

**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**

**Mémoire de Fin d'Etudes**

En vue de l'obtention du diplôme

*D'Ingénieur d'Etat en Automatique*

***Thème***

**Etude de l'automatisation d'une station de traitement  
d'eau**

Proposé par : **M<sup>r</sup> MABED**

Présenté par :

Dirigé par : **M<sup>r</sup> DIRAMI**

**M<sup>elle</sup> BOUHATEM SAFIA**  
**M<sup>elle</sup> BOUKHALFA DJAZIA**

*Promotion 2011*

Ce travail a été préparé à : L'entreprise LALLA KHEDIDJA de CEVITAL OUADHIA

# *Remerciements*

*Ce travail a été effectué à l'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja de groupe Cevital .*

*Tout d'abord nous tenons à remercier monsieur le directeur de l'unité M<sup>R</sup> MABED d'avoir accepté nous accueillir au sein de leur entreprise, et qui nous a permis de réaliser ce stage de fin d'étude.*

*Nous remercions également notre promoteur M<sup>R</sup> DIRAMI pour ses conseils et son aide tout au long de notre projet.*

*Nos sincères remerciements à M<sup>R</sup> HADID pour sa disponibilité et son soutien pendant notre stage de fin d'étude.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'étudier notre travail.*

*Que tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation trouvent ici notre plus profonde gratitude.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'établissement de ce travail.*

*Enfin, nous souhaitons dédier ce mémoire à nos parents. Rien n'aurait été possible sans leur soutien, confiance et générosité.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenue*

*Mes frères RAMDANE et GHILES*

*Ma chère sœur NADIA, son mari HAKIM et ma petite adorable nièce ANYA*

*Ma très chère grande mère OUARDIA*

*Mes oncles et mes tentes et leurs familles*

*Mes cousins et cousines en particulier SABRINA*

*Tous mes amis(es) en particulier DJAMILA, HAYET, HASSINA et HAMID*

*Ma chère binôme DJAZIA et son adorable petite famille*

*A tous ceux qui ont su croire en moi*

*A tous ceux qui me sont chers*

**SAFIA**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenue*

*Mes frères MALIK, SOFIANE, MAHMOUD et ANIS*

*Mes chères sœurs RAFIKA, SIHAM, FERIEL et KATIA avec son mari ZOUBIR et ma petite adorable nièce MALEK*

*Mes oncles et mes tentes et leurs familles*

*Mes cousins et cousines*

*Mes camarades en particulier BELAID, AMAR, MOUKRANE*

*Tous mes amis(es) en particulier HASSINA, HOURIA, MALIKA, NASIRA et leurs familles*

*Ma chère binôme SAFIA et son adorable petite famille*

*A tous ceux qui ont su croire en moi*

*A tous ceux qui me sont chers*

**DJAZIA**

# **SOMMAIRE**

Introduction générale.....1

## **CHAPITRE I : PRESENTATION FONCTIONNELLE**

Introduction.....3

I- Présentation du groupe Cevital et son unité de production d'eau minérale.....3

I-1-Présentation de Cevital spa.....3

I-2- Présentation de l'unité eau minérale « lala khedidja ».....3

I-3-Les différents locaux.....4

I-3-1-Le poste de transformation haute tension (HT).....4

I-3-2- Salle électrique basse tension.....4

I-3-3-Les utilités.....5

I-3-4-Local de fabrication de préformes PET et bouchons PHD (injection).....5

I-3-5-Local chaudière.....6

I-3-6-Local de régulation d'eau water technologie.....6

I-3-7-Local siroperie.....6

I-3-8-Local conditionnement d'eau minérale et production de boissons.....6

I-3-9-Installation co2.....7

II- Présentation et fonctionnement de l'atelier water technologie.....8

II-1-Groupe de préfiltrage .....8

II-2-Zone de stockage.....10

II-3-Groupe filtration finale et alimentation des lignes.....11

II-4-Nettoyage en place (NEP) .....13

III- Le cahier de charge.....15

|   |    |
|---|----|
| III-1-Mode production.....                    | 15 |
| III-1-1-Alimentation de la ligne AA.....      | 15 |
| III-2-Mode CIP.....                           | 16 |
| III-2-1-CIP par acide péracétique.....        | 16 |
| III-2-2-Le CIP avec l'eau chaude et NAOH..... | 18 |
| Conclusion.....                               | 19 |

## **CHAPITRE II : INSTRUMENTATION ET FONCTIONNEMENT**

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....                                 | 20 |
| I- Actionneurs et capteurs utilisés .....         | 20 |
| I-1-Les actionneurs.....                          | 20 |
| I-1-1-les électrovannes.....                      | 20 |
| I-1-1-1- vannes papillon pneumatiques TOR.....    | 20 |
| I-1-1-2- vannes modulantes.....                   | 21 |
| I-1-1-3-vannes de sûreté.....                     | 22 |
| I-1-2-Disques de rupture.....                     | 23 |
| I-1-3-Les pompes.....                             | 23 |
| I-1-3.1.Les pompes centrifuges .....              | 23 |
| I-1-3-2-Démarrage des pompes ... ..               | 24 |
| I-2-Les capteurs.....                             | 25 |
| I-2-1-Les capteurs transmetteur de flux.....      | 25 |
| I-2-1-1-Fonctionnement .....                      | 26 |
| I-2-2- Le détecteur de présence.....              | 26 |
| I-2-3-Les capteurs de niveau LCR.....             | 27 |
| I-2-4-Les capteurs de niveau LS.....              | 27 |
| I-2-5-Les capteurs transmetteurs de pression..... | 28 |
| I-2-6-Les capteurs de température.....            | 28 |
| I-2-7- Débitmètre.....                            | 28 |
| I-3-Partie commande.....                          | 29 |
| I-4-Partie puissance.....                         | 30 |

|  |    |
|--|----|
| II- Fonctionnement de la station.....              | 30 |
| II-1-Mode production.....                          | 30 |
| II-1-1-Procédure de production.....                | 30 |
| II-1-2-Procédure de veille.....                    | 31 |
| II-1-3-Procédure d'arrêt .....                     | 31 |
| II-2- Mode CIP.....                                | 32 |
| II-2-1- Vérification des conditions initiales..... | 32 |
| II-2-2Procédure de lavage.....                     | 33 |
| Conclusion .....                                   | 33 |

### **CHAPITRE III : MODELISATION AVEC L'OUTIL GRAFCET**

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 34 |
| I- Définition du GRAFCET.....                                     | 34 |
| II- Les outils de base du GRAFCET.....                            | 34 |
| II-1-Etape –Action.....   | 35 |
| II-2-Transition– Réceptivité.....                                 | 35 |
| II-3-Liaisons.....  | 35 |
| II-4-Les règles d'évolution du GRAFCET.....                       | 35 |
| II-5- Niveau d'un grafcet.....                                    | 36 |
| II-6-Divergence et convergence en ET logique.....                 | 36 |
| II-7-Divergence et convergence en OU.....                         | 36 |
| III- Mise en équation d'un GRAFCET.....                           | 38 |
| IV- Développement des grafkets de l'atelier traitement d'eau..... | 38 |
| IV-1-Grafkets de production.....                                  | 38 |
| IV-2-Grafkets de la régulation .....                              | 43 |
| IV-3-Grafkets de CIP.....   | 44 |
| Conclusion.....   | 49 |

### **CHAPITRE IV : ETUDE ET CHOIX D'AUTOMATE PROGRAMMABLE**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 50 |
| I- Les automates programmables.....                            | 50 |
| I-1-Définition générale.....                                   | 50 |
| I-2- Architecture des automates programmables industriels..... | 50 |

|   |    |
|---|----|
| I-3-Structure interne des automates programmables.....      | 51 |
| I-4-Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS.....        | 52 |
| I-4-1-Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC.....  | 53 |
| I-4-2-Choix d'automate programmable.....                    | 54 |
| II- Choix de l'automate S7 300.....                         | 54 |
| II-1-Constituants de l'automate S7-300.....                 | 54 |
| II-1-1- L'unité centrale (CPU).....                         | 54 |
| II-1-2- Modules de coupleurs (IM) .....                     | 55 |
| II-1-3 -Modules de signaux (SM).....                        | 55 |
| II-1-3-1-Modules d'entrée/sorties (TOR).....                | 55 |
| II-1-3-2-Modules d'entrées et de sorties analogiques.....   | 55 |
| II-1-3-3-Modules d'entrées/sorties numériques.....          | 55 |
| II-1-4-Modules de fonction (FM).....                        | 56 |
| II-1-5-Modules de communication (CP).....                   | 56 |
| II-1-6-Châssis d'extension (UR).....                        | 56 |
| III- Le logiciel de programmation STEP7.....                | 56 |
| III-1-Description de STEP7.....                             | 56 |
| III-2-Langage de programmation.....                         | 56 |
| III-3-Structure d'un programme S7.....                      | 57 |
| III-3-1-Les blocs utilisateurs.....                         | 57 |
| III-3-2-Traitement de programme par la CPU.....             | 58 |
| III-3-2-1-Traitement linéaire du programme.....             | 58 |
| III-3-2-2-Traitement structuré du programme.....            | 58 |
| III- 4-Implantation du programme sur l'automate S7-300..... | 59 |
| III-4-1-Création du projet.....                             | 59 |
| III-4-2-Configuration matérielle.....                       | 60 |
| III-4-3-Création de la table des mnémoniques.....           | 62 |
| III-4-4-Programmation de l'application.....                 | 63 |
| III-4-4-1-Structure de programme utilisateur.....           | 63 |
| III-4-5-Validation de programme.....                        | 64 |
| Conclusion.....   | 64 |
| <b>CHAPITR V : SUPERVISION AVEC WIN CC</b>                  |    |
| Introduction.....   | 65 |
| I-Présentation du logiciel Win CC flexible 2008.....        | 65 |

|   |    |
|---|----|
| I-2 -Définition de la supervision industrielle .....                                  | 65 |
| I-3-Constitution d'un système de supervision.....                                     | 66 |
| II-Création d'un projet sous Win CC flexible2008.....                                 | 67 |
| II-1-Intégration de Win CC dans SIMATIC STEP 7.....                                   | 67 |
| II-2-Création et configuration des représentations de supervision.....                | 68 |
| II-3-Réalisation des représentations de contrôle et de supervision de la station..... | 69 |
| Conclusion.....   |    |

### **Introduction Générale**

Devant la compétitive sans cesse croissante et de plus en plus dure demandée aux industries, qu'elles soient mécaniques de transformation de produit ou de grande consommation, les industriels doivent garder leur outil de production performant et fiable.

Dans ce domaine l'automatisation tient une place très importante et aujourd'hui il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes automatiques de production (SAP). Ils s'adaptent facilement à tous les milieux industriels et peuvent gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes

Quelques entreprises algériennes, durant ces dernières années ont pris de l'avance en optant pour la solution automatisée. Cette dernière consiste en l'implantation d'un automate programmable industriel (API) qui est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grand partie à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexion.

L'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Toutes les étapes de production sont assurées par un matériel industriel automatisé avec des automates programmables et technique de supervision très récentes, où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production

Notre travail consiste à étudier et un automate moderne pour une station de filtrage d'eau, englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver, que ce soit du point de vue Hardware ou software. Cette étude sera à base d'automate SIEMENS qui gère la station du point de vue contrôle du variateur, gestion des électrovannes, régulation du débit et diagnostic du système.

Pour ce faire, nous avons réparti notre travail en cinq chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré pour la présentation fonctionnelle de l'unité.
- Le second chapitre portera sur l'instrumentation et le fonctionnement de l'atelier traitement d'eau.
- Le troisième chapitre portera sur l'étude et la modélisation de procédé par l'outil GRAFCET.
- Le quatrième chapitre traitera les automates programmables en général et le SIMATIC S7-300 en particulier, puis son langage de programmation STEP7 qui servira à faire la transition entre le model GRAFCET et le programme d'implantation.
- Le cinquième et le dernier chapitre portera sur l'élaboration du programma de supervision sous le logiciel Win CC flexible 2008.

**Introduction:**

Ce chapitre consistera à présenter le groupe CEVITAL et son unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja en donnant un aperçu sur ses différents ateliers et blocs. On présentera ensuite la station de filtrage (Water Technology) à concevoir tout en décrivant son fonctionnement, puis il s'agira d'élaborer son cahier de charge.

**I. Présentation du groupe CEVITAL et son unité de production d'eau minérale :****I.1. Présentation de CEVITAL SPA :**

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

**I.2. Présentation de l'unité eau minérale « LALLA KHEDIDJA » :**

- L'unité d'eau minérale « LALLA KHEDIDJA » du groupe CEVITAL SPA située dans la commune d'Agouni Gueghrane, au sud-ouest du chef lieu de la wilaya de TIZI OUZOU, puise son eau de la source Thinzer sur au flan du mont Kouriet.
- L'usine s'étend sur 25000m<sup>2</sup> de bâtiments et comprend plusieurs locaux.
- L'eau de Lalla Khedidja est une eau oligominérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels à la vie, réputée pour sa légèreté et sa pureté. C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. Elle est directement embouteillée sans subir aucun traitement chimique. En juillet 2007 la célèbre eau minérale prend sa place sur le marché.
- En plus de deux lignes de conditionnement destinées pour l'eau minérale, l'unité dispose d'une troisième ligne destinée à la production de diverses boissons non alcoolisées.

- La capacité de production de l'unité s'élève à 3 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.

### I.3. Les différents locaux :

#### I.3.1 Le poste de transformation haute tension (HT):

- Le poste haute tension est alimenté par une ligne triphasée de 60 KV et de puissance de 10 MVA provenant directement de Sonelgaz. Il alimente trois transformateurs MT/BT 30 KV/380V, qui à leurs tours alimentent trois TGBT (Tableau Général de Basse Tension)

- L'alimentation des lignes et leurs accessoires sont assurés par les trois TGBT

#### I.3.2. Salle électrique basse tension

Les équipements de la basse tension sont :

- ü Les tableaux généraux basse tension : ceux sont des armoires électriques, dont les jeux de barres principaux sont alimentés séparément par une tension alternative d'une valeur de 400V, fournie par des transformateurs MT/BT. Il existe trois tableaux principaux et un tableau secondaire alimenté directement du troisième TGBT.
- ü Un onduleur 40 KVA qui alimente une armoire destinée à secourir les différents PC en cas de coupure électrique.

### I.3.3. Les utilités

Elles se subdivisent en deux groupes : l'hydraulique et la pneumatique.

Tous les équipements au sein de l'unité ont besoin d'une source d'énergie électrique mais aussi besoin d'une source en énergie pneumatique et une autre hydraulique pour leur fonctionnement.

Un local doté de 5 compresseurs pour répondre aux besoins de toutes les souffleuses produit de l'air comprimé à une pression de 40 Bars. Deux autres compresseurs produisent de l'air à 7 Bars utilisé dans les vérins et les distributeurs d'électrovannes. Un dernier compresseur délivre de l'air à 13 Bars pour la presse à injection.

A l'extérieur du local de compresseurs, se trouvent des groupes de refroidissement:

- Deux tours de refroidissement pour les compresseurs 40 Bars.
- Un refroidisseur pour l'ensemble des souffleuses et des compresseurs 7Bars.
- Deux refroidisseurs pour les moules des presses à injection.
- Un refroidisseur de l'eau processus des deux lignes de production de boissons gazeuse.
- Un refroidisseur pour la pasteurisation de la siroperie.
- Deux refroidisseurs pour la climatisation de la salle blanche

### I.3.4. Local de fabrication de préformes PET et bouchons PHD (injection)

Cet atelier est doté de presses d'injection de haute technologie totalement automatisées et équipées de pupitres de contrôle et commande des valeurs processus dont la précision et l'exactitude sont de mise pour l'obtention d'un produit de qualité.

Trois presses sont installées dans cet atelier: deux pour la production des préformes destinées au conditionnement d'eau minérale et une pour le conditionnement de l'huile à Bejaia. Une autre presse récemment installée est destinée à la production de bouchon polyéthylène.

### I.3.5. Local Chaudière

La vapeur d'eau obtenue est utilisée pour le nettoyage (CIP) des circuits de passage de l'eau minérale et des circuits de passage des sirops, du sucre ainsi que de l'alimentation de la « sleeveuse » de la quatrième ligne.

### I.3.6. Local de régulation d'eau (Water Technologie)

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

### I.3.7. Local siroperie

Ce local est une installation hautement automatisée, équipée d'équipements très performants répondant aux normes internationales de production de boissons gazeuses et du jus de fruit. Cette installation est subdivisée en plusieurs stations alimentées et commandées via trois armoires principales, dont deux possèdent des pupitres de supervision pour le contrôle et la surveillance des processus de fabrication de sirop ou bien pour le nettoyage des stations après production (NEP).

### I.3.8. Local conditionnement d'eau minérale et production de boissons

Ce local est subdivisé en trois parties : la salle blanche (salle d'embouteillage), les lignes de production et l'aire de stockage produit fini.

#### a) La salle blanche:

Dans cette salle, se trouvent deux machines de soufflage et remplissage ainsi que le laboratoire. Le soufflage et le remplissage sont deux processus combinés dans deux machines: Une souffleuse qui s'occupe du soufflage des préformes **PET** à une pression de 40 bars puis le remplissage qui se fait au niveau de la remplisseuse. Il y a deux types de remplisseuses: remplissage par gravité et remplissage volumétrique. Grâce à la nouvelle technologie, la souffleuse et la remplisseuse sont combinées via des roues de transfert intermédiaire pour ainsi former le combi dont la cadence maximum 32000 bouteilles/heure, pour une meilleure optimisation des performances des deux équipements.

## b) Les lignes de production:

Les lignes de production sont composées du combi, d'un contrôle bouchon et niveau des bouteilles à la sortie de combi. En sortant de la salle blanche via la séparation en verre, les lignes de production se complètent par les autres équipements.

Les bouteilles remplies et contrôlée sont acheminées par des convoyeurs unifilaires, vers l'étiqueteuse. Pour un meilleur étiquetage, un sécheur est installé en amont pour avoir des bouteilles sèches. Les bouteilles étiquetées sont ensuite datée et acheminée encore par des convoyeurs unifilaires vers la fardeleuse pour être emballées dans des fardeaux par un film thermo-rétractable.

Les packs sont acheminés par des convoyeurs vers la poseuse de poignées, puis vers le palettiseur où ils seront disposés sur une palette de 4 couches de 7 x 4 fardeaux (pour la bouteille 1.5 litre). Une fois une palette est sortie du palettiseur via des convoyeurs à rouleau, la dernière machine de ligne qui est la Housse use dépose une housse thermo-rétractable sur la palette.

La communication est établie entre tous équipements grâce à une liaison PROFIBUS d'une armoire électrique à une autre. Une ligne de production peut fonctionner à différentes cadences selon les arrêts observés sur chaque équipement. Ainsi une synchronisation parfaite est établie entre tous les équipements et les convoyeurs.

### 1.3.9. Installation CO2

Le gaz CO2 est stocké dans une cuve à l'extérieur, puis acheminé vers les deux lignes de production de boissons gazeuses en passant par l'évaporateur se trouvant dans le local de la chaudière.

## **II. Présentation et fonctionnement de l'atelier Water technologie**

L'atelier Water Technologie (traitement d'eau) est composé de différents éléments conçus et réalisés afin de remplir trois fonctions principales:

- Pré-filtrage physique de l'eau provenant de la source THINZER, située à environ 5 kilomètres de l'unité
- Stockage de l'eau pré-filtrée
- Filtration finale de l'eau de processus et alimentation de 5 lignes de production et une salle sirop VDM (Van Der Molen)

Les espaces fonctionnels qui composent le système sont au nombre de quatre: le groupe de préfiltration, la zone de stockage, le groupe filtration final et alimentation des lignes, le NEP (nettoyage en place).

### **II.1. Groupe de préfiltration:**

Le groupe de pré-filtrage est présenté figure I.1. Il se compose de deux lignes A et B pour une préfiltration de l'eau provenant d'une source externe; l'eau y est filtrée puis acheminée vers six lignes différentes.

La préfiltration dans chaque ligne se fait à travers :

- trois filtres, dont un à sac de 5 $\mu$ m et deux autres à cartouche de 5 $\mu$ m et de 1 $\mu$ m successivement.
- Une vanne de purge pour diminuer la pression d'arrivée
- Une vanne d'isolement pour isoler la tuyauterie.
- Une vanne modulante située à l'entrée de la ligne et contrôlée par un PIC (indicateur contrôleur de pression).
- Une vanne de sûreté VSP pour diminuer la pression
- Un débitmètre pour la mesure du débit-volume de l'eau
- 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 vannes de drainage pour les deux filtres à cartouche, deux vannes pour la tuyauterie une à l'entrée du premier filtre, une à la sortie du dernier filtre.

- Des vannes manuelles placées à l'entrée et en amont des plaques d'échange de flux.
- Des vannes manuelles pour la prise d'échantillons à effectuer au laboratoire.
- 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.
- Des capteurs de pression à l'entrée et en amont et en aval de chaque filtre pour calculer la différence de pression ( $\Delta P$ ).
- Un capteur de température (TT) placé à la sortie du dernier filtre sur la tuyauterie.
- Un capteur transmetteur de flux(FT).

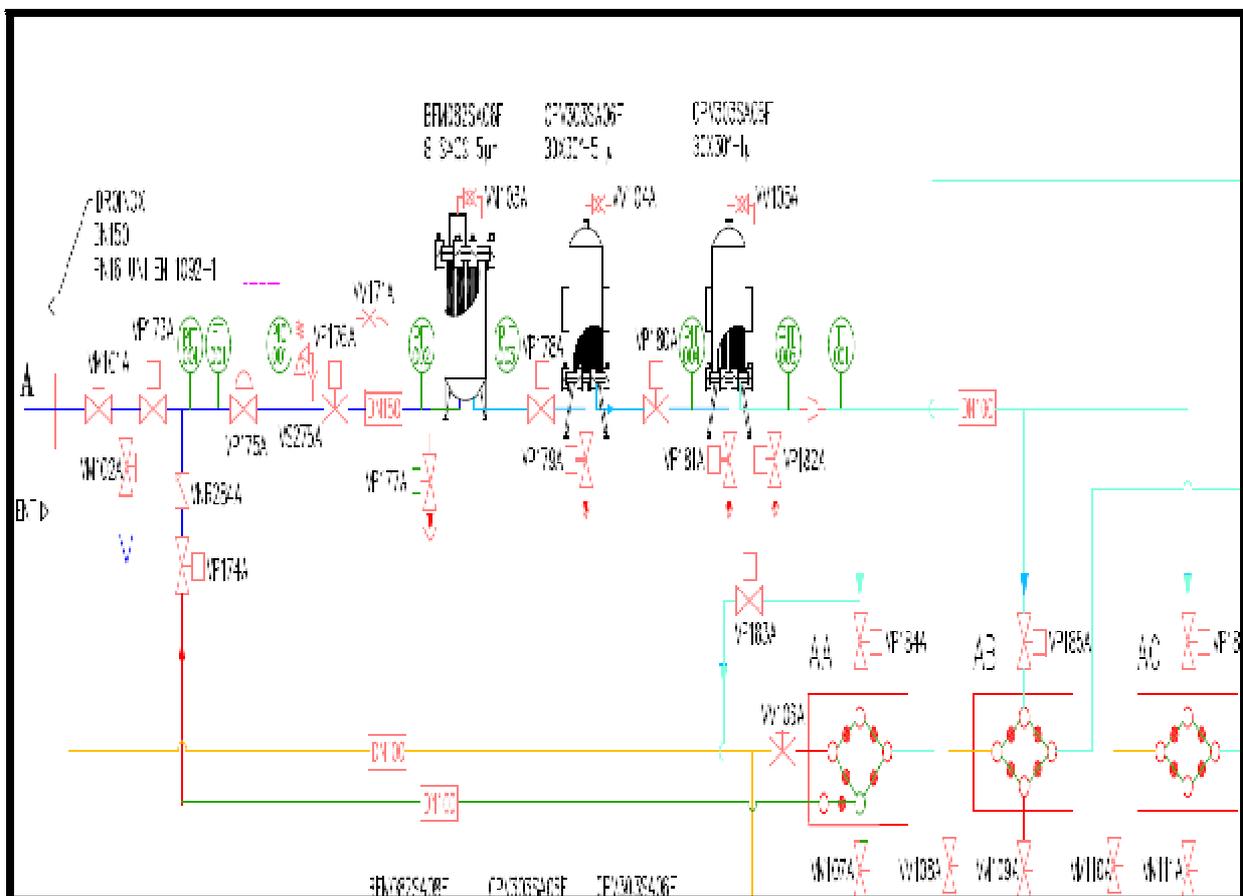


Figure I.1.Groupe de pré filtrage

## II.2. Zone de Stockage:

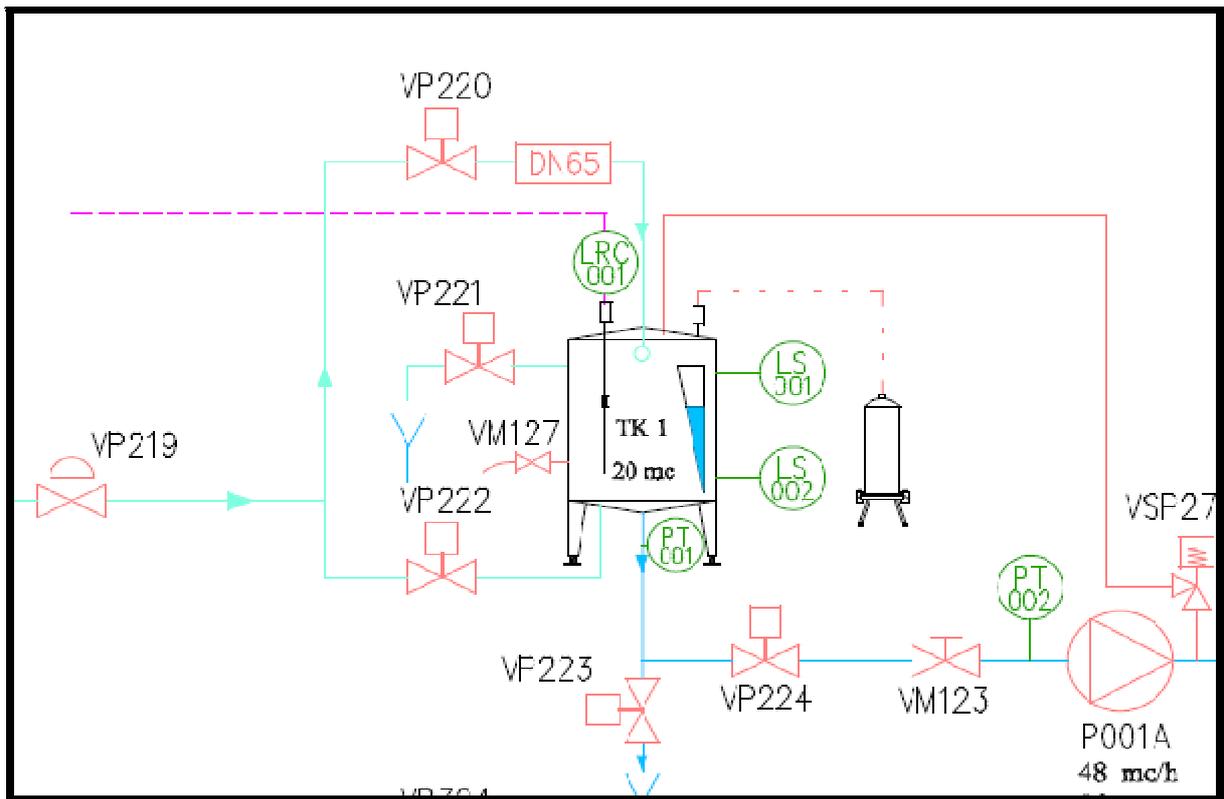


Figure I.2 : Zone de stockage

Depuis les groupes de préfiltration, grâce aux plaques d'échange de flux, il est possible d'alimenter six réservoirs de stockage d'eau pré-filtrée. Les réservoirs sont destinés à emmagasiner l'eau à envoyer aux lignes de production. Les réservoirs sont tous pourvus d'une sonde analogique de niveau permettant de lire leur contenu.

La ligne A alimente les tanks TK1, TK2, TK3 pour le conditionnement d'eau minérale et la ligne B alimente les tanks TK4, TK5 pour la production de l'eau gazéifiée et de boissons carbonatées. Un sixième réservoir est destiné à l'alimentation de la siroperie.

Le tank TK7 est alimenté par les deux lignes A et B. Il permet l'alimentation en eau de nettoyage pour le CIP (Cleaning In place) des remplisseuses des lignes 1 et 2, ainsi que les conduites des lignes 3, 4 et siroperie.

- Le stockage de l'eau pré-filtrée se fait dans des réservoirs pourvus de:
- Une sonde analogique LRC (level register controler) de niveau permettant de mesurer en temps réel le niveau dans 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 refroidissement lors de la vidange.
  - Un filtre 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 vapeur lors du CIP à l'eau chaude et enfin une vanne manuelle pour la prise d'échantillons à effectuer au laboratoire.
  - Une vanne de sûreté 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, AC) et vers les mixeurs (lignes BA, BB, BC). (voir la figure I.2)

### II.3. Groupe filtration final et alimentation des lignes:

Les réservoirs de stockage alimentent six lignes de filtration et d'alimentation. Des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un inverseur permettent à l'eau contenue dans les réservoirs de stockage d'être une nouvelle fois filtrée et acheminée aux six lignes de production.

Les six lignes alimentent trois tireuses d'eau plate, deux mixers pour boissons et une salle des sirops.

Cette étape se fait à l'aide d'un filtre absolu à 0.2 $\mu$ m ; toutes les lignes passent à travers ces filtres sauf les deux lignes provenant des tanks TK7 et TK6. (voir figure I.3)

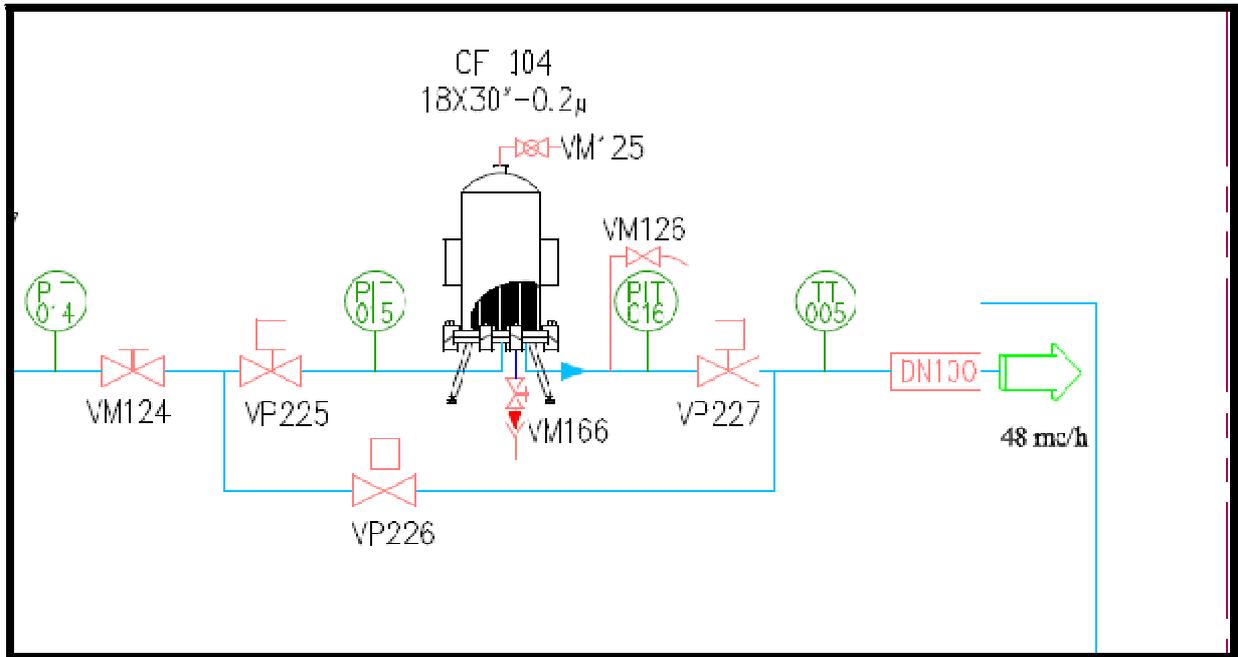


Figure I.3 : zone de filtration finale des lignes AA, AB, AC

Comme les lignes BA et BB servent à la production de l'eau gazeuse après la filtration finale, l'eau de ces deux lignes passe à travers un échangeur de chaleur pour le refroidissement. L'eau est ainsi acheminée vers les lignes de production (voir figure I.4)

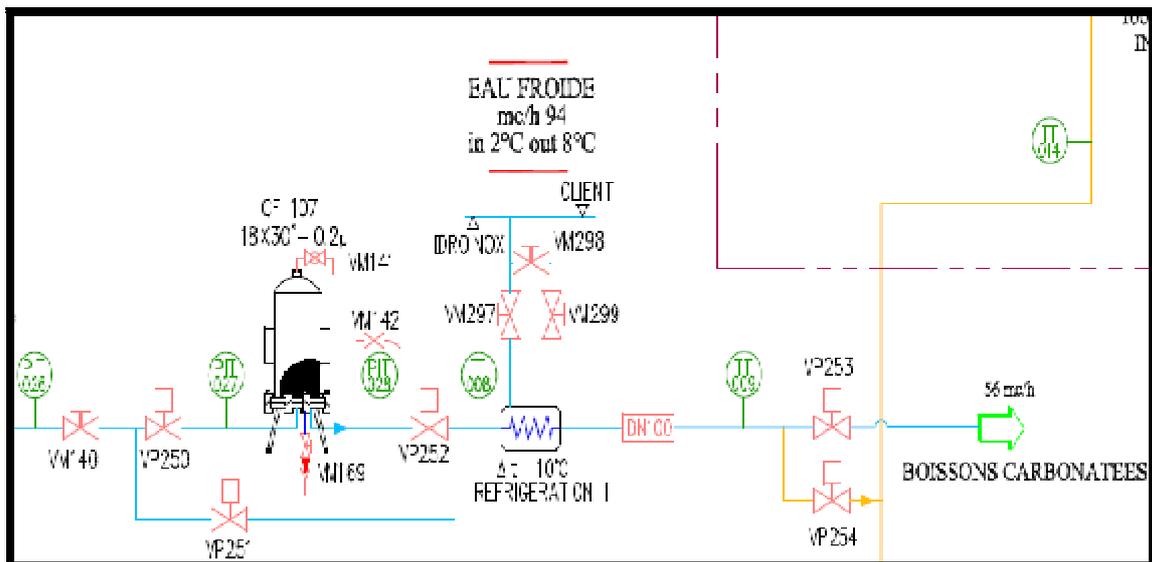


Figure I.4 : Zone de filtration finale des lignes BA, BB

La zone de filtration finale des lignes BA, BB comporte :

- Des vannes manuelles: une vanne à l'entrée de chaque filtre pour le drainage de la ligne et une vanne pour le drainage du filtre.
- Des vannes TOR: deux vannes en amont et en aval du chaque filtre et une vanne pour passer le filtre dans le cas CIP avec eau chaude.
- Des indicateurs transmetteurs de pression(PIT).
- Des indicateurs de température à la sortie du filtre (TT).
- Le refroidisseur muni de trois vannes manuelles à son amont, deux vannes TOR et un indicateur de température à la fin de la ligne.

#### **II.4. groupe nettoyage en place :(NEP)**

Le système est pourvu d'un NEP automatique destiné à laver toutes les parties en utilisant quatre types de recettes en fonction des besoins et des arrêts de production.

Le Tank7 est directement rempli par l'eau arrivant de la ligne A et B pré-filtrée pour stocker l'eau nécessaire au CIP ; il alimente à son tour deux autres réservoirs de la salle CIP (Tank8 relié à une pompe doseuse de soude caustique et Tank9 pour l'eau chaude), les deux Tank reliés à un échangeur de chaleur ainsi qu'un petit réservoir muni d'une pompe doseuse pour la solution d'acide précéltique.(voir figure I.5)

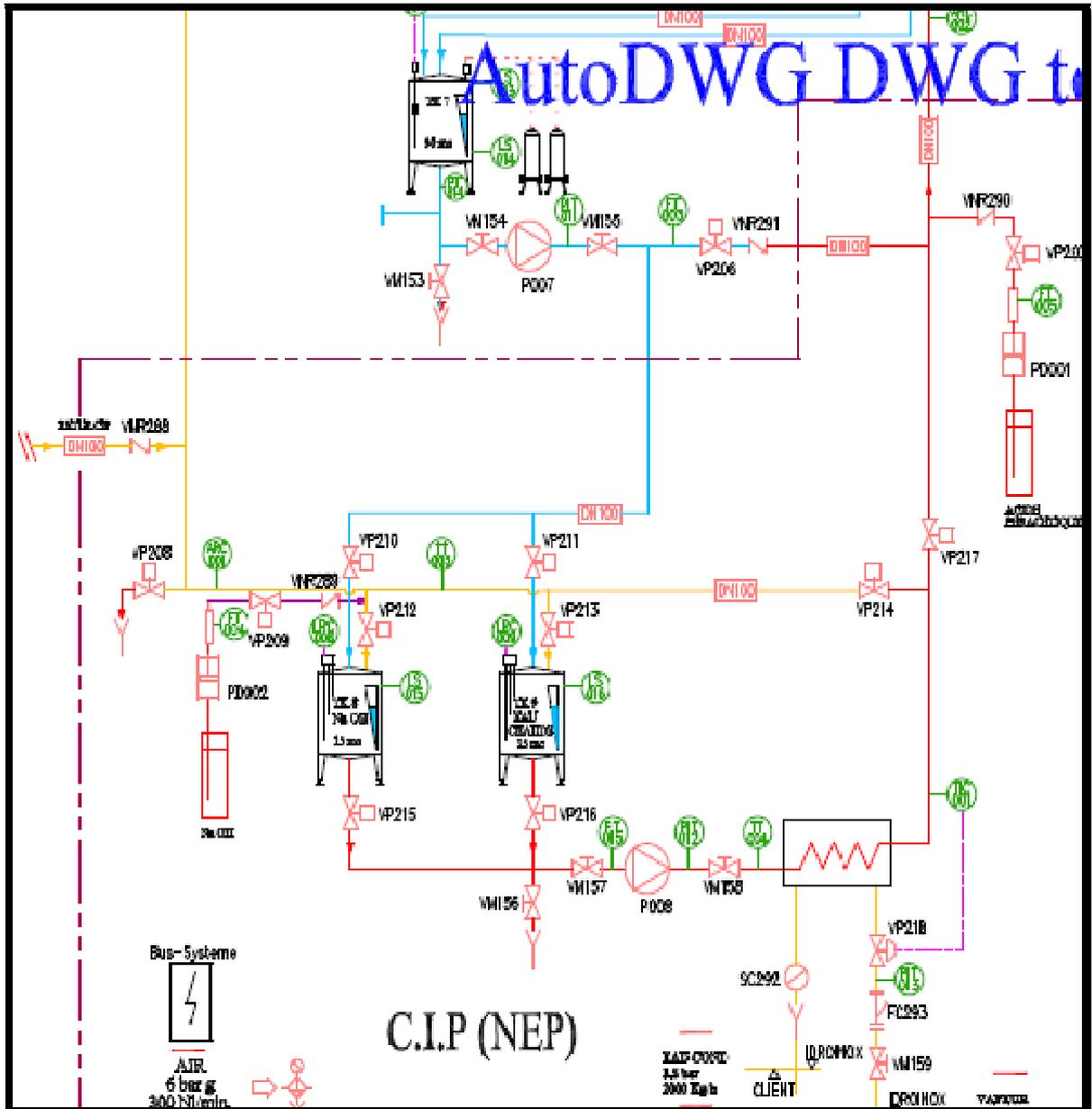


Figure I.5 : zone de CIP

### III. Le cahier de charge

#### III.1. Mode production

##### 3.1.1. Alimentation de la ligne A :

Pour l'alimentation de la ligne A il faut satisfaire les conditions suivantes :

- capteurs de présence sur les plaques d'échange en mode production sont à l'état « 1 »

- les capteurs de présence qui indique la fermeture des vannes de purge sont à l'état « 1 »

- validation sur le pupitre

Cela va engendrer :

- l'ouverture des vannes TOR VP173A, VP176A, VP178A, VP180A et la vanne modulante VP175A (contrôler par un PIC)

- une fois les capteurs de présence qui indique l'ouverture des vannes TOR VP173A, VP176A, VP178A, VP180A sont à l'état « 1 » et les boutons de sélection de la ligne AA sont validés ce qui va provoquer l'ouverture des vannes TOR (VP222. VP224. VP225. VP227) et la vanne modulante VP219 (contrôler par un PIC) pour le remplissage de TK1

Quand le capteur de niveau (LRC001) atteint la consigne désirée, la pompe P001A démarre pour l'envoi d'eau vers la ligne de production (remplisseuse) en passant par le filtre final

Si on arrête la production sur la ligne AA par le bouton poussoir (PROD AA) ; Les vannes VP222 et VP219 se ferment.

Quand le capteur LS002 ou LRC001 indique le niveau bas de TK1 la pompe P001A s'arrête et la temporisation T1 va enclencher

Une fois le temps est écoulé les vannes TOR (VP222. VP224. VP225. VP227) se ferment.

Si on arrête la production sur la ligne A par le bouton poussoir (STOP A) ; Les vannes TOR VP173A, VP176A, VP178A, VP180A se ferment.

**NOTE :**

Si la ligne de production s'arrête, la pression dans la tuyauterie augmente et cela provoque :

- la diminution de la vitesse de la pompe P001A
- l'ouverture de la vanne VSP277 pour le recyclage de l'eau vers le TK1.

Et l'augmentation de la pression dans la ligne A va provoquer la fermeture de la vanne modulante VP175A et l'ouverture de la vanne VS275A.

**.Remarques :**

- Le remplissage des Tanks TK2, TK3 se fait de la même manière que TK1.
- L'alimentation de la ligne B est symétrique à l'alimentation de la ligne A.
- Le remplissage des Tanks TK4, TK5 se fait de la même manière que TK1 et alimentés par la ligne B sauf qu'il y a un refroidisseur pour des échanges thermiques pour avoir de l'eau froide qui alimentera les boissons carbonatées.
- Le Tank TK6 alimente la siroperie par 2 pompes; la deuxième démarre dès qu'il y a une demande excessive d'eau. L'eau de ce tank ne passe pas par la filtration finale.

**III-2 Mode CIP :****III.2.1. CIP par acide préceltique:**

Le CIP de la station par acide préceltique se fait par deux étapes: CIP de la zone préfiltration ensuite les lignes de production et les tanks.

**a) Zone préfiltration:**

Chaque CIP se fait en trois étapes: le traitement, le drainage et le rinçage.

**• Le traitement:**

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 remplies, il y aura:

- ouverture des vannes (VP206, VP207, VP208, VP174, VP176A, VP178A, VP180A, VP184A, VP187A)
- ouverture de la vanne modulante VP175A à 100%
- démarrage de la pompe (P007)
- démarrage de la pompe de dosage de l'acide péracétique PD001

Après un temps, les vannes se ferment, la pompe s'arrête: c'est la phase de traitement.

- **Le drainage :**

Après la phase de traitement (de durée programmée), vient la phase de drainage avec ouverture des vannes de drainage (VP177A, VP179A, VP181A, VP1821A).

- **Le rinçage :**

Il se produit comme suit :

- la fermeture des vannes de drainage (VP177A, VP179A, VP181A, VP1821A)
- l'ouverture des vannes (VP206, VP207, VP208, VP174, VP176A, VP178A, VP180A, VP184A, VP187A)
- le démarrage de la pompe (P007)

b) La ligne de production AA

- **Le traitement :**

Le CIP de la ligne AA aura lieu une fois les conditions suivantes vérifiées :

- tank7 rempli à 80%
- validation sur le pupitre
- capteur de présence sur la plaque d'échange à l'état «1» en mode CIP

Cela va entraîner :

- l'ouverture des vannes (VP206, VP207, VP187, VP220, VP224, VP225, VP227)
- l'ouverture de la vanne modulante VP219 à 100%
- le démarrage de la pompe (P007)
- le démarrage de la pompe de dosage de l'acide (PD001)
- le démarrage de la pompe (P001A)

- **Le drainage:**

Après le traitement, c'est la phase de drainage: la vanne de drainage VP223 s'ouvre.

- **Le rinçage:**

Le CIP se termine par le rinçage et il faut satisfaire les conditions suivantes :

- fermeture de la vanne VP223
- ouverture des vannes (VP206, VP207, VP187, VP 220, VP224, VP225, VP227)
- démarrage de la pompe P007

### III.2.2. Le CIP avec l'eau chaude et Na OH

a) Remplissage de Tank TK8 :

Il se fait sous les conditions suivantes :

- consigne du capteur LRC007 à 80%
- capteurs de présence sur les plaques d'échange à l'état «1» en mode CIP
- validation sur le pupitre.

Cela va engendrer:

- l'ouverture de la vanne VP210
- le démarrage de la pompe P007

b) CIP de la ligne AA:

Pour ouvrir les vannes (VP215, VP209, VP212, VP187, VP220, VP224, VP226, VP218, VP219) et démarrer les pompes (P008 et P002 de dosage), il faut que :

- le capteur LRC008 indique la consigne 80%
- les capteurs de présence sur les plaques d'échange soient à l'état «1» en mode

CIP

- l'opérateur valide sur la page de commande

Une fois le capteur LRC001 indique la consigne (programmé), la pompe P001 démarre et reste en marche.

Si la remplisseuse est pleine, les pompes s'arrêtent, les vannes se ferment et la phase de traitement commence. Une fois cette phase terminée, la vanne VP223 s'ouvre pour le drainage de TK1, et après un temps, on entame la phase de rinçage.

Phase de rinçage : elle est faite à partir de Tank7

Une fois la phase de drainage terminée les vannes (VP206, VP219, VP220, VP187, VP224, VP226) s'ouvrent et la pompe P007 démarre.

Après un temps, le capteur LRC001 indique la consigne ; cela va entraîner le démarrage de la pompe P001 et reste en marche jusqu'à la fin de phase.

**Conclusion:**

Dans cette partie nous avons fait l'étude de la station traitement d'eau ainsi que sa description fonctionnelle. Au cours de cette étude, il nous a été proposé de procéder à certaines modifications en vue d'une amélioration du fonctionnement.

Pour satisfaire le cahier de charge, nous procéderons à la modélisation du processus en utilisant le GRAFCET et nous élaborerons une solution qui sera implémentée en Step7 et supervisée par le Win CC.

## INTRODUCTION

Afin de comprendre d'une manière simple le principe de fonctionnement de la station traitement d'eau, on a opté pour effectuer une étude brève sur les différents capteurs et actionneurs de cette station ainsi que son fonctionnement qui fait l'objet de ce chapitre.

### I. Actionneurs et capteurs utilisés :

#### I.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 sous une forme utile pour les tâches programmées du système automatisé.

##### I.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 agit sur 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 l'ouverture et la fermeture en cas d'absence d'alimentation. Le processus étudié comprend des vannes Papillon Pneumatiques TOR et des vannes modulantes, des vannes de sûreté.

##### I.1-1-1 Vannes Papillon Pneumatiques TOR :

Ces des vannes utilisées pour les liquides et gaz. Dans notre cas elle doit être en inox pour un usage agroalimentaire pour une hygiène du produit. La figure II.1 représente tous les états possibles de la vanne.

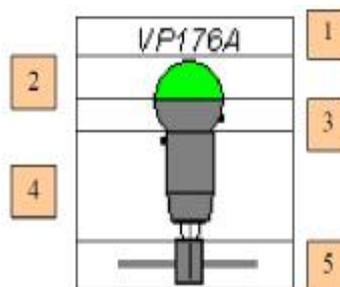


Figure II.1. Vanne Papillon Pneumatique TOR

1. Nom de la vanne
2. Indicateur manuel-automatique
3. Indicateur de commande de la vanne
4. Indicateur actionneur de la vanne: position de repos, commandée ou état d'alarme
5. Indicateur papillon: vanne fermée ou ouverte.

#### I. 1-1-2 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 préfiltration pour réguler le débit d'eau arrivant de la source et à l'entrée de chaque tank de stockage pour que leur capacité ne soit pas dépassée. Le fonctionnement de cette vanne est présenté par le schéma de graphe ci-dessous

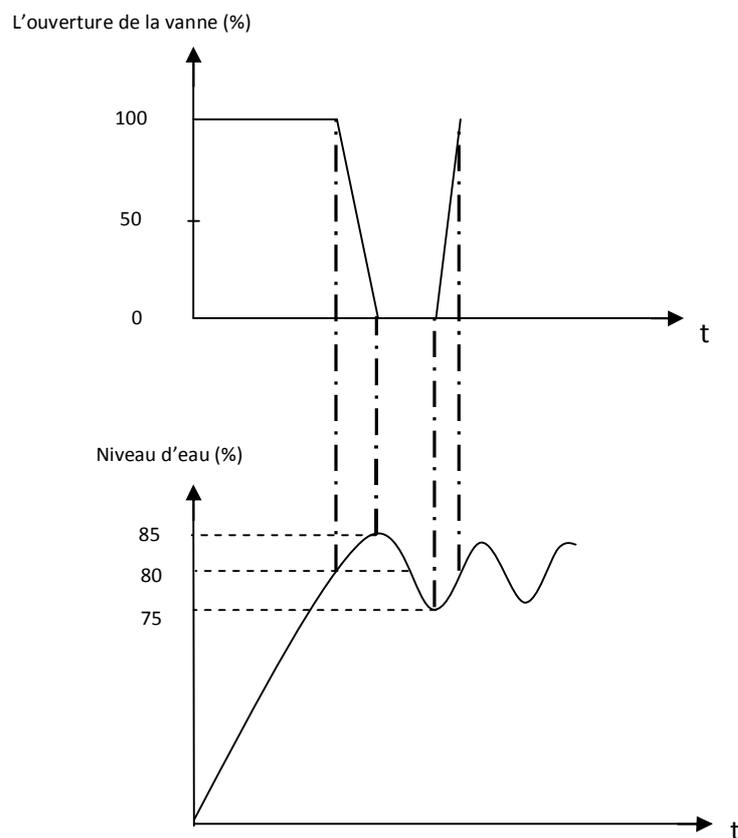


Figure II.2.1 Graphe de fonctionnement de la vanne modulante

Chaque vanne est équipée d'un contrôleur numérique DVC2000 qui est un positionneur de vanne à base d'un microprocesseur et communiquant via une conversion de signal d'entrée (4-20 mA) en un signal de sortie de pression pneumatique. En plus de la fonction traditionnelle de conversion, le contrôleur numérique de vanne DVC2000 communique via un écran d'affichage. La figure II.2.2 représente tous les états possibles de la vanne:

1. Nom de la vanne
2. Indicateur de commande de la vanne
3. Indicateur régulateur de la vanne
4. Valeur d'ouverture de la vanne de 0 à 100%

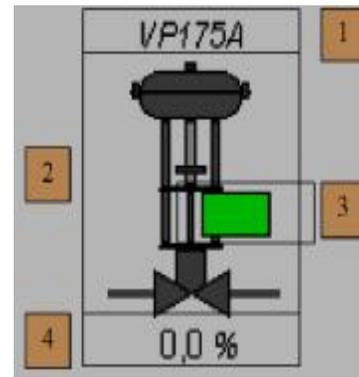


Figure II.2.2 Vanne modulante

#### I.1.1.3 Vannes de sûreté :

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. La figure II.3 représente tous les états possibles de la vanne de sûreté.

1. Indicateur manuel-automatique
2. Indicateur de commande de la vanne

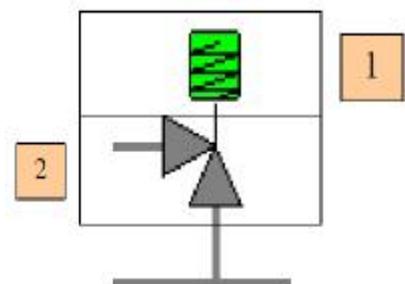


Figure II.3 Vanne de sûreté

### I.1.2. Disques 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. La figure II.4 représente les états possibles du disque.

1. Numéro du disque de rupture
2. Indicateur de l'état du disque

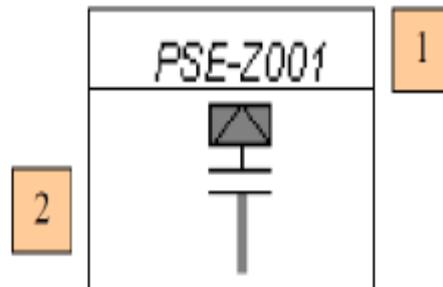


Figure II.4 Disque de rupture

### I.1.3 Les pompes:

Les pompes assurent 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. Les pompes utilisées dans la station sont commandées par un variateur de vitesse.

#### I.1.3.1. Les pompes centrifuges :

Les pompes de la série CS sont centrifuges, à un étage avec orifice d'aspiration axial, impulser centrifuge ouvert et corps en spirale avec section trapézoïdale. Elles sont assemblées avec des moteurs électriques triphasés et ont un indice de protection IP 55. Ce sont des machines prévues pour un usage professionnel.

En plus de leur usage normal, ces pompes sont utilisées dans tous les cas où le liquide à pomper:

- ne doit subir aucune pollution,
- est à une température comprise entre +140°C et -30°C,
- ne doit absolument pas être en contact avec l'air ambiant.
- est particulièrement agressif.

**Caractéristiques des pompes :**

- Débit : jusqu'à 25m<sup>3</sup>/h maxi
- Pression de fonctionnement : 4,7 bars
- Température de service : jusqu'à 140°C
- Fréquence : 50Hz
- Tension : 400 / 690 V
- Vitesse de rotation : 2900 tr /mn
- Hauteur : 15m

**I.1.3.2. Démarrage des pompes**

Le démarrage des pompes se fait par : par variateur de vitesse ou de manière directe.

**a.) Par variateur de vitesse (VLT Automation Drive)**

Un variateur de fréquence est un équipement électrotechnique, alimentant un moteur électrique, de façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue de l'arrêt jusqu'à sa vitesse nominale.

**Principe de fonctionnement :**

- Le variateur de fréquence est alimenté par une tension monophasée ou triphasée suivant la puissance de l'appareil ;
- Cette tension alternative est redressée par un pont de diode puis filtrée.
- Le pont onduleur transforme la tension continue en une tension alternative de fréquence et de tension variable ;
- Afin d'obtenir un courant sinusoïdal, le hacheur découpe la tension suivant une onde sinusoïdale dont la fréquence est égale à la fréquence de sortie désirée ;

La carte de commande du variateur de vitesse (voir figure II.5) est un dispositif commandé par microprocesseur, avec génération du profil d'impulsions par lequel la tension continue est convertie en tension alternative à fréquence variable.

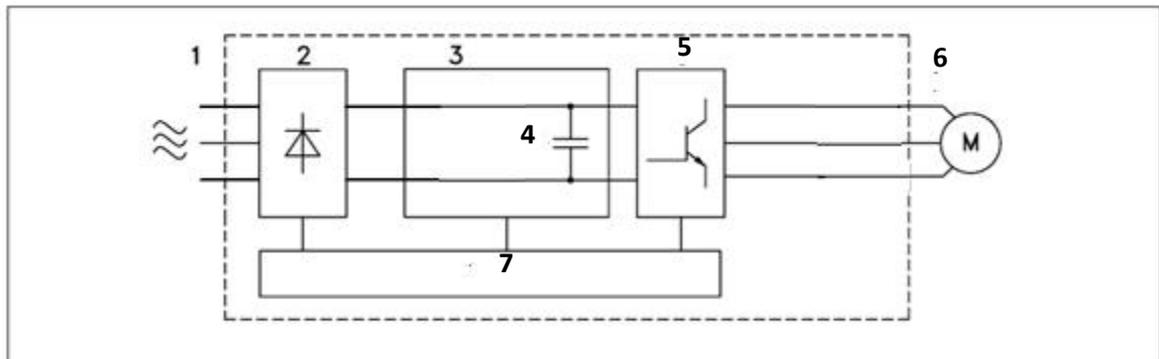


Figure II.5 Schéma de puissance d'un variateur de fréquence.

1. Tensions secteur :

2. Redresseur

3. Circuit intermédiaire : Tension CC =  $\sqrt{2}$  x tension d'alimentation

4) Condensateurs du circuit intermédiaire

5) Onduleur

6) Sortie: Tension alternative variable de 10% ; 100% de la tension d'alimentation;  
Fréquence variable : 0,5 - 120 ou 0,5 - 500 Hz.

b) Démarrage direct

### I.2- Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur 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 un signal de mesure standard, il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle.

#### I.2.1. Le capteur transmetteur de flux FT :

Le capteur transmetteur de flux nous permet de mesurer le débit des liquides avec une conductivité minimale de 5 micromètres.

## I.2.1.1.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, d'amplitude proportionnelle à la vitesse.

Ces capteurs sont disposés à l'entrée de chaque zone de préfiltration ainsi qu'en aval de chaque pompe.

La figure II.6 représente tous les états possibles du capteur de flux :

1. Sigle du capteur

2. Indicateur d'état du niveau



Figure II.6 Capteur transmetteur de flux FT

## I.2-2- 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 II.7

1. Nom de la plaque d'échange de flux

2. Nom du capteur

3. Indicateur d'état du capteur

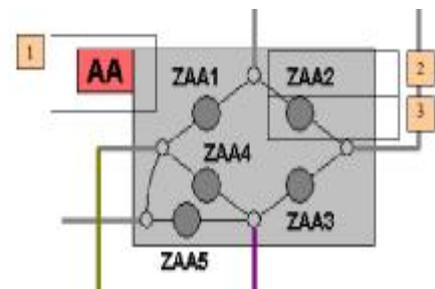


Figure II.7 Capteurs sur plaque d'échange de flux

### I.2-3-Les capteurs de niveau LRC :

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

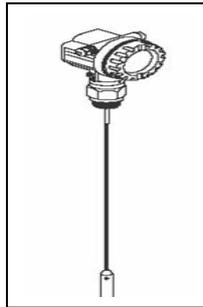
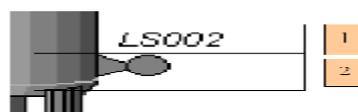


Figure II.8 Sonde de niveau LRC

### I.2-4-Les capteurs de niveau LS :

Ce sont des capteurs de présence ou d'absence de liquide, en utilisant le principe de conduction du liquide qui fait passer le courant d'une borne vers l'autre. Chaque cuve possède deux capteurs (LS niveau haut, LS niveau bas) utilisés comme sécurité pour la pompe. La figure II.9 illustre le placement ainsi que les différents états du capteur de niveau :

1. Sigle du niveau



2. Indicateur d'état du niveau

Figure II.9 Capteur de niveau LS

### I.2-5-Les capteurs transmetteurs de pression :

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

1. Transmetteurs de pression PT : ils sont placés à la sortie de chaque tank afin de transmettre la pression de sortie de l'eau.

2. Transmetteurs indicateurs de pression PIT : ils sont placés en aval des pompes pour assurer la recirculation de l'eau à travers les vannes de sûreté VSP en cas d'arrêt de production. Ils sont aussi placés en amont et aval des filtres pour vérifier leur colmatage.

3. Indicateurs contrôleurs de pression PIC : placés en amont des vannes modulantes afin d'assurer leurs régulation.

### I.2-6-Les capteurs de température :

Des capteurs de température sont disposés à la sortie de chaque zone de préfiltration, 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 d'eau froide par les vannes modulantes.

### I.2.7 Débitmètre

C'est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide (liquide ou gazeux).

#### **Principe de fonctionnement et construction :**

Selon la Loi d'induction de Faraday, une tension est induite dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique.

Appliqué au principe de mesure électromagnétique, c'est le liquide traversant le capteur qui correspond au conducteur. La tension induite, proportionnelle à la vitesse de passage, est transmise à l'amplificateur par deux électrodes de mesure. Le champ magnétique est engendré par un courant continu alterné.

$$U_e = B \cdot L \cdot v$$

$$Q = A \cdot v$$

$U_e$  = tension induite

$B$  = induction magnétique (champ magnétique)

$L$  = distance entre les électrodes

$v$  = vitesse d'écoulement

$Q$  = débit volumique

$A$  = section de tube

$I$  = intensité du courant

### Avantage :

- Diamètres nominaux DN 25...2000
- Faible incertitude de mesure pour une gestion optimisée : Promag (50:  $\pm 0,5\%$ ) et Promag (53:  $\pm 0,2\%$ ).
- Service et maintenance simplifiés : validation sur site sans démontage du capteur :
- Robuste boîtier de protection en IP 67
- Boîtier pour montage mural en IP 67 pour un montage simple de la version séparée
- Affichage rétro éclairé pour une lecture aisée des mesures
- Promag 53 avec "Touch Control":  
Commande de l'extérieur sans ouverture du boîtier
- Concept de commande unique pour tous les débitmètres E+H
- Menus "Quick Setup" pour une mise en service simplifiée sur le terrain

### I.3-Partie commande :

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

**L'armoire** : comporte l'automate programmable S7-300, monté sur trois châssis.

Au niveau du premier châssis se trouve : La CPU, l'alimentation PS, un coupleur IM360, des modules de signaux.

Au niveau du deuxième et troisième châssis, 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 châssis sont reliés entre eux grâce au coupleur IM.

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

#### **I.4-Partie puissance :**

La partie puissance comprend :

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

## **II. Fonctionnement de la station**

### **II-1 Mode production:**

#### **II-1.1) Procédure de production:**

Avant d'intervenir à partir du panneau de commande, l'opérateur doit effectuer les opérations manuelles nécessaires; il devra en particulier:

- préparer les coudes sur les plaques échange flux;
- agir sur la vanne à l'entrée VM101A, pour la ligne A, (VM112B pour la ligne B) en l'ouvrant graduellement et en vérifiant la présence de l'eau par l'ouverture lente de la vanne VM102A, VM113B puis les refermer lentement.
- procéder à l'ouverture de tous événements sur les filtres.
- Vérifier la présence d'air dans le circuit et que le tableau électrique allumé

L'opérateur, à partir du panneau de commande, doit choisir la section de l'unité à activer, A et/ou B. Il faudra activer les lignes de mise en bouteille à alimenter. Il est important qu'au moins une ligne de mise en bouteille soit activée. Une telle opération comporte le positionnement correct, vérifié par l'état des capteurs de présence, des coudes sur les panneaux « échange flux ».

Si la phase de démarrage a été correctement exécutée, un OK sera signalé sur le panneau de commande et l'opérateur activera l'alimentation en eau minérale des lignes choisies avec le commandement START. Dans le cas contraire, des

messages d'alarme seront affichés pour rétablir les positions correctes des échangeurs de flux pour la ou les lignes choisies. (Voir figure II.11)

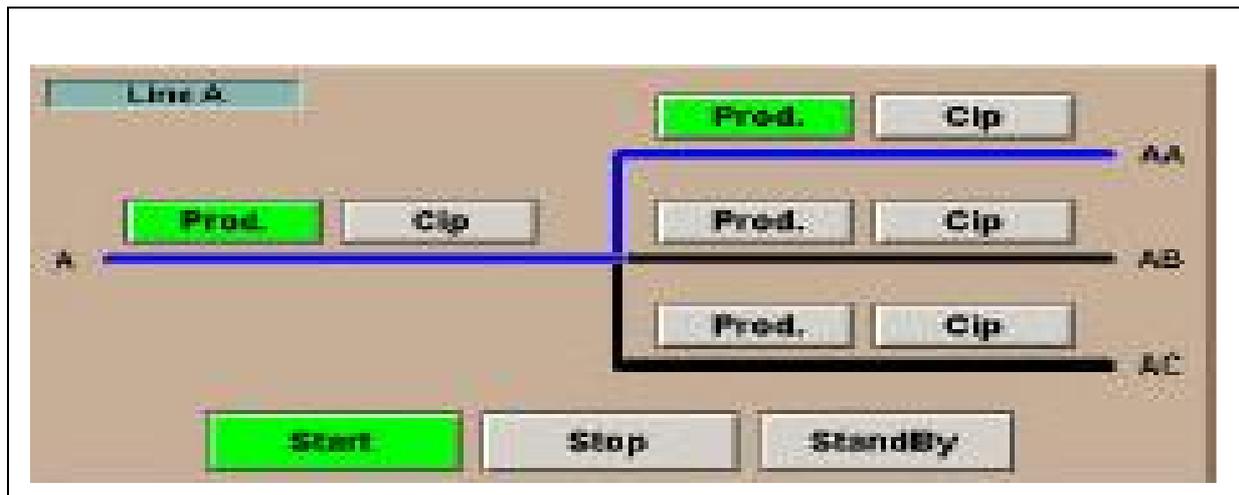


Figure II.11 Activation de la ligne de production

#### II-1.2) Procédure de veille :

En appuyant le bouton de veille (Stand-by) depuis la page commande, 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 d'une vanne de sureté.

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

#### II-1.3) Procédure d'arrêt :

En appuyant sur le bouton Stop depuis la page commande, l'opérateur stoppe la production. Dans ce cas, contrairement à la procédure de veille, la production s'arrête complètement.

**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 coté CIP.
- Remplisseuses prêtes pour lavage (réception du signal remplisseuses en CIP, uniquement pour les sections AA, AB et AC)

**II-2.2) Procédure de lavage :**

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

- Vérifier que les plaques d'échanges 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.

Condition 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.

Redémarrage après un arrêt d'urgence

Si le cycle de lavage a été arrêté un état d'urgence, on possède de la manière suivante pour établir le cycle :

- Consulter la page des alarmes pour déterminer quelles alarmes ont provoqué l'arrêt du cycle de lavage.

- Eliminer la cause de l'alarme.
- Redonner la commande de marche de lavage depuis la page de commande.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons étudié et présenté les différents composants constituant la station.

Vu le nombre de composants utilisés et la complexité du fonctionnement du procédé, une modélisation s'avère nécessaire. Pour la réaliser, on fait appel à la représentation graphique GRAFCET, qui fera l'objet du chapitre suivant.

**Introduction :**

Après avoir fait l'étude de la station traitement d'eau et les différents composants qui la constituent et après avoir bien compris son fonctionnement, on se propose dans ce chapitre de traduire le principe de ce fonctionnement en élaborant son GRAFCET.

**I. Définition du GRAFCET :**

Le GRAFCET « Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions » 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 à la fois simple à utiliser 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.

**II. Les outils de base du GRAFCET :**

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

Sa symbolisation est représentée par la figure III.1 :

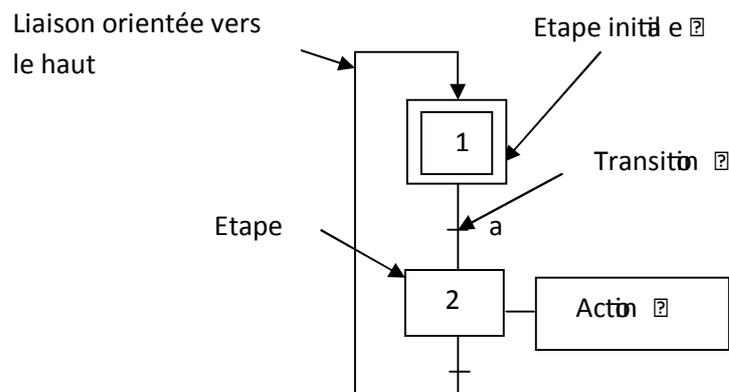


Figure III.1 : Symbolisation du GRAFCET

**II.1. Etape –Action :**

Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes.

**II.2. Transition - Réceptivité :**

La transition est une condition de passage qui est définie par l'état des capteurs. Elle permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui décrit l'évolution du système.

**II.3. Liaisons:**

Une liaison est un arc orienté, ne pouvant être parcouru que dans un sens. A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.

**II.4. Règles d'évolution du GRAFCET :**

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique. Son fonctionnement est régi par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET.

**Règle 1 : Situation initiale.**

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

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

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée est vraie donc elle est obligatoirement franchie.

**Règle 3 : Evolution des étapes actives.**

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

**Règle 4 : Evolutions simultanées.**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

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

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

**Remarque :**

L'alternance étape-transition et transition- étape doit toujours être respectée ; une liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition et une transition à une étape.

**II.5. Niveau d'un GRAFCET :****ØGrefcet 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 prévenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations.

**ØGrefcet de niveau 2**

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des prés- actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviations et non en mots.

**II.6. Divergence et convergence en ET logique**

Lorsque l'on souhaite réaliser plusieurs séquences simultanément, on utilise la structure à 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 se représente à l'aide d'un double trait horizontal.

**II.7. Divergence et convergence en OU**

Lorsque plusieurs étapes ne peuvent être franchies simultanément, on parle de structure à sélection ou d'une divergence en « OU » exclusif . Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle se présente à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquence permet

**III. Mise en équation d'un GRAFCET :**

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, on traduit le GRAFCET par des équations combinatoires, en précisant les conditions d'activation et de désactivation ainsi que les initialisations et les arrêts d'urgence d'une étape et de l'action associée.

Pour décrire l'activité de l'étape  $i$ , nous utilisons la notation suivante :

$X_i=1$  si l'étape  $i$  est active

$X_i=0$  si l'étape est inactive

Pour décrire la réceptivité, nous utilisons la notation suivante :

$T_i=0$  si la réceptivité est fausse

$T_i=1$  si la réceptivité est vraie

Pour une étape initiale, nous utilisons la notation suivante :

Init =1 si l'étape initiale est en mode arrêt

Init=0 si l'étape initiale est en mode marche

Pour les variables d'arrêt d'urgence dur (AU Dur) et arrêt d'urgence doux (AU Doux) telles que : AUDur=1 Désactivation de toute les étapes

AUDoux=1 Désactivation des actions, les étapes restent actives

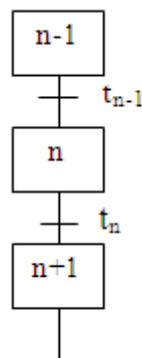


Figure III.2.Présentation générale d'un GRAFCET

Soit le GRAFCET de la figure III.3 ; en tenant compte de la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> règle d'évolution du GRAFCET, nous pouvons déduire les variables qui interviennent dans

les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces règles nous permettent d'écrire :

Pour chaque étape initiale n :

$$CAX_n = (X_{n-1} \cdot T_{n-1} + \text{Init}) \cdot \overline{\text{AUDur}}$$

$$CDX_n = X_{n+1} \cdot \overline{\text{Init}} + \text{AUDur}$$

$CAX_n$  condition d'activation de l'étape n,  $CDX_n$  condition de désactivation de l'étape n.

$$CAX_n = X_{n-1} \cdot T_{n-1} \cdot \overline{\text{Init}} \cdot \overline{\text{AUDur}}$$

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

Pour une action associée à une étape n

$$A = X_n \cdot \overline{\text{AUDou}}$$

#### **IV- Développement des grafjets de la station traitement d'eau :**

Dans le développement des grafjets du processus de fonctionnement de la station traitement d'eau, on a donné les grafjets de chaque tâche exécuté dans le but de mieux comprendre le fonctionnement

##### **IV-1- Grafjets de production:**

Pour la production on a élaboré les grafjets de niveau 1 ainsi que de niveau 2.

- Ø Grafjet niveau 1 : donné par la figure III.3 pour la ligne la ligne A et par la figure III.4 pour la ligne B.
- Ø Grafjet niveau 2 : donné par la figure III.4 pour la ligne A et la figure III.5 pour la ligne B

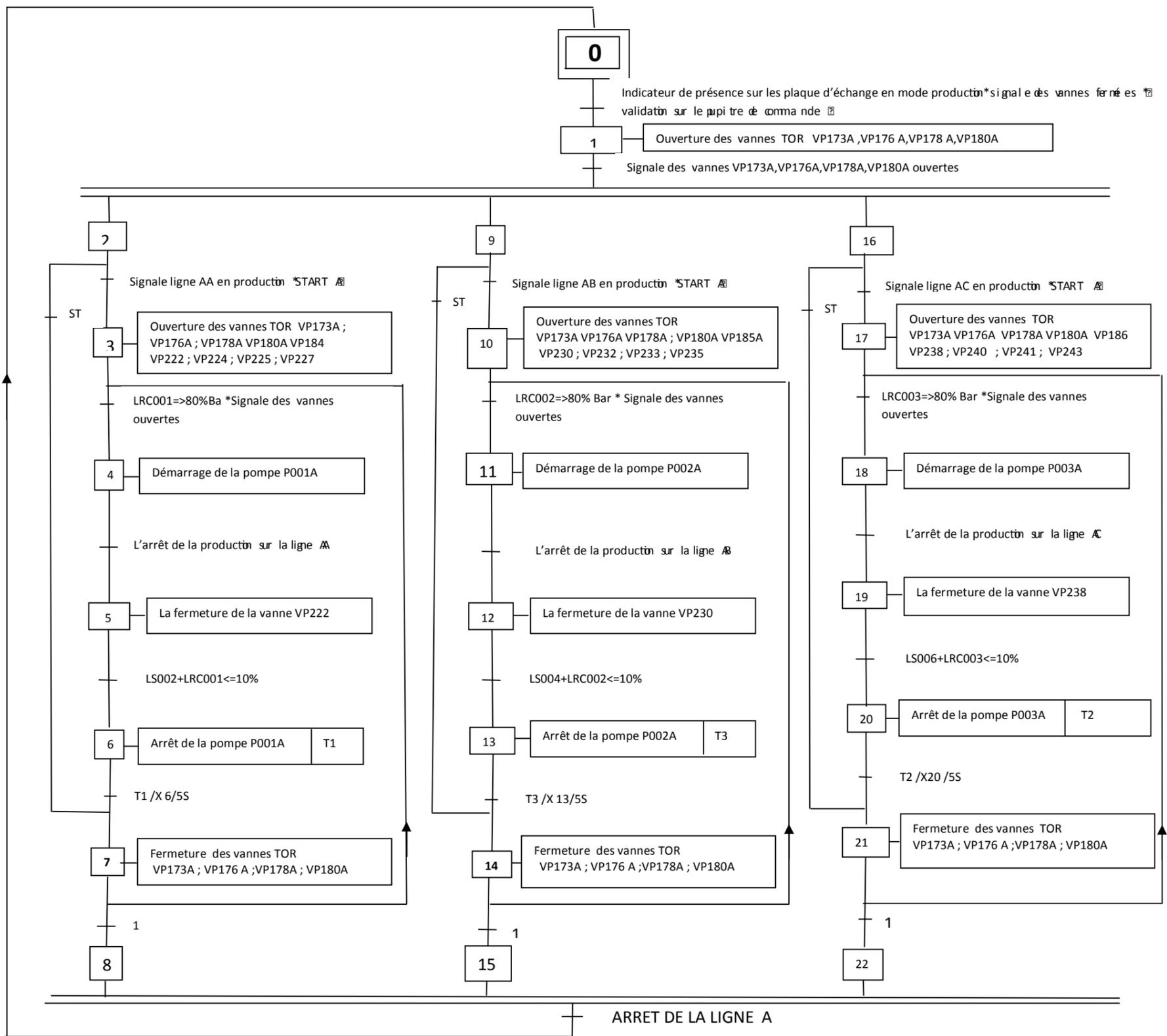


Figure III.3 Grafcet niveau1 du production de la ligne A

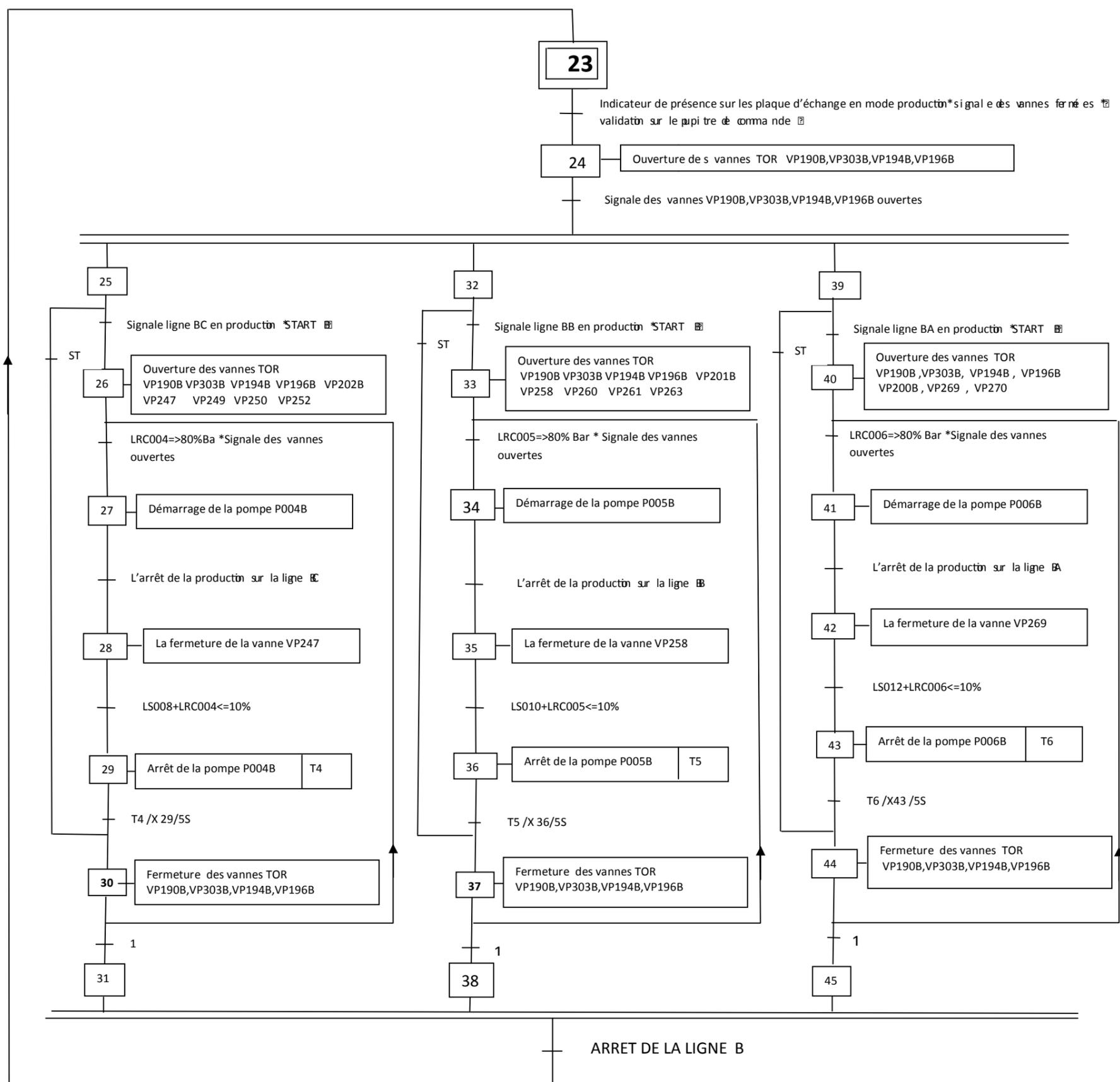


Figure III.4. Grafset niveau1 du production de la ligne B

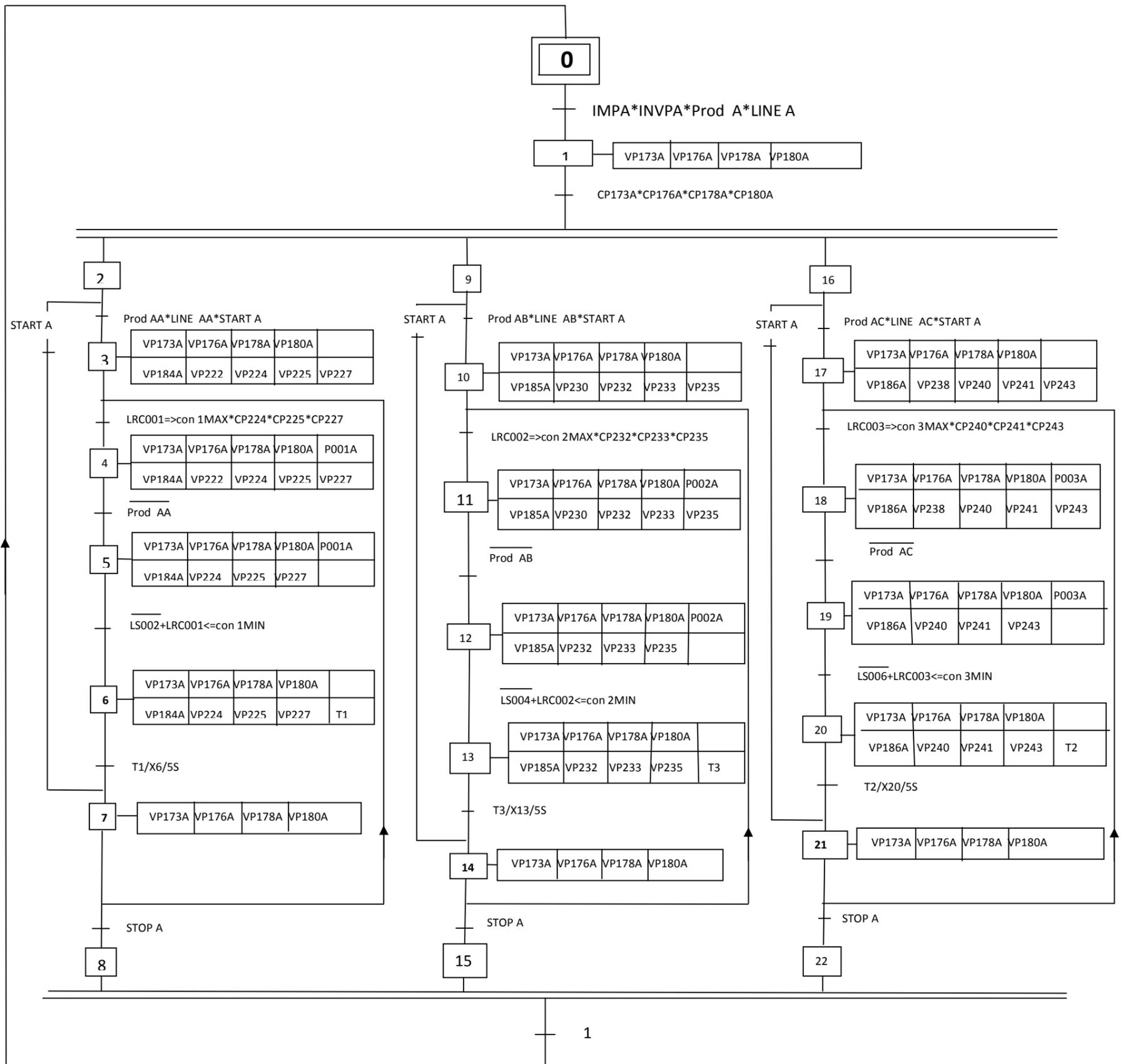


Figure III.5. Grafset Niveau 2 de production sur la ligne A

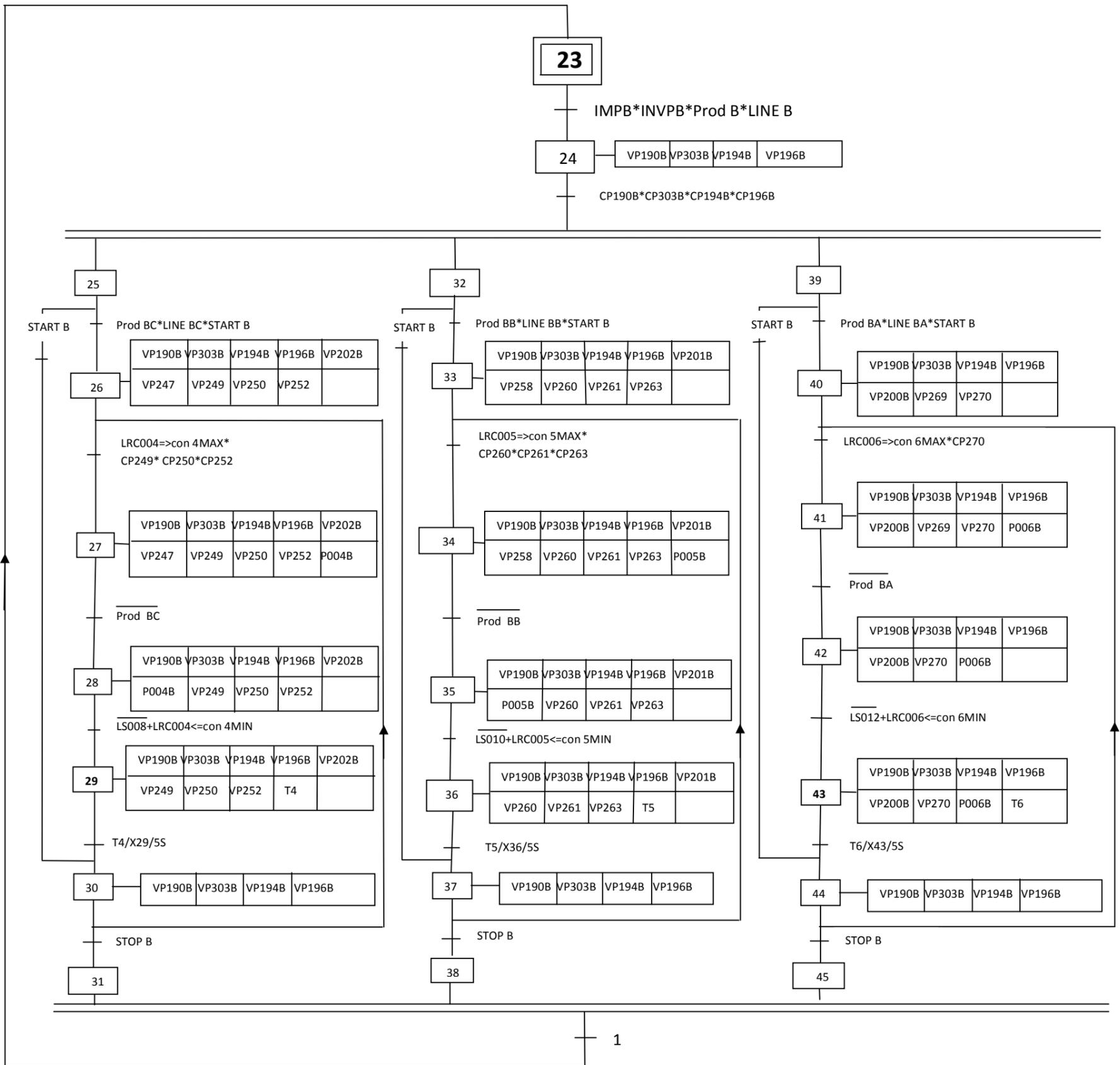
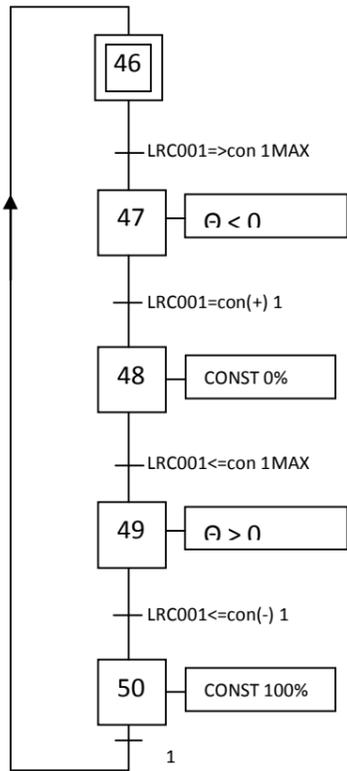


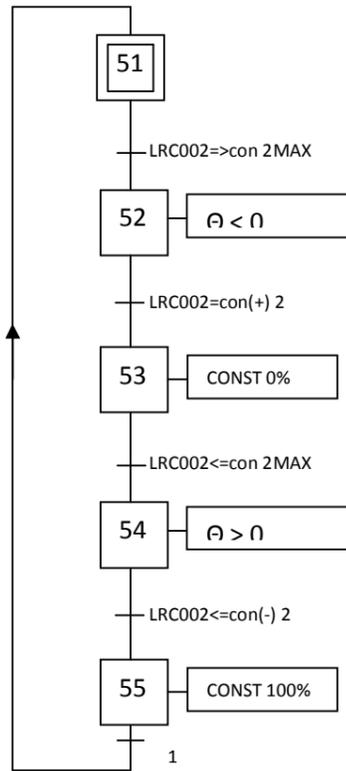
Figure III .6 Grafset Niveau 2 du production sur la ligne B

IV-2-Graficets régulation

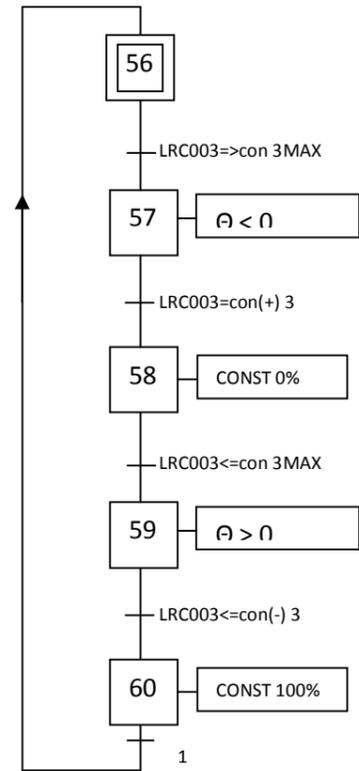
Les graphicets composant la partie régulations sont en fait des macro-étapes qui représentent le fonctionnement des différentes vannes modulantes utilisées et dans le processus de production et dans celui du nettoyage (figure III.7).



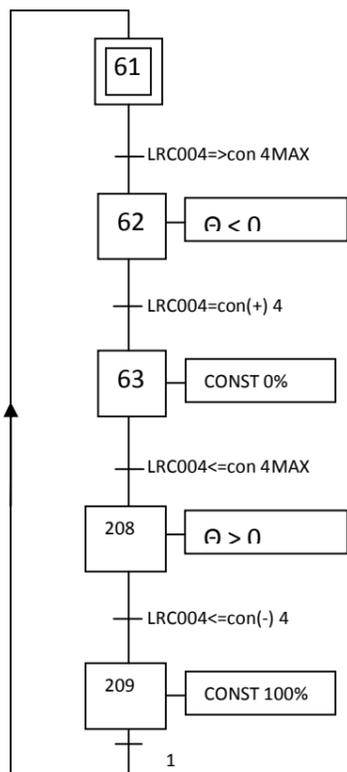
GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK1



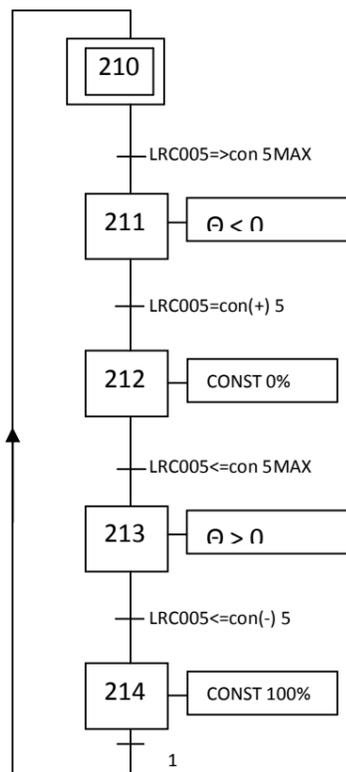
GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK2



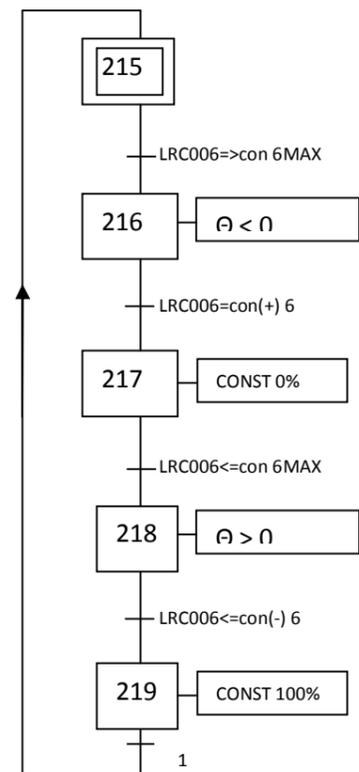
GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK3



GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK4



GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK5



GRAF7 DU VANNE MODULANTE DE TK6

FIGURE III. 7 : GRAFCET NIVEAU 2 POUR LA PARTIE REGULATION

IV-2-Graficets de CIP :Pour le CIP on a élaborer seulement les graphicets de niveau 2, ils sont donnés par les figures suivantes :

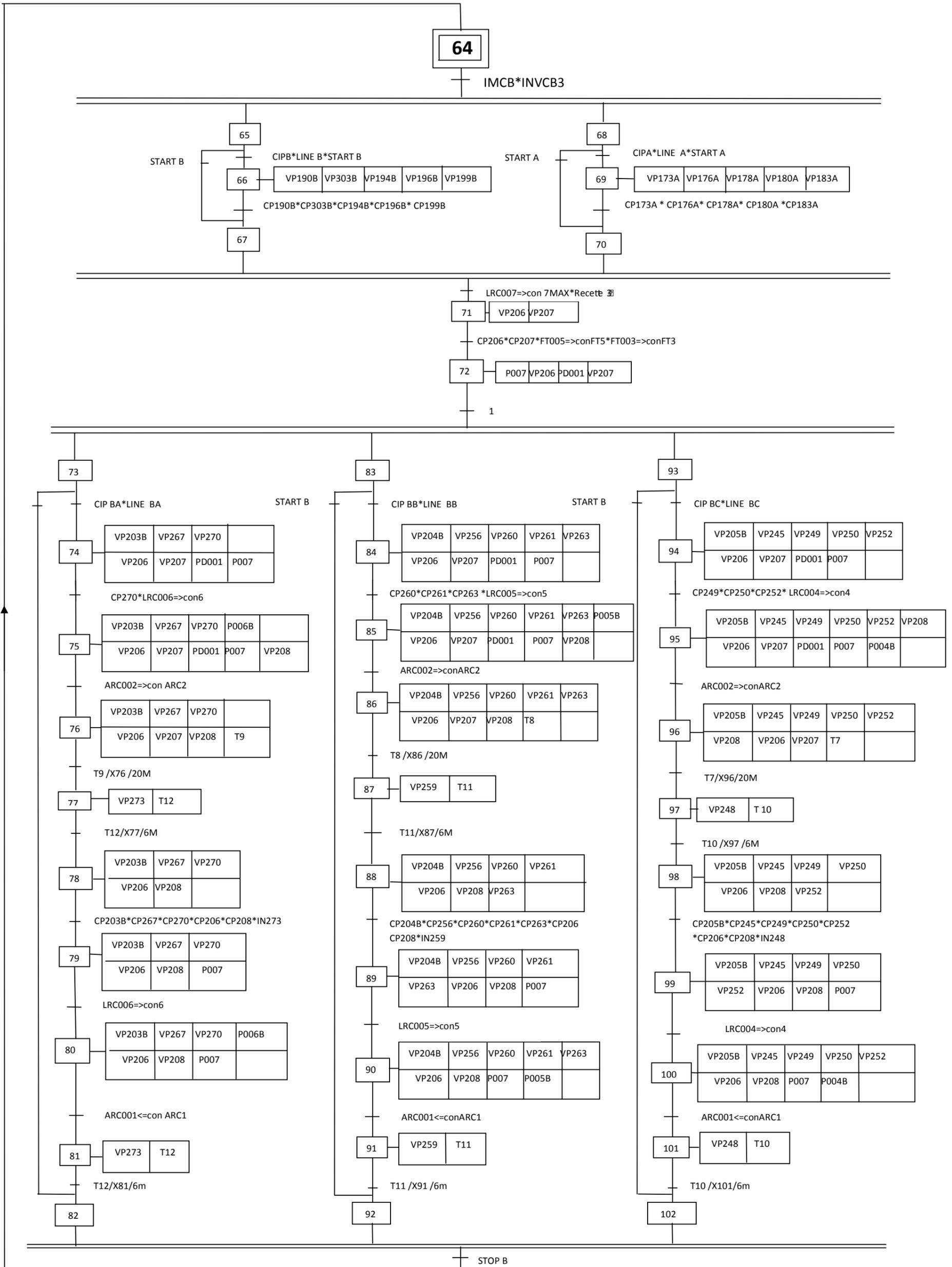


Figure III.8 Graphicet Niveau 2 du CIP de la ligne B à l'acide péracétique

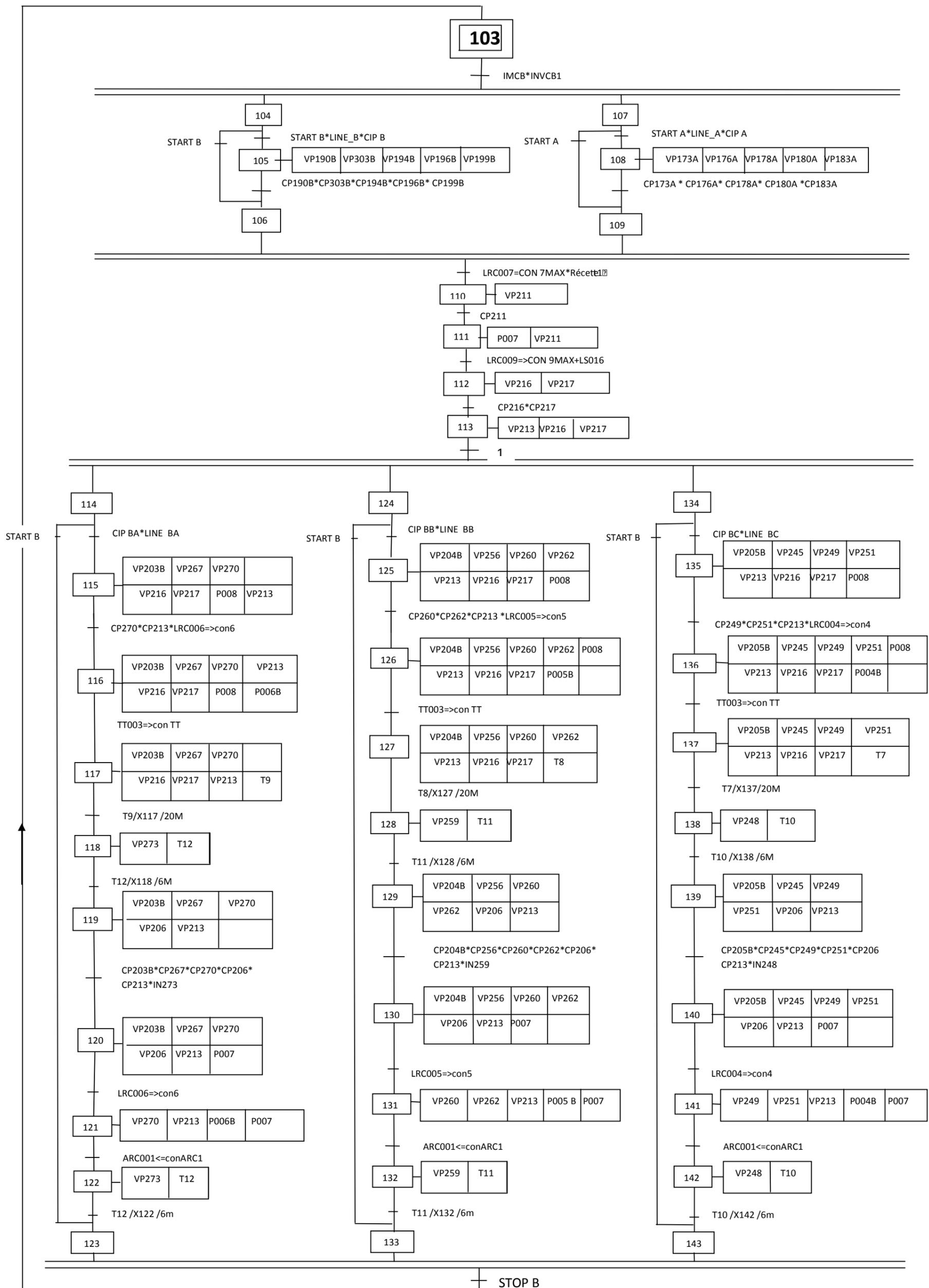


Figure III.9 Grafcet Niveau 2 du CIP de la ligne B à l'eau chaude

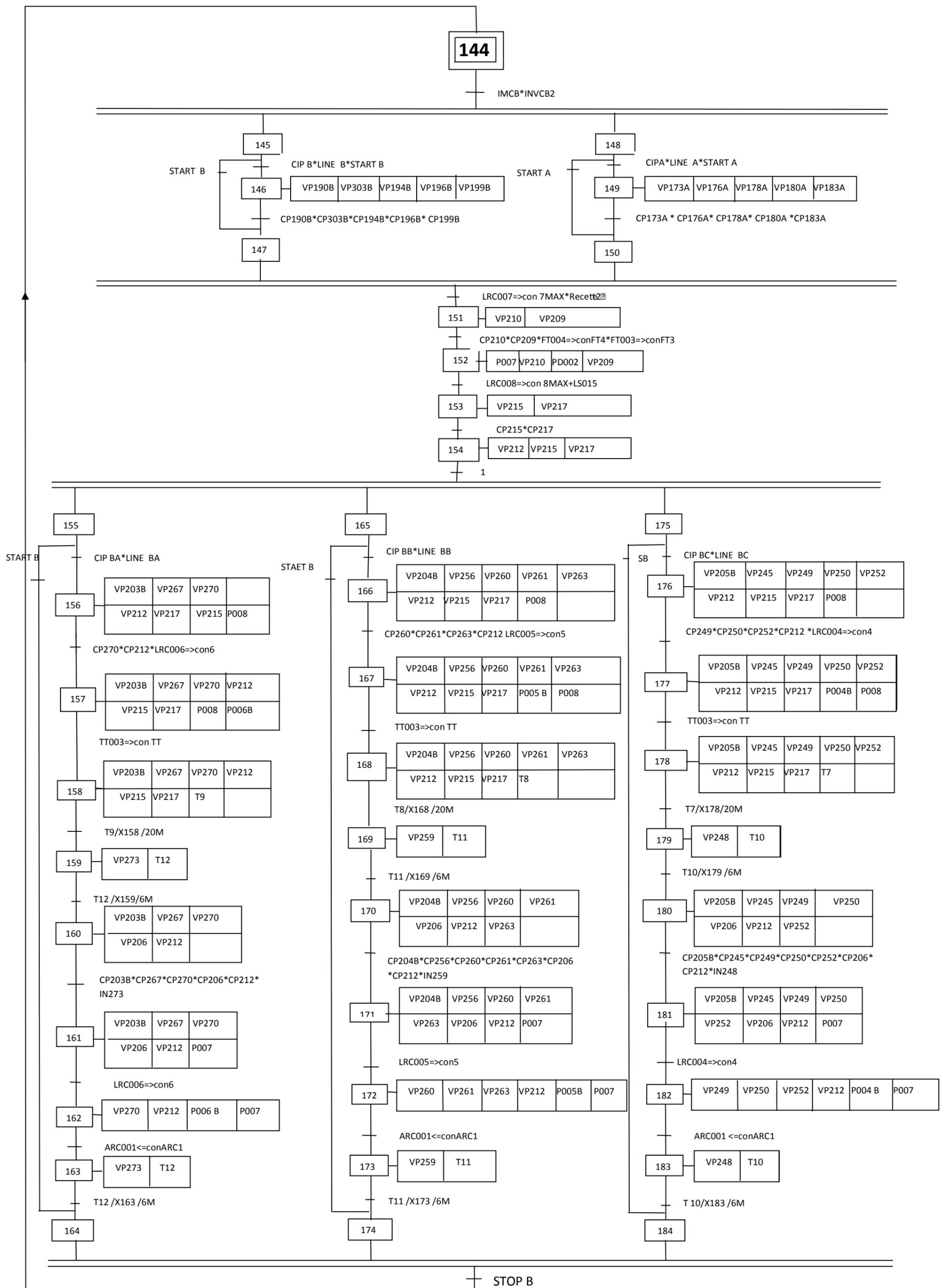


Figure III.10 Grafcet Niveau 2 du CIP de la ligne B à la soude (NaOH) et l'eau

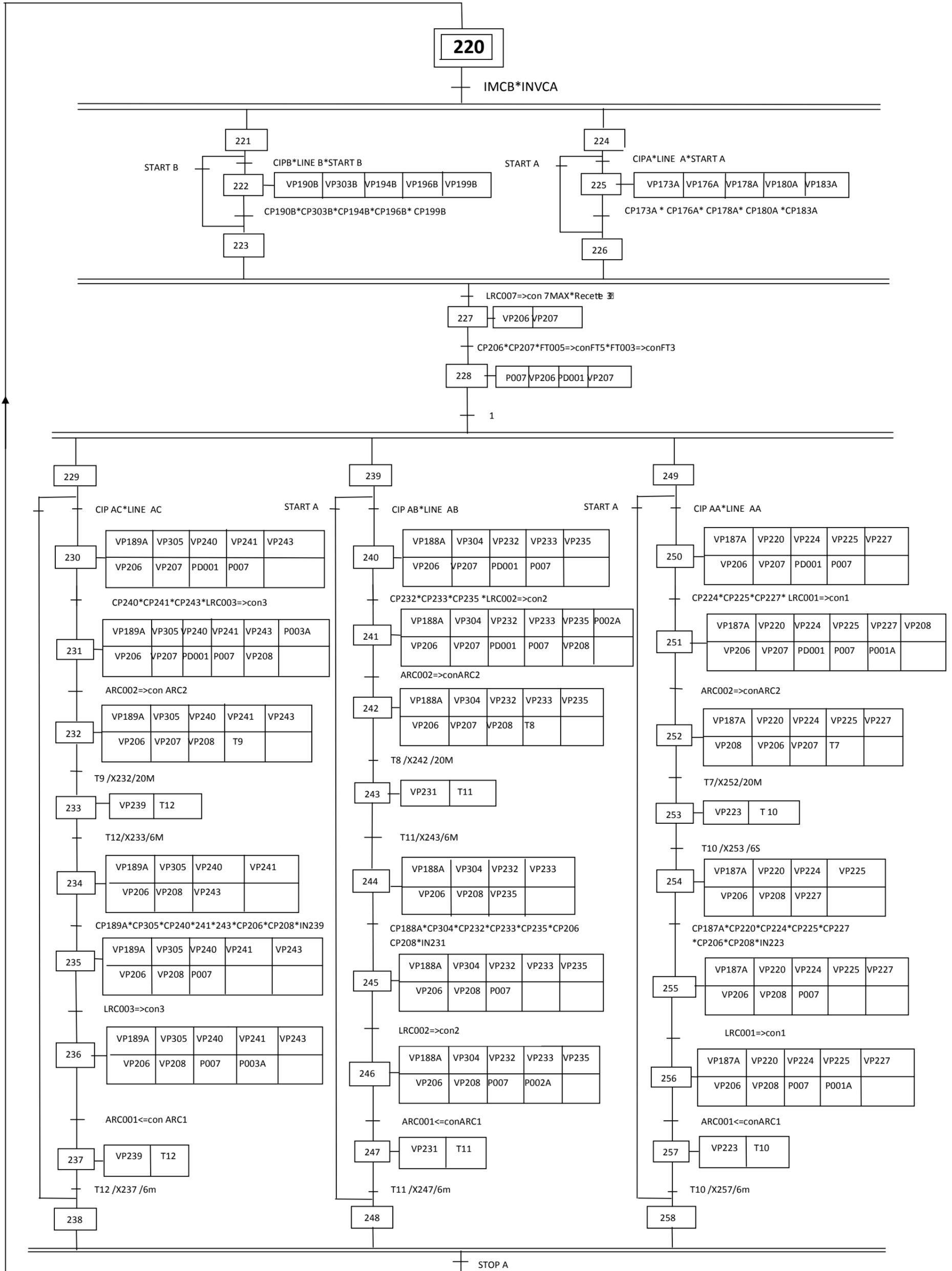


Figure III.11 Grafcet Niveau 2 du CIP de la ligne A à l'acide péraétique

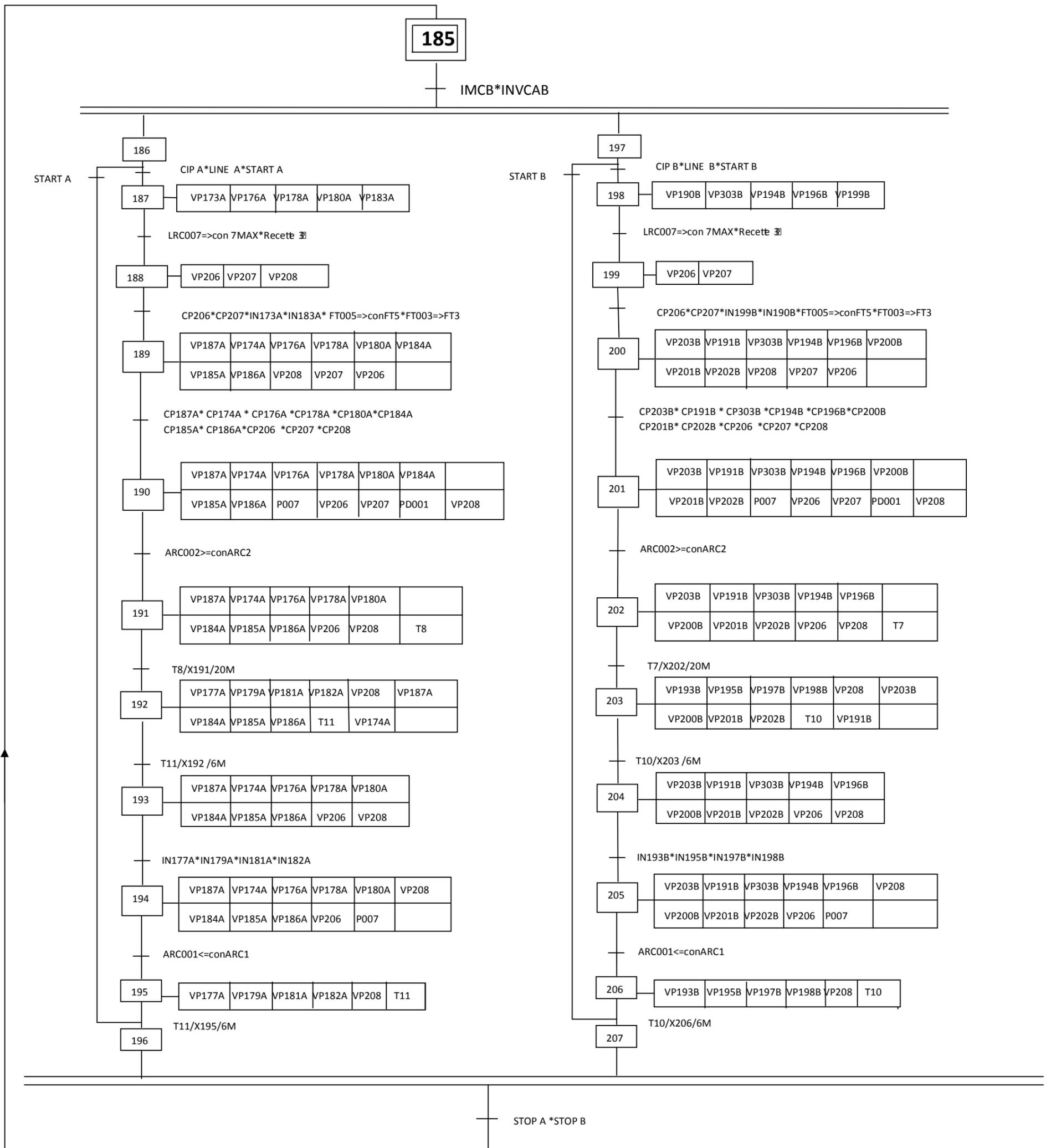


Figure III.12 Grafset Niveau 2 du CIP de la zone de préfiltration à l'ai de [?] [?]

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons abouti à un modèle de fonctionnement de la station étudiée 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.

## **Introduction**

La première partie de ce chapitre est consacrée à l'étude générale des automates programmables industriels. Ceci va nous permettre de choisir l'automate à adopter. La deuxième partie porte sur le logiciel de programmation et sur l'implantation du programme.

## **I. Les automates programmables**

### **I.1 .Définition générale**

L'automate programmable industriel (A.P.I) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique programmable. Il s'adapte à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de module d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel.

### **I.2. Architecture des automates programmables industriels**

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante (figure IV.1)

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités.
- Un module d'alimentation qui, a partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues + /- 5V, +/-12V ou +/- -15V.
- Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou Rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative.
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande.
- Un ou plusieurs modules de communication.

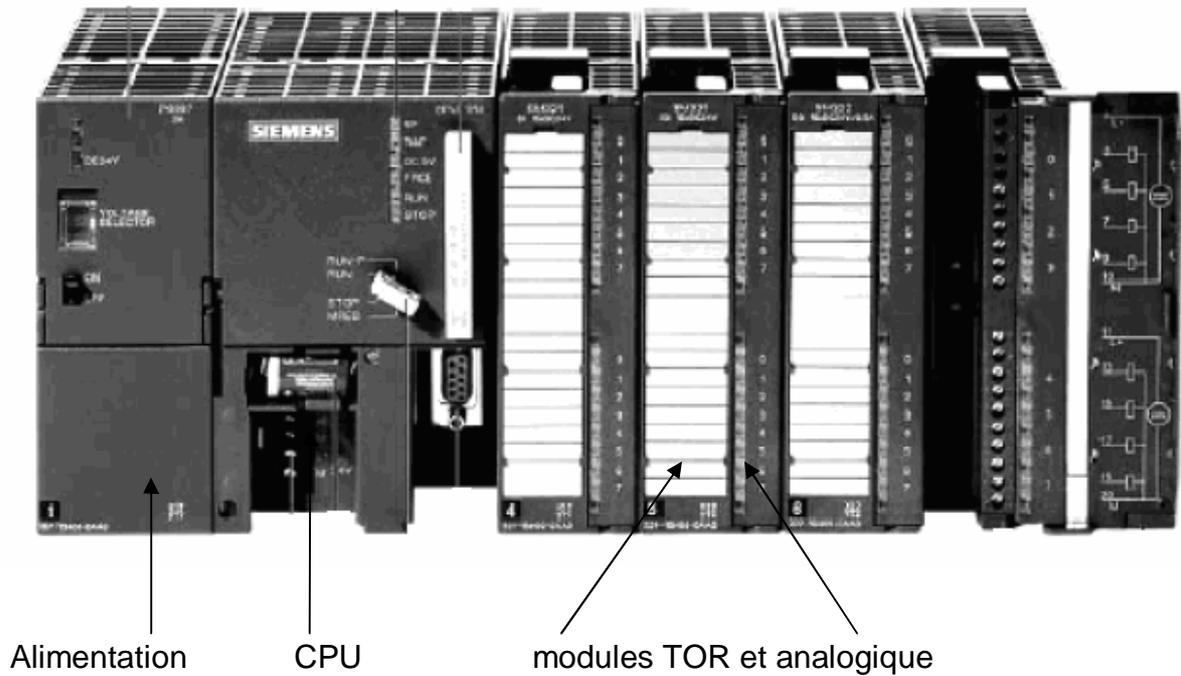


Figure IV.1: L'automate programmable Siemens

### I.3. Structure interne des automates programmables

La structure interne d'un API obéit au schéma donné par la figure IV.2

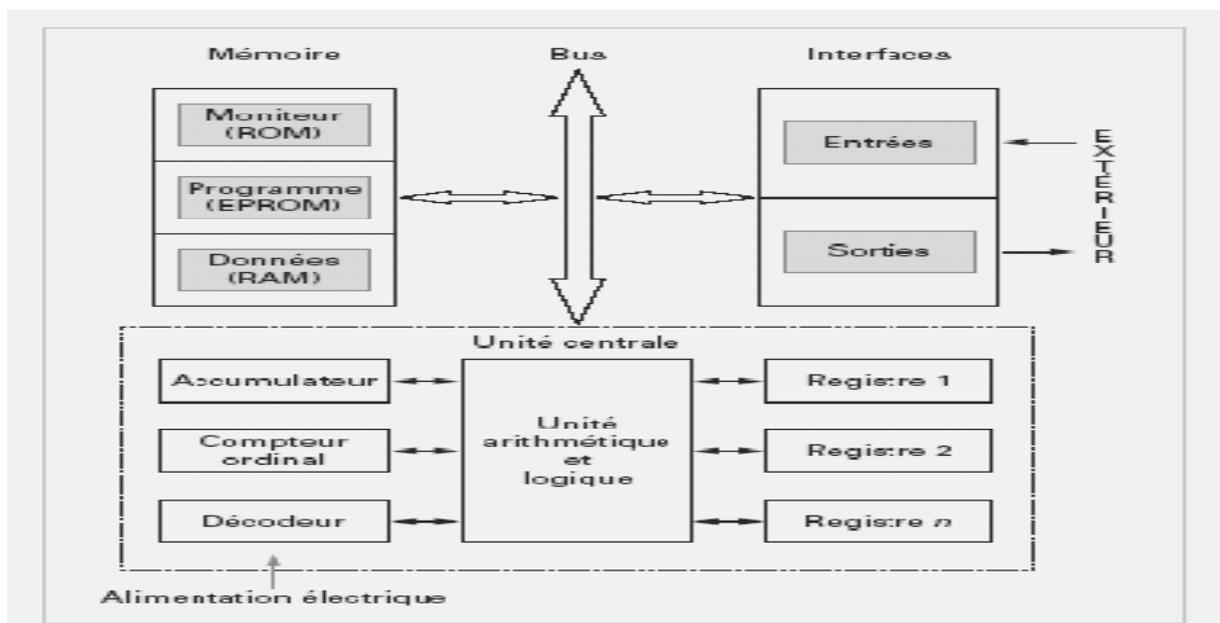


Figure IV.2 : structure interne d'un API

- **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques et arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...)
- **Les modules d'entrées/sorties** : Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :
- **Les mémoires** : Un système à microprocesseur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent de stocker:
  - le système d'exploitation dans des ROM ou PROM,
  - le programme dans des EEPROM,
  - dans la RAM, les données système lors du fonctionnement. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie.
- \_ **L'alimentation** : elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V ...etc.).
- \_ **Liaisons de communication** : elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

#### **I.4. Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS**

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre.

### I.4.1 Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

Cette gamme d'automates comporte trois familles : S7 200, S7 300, S7 400

- Ø **S7 200** : qui est un micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu'à 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.
- Ø **S7300** est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet
- Ø **S7400** est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.

### I.4.2. Choix d'automate programmable

Afin de faire un choix de l'automate adéquat, il y a lieu de prendre en compte plusieurs critères et conditions à savoir :

- Ø Critère fonctionnel et technologique

Il caractérise le nombre d'entrées et de sorties disponibles, la rapidité de traitement de l'information au niveau de la CPU et la nature des signaux traités et délivrés par l'automate.

- Ø Critère opérationnel

Il caractérise les contraintes d'exploitation des systèmes automatisés après la mise en marche dans l'entreprise ce qui signifie l'aptitude de l'automate à travailler dans des conditions réelles en restant fiable.

- Ø Critère économique

Il caractérise le coût d'investissement nécessaire pour l'acquisition de l'automate ainsi que le coût de sa maintenance après sa mise en marche et aussi la disponibilité de l'automate sur le marché.

## **II. Choix de l'automate S7 300**

L'automate S7 300 est un mini automate modulaire. Ses modules peuvent être déterminés selon le nombre d'entrées / sorties. Dans notre application, nous avons 243 entrées et 112 sorties.

Il est choisi aussi pour les avantages suivants :

- Ø Une large gamme de CPU allant de la CPU 312 à la CPU 319.
- Ø Une gamme complète de modules.
- Ø Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules (1024 entrées/ sorties)
- Ø Possibilité de communication avec d'autres automates grâce aux Interfaces multipoint (MPI), au Profibus, à l'Industriel Ethernet.

### **II.1.Constituants de l'automate S7-300 :**

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation modulaire offre la gamme du modules suivants :

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A ;
- Unité centrale CPU 315 travaille avec une mémoire de 48 Ko, sa vitesse d'exécution est de 0.3 ms / 1K instructions ;
- Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée de S7-300 ;
- Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques ;
- Module de fonction (FM) pour des fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone) ;
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau ;
- Châssis d'extension (UR).

#### **II.1.1. L'unité centrale (CPU) :**

La tension provenant des capteurs est appliquée aux bornes du module d'entrée. Le processeur de l'unité centrale traite le programme qui se trouve dans la mémoire et interroge l'état des entrées pour savoir si la tension est présente ou non. En fonction de l'état des entrées et du programme en mémoire, le processeur instruit le module des sorties afin qu'il applique la tension aux connecteurs correspondants. Les actionneurs ou les voyants lumineux sont activés ou désactivés en fonction de l'état de la tension.

### II.1.2. Modules de coupleurs (IM)

Les coupleurs IM permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités, ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autres périphériques et l'unité centrale.

### II.1.3 Modules de signaux (SM) :

Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs. Ils assurent le filtrage et l'adaptation des signaux électriques.

#### II.1.3.1. Modules d'entrée/sorties (TOR) :

- **Les modules d'entrées :**

Les modules d'entrées TOR ramènent le niveau des signaux TOR issus du processus au niveau de signal interne du S7-300. Ils conviennent au raccordement d'appareils à contacts et de détecteurs de proximité.

- **Modules de sorties :**

Ils transforment le niveau de signal interne du S7-300 au niveau de signal requis par le processus. Ils conviennent au raccordement d'électrovannes, de contacteurs, de micro moteur, de lampes.

#### II.1.3.2. Modules d'entrées et de sorties analogiques :

Les modules d'entrées/sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300 et des signaux numériques du S7-300 en signaux analogiques destinés au processus.

#### II.1.3.3. Modules d'entrées/sorties numériques :

Ces modules ne concernent que les automates de haute ou moyenne gamme effectuant des traitements numériques.

#### II.1.4. Modules de fonction (FM) :

Ils sont programmables et se subdivisent en trois modules spéciaux : comptage, positionnement, régulation.

#### II.1.5. Modules de communication (CP) :

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine et machine-homme ; ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communications : point à point, PROFIBUS, Industriel Ethernet.

#### II.1.6. Châssis d'extension (UR) :

Il assure le raccordement électrique entre les divers modules; il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteurs.

### **III. Logiciel de programmation STEP7**

#### **III.1. Description de STEP7**

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Ce logiciel offre la possibilité d'assistance dans toutes les phases de création d'une solution d'automatisation à savoir :

- Ø La création et la gestion de projet
- Ø La configuration matérielle.
- Ø La gestion des mnémoniques.
- Ø La création du programme.
- Ø Le chargement de programme dans l'automate.

#### **III.2. Langage de programmation**

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

- Le mode à contact (CONT) : c'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions fait penser aux circuits.
- Le mode logigramme (LOG) : c'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour présenter les opérations logiques.

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

### III.3. Structure d'un programme S7

Le logiciel de programmation STEP7 permet d'organiser le programme et le subdiviser en différents blocs.

#### III.3.1. Les blocs utilisateurs

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

##### a. Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation; on distingue plusieurs types :

- ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques.
- ceux qui sont déclenchés par un événement.
- ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable.
- et enfin, ceux qui traitent les erreurs.

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

##### b. Les blocs fonctionnels (FB)

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres

##### c. Les blocs de données (DB)

Le DB est une zone de donnée dans laquelle on enregistre les données utilisateur.

**e. Les fonctions (FC)**

La FC contient les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

**f. Les blocs système :**

Ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU S7 ; ils sont appelés à partir du programme. On trouve :

- les blocs fonctionnels systèmes (FSB) : blocs fonctionnels stockés dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelés par l'utilisateur.
- les fonctions système (SFC) : fonctions stockées dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelées par l'utilisateur.
- les données système (SDB) : zone de mémoire dans le programme configurée par différentes applications de STEP7, pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

**III.3.2.Traitement de programme par la CPU**

Deux traitements du programme sont possibles en fonction de l'unité de commande et de la programmation : le traitement linéaire et le traitement structuré.

**III.3.2.1.Traitement linéaire du programme**

Dans le traitement linéaire du programme, les instructions sont traitées par l'unité de commande dans l'ordre dans lequel elles sont stockées dans la mémoire du programme. Lorsque la fin du programme est atteinte, le programme reprend depuis le début. On parle de traitement cyclique.

**III.3.2.2.Traitement structuré du programme**

Dans le cas d'un procédé complexe possédant plusieurs fonctions, il est recommandé de partager le programme utilisateur en fonctions principales que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FC, FB), de manière à faciliter la programmation et le test des parties du programme.

### III. 4. Implantation du programme sur l'automate S7-300

#### III. 4.1. Création du projet

Après le lancement de SIMATIC Manager, l'assistant de projet intégré au logiciel SIMATIC Manager nous accompagne le long de la création du programme ; ce qui ne nous permet pas d'avoir de détails du projet créé ; pour cela on procède d'une autre manière plus détaillée. (voir figure IV.3)

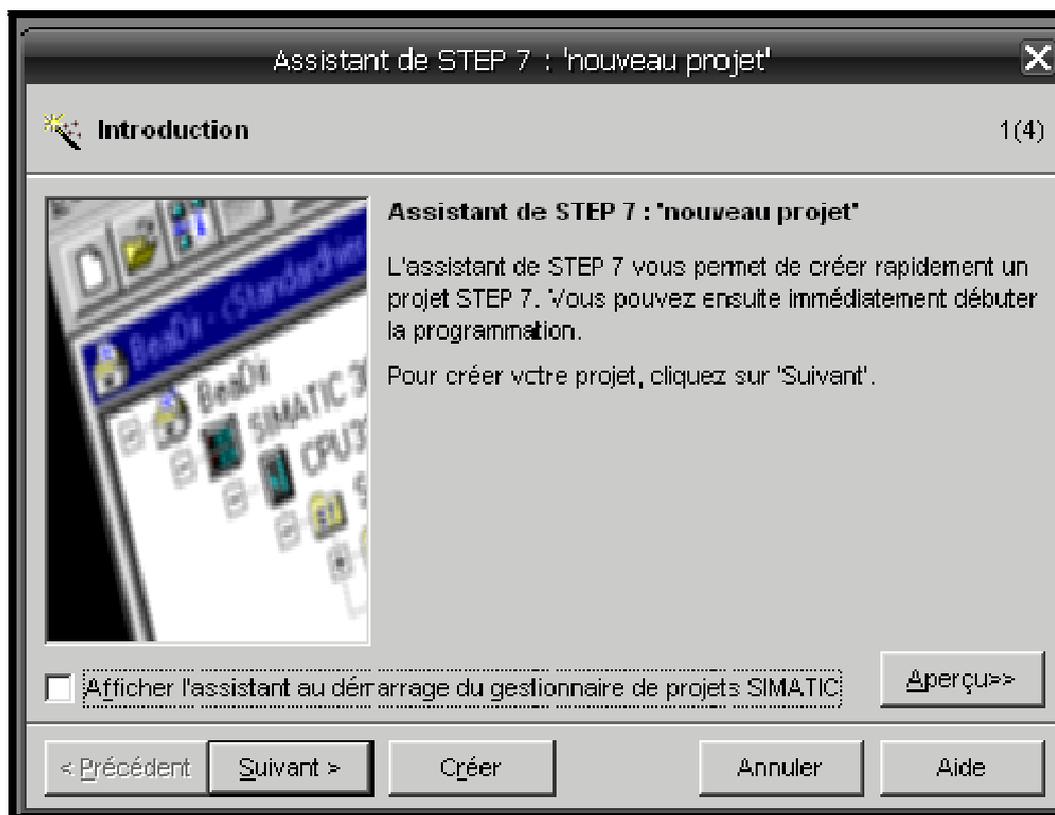


Figure IV.3 : Création de projet

#### Création d'un projet sous STEP7 sans assistant

Cliquer sur « annuler » dans la fenêtre précédente pour annuler l'action de l'assistant. Ouvrir un nouveau fichier en cliquant sur « fichier » et sélectionner « nouveau » et le nommer.

Après l'attribution du nom, appuyer sur « OK » et la fenêtre précédente disparaît et une autre qui s'ouvre où le nom de projet créé apparaît. Cliquer sur « insertion » pour insérer une nouvelle station SIMATIC 300. Comme le montre la figure VI.4

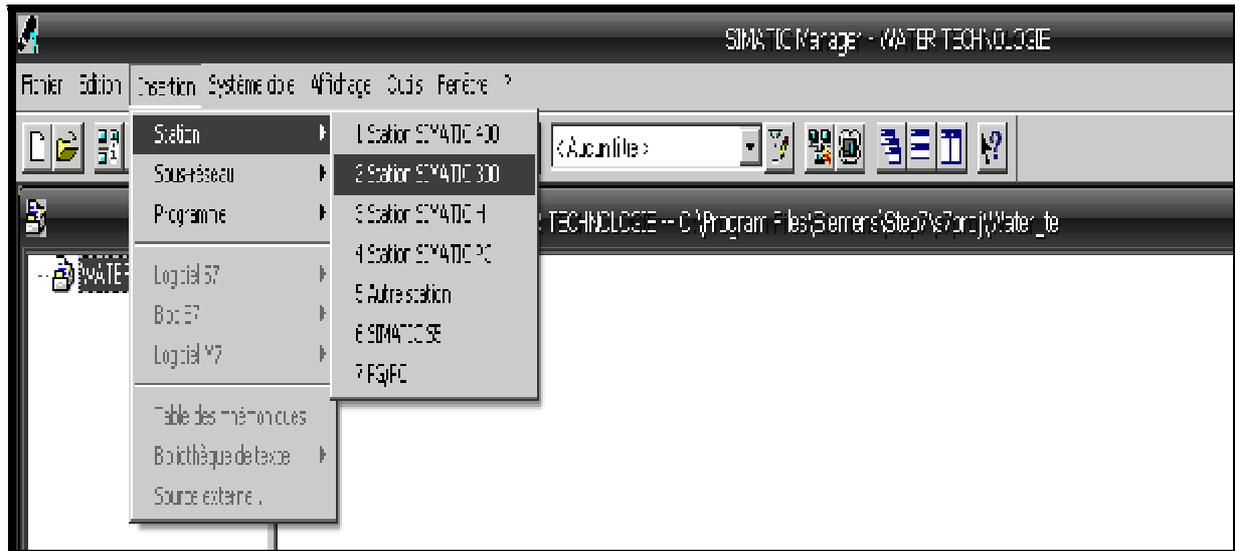


Figure IV.4 : Insertion de la station SIMATIC 300

On double clique sur le nom de projet, la nouvelle station SIMATIC 300 apparaît. Puis on double clique sur celle-ci, il apparaît « matériel » ; celui-ci nous permet de configurer l'automate.

### III. 4. 2. Configuration matérielle

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Nous avons configuré notre automate de la manière suivante afin de pouvoir concrétiser notre solution d'automatisation.

Comme indiqué sur la figure IV.5

#### Choix du RACK

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant. Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « RACK-300 ».

Une fois, le RACK affiché, le SIMATIC Manager nous indique automatiquement l'emplacement adéquat de chaque bloc.

#### Choix du bloc d'alimentation

L'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1.

Choix de la CPU

La « CPU 315-2DP » est impérativement mise à l'emplacement n°2. Elle présente les caractéristiques suivantes : mémoire de travail 48Ko, temps d'exécution 0.3ms /kinst, configuration à plusieurs rangées jusqu'à 32 modules

Choix des modules d'entrées / sorties

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'a 8 modules de signaux.

**Remarque :**

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

Une fois la configuration matérielle faite, on passe à l'implantation du programme sur l'automate. Un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet.

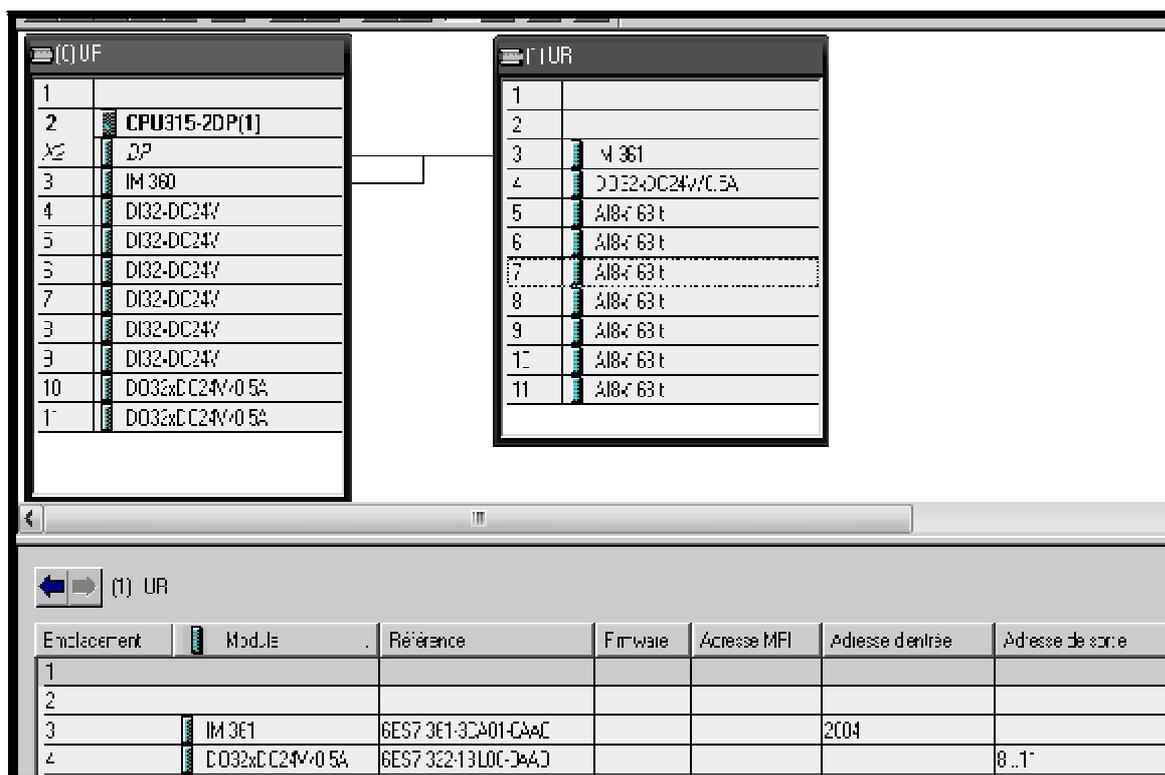
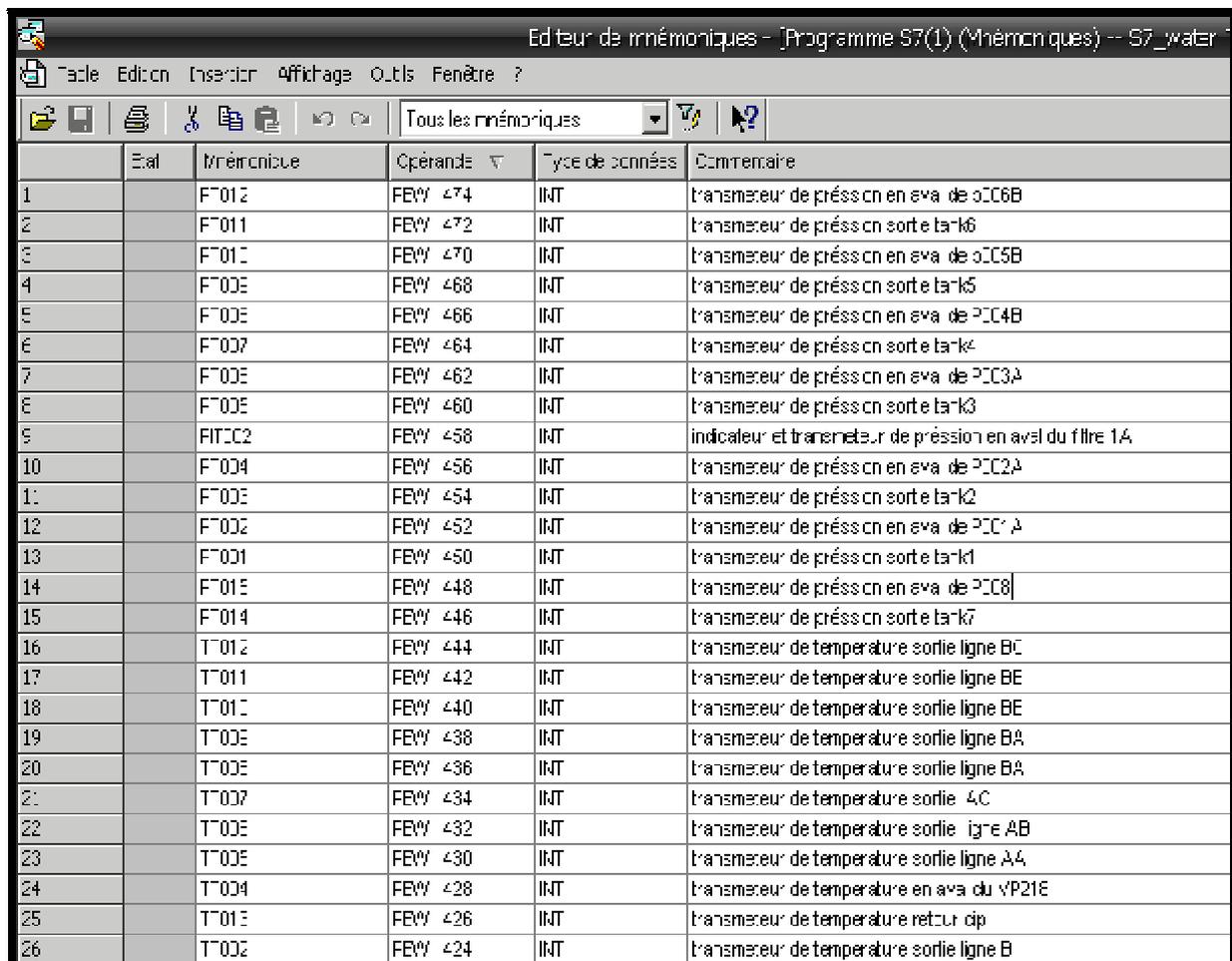


Figure IV.5 : Configuration matérielle

### III.4.3. Création de la table des mnémoniques

Un mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation déterminée (variables, types de données, bloc). L'objet « mnémonique » est automatiquement créé sous un programme S7. ( voir figure IV.6)



|    | Etat | Mnémonique | Opérands | Type de données | Commentaire   |
|----|------|------------|----------|-----------------|---|
| 1  |      | F012       | FEW 474  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC6B                    |
| 2  |      | F011       | FEW 472  | INT             | transmetteur de pression sortie tank6                       |
| 3  |      | F012       | FEW 470  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC5B                    |
| 4  |      | F00E       | FEW 468  | INT             | transmetteur de pression sortie tank5                       |
| 5  |      | F00E       | FEW 466  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC4B                    |
| 6  |      | F007       | FEW 464  | INT             | transmetteur de pression sortie tank4                       |
| 7  |      | F00E       | FEW 462  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC3A                    |
| 8  |      | F00E       | FEW 460  | INT             | transmetteur de pression sortie tank3                       |
| 9  |      | PITCC2     | FEW 458  | INT             | indicateur et transmetteur de pression en aval du filtre 1A |
| 10 |      | F004       | FEW 456  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC2A                    |
| 11 |      | F00E       | FEW 454  | INT             | transmetteur de pression sortie tank2                       |
| 12 |      | F002       | FEW 452  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC1A                    |
| 13 |      | F001       | FEW 450  | INT             | transmetteur de pression sortie tank1                       |
| 14 |      | F01E       | FEW 448  | INT             | transmetteur de pression en ava de PIC8                     |
| 15 |      | F014       | FEW 446  | INT             | transmetteur de pression sortie tank7                       |
| 16 |      | T012       | FEW 444  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne BC                 |
| 17 |      | T011       | FEW 442  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne BE                 |
| 18 |      | T012       | FEW 440  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne BE                 |
| 19 |      | T00E       | FEW 438  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne BA                 |
| 20 |      | T00E       | FEW 436  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne BA                 |
| 21 |      | T007       | FEW 434  | INT             | transmetteur de temperature sortie 4C                       |
| 22 |      | T00E       | FEW 432  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne AB                 |
| 23 |      | T00E       | FEW 430  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne AA                 |
| 24 |      | T004       | FEW 428  | INT             | transmetteur de temperature en ava du VP21E                 |
| 25 |      | T01E       | FEW 426  | INT             | transmetteur de temperature retour dip                      |
| 26 |      | T002       | FEW 424  | INT             | transmetteur de temperature sortie ligne B                  |

Figure IV.6 : Une partie de la table de mnémonique

III.4.4. Programmation de l'application

Pour notre application, nous avons fait appel à la programmation structurée vu la complexité du procédé. Le langage utilisé est le CONT. Le listing complet du programme est présenté dans un fascicule annexe.

III.4.4.1. Structure de programme utilisateur

La structure hiérarchique des blocs de programme est donnée par la figure IV.7

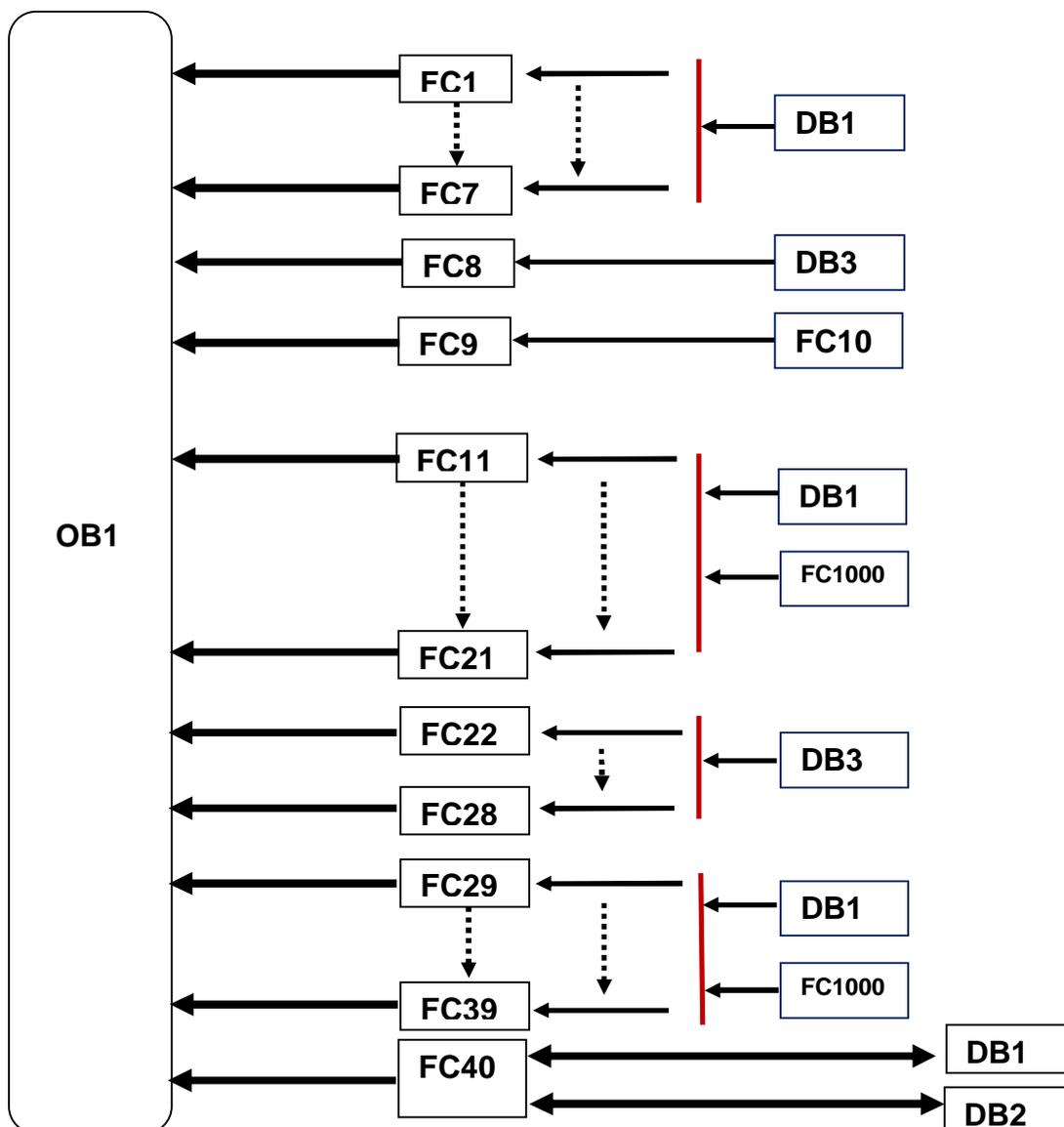


Figure IV.7 : Structure de programme utilisateur

### III.4.5. Validation du programme

Après l'élaboration du programme du système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7. L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur.

#### 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.

L'utilisation des bascules RS ont permis d'activer et de désactiver chaque action. Pour des raisons de sécurité, nous avons mis pour chaque remise à zéro des bascules RS en parallèle avec les conditions de désactivation un arrêt d'urgence.

Dans le dernier chapitre, nous allons développer une plateforme de supervision et nous la proposons aussi complète que possible.

## Introduction

L'exploitation visuelle dans les milieux industriels est nécessaire. Une présentation du logiciel Win CC flexible de SIEMENS sera abordée en vue de configurer une interface Homme /Machine pour le diagnostic et la visualisation à distance. Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour la gestion de l'unité de traitement d'eau.

### I. Présentation du logiciel Win CC flexible 2008

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés pour les amener à leur point de fonctionnement optimal.

#### **I.2 Définition de la supervision industrielle**

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle présente beaucoup d'avantages pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle. Elle permet grâce à des synoptiques préalables, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

La supervision permet des nombreuses fonctions :

- ü elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- ü elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- ü elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et de tâches telles que la synchronisation.
- ü elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- ü elle surveille les procédés industriels à distance.

ù elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre et ce grâce au logiciel Win CC flexible Runtime qui lui intégré.

### **I.3 Constitution d'un système de supervision**

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques. (voir figure V.1)

#### **Ø Module de visualisation (affichage)**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires à l'évaluation du procédé.

#### **Ø Module d'archivage**

Son rôle est de mémoriser les données (alarmes et événements) pendant une longue période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de la production.

#### **Ø Module de traitement**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

#### **Ø Module de communication**

Il assure l'acquisition et le transfert de données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il donne la possibilité :

- Ø de modifier la configuration même après mise en service.
- Ø d'avoir la compatibilité avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

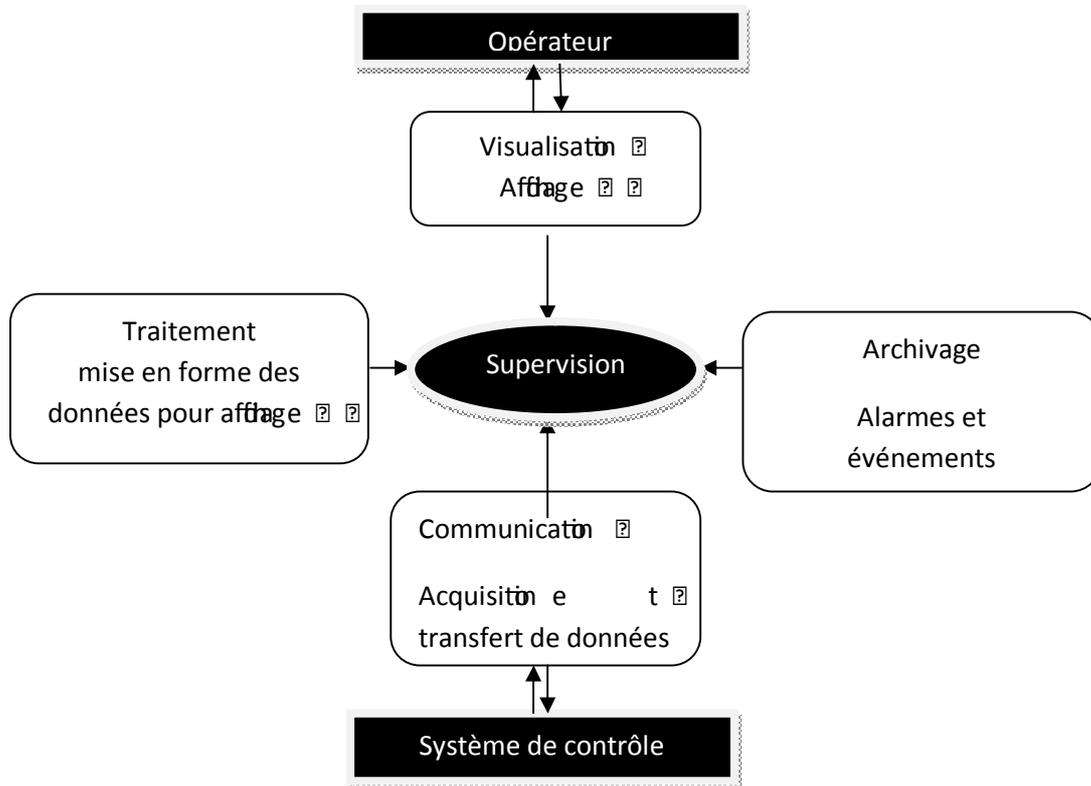


Figure V.1. Structure d'un système de supervision

## **II. Création d'un projet sous Win CC flexible2008**

Pour créer un nouveau projet dans le Win CC flexible, on dispose d'une assistance de création projet proposée par le logiciel ; pour cela il faut faire le choix selon le besoin du projet à développer.

### **II.1. Intégration de Win CC dans SIMATIC STEP 7**

Grace à la TIA (Totally Integrated Automation), on a la possibilité d'intégrer le projet Win CC soit avant, soit après sa finalisation dans un projet Step7 déjà existant. Pour pouvoir exploiter toutes les données créées dans ce dernier, on doit configurer une liaison liant le pupitre HMI au programme Step7 par un réseau MPI ou PROFIBUS comme le montre la figure V.2. Cela permet de choisir comme variable, les mêmes mnémoniques et blocs de données du programme sous STEP7 et sous Win CC. Ainsi on gagne du temps et on évite les erreurs dues à la répétition dans la saisie. On évite aussi de redéfinir chaque variable.

La table des mnémoniques de STEP 7 contient la définition de chaque variable (adresse, types...etc.) qu'on a paramétrée lors de la création du programme de commande et elle sera ainsi récupérée directement par le programme de supervision.

Les paramètres de communication contiennent les adresses de bus ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec Net Pro, de SIMATIC.

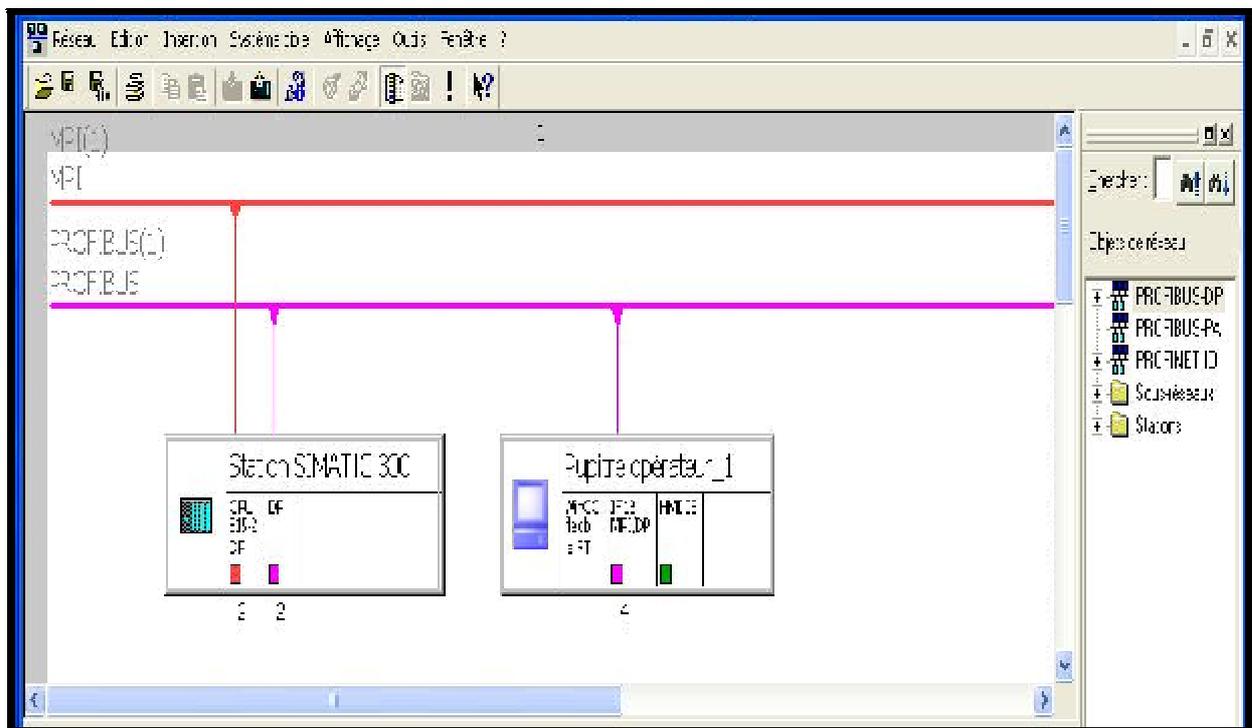


Figure V.2. Insertion de l'IHM dans un programme sous STEP7

## II.2. Création et configuration des représentations de supervision

Dans cette étape, on utilise le Graphic Designer pour la réalisation des représentations de supervision en insérant les différents éléments et objets de vue statiques et actifs correspondants à notre installation (vannes, tuyauteries, boutons etc.), et en les configurant en leur affectant les variables correspondantes.

### II.3. Réalisation des représentations de contrôle et de supervision de la station

Pour cette section, 10 représentations graphiques ont été développées:

- Ø Une page d'accueil
- Ø Une vue pour la zone de pré filtrage de la ligne A
- Ø Une vue pour la zone de pré filtrage de la ligne B
- Ø Supervision du tank 1
- Ø Supervision du tank 2
- Ø Supervision du tank 3
- Ø Supervision du tank 4
- Ø Supervision du tank 5
- Ø Supervision du tank 6
- Ø Une vue pour la supervision de la salle CIP

La page d'accueil est donnée par la figure V.3



Figure V.3 : Page d'accueil

Les vues de la station sont données respectivement par les figures suivantes :

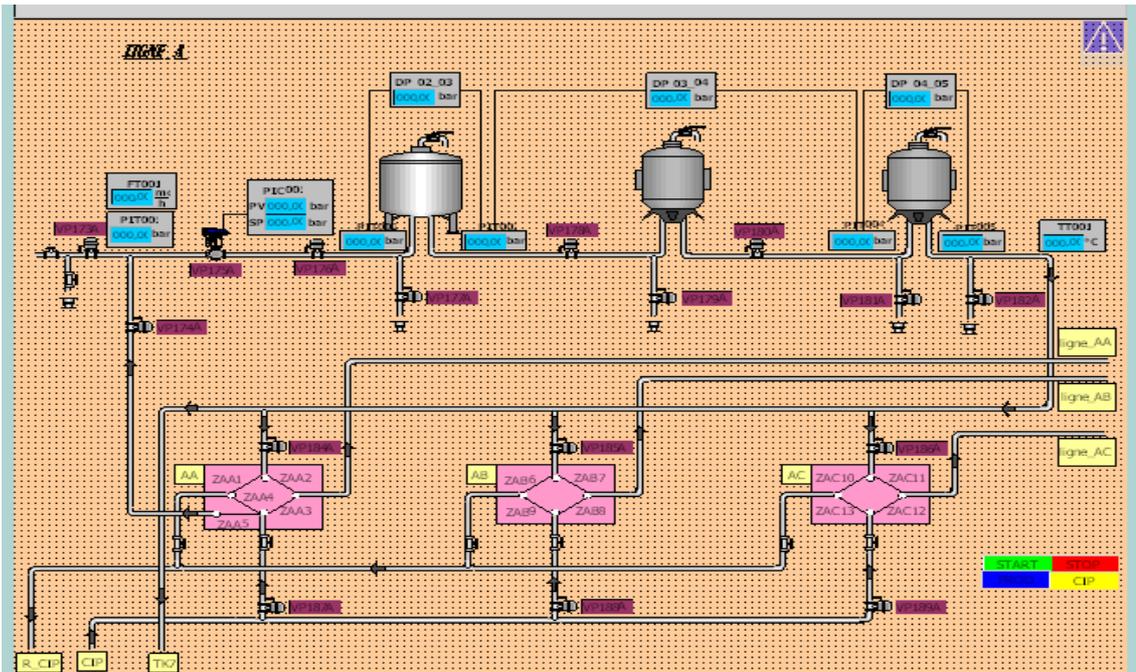


Figure V.4 : Vue de la zone de préfiltration de la ligne A

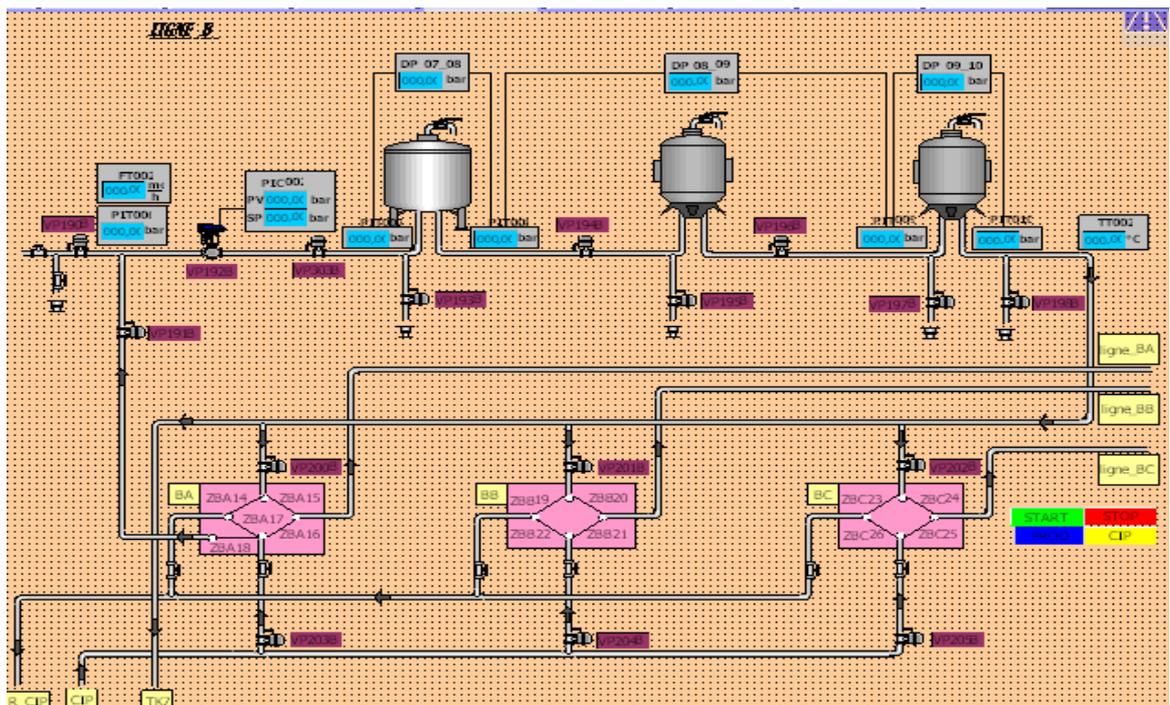


Figure V.5 : Vue de la zone de préfiltration de la ligne B

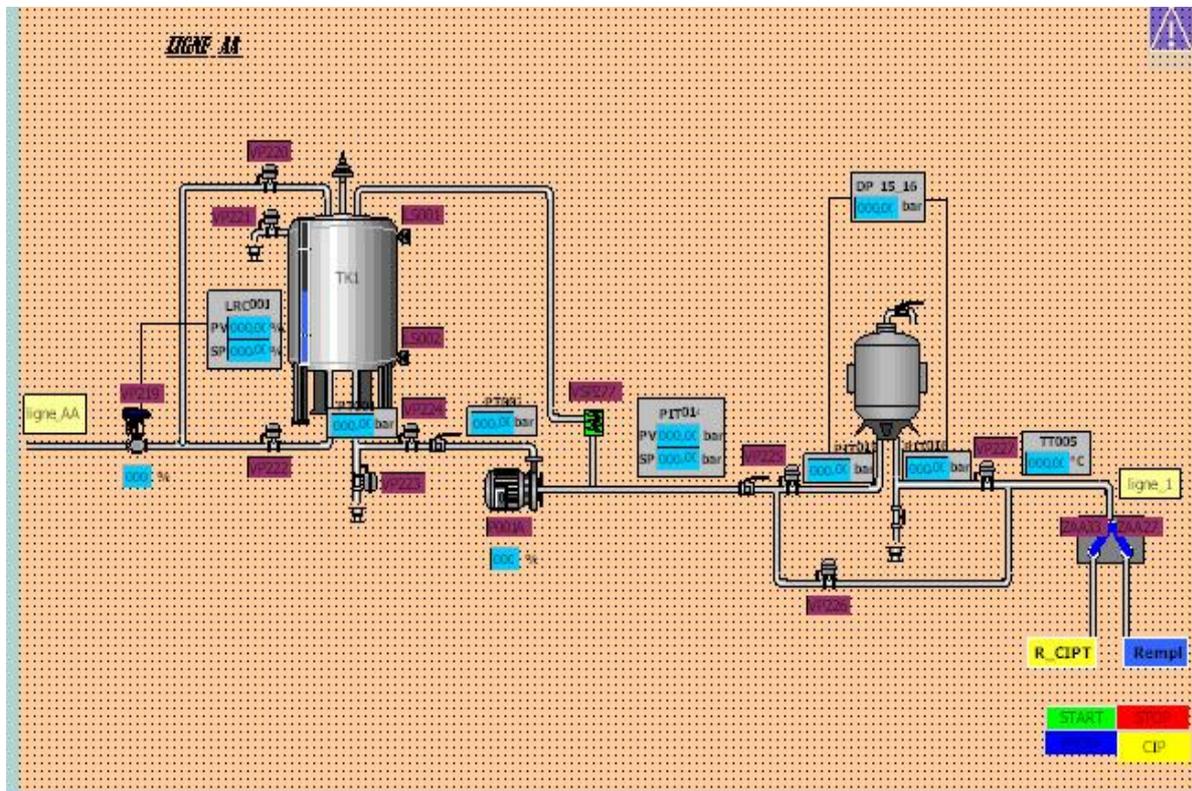


Figure V.6 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne AA

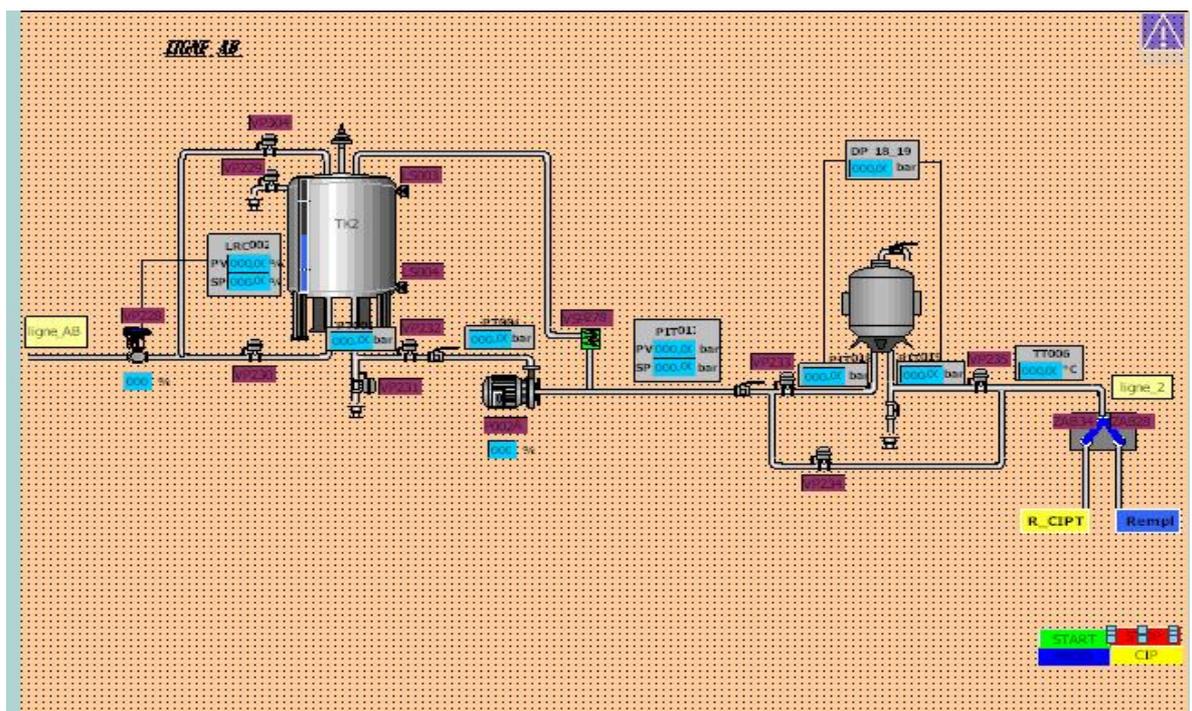


Figure V.7 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne AB

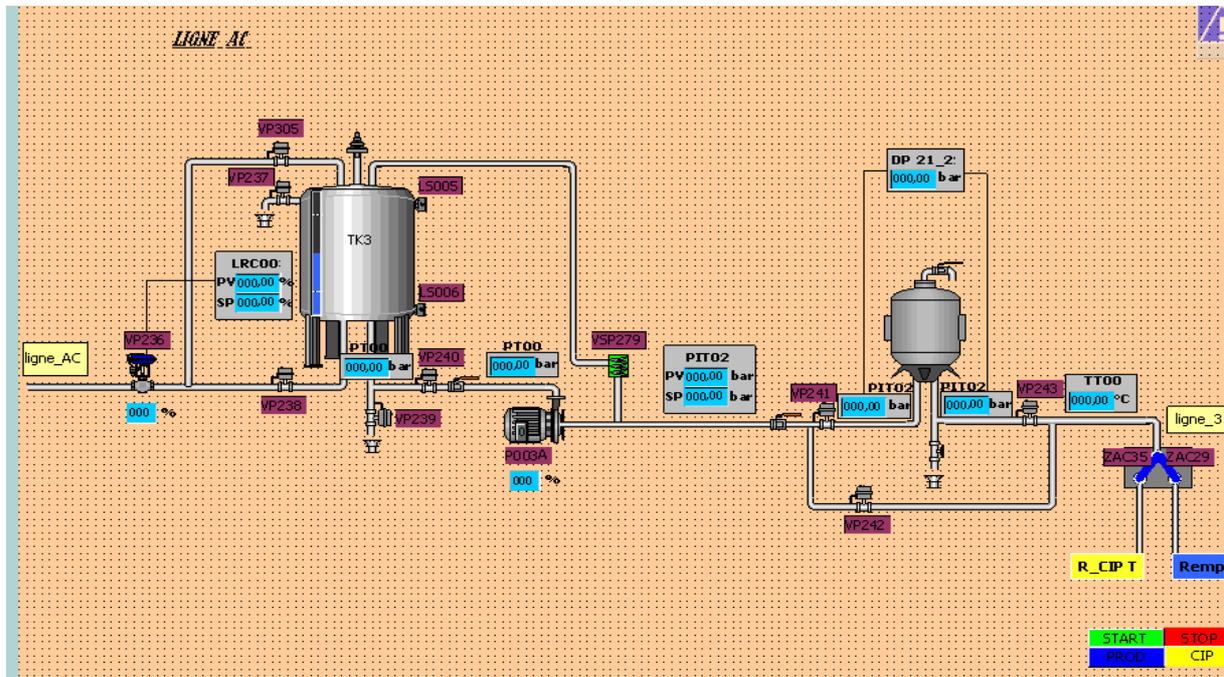


Figure V.8 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne AC

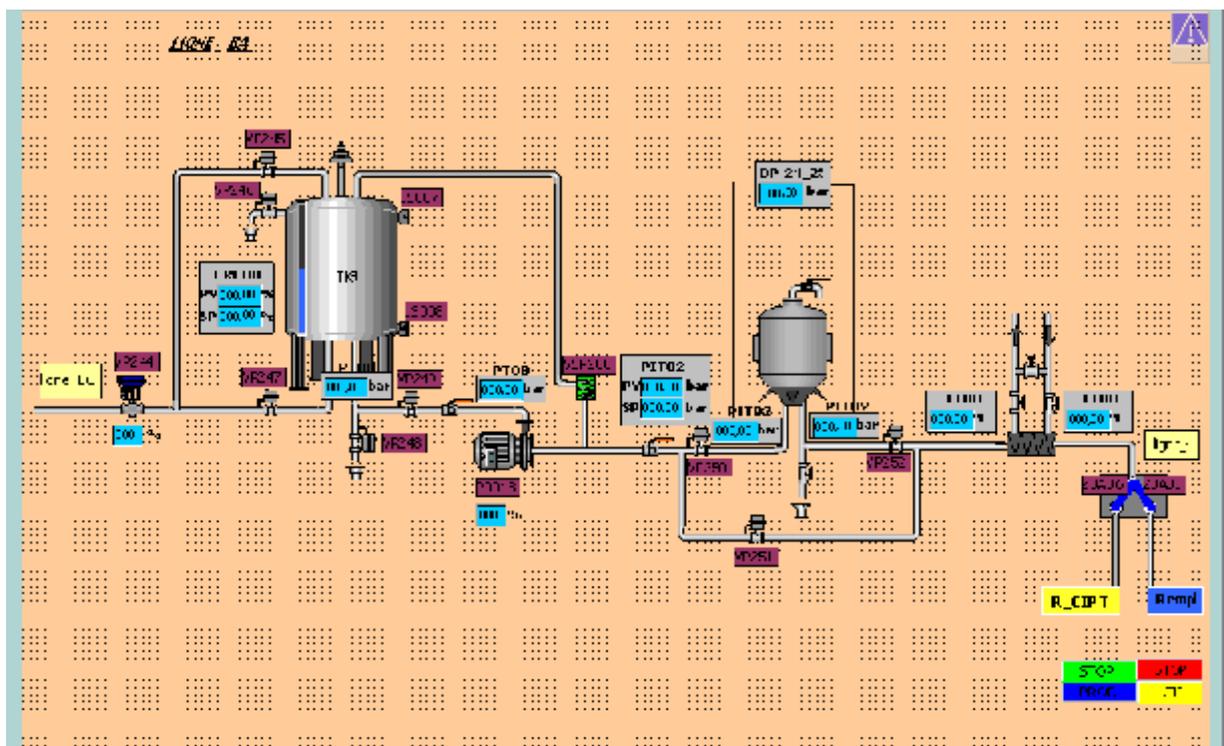


Figure V.9 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne BA

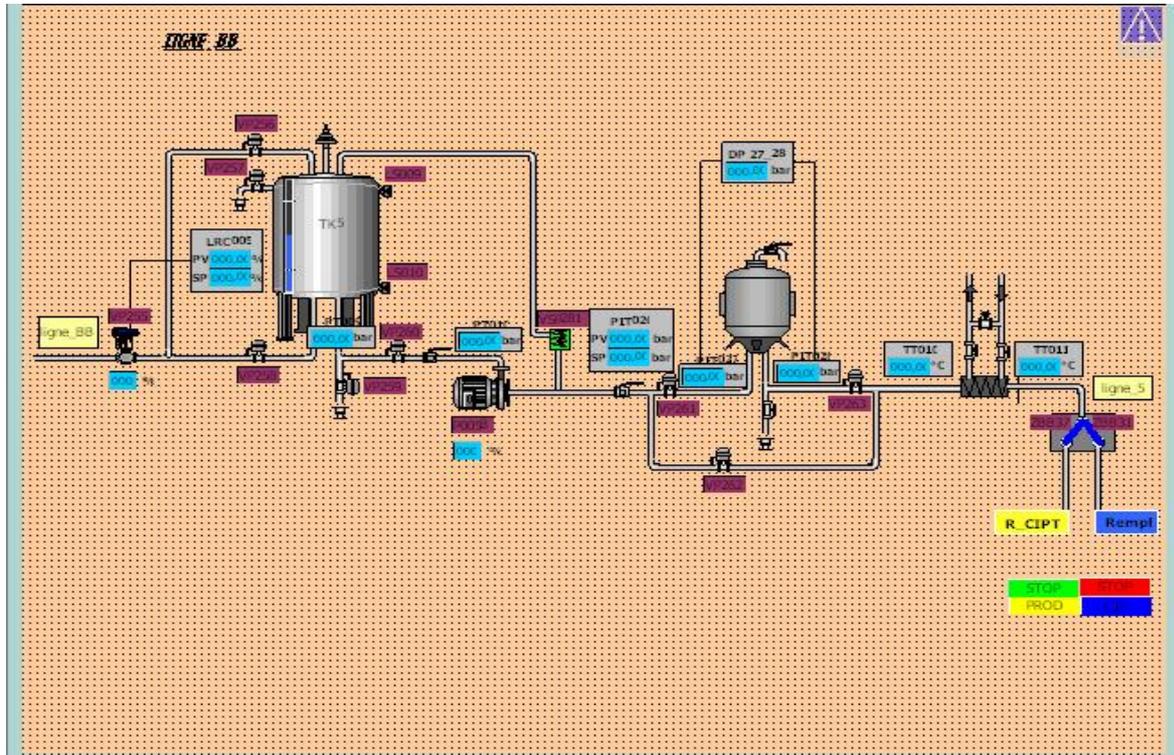


Figure V.10 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne BB

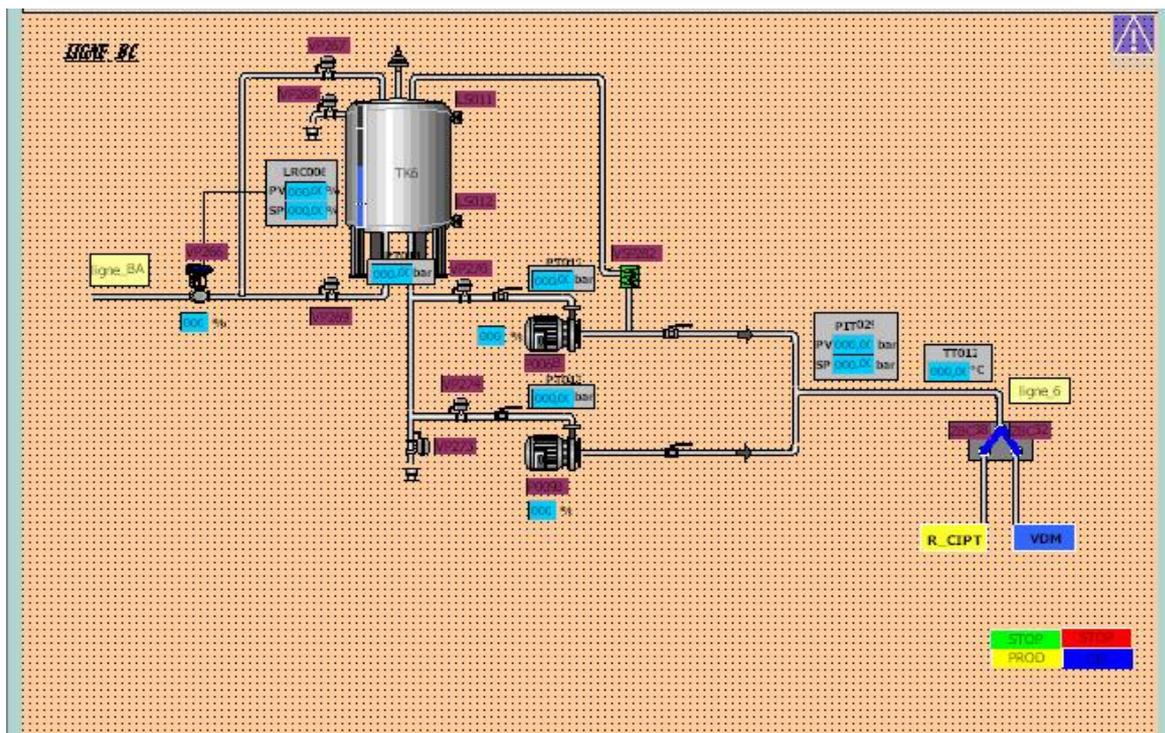


Figure V.11 : Vue de stockage et filtration finale de la ligne BC

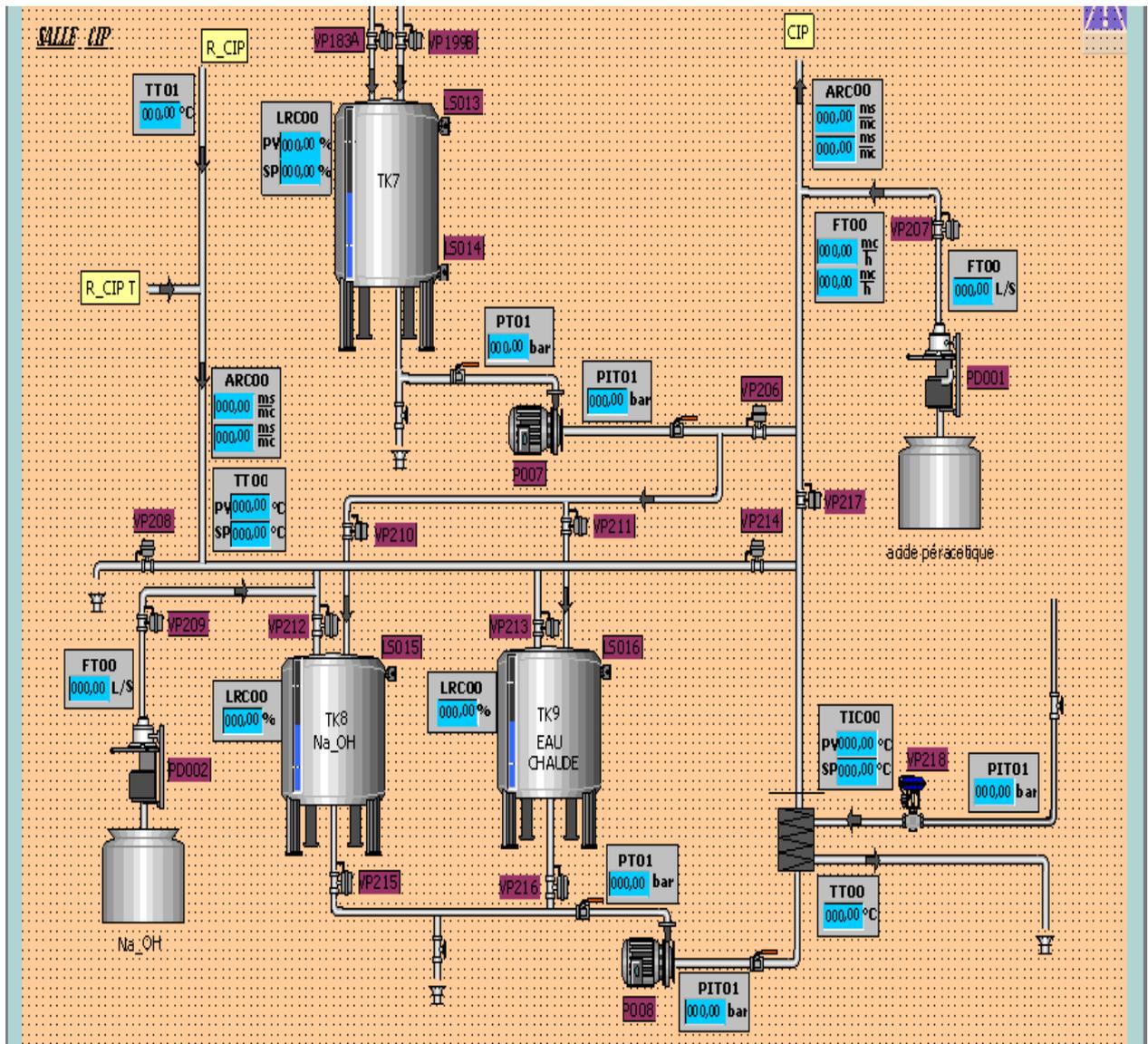


Figure V.12 : Vue de la salle CIP

### Conclusion

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision de la station, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie puis nous avons élaboré sous le logiciel Win CC flexible les écrans permettant de suivre l'évolution du procédé online, et d'intervenir directement sur la commande du processus.

## Conclusion générale

---

Notre projet de fin d'étude qui a été réalisé en grande partie au sein de l'unité de production d'eau minérale « LALLA KHEDIDJA » située dans la région d'Agouni Gueghrane a pour but d'élaborer une solution de commande, de supervision et de diagnostic de l'unité de traitement d'eau.

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 théorique. Il nous a permis d'acquérir un savoir faire dans le domaine pratique, 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 a été pour nous une expérience enrichissante.

# Bibliographie

## Ouvrages :

- Ø SIMATIC S7 : Tome 1, Tome 2 et distributeurs SIEMNES, Edition Mai 2002
- Ø documentation interne de l'unité
- Ø documentation sur le GRAFCET

## Compact Disk (CD) :

- Ø Logiciel STEP7, version 5.4
- Ø Automatisation et Driver de SIEMENS
- Ø Logiciel Win CC flexible 2008 , version 4.0

## Mémoire :

- Ø Modélisation et développement d'une plate-forme de supervision sous le SIMATIC ProTool d'un procédé industriel à l'unité eau minérale L alla Khedidja de CEVITAL.
  - Présenté par : M<sup>elle</sup> Lillia ALLACHE  
M<sup>elle</sup> Kahina AIT MOHAMMED
  - Encadré par : M<sup>r</sup> H. ACHOUR
  - Promotion 2008 UMMTO département d'Automatique

**A. Définitions des actionneurs et capteurs du processus de la station traitement d'eau****A.1. Zone de pré filtration :****A.1.1. Actionneurs :**

- **La ligne A**

| <b>Actionneurs</b> | <b>Observations</b>                                  |
|--------------------|--|
| VM 101A            | Vanne manuelle d'isolement                           |
| VM 102A            | Vanne manuelle de purge                              |
| VM 103A            | Vanne manuelle                                       |
| VM 104A            | Vanne manuelle                                       |
| VM 105A            | Vanne manuelle                                       |
| VP 173A            | Vanne TOR entrée de la ligne                         |
| VP 174A            | Vanne TOR entrée de la solution de CIP               |
| VP 175A            | Vanne modulante entrée de la ligne A                 |
| VP 176A            | Vanne TOR entrée filtre 1 à cartouche                |
| VP 177A            | Vanne TOR entrée drainage ligne en amont des filtres |
| VP 178A            | Vanne TOR entrée filtre 2 à sac                      |
| VP 180A            | Vanne TOR entrée filtre 3 à sac                      |
| VP179A             | Vanne TOR drainage filtre 2                          |
| VP181A             | Vanne TOR drainage filtre 3                          |
| VP182A             | Vanne TOR drainage ligne en aval des filtres         |
| VP183A             | Vanne TOR remplissage Tank 7                         |
| VP184A             | Vanne TOR entrée manifold ligne AA                   |
| VP185A             | Vanne TOR entrée manifold ligne AB                   |
| VP186A             | Vanne TOR entrée manifold ligne AC                   |

Tableau 01-Liste des vannes de la ligne de pré filtration A

- **La ligne B**

| <b>Actionneurs</b> | <b>Observations</b>                                  |
|--------------------|--|
| VM 112B            | Vanne manuelle d'isolement                           |
| VM 113B            | Vanne manuelle de purge                              |
| VM 103B            | Vanne manuelle                                       |
| VM 104B            | Vanne manuelle                                       |
| VM 105B            | Vanne manuelle                                       |
| VP 190B            | Vanne TOR entrée de la ligne                         |
| VP 191B            | Vanne TOR entrée de la solution de CIP               |
| VP 192B            | Vanne modulante entrée de la ligne B                 |
| VP 303B            | Vanne TOR entrée filtre 1 à cartouche                |
| VP 1193B           | Vanne TOR entrée drainage ligne en amont des filtres |
| VP 194B            | Vanne TOR entrée filtre 2 à sac                      |
| VP 196B            | Vanne TOR entrée filtre 3 à sac                      |
| VP195B             | Vanne TOR drainage filtre 2                          |
| VP197B             | Vanne TOR drainage filtre 3                          |
| VP198B             | Vanne TOR drainage ligne en aval des filtres         |
| VP199B             | Vanne TOR remplissage Tank 7                         |
| VP200B             | Vanne TOR entrée manifold ligne BA                   |
| VP201B             | Vanne TOR entrée manifold ligne BB                   |
| VP202B             | Vanne TOR entrée manifold ligne BC                   |

Tableau 02-Liste des vannes de la ligne de pré filtration B

### A.1.2. Capteurs

- **La ligne A**

| Capteurs   | Observations  |
|--|---|
| PIC001   | Indicateur contrôleur de pression de VP175A                         |
| PIT001   | Indicateur et transmetteur de pression entrée ligne A               |
| PIT002 et PIT003                                   | Indicateur et transmetteur de pression en aval et amont du filtre 1 |
| PIT004 et PIT005                                   | Indicateur et transmetteur de pression en aval et amont du filtre 3 |
| FT001  | Transmetteur de flux entrée ligne A                                 |
| TT001  | Transmetteur de température sortie filtre 3                         |
| ZAA1, ZAA3,<br>ZAA5, ZAA6,<br>ZAA8, ZAA10<br>ZAA12 | Capteurs de position des manifolds en mode CIP (Leds)               |
| ZAA2, ZAA4,<br>ZAA7, ZAA9,<br>ZAA11, ZAA13         | Capteurs de position des manifolds en mode production (Leds)        |

Tableau 03-Liste des capteurs de la ligne de pré filtration A

- **La ligne B**

| Capteurs                                       | Observations  |
|--|---|
| PIC002   | Indicateur contrôleur de pression de VP 192B                        |
| PIT006   | Indicateur et transmetteur de pression entrée ligne B               |
| PIT007 et PIT008                               | Indicateur et transmetteur de pression en aval et amont du filtre 1 |
| PIT009 et PIT010                               | Indicateur et transmetteur de pression en aval et amont du filtre 3 |
| FT002  | Transmetteur de flux entrée ligne B                                 |
| TT002  | Transmetteur de température sortie filtre 3                         |
| ZAA14, ZAA16,<br>ZAA18, ZAA20,<br>ZAA22, ZAA14 | Capteurs de position des manifolds en mode CIP (Leds)               |
| ZAA15, ZAA17,<br>ZAA21, ZAA19,<br>ZAA23, ZAA25 | Capteurs de position des manifolds en mode production (Leds)        |

Tableau 04-Liste des capteurs de la ligne de pré filtration B

**A.2. Zones de stockage et filtration finale :****A .2.1. Actionneurs :**

- **Ligne AA :**

| Actionneurs | Observations                                      |
|-------------|---|
| VP219       | Vanne modulante entrée Tank 1                     |
| VP220       | Vanne TOR entrée CIP Tank 1                       |
| VP 221      | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 1                |
| VP 222      | Vanne TOR entrée production Tank 1                |
| VP 223      | Vanne TOR drainage Tank 1                         |
| VP 224      | Vanne TOR sortie Tank1                            |
| VP 225      | Vanne TOR entrée filtre finale                    |
| VP 226      | Vanne TOR du by passe du filtre (cas CIP)         |
| VP 227      | Vanne TOR sortie filtre finale                    |
| VM123       | Vanne manuelle en amont de la pompe               |
| VM124       | Vanne manuelle en aval de la pompe                |
| VM125       | Vanne manuelle d'échappement de pression          |
| VM126       | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre |
| VM166       | Vanne manuelle drainage filtre                    |
| VM127       | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 1        |
| VSP277      | Vanne recyclage d'eau vers Tank 1                 |
| P001A       | Pompe centrifuge Tank 1 32m <sup>3</sup> /h,5bars |

Tableau 05-Liste des actionneurs de la ligne AA

- **Ligne AB :**

| Actionneurs | Observations                                       |
|-------------|--|
| VP228       | Vanne modulante entrée Tank 2                      |
| VP304       | Vanne TOR entrée CIP Tank 2                        |
| VP 229      | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 2                 |
| VP 230      | Vanne TOR entrée production Tank 2                 |
| VP 231      | Vanne TOR drainage Tank 2                          |
| VP232       | Vanne TOR sortie Tank2                             |
| VP 233      | Vanne TOR entrée filtre finale                     |
| VP 234      | Vanne TOR du by passe du filtre (cas CIP)          |
| VP 235      | Vanne TOR sortie filtre finale                     |
| VM129       | Vanne manuelle en amont de la pompe                |
| VM130       | Vanne manuelle en aval de la pompe                 |
| VM131       | Vanne manuelle d'échappement de pression du filtre |
| VM132       | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre  |
| VM167       | Vanne manuelle drainage filtre                     |
| VM128       | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 2         |
| VSP278      | Vanne recyclage d'eau vers Tank 2                  |
| P002A       | Pompe centrifuge Tank2 32m <sup>3</sup> /h, 5bars  |

Tableau 06- Liste des actionneurs de la ligne AB

- **Ligne AC :**

| Actionneurs | Observations                                      |
|-------------|---|
| VP236       | Vanne modulante entrée Tank 3                     |
| VP305       | Vanne TOR entrée CIP Tank 3                       |
| VP 237      | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 3                |
| VP 238      | Vanne TOR entrée production Tank 3                |
| VP 239      | Vanne TOR drainage Tank 3                         |
| VP240       | Vanne TOR sortie Tank3                            |
| VP 241      | Vanne TOR entrée filtre finale                    |
| VP 242      | Vanne TOR du by passe du filtre (cas CIP)         |
| VP 243      | Vanne TOR sortie filtre finale                    |
| VM134       | Vanne manuelle en amont de la pompe               |
| VM135       | Vanne manuelle en aval de la pompe                |
| VM136       | Vanne manuelle d'évacuation de pression du filtre |
| VM137       | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre |
| VM168       | Vanne manuelle drainage filtre                    |
| VM133       | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 3        |
| VSP279      | Vanne recyclage d'eau vers Tank 3                 |
| P003A       | Pompe centrifuge Tank3 32m <sup>3</sup> /h, 5bars |

Tableau 07- Liste des actionneurs de la ligne AB

- **Ligne BA :**

| Actionneurs    | Observations                                       |
|----------------|--|
| VP266          | Vanne modulante entrée Tank 6                      |
| VP367          | Vanne TOR entrée CIP Tank 6                        |
| VP 268         | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 6                 |
| VP 269         | Vanne TOR entrée production Tank 6                 |
| VP 273         | Vanne TOR drainage Tank 6                          |
| VP270          | Vanne TOR en amont de la pompe1                    |
| VP 274         | Vanne TOR en amont de la pompe2                    |
| VM148          | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre  |
| VM149          | Vanne manuelle en amont de la pompe1               |
| VM150          | Vanne manuelle en aval de la pompe                 |
| VM151          | Vanne manuelle d'échappement de pression de filtre |
| VM152          | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 6         |
| VSP282         | Vanne recyclage d'eau vers Tank 6                  |
| P006B et P009B | Deux pompes centrifuges 60m <sup>3</sup> /h, 5bars |

Tableau 08- Liste des actionneurs de la ligne BA

- **Ligne BB :**

| Actionneurs       | Observations  |
|-------------------|---|
| VP255             | Vanne modulante entrée Tank 5                       |
| VP356             | Vanne TOR entrée CIP Tank 5                         |
| VP 257            | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 5                  |
| VP 258            | Vanne TOR entrée production Tank 5                  |
| VP 259            | Vanne TOR drainage Tank 5                           |
| VP260             | Vanne TOR sortie Tank5                              |
| VP 261            | Vanne TOR entrée filtre final                       |
| VP262             | Vanne TOR du by passe du filtre (cas CIP)           |
| VP263             | Vanne TOR sortie filtre final                       |
| VM143             | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 5          |
| VM144             | Vanne manuelle en amont de la pompe                 |
| VM145             | Vanne manuelle en aval de la pompe                  |
| VM146             | Vanne manuelle d'échappement de pression de filtre  |
| VM147             | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre   |
| VM170             | Vanne manuelle drainage filtre                      |
| VSP281            | Vanne recyclage d'eau vers Tank 5                   |
| VM300,VM301,VM302 | Vannes manuelles de refroidissement                 |
| P005A             | Pompes centrifuges Tank5 32m <sup>3</sup> /h, 5bars |

Tableau 09- Liste des actionneurs de la ligne BB

- **Ligne BC :**

| Actionneurs         | Observations  |
|---------------------|---|
| VP244               | Vanne modulante entrée Tank 4                       |
| VP246               | Vanne TOR entrée CIP Tank 4                         |
| VP 247              | Vanne TOR sortie vapeur CIP Tank 4                  |
| VP 238              | Vanne TOR entrée production Tank 4                  |
| VP 248              | Vanne TOR drainage Tank 4                           |
| VP249               | Vanne TOR sortie Tank 4                             |
| VP 250              | Vanne TOR entrée filtre final                       |
| VP251               | Vanne TOR du by passe du filtre (cas CIP)           |
| VP252               | Vanne TOR sortie filtre final                       |
| VP253               | Vanne TOR entrée ligne4 vers boissons carbonatée    |
| VP254               | Vanne TOR retour CIP                                |
| VM138               | Vanne manuelle prise d'échantillons Tank 4          |
| VM139               | Vanne manuelle en amont de la pompe                 |
| VM140               | Vanne manuelle en aval de la pompe                  |
| VM141               | Vanne manuelle d'échappement de pression de filtre  |
| VM142               | Vanne manuelle prise d'échantillons sortie filtre   |
| VM169               | Vanne manuelle drainage filtre                      |
| VSP280              | Vanne recyclage d'eau vers Tank 4                   |
| VM297,VM298 , VM299 | Vannes manuelles de refroidissement                 |
| P004A               | Pompes centrifuges Tank4 32m <sup>3</sup> /h, 5bars |

Tableau 10- Liste des actionneurs de la ligne BC

**A.2.2. Capteurs :**

- **Ligne AA :**

| Capteurs        | Observations   |
|-----------------|--|
| PT001           | Transmetteur de pression sortie Tank1                                |
| PT002           | Transmetteur de pression en aval de P001                             |
| PIT015et PIT016 | Indicateur et transmetteur de pression en aval et en amont du filtre |
| PIT014          | Indicateur et transmetteur de pression sortie Tank1                  |
| TT005           | Transmetteur de température sortie filtre final                      |
| LS001           | Capteur niveau haut Tank1  |
| LS002           | Capteur niveau bas Tank1   |
| LRC001          | Indicateur transmetteur niveau Tank1                                 |

Tableau 11- Liste des capteurs de la ligne AA

- **Ligne AB :**

| Capteurs        | Observations   |
|-----------------|--|
| PT003           | Transmetteur de pression sortie Tank2                                |
| PT004           | Transmetteur de pression en aval de P002                             |
| PIT019et PIT020 | Indicateur et transmetteur de pression en aval et en amont du filtre |
| PIT018          | Indicateur et transmetteur de pression sortie Tank2                  |
| TT006           | Transmetteur de température sortie filtre final                      |
| LS003           | Capteur niveau haut Tank2  |
| LS004           | Capteur niveau bas Tank2   |
| LRC002          | Indicateur transmetteur niveau Tank2                                 |

Tableau 12- Liste des capteurs de la ligne AB

- **Ligne AC :**

| Capteurs        | Observations   |
|-----------------|--|
| PT005           | Transmetteur de pression sortie Tank3                                |
| PT006           | Transmetteur de pression en aval de P003                             |
| PIT023et PIT024 | Indicateur et transmetteur de pression en aval et en amont du filtre |
| PIT022          | Indicateur et transmetteur de pression sortie Tank3                  |
| TT007           | Transmetteur de température sortie filtre final                      |
| LS005           | Capteur niveau haut Tank3  |
| LS006           | Capteur niveau bas Tank3   |
| LRC003          | Indicateur transmetteur niveau Tank                                  |

Tableau 13- Liste des capteurs de la ligne AC

- **Ligne BC :**

| Capteurs        | Observations   |
|-----------------|--|
| PT007           | Transmetteur de pression sortie Tank4                                |
| PT008           | Transmetteur de pression en aval de P004                             |
| PIT027et PIT028 | Indicateur et transmetteur de pression en aval et en amont du filtre |
| PIT026          | Indicateur et transmetteur de pression sortie Tank4                  |
| TT008           | Transmetteur de température sortie filtre final                      |
| LS007           | Capteur niveau haut Tank4  |
| LS008           | Capteur niveau bas Tank4   |
| LRC004          | Indicateur transmetteur niveau Tank4                                 |

Tableau 14- Liste des capteurs de la ligne BC

- **Ligne BB :**

| Capteurs        | Observations   |
|-----------------|--|
| PT009           | Transmetteur de pression sortie Tank5                                |
| PT010           | Transmetteur de pression en aval de P005                             |
| PIT030et PIT031 | Indicateur et transmetteur de pression en aval et en amont du filtre |
| PIT029          | Indicateur et transmetteur de pression sortie Tank5                  |
| TT009           | Transmetteur de température sortie filtre final                      |
| LS009           | Capteur niveau haut Tank5  |
| LS010           | Capteur niveau bas Tank5   |
| LRC005          | Indicateur transmetteur niveau Tank5                                 |

Tableau 15- Liste des capteurs de la ligne BB **Ligne BB :**

- **Ligne BA :**

| Capteurs | Observations   |
|----------|--|
| PT011    | Transmetteur de pression sortie Tank6                          |
| PT012    | Transmetteur de pression en aval de la pompe 006               |
| PIT013   | Transmetteur de pression en aval et en amont de la pompe P009B |
| TT012    | Transmetteur de température sortie filtre final                |
| LS011    | Capteur niveau haut Tank6                                      |
| LS012    | Capteur niveau bas Tank6                                       |
| LRC006   | Indicateur transmetteur niveau Tank6                           |

Tableau 16- Liste des capteurs de la ligne BB

## A .3. Salle CIP :

## A.3.1.Actionneurs :

| Actionneurs   | Observations  |
|---------------|---|
| VM 155        | Vanne manuelle sortie pompe7  |
| VM 156        | Vanne manuelle de purge Tank8 et Tank9  |
| VM 157etVM158 | Vanne manuelle entrée/sortie pompe 8  |
| VM 190B       | Vanne régulatrice TOR entrée de la ligne  |
| VP183A        | Vanne TOR remplissage de Tank7 par la ligne A                                     |
| VP 199B       | Vanne TOR entrée remplissage Tank7 par la ligne B                                 |
| VP206         | Vanne TOR envoi eau Tank7   |
| VP 207        | Vanne TOR de dosage d'acide péraçitique   |
| VP 208        | Vanne TOR de purge de la salle CIP  |
| VP 210        | Vanne TOR remplissage de Tank8  |
| VP 211        | Vanne TOR remplissage de Tank9  |
| VP 212        | Vanne TOR entrée de la solution du CIP Tank8                                      |
| VP213         | Vanne TOR entrée de la solution du CIP Tank9                                      |
| VP214         | Vanne TOR retour CIP  |
| VP215         | Vanne TOR sortie Tank8  |
| VP216         | Vanne TOR sortie Tank8  |
| VP217         | Vanne TOR envois solution de NAOH   |
| VP218         | Vanne modulante arrivée vapeur  |
| P007          | Pompe centrifuge envoi eau CIP du Tank7   |
| P008          | Pompe centrifuge envoi eau chaude du CIP du tank9 et la solution de NAOH du tank8 |
| PD001         | Pompe doseuse de l'acide péraçitique  |
| PD002         | Pompe doseuse NAOH  |

Tableau 17- Liste des actionneurs de la salle CIP

**A.3.2.Capteurs:**

| <b>Capteurs</b> | <b>Observations</b>   |
|-----------------|---|
| PT014           | Transmetteur de pression sortie tank7                                   |
| PT014           | Transmetteur de pression en amont de P008                               |
| PIT011          | Transmetteur indicateur de pression en ava de la pompe P007             |
| PIT012          | Transmetteur indicateur de pression en ava de la pompe P008             |
| FT003           | Transmetteur de flux en aval de la pompe7                               |
| FT004           | Transmetteur de flux en aval de la pompe doseuse de NAOH                |
| FT005           | Transmetteur de flux en aval de la pompe doseuse de l'acide péracitique |
| TT003           | Transmetteur de température en aval de la vanne de purge                |
| TT004           | Transmetteur de température en aval de l'échangeur                      |
| TIC             | Indicateur contrôleur de température de VP218                           |
| LS013           | Capteur niveau haut tank7   |
| LS014           | Capteur niveau bas tank7  |
| LS015           | Capteur niveau haut tank8   |
| LS016           | Capteur niveau bas tank8  |
| LS017           | Capteur niveau haut tank9   |
| LS018           | Capteur niveau bas tank9  |
| LRC007          | Indicateur transmetteur niveau tank7                                    |
| LRC008          | Indicateur transmetteur niveau tank8                                    |
| LRC009          | Indicateur transmetteur niveau tank9                                    |

Tableau 18- Liste des capteurs de la salle CIP