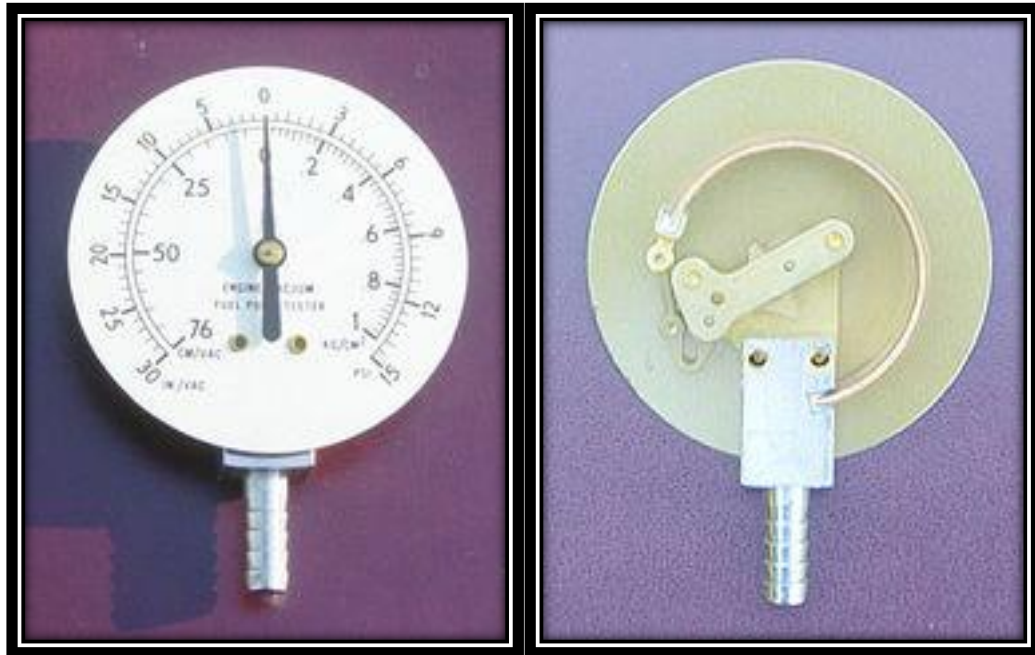


Figure III.5. Capteur de pression

➤ **Fins de courses**

Les fins de courses sont des contacts intégrés dans les électrovannes, qui nous indiquent l'ouverture ou la fermeture de la vanne.

➤ **Les Capteurs utilisé dans notre cas :**

Les capteurs que nous allons utiliser dans notre cas sont des capteurs transmetteurs de température type Omnigrad M TR12 Thermomètre RTD PT100 modulaire, qui est une Technologie de mesure de température standard et complète pour presque toutes les industries Commander, Sélectionner et dimensionner, Configurer, Comparer. (voir Figure III.6)

De marque ©Endress+Hauser référence :TR 12-AAA2SBH30000 et TR12-AAA2SAH70000



Figure III.6. Capteur utilisé dans notre section.

III.5.2. Les Vannes

Dans le domaine de l'industrie il existe plusieurs types de vannes mais on a deux fonctionnements (un fonctionnement tout ou rien ou bien en régulation).

➤ Les vannes TOR

Une vanne Tout Ou Rien (voir Figure III.5.1) est utilisée pour le contrôle de débit des fluides en tout ou rien, c'est-à-dire, elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 ou 1 (fermée ou bien ouverte à 100%).

Les vannes TOR sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante.



Figure III-7 : Vanne TOR

III.5.3. La vanne régulatrice (TCV600)

La vanne de régulation est un dispositif conçu pour contrôler le débit de toutes sortes de fluides (liquide ou gaz) dans un système de commande de processus. La variation peut aller de la fermeture à l'ouverture totale (de 0% à 100%) Figure III.8.

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 mû par une énergie pneumatique, hydraulique ou électrique.

La vanne régulatrice est constituée de trois éléments principaux :

- Le servomoteur : c'est l'élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne ;
- Le corps de vanne : c'est l'élément qui assure le réglage du débit ;
- Un contacteur de début et de fin de course.



Figure III.8 : la vanne régulatrice (TCV 600) MASONNEILAN type 35-3212

III-6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons définie la régulation et conclu sa nécessité pour les systèmes industriels ainsi que les instruments efficaces pour une bonne régulation et un fonctionnement précis. Dans notre travail, nous avons opté pour une régulation tous ou rien qui nous permet de comparaitre entre la valeur physique mesuré par le capteur et la consigne donné par l'opérateur.

CHAPITRE IV

IV.1 Introduction

Les Automates Programmables Industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables industriels pour le contrôle des différents processus industriels, est plus qu'indispensable.

L'API est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter, il assure les fonctions les plus complexes comme la régulation des systèmes.

On trouve, sur le marché différentes variétés d'automates, ceci est dû à la diversité des constructeurs (ABB, TOSHIBA, ALLEN BRADLEY, SIMATIC...). Ce chapitre est consacré à la description des automates programmables SIEMENS plus précisément le S7-300, son fonctionnement, ses avantages,...etc.

Et comme tout système à microprocesseur, les Automates programmables fonctionnent sur la base d'un programme qui lui définit les tâches à exécuter. La structure logicielle qui assure le fonctionnement d'un automate se compose de deux parties :

- Programme système (ou système d'exploitation) ;
- Programme utilisateur.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les automates programmables et ses principaux éléments et le logiciel de programmation **STEP7**, les différentes étapes pour la réalisation du programme, et on termine ce chapitre par la présentation du logiciel de simulation PLCSIM.

IV.2 Présentation de l'automate

IV.2.1 Définition d'un automate

L'automate programmable industriel est un système de commande conçue autour d'un microprocesseur. C'est un système de commande en pleine évolution. La demande sur le marché est de plus en plus grande. De nouvelles fabrications s'annoncent régulièrement. Leurs possibilités évoluent au même rythme que les technologies utilisées. Les applications envisagées sont de plus en plus variées et des utilisateurs de tous les milieux s'y intéressent.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises:

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles ;
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, micro coupeurs de la tension d'alimentation, parasites,...etc.) ;
- Sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

Pour étudier cet équipement connecté à des systèmes réels en milieu industriel, il nous faut prendre en considération l'aspect matériel, l'aspect logiciel et la sûreté de fonctionnement.

Les API comportent cinq éléments principaux qui sont :

- Un processeur ;
- L'unité centrale (CPU) ;
- Des interfaces d'Entrées/Sorties ;
- Une mémoire ;
- Une alimentation.

La figure IV.1 suivante représente la forme d'un automate programmable industriel.

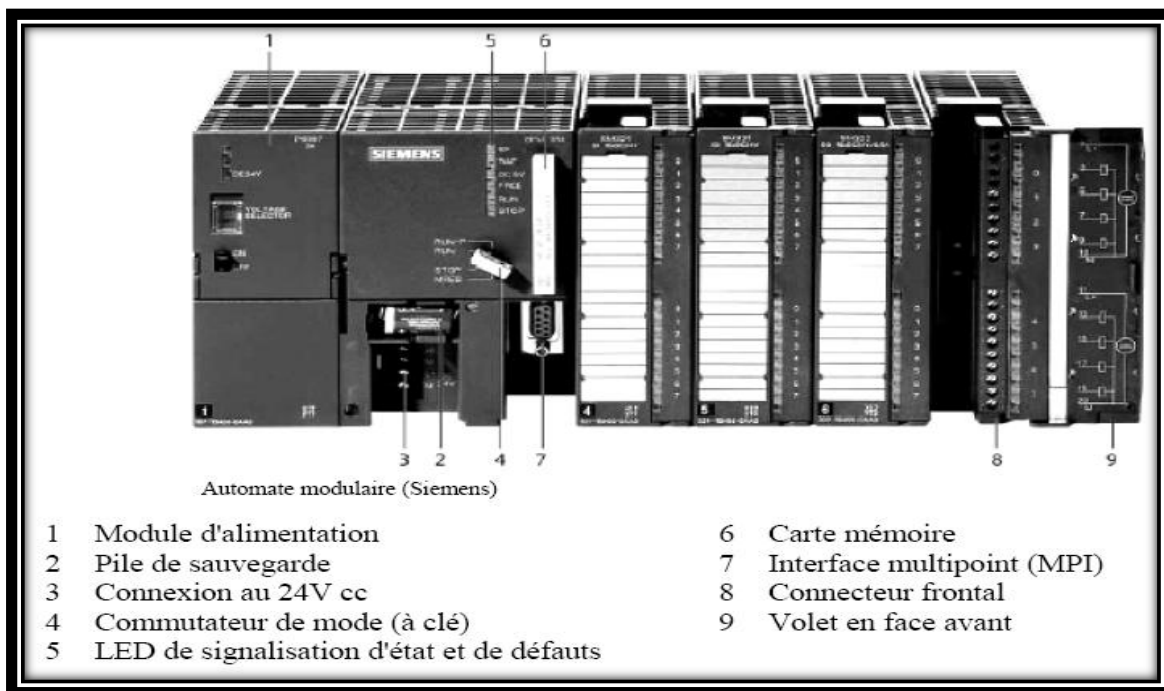


Figure IV.1 : Automate Programmable Industriel SIEMENS

IV.2.2 Description des éléments d'un API

➤ Le processeur

C'est un ensemble de composants électroniques capables de réaliser les différentes opérations arithmétique et logique.

➤ L'unité centrale (CPU)

L'unité centrale UC est une carte électronique bâtie autour de processeur, qui assure au moins les fonctions suivantes :

- Opérations logiques sur bits (le bit, contraction de « biner digit », étant l'information élémentaire à deux états) ou sur mots (ensemble de bits, le plus souvent 16 pour les API).
- Temporisation et comptage.

➤ L'interface d'entrées/sorties

Les interfaces assurent l'échange d'information entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

➤ **La mémoire**

Un système de processus est accompagné d'une ou plusieurs mémoires, elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans les ROM ou PROM.
- De stocker le programme dans des EEPROM.

➤ **L'alimentation**

Elle fournit les tensions nécessaires à l'électronique de l'automate à partir des tensions usuelles. (110/220 V alternatif ou 24V continu).

IV.2.3 Le critère de choix d'un automate

Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier des charges de son système et de regarder sur le marché l'automate le mieux adapter aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

- Choix de la société ou d'un groupe et les contacts commerciaux ;
- La maîtrise d'un logiciel de programmation est aussi source d'économie (achat du logiciel et formation de personnel) ;
- Le nombre d'entrées/sorties ;
- La nature des entrées/sorties (TOR, numérique, analogique) ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage,...etc.) ;
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation) ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme (Disquette, carte mémoire,...) ;
- La fiabilité et la robustesse.

Après l'analyse fonctionnelle et l'étude du fonctionnement du procédé, on a défini les différentes entrées et sorties qui vont être gérées par l'automate programmable en tenant compte des critères cités ci-dessus, on a donc abouti au choix d'un automate de la gamme S7-300 de la firme SEIMENS.

IV.3 L'automate S7-300

IV.3.1 Présentation de l'automate S7-300

Le SIMATIC S7-300 est un API modulaire. Il s'agit d'un système modulaire sous boîtier utilisé dans plusieurs branches de l'industrie moderne. Sa modularité lui permet de réaliser des fonctions de l'automatisme. Le SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS, il est synonyme de la nouvelle gamme des automates programmables.

IV.3.2 Constitution de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est constitué d'une alimentation, d'une CPU, de modules d'entrées et de modules de sortie. A ceux-ci peut s'ajouter des modules de communication et des modules spécifiques destinés à des fonctions particulières : la commande à périphériques décentralisés par exemple.

L'automate programmable industriel S7-300 est composé de différents éléments, comme le montre la figure III.2 ci-dessous.

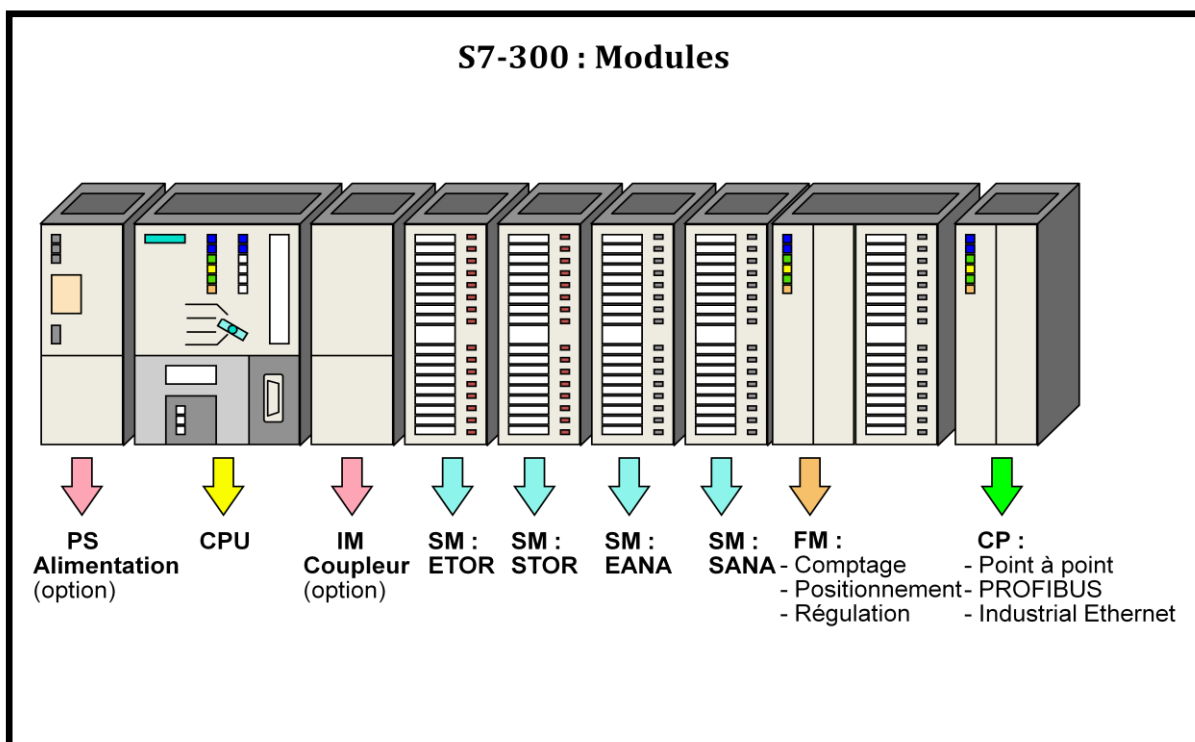


Figure IV.2: Constituant externe de l'automate S7-300

IV.3.3 Description des éléments de l'automate S7-300

➤ Profilé-support

Les profilés supports ou les châssis (rack) constituent des éléments mécaniques de base de la SIMATIC S7-300, ils remplissent les fonctions suivantes :

- La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension.
- L'acheminement du bus de fond de panier aux différents modules.

Dans le S7-300 les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités c'est-à-dire que le profilé-support dans le S7-300 contient au maximum 11 emplacements.

➤ Modules d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation assure la conversion de la tension du secteur (ou du réseau) en tension de (24, 48V, 120V ou 230V) pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs.

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.
- Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe.

➤ Unité centrale de l'automate (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate car elle permet de :

- Lire les états des signaux d'entrées.
- Exécuter le programme utilisateur et élabore donc les ordres de commandes sorties.
- Régler le comportement au démarrage et diagnostiquer les défauts par les LEDS.
- Elle est munie d'un processeur qui a le rôle d'organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées/sorties. D'autre part à gérer les instructions du programme.

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

- ◆ **CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.**

- ◆ **CPU avec fonctions intégrées (CPU 312 IFM, CPU 314 IFM)**

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction (**FM**), la particularité de ces CPU est qu'elles sont dotées d'entrées/sorties **TOR** intégrées, des EEPROM intégrées et des fonctions intégrées.

- ◆ **CPU avec interface PROFILBUS DP (CPU 315-2 DP, CPU 316-2 DP, CPU 318-2 DP)**

Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux, toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP à l'exception de la CPU 318 – 2 DP où elle est utilisée uniquement comme un maître DP.

- **Coupleurs (IM)**

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphériques ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base. Pour l'API S7 – 300, les coupleurs disponibles sont :

- ◆ **IM 365** : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.

- **IM 360** et **IM 361** : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

- **Modules d'entrées/sorties Tout ou Rien (ETOR/STOR)**

Les modules d'entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7 – 300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers, en utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion...etc.). Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des capteurs, au niveau du signal interne du S7 – 300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7 – 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou Pré-actionneurs.

➤ **Modules d'entrées/sorties analogiques (EANA/SANA)**

• **Entrées analogiques**

Les modules d'entrées analogiques (**SM 331**) convertissent un signal analogique issu des capteurs analogiques en un signal numérique. Ces modules ne comportent qu'un circuit de conversion analogique numérique **CAN**, car la CPU de l'automate S7-300 ne peut lire que les valeurs analogiques binaires. La conversion analogique/numérique concerne les entrées analogiques des étendues de tension (± 80 mV, ± 250 mV, ± 500 mV, ± 5 V, ± 10 V), de courant (± 10 mA, $\pm 3,2$ mA, ± 20 mA), de résistance (150 Ω , 300 Ω et 600 Ω) et de température, en un mot (de compléments à 2) au format de 8, 12 ou 16 bits, afin que l'automate puisse traiter ces variables par la programmation (gestion d'alarme, contrôle, asservissement...).

• **Sorties analogiques**

Les modules de sorties analogiques (**SM 332**) réalisent la conversion des signaux numériques internes (du S7-300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré-actionneurs analogiques, ces modules comportent donc des circuits de convertisseurs numériques analogiques **CNA**, le transfert des valeurs numériques vers le module s'effectue par multiplexage piloté par le processeur automate. La conversion des voies de sorties analogiques est réalisée séquentiellement, c'est-à-dire que les voies de sorties analogiques sont converties les unes après les autres. Cependant, il existe des modules où ils sont à la fois des modules d'entrées et sorties analogiques (**SM 334**), ces modules réalisent les deux fonctions.

La Figure ci-dessous illustre les modules d'entrées/sorties.

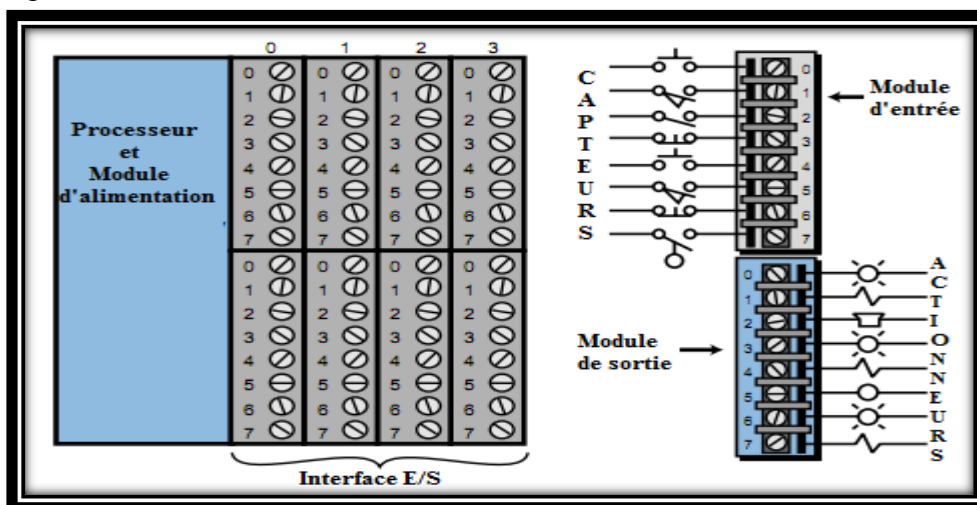


Figure IV.3 : Illustration des modules d'entrées/sorties.

➤ **Modules de fonctions (FM)**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs. On peut citer les modules suivants :

- **FM 354** et **FM 357** : Module de commande d'axe pour servomoteur ;
- **FM 353** : Module de positionnement pour moteur pas à pas ;
- **FM 355** : Module de régulation ;
- **FM 350 – 1** et **FM 350 – 2** : Module de comptage.

➤ **Modules de communications**

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série, Ils permettent d'établir également des liaisons:

- **L'interface multipoint (MPI)** ;
- **Profibus** ;
- **Industriel Ethernet.**

IV.3.4 Caractéristiques techniques de l'automate S7-300

➤ Le S7-300 offre une gamme échelonnée de 24 CPU : des CPU standard parmi lesquelles la première CPU avec interface Ethernet intégrée, des CPU de sécurité et des CPU compactes avec fonctions technologiques ;

➤ Le S7-300 offre également une très large palette de modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions ;

➤ Sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettent un gain de place appréciable dans les armoires électrique ;

➤ Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;

➤ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil " configuration matérielle ".

IV.3.5 Fonctionnement de l'automate S7-300

L'automate programmable industriel S7-300 a un fonctionnement cyclique. Le processeur est géré en fonction d'un programme qui est une suite d'instructions placées en mémoire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout

le cycle. Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes.

Ainsi, de nombreuses fonctionnalités assistent l'utilisateur lors de la programmation, de la mise en service et de maintenance du S7-300 :

- Exécution rapide des instructions ;
- Paramétrage convivial : le paramétrage des modules ne se fait intervenir qu'un seul outil logiciel présentant une interface unifiée ;
- Contrôle et commande par un même outil logiciel STEP7.

IV.3.6 Les avantages de l'automate S7-300

L'API S7-300 offre de nombreux avantages, parmi eux on cite :

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration ce qui privilégie sa maintenabilité et la facilité de diagnostic ;
- Une large gamme de CPU adaptées à toutes les demandes de performances pour pouvoir obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme par exemple le comptage, la régulation ou le positionnement ;
- Une gamme riche de modules adaptés à tous les besoins du marché et utilisables en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange ;
- La facilité de mise en œuvre par rapport aux autres systèmes d'automatisation ;
- La possibilité d'agir sur deux paramètres matériel et programme ;
- La flexibilité : possibilité d'ajout ou de suppression d'une ou plusieurs entrées/sorties, ainsi qu'une amélioration ou ajout de fonctions sans avoir à refaire le câblage et cela à travers une console de programmation ;
- Possibilité de tester ses programmes avant utilisation ;
- Possibilité de maître en œuvre plusieurs automates en réseaux.

IV.4 Le logiciel de programmation STEP7

IV.4.1 Présentation du logiciel STEP7

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisations SIMATIC (S7-300, S7-400). Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées avec STEP 7 pour l'automatisation d'un procédé :

- La création et la gestion de projets ;
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- La gestion des mnémoniques ;
- L'élaboration du programme ;
- Le chargement de programme dans des systèmes cible ;
- La simulation du programme avec PLCSIM ;
- Le test de l'installation d'automatisation ;
- Le diagnostic lors de perturbations de l'installation.

IV.4.2 Différentes applications du STEP7

Le logiciel STEP7 met à la disposition de ses utilisateurs les applications de base suivantes :

- Le gestionnaire de projet ;
- La configuration du matériel ;
- L'éditeur de mnémoniques ;
- L'éditeur de programmes CONT, LOG, LIST,GRAPH;
- Le logiciel de simulation PLCSIM.

IV.4.3 Langage de programmation de STEP7

STEP 7 présente trois modes de programmation possibles qui peuvent être combinés dans le même programme :

➤ **Programmation à schéma contact (CONT) :**

C'est un langage de programmation graphique dont l'avantage réside dans le fait qu'il utilise des symboles très proches de ceux utilisés dans les schémas électriques à contact. Au milieu industriel, ce type de langage permet l'adoption, sans effort particulier, d'un automate programmable par des utilisations de tout niveau, en particulier par des techniciens d'entretien puisqu'il facilite les opérations de maintenance et de dépannage par la parfaite correspondance avec les circuits classiques à relais.

➤ **Programmation à schéma logique (LOG) :**

C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

➤ **Programmation à liste d'instructions (LIST) :**

LIST est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (des paramètres de blocs et accès structurés aux données par exemple).

Un programme d'automate exprimé en langage liste est une suite d'instruction littérale où chaque instruction comprend un code opération et un opérande.

➤ **Programmation avec langage GRAPH (S7-GRAPH) :**

Le langage de programmation GRAPH s'ajoute à l'éventail des fonctions de STEP7. Il permet de programmer graphiquement les commandes séquentielles. Ces dernières peuvent être ensuite commandées à l'aide d'un automate programmable SIMATIC.

Dans ce but, vous décomposez le processus en étapes ayant une fonctionnalité bien précise.

Vous faites une représentation graphique de son déroulement et vous pouvez imprimer une documentation graphique et textuelle.

Les actions à exécuter sont associées aux étapes, tandis que des transitions régissent l'évolution entre deux étapes successives (condition de franchissement) ; pour définir les réceptivités, des transitions ainsi que les verrouillages ou les surveillances d'étapes.

IV.4.4 Structuration du programme

Il existe 2 types de programme (Linéaire et structurée)

➤ **Programmation linéaire**

Le programme utilisateur peut s'écrire en entier en une seule liste ou dans un seul bloc où les instructions s'exécutent les unes après les autres jusqu'à la fin. Cela n'est toutefois recommandé que pour des programmes simples s'exécutant sur des CPU d'une mémoire peu importante. Le développement d'un tel programme par cette méthode devient difficilement gérable lorsque ce dernier dépasse un certain volume.

➤ **Programmation structurée**

La programmation structurée consiste à subdiviser un programme plus au moins complexe en plusieurs sous-programmes où chacun de ces sous-programmes est développé pour exécuter une tâche ou une fonction spécifique. Un autre programme dit programme principal sera chargé de gérer ces sous-programme et d'en faire appel autant de fois qu'il est nécessaire.

IV.4.5 Types de Blocs dans le programme utilisateur sous STEP 7

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes (blocs). Il en résulte les avantages suivants :

- Ecrire des programmes importants mais clairs ;
- Standardiser certaines parties du programme ;
- Simplifier l'organisation du programme ;
- Modifier facilement le programme ;
- Simplifier le test du programme, car il peut être exécuté section par section ;
- Faciliter la mise en service.

Les principaux blocs utilisés pour la programmation sous STEP 7 sont :

➤ **Les blocs d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation selon leur priorité, et gèrent le traitement des programmes cycliques déclenchés par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

Les blocs d'organisation définissent l'ordre dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

Suit une brève description des blocs d'organisation qu'on a utilisés dans notre programme :

- **Bloc d'organisation de traitement cyclique OB1**

Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. Dans ce bloc on fait appel aux blocs fonctionnels FB ou aux fonctions FC ou à d'autres types de structures. L'OB1 ne peut être appelé que par le programme système dès que l'exécution du programme.

- **Blocs d'organisation pour l'alarme temporisée OB21**

L'utilité des OB d'alarme temporisée est de programmer l'exécution retardée de certaines parties du programme utilisateur.

- **Blocs d'organisation pour l'alarme cyclique OB32, OB33 et OB35**

Des OB d'alarme cyclique sont mis à la disposition de l'utilisateur par les CPU S7 dont le but est d'interrompre le traitement de programme cyclique à des intervalles de temps précis. Le moment de déclenchement de la période est le passage de l'état de fonctionnement "Arrêt" (STOP) à l'état "Marche" (RUN).

- **Blocs d'organisation pour le traitement d'erreurs OB80 et OB121**

Les erreurs que les CPU S7 détectent et auxquelles elles peuvent réagir à l'aide de blocs d'organisation sont classables en deux catégories :

- ✓ Erreurs asynchrones (OB 80) : ces erreurs ne peuvent pas être directement associées au programme utilisateur traité ; il s'agit d'erreurs de classe de priorité, d'erreurs dans l'automate programmable (par exemple, module défaillant) ou d'erreurs de redondance. Si l'OB d'erreur asynchrone correspondant n'est pas chargé, la CPU passe à l'état "Arrêt" (STOP) à l'apparition d'une telle erreur.
- ✓ Erreurs synchrones (OB121) : ces erreurs peuvent être associées à une partie précise du programme utilisateur ; l'erreur apparaît pendant le traitement d'une opération précise. Si l'OB d'erreurs synchrones correspondant n'est pas chargé, la CPU passe à l'état "Arrêt" (STOP) à l'apparition d'une telle erreur.

- **Blocs d'organisation de mise en route OB100**

Les blocs d'organisation de mise en route permettent de définir les conditions dans lesquelles l'automate programmable doit être démarré. L'appel de ces blocs se fait après la mise sous tension de la CPU qui se trouve en mode de fonctionnement marche "RUN ou RUN-P". On distingue entre les modes de mise en route suivants :

- ✓ Démarrage à chaud ;
- ✓ Démarrage à froid.

- **Les blocs fonctionnels (FB)**

Les blocs fonctionnels sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils renferment une partie du programme qui peut être appelée dans l'OB1 ou dans un autre bloc fonctionnel FB.

Avant de commencer la programmation du bloc fonctionnel, il est indispensable de remplir la table de déclaration des variables d'entrées/sorties dans chaque bloc fonctionnel, en utilisant des noms qui ne figurent pas dans la table des mnémoniques, ainsi que les paramètres formels et les données statiques.

- **Les blocs FC**

Une fonction FC est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales qui sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc en vue de :

- ✓ renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonctions mathématiques) ;
- ✓ exécuter une fonction technologique (exemple : commande individuelle avec combinaison binaire).

- **Les blocs de données (DB)**

Dans les blocs de données, sont mémorisées les données nécessaires au traitement du programme et les données affectées à chaque bloc fonctionnel. On distingue deux types de blocs de données :

- **Blocs de données d'instance**

Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres. Ces blocs contiennent les paramètres effectifs et les données statiques du FB. Les variables déclarées dans le FB déterminent la structure du bloc de données d'instance. L'instance est l'appel d'un bloc fonctionnel. Si, par exemple, un bloc fonctionnel est appelé cinq fois dans le programme utilisateur S7, il existe cinq instances de ce bloc.

- **Blocs de données globaux**

Contrairement aux blocs de code, les blocs de données ne contiennent pas d'instructions STEP 7 ; ils servent à l'enregistrement des données du programme utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs: ils contiennent des données variables que le programme utilisateur se sert.

IV.5 Configuration matérielle

Après la création du projet, on passe à la configuration matérielle (Figure IV.5) qui est une étape très importante dans la programmation avec le STEP7.

La configuration matérielle dispose d'un profilé support ou rack qui contient des modules d'entrées/sorties TOR et/ou analogiques, des alimentations et d'une CPU.

Notre système est configuré comme suit :

- Le module d'alimentation **PS 307 2A** ;
- La **CPU 315 F-2DP**;
- Un module d'entrées **TOR (DI32xDC24V)** ;
- 3 modules d'entrée **analogique(AI8x16Bit)** ;
- Un module d'entrées **TOR (DI64xDC24V)** ;
- 2 modules de sortie **TOR (DO32xDC24V/0.5A)** ;
- Un module de sortie **analogique (AO4x0/4-20mA)**.

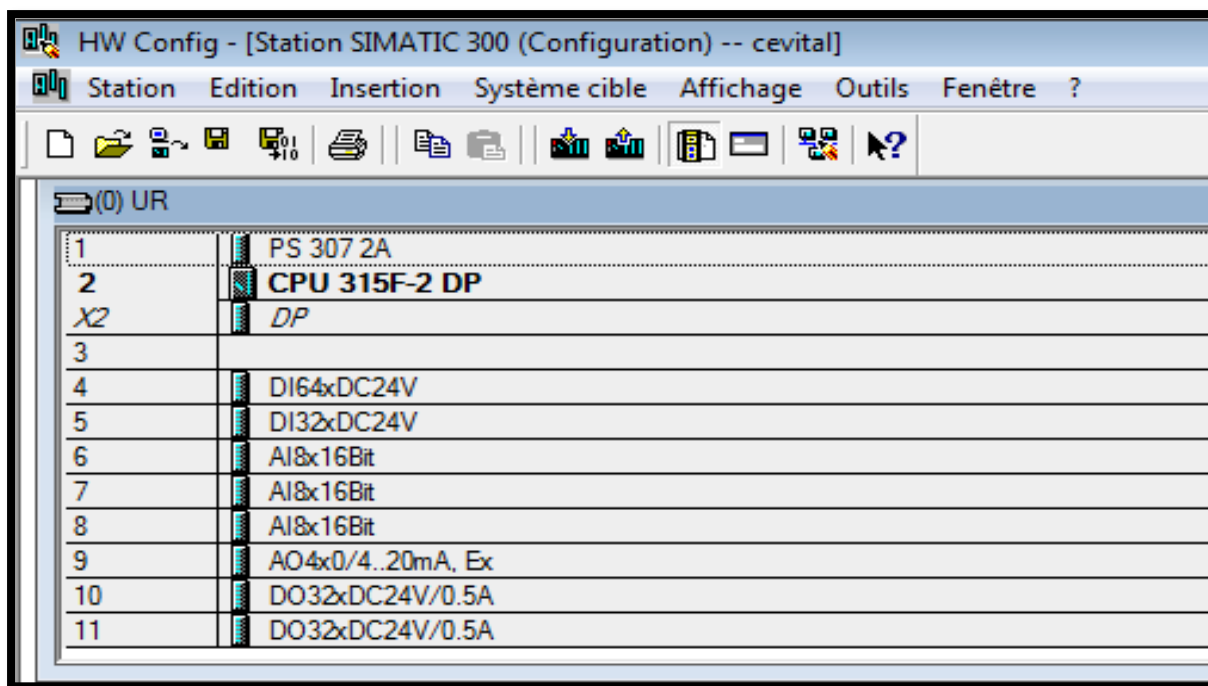


Figure IV.4 : notre configuration matérielle

IV.6 Table des mnémoniques

Un mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme..

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
1		bp-601	E 0.0	BOOL	demande désinfection bac T601
2		bp-610	E 1.2	BOOL	
3		bp-615	E 2.1	BOOL	
4		cap-tem QUAI 1	A 6.2	BOOL	température pour désinfection QUAI 1
5		cap -tem soufflante	A 6.1	BOOL	température pour désinfection soufflante 610
6		cap de niv	A 5.1	BOOL	niveau bas dans le BAC T601
7		cap de temp	A 5.2	BOOL	température pour Désinfection BAC T601
8		capteur	FC 1	FC 1	
9		Désinfection Bac ...	FB 1	FB 1	
1		Désinfection P-SL...	FB 3	FB 3	
1		Désinfection QUA...	FB 2	FB 2	
1		e 615-03	E 6.7	BOOL	
1		e 615-04	E 7.0	BOOL	
1		e 615.01	E 6.5	BOOL	
1		e 621-01	E 6.6	BOOL	
1		e 621-02	E 7.1	BOOL	
1		e xv610.00	E 2.0	BOOL	
1		e xv610.21	E 1.6	BOOL	
1		e xv610.23	E 1.7	BOOL	
2		e xv610.30	E 1.4	BOOL	
2		e xv610.31	E 1.5	BOOL	
2		e600-01	E 0.7	BOOL	
2		e600-02	E 1.0	BOOL	
2		e600-03	E 0.5	BOOL	
2		e600-12	E 0.4	BOOL	
2		e601-01	E 0.3	BOOL	
2		e601-02	E 1.1	BOOL	
2		e601-04	E 0.1	BOOL	
2		e601-05	E 0.2	BOOL	
3		e601-99	E 0.6	BOOL	
3		EP600	E 1.3	BOOL	ARRÊT D'URGANCE
3		G7_STD_3	FC 72	FC 72	

3		LT601	MD	10	REAL	
3		P615	A	7.0	BOOL	
3		P615-off	E	6.4	BOOL	
3		P615-on	E	6.3	BOOL	
3		S 615-01	A	6.3	BOOL	
3		S 615-03	A	6.5	BOOL	
3		S 615-04	A	6.6	BOOL	
4		S 621-01	A	6.4	BOOL	
4		S 621-02	A	6.7	BOOL	
4		S xv610.00	A	5.5	BOOL	
4		S xv610.21	A	5.6	BOOL	
4		S xv610.23	A	5.4	BOOL	
4		S xv610.30	A	5.7	BOOL	
4		S xv610.31	A	6.0	BOOL	
4		S600-01	A	5.0	BOOL	
4		S600-02	A	4.6	BOOL	
4		S600-03	A	4.4	BOOL	
5		S600-12	A	4.3	BOOL	
5		S601-01	A	4.2	BOOL	
5		S601-02	A	4.7	BOOL	
5		S601-04	A	4.0	BOOL	
5		S601-05	A	4.1	BOOL	
5		S601-99	A	4.5	BOOL	
5		TCV600	A	5.3	BOOL	
5		TIME_TCK	SFC	64	SFC 64	Read the System Time
5		TT601	MD	14	REAL	
5		TT610	MD	18	REAL	
6		TT615	MD	22	REAL	

Figure IV.5 : tables des mnémoniques

IV.7 Notre solution programmée par 7-GRAPH

IV.8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons illustré la structure ainsi que les composants d'un API, tout en insistant sur les critères élaborés pour le choix de l'API qui se résument sur le choix de la CPU à partir du nombre d'entrées/sorties en premier lieu. Pour cela l'API SIMTIC S7-300 avec sa structure compacte et modulaire ainsi que d'autres privilèges nous ont donné la peine de l'adopter pour la mise en œuvre du projet.

Comme pour chaque gamme d'API, le constructeur mis à la disposition de ses clients un logiciel de programmation correspondant, SEIMENS nous a offert le logiciel STEP7 unique pour les gammes S7-300 et S7-400.

CHAPITRE V

V.1 Introduction

La sécurité industrielle est une partie intégrante et indissociable de la commande, telle qu'on ne peut pas envisager une installation industrielle sans une coche qui assure la sécurité, en effet, la sécurité non seulement évite les explosions qui pourraient provoquer des dégâts matériels et humains mais aussi assure la continuité de la production, ainsi elle assure la survie de l'installation. Les techniques qui assurent la sécurité dans une installation industrielle sont : le diagnostic, la surveillance, la maintenance et la supervision, la supervision intervient plus souvent dans les milieux à haut risque tel que dans les installations nucléaires, chimiques...

La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Son but 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 tels que la cadence de production, qualité des produits et sécurité des biens et des personnes.

Notre objectif dans ce chapitre est de donner des généralités sur le logiciel de supervision WinCC flexible et de réaliser une supervision de la désinfection des circuits vapeur BACS,QUAIS, Soufflante par rapport a la température dans la section stockage et chargement afin de surveiller et détecter des problèmes qui peuvent survenir au cours de fonctionnement du procédé.

V.2 Généralités sur la supervision

V.2.1 Qu'est-ce que la supervision ?

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante ;
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production ;

- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt, ...etc.) et de tâches telles que la synchronisation.

V.2.2 Avantages de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses avantages principaux sont :

- La surveillance du processus à distance ;
- La détection des défauts ;
- Le diagnostic et le traitement des alarmes ;
- Le traitement des données.

V.3 Présentation du logiciel de supervision Win CC flexible

Lorsque la complexité du processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette dernière s'obtient au moyen de l'interface **IHM** (Interface Homme-Machine).

L'IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par les automates programmables. Il s'établit par conséquent une communication entre WinCC et l'opérateur d'une part et entre WinCC et les automates programmables d'autre part.

V.3.1 Les tâches d'un système IHM:

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

➤ **Représentation du processus**

Le processus est représenté sur le pupitre opératoire. Lorsqu'un état du processus évolue par exemple, l'affichage du pupitre opératoire est mis à jour.

➤ **Commande du processus**

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

➤ **Vue des alarmes**

Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, par exemple, lorsqu'un défaut surgit (valeur limite est franchie).

➤ **Archivage de valeurs processus et d'alarmes**

Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM, on peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

➤ **Documentation de valeurs processus et d'alarmes**

Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal.

➤ **Gestion des paramètres du processus et des machines**

Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes. Ces paramètres sont transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit par exemple.

V.3.2 Utilisation et application de WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants:

- Simplicité ;
- Ouverture ;
- Flexibilité.

WinCC Flexible nous donne la possibilité d'accès à distance via un réseau pour les applications suivantes :

● **Contrôle-commande à distance**

On peut commander un pupitre opérateur et contrôler le process en cours depuis notre poste de travail.

● **Gestion à distance**

On peut transférer un projet sur un pupitre opérateur depuis notre poste de travail. Ceci nous permet d'actualiser des projets de manière centrale.

- **Diagnostic à distance**

Chaque pupitre met à notre disposition des pages HTML, dans lesquelles un navigateur nous permet de chercher par exemple le logiciel installé, sa version ou encore des événements système.

V.4 Création du projet sur WinCC flexible

V.4.1 Configuration de WinCC flexible

- **Composants de systèmes**

WinCC est un système modulaire. Il se compose du système de base WinCC et peut être complété avec des options de WinCC et des modules complémentaires.

Le système de base se subdivise en logiciel de configuration et en logiciel d'exécution Runtime.

- Le logiciel de configuration permet de créer un projet.
- Le logiciel Runtime permet de mettre le projet en œuvre dans le cadre du processus.

- **Totally Integrated Automation (TIA)**

Une solution d'automatisation complète est composée non seulement d'un système IHM tel que WinCC flexible, mais également d'autres composants, par exemple d'un système d'automatisation, d'un bus système et d'une périphérie.

Une intégration particulièrement étendue nous est proposée par WinCC flexible avec des composants appartenant aux familles de produits SIMATIC et SIMOTION:

- Configuration et programmation globales ;
- Gestion de données globale ;
- Communication.

➤ Intégration dans l'environnement SIMATIC

Les variables du processus représentent la liaison pour la communication entre le système d'automatisation et le système IHM. Sans les avantages de Totally Integrated Automation, nous devrions définir chaque variable à deux reprises : une fois pour le système d'automatisation et une fois pour le système IHM.

L'intégration de SIMATIC STEP 7 dans l'interface de configuration permet de diminuer la fréquence des erreurs et de réduire les tâches de configuration nécessaires. Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques de STEP 7 ainsi qu'aux paramètres de communication.

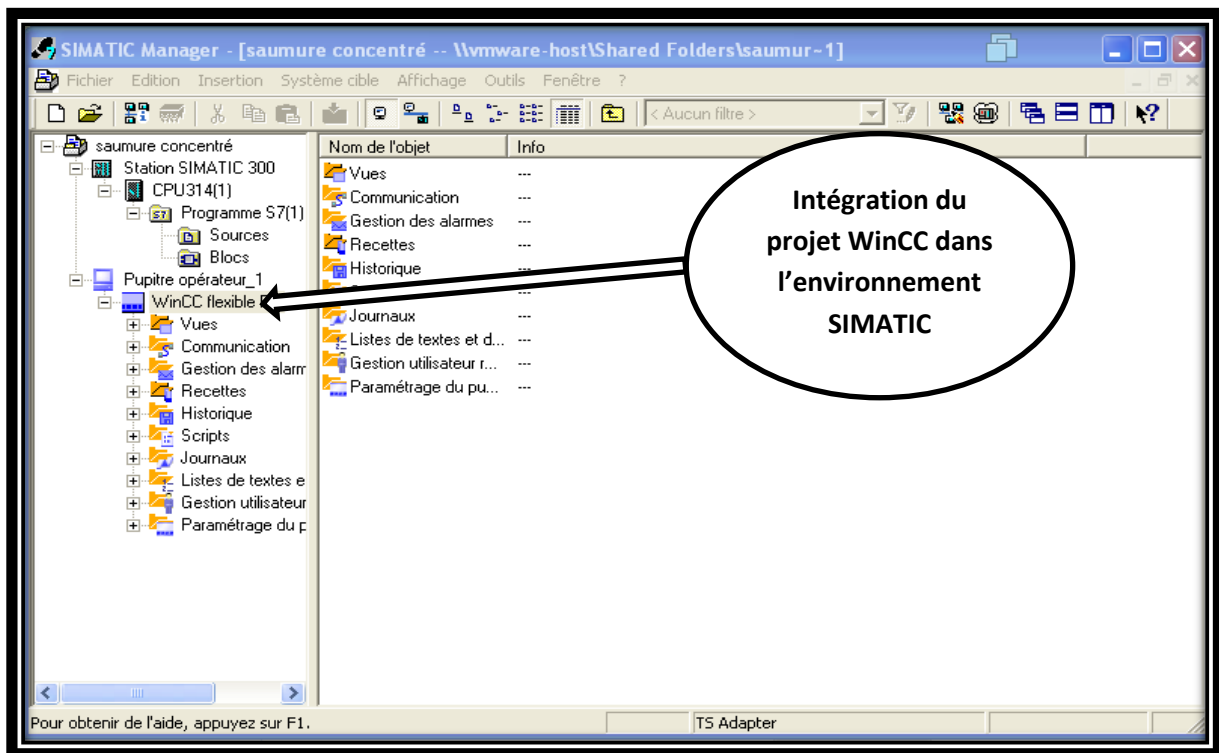


Figure V.1 Intégration du projet dans l'environnement SIMATIC

V.4.2 Présentation de la fenêtre de WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel avec lequel on a réalisé toutes les tâches de configurations requises. L'édition WinCC flexible détermine les pupitres opératoires de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.

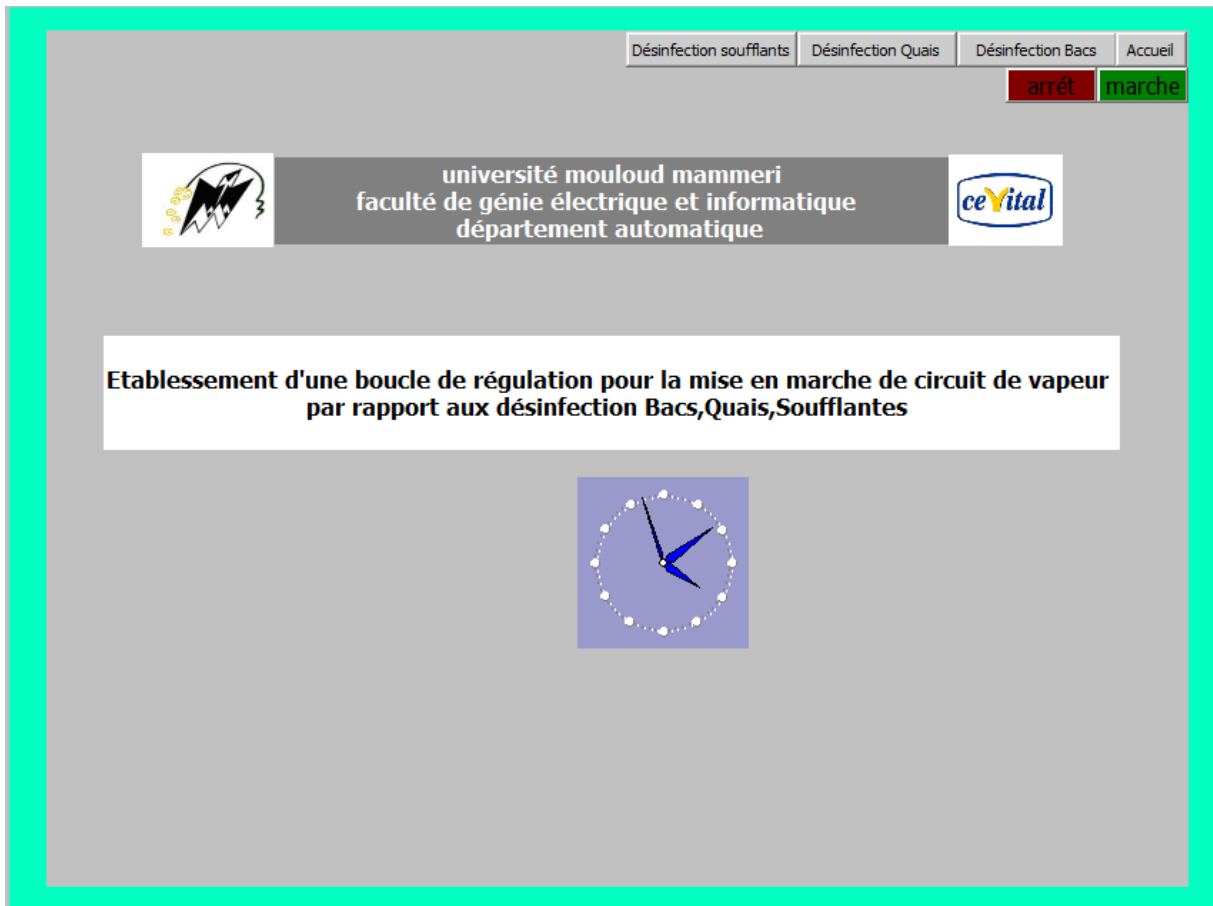


Figure V.2 : présentation de la fenêtre WinCC flexible

V.4.3 Eléments de WinCC flexible

L'interface WinCC flexible est équipée de plusieurs éléments qui nous ont permis de concevoir notre projet (voir Figure 5.2), dont :

➤ **Zone de travail**

La zone de travail sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de la zone de travail. A l'exception de la zone de travail, on peut disposer et configurer, déplacer ou masquer tous les éléments.

➤ **Fenêtre de projet**

Tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés sous forme d'arborescence dans la fenêtre du projet et peuvent être ouverts à partir de cette fenêtre.

Sous chaque éditeur se trouvent les dossiers, dans lesquels un stockage structuré des objets est possible. Pour les vues, les recettes, les scripts, les journaux et les dictionnaires personnalisés, on peut en outre accéder directement aux objets configurés. Dans la fenêtre de projet, on peut accéder aux paramètres du pupitre, à la localisation et à la gestion de versions.

➤ Fenêtre des propriétés

La fenêtre des propriétés nous permet d'éditer les propriétés des objets, par exemple, la couleur des objets de vue, affectation des variables aux objets.

➤ Boîte à outils

La fenêtre d'outils nous a proposé un choix d'objets que nous avons pu insérer dans nos vues, par exemple, des objets graphiques et éléments de commande. La fenêtre d'outils contient en outre des bibliothèques d'objets et collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

➤ La bibliothèque

La bibliothèque fait partie de la fenêtre d'outils. La bibliothèque nous donne accès aux objets de vue préconfigurés. Les objets de la bibliothèque permettent d'augmenter la quantité d'objets de vue disponibles et d'améliorer notre productivité lors de la configuration par la réutilisation d'objets préconfigurés. La bibliothèque est le lieu central d'enregistrement des objets fréquemment utilisés tels que les objets graphiques et variables.

➤ Fenêtre des erreurs et avertissements

La fenêtre des erreurs et avertissements affiche les alarmes système générées, par exemple lors du test d'un projet.

V.4.4 Création des vues

Sous WinCC flexible, on peut créer des vues pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Pour cela, on dispose d'objets prédéfinis permettant de représenter notre installation et de définir des valeurs de processus.

Une vue peut être composé d'éléments statiques et d'éléments dynamiques.

Pour notre projet, on a créé six vues :

- La première vue pour l'accueil ;
- La deuxième vue pour le processus de concentration ;
- La troisième vue pour le processus de nano-filtration ;

- La quatrième vue pour les alarmes et la détections des sources des défauts ;
- L'avant dernière vue pour les différents paramètres du processus ;
- La dernière vue pour les courbes.

V.5 Supervision et simulation du projet

Après la création des vues, leurs configurations et paramétrages sous WinCC flexible, et après l'exécution du programme sur STEP7 et la simulation avec PLCSIM, la supervision s'effectue avec WinCC flexible Runtime.

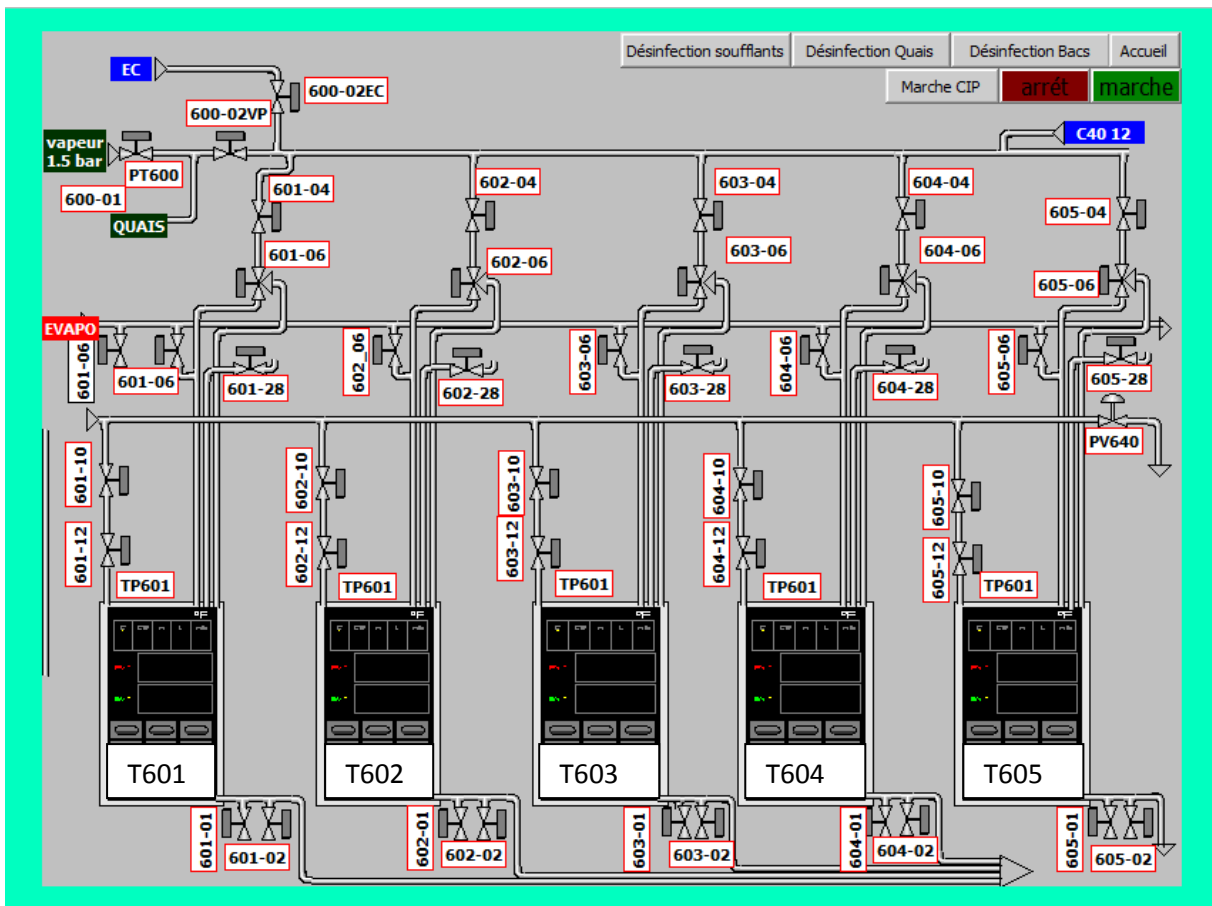


Figure V.3 : représente le schéma de fonctionnement des 5 bacs

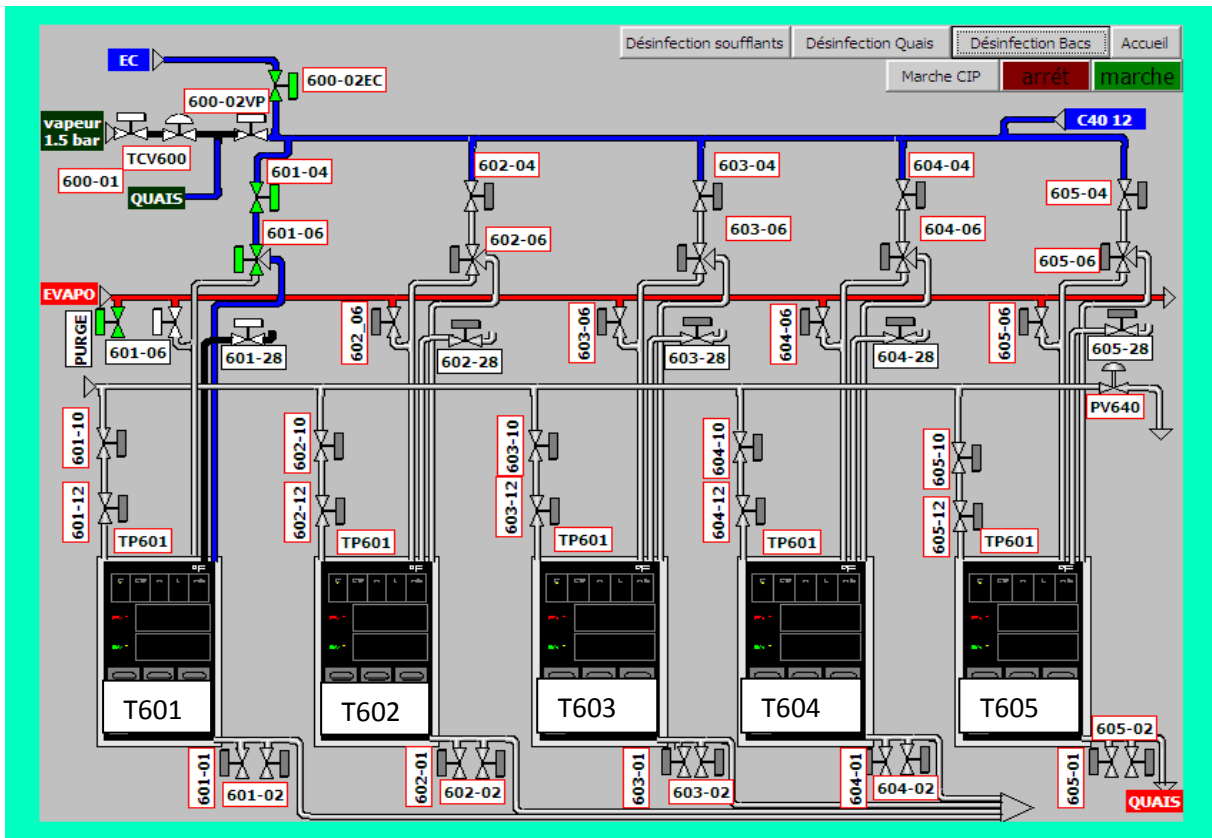


Figure V.4 : Simulation de programmes désinfection de bac T601

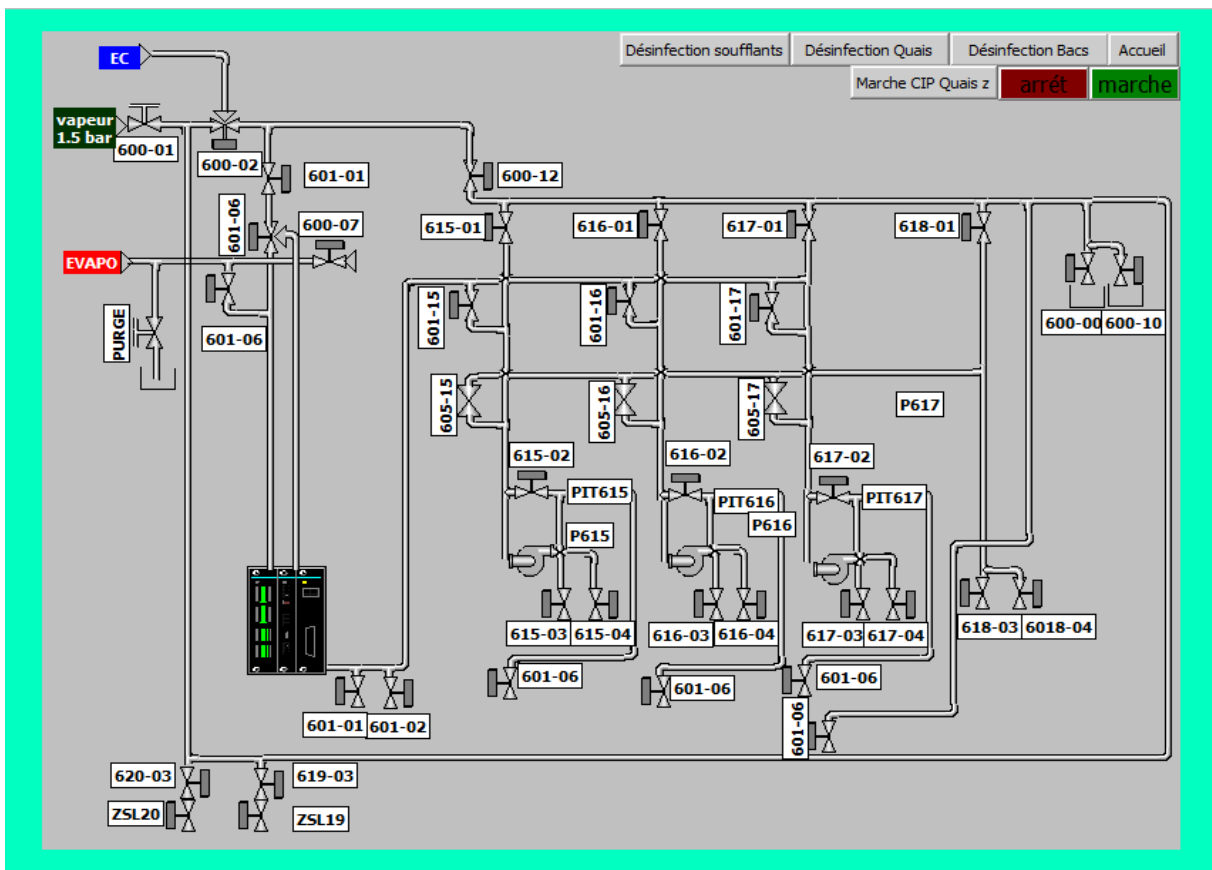


Figure V.5 : le schéma fonctionnel des 3 quais et la zone pré lavage

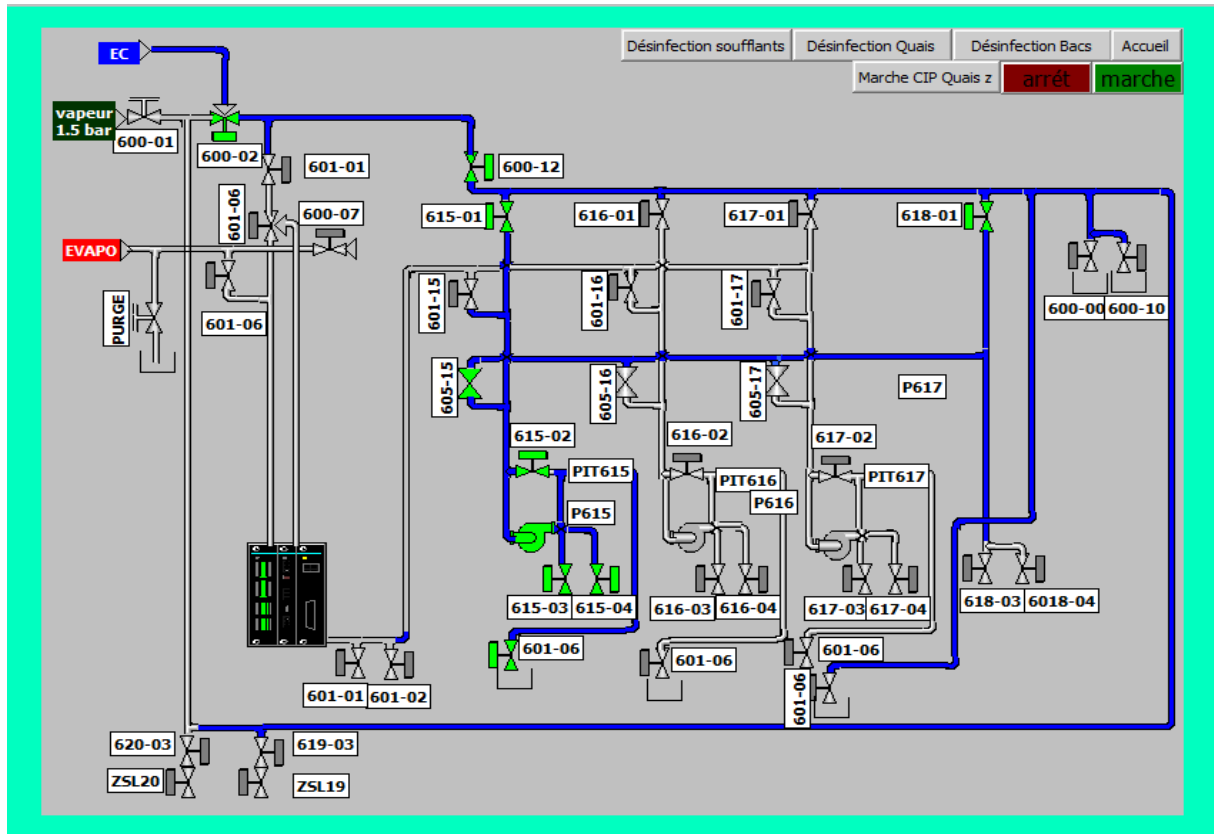


Figure V.6 : Simulation de programme désinfection de quai 1

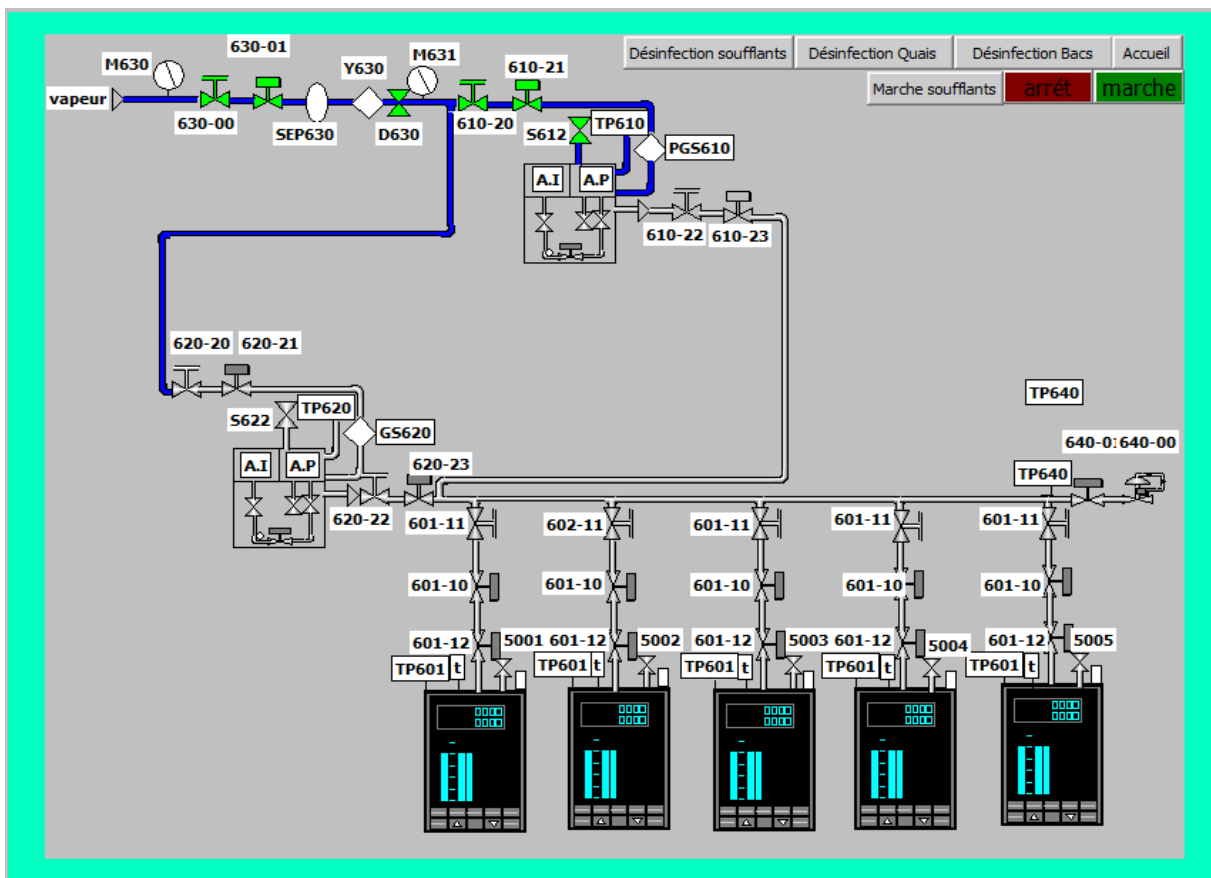


Figure V.7 : Simulation de programme désinfection de la soufflante SO-PL610

V.6 Conclusion

Dans ce chapitre on a réalisé les vues de contrôle et de supervision du désinfection de la section SL-600 qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel.

On a constaté que le logiciel de supervision WinCC Flexible est très riche en options, il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin. Il combine entre l'architecture moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et il intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage, donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tous les effets d'animations qui seront nécessaires pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

Grâce au logiciel de visualisation du processus qu'il possède, il nous a permis de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations d'automatisation de la section SL-600 (setockage et chargement).

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Ce stage que nous avons effectué chez CEVITAL SPA, s'est avéré très riche par la problématique traitée sur l'automatisation globale de la section de stockage et chargement et l'automatisation particulier pour les circuits désinfection, mais également par l'expérience acquise sur le plan humain et technique.

Tout d'abord, ce stage nous a permis de découvrir le monde industriel sur un projet vaste à réaliser dans un temps imparti. Pour ce faire, on a été formé aux procédés de production et expédition du sucre liquide, qui par la précision exigée sur le produit final, demeure un processus long et très complexe.

D'autre part, la fonction occupée au sein du service technique nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques dans le domaine de l'automatisme industriel, de découvrir de nouvelles technologies associées aux commandes décentralisées ou télé-conduites (maintenance à distance). De plus, nos compétences sur les solutions d'automatisations de SIEMENS, en particulier le logiciel STEP7, ont permis une prise en main efficace dans la conduite de ce projet. Ce logiciel possédant une flexibilité essentielle pour la gestion de stations complexes. Ce travail nous a permis de conforter nos attentes sur l'importance de la supervision dans le domaine de l'automatisme industriel.

Le travail réalisé au cours de ce stage a permis de mettre en place une solution individuelle pour automatiser les circuits de désinfection par rapport à la température.

. CEVITAL possède maintenant une solution répondant aux attentes du projet, à savoir de contrôler le processus de façon autonome et de bénéficier d'une flexibilité de travail plus importante.

Au-delà d'enrichir nos connaissances dans les différents domaines techniques que requière cette expérience professionnelle, ce stage nous a beaucoup apporté au niveau des connaissances personnelles. La gestion d'un tel projet favorisant le travail en équipe, tout en exigeant une grande autonomie, nous a permis d'apprécier le déroulement de ce projet.

D'un point de vue global, ce stage aura été une partie de plaisir, bénéficiant d'une entreprise dynamique et accueillante. Il nous aura également apporté un enrichissement humain et scientifique, cela dans un domaine qui nous intéresse grandement.

Bibliographie

Bibliographie

- [1]- Manuel opératoire sucre liquide
- [2]- Documentation technique CEVITAL.
- [3]- Documentation technique NOVASEP CEVITAL.
- [4]- Site internet : www.cevital.dz .
- [5]- George Asch et collaborateurs, « les capteurs en instrumentation industrielle »
Edition Dunod 1999.
- [6]- Site internet : ©Endress+Hauser.fr ,(Technologie de mesure de température
standard).
- [7]- Site internet : MASONELAN .COM,(technologie industrielle de control) .
- [8]- Documentation technique SITRANS SIEMENS.
- [9]- P.M.BLEUX « automatismes industriels » Edition Nathan 1996.
- [10]- Site internet : www.seimens.com .
- [11]- Documentation technique SEIMENS.
- [12]- Documents « techniques de l'ingénieur ».
- [13]- Site internet : www.wikipédia.com
- [14]- Logiciel de programmation STEP7 v5.5.
- [15]- Logiciel de supervision WinCC flexible 2008 SP3.
- [16]- Mémoire : Archives des mémoires, faculté génie électrique et informatique
,U.M.M.T.O.
- [17]-Mémoire :(Automatisation du poste de récupération et traitement des saumures
A l'aide d'un API S7-300 réalisé par BENDJOURI Missipsa et BOUANANI Mohand
Cherif à CEVITAL ,Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, U.M.B.B)