

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



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

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Génie électrique**

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par

Nabil CHEMCHAOUI

Hakim HADDADI

Thème

Elaboration d'une solution programmable et d'une plate forme de supervision pour la STE de Tizi-Gheniff

Mémoire soutenu publiquement le 13/07/2015, devant le jury composé de :

Mr. M-O BENSIDHOUM

MCA, UMMTO, President

Mme. F. BOUDJEMAA

MAA, UMMTO, Encadreur

Mme. S. LABRAOUI

Ing, MCR Electric, Co-Encadreur

Mme. O. HEDJEM

MAA, UMMTO, Examineur

Mr. T. CHELLI

MAA, UMMTO, Examineur

Remerciements

Nos remerciements vont tout premièrement à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années et pour mener à terme notre projet.

Nous exprimons nos profondes gratitudees à nos parents pour leurs encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Madame "S.LABRAOUI" pour avoir d'abord proposé ce thème, pour le suivi continué tout le long de la réalisation de ce projet et qui n'a pas cessé de nous donner ses conseils et remarques.

Nous remercions ainsi notre promotrice Madame "F.BOUDJEMA" pour l'honneur d'avoir accepté de nous encadrer et suivre sans cessé de nous donner ses conseils et remarques.

Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, surtout Mr AREZKI Belkacem de MCR Electric qui nous reçoit avec beaucoup de gentillesse et nous diriger afin de mener à bien notre travail. Ainsi tout le personnel de l'A.D.E de Tizi-Gheniff qui nous a aidés à accomplir ce travail.

Nous remercions vont aussi à tous les enseignants du département d'Automatique qui ont contribué à notre formation.

Enfin nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour leur soutien moral et matériel...

Nabil et Hakim

Remerciements

Nos remerciements vont tout d'abord à **Dieu** tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années et pour mener à terme notre projet.

Nous exprimons nos profondes gratitude à **nos parents** pour leurs encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Madame "S.LABRAOUI" pour avoir d'abord proposé ce thème, pour le suivi continué tout le long de la réalisation de ce projet et qui n'a pas cessé de nous donner ses conseils et remarques.

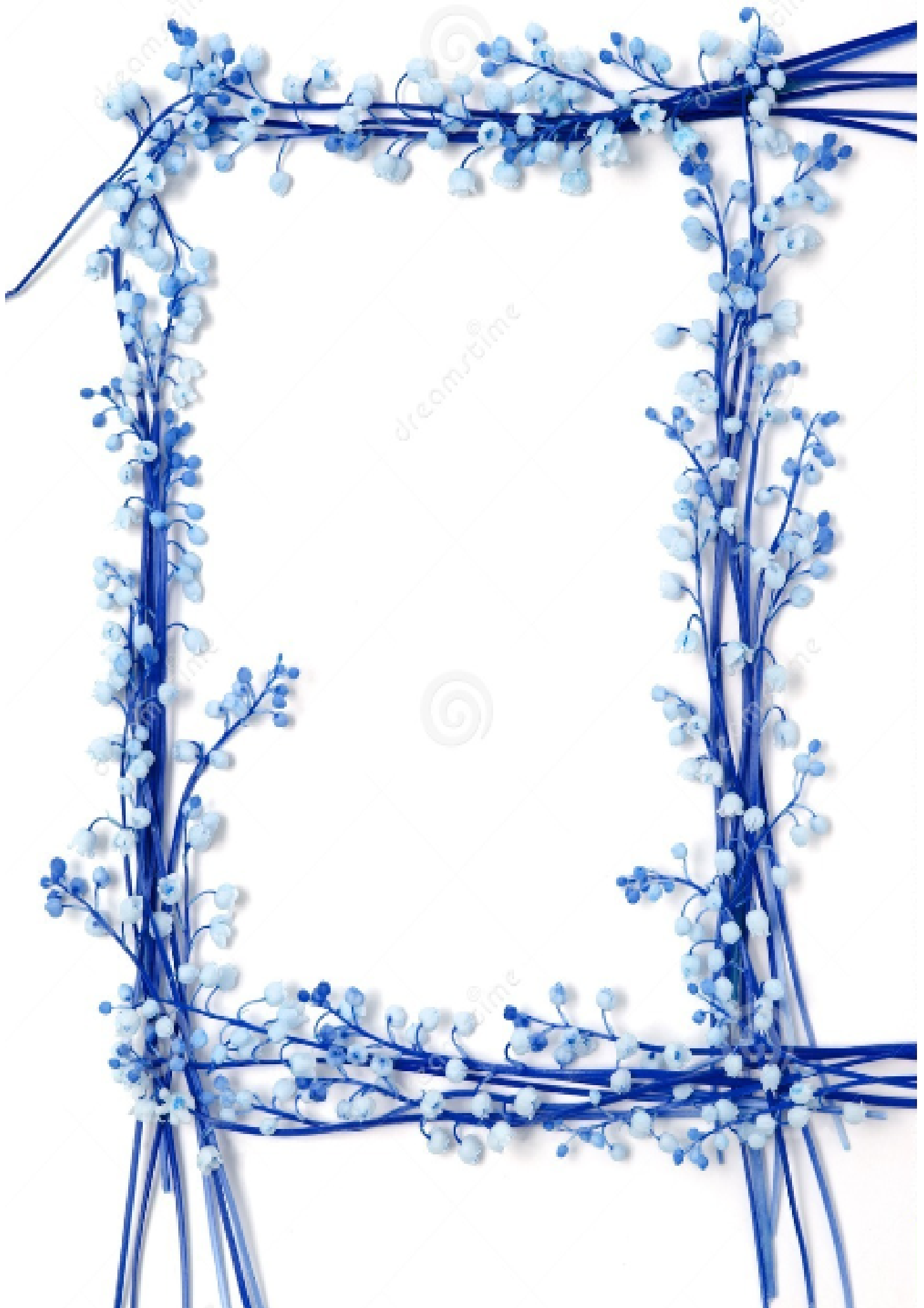
Nous remercions ainsi notre promotrice Madame "F.BOUDJEMA" pour l'honneur d'avoir accepté de nous encadrer et suivre sans cessée de nous donner ses conseils et remarques.

Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, surtout **M^r AREZKI Belkacem** de MCR Electric qui nous reçoit avec beaucoup de gentillesse et nous dirige afin de mener à bien notre travail. Ainsi tout le personnel de l'A.D.E de Tizi-Gheniff qui nous a aidés à accomplir ce travail.

Nous remercions aussi à tous **les enseignants** du département d'Automatique qui ont contribué à notre formation.

Enfin nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous **nos amis et collègues** pour leur soutien moral et matériel...

Nabil et Hakim



Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire :

A la mémoire de mon cher père, puisse Dieu le tout puissant l'accueillir en son vaste paradis.

A ma très chère Mère, en témoignage et en gratitude de son dévouement, de son soutien permanent durant toutes mes années d'études, ses sacrifices illimités, sons réconfort moral, elle qui a consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affectations sans limite.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :

- ✓ *A mes chères sœurs et frères,*
- ✓ *A mes belles sœurs et beaux frères ainsi mes nièces et neveux,*
- ✓ *A mon très cher oncle, mes tantes, mes cousins, mes cousines et l'ensemble de ma famille,*
- ✓ *A tous mes amis et camarades sans exceptions,*
- ✓ *A toute la promotion Automatique 2015.*
- ✓ *Surtout à mon cher binôme avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce mémoire.*

Nabil.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire :

A mon cher père, et ma très chère Mère, en témoignage et en gratitude de leur dévouement, de leur soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affectations sans limite.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :

- ✓ *A mes chères sœurs et frères,*
- ✓ *A mes belles sœurs et beaux frères ainsi mes nièces et neveux,*
- ✓ *A mes oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines et l'ensemble de ma famille,*
- ✓ *A tous mes amis et camarades sans exceptions,*
- ✓ *A toute la promotion Automatique 2015.*
- ✓ *Surtout à mon cher binôme avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce mémoire.*

Hakim.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
ETUDE ETPRESENTATION DE LA STATION	3
I.1 Introduction	4
I.2 Présentation de l'entreprise.....	4
I.3 Présentation de la station	5
I.3.1 Unité d'Alimentation et distribution de l'eau brute	5
I.3.2 Unité de préparation de produits chimiques	5
I.3.3 Unité de traitement d'eau brute	6
I.3.4 Unité d'alimentation d'air	7
I.3.5 Unité d'alimentation électrique.....	7
I.3.6 Unité de pompage.....	7
I.4 Fonctionnement de la station	8
I.4.1 Alimentation de la Station	8
I.4.2 Traitement de l'eau	8
I.5 Conclusion	9
PRESENTATION TECHNIQUE DE LA STATION	10
II.1 Introduction.....	11
II.2 Capteurs.....	11
II.2.1 Débitmètre électromagnétique	11
II.2.2 Le transmetteur de pression CERABAR M	13
II.3 Pré-actionneurs	15
II.3.1 Les distributeurs	15
II.3.2. La variation de vitesse	16
II.4 Les actionneurs.....	17
II.4.1 Le compresseur....	17
II.4.2. Bloc de vannes pneumatiques TOR	18
II.4.3. Bloc de vannes pneumatiques de régulation	19
II.4.4 Le groupe électropompe	20
II.4.5. Anti-bélier	23
II.5 Conclusion.....	24
MODELISATION PAR L'OUTIL GRAFCET.....	25
III.1.Introduction	26
III.2 Le GRAFCET	26
III.2.1 Définition	26
III.2.2 Structure graphique	26
III.2.3 Niveau d'un GRAFCET.....	27
III.2.4 Règles d'évolution de GRAFCET	27

III.2.5 Macro-étape	28
III.3 Temporisation	29
III.4 Application	29
III.4.1 Cahier des charges	29
III.4.2 Nombre d'entre sortie.....	29
III.4.3 Conditions initiales.....	30
III.5 Modèle GRAFCET	30
III.6 Conclusion	30
Développement de la solution programmable	32
IV.1. Introduction	33
IV.2. Définition de l'automate programmable S7-300.....	33
IV.3.Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés industriels	35
IV.3.1. Structure générale d'un système automatisé	35
IV.3.2. Système de commande	36
IV.3.3. Choix d'un automate.....	37
IV.3.4. Programmation de l'automate S7-300.....	37
IV.4. Logiciel de programmation TIA Portal	38
IV.4.1 Définition du logiciel TIA PORTAL.....	38
IV.4.2.Marche à suivre pour la configuration d'une station.....	40
IV.4.3. Création du projet.....	42
IV.4.4. Saisie des mnémoniques	44
IV.4.5. Programme de notre station.....	44
IV.5. Conclusion.....	52
CONCEPTION DES ECRANS DE CONTROLE IHM	53
V.1. Introduction	54
V.2. Présentation du Win CC	54
V.3. Définition de la supervision	54
V.4. Constitution d'un système de supervision	55
V.4.1. Création d'un projet sous Win CC flexible	56
V.4.2. Création et configuration des représentations de supervision	58
V.4.3. Réalisation des représentations de contrôle et de supervision de la station.....	58
V.5. Conclusion.....	64
CONCLUSION GENERALE	65
BIBLIOGRAPHIE	67

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie connaît un manque de la ressource la plus importante de la vie « l'eau », malgré son existence dans l'ensemble du territoire national, sa gestion est mal assurée.

Afin de résoudre ce problème, la construction des barrages d'eau est nécessaire dans notre pays. Pour faire face à cette crise, il a fallu faire appel aux différentes sociétés nationales et internationales pour réaliser des grands projets hydrauliques ainsi que la distribution de l'eau potable.

Parmi ces projets celui de traitement et de transfert de l'eau du barrage BOUAMEUR vers la ville de Tizi-Ghennif et ses environs. Ce traitement nécessite des équipements, l'exploitation des machines et des processus mis en œuvre sur un site de production qui servent généralement d'appareils de commande, surveillance et l'arrêt des installations.

MCR Electric (Maintenance Conception Réalisation Electric) en collaboration avec l'Algérienne Des Eaux « ADE » ont conçu une Station de Traitement d'Eau (STE) potable au niveau du barrage BOUAMEUR, dans la localité de Tizi-Gheniff de Tizi-Ouzou, utilisant la logique câblée électrique.

Notre travail consiste à étudier et automatiser cette station de traitement d'eau potable, qui est en logique câblée posant pas mal de problèmes comme la difficulté de la maintenance, et l'encombrement de l'armoire de commande, et l'améliorant avec la logique programmée qui a pas mal d'avantages, voir une meilleure rentabilité et la facilité de maintenance des installations par un diagnostic rapide. Pour ce faire on a élaboré un programme sous le nouveau logiciel TIA Portal v13, qui sera commandé par un automate programmable industriel (API) de la firme SIEMENS de la gamme S7-300.

Pour cela, nous avons divisé notre travail en cinq chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré à l'étude et la présentation de la STE.
- Le second chapitre portera sur la présentation technique de la STE.
- Le troisième chapitre portera sur la modélisation de la STE par l'outil GRAFCET.
- Le quatrième chapitre traitera du développement de la solution programmable sous le logiciel TIA Portal v13.
- Le cinquième et dernier chapitre portera sur la conception d'une plate forme de supervision qui est intégrée dans le logiciel TIA Portal.

I.1 Introduction

La station de traitement MONOBLOC de Tizi-Gheniff est construite au-dessous du barrage n°4 dit BOUAMEUR dans le sud-est de la ville en 04/08/2009. Pour alimenter en eau potable la daïra de Tizi-Gheniff. La capacité de la station s'élève à 120m³/h, soit une capacité quotidienne de 2400m³. Elle assure de l'eau potable pour plus de vingt mille (20000) habitants.

L'eau à traiter est transportée d'un lac du barrage vers la station de traitement par une conduite sous l'effet d'une pompe. Lors de la conception de l'installation, l'analyse de la qualité d'eau brute est basée sur une étude prés établie. L'eau potable d'une qualité correspondante à la norme standard de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) est directement reliée à la station de pompage, qui pompe cette eau vers deux réservoirs de capacités correspondante, de 1500m³, situé à la proximité des deux communes de la daïra à 5 km de la station.

I.2 Présentation de l'entreprise

MCR ELECTRIC (Maintenance Conception Réalisation Electric) est une entreprise d'étude et de réalisation de projets électromécanique, automatismes industriels et hydraulique. Elle a été créé en 2001. De part son expérience et sa compétence, elle est en mesure de répondre aux besoins et aux exigences techniques de ses clients en assurant les missions suivantes :

- ✓ Etude de plans technique ;
- ✓ Câblage et automatismes ;
- ✓ Étude et installation de tuyauteries et d'infrastructures hydromécaniques ;
- ✓ Instrumentation, régulation et automates programmables ;
- ✓ Equipements électromécaniques des stations de pompages, forages et stations de traitement d'eau potable.
- ✓ Installation de la télécommande et télégestion.
- ✓ Maintenance et rénovation des équipements électromécaniques (armoires de commandes, pneumatique, hydraulique, électronique de puissance, etc....).
- ✓ Installation et entretien de postes de livraison (transformateurs MT/BT, protection amont et aval,...).

L'activité de MCR ELECTRIC s'exerce dans trois secteurs :

- ✓ Electromécanique : ces prestations englobent l'étude, la conception, la réalisation, les essais et mise en service d'installations de machines électriques (moteurs, démarreurs, variateurs,...).
- ✓ Automatismes industriels :
 - Conseil, études et installations ;
 - Conceptions, programmation et supervision ;
 - Instrumentation et régulation ;
 - Assistance et Maintenance ;
 - Mise en service ;

De tout processus automatique (chaîne automatique de fabrication, processus de traitement d'eau potable et d'eau usée,...).

- ✓ Hydraulique urbaine : ces prestations englobent l'étude d'exécution, la réalisation, la mise en service, la maintenance d'installation d'AEP (Équipements de forages, stations de pompage, de traitement et d'épuration, postes de pompage des eaux usées) [2].

I.3 Présentation de la station de traitement d'eau potable

La station est conçue et disposée comme des conteneurs de conception modulaires. A raison d'une capacité quotidienne de 2400m^3 . La station comprend principalement plusieurs unités [2].

I.3.1 Unité d'Alimentation et distribution de l'eau brute :

L'eau brute extraite d'un lac de barrage vers la station de traitement par une conduite sous l'effet d'une pompe refoulement disposant d'un filtre a tamis installé en amont avec celle-ci afin de la protéger des débris, d'une capacité horaire de 120m^3 . La distribution est assurée par une canalisation, construite à base des tuyaux en acier ST-37 a bride soudés longitudinalement, sablés et revêtue d'une couche d'époxy d'une épaisseur minimale de 200 micromètre. La boulonnerie sera en acier galvanisé avec joints à bague en caoutchouc.

Elle dispose des points d'injections des produits chimiques, avec en amont un mélangeur statique remuant l'eau brute avec les produits chimiques et en avale un débitmètre.

I.3.2 Unité de préparation de produits chimiques :

Les produits chimiques sont utilisés pour la désinfection, la floculation et l'ajustement du PH d'eau brute. Ils comprennent le chlore, le sulfate d'alumine, le polymère et le carbonate de sodium. Ces produits sont préparés dans bacs dont chacun est équipé de :

- Une arrivée d'eau de dilution ;
- Un trop-plein ;
- Une vidange avec robinet ;
- Un orifice de sortie avec robinet d'isolement ;
- Un électro-agitateur y compris sa commande locale.

a) Chloration : Le chlore est préparé en solution de 12.5%. On a deux points d'injection de chlore :

La pré-chloration : L'Hypochlorite de sodium (NaClO), utilisé pour l'oxydation de la matière organique et minérale ainsi la désinfection de bactéries, au moyenne de 2 mg/l.

Une pompe de dosage injecte la solution dans la conduite d'arrivée de l'eau brute.

La post-chloration : L'hypochlorite de sodium (NaClO), utilisé pour la désinfection et garantir l'eau potable le long du réseau, avec une moyenne de 1 mg/l et au final (consommateurs) un résidu de 0.1 à 0.2 mg/l (la consommation du chlore dans le réseau sous l'effet de la corrosion). Une pompe de dosage injecte la solution dans le collecteur des conduites de sortie des filtres.

b) Sulfate d'alumine : Le (Al_2SO_4) est utilisé pour la turbidité, injecter au moyenne de 30 mg/l. il a pour rôle :

La coagulation : qui consiste à la neutralisation des charges.

La floculation : qui consiste à la formation des flocons.

Une pompe de dosage injecte la solution dans conduite d'arrivée d'eau brute et la quantité à injecter diffère selon la turbidité.

c) **Polymère** : Le poly-électrolyte utilisé comme adjuvant de floculation, injecté au moyenne de 0.06 mg/l, pour la formation de flocons plus dense ainsi la facilité de décantation et avoir une bonne sédimentation. Une pompe de dosage injecte la solution dans la conduite d'arrivée de l'eau brute.

d) **Bicarbonate de sodium** : Sert à ajuster le PH au voisinage de 6.8 et 7.3 dans la conduite d'arrivée de l'eau brute, mais il n'a jamais été utilisé car ça nécessite pas son utilisation.

I.3.3 Unité de traitement d'eau brute :

C'est dans cette unité que notre travail se fera. Une chaîne de traitement est conçue comme suite :

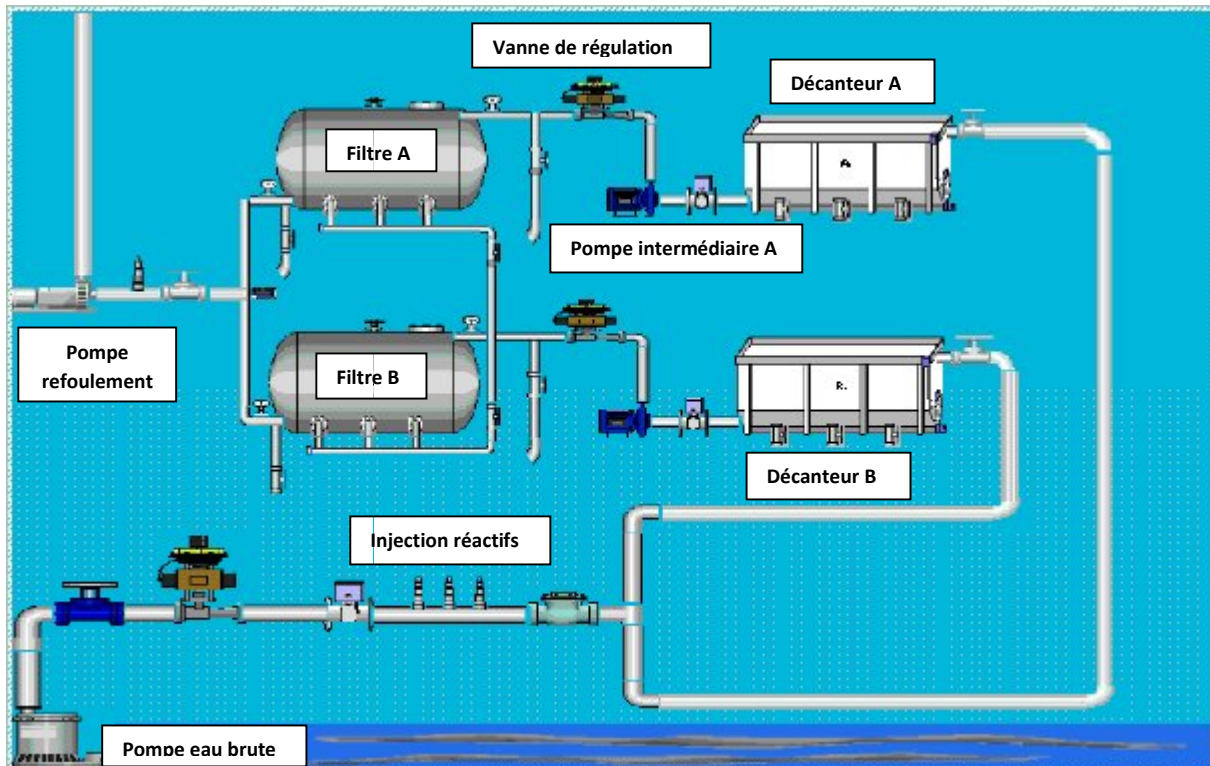


Figure I.1 : Schéma synoptique de la station

a) **Un réservoir de sédimentation « décanteurs »** : Il a les dimensions d'un conteneur de 12.2m et sera divisé et sera divisé en trois (3) compartiments :

Compartiment de coagulation et floculation : garantie une distribution régulière de l'eau au séparateur à lamelles, dans lequel se déposent les flocons obtenues avec le sulfate d'alumine et le polymère.

Compartiment de sédimentation : est le lieu de sédimentation de l'eau à lamelles, a une capacité d'environ de 52m³. Les lamelles intégrées se composent de profils en plastique de forme alvéolaire. La surface de sédimentation effective est la projection horizontale de toutes les faces supérieures des alvéoles, il se compose de deux canaux, situés au sommet du compartiment pour y transporter que l'eau claire au compartiment de stockage, ainsi les six vannes de boue, qui garantissent l'évacuation des boues.

Compartiment de stockage : est le lieu de stockage de l'eau décantée, a une capacité d'environ 12.5m. Chaque réserve d'eau claire est supervisée par un détecteur de niveau (transmetteur de pression) avec un point de contact de niveau bas (protection contre la marche à sec des pompes intermédiaires) et niveau haut (contre le débordement).

b) Pompe intermédiaire : Placée entre le décanteur et le filtre, la pompe centrifuge horizontale avec vanne coté aspiration et coté refoulement et clapet de retenue pour l'alimentation et le rinçage du filtre. La pompe est montée avec un moteur à accouplement, boîtier de protection et accessoires, sur une fondation en béton. Le tout pour une capacité d'environ de $120\text{m}^3/\text{h}$.

c) Filtre sous pression : Chaque filtre à sable raccordé à la suite du décanteur par l'intermédiaire d'une pompe et se présente sous la forme d'un cylindre de 2400mm de diamètre par 5000mm de longueur, disposant de trois couches de sable gravier, moyen et fin, a pour rôle de retenir les particules résiduelles qui peuvent être encore dans l'eau décantée, d'une surface de filtration de 10.8m^2 . Avec une filtration de $115\text{m}^3/\text{h}$, la vitesse de filtration s'élève à $10.7\text{m}/\text{h}/\text{m}^2$ et les filtres sont rincés à contre-courant. À l'entrée et sortie de chaque filtre est placé un manomètre ainsi indiquant la pression d'entrée et de sortie.

I.3.4 Unité d'alimentation d'air :

Cette unité a pour rôle l'alimentation des équipements pneumatiques (vanne TOR,...etc.), elle comporte les éléments suivants :

a) Sur-presseur d'air de lavage : Un sur-presseur d'air avec un moteur à accouplement direct sera installé pour les lavages des filtres à pression horizontale. Le sur-presseur sera monté sur un châssis et fixé sur le sol dans un bâtiment. Le filtre à aspirateur d'air sera raccordé à la paroi extérieure. Le conteneur sera équipé d'une ventilation.

b) Compresseur d'air : Un compresseur d'air sera monté dans le local technique avec un réservoir de service afin d'alimenter les différents composants pneumatiques tels les distributeurs d'air alimentant les vannes électropneumatiques.

I.3.5 Unité d'alimentation électrique :

L'alimentation électrique des différentes installations est fournie par une armoire électrique commune, qui alimente la station complète et prend en charge toutes les fonctions d'opération et de contrôle du réseau électrique. L'alimentation électrique de chaque section est assurée par le poste de distribution électrique principal [2].

I.3.6 Unité de pompage :

a) Salle de pompage : Des G.E.P (groupe électropompe) sont installés afin de refouler l'eau traitée vers des réservoirs de distribution.

b) Le système anti-bélier : L'arrêt des pompes est souvent associé à un phénomène connu et redouté des exploitants, le coup de bélier. Ce dernier n'est pas uniquement lié à l'arrêt des pompes : il est une conséquence de ce qu'on appelle « transitoires hydrauliques ». Dans une station de pompage, les problèmes liés au coup de bélier surviennent donc :

- Arrêt et démarrage des pompes ;
- Ouverture ou fermeture des vannes et clapets ;
- Modification d'écoulement sur le réseau.

L'anti-bélier est un réservoir, étanche et alimenté en eau par les pompes de refoulement. Le réservoir d'air est le moyen de protection le plus utilisé, peu encombrant, sa place est indiscutable dans une station de pompage [2].

I.4 Fonctionnement de la station de traitement d'eau :

La Station de Traitement d'Eau (STE) est un élément vital du système d'alimentation en eau potable des populations. Elle a pour rôle de transformer (traiter) l'eau brute, reçue du barrage, en eau potable (saine) destinée à l'alimentation des populations.

I.4.1 Alimentation de la STE :

La STE est alimentée en eau potable à partir du barrage par une conduite sous l'effet d'une pompe. Il est à préciser que l'eau brute puisée du barrage est extraite au niveau de la couche intermédiaire du plan d'eau, moins boueuse que l'inférieure. En outre elle subit un dégrillage (élimination des grosses particules) avant de parvenir à la station.

Avant l'entrée des décanteurs sont installés :

- Un débit mètre.
- Une vanne de régulation, permettant d'éviter tout risque de débordement de l'eau décantée.

I.4.2 Traitement de l'eau :

a) Injection des produits de traitement :

A l'aide d'un mélangeur statique d'une capacité de 400m³/h, assurant l'homogénéité du mélange sont ajoutés à l'eau brute :

- De l'hypochlorite de sodium (eau javel) à raison de 2mg/l pour l'oxydation de la matière organique.
- Du sulfate d'alumine à raison de 3mg/l, selon la turbidité de l'eau.
- Un polymère, produit très visqueux assurant une floculation dense facilitant la décantation des sédiments.

b) Réservoir de sédimentation :

Chaque réservoir de décantation comporte trois compartiments destinés respectivement, aux opérations de coagulation et floculation, de sédimentation et de stockage.

L'eau traitée par injection de produits chimiques est reçue dans le 1^{er} compartiment où s'effectue la coagulation (neutralisation des charges) et la floculation ; ensuite et à travers des tubes lamellaires, l'eau passe du 1^{er} au 2^{ème} compartiment du bas vers le haut, sur lesquels se déposent les flocons obtenus grâce au sulfate d'alumine et au polymère, au sommet du 2^{ème} compartiment se trouvent deux canaux par lesquels s'effectue le transfert de l'eau claire vers le 3^{ème} compartiment, celui de stockage. Ce dernier est muni d'un capteur qui est un transmetteur de pression permet d'éviter le débordement et/ou de marche à sec des pompes intermédiaires. A savoir que la station compte deux chaînes de traitement et qu'elles sont interconnectées entre elles au niveau du compartiment de stockage afin d'utiliser qu'un seul détecteur de niveau.

c) Filtration de l'eau :

A la sortie de chaque chaîne de traitement et de décantation est installée une pompe intermédiaire chargée d'envoyer l'eau filtrée vers la conduite de refoulement.

Sur le conduit de refoulement sont interposés :

- Un débit mètre à induction magnétique,
- Un filtre contenant trois (3) couches de sable à savoir : gravier, sable moyen et sable fin, le tous reposant sur une plaque métallique composée de crépines.

Ces filtres ont pour rôle la rétention des particules résiduelles contenues par l'eau décantée. Le colmatage des filtres est décelé par :

- Dès que la pression d'entrée est supérieure à celle de sortie.
- Par le prélèvement opéré par les biologistes.

Après avoir le rapport de colmatage, le processus de lavage du filtre doit être effectué. Ce dernier est enclenché. Il se déroule en deux étapes comme suit :

Le barbotage : on aura la suite des actions suivantes :

- Ouverture de la vanne d'abaissée du filtre, située sur le collecteur des filtres de chaque section, pendant 45s. elle a pour rôle de décompresser le filtre.
- Ouverture de la vanne de lavage, située en haut du filtre, pendant le cycle de lavage. Elle a pour rôle d'évacuer le surplus du filtre.
- Enclenchement du sur-presseur et ouverture de la vanne à air momentanément, envoi d'air à pression à contre-courant. L'étape de barbotage dure entre 3 à 4mn.

Le rinçage : on aura la suite des actions suivantes :

- la fin de l'étape de barbotage, a pour effet, l'enclenchement de l'autre pompe intermédiaire qui assure le rinçage du filtre à contre-courant. Pendant 10mn.
- Démarrage de la pompe du filtre concerné de plus de l'autre pompe, pendant 10s pour le remplissage du filtre.
- La fin du cycle de lavage.

L'ultime opération et l'ajout du chlore (post-chloration) 1mg/l à la sortie des deux sections pour assurer l'eau traitée le long de la conduite, l'eau sera ensuite refoulée vers les réservoirs de distribution.

I.5 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons décrit le fonctionnement de la station de traitement d'eau potable de la ville de Tizi-Gheniff, ainsi que les différentes étapes et ouvrages que suivent les eaux brutes pendant le processus de traitement. Tout cela nous permettra de donner un premier aperçu sur la STE.

Le chapitre suivant sera consacré à la description du matériel électrique et à l'instrumentation utilisée.

II.1 Introduction

Après l'étude du fonctionnement de la station et l'assimilation du processus de traitement, nous vous présenterons les différents équipements utilisés qu'ils soient électriques (pompes, moteurs ...) ou instrumental (Capteur ...).

Cela nous permettra de concevoir notre commande de fonctionnement automatisée qui respectera les différents équipements de la station.

II.2 Capteurs :

Un capteur est un composant de la chaîne d'acquisition, il prélève des informations sur les comportements de la partie opérative (PO) et les transforme en information exploitable par la partie commande(PC).

La nature de l'information délivrée par le capteur peut être logique (deux états), ou analogique et dans ce dernier cas on introduira des convertisseurs analogiques \ numériques et des convertisseurs numériques \ analogiques.

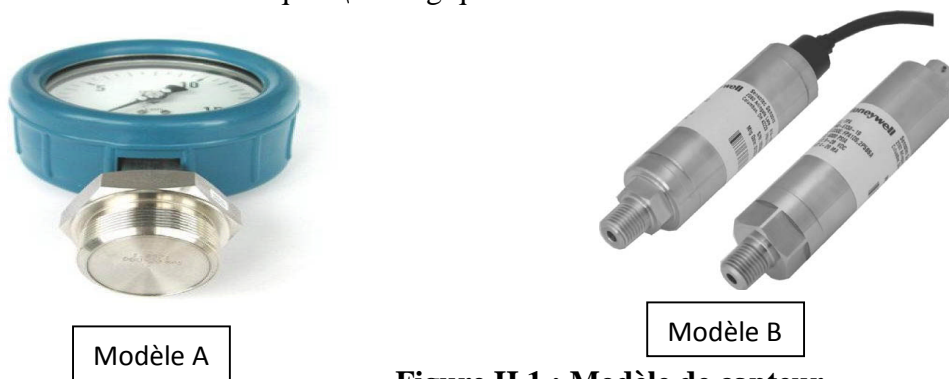


Figure II.1 : Modèle de capteur

La station comporte des capteurs industriels qui s'adaptent à l'environnement ou ils seront implantés grâce à leur large gamme de mesure et différentes possibilités de paramétrage. Du fait leur présentation se fera sur quatre axes :

- Définition.
- Fonctionnement.
- Implantation.
- Paramétrage et mise en service [7].

II.2.1 Débitmètre électromagnétique :

Le débitmètre électromagnétique, nous permet de mesurer le débit des liquides avec une conductivité minimale de 5 micro-siemens par centimètre (Voir figure II.3).



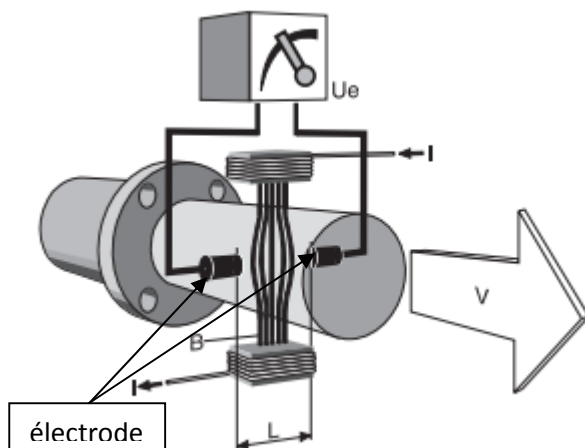
Figure II.3 : Débitmètre électromagnétique

a) Fonctionnement :

Il permet de déterminer la vitesse de passage du fluide conducteur devant les électrodes en délivrant un signal de mesure analogique 4-20mA, proportionnelle à la vitesse de passage du fluide.

b) Principe de mesure :

Le principe de mesure se repose sur la loi d'induction de FARADAY, qui stipule que chaque conducteur en déplacement dans un champ magnétique induit une tension proportionnelle à la vitesse de découlement, dans notre cas du liquide, transmise par le biais de deux électrodes (Voir la figure II.4).



$$\text{Tension induite : } U_e = B * L * V$$

$$\text{Débit volumique : } Q = A * V$$

U_e : tension induite

B : champ magnétique (Tesla)

L : distance entre les électrodes (m)

V : vitesse de passage devant la tête du capteur (m/h)

A : section du tube (m²)

Figure II.4 : Principe de mesure d'un débitmètre électromagnétique

Cette tension est linéairement proportionnelle à la vitesse de passage du liquide :

La tension ainsi générée est recueillie par les deux électrodes du débitmètre qui la transmettent à un convertisseur approprié. Le champ magnétique et la distance entre les électrodes étant constantes, la tension induite est donc fonction de la vitesse du liquide seulement et indépendante des variations de température (viscosité), de pression ou de conductivité.

c) Conditions de montage :

Pour un bon fonctionnement du débitmètre électromagnétique le montage doit suivre les conditions suivantes :

- Il doit être monté à l'écart de tout champ magnétique puissant,
- L'installer de telle manière que la conduite de mesure soit pleine de fluide en permanence,
- Monter les vannes et autres dispositifs d'arrêt en aval, pour éviter le risque de se vider,
- Une légère pente d'environ 3% est recommandée pour favoriser le dégazage,

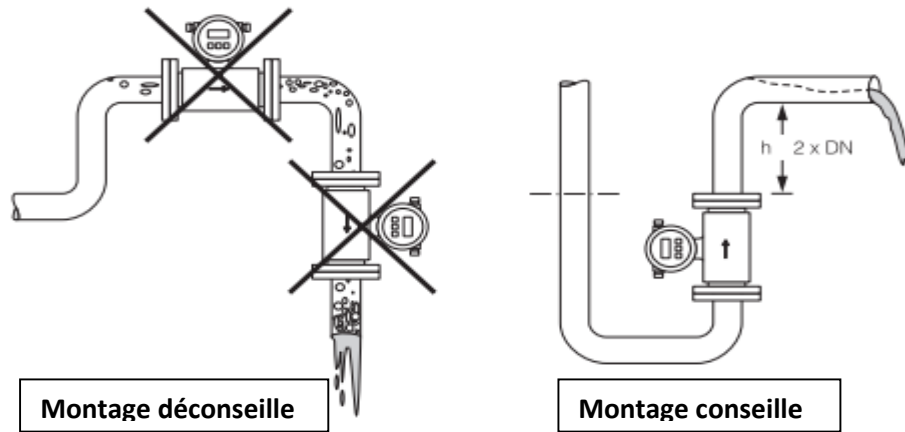


Figure II.5 : Le montage d'un débitmètre électromagnétique

Une mesure correcte est seulement possible avec un tube de mesure rempli. Eviter de ce fait les points d'implantation suivants sur la conduite :

- Pas d'installation au plus haut point de la conduite. Risque de formation de bulles d'air !
- Pas d'installation immédiatement avant une sortie de conduite dans un écoulement gravitaire.

II.2.2 Le transmetteur de pression CERABAR M :

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



Figure II.6 : Transmetteur de pression CERABAR M

a) Fonctionnement :

Le fonctionnement du CERABAR M dépend de la membrane utilisée, il existe deux sortes de transmetteurs de pression, on les classe selon la nature de leurs cellules (cellule métallique et cellule céramique) (Voir figure II.7).

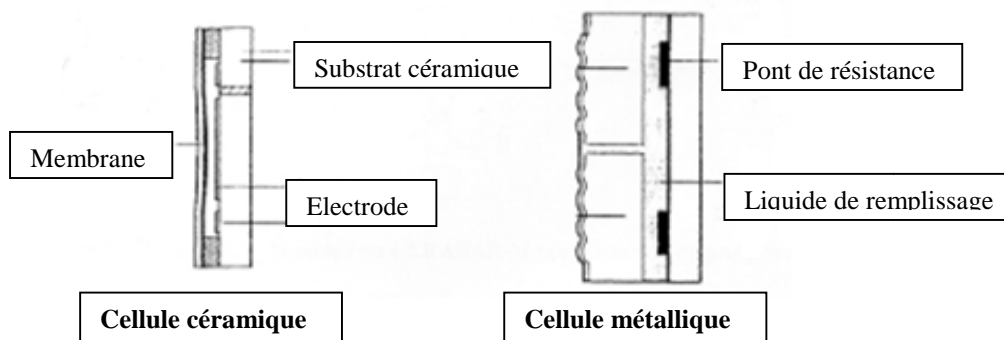


Figure II.7: Schéma représentant les deux cellules d'un CERABAR M

Cellule métallique :

La pression du processus déplace la membrane séparatrice et le liquide de remplissage transmet la pression à un pont de résistances. La variation de la tension de sortie du pont est mesurée et exploitée.

Cellule céramique :

La pression du processus agit sur la membrane céramique et la déplace de la valeur maximale qui est de 0.025mm. La variation de la capacité proportionnelle à la pression est mesurée entre deux électrodes (substrat céramique et la membrane). La gamme de mesure dépend de l'épaisseur de membrane céramique.

b) Principe de mesure :

Dans le cas de notre station, ils utilisent la cellule céramique, le principe de mesure se repose sur la variation de la capacité.

Le capteur capacitif est constitué d'une membrane céramique formant l'électrode mobile d'un condensateur. La seconde électrode, fixe, est montée dans le boîtier et isolée électriquement de ce dernier sur le substrat céramique. La pression ou la différence de pression que l'on veut mesurer est proportionnelle au déséquilibre de capacité du au déplacement de la membrane. (Dans le cas d'une cellule métallique, le capteur capacitif est constitué d'un condensateur double (une électrode mobile entre deux fixes) monté en pont. On mesure alors le déséquilibre de capacité du pont).

c) L'installation :

Le CERABAR M à plusieurs montages, selon la nature, l'accessibilité du procédé, qui garantis son bon fonctionnement ; donc on le trouve comme le montre la figure II.8.



Figure II.8 : Montage du CERABAR sans éléments de protection

Le CERABAR M peut être monté suivant les schémas suivants :

- **Montage sans séparateurs** : il est monté suivant les mêmes règles qu'un manomètre (dans notre cas on veut mesurer la pression de liquide qui est l'eau, alors on n'a pas besoin de séparateurs)
- **Montage avec séparateurs** : pour assurer une protection contre la température, taux d'humidité ou vibrations élevées, ou si le point d'implantation est difficilement accessible.
- **Montage avec capillaire** : pour assurer une protection relativement plus efficace que le séparateur contre la température (max 350°C), taux d'humidité ou vibrations élevées, ou si le point d'implantation est inaccessible [6].

II.3 Pré-actionneurs

II.3.1 Les distributeurs

L'énergie pneumatique destinée aux actionneurs pneumatiques doit être distribuée en pression et en débit de façon constante par les composants adoptés. On classe les distributeurs dans la catégorie des pré-actionneurs.

Les distributeurs sont définis par deux caractéristiques fonctionnelles :

- Le nombre d'orifices principaux nécessaires au fonctionnement des différents types d'actionneurs.
- Le nombre de positionnements définissant l'un l'état de repos et l'autre l'état de travail. Il est possible d'avoir trois positions, il y aura deux positions travail et une pour le repos [7].

❖ Définition du distributeur 5/2 :

Un distributeur est dit monostable lorsqu'il y a un déficit entre le nombre de positions que prend ce distributeur et le nombre de pilotes ou un ressort s'il existe.

Dans notre cas, le distributeur 5/2 (cinq orifices et deux positions) monostable est piloté par une bobine 24V. Le rappel se fait par un ressort. La position stable est la position repos (ressort détendu). Il permet d'alimenter alternativement deux canalisations et d'assurer la mise à l'échappement.

Il assure la commande, le réglage du flux, l'arrêt, le contrôle de la direction, de la pression et de débit.

On représente un distributeur 5/2 monostable comme suit :

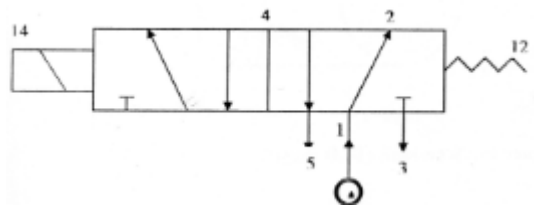


Figure II.9 : Distributeur 5/2 monostable

II.3.2. La variation de vitesse (ALTIVAR 28) :

Les différentes pompes (pompes de dosages utilisées pour l'injection des produits chimiques), sont entraînées par plusieurs moteurs asynchrones.

Pour garantir une bonne injection de produits chimiques même si il y'a une augmentation ou une diminution du débit d'eau brute, on a relié aux pompes de dosages des variateurs de vitesse, dans notre cas c'est l'ALTIVAR 28.

Le variateur de vitesse est un variateur de fréquence, connecté au moteur pour assurer une qualité satisfaisante de production d'eau traitée.



Figure II.10 : ALTIVAR 28

a) Principe de fonctionnement :

Pour commander les moteurs des pompes d'injection des produits chimiques, l'ALTIVAR 28 est paramétré d'une façon proportionnelle au débit de l'eau brute de la conduite d'alimentation.

Un débitmètre électromagnétique envoie un signal de sortie (4-20mA) vers l'automate programmable pour l'enregistrement et le réglage des quantités de dosage des produits chimiques. Par un module d'entrée analogique ce signal sera converti en valeur numérique rangée dans la CPU, et par un module de sortie analogique, cette valeur numérique sera convertie en un signal analogique (4-20mA), qui est l'entrée de l'ALTIVAR 28, la sortie de ce dernier est une fréquence de (0-50Hz) proportionnelle au signal d'entrée (4-20mA) qui commande les moteurs des pompes d'injection des produits chimiques.

b) Les conditions d'emploi de l'ALTIVAR 28 :

L'ALTIVAR 28 est pré-réglé en usine pour les conditions d'emploi suivantes :

- Réseau : 50Hz,
- Tension moteur : 230v ou 400v, selon le modèle.
- Rampe : 3s,
- Petite vitesse : 0Hz,
- Grande vitesse : 50Hz,
- Courant thermique du moteur = courant nominal du variateur.
- Adaptation automatique de la rampe de décélération en cas de surtension au freinage.

II.4 Les actionneurs :

Les actionneurs sont des organes qui transforment une énergie (pneumatique ou hydraulique dans notre cas) prélevée sur une source, en une autre énergie physique (en général mécanique).

II.4.1 Le compresseur :

Appareil, instrument servant à exercer une pression. Il assure une pression de service de 10 bars en permanence pour garantir le fonctionnement des composants pneumatiques (Voir figure II.11).



Figure II.11 : Le compresseur

a) Fonctionnement :

L'air frais, alimenté par le ventilateur d'air frais intégré, est filtré par le(s) filtre(s) d'aspiration. L'air aspiré s'engouffre dans le ventilateur d'aspiration avant d'atteindre l'étage de compression, dans lequel il est comprimé avec le liquide de refroidissement injecté, à la pression finale de compression, dont il remplit les fonctions suivantes :

- Evacuation de la chaleur qui s'est accumulée à la suite de processus de compression ;
- Graissage des paliers ;

- Amortissement des bruits.

A l'intérieur du réservoir de liquide, l'air comprimé est de nouveau séparé à 98% du liquide de refroidissement et le séparateur placé en aval absorbe le liquide de refroidissement encore renfermé dans l'air comprimé. Ce dernier passe ensuite par le réducteur de pression et le clapet anti-retour pour être refroidi à 10-15 °C de plus que la température ambiante dans le radiateur, avant de quitter le compresseur par le raccord d'air comprimé.

Le régulateur d'aspiration s'ouvre juste après que le compresseur ait démarré pour la génération de l'air comprimé. Il se ferme lorsque le compresseur passe en marche à vide après avoir atteint les 10 bars, et s'arrête après l'écoulement d'une temporisation de 10s (pour éviter l'arrêt à charge du compresseur) et redémarre à 8bars.

b) Conditionnement d'air :

Lors du passage de l'air du compresseur à son lieu d'utilisation, l'air s'enrichit en eau due à la condensation dans la cuve du compresseur, et en poussière, rouille des tuyaux de canalisation. Il est donc nécessaire de :

- Filtrer pour retirer ces éléments nuisibles au bon fonctionnement des composants.
- Lubrifier pour faciliter le déplacement des organes mobiles des composants pneumatiques.
- Contrôler sa pression (dans notre cas la valeur de pression utilisée est 6 bars).

A cet effet, on utilise une succession de composants : Un filtre, un détecteur de pression et un lubrificateur (graisseur à goutte) (Voir figure II.12).

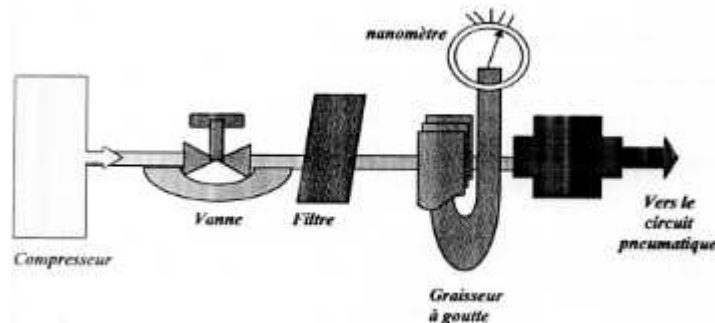


Figure II.12 : Ensemble de conditionnement d'air

II.4.2. Bloc de vannes pneumatiques TOR :

Les vannes TOR utilisées au niveau de la station guident le courant d'eau ou permettent l'échappement d'eau (exemple au niveau des décanteurs, elles permettent l'échappement de la boue).

La pression d'air comprimé leur permet de bloquer ou de libérer la canalisation. L'air admis grâce à une électrovanne à commande électrique. Elle ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée : ouverte dès son alimentation en pression du fait que cela provoque la rotation de la tige associée au disque d'un angle de 90° et fermée après la coupure de l'air comprimé (Voir figure II.13).

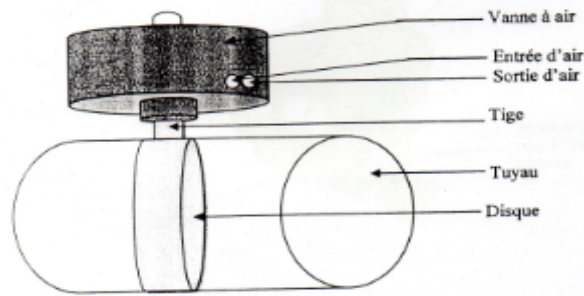


Figure II.13 : Schéma d'une vanne à air

II.4.3. Bloc de vannes pneumatiques de régulation :

Ces vannes sont utilisées afin d'assurer un débit d'eau désiré. Elles sont utilisées dans la station au niveau de l'entrée de l'eau brute qui ne doit pas dépasser un certain seuil, et à l'entrée des 4 filtres pour que leur capacité ne soit pas dépassée.

Les vannes de régulation sont utilisées pour réguler et contrôler le débit de l'eau brute, ou de l'eau à filtrer.

Ce bloc est constitué des éléments suivants :

- Actuateur pneumatique
- Actionneur pneumatique
- Vanne

L'actuateur pneumatique est alimenté en pression selon une plage de mesure réglée, soit de 0,2 à 16 bars qui correspond à la plage de mesure du signal électrique d'entrée de l'actuateur : 4 à 20mA, la pression 0,2 bars (signal 4 mA) correspond à la fermeture totale de la vanne (rotation de disque de la vanne de 0°). La pression 1,6 bars (signal 20 mA) correspond à l'ouverture totale de la vanne (le disque est à 90°). Les valeurs intermédiaires ouvrent ou ferment la vanne selon le pourcentage demandé.

L'actuateur alimenté à son tour en pression l'actionneur pneumatique (positionneur) qui va agir sur les deux pistons afin d'effectuer une rotation entre 0° à 90° correspondante à la pression transmise.

L'ensemble actuateur-actionneur pneumatique est accordé par un pignon ou une lige solidaire ou disque de la vanne qui fait une rotation entre 0° à 90° en fonction de la pression.

L'ouverture et la fermeture de la vanne sont manœuvrées par l'actuateur-actionneur [7].



Figure II.14 : Schéma de l'actuateur

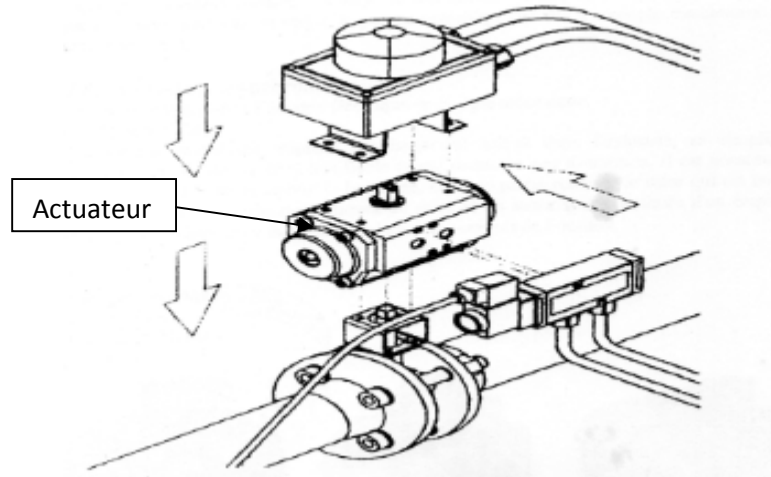


Figure II.15 : Schéma de montage d'une vanne à air avec un actuateur

II.4.4 Le groupe électropompe :

Le G.E.P (Groupe ElectroPompe) se compose essentiellement d'une pompe accouplée à un moteur asynchrone (Voir figure II.16).



Figure II.16 : Présentation d'un groupe électropompe

a) La pompe :

La pompe est un dispositif destiné pour aspirer puis refouler des fluides, transforme ainsi une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation de l'arbre) en énergie hydraulique (débit et pression). Dans notre cas on utilise la pompe centrifuge car elle s'accouple directement avec le moteur asynchrone [5].



Figure II.17 : Pompe hydraulique

b) Le moteur asynchrone :

Le moteur transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en

cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault [5].



Figure II.18 : Moteur asynchrone

- **Principe de fonctionnement :**

Le principe des moteurs asynchrones réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives. La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique B . ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont en fonction du courant I . c'est une grandeur vectorielle.

Dans le cas du moteur triphasé, les trois bobines sont disposées dans le stator à 120° les unes des autres, trois champs magnétiques sont ainsi créés. Compte tenu de la nature du courant sur le réseau triphasé, les trois champs sont déphasés (chacun à son tour passe par un maximum). Le champ magnétique résultant tourne à la même fréquence que le courant soit 50tr/s (voir figure II.19).

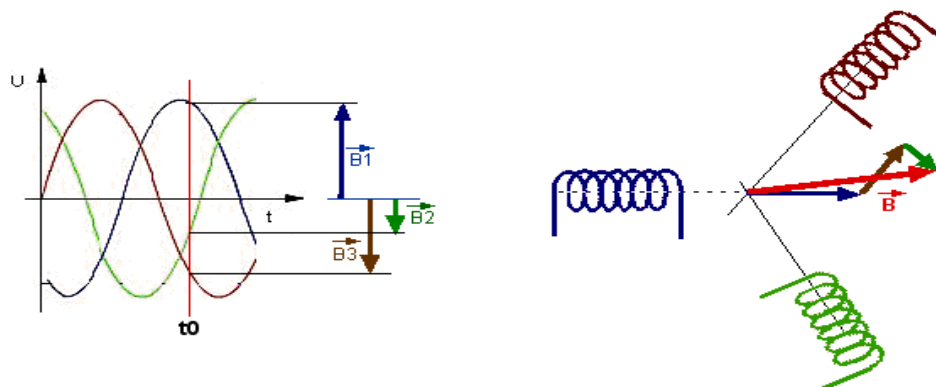


Figure II.19 : Présentation de la résultante des champs magnétiques

L'orientation du champ magnétique dans le rotor : (Voir la figure suivante)

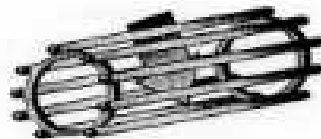


Figure II.20 : L'orientation du champ magnétique dans le rotor.

Le rotor ne peut pas tourner à la même vitesse que le champ magnétique, sinon la cage ne serait plus balayée par le champ tournant et il y'aurait disparition des courants induits et donc des

forces de Laplace et du couple moteur. Les deux fréquences de rotation ne peuvent donc pas être synchrones d'où le nom de **Moteur Asynchrone**.

• **Caractéristique du moteur asynchrone :**

Le couple varie avec la fréquence de rotation pour le moteur et pour la chaîne entraînée.

Les caractéristiques du moteur et de la charge se croisent au point de fonctionnement lequel les couples moteur et résistant sont identiques.

• **Démarrage du moteur asynchrone :**

On désire entrainer une pompe par un moteur asynchrone. Le but du problème est de définir son type de démarrage.

Dans notre cas on a opté pour le démarrage étoile-triangle.

Avantage de ce type de démarrage :

- Démarreur relativement peu onéreux.
- Le courant de démarrage est trois fois plus faible qu'en direct et donc moins perturbant pour le réseau.

Inconvénients :

- Couple de démarrage faible (suffisant pour l'entraînement de la pompe)
- Coupure de l'alimentation et courants transitoires importants au passage Etoile/Triangle.

Schéma de puissance et de commande :

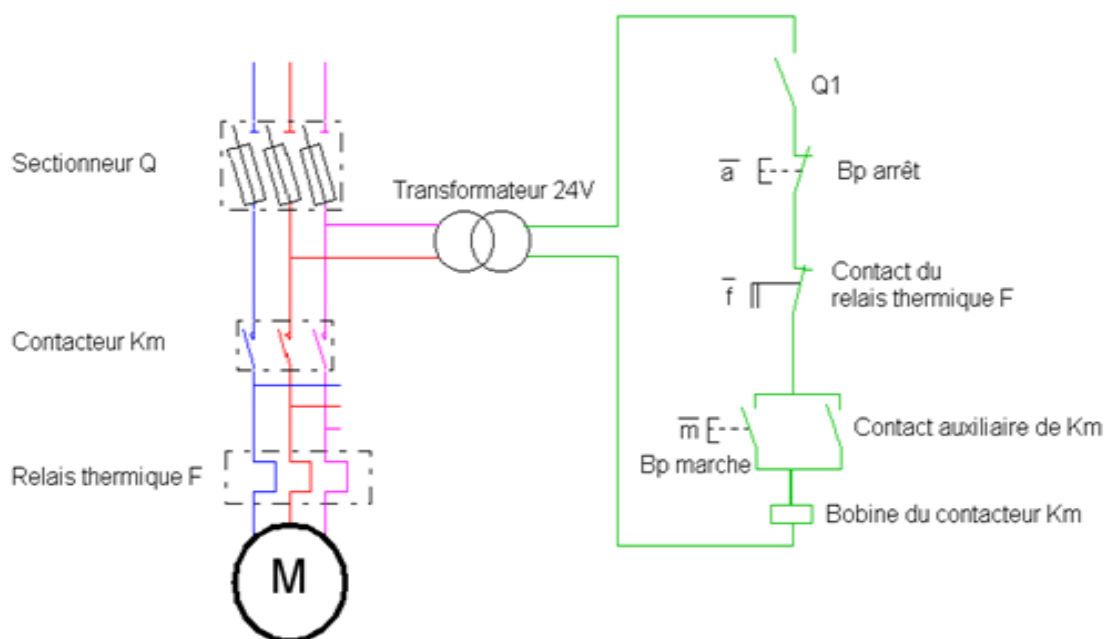


Figure II.21 : Schéma de puissance et de commande direct d'un moteur asynchrone.

Le démarrage s'effectue en deux étapes et dure 3 à 7 secondes :

Première étape : couplage étoile (Y) du moteur : Les enroulements sont soumis à une tension $U/\sqrt{3}$ ($U/\text{racine de } 3$). Le courant de démarrage I_d est réduit par rapport au démarrage direct.

Le couple au démarrage est plus faible qu'en démarrage direct.

Deuxième étape : couplage triangle (∇) du moteur : Quand le moteur est lancé, on passe au couplage triangle. La surintensité qui en résulte est moins importante qu'en démarrage direct et le moteur atteint sa vitesse nominale à pleine tension.

II.4.4. Anti-bélier :

C'est un système utilisé en plomberie. C'est un dispositif destiné à amortir l'onde de choc provoquée par la fermeture rapide d'un robinet ou d'une vanne. Cette onde de choc est appelée coup de bélier.

Cet objet est souvent constitué d'un bocal étanche (figure II.22), connecté d'un côté au réseau, là où l'on doit amortir les coups de bélier. À l'intérieur de ce bocal se trouve une membrane en caoutchouc séparant d'un côté le liquide et de l'autre côté, un gaz ou de l'air sous pression. [2]



Figure II.22 : L'Anti-bélier

Lorsqu'un coup de bélier s'enclenche, la surpression engendrée vient faire rentrer le liquide dans l'anti-bélier, déformant la membrane. De ce fait, le coup de bélier se trouve atténué sur le réseau se trouvant après l'anti-bélier.

Certains anti-béliers ne comportent pas de membrane, ce qui pose un petit problème car, le gaz se dissolvant dans le liquide, il perd au fil du temps son effet amortisseur. Il faut donc, de temps en temps, réinjecter de l'air.

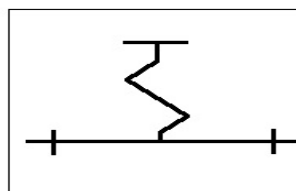


Figure II.23 : Symbole de l'Anti-bélier

II.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait une description détaillée des différents équipements utilisés dans la station de traitement d'eau, qu'ils soient électrique ou instrumental, ainsi que leurs modes de fonctionnements dans la station. Ce qui nous permettra d'élaborer le modèle de la STE sous l'outil GRAFCET. Cette modélisation fera l'objet de chapitre suivant.

III.1 Introduction

La conception d'un système automatisé passe impérativement par la modélisation du procédé, et cela se fait par différents outils précis et relativement simple à mettre en œuvre à savoir le réseau de Pétri ou le GRAFCET.

Nous allons à présent, dans ce chapitre, proposer les solutions envisagées pour réduire l'intervention humaine dans le cycle de fonctionnement, améliorer la qualité et augmenter la productivité, ainsi que la sécurité de l'équipement.

Nous terminerons la présentation de l'outil GRAFCET utilisé par les modèles de conduite de notre système automatisé.

III.2 Le GRAFCET

III.2.1 Définition :

Le GRAFCET est un moyen de description du cahier des charges d'un automatisme.

C'est une méthode de représentation graphique qui décrit les comportements successifs de la partie commande d'un système automatisé (ordre à émettre, actions à effectuer, événements à surveiller).

Le langage de spécification GRAFCET permet d'établir une représentation appelée GRAFCET exprimant le comportement attendu de la partie séquentielle d'un système déterminé. Ce langage se caractérise principalement par ses éléments graphiques qui offrent une représentation synthétique du comportement reposant sur une description indirecte de la situation de système [7].

III.2.2 Structure graphique:

Le GRAFCET est défini par un ensemble constitué d'éléments graphiques de base:

- **Les étapes** : Situation dans laquelle le comportement du système par rapport à ses entrées et ses sorties est invariant. Elle est identifiée par un carré et un repère alphanumérique.
Les étapes qui sont actives au début du processus de commande (à l'instant initial) correspondent à la situation initiale, ce sont les étapes initiales.
- **les transitions** : c'est une caractéristique essentielle, elle indique la possibilité d'évolution entre étapes. On associe à chaque transition une condition logique appelée **réceptivité** qui permet de distinguer parmi toutes les informations d'entrée possible, uniquement celles qui sont susceptibles de faire évoluer la partie commande.
- **Les liaisons orientées** : elles indiquent les voies d'évolutions en reliant des étapes aux transitions et réciproquement. Le sens conventionnel de lecture se fait de haut en bas, sauf si une flèche précise un sens différent. (figure III.1)

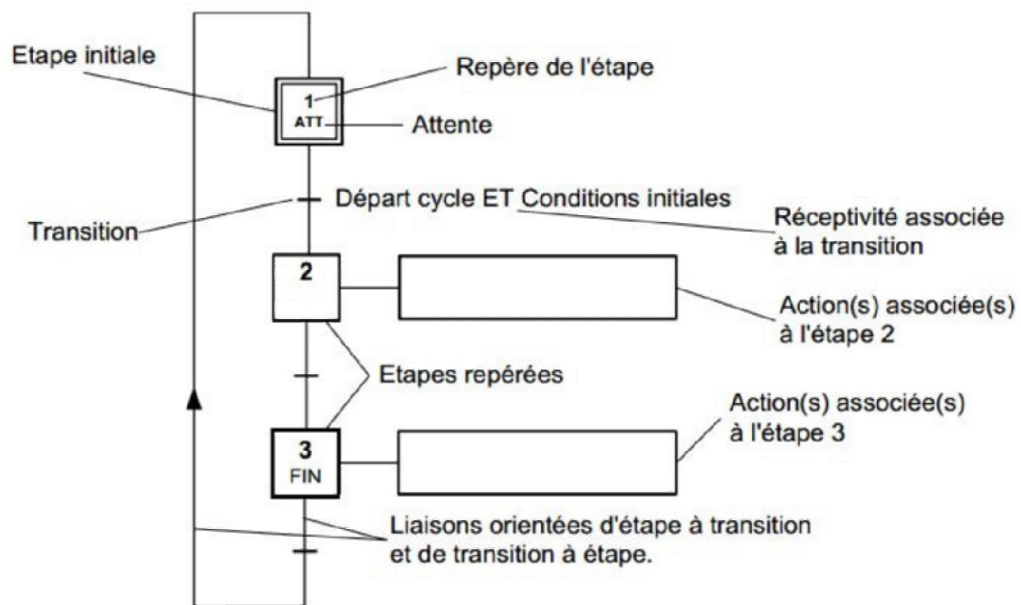


Figure III.1 : structure graphique d'un GRAFCET.

III.2.3 Niveau d'un GRAFCET

● GRAFCET niveau 1 (spécifications fonctionnelles):

C'est le niveau de la PC, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la PC en réaction aux informations provenant de la PO indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations [7].

● GRAFCET niveau 2 (spécifications technologiques et opérationnelles):

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviation et non en mots [7].

III.2.4 Règles d'évolution de GRAFCET

● Règle 1 : situation initiale

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise l'état de la partie opérative au démarrage de la partie commande. Elle correspond aux étapes actives au début de fonctionnement appelées **étapes initiales**.

● Règle 2: Franchissement d'une transition

L'évolution de la situation du GRAFCET s'accomplit par le franchissement d'une transition, ce qui ne peut se produire:

- Que lorsque cette transition est validée;
- Et que lorsque la réceptivité associée à cette transition est vraie. Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition est alors franchie.

● Règle 3 : Evolution des étapes actives

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

● Règle 4: Evolutions simultanées

Toutes les transitions franchissables sont simultanément franchies. Cette règle de franchissement simultané permet de décomposer un GRAFCET en plusieurs parties, tout en assurant de façon rigoureuse leurs interconnexions. Dans ce cas, il est indispensable de faire intervenir, dans les réceptivités, les états actifs ou inactifs des étapes i notés X_i et \bar{X}_s Respectivement.

● Règle 5 : Activation et désactivation simultanée

Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape est en même temps désactivée et activée, elle reste active.

III.2.5 Macro-étape :

a) Définition

Une Macro-étape est utilisée pour simplifier la représentation, pour la rendre plus lisible, ou pour insister sur certaines structures sans se perdre dans les détails.

Une macro-étape est la représentation unique d'un ensemble unique d'étapes et de transitions, nommé expansion de la macro-étape.

b) Règles et représentations

L'expansion d'une macro-étape comporte une étape d'entrée repérée E et une étape de sortie repérée S. Tout Franchissement d'une transition en amont de la macro-étape provoque l'activation de l'étape d'entrée E_i de son expansion (figure III.2).

L'étape de sortie S_i de l'expansion participe à la validation de la transition en aval de la macro-étape.

Il n'existe aucune liaison structurale entre d'une part, une étape ou une transition de l'expansion de la macro-étape, d'autre part, une étape ou une transition d'un autre graphe de la représentation. (Figure III.2)

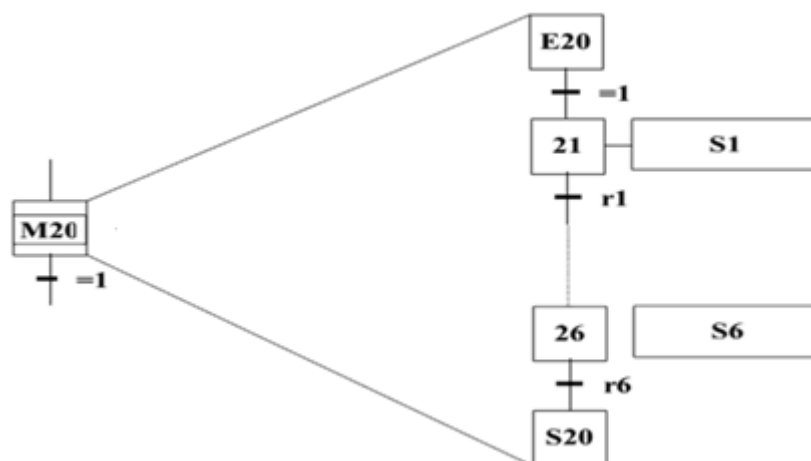


Figure III.2 : Représentation d'une Macro-étape

III.3 Temporisation :

Les temporisations sont des variables booléennes qui permettent une prise en compte du temps. Pour transcrire ces temporisations, on fait appel à un opérateur normalisé $t_1/x_i/t_2$. Avec :

- t_1 : le retard apporté au changement de l'état inactif de l'étape i.
- t_2 : le retard apporté au changement de l'état actif de l'étape i.

III.4 Application :

III.4.1 Cahier des charges :

Notre cahier des charges repose essentiellement sur l'automatisation du mode de production et de lavage des filtres [2].

❖ Mode de production :

- Alimentation en eaux brutes : le débit est fixé à 120m³/h,
- Injection des réactifs : Pré-chloration 2mg/l
Post-chloration 1mg/l
Sulfate d'alumine 30mg/l
Polymère 0.06mg/l
- Les décanteurs : niveau max est 80%
Niveau min est 25%
- Pompes intermédiaires : démarrage à 40%
Arrêt à 20%
- Débitmètre électromagnétique intermédiaire : le débit est fixé à 120m³/h

❖ Mode de lavage :

- Pour une différence de 0,5bar entre la pression d'entrée et de sortie des filtres
- Temps d'ouverture de la vanne de lavage partiel 45s
- Temps d'ouverture de la vanne de lavage jusqu'à la fin de l'étape de rinçage
- Temps de barbotage 4mn
- Temps de rinçage 10 mn
- Temps de surplus du filtre 10s

Tableau III.1 des actionneurs et capteurs :

Capteurs	Actionneurs
- débitmètre électromagnétique d'eau brute	- vannes régulation eau brute
- transmetteur de pression	- vannes TOR d'évacuation de boues
- débitmètre électromagnétique d'entrée filtrée A	- vannes de régulation d'entrée filtrée
- débitmètre électromagnétique d'entrée filtrée B	- vannes TOR de lavage
	- pompes doseuses
	- sur-presseur
	- compresseur

III.4.2 Nombre d'entre sortie :

Entrées : **29** (24 Digital Input et 5 Analogique Input)
Sorties : **32** (28 Digital Output et 4 Analogique Output)
Mémentos : **79**

III.4.3 Conditions initiales:

a) Conditions initiales 1:

- niveau des réservoirs 1 et 2 insuffisant
- toutes les vannes sont fermées
- les pompes intermédiaires à l'arrêt
- niveau des décanteurs insuffisant
- niveau du barrage suffisant

b) Conditions initiales 2:

- les trémies des produits chimiques vides
- les malaxeurs en arrêts
- les pompes de dosages à l'arrêt

III.5 Modèle GRAFCET :

Voir la figure III.3, ci-après.

III.6 Conclusion :

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel, il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet aussi de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide de logiciel TIA Portal.

IV.1. Introduction :

Les automates programmables sont parus aux USA vers 1969 grâce à MODICON qui créa le premier automate programmable. Son succès donna naissance à une industrie mondiale qui s'est considérablement développée depuis.

De ce fait plusieurs constructeurs sont apparus sur le marché (SIEMENS, SCHNEIDER, TOSHIBA,... etc.) produisant différentes variétés d'automates qui utilisent des langages de programmation différents.

Aujourd'hui, l'API est le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie, car il répond à tous les besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

L'automatisation de n'importe quel processus a pour but de rendre le système plus rapide, fiable et peut agir devant n'importe quel type de contraintes ou de problème aléatoire.

L'automatisation consiste à rendre automatique les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine.

Dans notre travail demandé nous avons opté pour la gamme SIMATIC S7 de la firme allemande SIEMENS, dont on trouve l'automate programmable SIMATIC S7-300, vu ses performances d'optimalités dans la résolution des problèmes et les diverses possibilités de communication ainsi celles de flexibilité qu'il offre; et on a utilisé pour la programmation le TotallyIntegrated Automation Portal (TIA Portal v13) de Siemens qui représente la nouvelle génération de logiciels d'automatisation se satisfaisant d'un seul environnement, un seul logiciel pour toutes les tâches d'automatisation.

IV.2. Présentation de l'automate programmable:

L'automate programmable industriel (API) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique programmable, et un système de traitement logique d'informations dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction de processus à réaliser.

Il est défini, suivant la norme française EN-61131-1, adapté 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, par exemple, on cite les automates SIMATIC S7. [1]

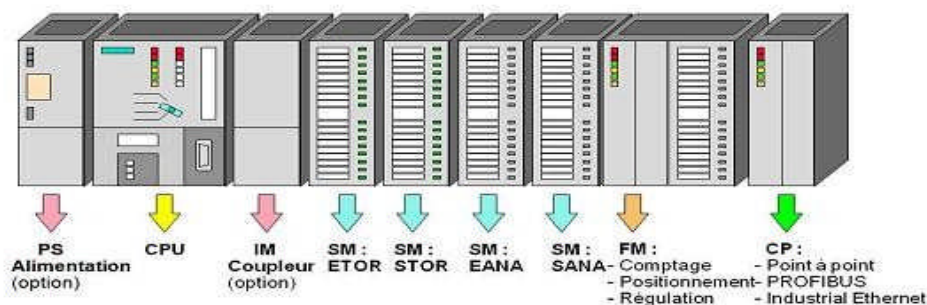


Figure IV.1 : Présentation des modules d'un automate S7-300.

Un automate S7-300 est constitué des modules suivants :

- **Module d'alimentation :**

Ce module permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement, à partir d'une alimentation en 220v en alternatif, ce module délivre des tensions dont l'automate à besoin (5, 12, 24v) en continu.

- **Unité centrale de traitement :**

Toute « l'intelligence » de l'automate réside dans sa CPU (Unité Centrale). Le S7-300 admet plusieurs types de CPU. Ces derniers se différencient par leurs performances, tout en offrant une logique de commande identique. C'est pour cela que l'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU.

Notre CPU est la CPU 312, elle possède les caractéristiques suivantes :

- Mémoire de travail : RAM 24ko/8k.
- Mémoire de chargement intégrée : RAM 40ko.
- Langage de programmation : TIA Portal
- Organisation de programme : linéaire, structurée.
- Temps d'exécution pour :
 - o Opération sur bit : 0.3 à 0.6 μ s.
 - o Opération sur mot : 1 μ s.
 - o Opération de comptage/temporisation : 12 μ s.
- Temps de cycle : 150ms (par défaut).
- Interface MPI.
- Vitesse de transmission : 187.5bit/s.

- **Coupleur de périphériques :**

Le coupleur de périphériques est un processeur qui assure la communication Homme-Machine ou bien Machine-Machine.

D'autres périphériques sont connectés à l'automate tels que : un mini automate, une console de programmation ou bien un micro-ordinateur.

- **Module d'entrées :**

Permet à l'automate de recevoir des informations prévenantes soit de la part des capteurs (entrées logiques, analogiques ou numériques) ou bien du pupitre de commande.

Ce module permet l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques.

- **Module de sorties :**

Permet de raccorder l'automate avec les différents pré-actionneurs et actionneurs.

- o Pré-actionneurs (contacteurs, électrovannes, distributeurs, relais de puissance,... etc.) ;
- o Actionneurs (moteurs, vérins, éléments de signalisation,...etc.)

Les sorties peuvent être logiques, analogiques ou bien numériques.

- **Modules de fonctions :**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivants qui sont les plus couramment utilisés :

- Module de comptage.
- Module de régulation.
- Commande numérique.

- **Console de programmation :**

La console de programmation (ou bien un PC) contient le logiciel de programmation (TIA Portal) qui nous permet :

- D'écrire le programme, le compiler et de le transformer à l'automate.
- D'exécuter le programme pas à pas, et de le visualiser.
- De forcer ou de modifier des données telles que les entrées, les sorties, les bits internes, les temporisations, les compteurs, ...etc.

IV.3.Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés industriels :

Un système automatisé est un ensemble de moyens matériels et logiciels constituant la partie communication et production d'une installation industrielle.

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectif pour :

- Une meilleure rentabilité.
- Une meilleure compétitivité.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- Faciliter la maintenance de l'installation par un diagnostic rapide.
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation des charges lourdes, etc.).

IV.3.1. Structure générale d'un système automatisé :

Tout un système automatisé peut se décomposer selon le schéma de la figure IV.2 suivant [1] :

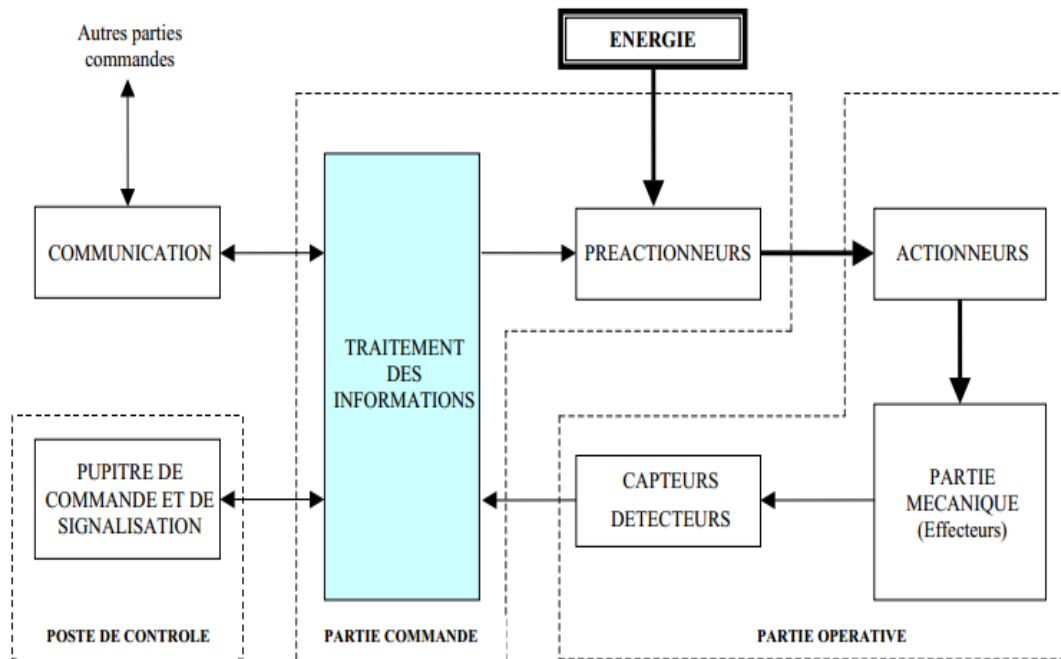


Figure IV.2 : Structure d'un système automatisé

Les systèmes automatisés utilisés dans les secteurs industriels possèdent une structure de base identique, ils sont constitués de plusieurs parties et qui sont reliées entre elles, à savoir :

- **Partie opérative (PO) :** Cette partie puissante comporte les éléments (pré actionneurs, détecteurs).
- **Partie commande (PC) :** Elle élabore les ordres nécessaires à l'exécution d'un processus et reçoit en retour des comptes rendus qui l'informent sur l'état des opérations effectuées.
- **Partie relation (PR) :** Ou pupitre de dialogue, c'est un appareil de contrôle qui permet une intervention rapide sur la machine, par exemple : présélection de valeur de consigne, la lecture des données machines.

IV.3.2. Système de commande :

L'automaticien dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser l'organe de commande de son système qui est classé habituellement en deux catégories soit :

a) La logique câblée :

C'est celle utilisée au niveau de la station de traitement d'eau de Tizi-Ghennif, sa mise en œuvre de la théorie de l'expérience. Cette technologie est simple connue croisée, mais toute modification dans le choix de fonctionnement de l'installation, entraîne :

- Une augmentation du nombre de relais et de fils (coût élevé).
- Une intervention dans le câblage (main d'œuvre).

b) La logique programmée :

C'est la solution proposée, elle utilise un automate programmable industriel (API). L'encombrement se trouve réduit et la recherche de panne et plus ou moins facile.

- Main d'œuvre réduit lors du câblage.
- Modification possible sans intervention sur le câblage.
- Erreur de correction réduite.
- Cout faible.

IV.3.3. Choix d'un automate :

Le choix d'un API revient à considérer certains critères importants : [9]

- La capacité de traitement de processeur
- La nature de traitement (temporisation, comptage,...)
- Le nombre et la nature des entrées sorties (numériques, logiques, analogiques, ..)
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation)
- Les moyens de sauvegarde du programme (disquette, cassettes, ...)
- La fiabilité et la robustesse
- L'immunité aux parasites (bruit)

Le choix s'est orienté vers l'API « S7-300 » qui offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme complète de module
- Gamme diversifiée de CPU
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules
- Liberté de montage aux différents emplacements
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle

IV.3.4. Programmation de l'automate S7-300 :

A chaque famille d'automates correspond à un langage spécifique de programmation.

Les automates de la famille SIEMENS sont programmés grâce au logiciel STEP 7 via une console de programmation au PC et sous un environnement WINDOWS. La figure suivante illustre l'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système [6] :

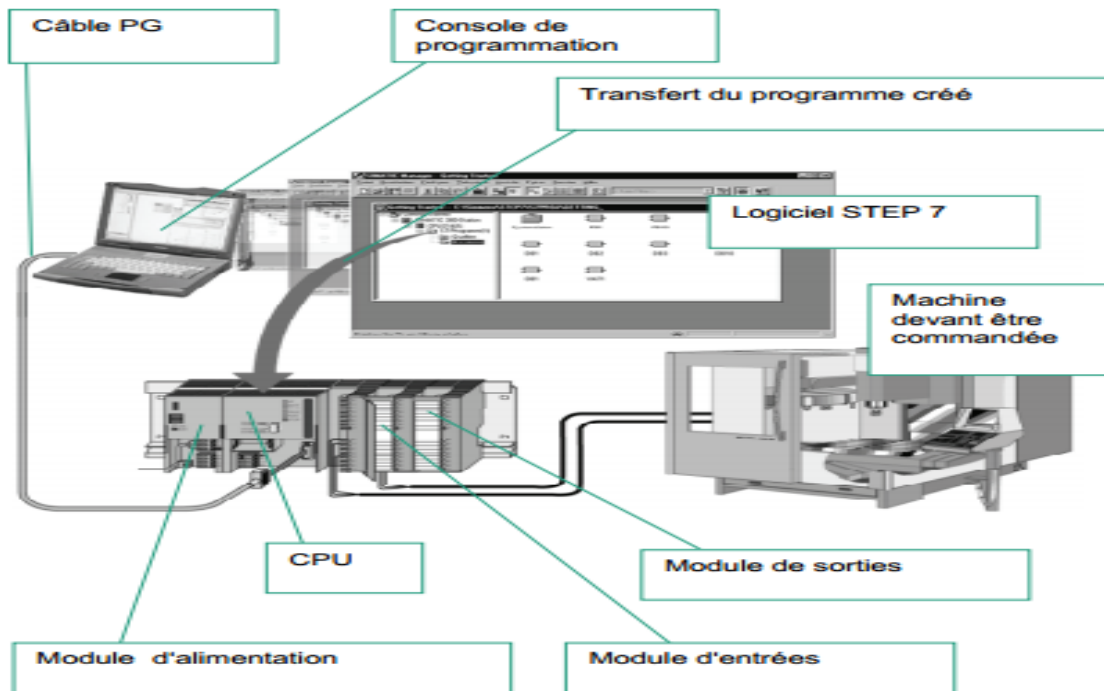


Figure IV.3 :Vue d'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système

Le logiciel TIA Portal offre les possibilités suivantes :

- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- Création et gestion des projets.
- Gestion des mnémoniques
- Test de l'installation d'automatisation.

IV.4. Logiciel de programmation TIA Portal :

IV.4.1 Définition du logiciel TIA PORTAL :

La plateforme TotallyIntegrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13 (dans la version du programme disponible au CTA de Virton). [1]

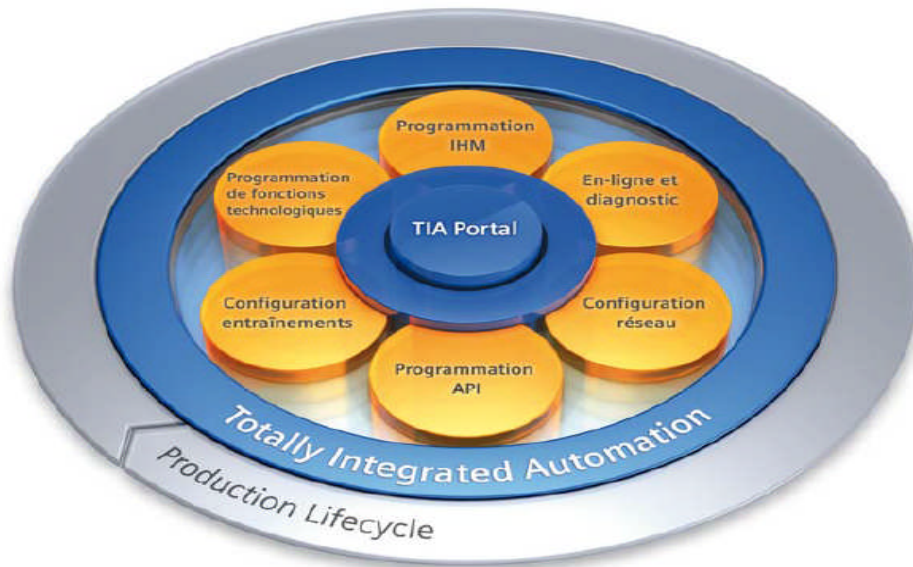


Figure VI.4 : TIA PORTAL de Siemens

❖ **Vue du portail et vue du projet :**

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

- **La vue du portail :** elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions). La fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée.

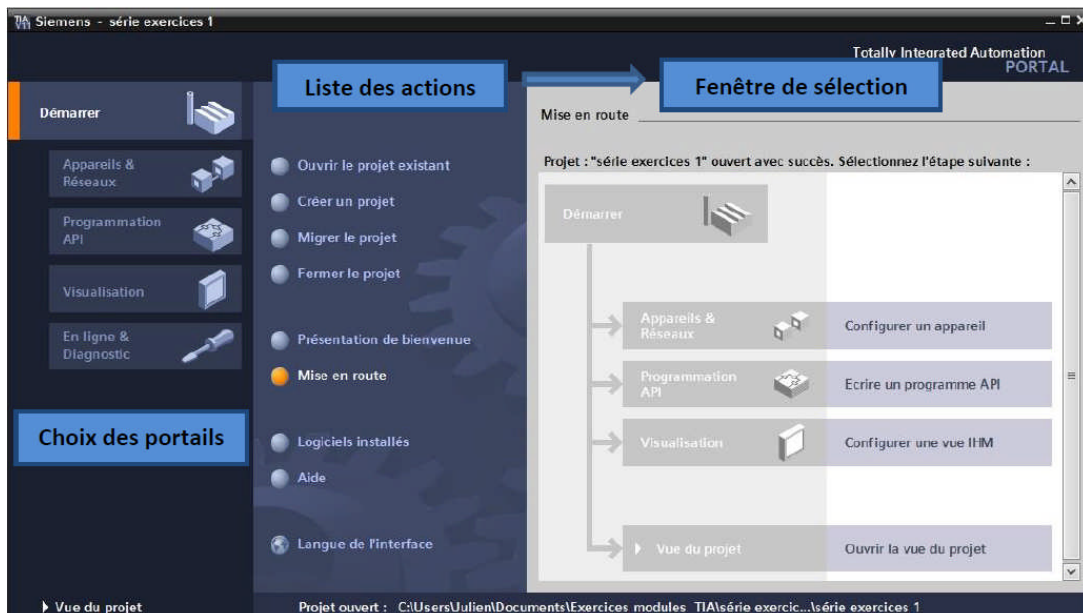


Figure VI.5 : Vue de portail

- **La vue du projet** : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s’ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

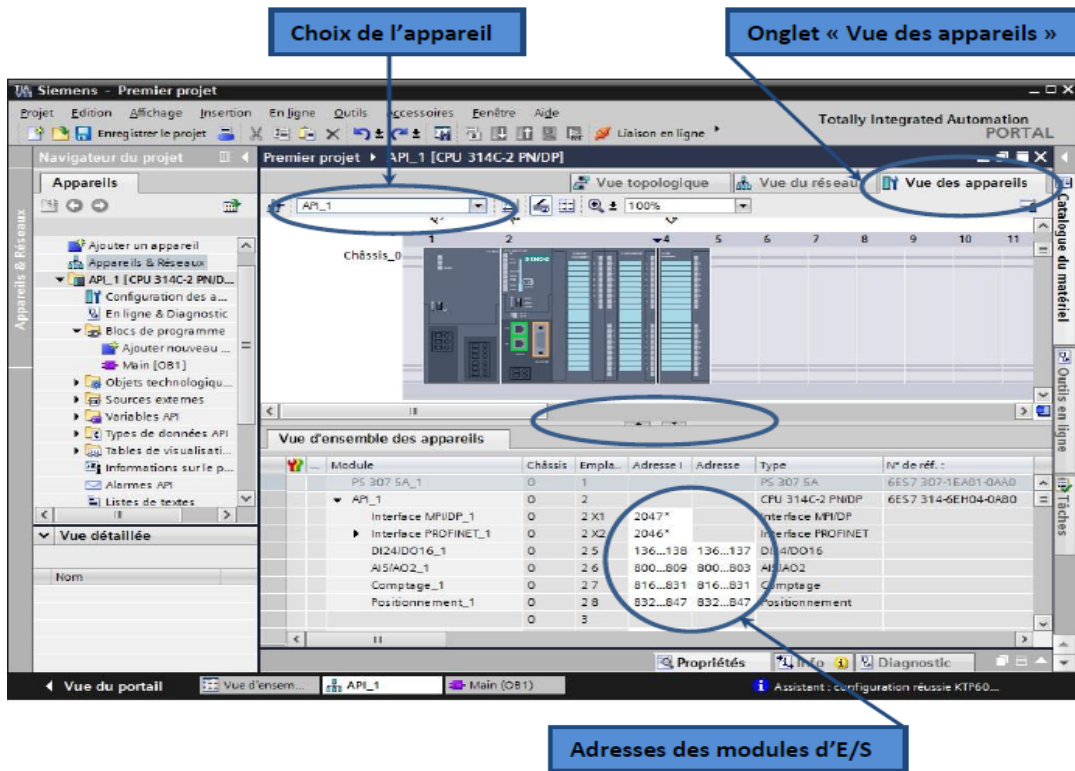


Figure VI.6 : Vue du projet

L’élément « Projet » contient l’ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d’automatisation souhaitée.

IV.4.2. Marche à suivre pour la configuration d’une station :

Quelle que soit la technique de configuration d’une station, il faut toujours vous en tenir aux étapes suivantes pour la configurer :

1. sélectionnez un composant matériel dans la fenêtre “catalogue du matériel” .
2. amenez le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser-lâcher. La figure suivante illustre les manipulations de base :

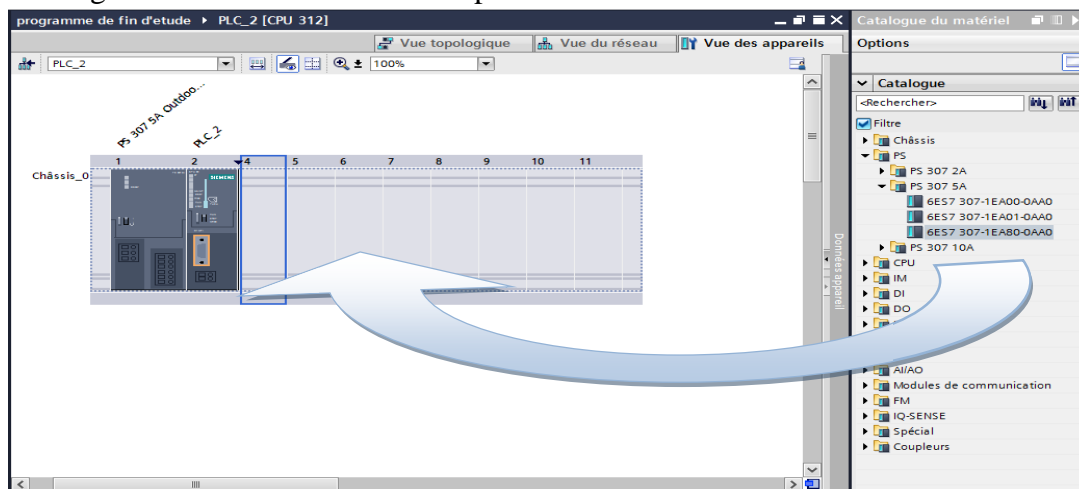


Figure IV.7 : Manipulation de base pour une configuration matérielle

a) Adressage des modules du S7-300 :

On a deux types d'adressage :

- Adressage lié à l'emplacement : Il s'agit du mode d'adressage par défaut, c'est-à-dire que le TIA Portal affecte à chaque numéro d'emplacement une adresse de défaut de modèle fixé à l'avance.
- Adresse libre : Dans ce mode d'adressage, il faut effectuer à chaque mode une adresse de notre choix, pourvue qu'elle soit contenue dans la page d'adressage possible de la CPU.

b) Les mémentos :

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des bistables servant à mémoriser les états logiques 0 ou 1.

Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos (S7-300 dispose de 2048 bits de mémentos). On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegardé dans les mémentos est perdu.

• bloc dans le programme utilisateur :

Un bloc correspond à une partie du programme utilisateur, délimite par sa fonction, sa structure et par son application.

Dans TIA Portal il existe d'une part :

- Des blocs des codes (FB, FC, OB, SFB, SFC).
- Des blocs des données (DB, SDB).
- Et d'autres types de données utilisateurs (UDT).

Les blocs sont rangés dans le dossier « blocs » sous le programme S7 :

❖ Bloc de code :

Il existe les blocs de code suivants :

✚ Bloc d'organisation (OB) :

Il constitue l'interface entre le système d'exploitation du CPU et le programme utilisateur, c'est dans ce bloc que l'on définit l'ordre de traitement du programme utilisateur. Cela revient à dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

✚ Bloc fonctionnel (FB) :

Une FB permet de transmettre des paramètres dans le programme utilisateur. Il contient un programme qui est exécuté quand ce bloc qui est appelé par autre bloc de code. Le bloc FB facilite la programmation des fonctions complexes souvent utilisées. Un FB possède une mémoire (bloc de donnée d'instance).

✚ Bloc de donnée d'instance (SDB) :

Un DB d'instance mémoire les paramètres formels et les données statique de blocs fonctionnels. Il peut être associé à un appel de FB ou à une hiérarchie d'appel de bloc fonctionnel.

Fonction (FC) :

Une fonction est un bloc sans mémoire. Les données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde DS données.

Les SFB et SFC :

Les blocs fonctionnels systèmes (SFB) et fonction système sont intégrés au système d'exploitation de la CPU-S7 pour créer des messages.

❖ **Bloc des données :**

Il constitue les blocs suivant :

Bloc des données (BD) :

Il s'agit d'une zone dans le programme utilisateur qui contient des données utilisateurs.


Bloc de donnée système (SDB) :

C'est une zone de mémoire dans la CPU contenant des paramètres et des paramètres de bloc.

IV.4.3. Création du projet :

En entrant dans TIA Portal (double clic l'icône SIMATIC Manager qui va lancer l'assistant de TIA Portal), l'assistant propose de créer un nouveau projet.

Dans notre cas, nous avons procédé comme suit :

1. lancer SIMATIC Manager par un double clic sur son icône 
2. la fenêtre suivante permet la création d'un projet.

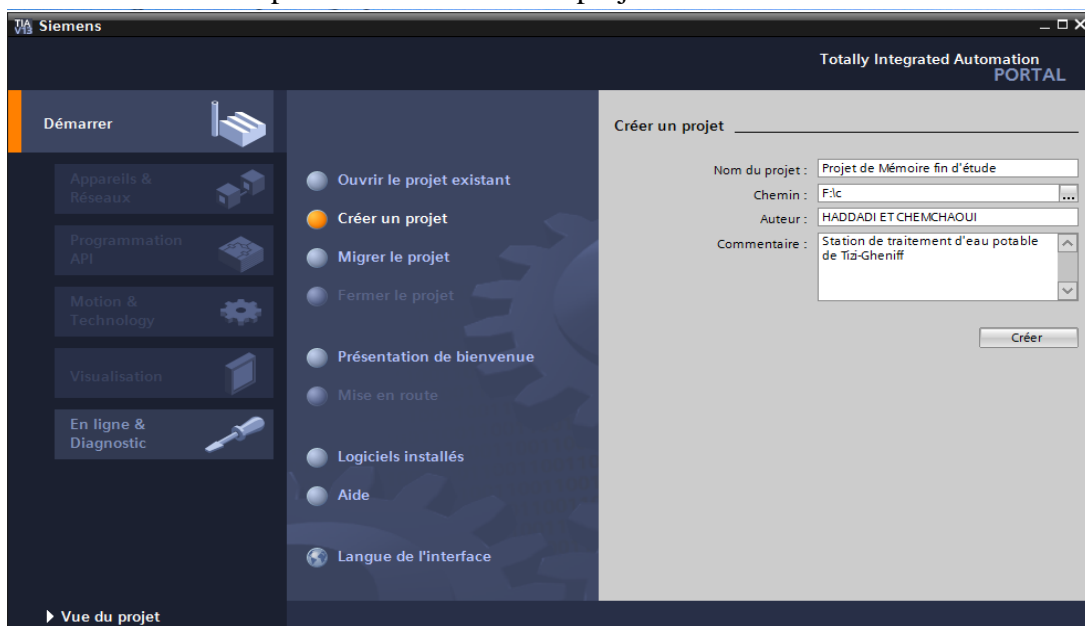


Figure IV.8 : Fenêtre de création d'un projet

3. On clique sur Créer, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU ainsi la configuration matérielle comme il est montré par la figure ci-dessous.

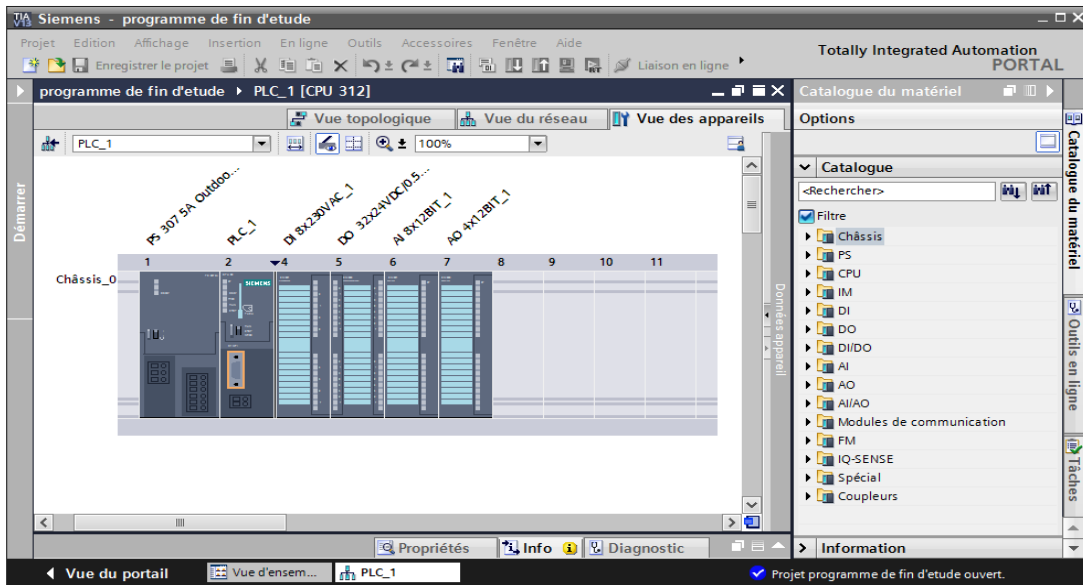


Figure IV.9 : Fenêtre de configuration matérielle

4. Ensuite on passe au programme utilisateur que nous avons écrit pour commander la station, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de TIA Portal.

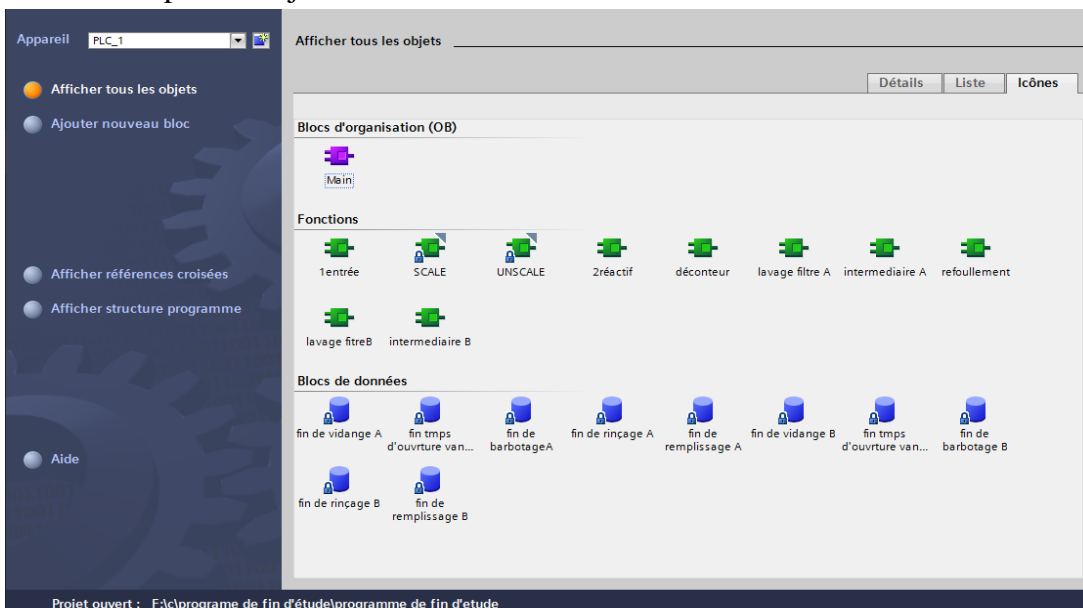


Figure IV.10 : Vue des composants de notre projet

IV.4.4. Saisis des mnémoniques :

Saisir les mnémoniques est très utile, il vaut mieux saisir un programme entièrement en symbole qu'en adressage absolu, c'est beaucoup plus lisible et compréhensible.

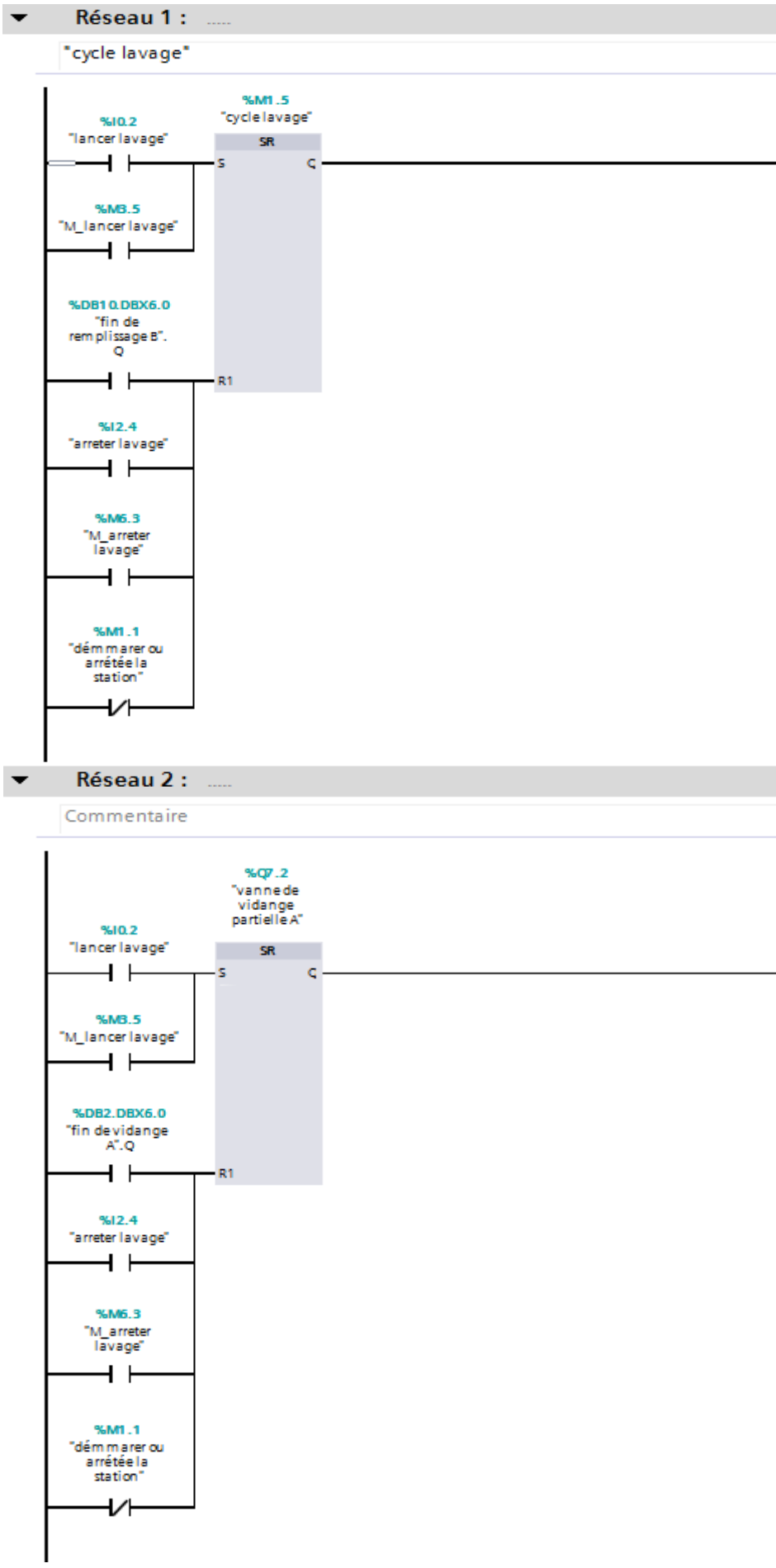
Il suffit d'aller dans la table des mnémoniques et faire entrer les différents éléments, le nom du symbole, son adresse réel, son type et son commentaire (Voir la figure IV.17).

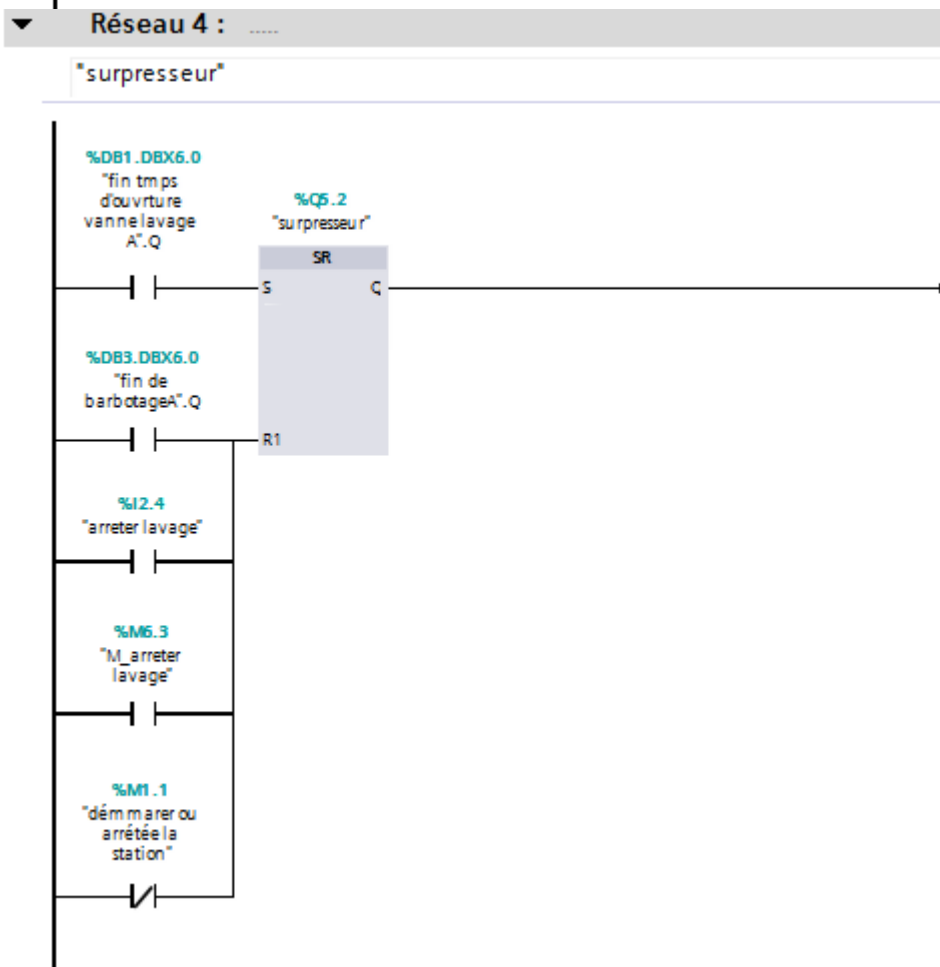
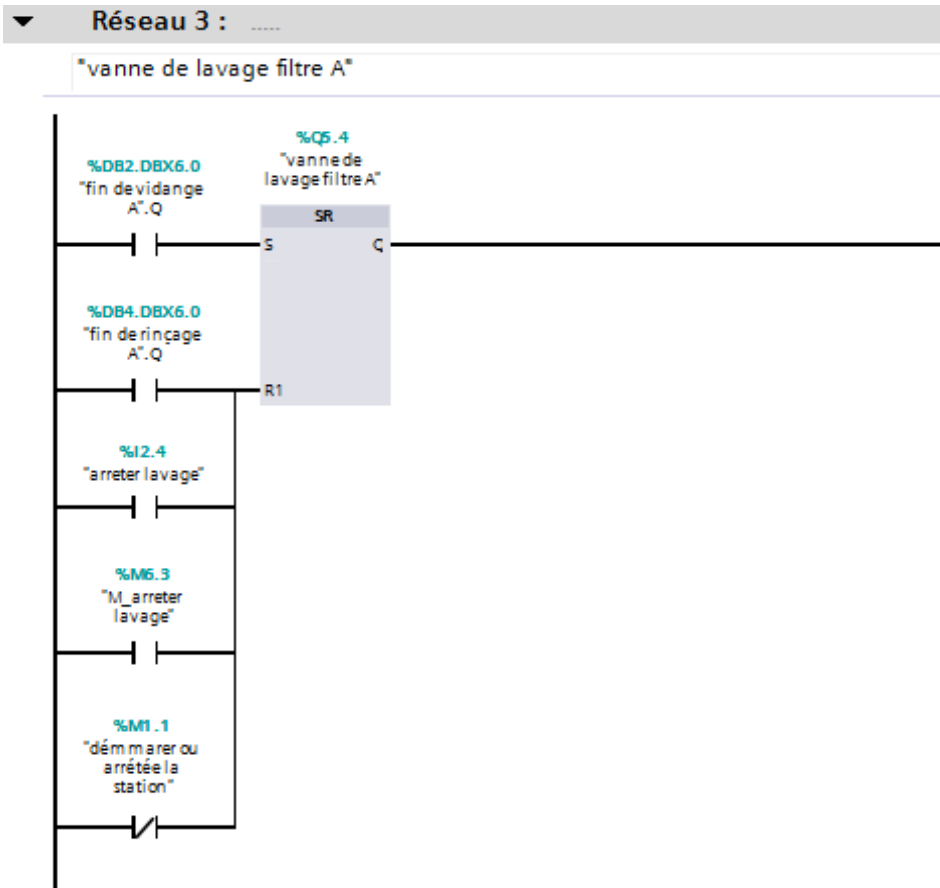
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	BP démarrage	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Bp areet	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	bipolaire	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	capteur de niveau des déconteurs	Int	%IW256		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	valeur real du niveau des déconteu	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	pompe eau brute	Bool	%Q4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	pompe intermédiaire B	Bool	%Q4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	vanne d'évacuation de boue A1	Bool	%Q4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	vanne d'évacuation de boue A2	Bool	%Q4.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	vanne d'évacuation de boue A3	Bool	%Q4.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	vanne d'évacuation de boue A4	Bool	%Q4.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	vanne d'évacuation de boue A5	Bool	%Q4.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	vanne d'évacuation de boue A6	Bool	%Q4.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	vanne de refoulement	Bool	%Q5.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	lancer lavage	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	pressosta pompage	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	surpresseur	Bool	%Q5.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	vanne a air filtre A	Bool	%Q5.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	vanne de lavage filtre A	Bool	%Q5.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	pompe intermediaire A	Bool	%Q5.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	débitmètre d'entrée	Int	%IW258		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	valeur réel du débit d'entrée	Real	%MD18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	pompe de chlore	Bool	%Q5.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	pompe de sulfate d'alumine	Bool	%Q5.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV.11 : Une partie de la table des mnémoniques

IV.4.5.programme de notre station :

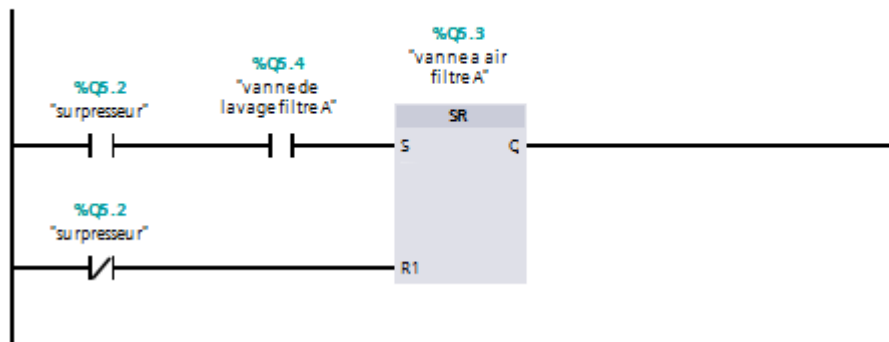
Nous donnons ci-dessous un exemple du programme de notre station qui estle bloc FC4 qui illustre le lavage du filtre A.





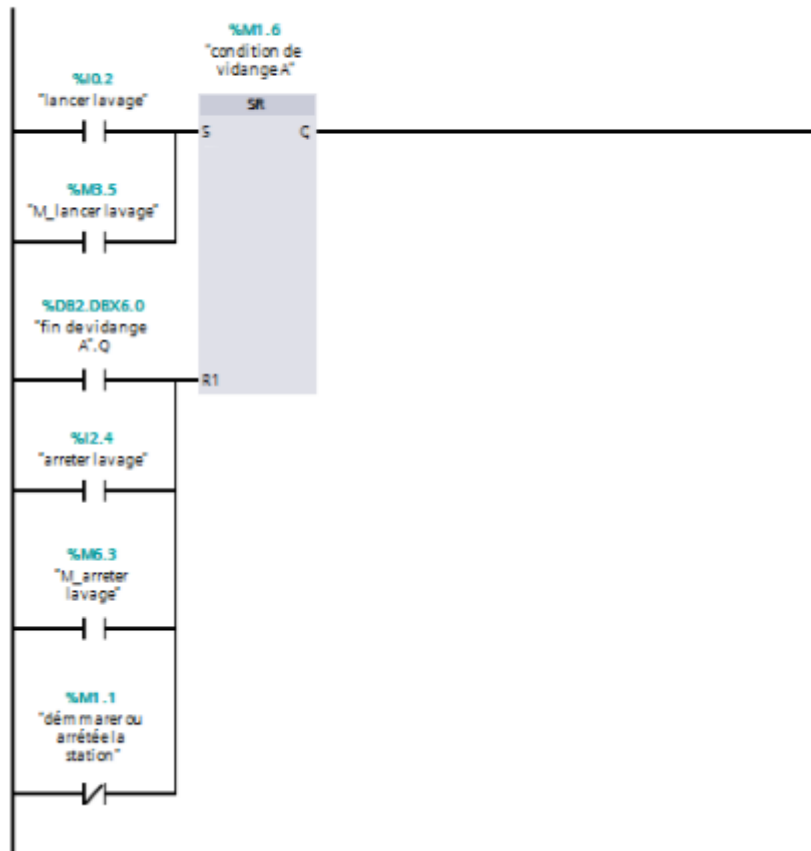
▼ Réseau 5 :

"vanne a air filtre A"



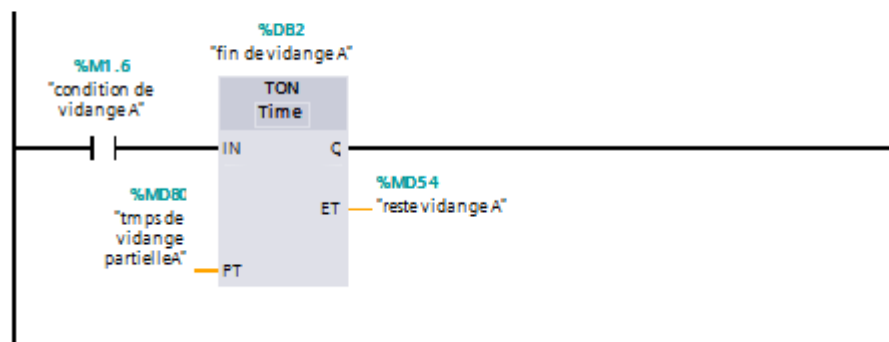
▼ Réseau 6 :

"démaarrer lavage"



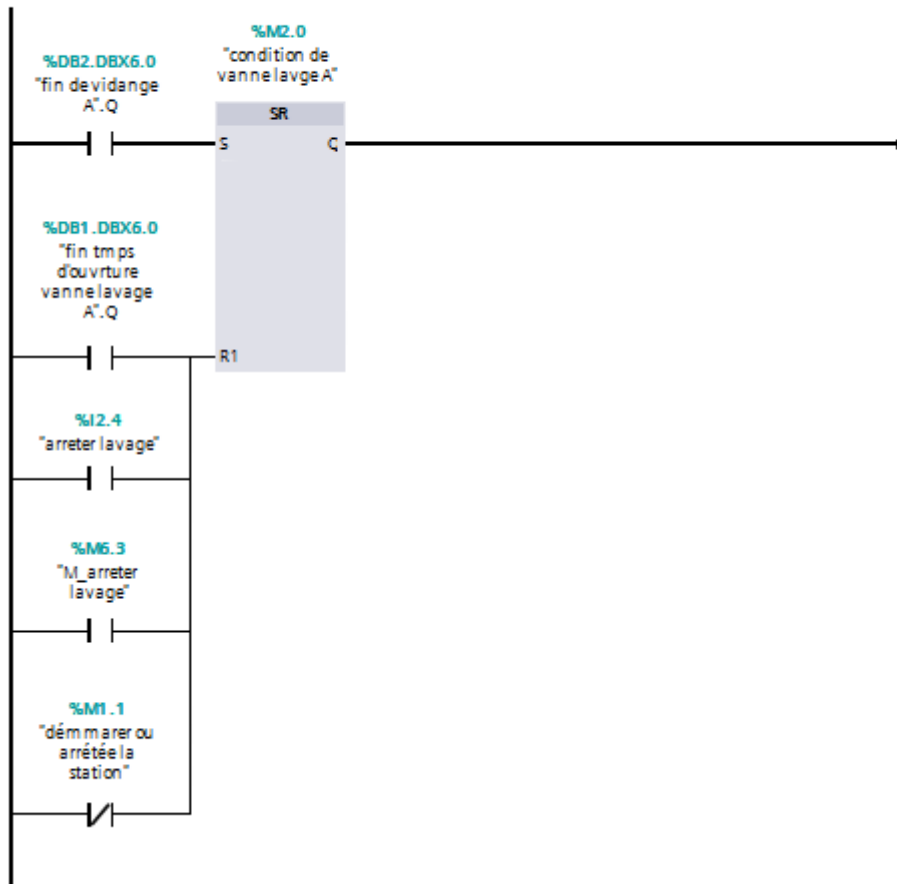
▼ Réseau 7 :

Commentaire



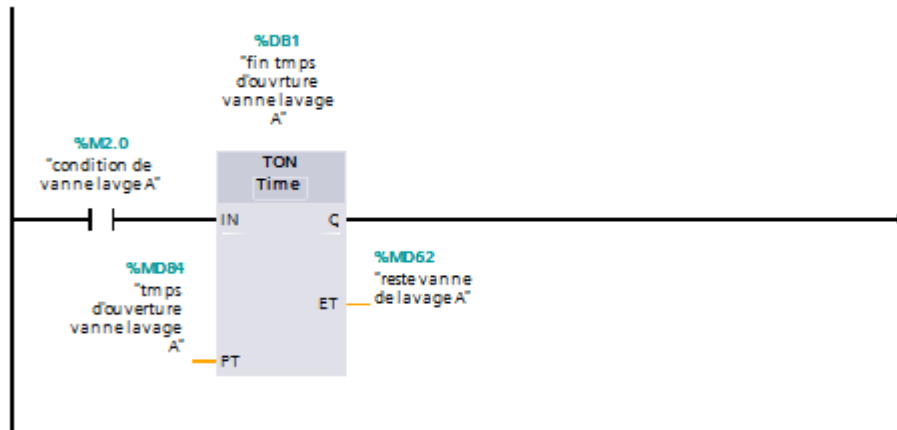
▼ Réseau 8 :

Commentaire



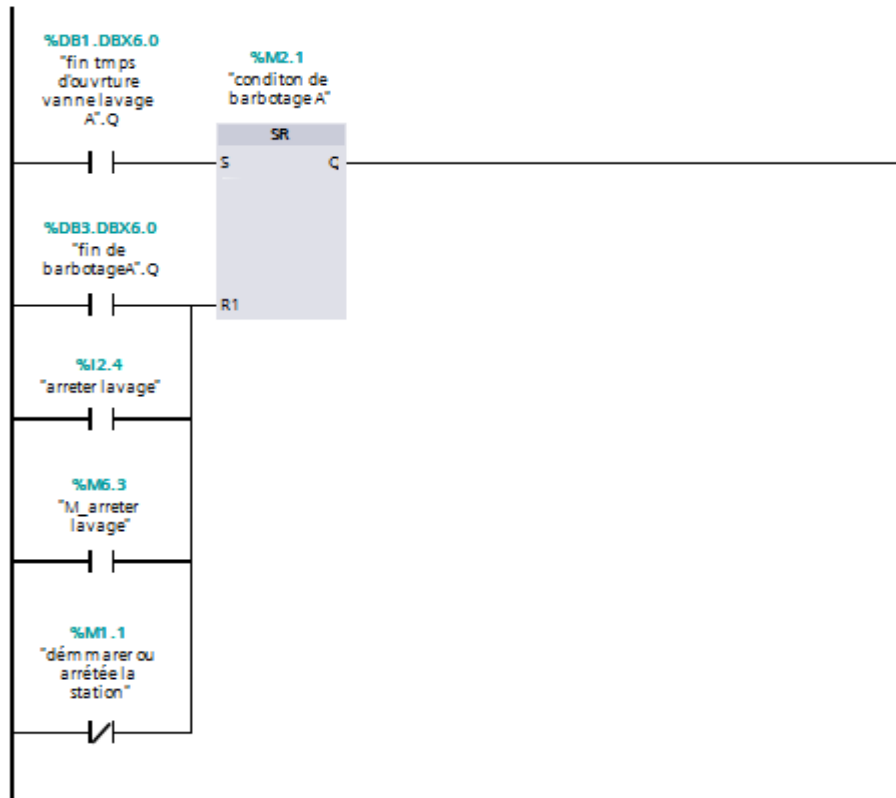
▼ Réseau 9 :

tm ps d'ouverture vanne de lavage filtre A



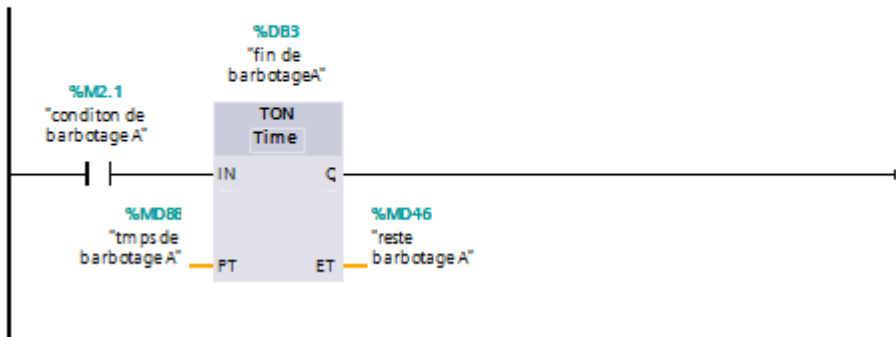
▼ Réseau 10 :

Commentaire



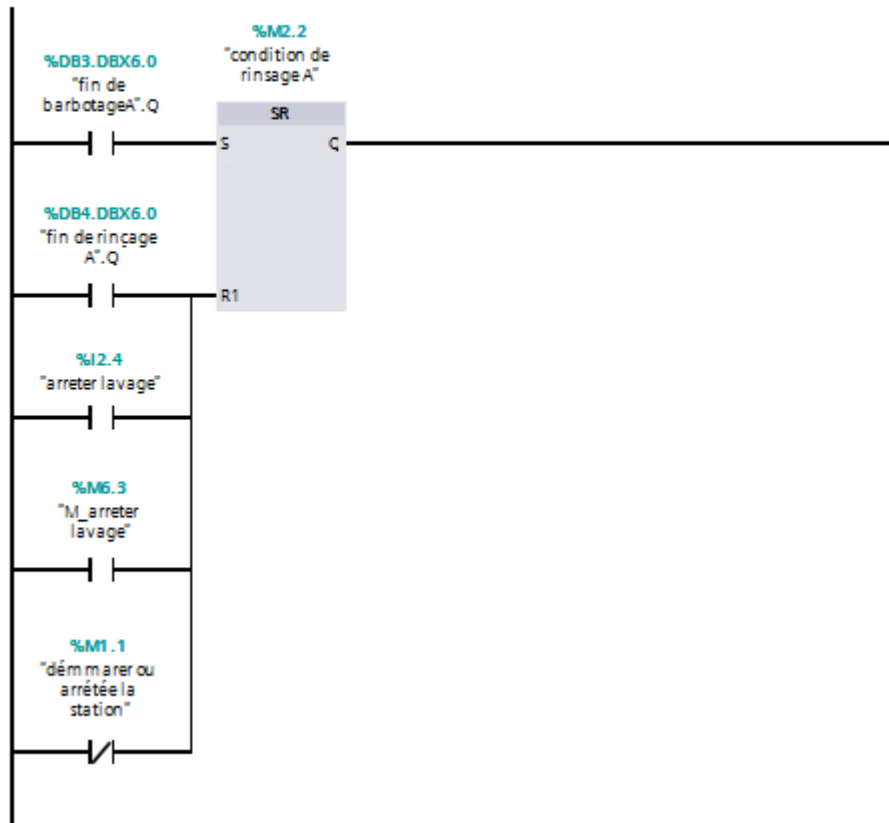
▼ Réseau 11 :

"temps de barbotage A"



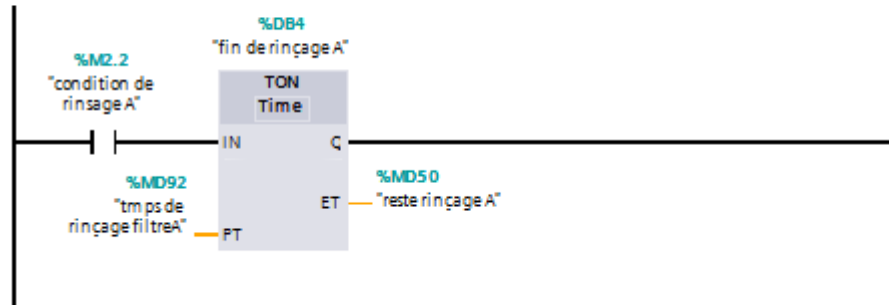
▼ Réseau 12 :

Commentaire



▼ Réseau 13 :

tmps de rinçage filtre A



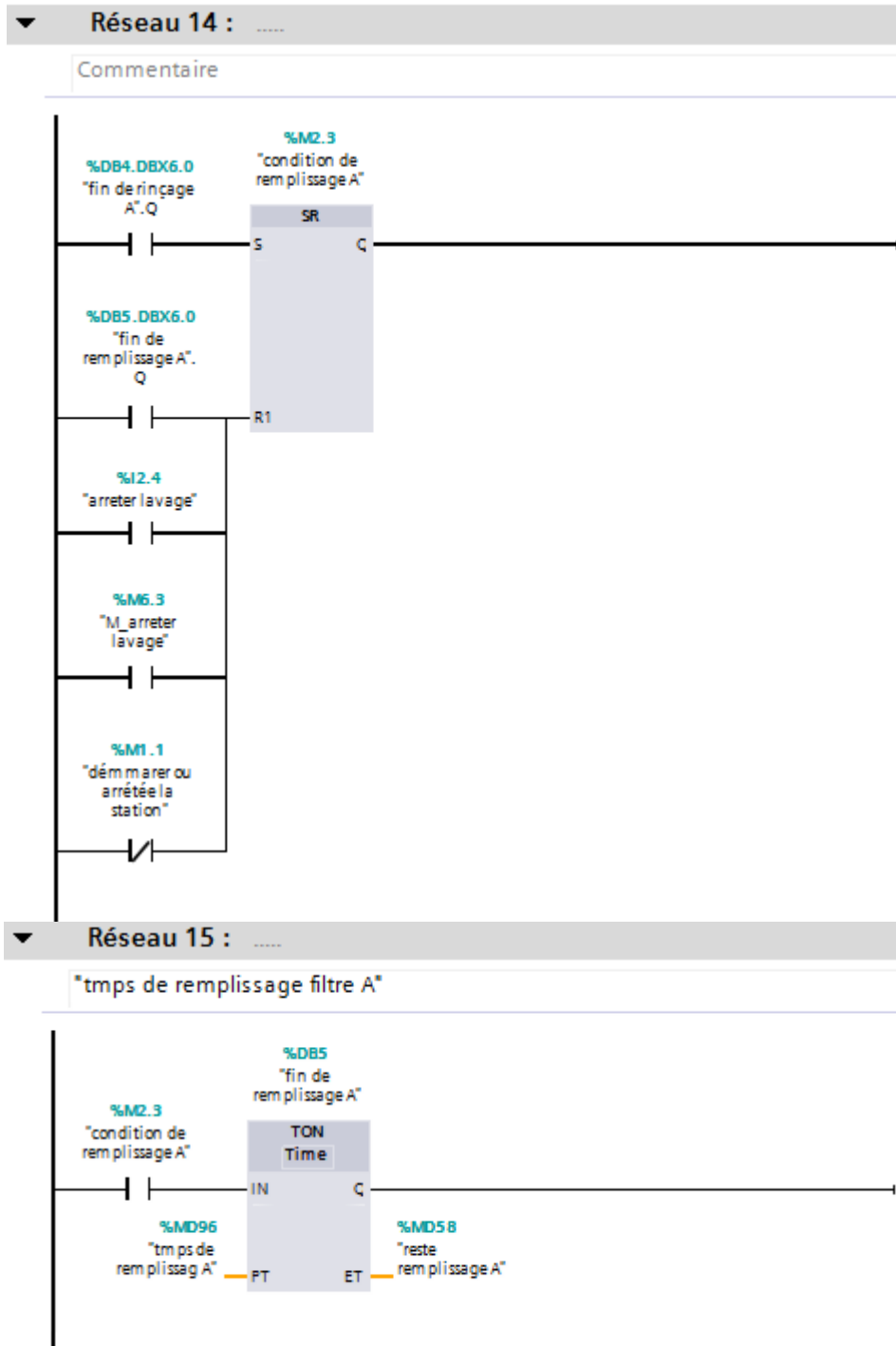


Figure IV.13 :programme du cycle de lavage filtre A

IV.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons pu élaborer un programme avec le TIA Portal et nous avons conçu une solution d'automatisation structurée pour mettre la station de traitement en œuvre.

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 même son implantation sur l'automate réel.

V.1. Introduction

L'exploitation visuelle dans les milieux industriels est nécessaire. Une présentation du Win CC dans le TIA Portal 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 la STE.

V.2. Présentation du Win CC

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.

Le SIMATIC WinCC dans Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration des solutions de commande, de visualisation et d'entraînement. Ce Framework d'ingénierie est une avancée fondamentale dans le développement de logiciels et représente le développement continu et conséquent de la philosophie TIA.

WinCC dans TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC. La gamme de solutions offerte par le prédécesseur de SIMATIC WinCC flexible s'en trouve considérablement élargie.

Pour les applications très complexes avec des solutions Plant Intelligence ou des architectures redondantes, il existe également SIMATIC WinCC V13, tandis que WinCC OpenArchitecture s'adresse aux applications à fort besoin d'adaptation aux spécificités du client, ainsi qu'aux plateformes non-Windows.

V.3. Définition de la supervision

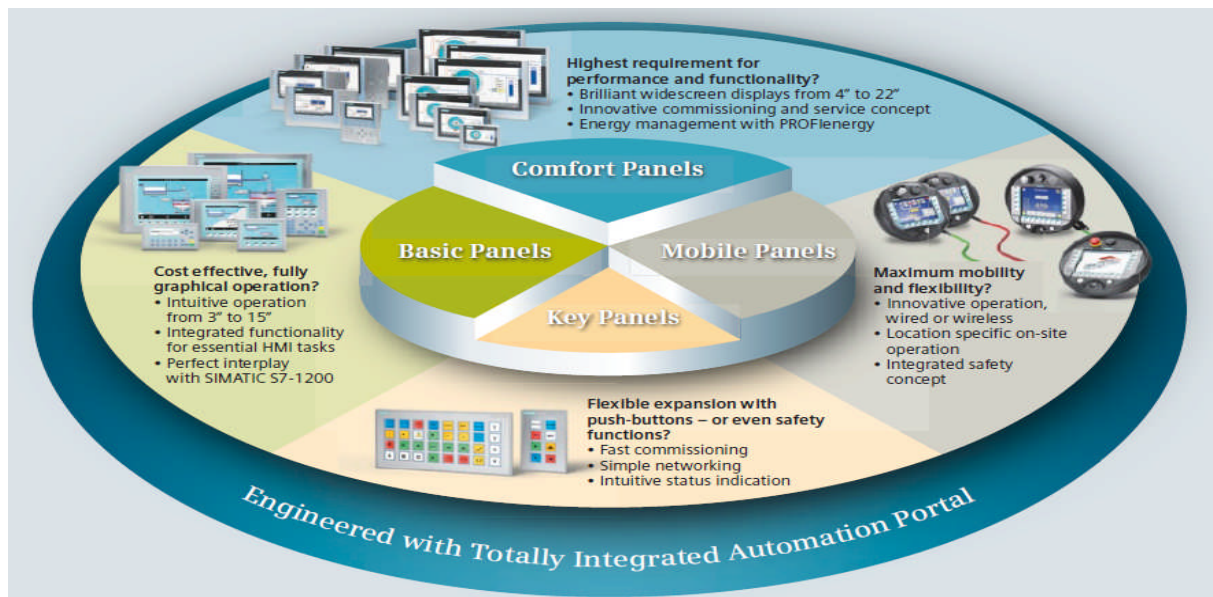


Figure V.1 : plate-forme du Win CC

La supervision est une forme évoluée du 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 préalable, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaire à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle [6].

La supervision permet de nombreuses fonctions :

- ✓ Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- ✓ Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- ✓ Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et de tâches telles que la synchronisation.
- ✓ Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- ✓ Elle surveille les procédés industriels à distance.
- ✓ Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre et ce grâce au Win CC flexible Runtime qui lui intégré.

V.4. 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.2).

➤ 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.

➤ 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.

➤ 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.

➤ 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 :

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

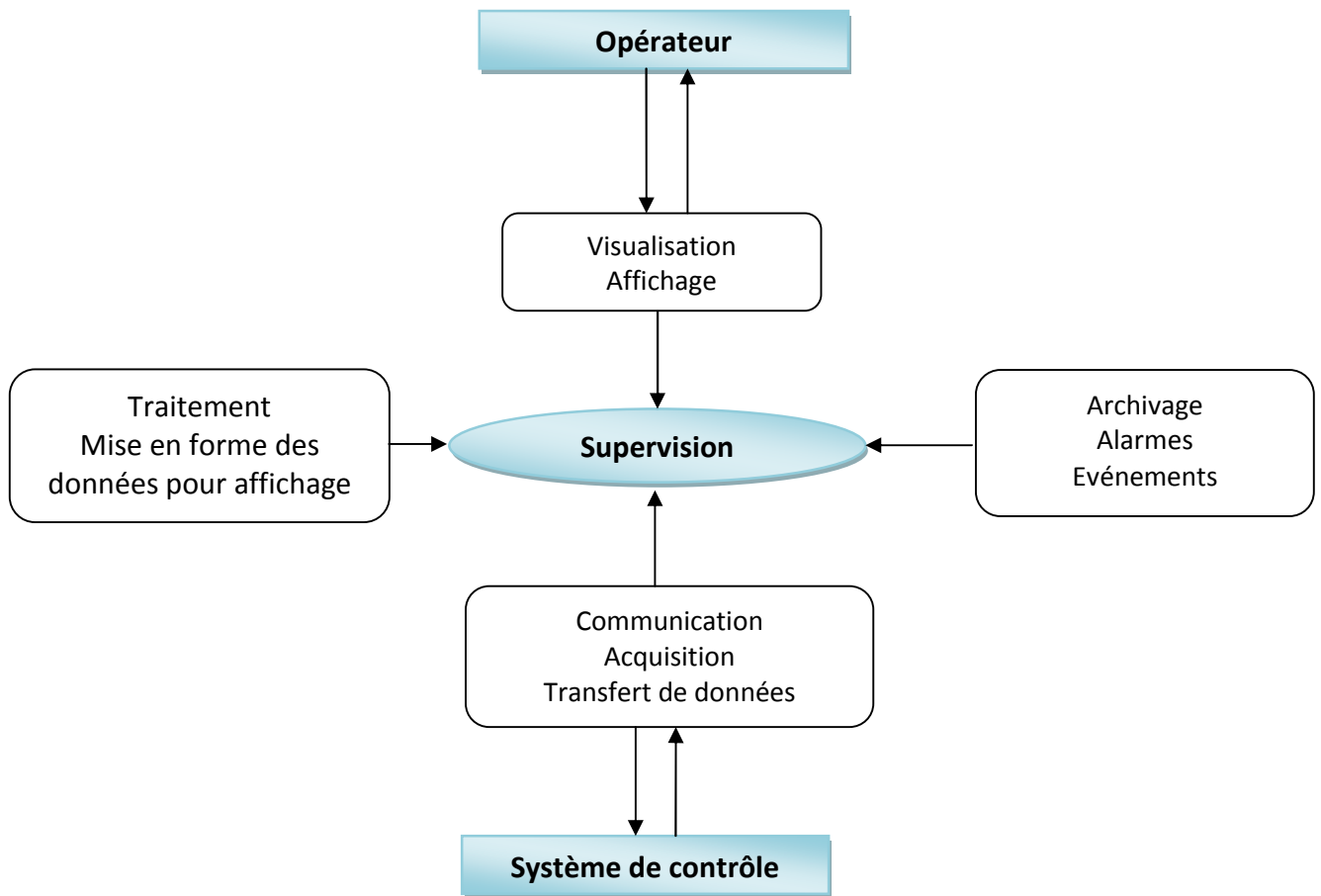


Figure V.2 : Structure d'un système de supervision

V.4.1. Création d'un projet sous Win CC flexible

Une fois notre projet créé on revient dans la vue portail du TIA PORTAL et on choisit «configurer une vue HMI » [3].

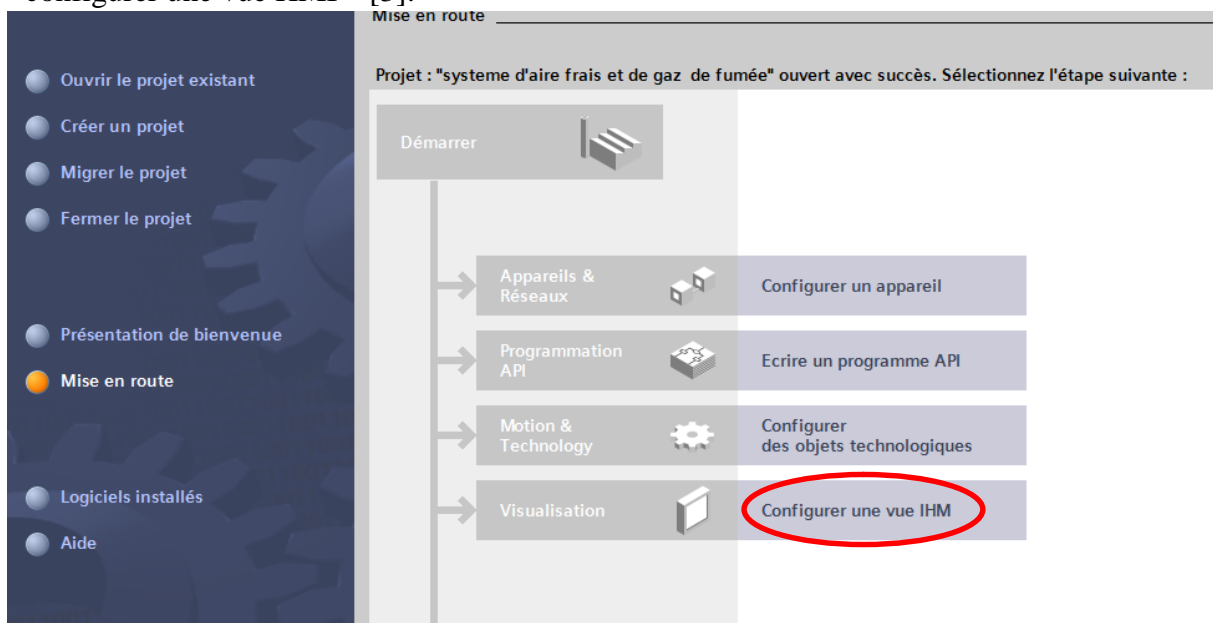


Figure V.3 : configuration d'une vue IHM

Etape suivante on ajoute un appareil.

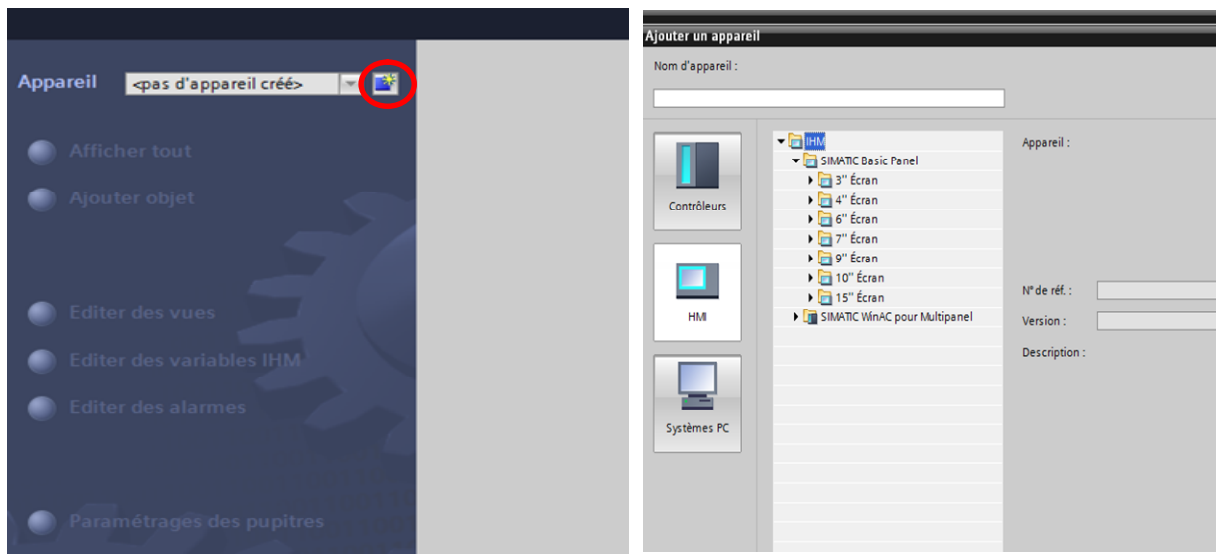


Figure V.4 : ajout d'un appareil IHM

Une fois l'appareil ajouté on doit s'assurer qu'il est compatible avec notre CPU puis on leur fait une liaison via un réseau.

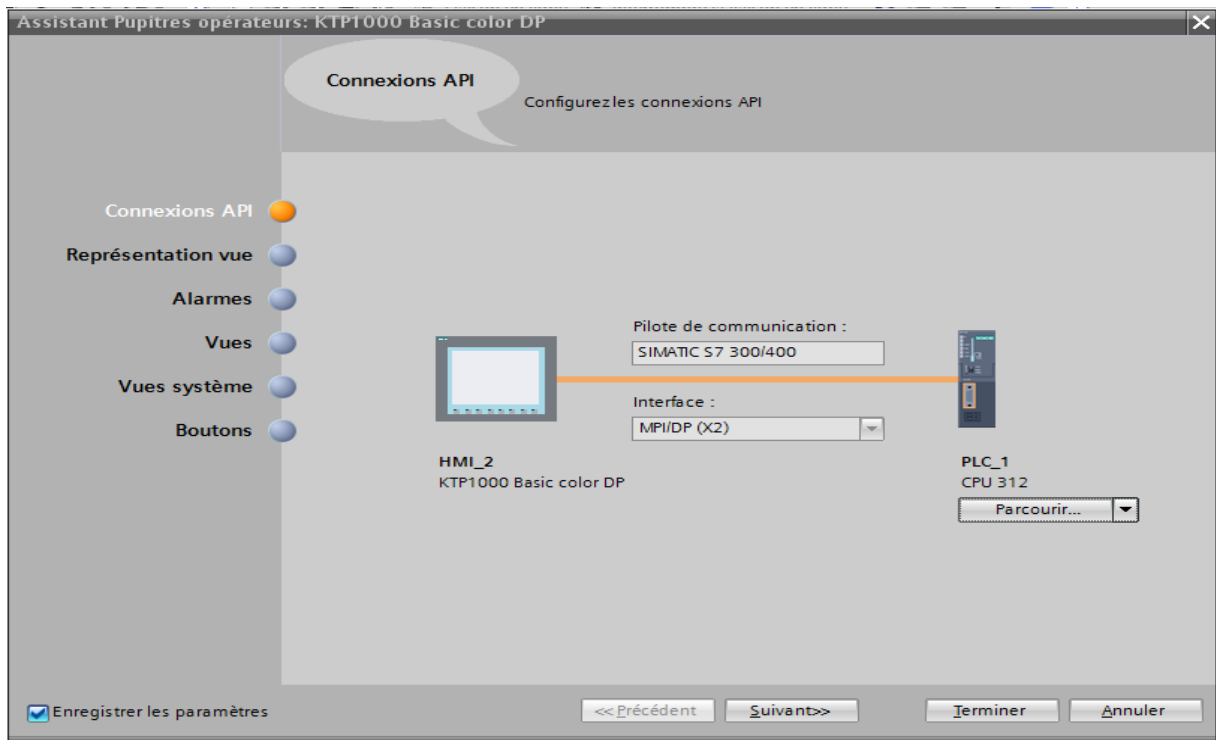


Figure V.5 : liaison entre notre CPU et L'IHM

Après que la liaison soit faite on revient dans le menu projet et on part dans l'onglet «VUE» et on commence la conception des vue de notre projet.

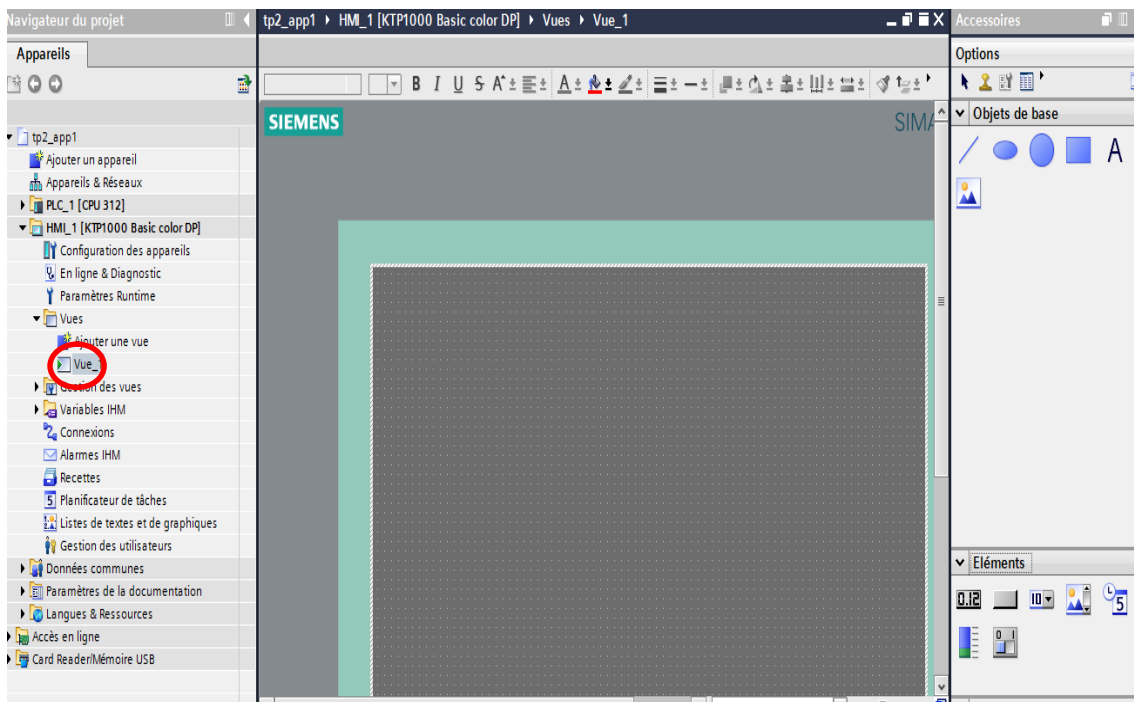


Figure V.6 : Conception des vues IHM

V.4.2. Création et configuration des représentations de supervision

Dans cette étape, on utilise le Graphique 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 [3].

V.4.3. Réalisation des représentations de contrôle et de supervision de la station

Pour cette section, 10 représentations graphiques ont été développées:

- Une page d'accueil
- Vue de menu principal
- Vue d'arrivée d'eau brute
- Vue de décantation et filtration des deux lignes
- Vue de la ligne A
- Vue de la ligne B
- Vue de réglage des temps de lavage du filtre A
- Vue de réglage des temps de lavage du filtre B
- Vue de commande des différentes pompes
- Vue de pompage

La page d'accueil est donnée par la figure V.7 suivante :



Figure V.7 : Page d'accueil

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

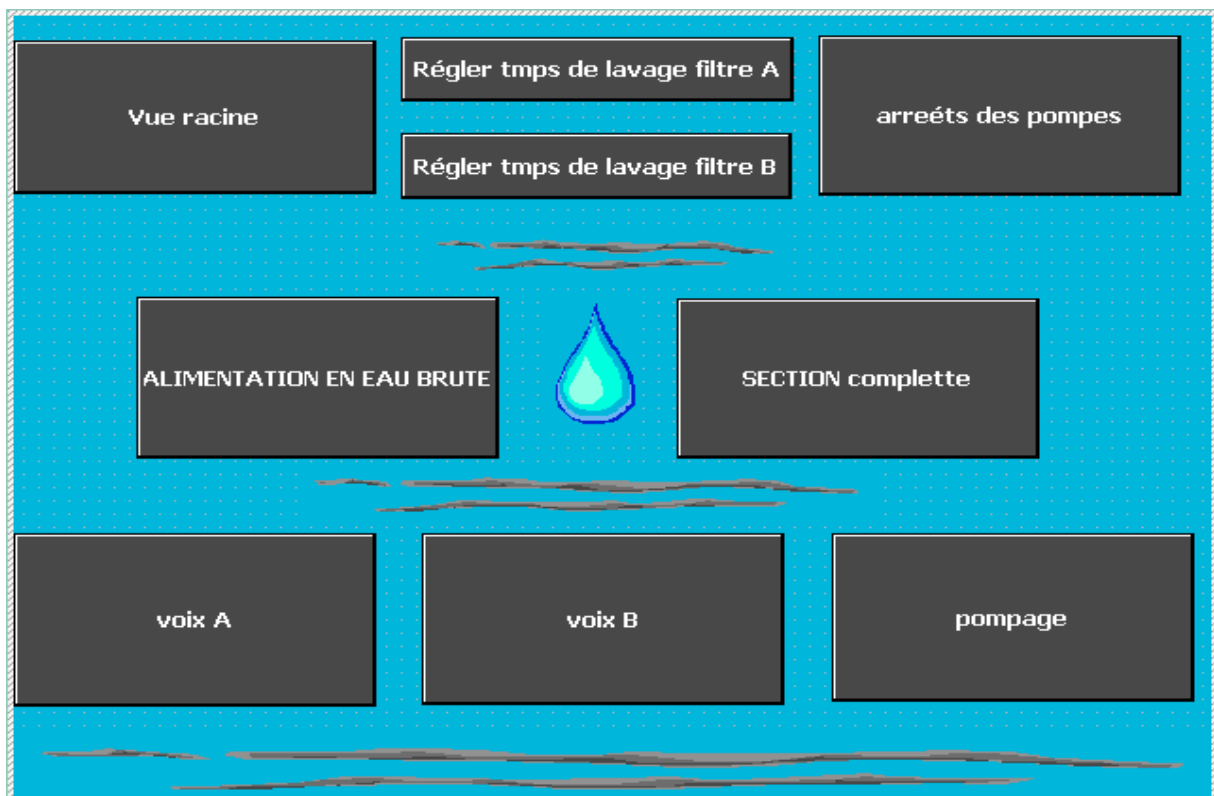


Figure V.8 : Vue de menu principal

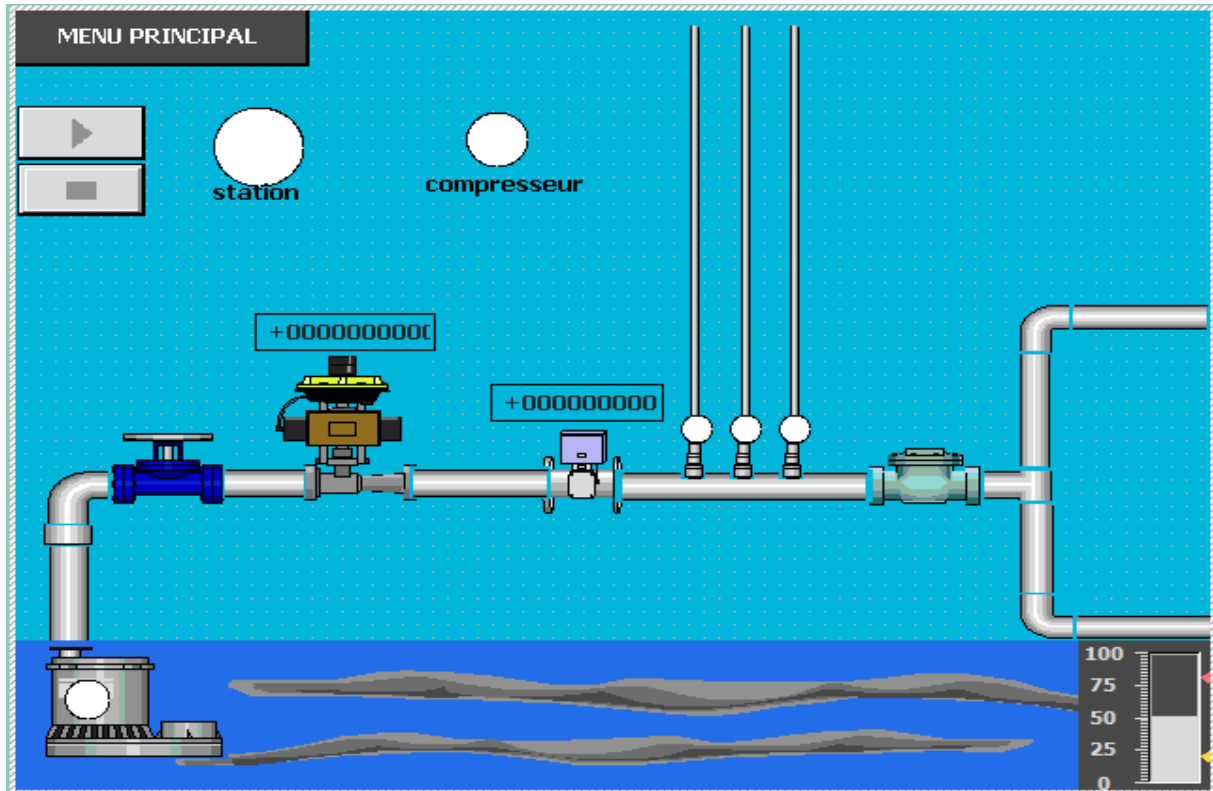


Figure V.9 : Vue d'arrivée d'eau brute

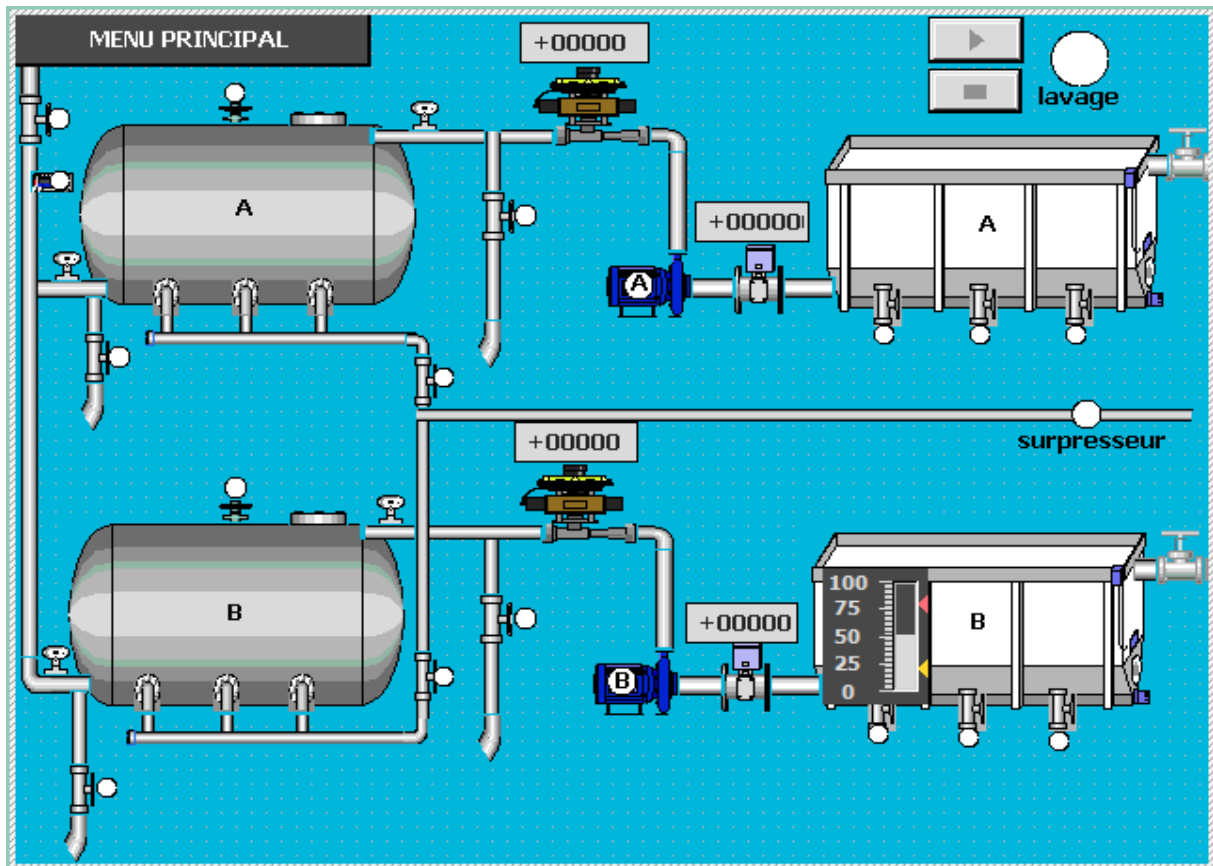


Figure V.10 : Vue de décantation et filtration des deux lignes

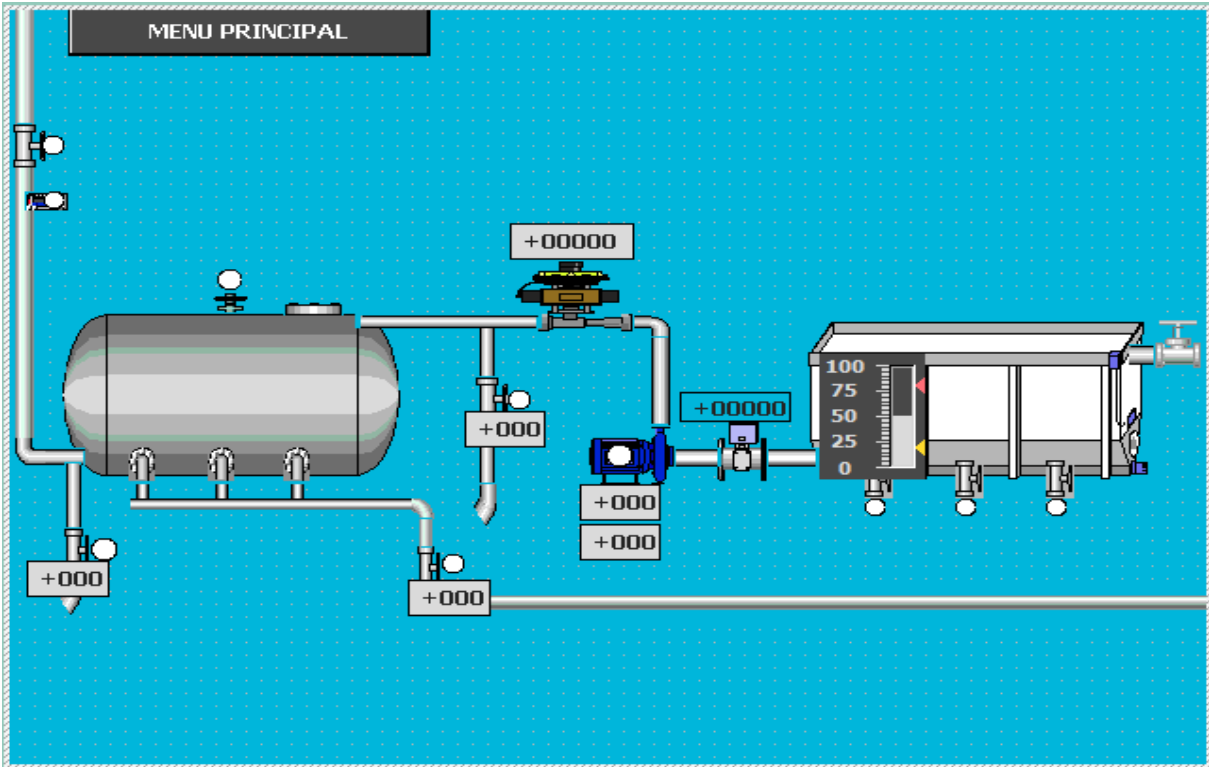


Figure V.11 : Vue de la ligne A

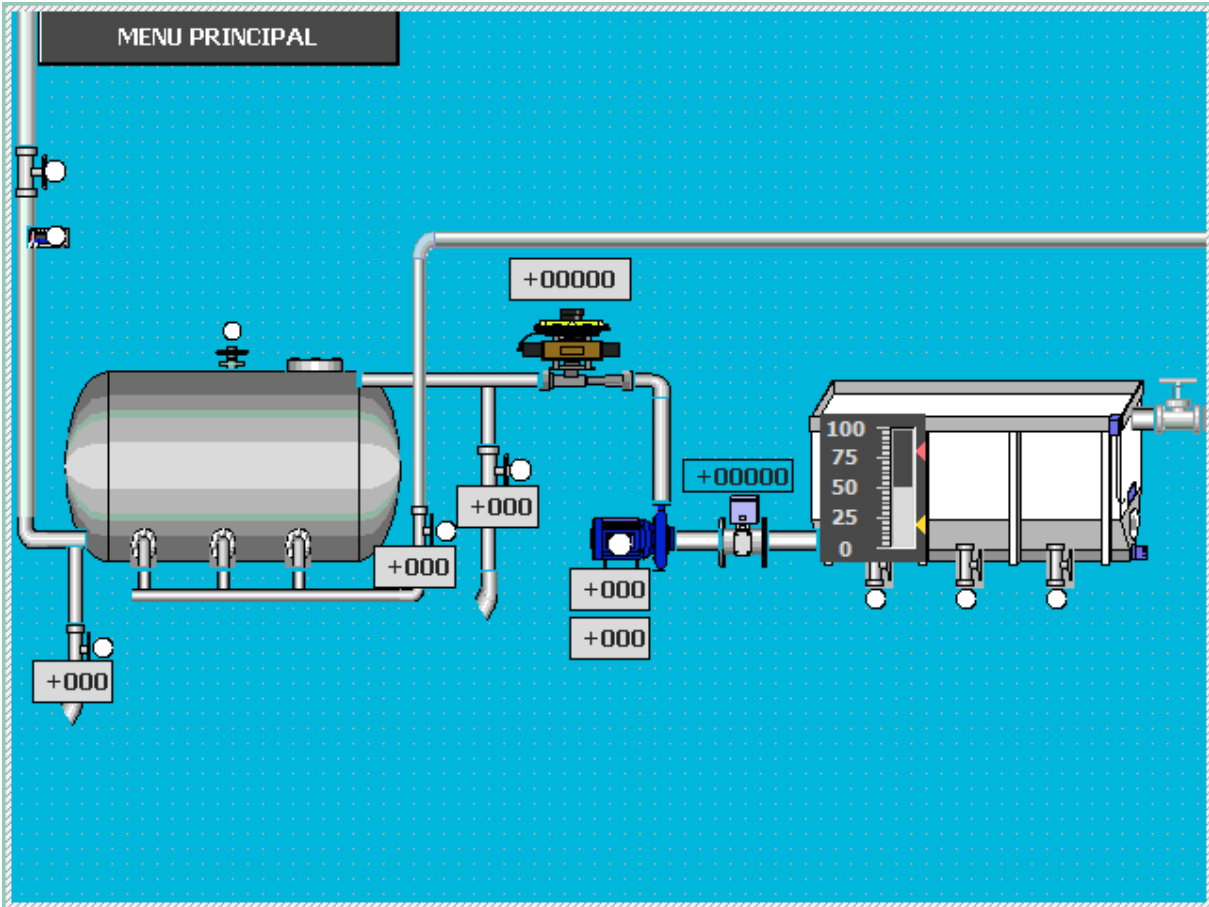


Figure V.12 : Vue de la ligne B

MENU PRINCIPAL

<u>temps d'ouverture vanne de vidage partielle A:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps d'ouverture vanne de lavage filtre A:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de barbotage filtre A:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de rinçage filtre A:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de remplissage filtre A:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>

Figure V.13 : Vue de réglage des temps de lavage du filtre A

MENU PRINCIPAL

<u>temps d'ouverture vanne de vidage partielle B:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps d'ouverture vanne de lavage filtre B:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de barbotage filtre B:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de rinçage filtre B:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>
<u>temps de remplissage filtre B:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>	<u>reste:</u>	<input type="text" value="+0000000000"/>

Figure V.14 : Vue de réglage des temps de lavage du filtre B



Figure V.15 : Vue de commande des différentes pompes

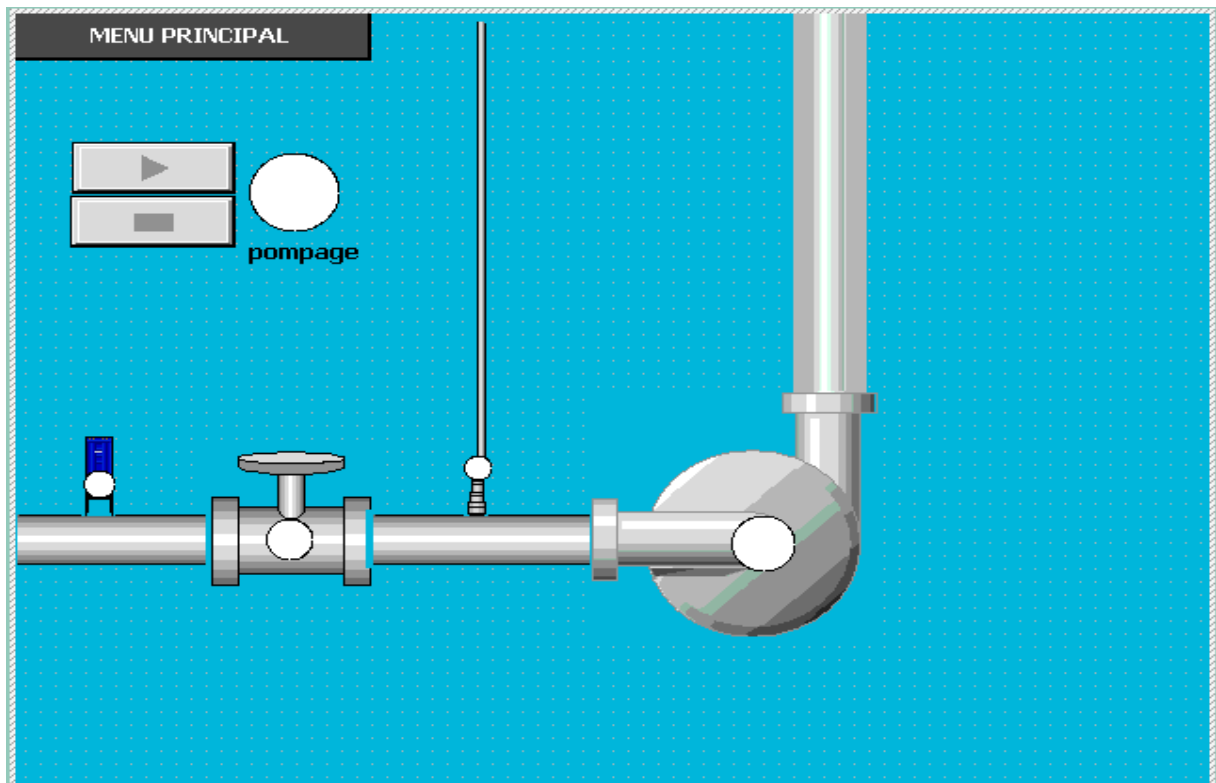


Figure V.16 : Vue de pompage

V.5. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, 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 stage pratique que nous avons effectué au niveau de la STE MONOBLOC de Tizi-Ghennif, nous a permis de connaître le processus de traitement d'eau afin de la rendre potable, comme nous l'avons vu, celui-ci n'est pas simple mais prouve son importance pour la vie quotidienne de la population.

Nous nous sommes familiarisés avec l'environnement professionnel surtout hydraulique, nous avons constaté l'immense responsabilité qui pèse sur les épaules de l'équipe technique chargée de l'exploitation et de la maintenance.

Nous avons pu toucher pratiquement à la technologie classique (capteur,..) et la technologie moderne (automate,..), et nous nous sommes initié à :

- La programmation avec le langage de programmation TIA Portal.
- La configuration de l'automate programmable S7-300.
- La simulation de programme avec S7-PLCSIM.
- La supervision sur des écrans IHM avec le Win CC.

Comme perspectives nous recommandons le système de télégestion entre la STE et le réservoir de refoulement comme une bonne solution afin qu'ils prennent à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé, et nous lui allouons tous les mérites de bonnes performances de part existence de sa justesse, et sa grande souplesse de contrôle avec une grande fiabilité.

Riche de l'expérience acquise durant ce stage de mise en condition professionnelle, nous souhaitons que ce travail profitera à l'entreprise, apportera un plus et constituera un support supplémentaire aux promotions à venir.

Bibliographie

- [1] Siemens AG2011. « Le Totally Integrated Automation Portal », Brochure · Novembre 2011.
- [2] Documentation interne de la station et de l'entreprise MCR Electric.
- [3] Siemens AG2011. « SIMATIC Win CC dans le Totally Integrated Automation Portal », Brochure · Novembre 2011.
- [4] BOUHATEM S. et BOUKHALFA Dj. « Etude de l'automatisation d'une station de traitement d'eau », mémoire d'ingénieur en automatique, soutenu en 2011 à UMMTO.
- [5] NAHI F. et ZIANE L. « Configuration d'un système HMI d'une station de traitement d'eau potable de l'ADE à « Taksebt » », mémoire d'ingénieur en automatique, soutenu en 2005 à UMMTO.
- [6] TEBANI A. et RAHMOUNI N. « Elaboration d'une solution d'automatisation en « configuration décentralisée » de la solution de traitement des eaux. », mémoire d'ingénieur en automatique, soutenu en 2004 à UMMTO.
- [7] RABIA M. « Elaboration d'une solution d'automatisation et développement d'une plateforme de supervision », mémoire d'ingénieur en automatique, soutenu en 2007 à UMMTO.

Résumé :

Dans ce mémoire, nous avons étudié le procédé de fonctionnement d'une station de traitement d'eau potable et nous avons fait la conception de son système de commande automatisée . Cette station est située dans le sud-est de la ville de Tizi-Ghennif.

Cette station est destinée à alimenter en eau potable la population de la ville de Tizi-Ghennif.

Notre travail consistait à automatiser et développer une plate forme de supervision, pour cela nous avons commencé par une analyse fonctionnelle de toute la station.

Par la suite nous avons élaboré un modèle grafcet décrivant le fonctionnement de cette station.

Puis nous avons proposé une solution de commande en logique programmée qui assure son fonctionnement à l'aide du logiciel TIA Portal v13 de la gamme Siemens.

En fin nous avons construit une plate forme de supervision pour que l'opérateur commande et visualise son fonctionnement en temps réel. En cas d'erreur, l'opérateur est directement informé sur l'origine de cette dernière ainsi il pourra intervenir rapidement.