

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud MAMMERY, Tizi-Ouzou**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique  
Département d'Automatique**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

***De MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE  
OPTION: Automatique et Informatique Industrielles***

***Thème***

Conception et programmation d'un système de désinfection  
(CIP/NEP) d'une station de production d'eau minéral  
LALLA\_KHEDIDJA, avec le système de supervision.

Proposé par : Mr BOUSEDRA Moukrane (ingénieur en automatique).

Présenté par :  
Mr BOUANEM Mourad  
Mr MERAD Abdellah

Dirigé par : Mr BENSIDHOUM M.Outahar

Soutenu le : 04 / 07 /2013

***Promotion 2013***

Ce travail a été préparé à CEVITAL.

# *Remerciements*

*Au début nous tenons à remercier dieu de nous avoir donné courage et patience pour que ce travail se réalise*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance envers Monsieur Tahar Bensidhoum pour avoir accepté de nous encadrer.*

*Nous remercions également Mr. Boucedra Mokrane et Mr. Hadid Massinissa, Pour leurs précieux conseils, leurs disponibilités ainsi que pour leurs qualités humaines, leurs bonnes humeur et surtout pour leur confiance au sein de l'entreprise.*

*Nous voudrions également exprimer nos sincères remerciements aux responsables de l'entreprise, d'avoir accepté de nous prendre comme stagiaires.*

*Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de nos profonds respects pour avoir pris la peine d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements et notre gratitude vont aux professeurs et enseignants de l'UMMTO ainsi que son personnel côtoyés tout au long de notre cursus universitaire.*

*Que tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.*

*Merci a toutes et a tous*

***Dédicace:***

*«Je dédie ce modeste travail a toute ma famille ; ma mère, mon père, mes frères et sœur, et a tous ceux qui m'ont aidés, et tous mes chères amis et a tous ceux qui me sont chers ».*

***Mourad.***

***Abdellah.***

# Sommaire

## CHAPITRE I :Présentation de L'unité

<b>Introduction</b> :.....	1
1. Présentation de Cevital :.....	<b>1</b>
2. Présentation de l'unité Lalla Khedidja :.....	1
3. Les différents locaux :.....	3
<b>3.1.</b> Le poste HT :.....	3
<b>3.2.</b> La TGBT : (Table Générale Basse Tension) .....	3
<b>3.3.</b> Local traitement d'eau (water technologie) :.....	4
<b>3.3.1.</b> Zone pré filtration :.....	4
<b>3.3.2.</b> Zone stockage :.....	4
<b>3.3.3.</b> Zone de filtration finale :.....	4
4. 3.3.4 Salle CIP :.....	5
<b>4.1.</b> Local production :.....	5
<b>4.1.1.</b> Description des différentes machines :.....	5
<b>4.1.2.</b> Aire de stockage :.....	7
<b>4.2.</b> Les utilités :.....	7
<b>4.2.1.</b> Les Compresseurs :.....	7
<b>4.2.2.</b> Les Refroidisseurs :.....	7
<b>4.2.3.</b> La chaudière :.....	7
Conclusion :.....	8

## CHPITRE II : Description Fonctionnelle

Introduction :.....	9
I. Description de l'atelier traitement d'eau Water Technologie :.....	9
I.1. partie Opérative :.....	9
I.1.1. Zone de Pré filtration :.....	9
I.1.2. Zone de stockage : .....	11
I.1.3. Zone de filtration finale :.....	12
I.2. Actionneurs et capteurs utilisés :.....	13
I.2.1. les actionneurs : .....	13

I.2.1.1. les électrovannes :.....	13
I.2.1.2. disque de rupture : .....	<b>19</b>
I.2.1.3. Les pompes centrifuges :.....	20
I.2.1.4. Variateur de vitesse (VLT 5000).....	22
I.2.2. les capteurs :.....	23
I.2.2.1. Le capteur transmetteur de débit FT:.....	23
I.2.2.3. Le détecteur de présence:.....	24
I.2.2.4. Les capteurs de niveau LRC:.....	24
I.2.2.5. Les capteurs de niveau LS:.....	25
I.2.2.6. Les capteurs transmetteurs de pression:.....	25
I.2.2.7. Les capteurs de température:.....	26
I.2.2.8. Représentation des valeurs analogiques:.....	26
I.2.2.9. Autres indications graphiques:.....	27
I.3. Partie Commande: .....	28
Partie II.....	30
puissance:.....	
II. Fonctionnement:.....	30
II.1. Mode production:.....	30
II.1.1. Vérification des conditions initiales:.....	30
II.1.2. Procédure de production:.....	30
II.1.3. Procédure de veille:.....	30
II.1.4. Procédure d'arrêt:.....	31
II.1.5. Arrêt critique de l'étape de production:.....	31
II.1.6. Redémarrage après un arrêt critique:.....	31
II.2. Mode CIP:.....	31
II.2.1. Vérification des conditions initiales:.....	31
II.2.2. Procédure de lavage:.....	32
II.2.3. Conditions d'urgence:.....	32
II.2.4. Redémarrage après un arrêt d'urgence:.....	33
CONCLUSION :.....	33

## **CHAPITRE III : Modélisation par l’outil Grafcet**

Introduction .....	<b>34</b>
I- Définition du GRAFCET.....	34
II- Les concepts de base d’un GRAFCET.....	34
II.1-Etape :.....	35
II. 3-Transition .....	36
II.4.Réceptivité :.....	36
II.5.Temporisation.....	37
II.6-Liaisons orientées.....	37
II.7-Règles d'évolution d'un GRAFCET.....	37
II.8-Sélection de séquence et séquence simultanée.....	37
II.9-Saut d'étapes.....	37
II.10- Reprise de séquence.....	40
III- Niveau d’un Grafcet.....	40
IV- Mise en équation d’un grafcet :.....	42
Cahier de charge .....	43
V- modelisation de la station par l’outil GRAFCET.....	46
Conclusion.....	49

## **CHAPITRE IV:Implementation du programme**

Introduction :.....	50
I. Définition d’un automate programmable industriel (API).....	50
II. Choix d’un automate :.....	50
III. Le choix de S7-300 :.....	51
IV.1. Présentation du S7-300 :.....	51
V. Les modules constitutionnels de l’automate S7-300.....	52
V.1. Module d’alimentation (PS) :.....	52
	53

V.2. Unité centrale (CPU) :.....	
V.3. Module de coupleur (IM) :.....	54
V.4. Module de fonction (FM) :.....	54
V.5. Module de communication (CP) :.....	55
V.6. Module de signaux (SM):.....	55
V.7. Module de simulation (SM 374) :.....	56
V.8. Le châssis (rack) :.....	56
IV. Caractéristique de l'automate S7-300 :.....	56
VII. Le logiciel STEP 7 :.....	57
VII .1. Langages de programmation :.....	57
VII.2. Structure d'un programme S7 :.....	58
VII.3. Les blocs utilisateurs :.....	58
VII.4. Les blocs système :.....	58
VIII. Création du projet :.....	59
IV.6 Régulation Continue.....	64
IV.6.1 Paramétrage du régulateur PID.....	65
IV.6.2 Description du bloc FB41.....	65
Conclusion.....	69

## **CHAPITRE V: Supervision**

Introduction :.....	<b>70</b>
1. Avantages de la supervision :.....	70
2. Architecture d'un réseau de supervision :	71
3. Le rôle de la supervision :	71
3.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :	71
	72

3.2. Traitement de données :	<b>72</b>
3.2.1. Représentation graphique des données :.....	72
3.2.2. Traitement des alarmes et des défauts : .....	
3.3. La commande par supervision :.....	73
4. Pupitre de commande : .....	72
5. Présentation du logiciel de supervision : .....	73
6. Présentation du logiciel WinCC flexible2008 :.....	74
6.1. Logiciel exécutif SIMATIC WinCC Flexible Rintame : .....	74
6.2. Intégration dans SIMATIC STEP 7 :.....	76
6.3. WinCC flexible et Simatic Step7: .....	77
6.3. Plateforme de supervision de la station CIP :.....	70
Conclusion :.....	83



# INTRODUCTION GENERALE

L'évolution de la technologie ainsi que le développement de l'électronique et de l'informatique ont donné naissance à l'automatique. Celle-là a évolué vers l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexes permettant l'exécution et le contrôle des tâches techniques d'une manière plus rapide et plus efficace et cela en s'appuyant sur des machines et des robots qui fonctionnent avec une intervention humaine très réduite.

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La production et la complexité des opérations à exécuter conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et de systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production afin d'obtenir des produits de qualité uniforme et optimiser les conditions de travail (sécurité du personnel, sécurité des produits, suppression des tâches pénibles et dangereuses, etc. ) Pour faire face à une concurrence rude.

C'est pour cela que le groupe CEVITAL dans son unité de production d'eau minérale LALLA KHEDIDJA a opté pour l'automatisation de tous ces ateliers.

Dans ce contexte, le sujet qui nous a été proposé par le département technique de VDM consiste à faire la conception et la programmation du système de désinfection pour une station de production d'eau minéral LALLA-KHEDIDJA avec le système de supervision sous le WinCC flexible. Pour cela nous devons d'abord connaître le principe de fonctionnement du procédé en passant par sa modélisation, ensuite on entame une file de procédures d'analyse, d'études et d'essais. Cette solution sera à base d'automate SIEMENS S7-300 qui gère la station du point de vue contrôle du variateur, gestion des électrovannes, régulation du débit et diagnostic du système.

Pour cela, nous avons élaboré notre travail en cinq Chapitres :

- ❖ Chapitre I on procédera à la présentation du groupe CEVITAL et son unité de production d'eau minérale LALLA KHEDIJA.
- ❖ Chapitre II sera consacré à la description et l'étude de différents composants constituant le système à réaliser.
- ❖ Chapitre III sera réservé à la modélisation de la station CIP à l'aide du Graf cet et la présentation du système CIP (NEP).
- ❖ Chapitre IV sera dédié à l'automatisation de la station à l'aide du logiciel STEP7 et qui comporte trois parties :
  - Introduction aux automates programmables.
  - Programmation de l'automate S7-300.
  - Régulation sous STEP7.
- ❖ Chapitre V sera réservé à l'exploitation visuelle dans les milieux industriels. Une présentation du logiciel WinCC flexible de SIEMENS sera abordé, en vue de configurer une interface Homme/Machine nécessaire à la commande, le diagnostic et la visualisation à distance.
- ❖ Nous terminons notre travail par une conclusion générale et des perspectives.

# **CHAPITRE I :**

# **Présentation**

# **de L'unité**

**Introduction :**

Dans ce chapitre on va faire la présentation de l'unité 'Lalla Khedidja' pour le conditionnement de l'eau minérale et la production des boissons gazeuses, afin de faire connaissance et de donner une idée générale sur l'installation, avec toutes ses différents locaux et ainsi les utilités qui assurent le fonctionnement de l'unité.

**1. Présentation de Cevital :**

Cevital compte parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée par les fonds privés en 1998.

Cevital contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et à exporter le surplus en offrant une large gamme de produits de qualités.

**2. Présentation de l'unité Lalla Khedidja :**

L'unité d'eau minérale 'Lalla Khedidja' de Cevital située au pied du mont Djurdjura dans la commune d'Agouni Gueghrane, à environs 35Kms au sud-ouest du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, puise son eau de la source Thinzer située au flan du mont.

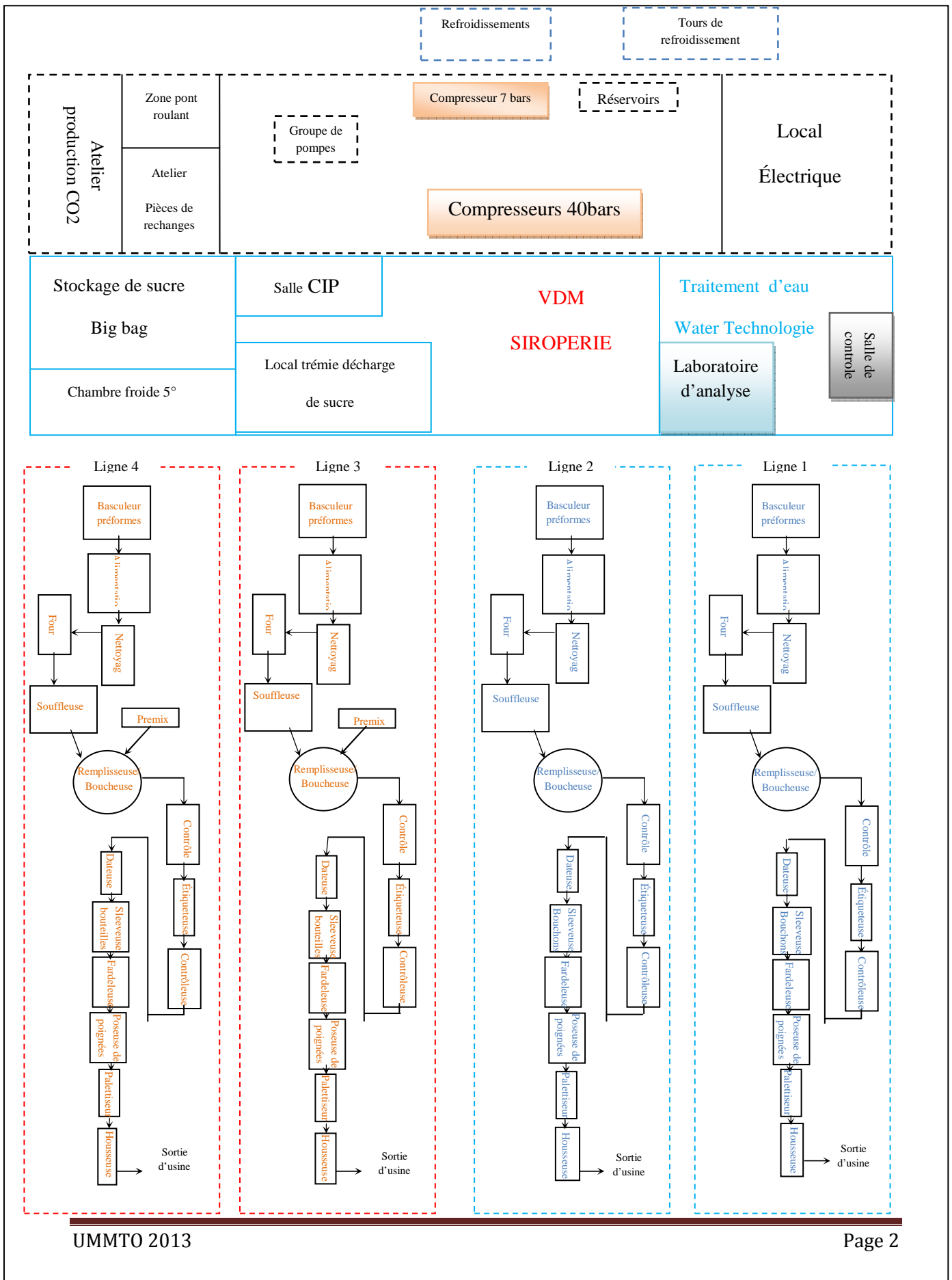
L'eau de Lalla Khedidja prend son origine au plus haut sommet du Djurdjura, pour parler de ses caractéristiques, il s'agit d'une eau oligominérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels à la vie, réputée pour sa légèreté et sa pureté. Elle est ainsi directement embouteillée sans subir traitement chimique. En avril 2005 la célèbre eau minérale prend sa place sur le marché.

En plus du conditionnement de l'eau minérale l'unité produit des jus et des boissons gazeuses, cette production n'est pas totalement mise en marche.

L'usine s'étend sur 25000m<sup>2</sup> de bâtiments, comprend principalement plusieurs locaux.

La capacité de production de l'unité s'élève à 1.5 millions de bouteilles par jour. Chaque ligne dispose d'une capacité de production de 32000 bouteilles par heure, soit une production quotidienne de 768000 bouteilles.

Schéma de l'unité :



### 3. Les différents locaux :

#### 3.1. Le poste HT :

Le poste HT est alimenté par une ligne triphasée de 63KV et de puissance 10MV A provenant directement de Sonal gaz, une fois la ligne au local elle traverse successivement les différents éléments suivants :

- Un sectionneur qui permet son sectionnement par rapport au poste HT.
- Un disjoncteur MCI 72 qui permet la protection du transformateur avec la méthode de l'arc par le gaz SF6 (inodore, incolore le plus lourd).

Le primaire du transformateur HT/MT 63/31.5 KV de puissance 15 MVA est équipé d'un régulateur en charge commandé par un automate TAPCON.

Le secondaire du transformateur 31.5 KV est relié à une armoire d'arrivée SM6.36 qui protège et distribue l'énergie aux trois autres armoires à l'aide d'un jeu de barre.

Chaque armoire SM6.36 alimente un transformateur MT/BT 31.5 KV/380 V de puissance 31250 KVA.

L'armoire d'arrivée et celle de départ sont reliées à un superviseur SEFOX pour la commande et la supervision.

On y trouve aussi une armoire de protection dans le locale HT, elle est équipé de relais de protection de gamme SEPAMS 80, les autres armoires son équipées de SEPAM 40.

Les auxiliaires du poste HT (éclairage, ventilation, climatisation ...etc.) sont alimentés par un transformateur MT/BT 31.5KV/380V de puissance 160KVA.

#### 3.2. La TGBT : (Table Générale Basse Tension)

Les trois transformateurs MT/BT 31.5KV/380V alimentent les trois TGBT, à la tête de chaque TGBT on y trouve en disjoncteur MASTERPACT de 5A équipé d'une unité micro logique 5.0P qui joue le rôle d'un cerveau MASTERPACT sur lequel on peut lire les valeurs des paramètres, courant électrique, tension, puissance, énergie.

Entre chaque deux TGBT est placé un disjoncteur de couplage pour assurer la continuité de service en cas de défaut d'un des trois transformateurs.

Les jeux de barre TGBT alimentent tous les départs vers les lignes et les ateliers via des disjoncteurs de têtes. Les prises des bureaux sont alimentées via un réseau ondule.

Pour les compensations de l'énergie réactive, des batteries sont installées dans le local électrique.

Chaque départ est relié à une armoire de supervision équipée d'un Switch et d'un réseau Ethernet qui permet la communication entre cette armoire et l'armoire principale de supervision installée dans le poste HT.

Le local électrique est équipé de deux climatiseurs CIAT pour réguler la température et refroidir les câbles et les armoires.

### **3.3. Local traitement d'eau (water technologie) :**

L'atelier Water Technologie est composé de différents éléments conçus et réalisés afin de remplir trois fonctions principales :

- Pré filtrage physique de l'eau provenant de la source, située à environ 5Km de l'unité.
- Stockage de l'eau pré filtrée.
- Filtration finale de l'eau du processus et alimentation des lignes de production et de la siroperies.

Les espaces fonctionnels qui composent le système sont essentiellement un nombre de quatre.

#### **3.3.1. Zone pré filtration :**

Elle se compose d'un groupe réalisé de deux lignes d'arrivée 1 et 2, où l'eau provenant de la source est filtrée puis acheminée vers six lignes différentes. La pré filtration se fait à travers trois filtres, dont un filtre de sac de 5 $\mu$  et deux autres à cartouche de 5 $\mu$  et de 1 $\mu$  successivement.

#### **3.3.2. Zone stockage :**

Depuis les lignes de pré filtrage, grâce aux plaques d'échange de flux, il est possible d'alimenter six tanks de stockage d'eau pré filtrée qui sont destinés à emmagasiner l'eau à envoyer aux lignes de production A et B. La ligne A dispose de trois tanks de stockage TK1, TK5, TK6 et d'un tank de production TK10, la ligne B dispose de trois tanks de stockage TK2, TK3, TK6 et d'un tank de production TK11

Le tank 7 sera alimenté par les deux lignes de pré filtration A et B, il permet d'alimenter en eau de nettoyage pour le CIP/NEP (Clean In Place/Nettoyage en place) les tanks de stockage, tanks de production et les remplisseuses des lignes 1 et 2.

#### **3.3.3. Zone de filtration finale :**

Les réservoirs de stockage alimentent six lignes de filtrage et d'alimentation. Des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un inverseur permettant à l'eau contenue dans ces réservoirs d'être une nouvelle fois filtrée, cette étape est appelée filtration finale, elle se fait à l'aide d'un filtre absolu à 0.2 $\mu$ , toutes les lignes passent à travers ces filtres

**3.3.4 Salle CIP :**

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

A cet effet le Tank 7 est directement rempli par l'eau arrivant de la source, pour stocker l'eau nécessaire au CIP, il alimente à son tour deux autres réservoirs qui se trouvent dans la salle CIP, Tank 8 relie à une pompe doseuse de soude caustique, Tank 9 pour l'eau chaude, ainsi que deux petits réservoirs muni d'une pompe doseuse chacun pour les solutions d'acide péraçétique et soude.

**3.4. Local production :**

Cet atelier comporte trois parties essentielles :

- ✓ Une salle blanche où s'effectuent le soufflage et le remplissage des bouteilles.
- ✓ Un laboratoire pour le contrôle de qualité.
- ✓ Deux lignes de production.

**3.4.1. Description des différentes machines :****a) Les souffleuses :**

Les souffleuses sont des machines destinées à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube, fabriquées dans l'atelier plastique. Pour atteindre ce but la souffleuse suit les étapes suivantes :

- ✓ Préchauffage des préformes.
- ✓ Etirage axial mécanique.
- ✓ Etirage radial par soufflage d'air comprimé à 40 bars à l'intérieur d'un moule.

La souffleuse est constituée de quatre parties principales :

- ✓ Partie d'alimentation des préformes froide.
- ✓ Partie du four linéaire pour le préchauffage des préformes.
- ✓ Partie pour le soufflage des réformes.
- ✓ Partie de sortie des préformes.

**b) Les remplisseuses :**

Les remplisseuses sont des machines chargées de mettre en bouteilles le produit fini (la boisson) dont la vitesse peut être variée.

La remplisseuse est essentiellement de la cuve qui est remplie de la boisson à partir des tanks (local traitement d'eau et siroperie) par les pompes de soutirage. Ces cuves donnent une indication



sur le niveau de la boisson à l'intérieur. Cette même information est utilisée pour la variation de la vitesse des pompes ou leurs arrêts et démarrage.

**c) Les bouchonneuses :**

La bouchonneuse se trouve encastrée dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles juste à la fin de leur remplissage pour éviter le débordement.

Les bouchons sont fabriqués et préparés par l'atelier plastique, donc ils sont prêts à être utilisés directement par la bouchonneuse.

**d) Les Etiqueteuses :**

Les étiqueteuses sont destinées à coller des étiquettes enveloppantes sur des récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabricant.

**e) Les Dateurs :**

Ils servent à mentionner la date et l'heure de fabrication d'un produit. Chaque ligne dispose de deux types de dateurs, utilisant l'impression à jet d'encre ou la gravure directe sur la bouteille à l'aide d'un laser.

**f) Les Fardeleuses :**

La fardeleuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone. La machine est de type barre de soudeur avec superposition de film sur fond de paquet.

**g) Les Tapiers roulants :**

Les tapiers roulants sont des moyens de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.

**h) La Poseuse de poignés :**

Elle a pour rôle le placement et fixation des poignés sur les fardeaux de bouteilles, elle se situe après la fardeleuse.

**i) Les Palettiseurs :**

Ces machines sont conçues pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

**j) Les Hausseuses :**

Ces machines sont incluses pour envelopper la charge constituée de la palette et de plusieurs étages de fardeaux dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteilles pour tout déplacement. La hausseuse entoure la charge d'un film en silicone.

**3.4.2. Aire de stockage :**

A l'intérieur de ce local se fait le stockage des produits finis ainsi que des consommables (préformes, bouchons, étiquettes, colle, bobines de film, PET, ...).

**Quai de chargement :**

On y trouve 14 quais de chargement qui sont commandés par un système de vérins qui permet une translation verticale et horizontale.

**3.5. Les utilités :****3.5.1. Les Compresseurs :**

On trouve cinq compresseurs de 40 bars ; deux de capacité de 2350m<sup>3</sup>/h, trois de capacité de 1850m<sup>3</sup>/h pour les souffleuses, un compresseur 7bars de capacité 320m<sup>3</sup>/h qui alimente l'atelier plastique et in groupe de deux compresseurs 13bars de capacité 1250m<sup>3</sup>/h pour les autres ateliers.

**3.5.2. Les Refroidisseurs :**

On trouve plusieurs types de refroidisseurs, différents par l'usage qu'on en fait :

- Refroidisseurs eau/fluide frigorigère qui alimentent l'atelier plastique.
- Refroidisseurs eau/fluide frigorigère qui alimentent les souffleuses.
- Refroidisseurs eau/fluide frigorigère pour la climatisation de la salle blanche.
- Refroidisseurs eau/eau pour le refroidissement des compresseurs.

**3.5.3. La chaudière :**

La chaudière est un générateur de vapeur de capacité 5t/h utilisé pour l'alimentation de la siroperie, le local traitement d'eau et la sliveuse en vapeur.

Un adoucisseur d'eau utilisé pour alimentation des centrales de lubrification au niveau des convoyeurs et les échangeurs.

**Conclusion :**

L'unité de conditionnement d'eau minérale du groupe Cevital est dotée de plusieurs systèmes automatisés où l'intervention de l'homme est réduite. La commande de différentes machines est assurée par des automates programmables. Ces derniers sont équipés de pupitres opérationnels garantissant l'interface homme-machine.

Les technologies les plus récentes utilisées dans l'unité nous ont permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine de l'automatisation et de touché également à d'autre disciplines.

Du point de vue méthodologique, la collecte de données technique et la compréhension des méthodes de réalisations des systèmes de commande nous ont beaucoup aidées à aborder notre travail.

**CHPITRE II :**

**Description**

**Fonctionnelle**

**Introduction :**

Dans ce chapitre, nous attèlerons à l'étude du locale Water Technologie et ce dans le but d'en définir les différentes parties fonctionnelles qu'il le compose, notamment les parties commande, opérative, ainsi que leurs entrées/ sorties.

Une étude des capteurs et actionneurs utilisées dans cet atelier, nous permettra d'élaborer, dans le chapitre suivant, le GEMMA et les GRAFCETS modélisant son fonctionnement.

**I. Description de l'atelier traitement d'eau Water Technologie :**

**I.1. partie Opérative :**

**I.1.1. Zone de Pré filtration :**

La zone de pré filtration contient deux lignes A et B pour une pré filtration physique de l'eau provenant de la source. Chaque ligne se compose de :

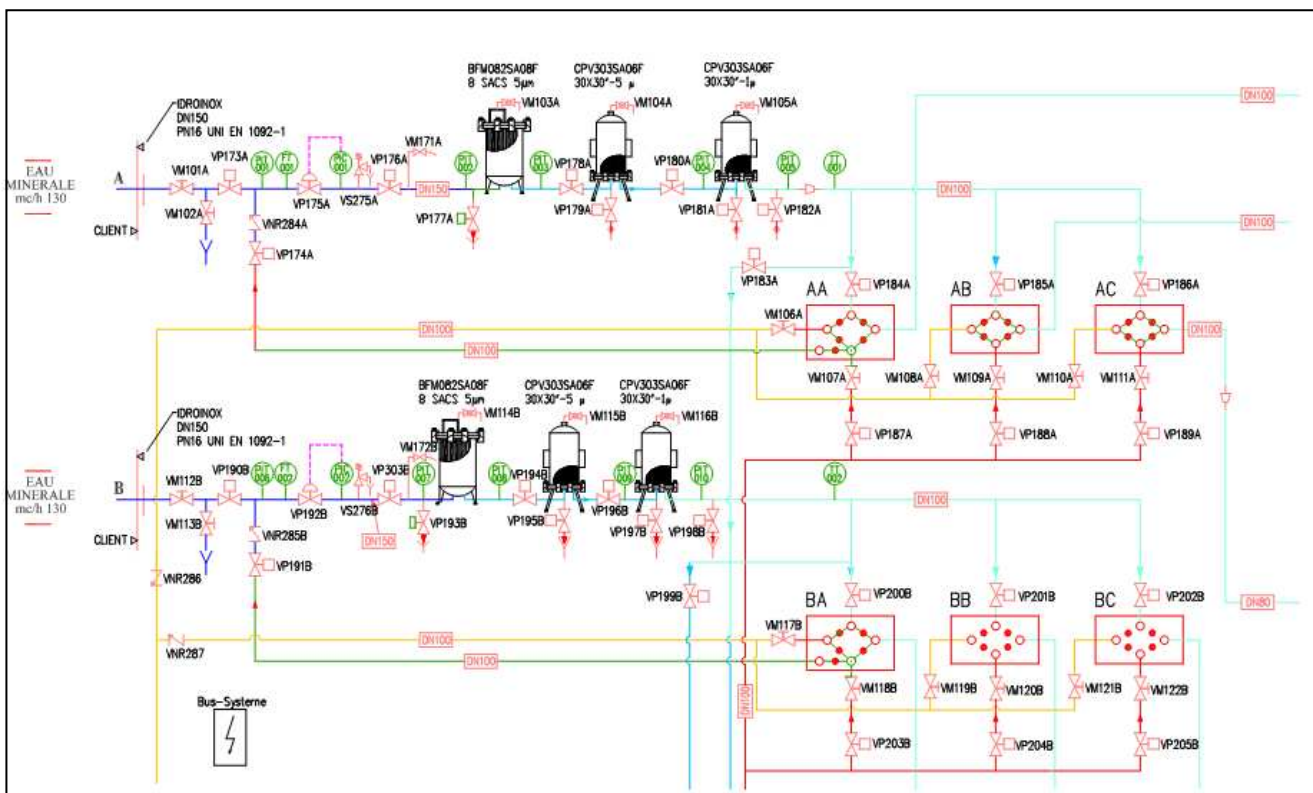


Figure II.1. Zone de pré filtration

- Trois filtre dont un à sac, qui filtre à 5  $\mu\text{m}$  et deux à cartouche, le premier filtre à 5  $\mu\text{m}$  et le deuxième à 1 $\mu\text{m}$ .
- Des vannes manuelles :
  - une vanne de purge pour diminuer la pression d'arrivée.
  - une vanne d'isolement pour isolée la ligne et la tuyauterie
- Une vanne modulante : elle se situe à l'entrée de la ligne, contrôlée par un PIC (indicateur contrôleur de pression).
- Des vannes TOR : placées dans différents endroits de la ligne :
  - une vanne en amont et en aval de chaque filtre.-une vanne à l'entrée de la ligne.
  - des vannes en amont et en aval des trois plaques d'échange de flux.
  - une vanne pour le remplissage du tank7.
  - des vanne de drainage pour deux filtre à cartouche, deux vannes pour la tuyauterie, une à l'entrée du premier filtre, une à la sortie du dernier filtre.
- Des indicateurs transmetteurs de pression (PIT).
- Un transmetteur de température à la sortie des filtres (TT).
- Un transmetteur de débit (FT) à l'entrée de la ligne.
- Des capteurs de position situés sur les plaques d'échange de flux. pour indiquer les positions des manifolds, en mode production ou en mode CIP.

### **I.1.2. Zone de stockage :**

Le stockage de l'eau pré filtrée se fait dans des réservoirs, tous pourvus de :

- Une sonde analogique LCR ( Level Registre Contrôler) de niveau permettant de mesurer en temps réel le niveau de chaque réservoir et de lire sur le pupitre la valeur transmise pour commander l'ouverture et la fermeture de la vanne modulante desservant vers le réservoir.
- Deux capteurs LS (Level Switch) de niveau pour détecter le niveau bas et le niveau haut.
- Un disque de rupture PSE pour protéger le tank contre la surpression et le froissement lors de la vidange.
- Deux filtres à air pour maintenir le bac sous pression atmosphérique.
- Un transmetteur de pression PT au moyen duquel se fait le paramétrage de la pompe qui régule la pression en amont des filtres microbiologiques.

- Des vannes papillon TOR, pour le remplissage ainsi que pour la purge du tank, une autre pour la sortie de vapeur lors du CIP à l'eau chaude et en fin une vanne manuelle pour la prise d'échantillons pour les analyses effectuées au laboratoire.
- Une vanne de sureté VSP au moyen de laquelle s'effectue la recirculation de l'eau vers le tank en cas d'arrêt de production afin d'assurer la sécurité de la pompe.
- Une pompe centrifuge contrôlée par un variateur de vitesse pour l'envoi d'eau vers les remplisseuses (lignes AA, AB), vers les mixeurs (lignes BB, BC).

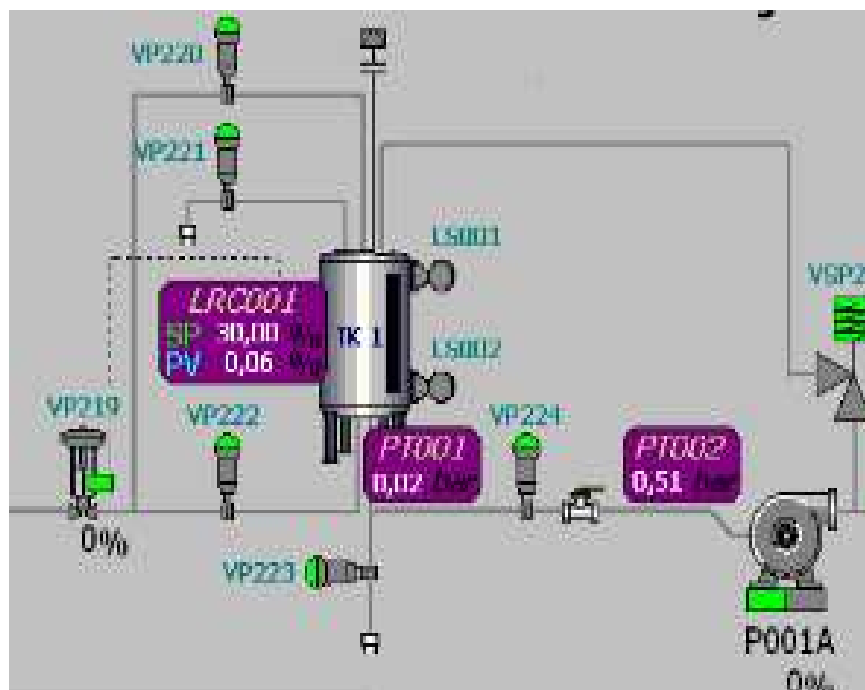


Figure II.2. Zone de stockage

### I.1.3. Zone de filtration finale :

Avant l'envoi de l'eau vers les lignes de production une filtration finale est effectuée à travers un filtre à cartouche de 0.2  $\mu\text{m}$  pour chaque ligne de stockage à l'exception de la ligne BA qui alimente VDM.

La zone de filtration finale comporte :

- Des vannes manuelles
  - Une vanne à l'entrée de la zone pour le drainage de la ligne.
  - Une vanne pour le drainage du filtre.

- Des vannes papillon TOR
  - Deux vannes en amont et en aval du filtre.
  - Une vanne pour le drainage du filtre.
  - Une vanne pour by passer le filtre dans le cas CIP avec eau chaude.
- Trois indicateurs transmetteur de pression (PIT).
- Un indicateur de température à la sortie du filtre (TT).

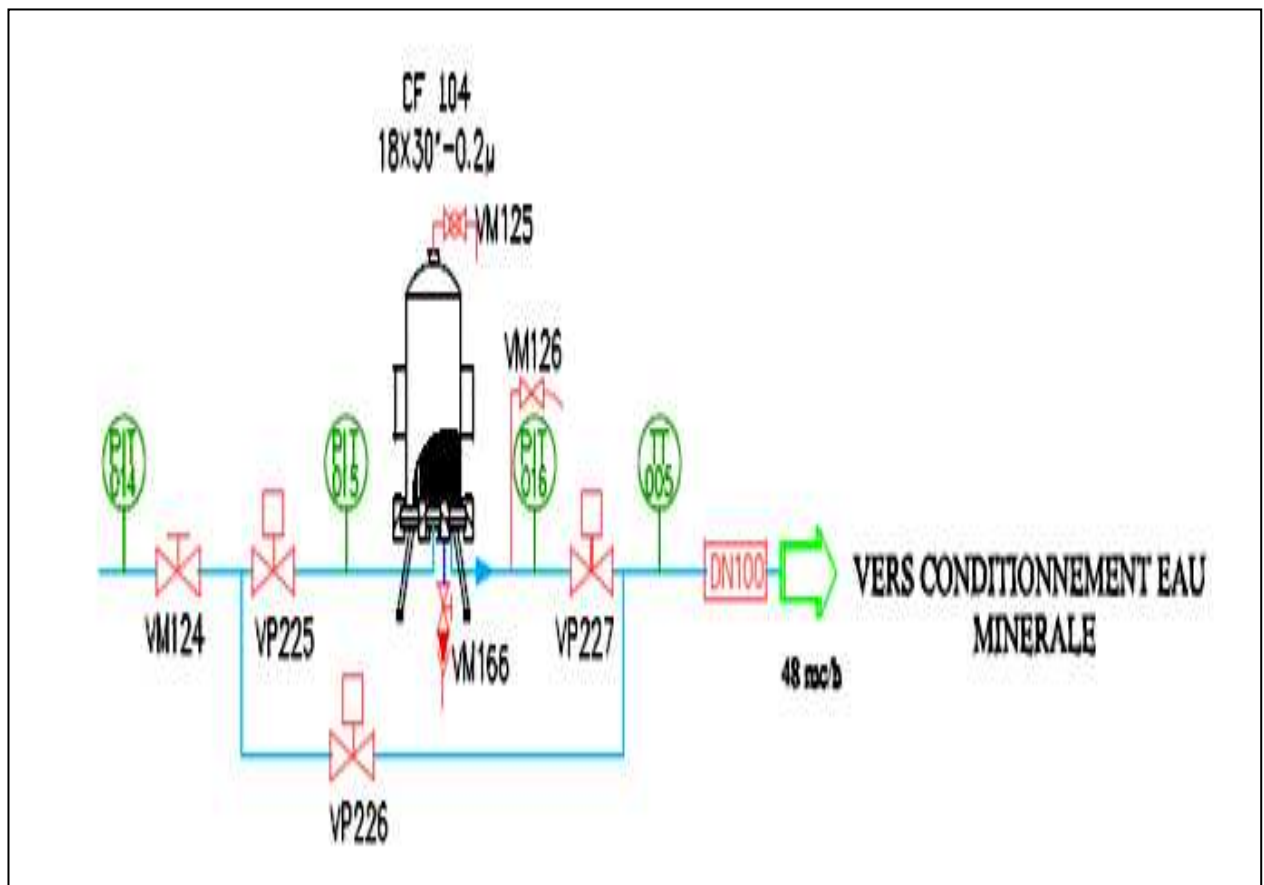


Figure II.3. Zone de filtration finale des lignes AA, AB



**Remarque :**

Dans le cas des lignes BA et BB destinées à la production de la boisson carbonatée, après la filtration finale l'eau passe à travers un refroidisseur, muni de trois vannes manuelles à son amont et deux vannes TOR à la fin de la ligne, voir figure I.I.4

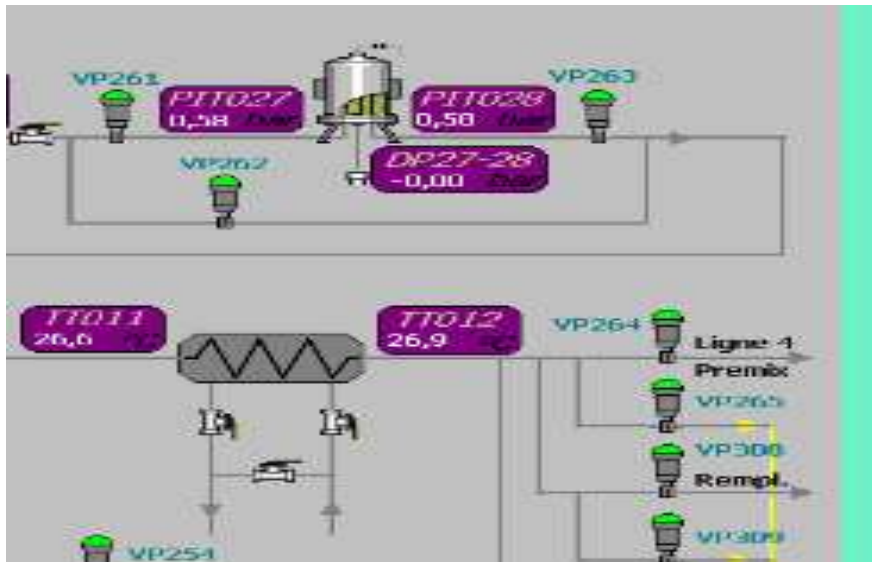


Figure II.4. zone de filtration finale des lignes BB, BC

**I.2. Actionneurs et capteurs utilisés :****I.2.1. les actionneurs :**

Dans un système automatique, un actionneur est un organe de la partie opérative qui sur ordre de la partie commande via le pré actionneur, convertit l'énergie qui lui fournie sous une forme utile pour les taches programmées d'un système automatisé.

**I.2.1.1. les électrovannes :**

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement à l'aide d'un automate programmable, quand elles sont activées l'air comprimé actionne l'actionneur pneumatique. Ces vannes sont alimentées avec une pression de 6 à 7 bars, elles sont équipées d'un interrupteur manuel qui permet aussi bien l'ouverture que la fermeture en cas d'absence d'alimentation.

Les vannes utilisées dans notre processus sont :

- **Vannes papillon pneumatiques TOR :**

C'est des vannes utilisées pour les liquides et gaze. Dans notre cas elle doit être en inox pour un usage agroalimentaire pour une hygiène du produit.

La figure suivante représente tous les états possibles de la vanne :

1. Nom de la vanne
2. Indicateur manuel-automatique
  - a. Vert : automatique
  - b. Jaune : mode d'emploi
3. Indicateur de commande
  - a. Gris : non commandée
  - b. Bleu : commandée
4. Indicateur actionneur de la vanne
  - a. Gris : en position de repos
  - b. Bleu : en position commandée
  - c. Rouge : en état d'alarme, c'est-à-dire que la position détectée par les capteurs de position n'est pas compatible avec la commande donnée
5. Indicateur papillon
  - a. En position perpendiculaire au tuyau : vanne fermée
  - b. En position longitudinale par rapport au tuyau : vanne ouvert

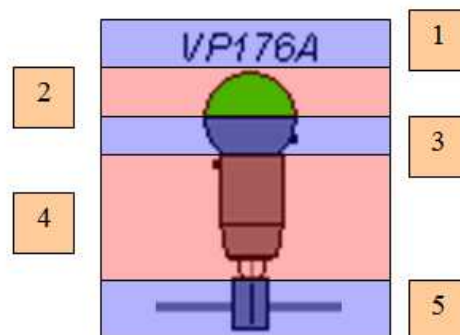
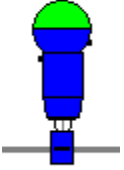
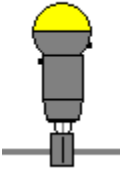

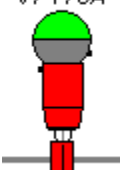
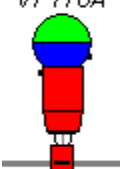




Figure II.5. Vanne papillon pneumatique TOR

Ci-après figure un tableau qui représente tous les états possibles de la vanne :

	<p>Automatique non commandée placée correctement</p>
--	--

<p>VP176A</p> 	<p>Automatique commandée placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Mode d'emploi non commandée placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Mode d'emploi commandée placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Automatique non commandée PAS placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Automatique commandée PAS placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Mode d'emploi non commandée PAS placée correctement</p>
<p>VP176A</p> 	<p>Mode d'emploi commandée PAS placée correctement</p>

• **Vannes modulantes**

Ces vannes sont utilisées afin d’assurer le débit d’eau désiré. Elles sont utilisées dans l’atelier au niveau de l’entrée des deux zones de pré filtration pour réguler et contrôler le débit de l’eau arrivant de la source et à l’entrée de chaque tank de stockage pour que leur capacité ne soit pas dépassée.

Cette figure représente tous les états possibles d’une vanne modulante

1. Nom de la vanne
2. Indicateur de commande de la vanne
  - a. Gris : non commandée (0%d’ouverture)
  - b. Bleu : commandée (valeur d’ouverture supérieure à 0%)
3. Indicateur régulateur de la vanne
  - a. Vert : régulateur en automatique
  - b. Jaune : régulateur en manuel
4. Valeur d’ouverture de la vanne de 0 à 100%

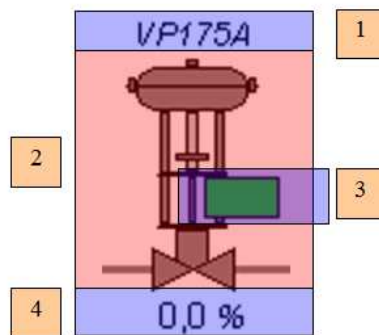
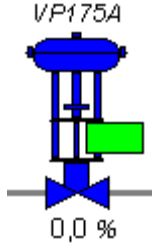
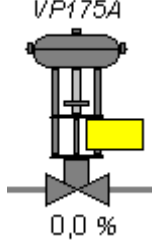
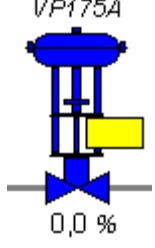


Figure II.6. Vanne modulante

Ci-après figure un tableau qui représente tous les états possibles de la vanne :

	<p>Régulateur en automatique Complètement fermée</p>
--	--

	<p>Régulateur en automatique Valeur d'ouverture supérieure à 0%</p>
	<p>Régulateur en manuel Complètement fermée</p>
	<p>Régulateur en manuel Valeur d'ouverture supérieure à 0%</p>

• **Vanne de sureté :**

Ces vannes sont utilisées afin d'assurer la recirculation de l'eau vers les tanks lors de l'arrêt de la production afin de protéger les pompes.

Cette figure représente tous les états possibles de la vanne de sureté :

1. Indicateur manuel-automatique
  - a. Vert : automatique
  - b. Jaune : mode manuel
2. Indicateur de commande de la vanne
  - c. Gris : non commandée
  - d. Bleu : commandée

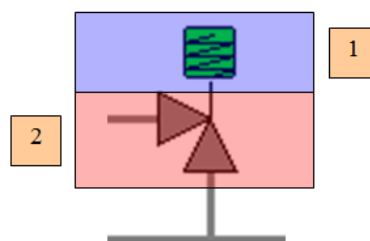
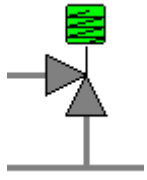
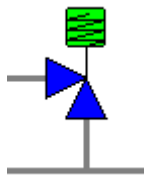
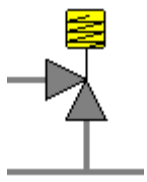
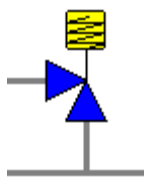


Figure II.7. Vannes de sureté

Ci-après figure un tableau qui représente tous les états possibles de la vanne :

	Automatique non commandée
	Automatique commandée
	Mode d'emploi non commandée
	Mode d'emploi commandée

• **Vanne à double siège :**

C'est une vanne de nouvelle génération, a deux siège et peut avoir jusqu'à trois actions qui assurent un mouvement en haut et en bas, elle assure aussi une purge en mouvement qui sépare la partie basse de la partie haute des deux clapets.



Figure II.8 : Vanne à double siège

➤ **Caractéristiques :**

- Quatre aux trois conduites (selon le besoin)
- Electrovanne avec feedback et alimentation en 24V DC
- Un positionneur flexible et interchangeable en cas de panne
- Alimentation en air comprime à 7 bars

**I.2.1.2. disque de rupture :**

Chaque tank est équipé d'un disque de rupture qui est un dispositif de protection, sensible à la pression à l'intérieur du tank sur lequel il est installé, le protégeant contre les risques d'explosion et/ou d'implosion.

Cette figure représente tous les états possibles du disque

1. Numéro du disque de rupture
2. Indicateur de l'état du disque
  - a. Gris : disque intact
  - b. Rouge : protection déclenchée

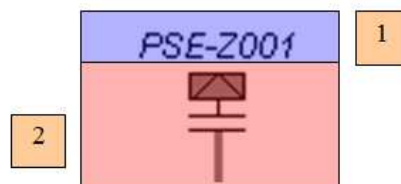




Figure II.9 Disque de rupture

Ci-après figure un tableau qui représente tous les états possibles du disque.

	Protection non déclenchée
	Protection déclenchée

### I.2.1.3. Les pompes centrifuges :

Les pompes assure l'envoi, de l'eau stockée dans les tanks vers les remplisseuses ainsi que la recirculation de l'eau vers les différents tanks lors de l'arrêt de production.

La figure ci-dessous représente tous les états possibles de la pompe :

1. Nom de la pompe
2. Indicateur de l'état de la pompe
  - a. Gris : repos
  - b. Bleu : commandée
  - c. Rouge : en alarme
3. Indicateur régulateur
  - a. Vert : régulateur en automatique
  - b. Jaune : régulateur en manuel
4. Indicateur de commande
  - a. Gris : moteur arrêté

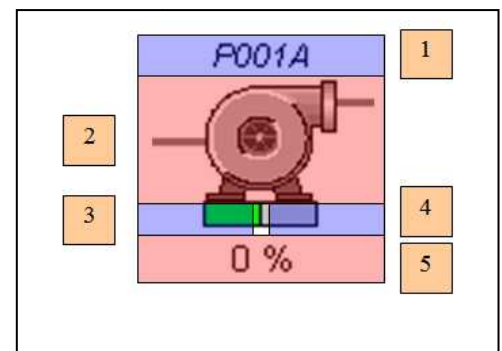
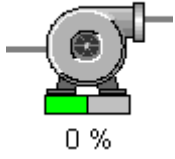
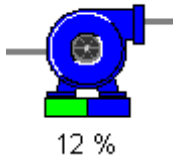
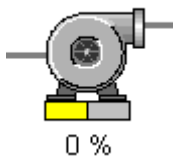
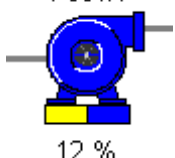
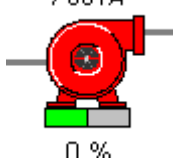
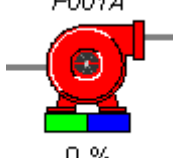
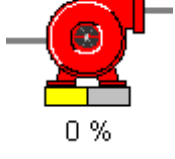
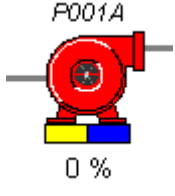


Figure II.10.pompe centrifuge

Ci-après figure un tableau qui représente tous les états possibles de la vanne :



<p>F001A</p>  <p>0 %</p>	<p>automatique non commandée Pas en alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>12 %</p>	<p>automatique commandée Pas en alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>0 %</p>	<p>Mode d'emploi non commandée Pas en alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>12 %</p>	<p>Mode d'emploi commandée Pas en alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>0 %</p>	<p>automatique non commandée En alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>0 %</p>	<p>automatique commandée En alarme</p>
<p>F001A</p>  <p>0 %</p>	<p>Mode d'emploi non commandée En alarme</p>

 <p>P001A 0 %</p>	Mode d'emploi commandée En alarme
--	---

#### I.2.1.4. Variateur de vitesse (VLT 5000)

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

La figure ci-dessous montre le variateur (DANFOSS) utilisé dans la station de production d'eau minérale pour la commande des pompes de transfert (euro Hygia) :



**Fig. II.11** : Le variateur VLT5000.

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

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

Vue leur utilité, ils sont devenus indispensables dans Toutes les industries.

### I.2.2. les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Le transmetteur est le dispositif qui convertit le signal de sortie du capteur en signal de mesure standard, il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle.

#### I.2.2.1. Le capteur transmetteur de débit FT:

Le capteur transmetteur de débit nous permet de mesurer le débit des liquides avec une conductivité minimale de 5  $\mu\text{A}$ .

- **Fonctionnement :**

Il permet de déterminer la vitesse de passage du fluide conducteur devant la tête du capteur, délivrant ainsi un signal de mesure analogique de 4 à 20 mA, proportionnel à la vitesse.

La figure ci-dessus représente tous les états possibles du capteur de flux.

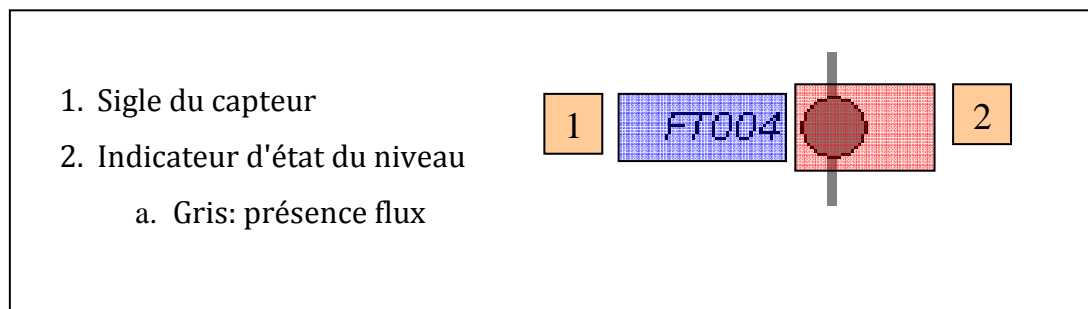


Figure II.11. Capteur transmetteur de

#### I.2.2.3. Le détecteur de présence:

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle.

Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie, ainsi le capteur commute.

Ils sont placés sur les plaques d'échange de flux pour indiquer la position des manifolds.

Les états possibles des capteurs sont représentés sur la figure ci-dessous :

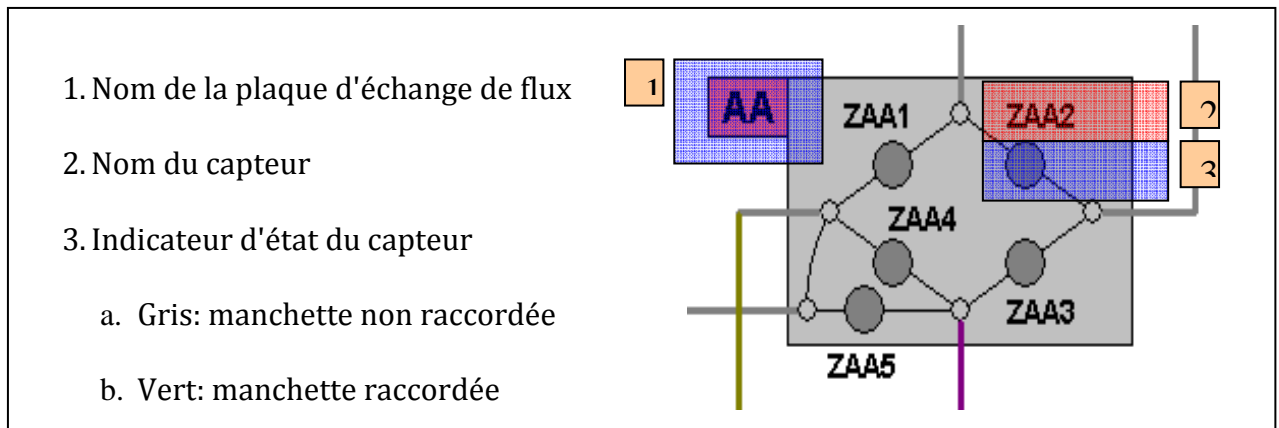


Figure II.12. Capteurs sur plaque d'échange de flux

#### I.2.2.4. Les capteurs de niveau LRC:

Les tanks de stockage sont équipés d'un capteur de niveau LRC qui affiche sa valeur sur le pupitre pour informer l'opérateur de la quantité d'eau existante dans les tanks.

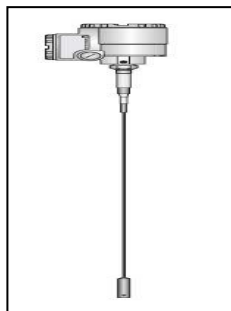


Figure II.13. Sonde analogique de niveau

#### I.2.2.5. Les capteurs de niveau LS:

Ce sont des capteurs de présence ou d'absence de liquide, basés sur le principe de conduction électrique du liquide. La présence du liquide fait passer le courant d'une borne vers l'autre.

Chaque cuve possède deux capteurs, LS niveau haut, LS niveau bas, utilisé comme sécurité pour la pompe.

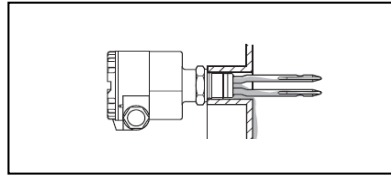


Figure II.14. Level Switch

La figure suivante illustre le placement ainsi que les différents états possibles du capteur de niveau

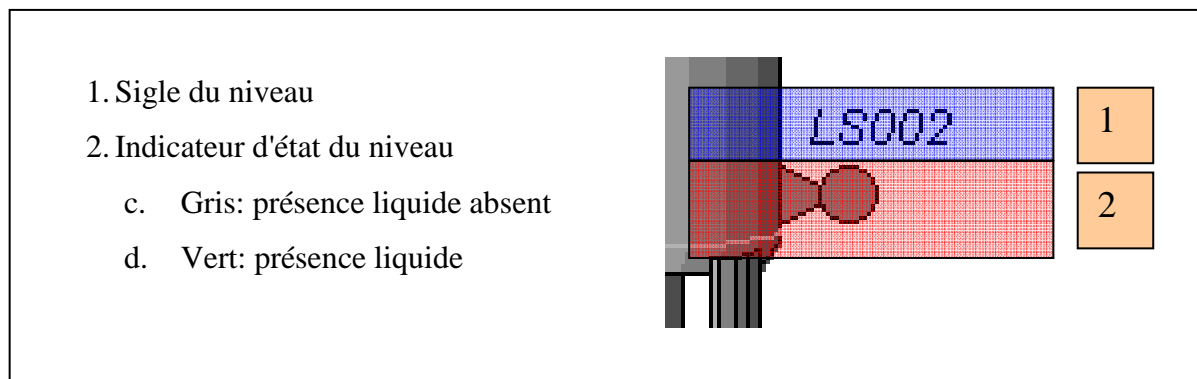


Figure II.15. Capteur de niveau LS

#### I.2.2.6. Les capteurs transmetteurs de pression:

Les transmetteurs de pression mesurent la pression absolue ou relative, dans les gaz, vapeur et les liquides. Ils sont utilisés dans tous les domaines des procédés industriels.

- **Transmetteurs de Pression PT:** Placés à la sortie de chaque tank afin de transmettre la pression de sortie de l'eau.
- **Transmetteurs Indicateurs de Pression PIT:** Placés en aval des pompes pour assurer la recirculation de l'eau à travers les vannes de sureté VSP en cas d'arrêt de production. Ils sont aussi placés en amont et aval des filtres pour vérifier leur colmatage.
- **Indicateurs contrôleurs de Pression PIC:** Placés en amont des vannes modulantes afin d'assurer leur régulation.

**I.2.2.7. Les capteurs de température:**

Des capteurs de température sont disposés à la sortie de chaque zone de pré filtration, ainsi qu'à la sortie des zones de filtration finale, pour donner une indication sur la température intérieure.

On a également des capteurs de température en amont et en aval de chaque échangeur de chaleur pour permettre le réglage de débit de vapeur par les vannes modulantes.

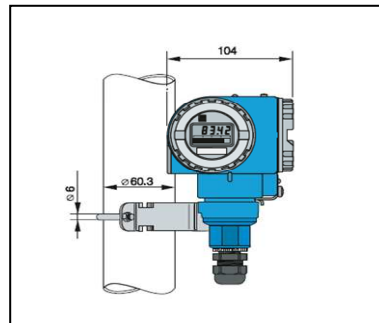
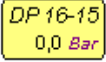


Figure II.16. Capteur transmetteur de température

**I.2.2.8. Représentation des valeurs analogiques:**

<p>ARC001 0,0 <math>\frac{mS}{cm}</math></p>	Conductibilité
<p>FT003 0,0 <math>m^3/h</math></p>	Débit
<p>LRC007 0 <math>m^3</math></p>	Niveau
<p>LRC001 PV 2,1 <math>m^3</math> SP 2,2 <math>m^3</math></p>	<p>Niveau contrôlé</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV: valeur actuelle</li> <li>• SP: Set Point (point de réglage)</li> </ul>
<p>PT014 1,7 Bar</p>	Pression
<p>PIC002 PV 2,1 Bar SP 2,2 Bar</p>	<p>Pression contrôlée</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV: valeur actuelle</li> <li>• SP: Set Point (point de réglage)</li> </ul>
<p>TT003 21,0 °C</p>	Température

	Pression différentielle
---	-------------------------

### I.2.2.9. Autres indications graphiques:




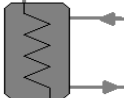


	Drainage
	Vanne manuelle
	Vanne manuelle pour vapeur
	Réchauffeur à vapeur
	Refroidisseur
	Bidon avec solution concentrée pour NEP

Figure I.1.16. Indications graphiques

### I.3. Partie Commande:

Dans la salle de commande se trouve un superviseur doté du logiciel de supervision WinCC, relié par le protocole de communication ETHERNET, aux armoires électriques se trouvant dans le local filtration et salle CIP.

**L'armoire principale:** située sur le skid A de filtration finale comporte, l'automate programmable S7-300, monté sur trois chassis, au niveau du premier chassis se trouve :

- ✓ la CPU 317-2DP/PN,

- ✓ l'alimentation PS 307 5A,
- ✓ un coupleur IM360,
- ✓ des modules de signaux.

Au niveau du deuxième et troisième chassis, on trouve :

- ✓ des modules de signaux,
- ✓ des coupleurs IM361.
- ✓ un switch ETHERNET qui permet la liaison entre l'automate et l'armoire électrique de la salle CIP.

Les trois chassis sont reliés entre eux grâce aux coupleurs IM.

Un pupitre de commande est utilisé pour effectuer des opérations de commande et de contrôle du process de production et du process CIP.

**Armoire auxiliaire 1:** elle se situe sur le skid B de préfiltration, contient un esclave modulaire ET 200M, servant à la récolte d'informations concernant toute l'instrumentation du skid préfiltration.

La station automate est reliée à l'armoire principale via un PROFIBUS-DP.

**Armoire auxiliaire 2:** elle se situe dans la salle CIP, elle contient un ET 200M qui la relie par liaison PROFIBUS-DP à l'armoire auxiliaire1 et un switch ETHERNET qui permet la liaison entre cette station automate et l'armoire principale ainsi que le superviseur.

La figure II.17. illustre le schéma de communication entre les différentes armoires et le superviseur.



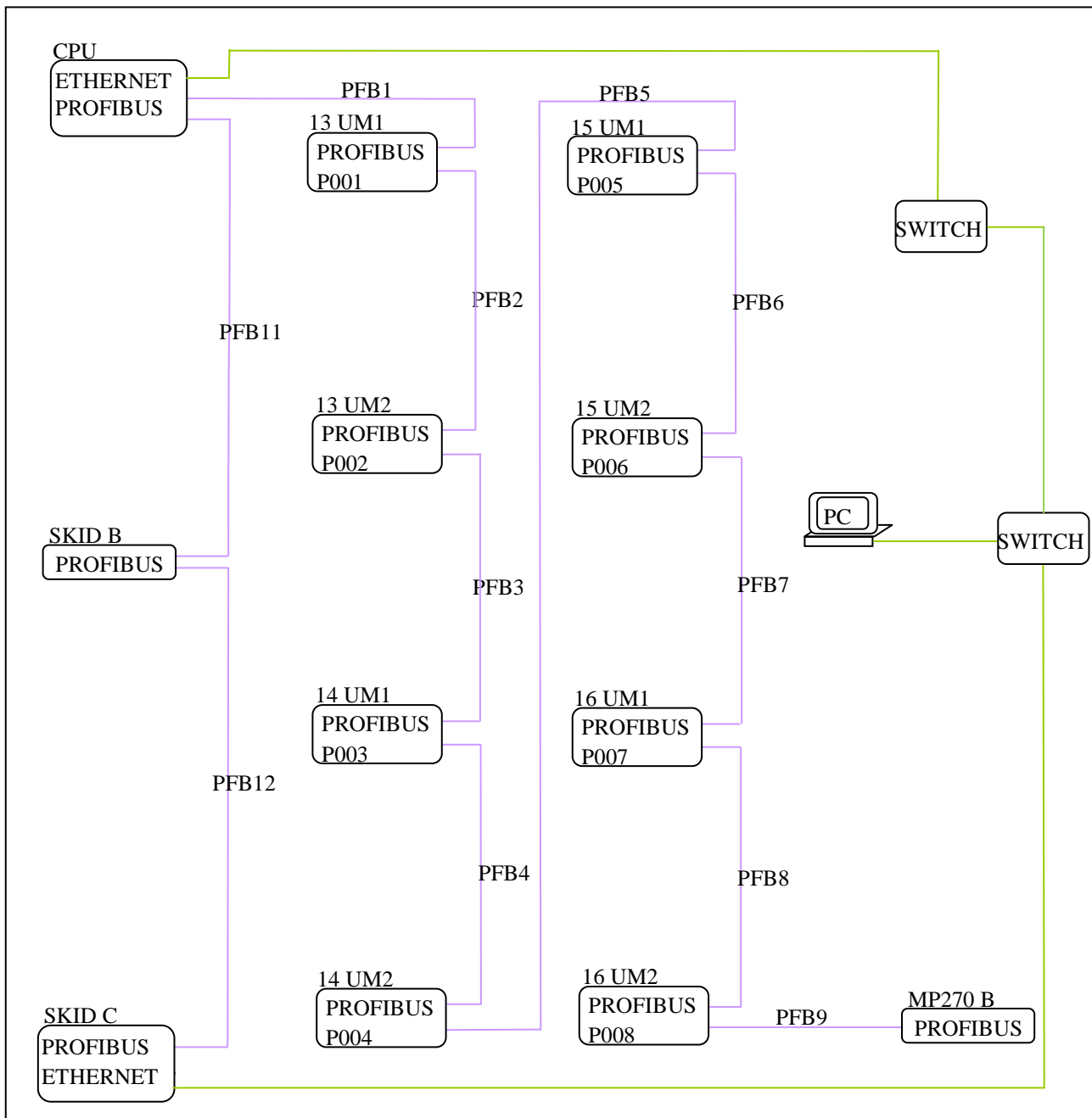


Figure II.17. Schéma de communication

## Partie II

### puissance:

- Alimentation de l'armoire par les 400V/AC.
- Huit variateurs de vitesse pour la commande des pompes.
- Disjoncteurs et contacteurs pour l'alimentation et la commande des moteurs et autre.

**II. Fonctionnement:****II.1. Mode production:****II.1.1. Vérification des conditions initiales:**

- Tableau électrique allumé,
- Présence d'air dans le circuit,
- Filtres microbiologiques correctement installés,
- Section de système concernée par la production correctement lavée.

**II.1.2. Procédure de production:**

Après avoir vérifié les conditions susmentionnées, il faudra suivre les étapes suivantes pour commencer la production :

- Entrer dans la page commandes du pupitre et sélectionner la sous-ligne à mettre en production (AA, AB AC ou BA, BB, BC),
- Sélectionner la ligne à mettre en production (A si l'on a sélectionné précédemment la sous-ligne AA, AB ou AC, ou B si l'on a sélectionné précédemment la sous-ligne BA, BB, ou BC),
- Appuyer sur le bouton Start, la production se déroulera en suivant le programme de production.

**II.1.3. Procédure de veille:**

En appuyant sur le bouton de veille (Stand-by) depuis la page commandes, il est possible de mettre la ligne en veille. La veille consiste à arrêter la ligne en stoppant l'étape de pré filtrage et de stockage de l'eau et de l'alimentation des lignes en aval. La stérilité du filtre est préservée grâce à une procédure automatique spéciale qui ferme les vannes en aval du filtre et assure le fonctionnement de la pompe en amont du filtre afin de le maintenir sous pression, ainsi l'eau recircule vers le tank au moyen de la vanne de sûreté.

Pour relancer la production après avoir mis la ligne en veille, il suffit d'appuyer sur la touche Start depuis la page commandes.

**II.1.4. Procédure d'arrêt:**

En appuyant sur le bouton Arrêt (Stop) depuis la page commandes, la production peut être stoppée. Dans ce cas, contrairement à la procédure de veille, la production s'arrête complètement.

**II.1.5. Arrêt critique de l'étape de production:**

La production peut s'arrêter en état d'urgence pour les raisons suivantes :

- L'un des boutons d'arrêt d'urgence a été enfoncé,
- Absence de pression dans le circuit d'air,
- Absence d'un capteur de présence dans la plaque d'échange de flux,
- Pression différentielle des filtres microbiologiques sous le seuil planché.

**II.1.6. Redémarrage après un arrêt critique:**

Si la production s'est arrêtée en conditions critiques, on doit procéder de la manière suivante:

- Consulter la page des alarmes pour déterminer l'alarme qui a provoqué l'arrêt,
- Éliminer la cause de l'alarme,
- Remettre les filtres microbiologiques en état d'asepticité,
- Sélectionner de nouveau les sections du système concernées par la production depuis la page commandes,
- Relancer la production.

**II.2. Mode CIP:****II.2.1. Vérification des conditions initiales:**

- Tableau électrique allumé,
- Présence de vapeur en ligne,
- Présence de solution concentrée dans les bidons côté CIP,
- Remplisseuses prête pour lavage (réception du signal remplisseuse en CIP, uniquement pour les sections AA et BA).

**II.2.2. Procédure de lavage:**

Après avoir vérifié les conditions sur mentionnées, on procède au lavage par les étapes suivantes:

- Vérifier que les plaques d'échange de flux sont configurées de manière compatible avec la section du système à laver,
- Entrer dans la page commandes,
- Sélectionner la section du système à laver,
- Entrer dans la page recettes,

- Sélectionner la recette souhaitée,
- Vérifier que les paramètres de la recette sélectionnée sont corrects.
- Appuyer sur le bouton Start.

Le CIP ne se déclenche toutefois pas avant que l'opérateur ne se rende dans la salle CIP pour confirmer le démarrage de la procédure de nettoyage à l'aide du bouton situé sur le tableau électrique du CIP.

Dès que, le lavage se déclenche et se déroule de manière entièrement automatique. On peut également stopper le processus à tout moment en appuyant sur Stop ou Hold. Contrairement au bouton Hold, qui arrête simplement le décompte du temps de lavage, la touche Stop arrête totalement le système en fermant toutes les vannes et en bloquant les pompes.

Après avoir appuyé sur Stop, le processus de lavage peut être redémarré à l'endroit où il a été stoppé en ré appuyant sur le bouton Start ou en rétablissant les conditions de début de cycle en appuyant sur la touche de Reset.

Par contre, si on a appuyé sur Hold, il suffit de ré appuyer sur cette même touche pour faire redémarrer le décompte du temps.

La plupart des étapes de lavage sont minutées. Pour réduire leur durée pendant le déroulement du processus, il suffit d'appuyer sur le bouton Sauter (Skip). Ce faisant, on passe directement à l'étape suivante en ignorant le temps restant de l'étape en cours.

### **II.2.3. Conditions d'urgence:**

Le lavage peut être interrompu pour les raisons suivantes :

- Bouton d'arrêt d'urgence enfoncé,
- Chute de la pression du circuit d'air,
- Absence d'un capteur de présence dans la plaque d'échange de flux,
- Absence du signal « remplisseuse prête » pour le lavage (uniquement pour les sections AA, AB).

### **II.2.4. Redémarrage après un arrêt d'urgence:**

Si le cycle de lavage a été arrêté d'urgence, on procède de la manière suivante pour rétablir le cycle :

- Consulter la page des alarmes pour déterminer quelle(s) alarme(s) a/ont provoqué l'arrêt du cycle de lavage,

- Éliminer la cause de l'alarme,
- Redonner la commande de marche lavage depuis la page commandes.

### **CONCLUSION :**

Dans ce chapitre nous avons bien définie notre procesus, avec une explication précise de toutes les fonctions, ces fonctions sont assurées par une instrumentation très particulière, nous avons définie quelques instruments de mesures et aussi les importants actionneurs de l'installation, enfin nous proposons les changements apportés à cette installation tout en respectant la technologie et l'instrumentation utilisées.

**CHAPITRE III :**

**Modélisation**

**par l'outil**

**Grafcet**

## Introduction

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier de charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie Opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

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

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement.

### I- Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (**G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Lorsque le mot **GRAFCET** (en lettre capitale) est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot **grafcet** est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statitique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

## II- Les concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- d'étapes auxquelles sont associées des actions (activités) ;
- de transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

La figure II-1 montre les éléments de base d'un grafcet

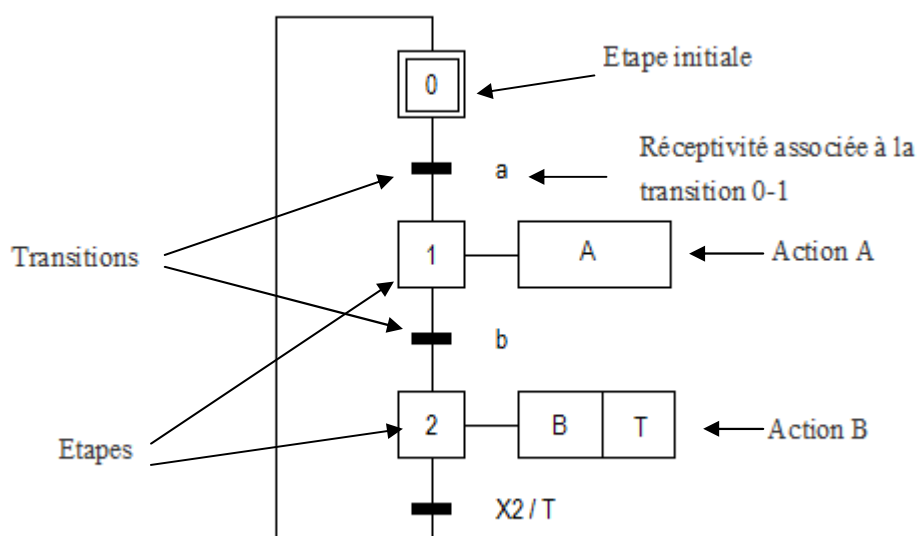


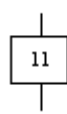
Figure II-1 : Symbolisation d'un grafcet.

### II.1-Etape :

Une étape est une situation dans laquelle les variables d'entrée et de sortie de la partie commande restent inchangées. Autrement dit, l'étape représente un état du système dans lequel les informations d'entrée (consignes et comptes-rendus) et les informations de sortie (ordres et visualisations) de la partie commande restent identiques à elles-mêmes. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement. Les **actions** associées sont marquées en clair dans un rectangle à droite du carré représentant l'étape.



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



a. Etape



b. Etape initiale



c. Etape initialisable

Figure II-2 : Représentation d'une étape

**Remarque :** Dans un GRAFCET il doit y avoir au moins une étape initiale.

## II. 3-Transition

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

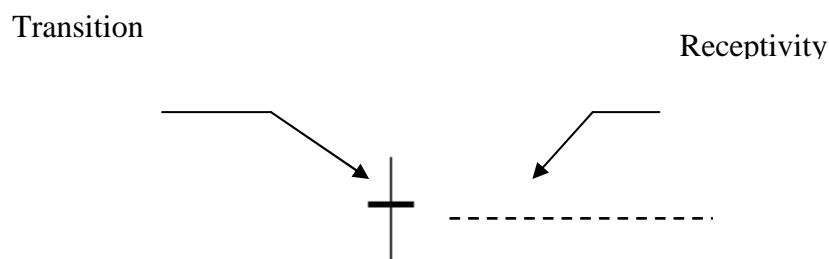


Figure II-3 : transition

## II.4.Réceptivité :

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

## II.5.Temporisation

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, il implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce genre de réceptivité est noté comme suit :

$T/X_i/q$ , ou  $\overline{T/X_i}/q$ , où  $i$  est le numéro de l'étape comportant l'action de la temporisation, et  $q$  est la durée écoulée depuis l'activation de l'étape  $X_i$

## II.6-Liaisons orientées

Les liaisons indiquent les voies d'évolution du Grafcet. Dans le cas général, les liaisons qui se font de haut vers le bas ne comportent pas de flèche. Dans les autres cas, on peut utiliser des flèches pour préciser l'évolution de Grafcet en cas de risque de confusion.

## II.7-Règles d'évolution d'un GRAFCET

On étudie les conditions dans lesquelles il évolue : conditions de passage d'une étape active vers une autre étape active.

### Règle 1 : Initialisation

Sa situation initiale caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement (étapes initiales ou étapes d'attente).

Dans un grafcet, il doit y avoir au moins une étape initiale.

### Règle 2 : Franchissement d'une transition.

Pour qu'une transition soit franchissable il faut qu'elle soit validée et que la réceptivité associée soit vraie.

On dit qu'une transition est validée (susceptible d'être franchie) lorsque toutes les étapes précédentes sont actives.

### Règle 3 : Evolution des étapes actives

Cette règle s'applique dans le cas d'un grafcet à une ou plusieurs séquences.

**Enoncé de la règle 3** : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

### Règle 4 :

Plusieurs transitions simultanément franchissables, sont simultanément franchies. Cette règle servira, à la décomposition du grafcet en plusieurs autres grafcet, ou, à un grafcet à plusieurs séquences.

**Règle 5 :**

Si, au cours de l'évolution d'un grafcet, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active (figure II-4).

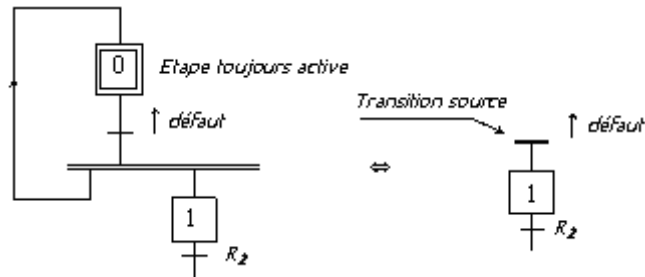


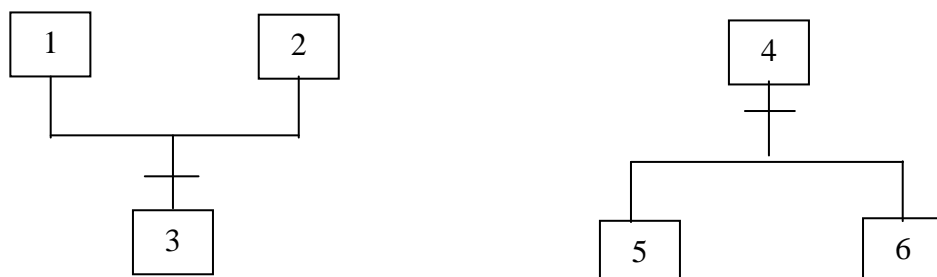
Figure II-4 : Illustration de la règle 5

**II.8-Sélection de séquence et séquence simultanée**

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

**II.8.a-Sélection de séquences**

La sélection de séquences dans un Grafcet permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle est représentée à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquence permet la reprise d'une séquence unique (Figure II.5)



a- fin de sélection de séquences

« Convergence en OU »

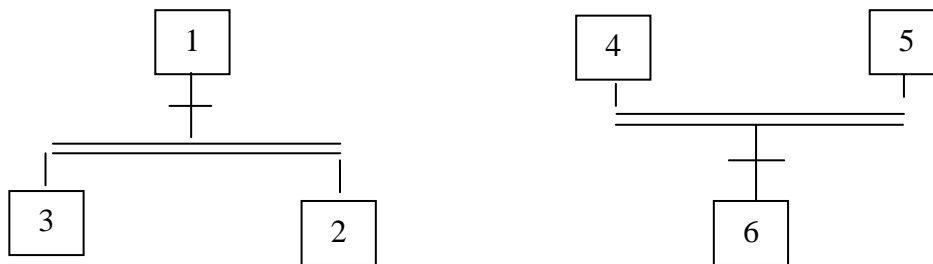
b- début de sélection de séquences

« Divergence en OU »

Figure II-5 : Représentation graphique d'une sélection de séquences

### II.8.b-Séquences simultanées :

Cette structure est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal. A la fin d'une série de séquences simultanées, on retrouve, en général, un double trait suivi d'une seule transition (Figure II-5)



a- début de séquences simultanées

« Divergence en ET »

b- fin de séquences simultanées

« Convergence en ET »

Figure II-6 : Représentation graphique d'une séquence simultanée

### II.9-Saut d'étapes

Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (Figure II-7)

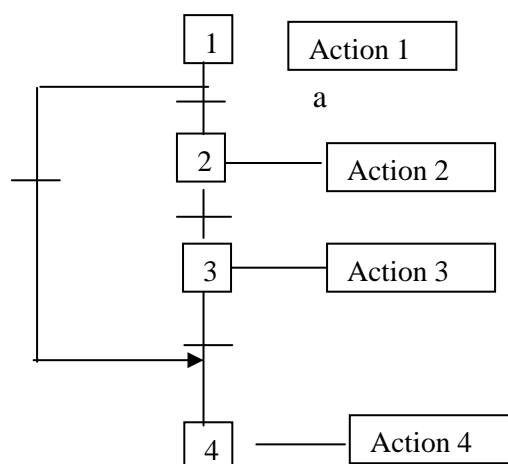


Figure II-7 : Saut de l'étape 1 vers l'étape 4 si  $a = 0$

## II.10- Reprise de séquence

Permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue (compteur)

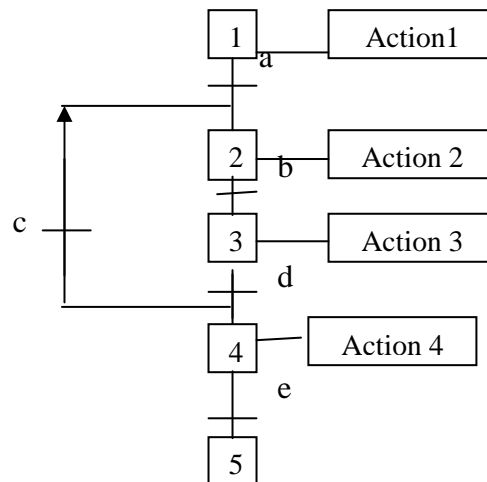


Figure II-8 : Représentation graphique a une reprise de séquence

## III- Niveau d'un Grafcet

### III.1- Grafcet de niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions

### III.2- Grafcet de niveau 2

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

### III.3- Grafcet de niveau 3

Dans ce cas on reprend le Grafcet de 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 II-9-c)

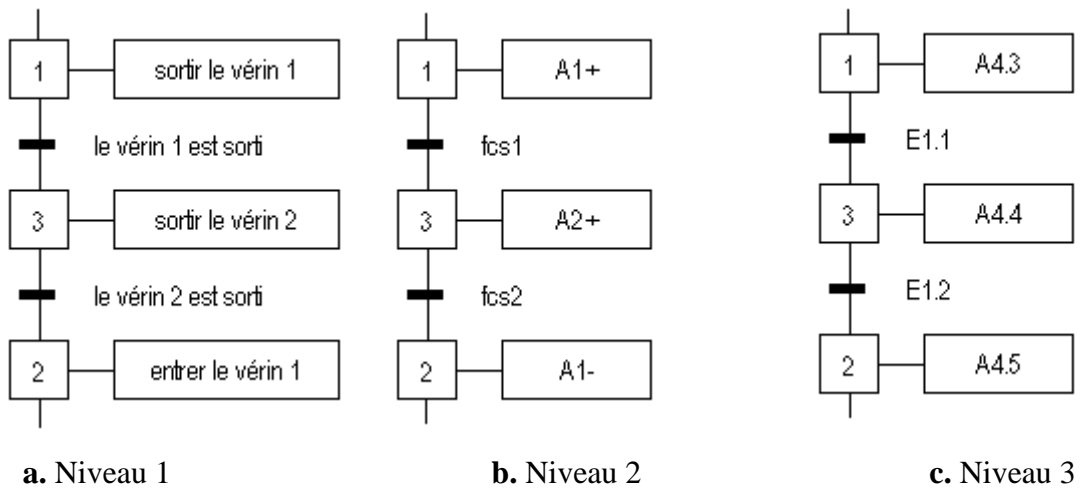
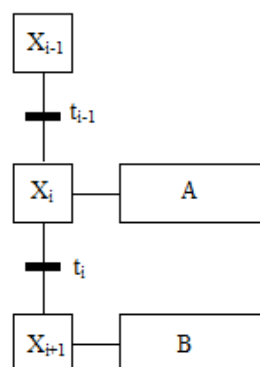


Figure II-9 : les niveaux de GRAFCET

#### IV- Mise en équation d'un grafcet :

Soit le grafcet de la figure suivante



L'état d'une étape  $X_n$  peut être noté comme suit :

$X_n = 1$       Si l'étape  $n$  est active

$X_n = 0$       Si l'étape  $n$  est inactive

De plus, la réceptivité qui est une variable binaire a pour valeur :

$t_n = 1$  Si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$  Si la réceptivité est fausse

Soit la variable d'arrêt d'urgence dur (AUD) et d'arrêt d'urgence doux (AUd) tel que :

AUD = 1 Désactivation de toutes les étapes.

AUd = 1 Désactivation des actions, les étapes restent actives.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable **Init** comme suit :

Init = 1 Initialisation du Grafcet (mode d'arrêt)

Init = 0 Déroulement du cycle (mode marche)

La 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> règle d'évolution du GRAFCET permettent de déduire les variables qui interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces mêmes règles permettent d'écrire :

Pour une étape initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n} + \text{Init}) * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + \text{Init}) * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{\text{Init}} + \text{AUD}$$

Avec : CAX<sub>n</sub> est la condition d'activation de l'étape n et CDX<sub>n</sub> la condition de désactivation de l'étape n.

Pour une étape non initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n}) * \overline{\text{Init}} * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = X_{n-1} * t_{n-1} * \overline{\text{Init}} * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} + \text{Init} + \text{AUD}$$

Pour une action

$$A = X_n * \overline{AUd}$$

## Cahier de charge

Notre système de désinfection intervient selon la nécessité et la demande, ainsi que la détection de l'infection. Pour cela on a proposé cinq cas possible pour faire le CIP/NEP à notre station, et ces cas sont les suivants :

- Soit on fait le CIP d'un des tanks de stockage (TK1, TK2, TK3, TK4, TK5, TK6), uniquement.
- Soit on fait le CIP de la zone de pré filtration avec le tank TK7.
- Soit on fait le CIP d'un des tanks de production (TK10, TK11) uniquement.
- Soit on fait le CIP d'un des tanks de production avec la remplisseuse.
- Soit on fait le CIP d'un des tanks de stockage avec l'un des tanks de production et la remplisseuse (ligne complète)

Etant donné que le CIP de chaque ligne de production se fait de la même manière, alors notre travail se porte seulement sur la ligne A : les tanks stockage sont (TK1, TK5, TK6), tank TK10 pour la production, et la remplisseuse 1.

## Les différentes étapes d'un cycle de nettoyage (CIP / NEP) :

Le cycle de nettoyage se déroule en quatre phases :

- **Etape 1** : lavage avec l'eau chaude à circuit fermé pendant 30 mn à 90°C.
- **Etape 2** : lavage avec solution de soude caustique (NaOH), à circuit fermé pendant 30 mn à 60°C.
- **Etape 3** : lavage avec solution acide précéltique à circuit fermé, pendant 15mn.
- **Etape 4** : rinçage à l'eau froide à circuit ouvert pendant 20mn.

a) CIP de la Zone de pré filtration :

Le CIP de cette zone se fait seulement par l'acide précéltique et le rinçage avec l'eau froide.

❖ CIP avec l'acide précéltique :

Pour cette étape il faut vérifier les conditions suivantes :

- Les capteurs de présence en mode CIP sur les manifolds à l'état « 1 ».
- Tank7 rempli à 80%.
- Validation sur le pupitre.



Lorsque ces conditions sont réalisées, il y aura :

- Fermeture de la vanne VP173A
  - Ouverture des vannes (VP206, VP207, VP174, VP176A, VP176A, 178A, 180A, VP184A, VP187A, VP183A).
  - Ouverture de la vanne modulante VP175A à 100%.
  - Démarrage de la pompe (P007).
  - Démarrage de la pompe de dosage de l'acide préceltique PPAA jusqu'à ce qu'on aura la consigne à l'aide du capteur (ARC002), après elle s'arrête.
  - Après la durée de temps programmée, les vannes se ferment sauf la vanne VP183A, et la pompe P007 s'arrête.
  - Ouverture de la vanne VP319.
  - Dès le LRC007 détecte un niveau bas, VP319 se ferme.
- ❖ Le rinçage avec l'eau froide :

Il se produit comme suit :

- La fermeture des vannes de drainage (VP177A, 179A, VP181A, VP182A).
- L'ouverture des vannes (VP206, VP208, VP174, VP176A, VP178A, VP180A, VP184A, VP187A).
- Le démarrage de la pompe (P007) et le temps de cycle commence (durée programmée).

#### **b) CIP des tanks :**

Le CIP du tank1 aura lieu une fois que les conditions suivantes vérifiées :

- Tank7 rempli à 80%.
  - Validation sur le pupitre de commande (le tank et la recette du CIP).
  - Capteur de présence sur la plaque d'échange à l'état « 1 » en mode CIP.
- CIP à l'eau chaude :

Il se fait comme suit :

- Ouverture de la vanne VP211.
- Démarrage de la pompe P007, jusqu'à LRC009 $\geq$ 20%. P007 s'arrête.

- Ouverture des vannes (VP216, VP217, VP187A, VP220, VP221, VP222)
- Ouverture de vanne modulante (VP219 à 60%),
- Ouverture de vanne modulante a vapeur VP218, dès que  $TT005 \geq 90^{\circ}\text{C}$  elle se ferme.
  
- Démarrage de la pompe P008.
- Ouverture des vannes (VP224, VP277, VP300, VP213) une fois que  $LRC001 \geq 10\%$
- Démarrage de la pompe P001.
- Après une durée programmée (temps de cycle), les pompes s'arrêtent et la vanne VP208 s'ouvre (pour le drainage).
- Fermeture des vannes dès que les niveaux bas des tanks (TK1, TK9) à l'aide de RLC001 et LRC009 sont atteints.
- Fermeture de la vanne VP208.
  - CIP à soude chaude :

Il se fait comme suit :

- Ouverture de la vanne VP210.
- Démarrage de la pompe P007 et PNaOH, jusqu'à  $LRC008 \geq 51\%$ , PNaOH et P007 s'arrêtent.
- Ouverture des vannes (VP215, VP217, VP187A, VP220, VP221, VP222)
- Ouverture de vanne modulante (VP219 à 60%),
- Ouverture de vanne modulante a vapeur VP218, dès que  $TT005 \geq 60^{\circ}\text{C}$  elle se ferme.
- Démarrage de la pompe P008.
- Ouverture des vannes (VP224, VP277, VP300, VP212) une fois que  $LRC001 \geq 10\%$
- Démarrage de la pompe P001.
- Après une durée programmée (temps de cycle), les pompes s'arrêtent et la vanne VP208 s'ouvre (pour le drainage).
- Fermeture des vannes dès que les niveaux bas des tanks (TK1, TK8) à l'aide de RLC001 et LRC008 sont atteints.
- Fermeture de la vanne VP208.
  - CIP avec l'acide précéltique :

Il se fait comme suit :

- Ouverture des vannes VP206, VP207.
- Ouverture des vannes (VP187A, VP220, VP222)
- Ouverture de vanne modulante (VP219 à 60%).
- Démarrage de la pompe P007 et PPAA, dès que ARC002 capte la consigne PPAA s'arrête et dès que  $LRC001 \geq 10\%$  P007 s'arrête.
- Ouverture des vannes (VP224, VP277, VP300, VP214, VP217) une fois que  $LRC001 \geq 10\%$ .
- Démarrage de la pompe P001.
- Après une durée programmée (temps de cycle), la pompe P001 s'arrête et la vanne VP208 s'ouvre (pour le drainage).
- Fermeture des vannes dès que le niveau bas de tank TK1 à l'aide de RLC001.
- Fermeture de la vanne VP208.
  - Rinçage avec l'eau froide :

Il se fait comme suit :

- Ouverture des vannes VP206.
- Ouverture des vannes (VP187A, VP220, VP222)
- Ouverture de vanne modulante (VP219 à 60%).
- Démarrage de la pompe P007.
- Ouverture des vannes (VP224, VP277, VP300, VP208) une fois que  $LRC001 \geq 10\%$ .
- Démarrage de la pompe P001.
- Après une durée programmée (temps de cycle), la pompe P001.
- Fermeture des vannes dès que le niveau bas de tank TK1 à l'aide de RLC001.

**Remarque :**

- Pour les autres tanks avec la même manière, y'aura seulement les noms des vannes et les pompes qui diffèrent ainsi que les capteurs.
- Pour la remplisseuse :

Lorsque le produit rentre d'un des tanks dans la remplisseuse, y'aura :

- Ouverture des vannes (VC29, VC23, VCM02).
- Après une durée programmée, ouverture de VC25 et VC21.

- Après un niveau de la remplisseuse LRCREMPPL $\geq$ 15%, ouverture de VC26 et VC28.
- Démarrage de PCIP.

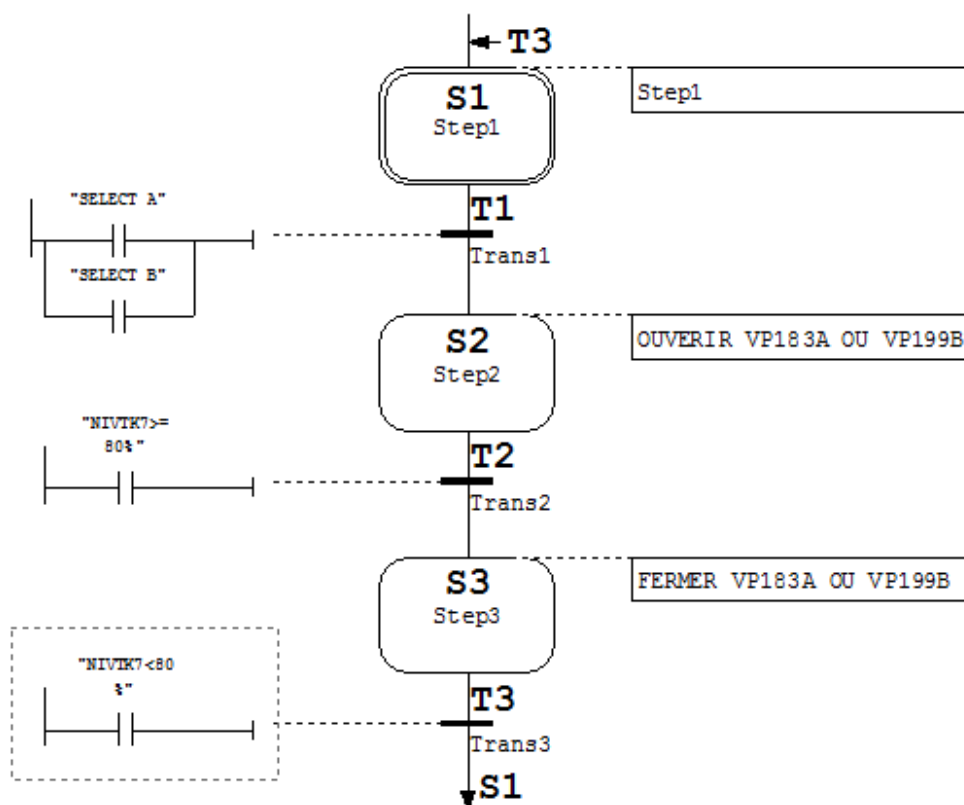
### V- Modélisation de la station par l'outil GRAFCET.

Puisque on a programme notre station sous STEP7 sur S7GRAF donc on a réalisé tout les GRAFCET niveau 1 possible, et ce que concerne niveau 2 du GRAFCET on a explique le fonctionnement du CIP/NEP dans ce cahier de charge.

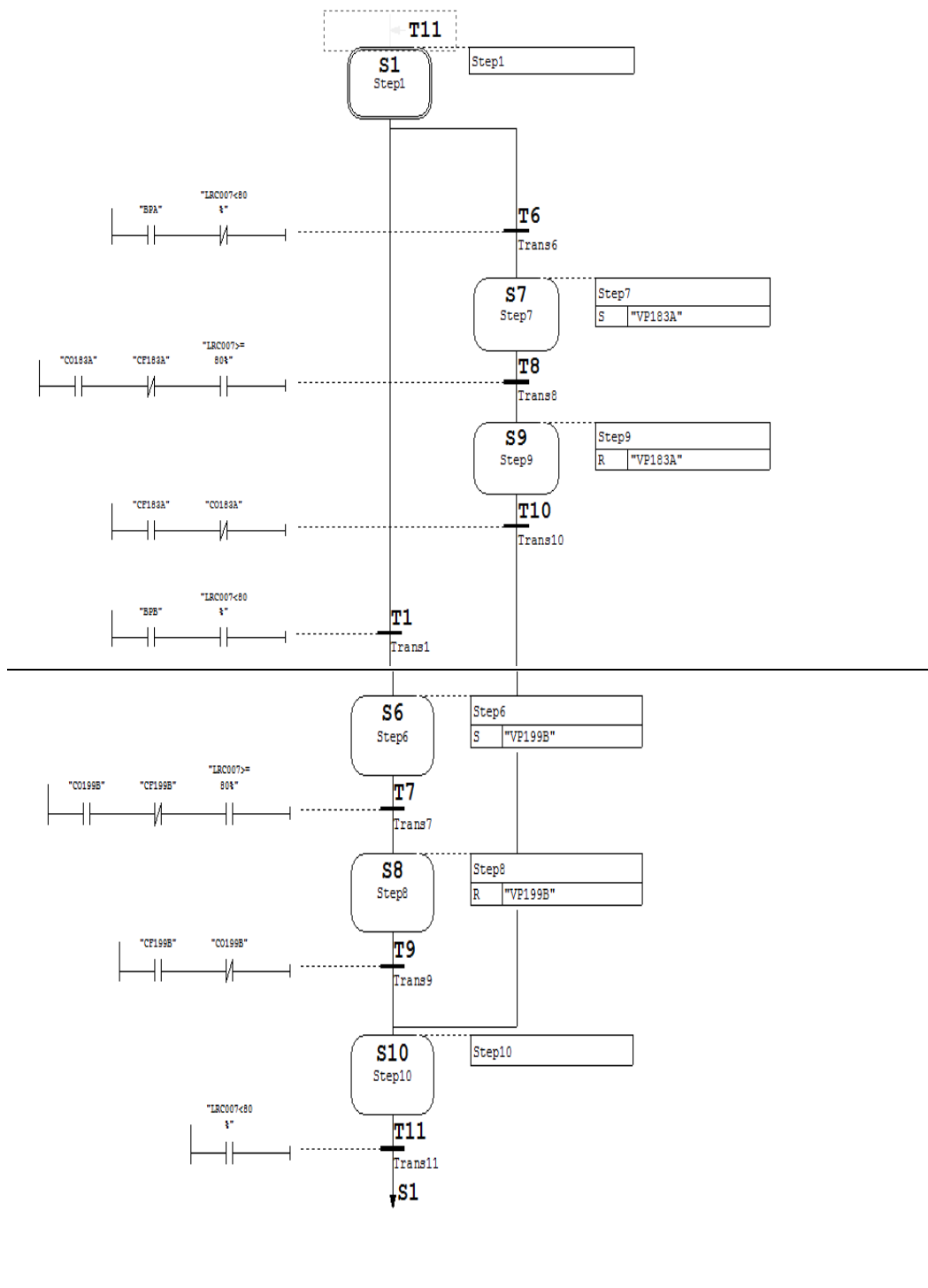
Exemple :

Remplissage du tank7:

a-GRAFCET niveau 1 :



b-GRAF CET niveau 2:



## CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons abouti à un modèle de fonctionnement de la station étudié obtenu grâce à l'outil de modélisation <<GRAFCET>>. Ainsi, il a été possible de constater la puissance de cet outil de modélisation qui consiste en sa simplicité et les résultats qu'il permet d'avoir ce qui facilite l'implantation de la solution sur un automate programmable dans le chapitre suivant.

# **CHAPITRE VI :**

# **Implémentation du programme**

**Introduction :**

Durant ces dernières années, nous assistons à un développement énorme dans le monde industriel notamment dans les techniques de commande, et cela grâce à l'apparition de nouvelles techniques s'appuyant sur des systèmes très puissants et très flexibles : les automates programmables (API).

Les API ont, depuis leur apparition, poussé l'industrie à s'orienter vers une nouvelle stratégie de commande se basant sur des programmes informatiques (logique programmée) éclipsant ainsi les méthodes anciennes se basant sur des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties de commande (logique câblée).

**I. Définition d'un automate programmable industriel (API)**

Un API (ou PLC programmable logic Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- S7-200 : un automate compact de l'entrée de gamme.
- S7-300 : un automate modulaire de milieu de gamme.
- S7-400 : il couvre le haut et très haut de gamme.

**II. Choix d'un automate :**

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.



- La nature de traitement (temporisation, couplage,...etc).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La communication avec d'autre système.
- La fiabilité et la robustesse.

### III. Le choix de S7-300 :

Conformément au nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton poussoir,...etc) ; et de sorties (actionneurs : pompes, électrovannes,...etc), ainsi que leurs correspondances (numérique, analogiques,...etc) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

#### IV.1. Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

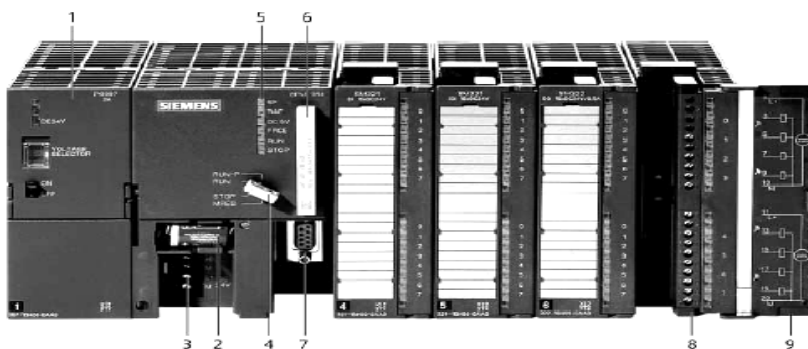
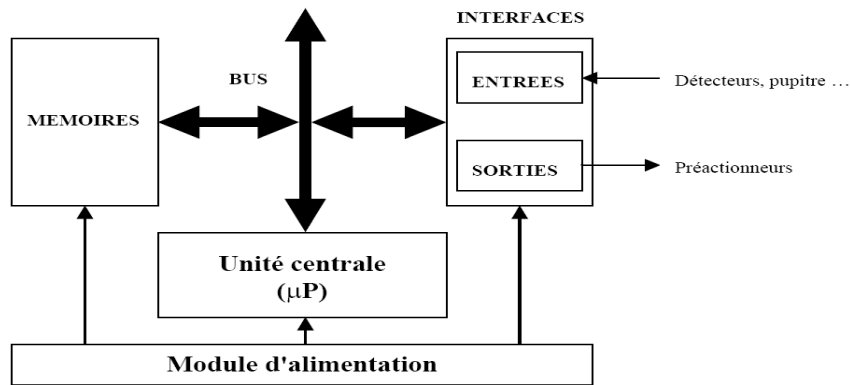


Figure V.1 : Automate modulaire SIEMENS

- |   |   |   |                            |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation                     | 6 | Carte mémoire              |
| 2 | Pile de sauvegarde                        | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc                       | 8 | Connecteur frontal         |
| 4 | Commutateur de mode (à clé)               | 9 | Volet en face avant        |
| 5 | LED de signalisation d'état et de défauts |   |                            |

- **La Structure interne des automates :**



**Figure V.2 : Structure interne des automates.**

**V. Les modules constitutionnels de l'automate S7-300**

**V.1. Module d'alimentation (PS) :**

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une led qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.

Les modules prévus pour l'alimentation de l'automate sont les suivants :

Désignation	Courant de sortie	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307	2A DC	24V AC	220/380V
PS 307	5A DC	24V AC	220/380V
PS 307	10A DC	24V AC	220/380V

**V.2. Unité centrale (CPU) :**

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

- CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314...
- CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la 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.

La particularité de ces CPU c'est qu'elles sont dotées d'une EEPROM intégrée.

La CPU 314 IFM dispose des fonctions intégrées suivantes :

- La fonction intégrée fréquencemètre ;
- La fonction intégrée compteur ;
- La fonction intégrée compteur A/B ;

CPU avec interface Profibus DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux.

Toutes ces CPU peuvent être utilisées uniquement comme DP maître ou esclave DP à l'exception de la CPU 318-2DP qui est utilisée uniquement comme maître DP.

**Remarque :**

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration matérielle faite

**V.3. Module de coupleur (IM) :**

Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée.

Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365 : pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM 360/ IM361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.

**V.4. Module de fonction (FM) :**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des taches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivant :

- FM 354/FM 357 : module de commande d'axe pour servomoteurs.
- FM 353/FM 357 : module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
- FM 355 : module de régulation.
- FM 350-1 : module de comptage.

**V.5. Module de communication (CP) :**

Les processeurs de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC,... etc).

On peut citer les modules suivants : CP 340, CP 341,...

**V.6. Module de signaux (SM):**

Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate.

Il existe des modules d'entrées, modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées et modules de sorties analogiques.

**V.6.a. Les modules d'entrée/sortie TOR (SM 321/SM 322) :**

Les modules d'entrée/sortie TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion,...etc).

Les modules d'entrée ramènent le niveau des signaux TOR externes, issus des capteurs, au niveau du signal interne du S7-300.

Les modules de sortie transposent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré actionneurs.

**V.6.b. Les modules d'entrée/sortie analogiques :**

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

Les modules d'entrée analogique (SM 331) réalisent la conversion des signaux analogiques, issus du processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300.

Les modules de sortie analogiques (SM 332) convertissent les signaux numériques internes (du S7-300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré actionneurs analogiques.

Cependant les modules d'entrée/sortie analogiques (SM 334) réalisent les deux fonctions.

### **V.7. Module de simulation (SM 374) :**

Ce module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- La simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- La simulation d'état des signaux de sorties par des LED.

### **V.8. Le châssis (rack) :**

Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.

## **IV. Caractéristique de l'automate S7-300 :**

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré au module.
- Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

**programmation avec le SIMATIC STEP 7.**

**VII. Le logiciel STEP 7 :**

Le logiciel de programmation STEP 7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ses systèmes performants. Ainsi que de programmer individuellement un seul automate.

**VII .1. Langages de programmation :**

- Le langage de programmation CONT, LOG et LIST pour S7-300/400 font partie du logiciel de base STEP 7.
- Le schéma à contact (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les opérateurs 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 portes logiques.
- La liste d'instructions (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 (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

**VII.2. Structure d'un programme S7 :**

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

**VII.3. Les blocs utilisateurs :**

Ces blocs destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs important suivants :

**VII.3.1. Bloc d'organisation (OB) :**

Ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation, il constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

**VII.3.2. Fonction :**

Elle contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.

**VII.3.3. Bloc fonctionnel (FB) :**

Il contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélération,...etc).



**VII.3.4. Bloc de données (DB) :**

Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur

**VII.4. Les blocs système :**

Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme. Il s'agit des blocs suivants :

Les blocs fonctionnels système (FSB), les fonctions système (SFC) et les données système (SDB).

**VIII. Création du projet :**

Avant de passer à la configuration matérielle et à la programmation, il est nécessaire de créer un projet dans lequel, sont structurés et ordonnés les données et programmes créés.

La création d'un projet se fait par l'assistant STEP 7, qui permet de guider l'utilisateur pour la création de son projet :

- Créer un nouveau projet.
- Configuration matériel :
- Sélectionner la CPU et l'adresse MPI (CPU avec réseau PROFIBUS-D).
- L'adresse MPI est réglée par défaut sur 2.
- Choisir le bloc d'organisation et langage de programmation : CONT, LOG, LIST.
- Entrer le "Nom du projet".

Après l'exécution de la commande **créer**, SIMATIC manager s'ouvre avec la fenêtre du projet "Nom du projet" nouvellement créé.

Dans notre cas nous avons procédé comme suit :

- 1) Lancer SIMATIC manager par un double clic sur son icône.

2) La fenêtre suivante permet la création d'un projet.

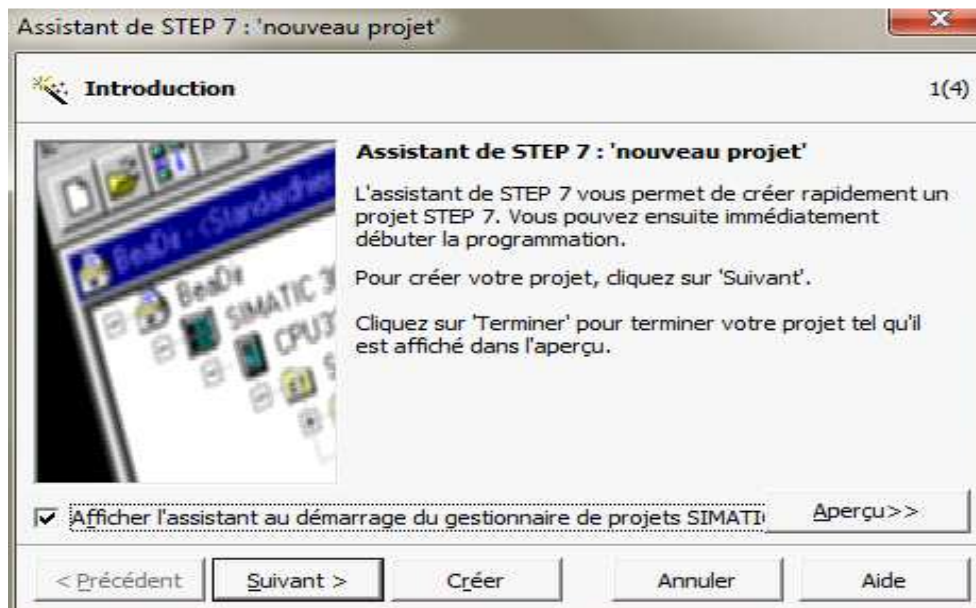


Figure V.2 : Fenêtre de création d'un projet

3) On clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU comme la figure.

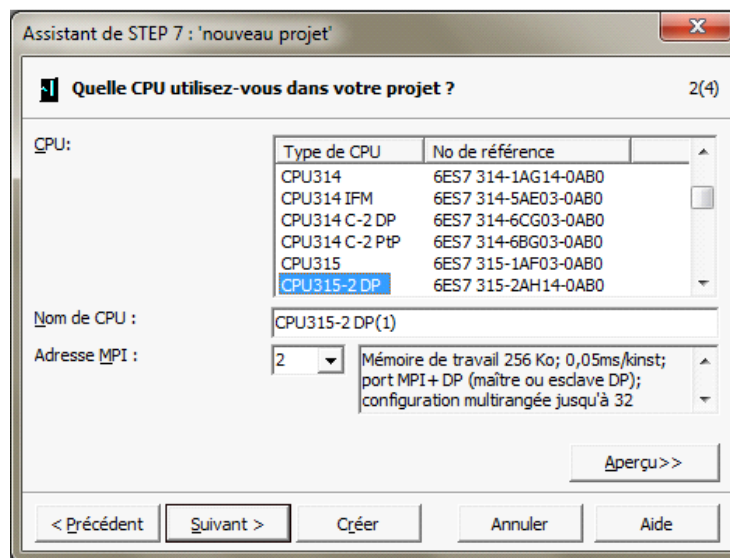


Figure V.3 : CPU315-2DP sélectionné

- 4) Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir le bloc et le langage de programmation à insérer.

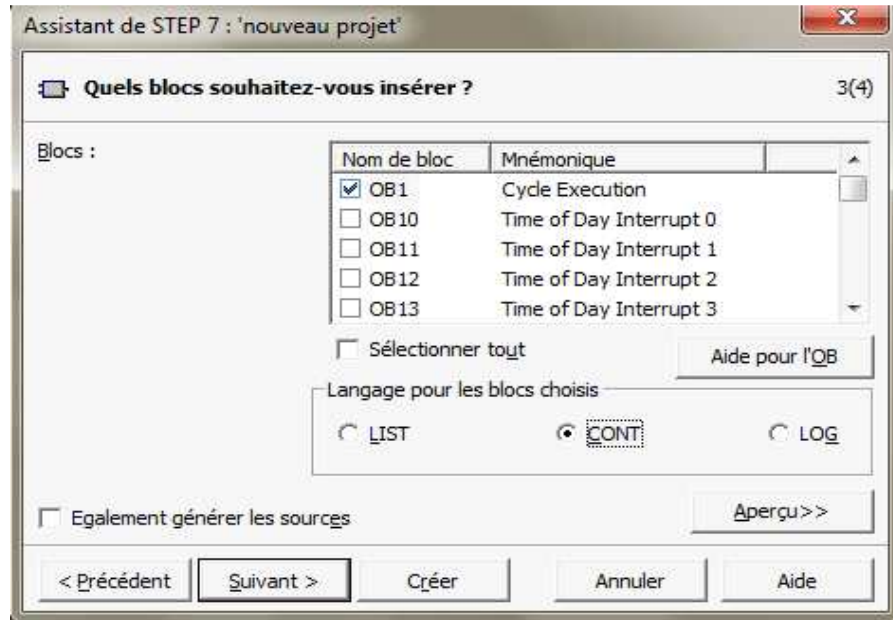


Figure V.4 : Sélection des blocs et du langage de programmation (CONT)

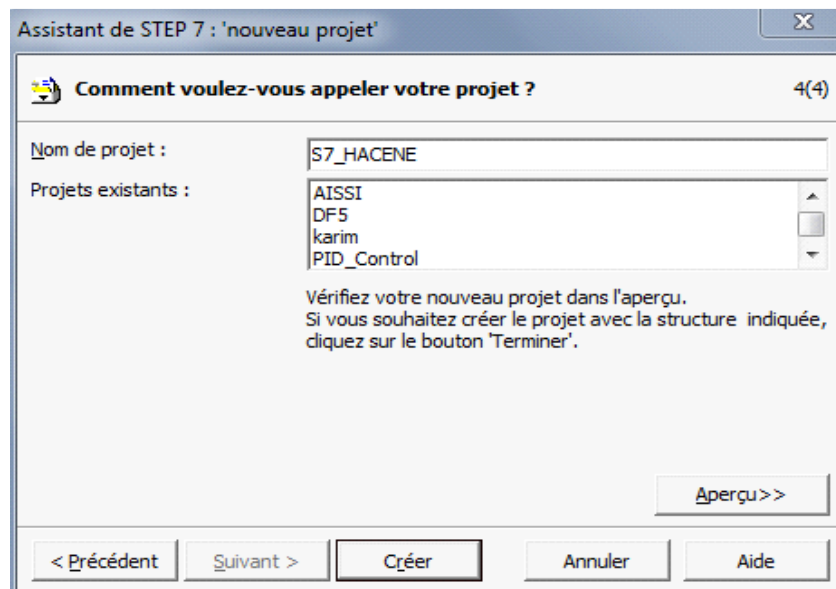


Figure V.5 : Nomination de programme

- 5) Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la figure suivante.

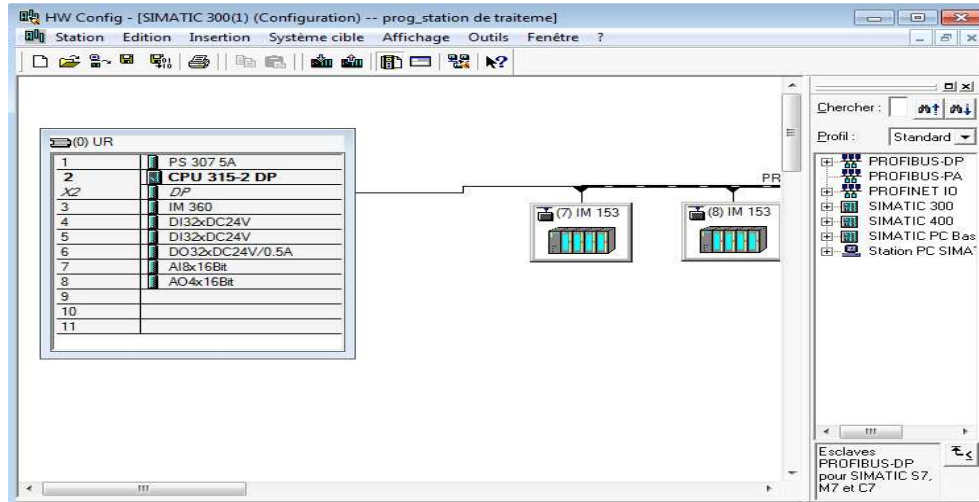
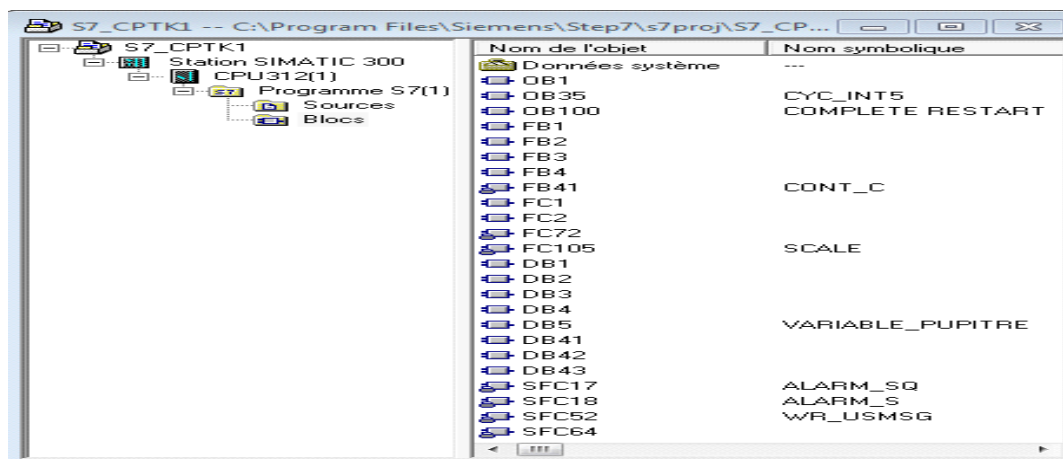


Figure V.6 : Configuration matériels

- 6) Ensuite on a passé à la programmation en utilisant le S7graph afin de modéliser notre station CIP. L'utilisateur que nous avons écrit pour commander la station, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de STEP7.



V.7 : Vue des composants de notre projet

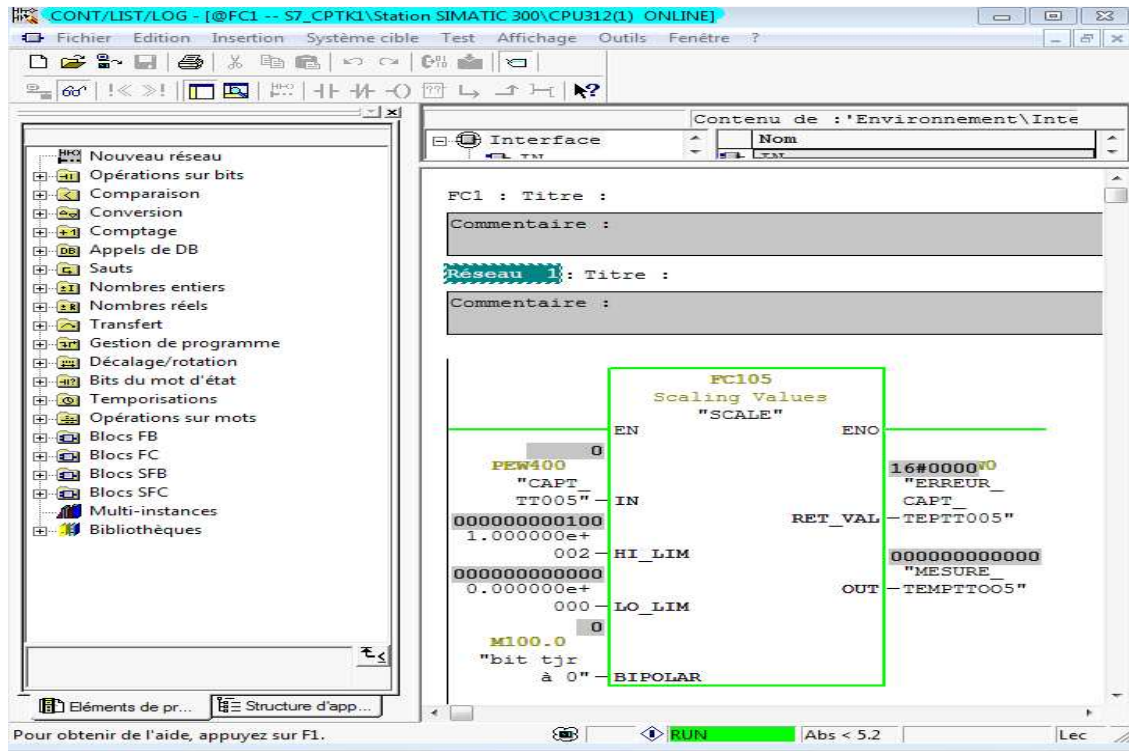


Figure V.8 : Vue d'un réseau

## IV .6 : Régulation

### a) Définition :

La régulation regroupe l'ensemble des techniques utilisées visant à maintenir constante, à une consigne, une grandeur physique, appelée grandeur réglée, générée par le système soumis à des perturbations, en agissant sur une autre grandeur physique, appelée une grandeur réglante.

- **La grandeur réglée :** c'est une grandeur physique que l'on désire contrôler. Elle donne son nom à la régulation. Par exemple : régulation de température.
- **Les grandeurs perturbatrices :** sont les grandeurs physiques susceptibles d'évoluer au cours du processus et d'influencer la grandeur réglée.
- **La grandeur réglante :** est la grandeur qui a été choisie pour contrôler la grandeur réglée.
- **La consigne :** est la valeur désirée que doit avoir la grandeur réglée.

### IV.6.1 Régulation Continue

Dans une régulation dite continue, la grandeur à Controller (sortie ou réponse) est mesurée de façon continue et est ensuite comparée avec une valeur donnée en entrée du système (consigne).

La régulation a pour objectif principal de rapprocher la valeur à réguler de celle injectée en entrée et cela en fonction du résultat de la comparaison.

#### IV.6.1 Paramétrage du régulateur PID

Le rôle principal de ce régulateur qui sera paramétré dans le programme STEP7 est de Controller la température à la sortie de l'échangeur pendant la phase utilisant l'eau chaude ou bien la soude chaude des différents CIPs.

Le STEP7 renferme Dans sa bibliothèque plusieurs blocs qui font la régulation des processus de différentes manières. On peut citer :

- Le bloc **FB 41** « CONT\_C » pour la régulation continue ;
  
- Le bloc **FB 42** « CONT\_S » pour la régulation pas à pas ;
  
- Le bloc **FB 43** « PULSEGEN » pour la régulation à largeur d'impulsion (AMLI).

Comme dans la station de CIP, la régulation de température utilise une grandeur d'entrée continue (signal 4...20mA issu du capteur de température) et une grandeur de sortie continue (signal 4...20mA) qui attaque le positionneur de signal alors il est claire que le bloc qui convient le plus est le FB41.

#### IV.6.2 Description du bloc FB41

Le bloc FB 41 « CONT\_C » (continuos Controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables

SIMATIC S7. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

Pour notre cas, les principaux paramètres dont on aura besoin sont :

- EN : Mise sous tension du bloc ;
- COMRST : Remise à zéro ;
  
- P\_SEL : Sélection de l'action proportionnelle ;
- I\_SEL : Sélection de l'action intégrale ;
- CYCLE : Temps entre 2 appels du bloc ;
- SP INT: Valeur souhaitée (consigne);
- PV PER : Valeur réelle mesurée, directement raccordée à une entrée analogique ;
- LMN PER: Variable d'ajustement couplée à une sortie analogique.
- PV\_FAC : Facteur de mesure ;
- PV\_OFF : Décalage de mesure ;
- LMN\_PER : Valeur de réglage de périphérie.

Le **FB 41** sera utilisé en tant que régulateur continu numérique. Son rôle sera de calculer une valeur d'ajustement  $y$  en fonction de l'erreur (différence mesure-consigne)  $e=w-x$  selon l'algorithme d'un régulateur PID, et de livrer cette grandeur d'ajustement  $y$  sur sa sortie analogique .

Pour cela, il est indispensable de définir les paramètres de régulation suivants par une des méthodes d'identification :

**KP** : coefficient de gain proportionnel ;

**Ti** : temps d'intégration ;

**Td** : temps de dérivation.

Pour l'obtention d'un résultat de régulation satisfaisant, le choix du type de régulateur est déterminant. Le paramétrage de celui-ci n'en est pas moins important, il faut donc judicieusement choisir les constantes  $K_p$ ,  $T_i$  et  $T_d$ . Or dans notre cas, la tâche qui consiste à

choisir ces paramètres nous a été simplifiée. En effet dans la station CIP existante actuellement au sein de l'unité, le système utilisé (échangeur, positionneur et vanne proportionnelle) est identique à celui prévu pour notre station et par conséquent on n'en a profité pour exploiter ses paramètres  $K_p$ ,  $T_i$  et  $T_d$  qui sont respectivement :

- $K_p = 0.1$  ;
- $T_i = 50\text{ms}$ ;
- $T_d = 0\text{s}$ .

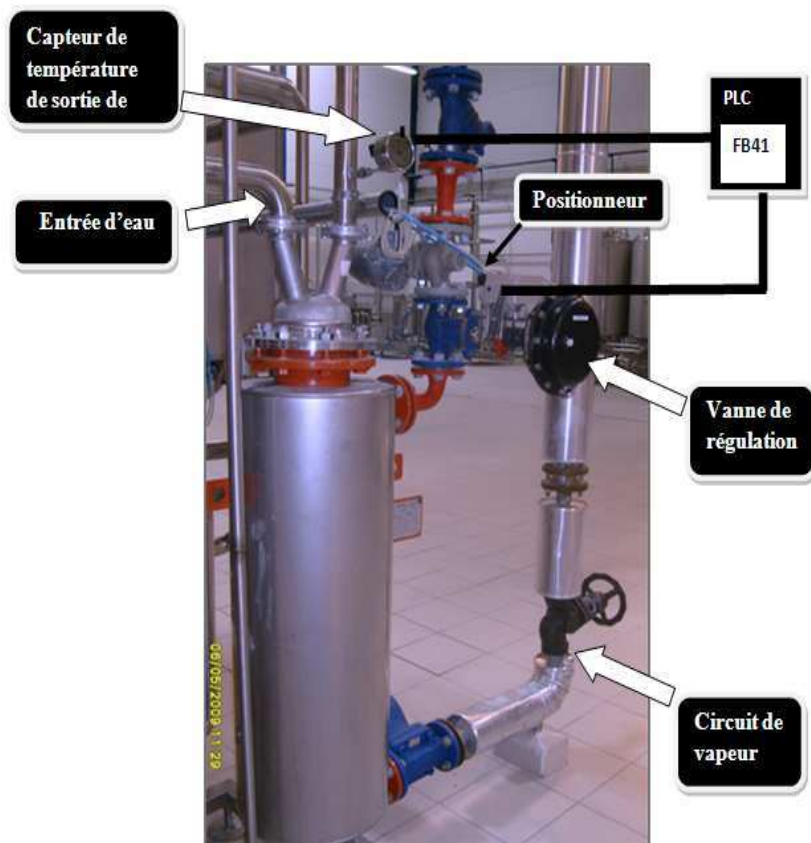


Fig. IV.10 : Système de chauffage utilisé au sein de l'unité.



**Exemple d'application :**

Après avoir choisi notre bloc de régulation ainsi que ses paramètres à introduire, et grâce à S7-PLCSIM, on est arrivé à simuler notre bloc de régulation. Le résultat

Obtenu est donné par la figure suivante :

Cet exemple consiste à étudier la variation de la vanne modulante par rapport à la température.

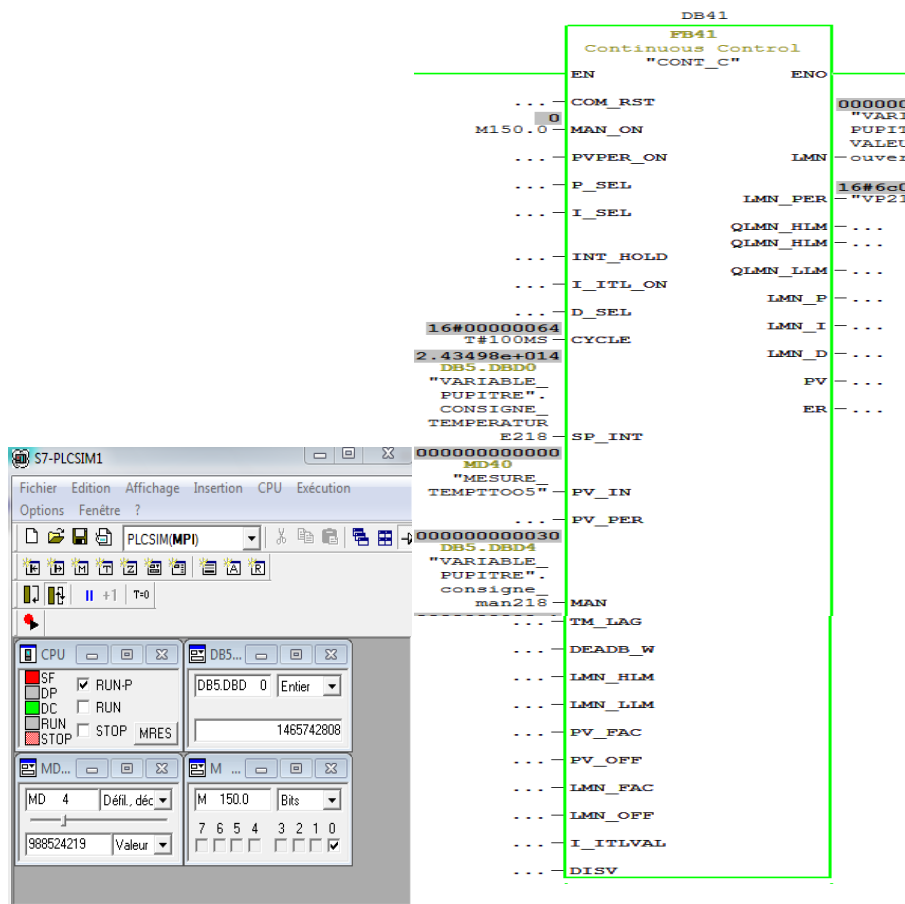


Fig. IV.11 : Simulation du bloc de régulation.

### **Conclusion**

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

Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties.

Dans ce chapitre nous avons donné quelques techniques utilisées dans le programme de la station et cela en insistant essentiellement sur le verrouillage des autorisations. On a aussi donné la méthode à suivre pour faire le paramétrage du régulateur PID.

# **CHAPITRE V:**

# **SUPERVISION**

**Introduction :**

La supervision industrielle consiste à surveiller le fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal, le 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 des décisions appropriés à ces objectifs, telle que la cadence de production, qualité de produit et sécurité des biens et des personnes.

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine. Elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celles des fonctions de conduite et de surveillance réalisées avec les interfaces. Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques uns :

- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Assure la communication entre les équipements d'automatisme et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordre commun (marche-arrêt) et des tâches telles que la synchronisation.

**1. Avantages de la supervision :**

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

- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- Surveiller le processus à distance.

**Remarque :**

Pour ce qui est de ce dernier point (à savoir la surveillance du Process à distant), les logiciels de supervision ont des options qui permettent même la téléconduite et la télémaintenance via internet (par exemple : Sm@rtService et Sm@rtAccess de WinCC flexible).

## **2. Architecture d'un réseau de supervision :**

Dans le but de réaliser une communication entre un API et un pupitre, SIEMENS a développé des mécanismes qui permettent d'assurer l'échange des données entre le pupitre de supervision et de commande de l'automate programmable.

Le pupitre n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'A.P.I qui gère l'ensemble du processus.

## **3. Le rôle de la supervision :**

### **3.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :**

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattache des données provenant des équipements (automates,...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications.

Les modules fonctionnels principaux d'un système de supervision sont :

- Éditeur graphique.
- Historique des données.
- Archivage et restitution des données pour les analyser et pour des raisons de maintenance.
- Gestion des alarmes et des événements.
- Acquisition des données provenant du procédé par l'intermédiaire d'un automate programmable.
- Rapport de suivi de la production.

### **3.2. Traitement de données :**

#### **3.2.1. Représentation graphique des données :**

Sous forme de courbes et conduites ou d'historique présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre.....).

### **3.2.2. Traitement des alarmes et des défauts :**

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

### **3.2.3. Zone de communication :**

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate afin d'assurer un échange de données avec le pupitre de commande.

### **3.2.4. Zone d'affichage :**

C'est la représentation graphique du processus ou on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (marche et arrêt des pompes...).

## **3.3. La commande par supervision :**

Elle consiste en l'envoi de consignes vers le procédé dans le but de provoquer son évolution et l'acquisition de mesures ou de compte rendus permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets voulus.

De plus, elle permet le paramétrage des dispositifs de commande.

## **4. Pupitre de commande :**

Le pupitre utilisé dans l'atelier est un pupitre de type MP2708 TOUCH, il nous permet d'une part de présenter les états d'exploitation, les valeurs actuelles de processus de production et les alarmes de l'automate, et d'autre part, décommander de manière aisée l'installation de production.

Les graphiques et les textes affichés sur le pupitre tactile ainsi que les caractéristiques et fonctionnalités des éléments tactiles doivent être préalablement créés sur un ordinateur (PC ou PG) doté du logiciel de configuration. Pour transmettre les données de configuration, il faut raccorder au pupitre l'ordinateur de configuration.

Après transmission de la configuration, le pupitre est lié avec une liaison ETHERNET à l'automate. Il communique alors avec l'automate et réagit à l'exécution des programmes de l'automate en fonction de la configuration.

## 5. Présentation du logiciel de supervision :

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.), avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel ou ordinateur de commande direct (commande numérique). Parmi les logiciels pour la supervision dans l'industrie moderne nous pouvons citer :

- PROTOOL.
- WinCC (Windows Control Center).
- INDU soft web studio.
- VIJEO look.
- In Touch...etc.

Pour l'élaboration de la plateforme de supervision de la station de nettoyage en place (CIP/NEP), nous avons utilisé le WinCC flexible 2008. C'est le logiciel IHM (interface homme / machine) pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, des concepts d'automatisation évolutifs au niveau machine.

WinCC flexible 2008 réunit les avantages suivants :

- Simplicité.
- Flexibilité.
- Robustesse.



## 6. Présentation du logiciel WinCC flexible2008 :

WinCC Flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations automatisées. WinCC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows XP / Vista.

WinCC flexible apporte une efficacité de configuration maximale: des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables et des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues qui ouvre les portes à WinCC Flexible pour être utilisé partout dans le monde.

Les architectures à base de Sm@rtClient et de Sm@rtServer permettent d'accéder à des variables et vues depuis tout point du site, sur des postes de conduite répartis et par télécommande et télédiagnostic via le Web.

### 6.1. Logiciel exécutif SIMATIC WinCC Flexible Runtime :

La partie exploitation (Runtime) est embarquée sur tous les terminaux SIMATIC HMI. Les fonctionnalités IHM et les capacités fonctionnelles dépendent de la configuration matérielle. WinCC Flexible Runtime est disponible pour les PC en différentes variantes qui se différencient par le nombre de PowerTags utilisés (seules les variables qui possèdent une **liaison** Process avec l'automate sont comptabilisées comme **PowerTags**). En plus de ces PowerTags, le système peut gérer des variables internes (sans liaison au processus), des seuils constants ou variables et des messages (jusqu'à 4000) comme options additionnelles du système.

Avec le SIMATIC WinCC Flexible Runtime, nous pouvons simuler notre plateforme d'en moins deux manières :

- En utilisant le S7-PLCSIM pour la manipulation des variables (lancer Runtime) ;
- En utilisant la table de simulation qui permet d'entrer les valeurs des variables (lancer WinCC flexible avec la simulation).



Fig. V.2 : Compilation sous WinCC flexible Runtime.



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.

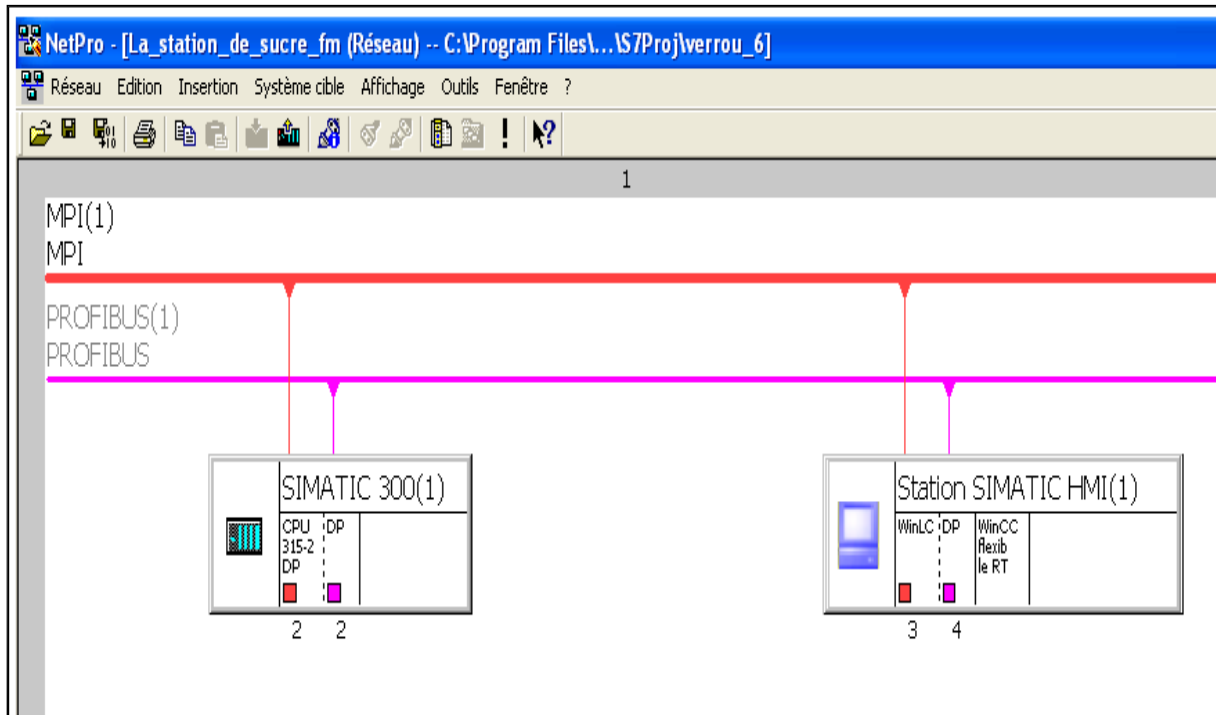
## **6.2. Intégration dans SIMATIC STEP 7 :**

Les variables du processus représentent la liaison pour la communication entre le système d'automatisation et le système IHM. Sans les avantages de la TIA (Totally Integrated Automation), on devra 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 :

- La table des mnémoniques de STEP 7 contient la définition des points de données (p. ex. adresses ou types de données) qu'on a paramétré lors de la création du programme de commande.
- Les paramètres de communication contiennent les adresses de bus ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec NetPro, par exemple.

La figure suivante montre la liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI.



**Fig. V.3 :** Liaisons entre la station S7-300 et la station HMI.

### 6.3. WinCC flexible et Simatic Step7:

#### 6.3.1. Intégration de WinCC flexible dans STEP7:

WinCC flexible peut être intégré au logiciel de configuration SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans WinCC flexible. On économise ainsi non seulement temps et argent mais on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

#### 6.3.2. Avantages de l'intégration à STEP7 :

Quand on configure avec WinCC flexible, intégré à STEP7, on peut accéder à la base de données créée lors de la configuration de l'automate avec SIMATIC STEP7. Cela présente les avantages suivants :

- Possibilité d'utiliser SIMATIC Manager comme poste de commande centrale pour la création, la modification et la gestion des projets WinCC flexible.

- Les paramètres de communication de l'automate sont définis lors de la création du projet WinCC flexible et actualisés en cas de modifications dans SIMATIC STEP7.
- Les messages ALARMS configurés dans SIMATIC STEP7 sont pris en compte dans WinCC flexible et peuvent être affichés sur le pupitre.
- Les modifications de la table mnémonique dans SIMATIC STEP7 sont actualisées dans WinCC flexible.

### 6.3.3. Communication entre le pupitre de supervision et l'automate :

La communication entre le pupitre et la machine ou le processus est réalisée par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « **variable** ». la valeur d'une variable est écrite dans une case mémoire (adresse) de l'automate ou elle est lue par le PC de supervision. La structure générale est illustrée dans la figure suivante :

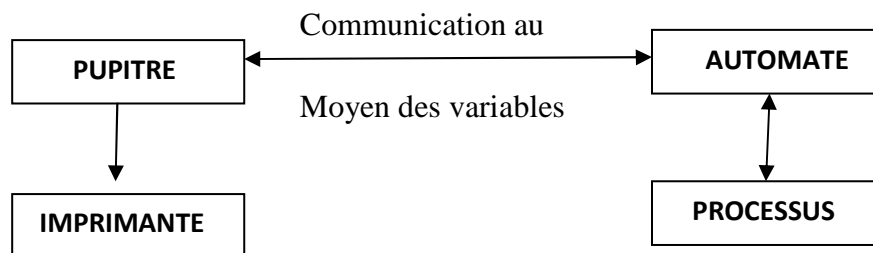


Figure : Structure générale de communication entre le pupitre et l'automate.

### 6.3. Plateforme de supervision de la station CIP :

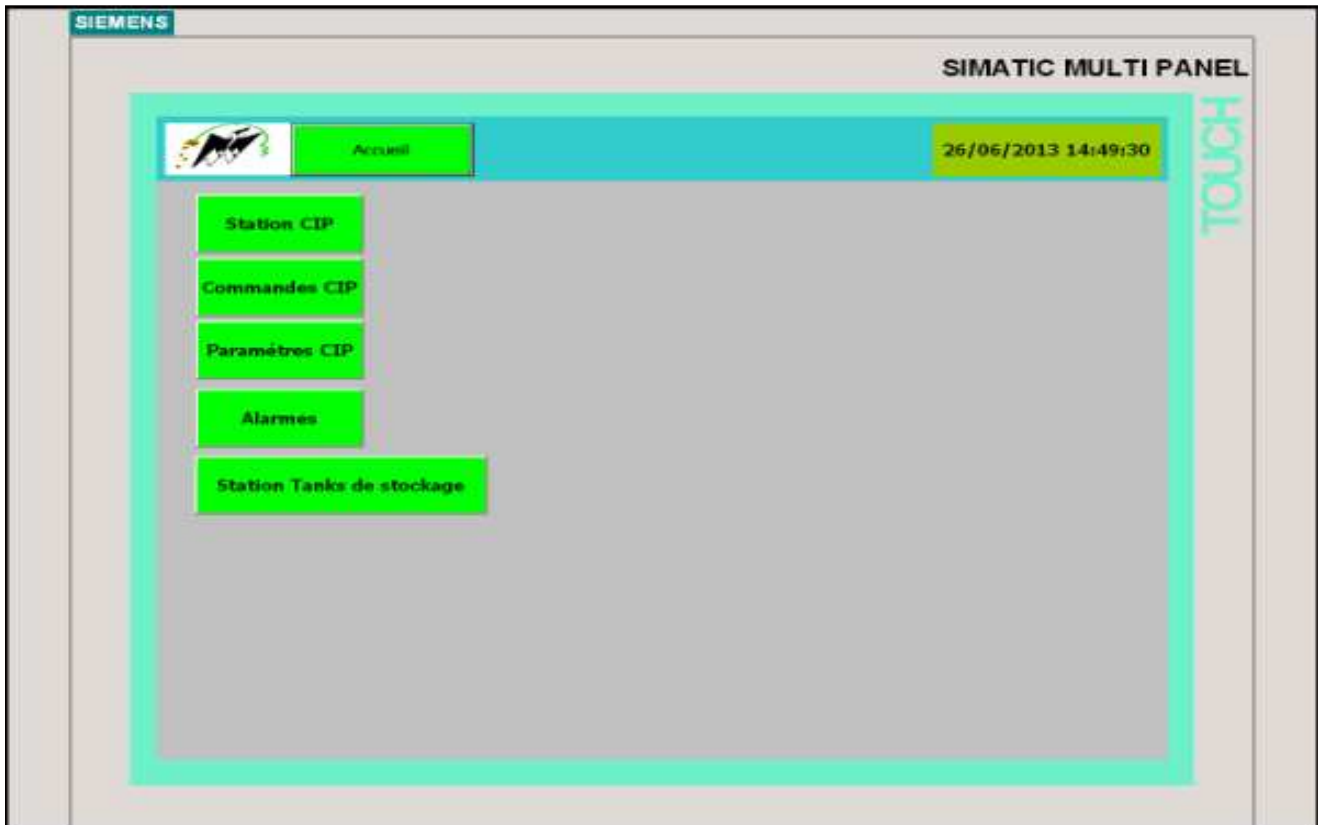
Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le control commande de notre station, nous avons créé sept vues données comme suit :

- La vue de sélection.
- La vue de la station CIP.
- La vue des paramètres CIP.
- La vue des alarmes.
- La vue de la station Tanks de stockage.

### 6.3.1. Vue de sélection :

Cette vue permet d'atteindre n'importe quel vue et cela par un simple clic sur le bouton qui porte le nom de la vue en question.

Et afin de regagné cette vue, il faut seulement cliquer sur le bouton accueil.



**Figure :** vue de sélection

### 6.3.2. Vue de la station CIP :

Cette vue est obtenue par un clic sur le bouton station CIP qui se situe dans la vue de sélection.

Cette vue nous permet de visualiser le remplissage du Tank7, ainsi que la préparation de chaque une des solutions qu'on désire préparer dans chaque un des deux Tanks 8 et 9, ainsi que la visualisation tous les paramètres suivants : (température, débit, concentration).

Nous avons configuré la pression, le pH-mètre ainsi que les sondes de niveau pour permettre à l'opérateur de visualiser les niveaux de remplissage.

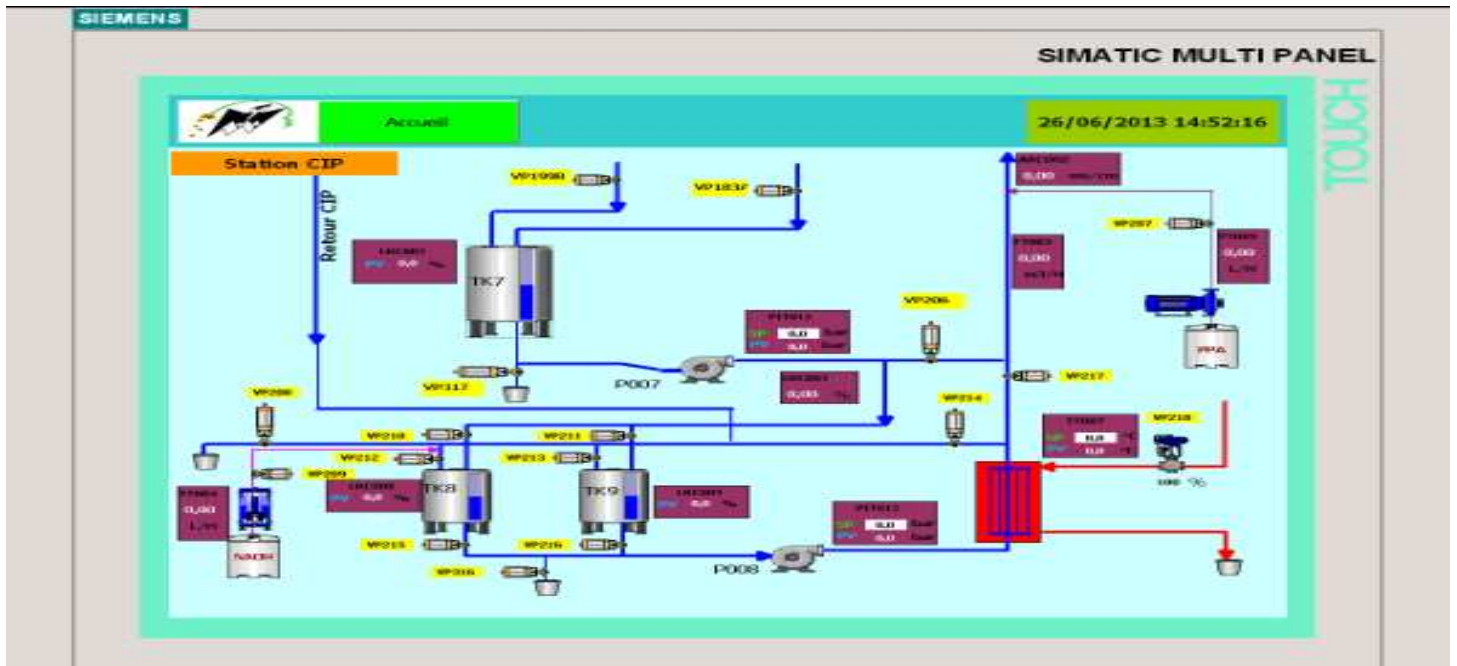


Figure : vue de la station CIP.

### 6.3.3. Vue des paramètres CIP :

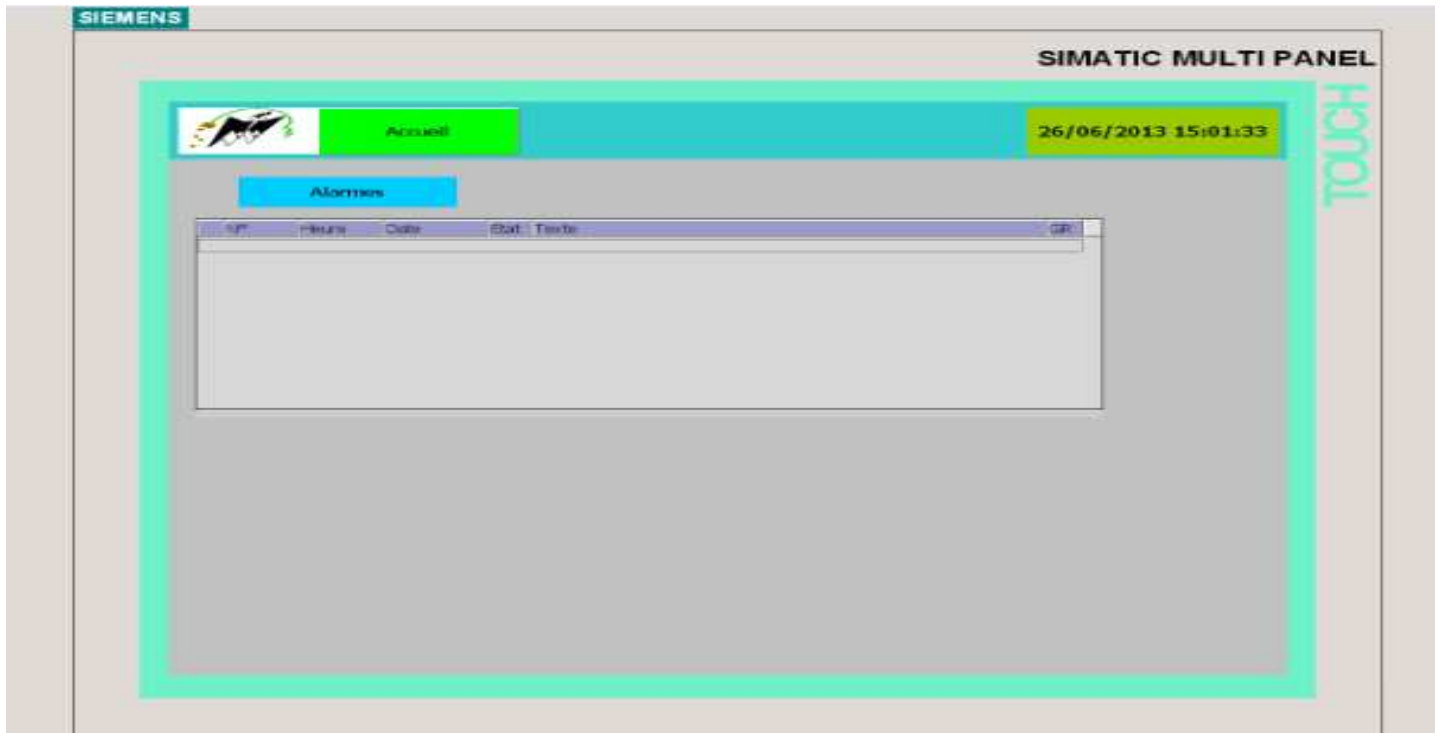
Cette vue est obtenue par un clic sur le bouton paramètres CIP qui se situe dans la vue de sélection. C'est là où on configure les paramètres associés à chaque recette.

Recipe	Parameter	Value	Unit
CIP Eau Chaude	Température	70.0	°C
	Temps de contact	0	S
	Temps de Rincage	0	S
	concentration	0	%
CIP Acide Péracétique	Temps de contact	0	S
	Temps de Rincage	0	S
	concentration	0	%
	Température	0.00	°C
CIP soude chaude	Température	0.00	°C
	Temps de contact	0	S
	Temps de Rincage	0	S
	concentration	0	%
CIP Acide Nitrique	Température	0.00	°C
	Temps de contact	0	S
	Temps de Rincage	0	S
	concentration	0	%

Figure : vue des paramètres CIP.

### 6.3.4. Vue des alarmes :

Cette vue est obtenue par un clic sur le bouton alarmes qui se situe dans la vue de sélection. Elle nous permettra de visualiser tous les problèmes liés à la station, ainsi que les messages d'alerte.



**Figure :** vue des alarmes.

### 6.3.3. Vue de la station Tanks de stockage :

Cette vue est obtenue par un clic sur le bouton station Tanks de stockage qui se situe dans la vue de sélection.

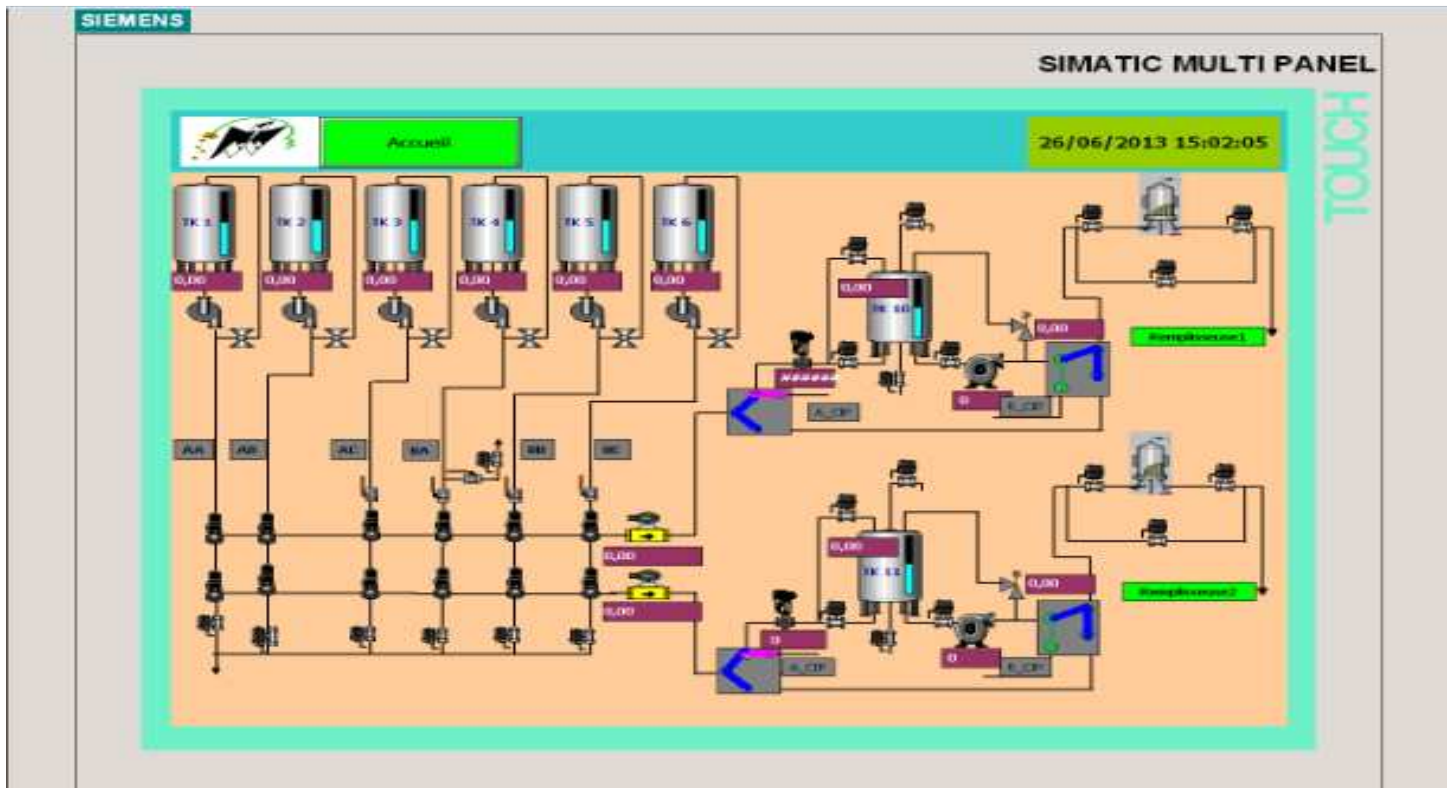


Figure : vue de la station Tanks de stockage.

#### Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons commencé par donner quelques notions de la supervision et le rôle qu'elle occupe dans l'industrie. Ensuite, nous avons donné quelques notions de base du logiciel de supervision utilisé WinCC flexible.

Après la petite partie introductive, nous avons commencé le travail avec le logiciel WinCC flexible qui est très riche en options. 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'information à partir des messages configurés et l'attribution de couleurs différentes pour les différents états des objets.

## **Conclusion générale :**

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

En premier lieu nous nous sommes mis dans le milieu de cette installation, avec une bonne reconnaissance du process, et ses différentes fonctions pour la préparation des solutions du CIP et les différents cas possibles avec lesquels on peut maintenir l'hygiène, ainsi qu'une bonne production satisfaisante.

Cette étude nous a permis d'acquérir un outil de travail pour la réalisation de notre projet ; qui consiste à apporter un plus et une modification au niveau de notre système de nettoyage afin de réduire au maximum les pertes de production, et pour cela nous avons conçu notre propre programme sur le logiciel step7 en le modélisant avec le S7GRAF.

La communication Homme/Machine est assurée par un pupitre tactile lié par Ethernet vers l'automate. Pour cet effet, nous avons réalisé une supervision avec le logiciel WinCC flexible, en plus de la supervision du déroulement des différentes opérations, nous avons ajouté la commande sur le pupitre.

Enfin grâce aux théories que nous avons acquises au cours de notre cursus universitaire, nous pensons avoir réalisé un travail pratique qui nous permet de franchir une étape supplémentaire dans la maîtrise de l'automatisme industriel.



## BIBLIOGRAPHIE :

### **Ouvrage :**

- Documentation Cevital, et manuel d'entretien de l'instrumentation.
- L'aide siemens Step7 version 5.3.
- Manuel siemens « configuration matérielle et communication dans Step7 ».
- L'aide WinCC flexible.
- Automatisation production « les automates programmables » deuxième édition.
- Document de formation WinCC flexible (conduite et supervision).
- Documentation sur le GRAFCET ;
- Documentation sur la régulation industrielle.

### **Compact Disk (CD) :**

- logiciel STEP7, version 5.3.
- logiciel WinCC flexible 2008.

### **Mémoires :**

- B-IRMECHE et A-DJOUDEK « Elaboration d'un système de commande et de supervision pour la gestion des bacs d'huile finie à l'unité de conditionnement d'huile de Cevital » Promotion 2007.
- YUCEF CHINANE et MOHAMED AMROUNI « Commande et supervision d'une installation de production du Sirop (Cevital).

# *Résumé*

Notre projet de fin d'étude qui a été réalisé au sein de l'unité de production d'eau minérale « Lalla Khedidja » située dans les hauteurs de la Kabylie. Notre travail consiste à proposer une solution programmable pour le système de désinfection CIP/NEP d'une station de stockage d'eau, englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver, que ce soit du point de vue Hardware ou Software. et cela dans le but d'élaborer une solution de commande, et de supervision de cette partie.

A l'issue de ce travail, on peut conclure que la modélisation par GRAFCET a permis de faciliter la modélisation du système, puis de mettre au point la programmation du système à automatiser. Le langage de programmation utilisé est le STEP7. Ce dernier nous a permis d'exporter directement les entrées/sorties dans la table des mnémoniques pour les utiliser comme des variables externes dans le logiciel de supervision WINCC.

Ce projet a été une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation. Il nous a permis aussi d'acquérir un savoir-faire dans le domaine pratique, et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation. Cela était pour nous une expérience enrichissante. La solution proposée dans ce mémoire ne pourra être réellement validée qu'une fois le programme est implémenté dans un automate, mais les résultats de simulation sous S7PLCSIM nous rendent optimiste à ce sujet.