

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Electromécanique
Spécialité : Electromécanique

THEME

**AUTOMATISATION ET SUPERVISION DES PROCÉDES DE
REGENERATION ET DE NEUTRALISATION DE LA STATION
DE DEMINERALISATION DE LA CENTRALE THERMIQUE
DE RAS-DJINET**

Présenté par :

BENDELHOUM Souhaib

BAOUALI Hamza

Promotrice : Dr. F. GUERRACHE

Encadrant : Mr. A. LAMRANI

Promotion 2021- 2022

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à notre promotrice, Dr F. GERRACHE, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Nous remercions les membres du jury de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.

Nous remercions nos enseignants de la faculté de technologie pour leurs efforts voués à nous transmettre le savoir, en particulier ceux du département génie mécanique.

Nous remercions, notre encadreur Mr A. LAMRANI pour son aide et sa patience.

*Un grand merci à Mr KH. LEZZOUM,
Pour leur aide et leur soutien inestimable.*

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers nos amis et camarades de la promo MEM17.

Enfin, nous tenons à témoigner toute notre gratitude à toute personne qui a contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail aux deux êtres humains qui
sont les plus chers dans ma vie*

A

*Ma lumière, celle qui m'a donné la vie, l'amour, la
tendresse et le courage, toi chère maman Rachida.
Celui qui m'a soutenu et guidé afin que je puisse arriver
à cette étape de ma vie, toi cher père Mohamed*

A

*Mes chers frères : Abderrahmane, Aymen et Moussaab
et Ma chère sœur : Alaa*

A

*Mes très chers grands parents
Omar, Salem, Baya*

A

*Mon cher oncle Nabil que dieu lui fasse miséricorde et
le place dans ses paradis*

A

Toute ma famille A Mon cher binôme Hamza

A

Tous mes amis sans exception

A

Tous ceux que j'aime A Tous ceux qui m'aiment

A

Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Souhaib

Dédicaces

*Je dédie ce travail aux personnes les plus importantes à
mes yeux*

A

*Ma chère maman Karima, celle qui m'a donnée la vie,
celle qui m'a soutenu, encouragé et qui a tout fait pour
que j'arrive à cette étape de ma vie*

A

*Mon père Salah, celui qui était, est et sera toujours mon
soutien dans la vie*

A

Mes chères sœurs, Hadjer et Meriem

A

Mes frère Bilal, Ayoub

A

Toute ma famille sans exception

A

Mon binôme, Souhaib

A

Tous mes amis et toute personne que j'aime

Hamza

Listes des Figures

Figure 1.1: Illustration des différentes formes de transformation d'énergie.	5
Figure 1.2: Schéma technique d'une tranche de production.	7
Figure 1.3 : Réchauffeur basse-pression.	8
Figure 1.4 : Bâche alimentaire.	9
Figure 1.5 : Vue d'ensemble : Chaudière / Salle des machines.	10
Figure 1.6 : Condenseur.	11
Figure 1.7 : Poste de départ d'énergie électrique.	12
Figure 1.8 : Circuit de cycle eau-vapeur.	13
Figure 2.1 : Résine.	16
Figure 2.2: Filtres à lit mélangé.	17
Figure 2.3: Schéma fonctionnelle de la procédée de déminéralisation... ..	18
Figure 2.3: Etape 1 de la régénération.	21
Figure 2.4: Etape 2 de la régénération.	22
Figure 2.5 : Etape 3 de la régénération.	22
Figure 2.6: Etape 4 de la régénération.	24
Figure 2.7 : Etape 6 de la régénération.	25
Figure 2.8: Etape 7 de la régénération.	25
Figure 2.9: Etape 8 de la régénération.	26
Figure 2.10 : Etapes 9 et 10 de la régénération.	27
Figure 4.1: Automate compact.	40
Figure 4.2 : Automate modulaire.	41
Figure 4.3 : Structure interne d'un automates programmables industriels (API).	42
Figure 4.4 : Fonctionnement cyclique d'un API.	44
Figure 4.5 : Automate S7-300.	46
Figure 4.6 : Modularité de l'API S7-300.	47
Figure 4.7 : Illustration des différents blocs de programmation.	50
Figure 5.1: Lancement de TIA Portal en utilisant le menu Démarrer.	52
Figure 5.2 : Lancement de TIA Portal en utilisant le raccourci du bureau.	53
Figure 5.3: Organisation pour la création de projets sous STEP7 TIA Portal.	54
Figure 5.4: Création d'un nouveau projet.	55
Figure 5.5: Vue du portail.	55
Figure 5.6: Choix de la CPU.	56

Figure 5.7: Modules du châssis.....	58
Figure 5.8: Création de la table de mnémonique.	59
Figure 5.9: Création des blocs et des fonctions.	60
Figure 5.10: Structure du programme.....	61
Figure 5.11: Programmation de la pompe UA11D001.....	61
Figure 5.12: Programmation de l’alarme de pression.	62
Figure 5.13 : Mise à l’échelle de l’entrée analogique du capteur de conductivité avec l’instruction SCALE (fc105).....	62
Figure 5.14 : Mise à l’échelle de l’entrée analogique du capteur de PH avec l’instruction SCALE (fc105).	62
Figure 5.15: Programmation de sélection de la pompe UA11D001.	63
Figure 5.16: Programmation du mode automatique et manuel des équipements.	63
Figure 5.17 : Programmation des modes arrêt des équipements.....	64
Figure 5.18: S7-PLCSIM.....	65
Figure 5.19: Simulation du démarrage de régénération.	65
Figure 5.20: Simulation du démarrage de la 1ere étape de régénération.	66
Figure 5.21: Simulation des temporisateurs utilisés dans la 1 ^{ère} étape de régénération.	66
Figure 5.22: Simulation de l’alarme de pression.	67
Figure 5.23: Simulation du démarrage de neutralisation.....	67
Figure 6.1: Configurer une vue IHM.....	72
Figure 6.2: Ajouter un appareil.	72
Figure 6.3: Choisir l’appareil.	73
Figure 6.4: Choisir le pupitre.	73
Figure 6.5: Configuration des vues.	74
Figure 6.6 : Fenêtre de travail.	74
Figure 6.7: Accessoires.....	75
Figure 6.8 : Propriétés des éléments utilisés.	75
Figure 6.9: Liaison entre CPU et IHM.	76
Figure 6.10: Variables IHM.	77
Figure 6.11: Vue du procédé de régénération.	78
Figure 6.12: Vue du procédé de neutralisation.	79
Figure 6.13 : Alarmes.	79
Figure 6.14 : Vue des informations sur le procédé.	80

Listes des tableaux

Tableau 2.1 : Système de repérage Alpha/Numérique.....	16
Tableau 2.2 : Désignations du 3 ^{ième} rang du système de repérage	16
Tableau 2.3 : Différents constituants de la station de déminéralisation.....	19
Tableau 3.1 : capteurs utilisés dans la station de déminéralisation.....	39

Tableau 5.1: Quelques Caractéristiques techniques de la CPU choisie.	55
Tableau 5.2: Consommation des modules E/S et la CPU.	56
Tableau 5.3: Caractéristiques techniques du module d'alimentation.....	57
Tableau 6.1: Différents composants de l'interface.	78

SOMMAIRE

Introduction Générale

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre 1 : Généralité sur la Centrale de Ras-Djinet

1.1.Introduction	4
1.2.Généralité sur la centrale de Ras-Djinet	4
1.3.Constituant de la centrale	5
1.4.Principe de fonctionnement de la centrale :	5
1.5.Cycle eau – vapeur.....	8
1.6.Conclusion.....	14

Chapitre 2 : Procédé de Déminéralisation et Régénération des Filtres

2.1.Introduction	15
2.2.Description du procédé de filtrage à lits mélangés.....	15
2.3.Système de repérage Alpha/Numérique de l'installation	16
2.4.Fonctionnement du Procédé de déminéralisation	17
2.5. Régénération des filtres.....	19
2.6. Neutralisation	26
2.7. Description de l'installation de neutralisation.....	27
2.8. Conclusion.....	27

Chapitre 3 : Instrumentation de la Station de Déminéralisation

3.1.Introduction	28
3.2. Capteurs.....	28
3.3. Classification des capteurs	29
3.4. Signaux.....	29
3.5. capteurs de grandeurs procès.....	29
3.5.1 Capteur de pression	29
3.5.2 Capteur de débit	30

3.5.3 Capteur de niveau.....	31
3.5.4 Capteur de conductivité.....	32
3.5.5 Capteur de PH.....	33
3.6. Prés-actionneurs.....	33
3.6.1 Relais.....	33
3.6.2 Contacteurs.....	34
3.6.3 Distributeurs.....	34
3.7. Actionneurs.....	35
3.7.1 Pompes.....	35
3.7.2 Vannes.....	36
3.8. Pupitre de commande.....	37
3.9. Conclusion.....	39

Chapitre 4 : Automates Programmables et Logiciels Associes

4.1.Introduction.....	40
4.2.Architectures des automates.....	40
4.2.1. Aspect extérieur.....	40
4.2.2. Aspect intérieur.....	41
4.3. Description d'un API.....	42
4.3.1. Processeur.....	42
4.3.2. Mémoires.....	43
4.3.3. Modules entrées /sorties.....	43
4.3.4. Alimentation.....	43
4.3.5. Liaisons de communication.....	44
4.4. Traitement du programme automate.....	44
4.5. Domaines d'emploi des automates.....	45
4.6. Gammes d'automates Siemens.....	45
4.6.1. Modules logiques LOGO.....	45
4.6.2. Automate SIMATIC S7-200.....	45
4.6.3. Automate SIMATIC S7-300.....	45
4.6.4. Automate SIMATIC S7-400.....	45
4.6.5. Automate SIMATIC S7-1200.....	45
4.6.6. Automate SIMATIC S7-1500.....	46
4.7. Choix d'un automate.....	46
4.8. Présentation de l'automate S7-300.....	46

4.8.1. Caractéristiques de S7/ 300	47
4.8.2. Modularité de L'API S7-300	47
4.9. Présentation du logiciel de programmation TIA Portal	48
4.10. STEP 7	48
4.10.1. Structure d'un programme STEP7	48
4.11. Conclusion	50

Chapitre 5 : Développement du Programme de Commande du Procédé de la Régénération

5.1. Introduction	51
5.2. Démarrer le portail TIA	51
5.3. Conception d'un programme avec TIA Portal V13	52
5.4. Création d'un nouveau projet	53
5.5. Vue du portail	54
5.6. Configuration matérielle	55
5.6.1 Choix de la CPU	55
5.6.2. Choix des modules des entrées /sorties	56
5.6.3. Choix du module d'alimentation	56
5.7. Création de la table des mnémoniques.....	57
5.8. Ecriture du programme	58
5.9. Exemples de notre programme	60
5.10. Simulation avec S7-PLCSIM	63
5.11. Exemples de simulation de notre programme	64
5.11.1. Démarrage de la régénération	64
5.11.2 Programmation de la première et la deuxième étape de régénération	65
5.11.3 Démarrage de la neutralisation	66
5.12. Conclusion	67

Chapitre 6 : Développement de la Plateforme de Supervision

6.1. Introduction	68
6.2. Généralité sur la supervision	68
6.2.1. Définition de la supervision.....	69

6.2.2. Avantages de la supervision	70
6.3. Interface homme machine	70
6.3.1. Choix de l'Interface Homme Machine	70
6.4. Généralités sur SIMATIC Win CC.....	71
6.4.1. Win CC Runtime Professional.....	71
6.4.2. Configurer une vue IHM	71
6.4.3. Etablissement d'une liaison HMI.....	76
6.4.4. Variables HMI	76
6.4.5. Table de variables HMI	77
6.4.6. Vues.....	77
6.5. Conclusion.....	80

Conclusion Générale

Conclusion Générale	81
---------------------------	----

Introduction Générale

Introduction Générale

"Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme" Partant de ce principe, l'homme n'a cessé d'exploiter la nature pour ses besoins, des fois même sans le vouloir, dans la vie on peut trouver diverses formes d'énergie (vitesse du vent, l'eau, la chaleur du soleil...) qui sont toutes naturelles, et à partir desquelles l'homme ne cesse de créer d'autres sortes d'énergie selon ses besoins (mécanique, chimique, thermique, électrique..), parmi elles, l'énergie électrique qui occupe une place prépondérante dans l'industrie et son développement.

L'énergie électrique est produite dans des centrales thermiques utilisant les énergies fossiles (gaz et le fioul). La centrale thermique à vapeur de Ras-Djinet a été réalisée pour renforcer le parc national de production d'électricité. Cette dernière fait appel aux caractéristiques thermodynamiques de l'eau de mer dans le but de transformation d'énergie. La transformation de cette eau en vapeur pour l'entraînement des turbines associées à un alternateur producteur d'énergie électrique. La centrale de Ras-Djinet fournit une puissance utile de (704 MW) provenant de quatre groupes monobloc de type thermique à vapeur. La vapeur provient de la transformation de l'eau de mer par effet thermique au niveau de la chaudière à circulation naturelle.

❖ Objectif de l'étude

L'agressivité de l'eau de mer découle notamment de ses propriétés physicochimiques : conductivité élevée due à une salinité importante, oxygène dissous...etc.et dans le cycle eau – vapeur cette eau rentre en contact avec des surfaces métalliques de différentes compositions. De plus, des éléments critiques présents dans le procédé, comme les turbines, surchauffeurs et condenseurs, font du cycle eau vapeur, un système très sensible à la qualité de l'eau. Afin de réduire les dégâts occasionnés par l'eau ainsi pour garantir un fonctionnement optimisé des équipements de production d'électricité et surtout protéger les installations o circule cette eau, il est indispensable que l'eau d'alimentation soit dépourvue de sels minéraux, de gaz et des matières en suspension.

Pour cela, il faut garantir l'approvisionnement en eau déminéralisée de la chaudière par un système d'automatisation performant.

❖ **Problématique**

Le procédé de déminéralisation de l'eau brute s'effectue au niveau des filtres à lits mélangés et grâce à des réactions chimiques on obtient une eau déminéralisée prête à être stockée et utilisée, sauf que ces filtres se saturent après une durée de fonctionnement, et pour cela il est nécessaire de les régénérer. Le procédé de régénération des filtres à lit mélangés s'effectue en dix étapes, et l'eau rejetée par ce procédé ne se dirige pas directement vers la mer, car elle doit passer d'abord par une fosse de neutralisation où se règle le degré d'acidité et le PH de cette eau pour qu'elle soit par la suite rejetée à la mer, et ce pour des raisons et des exigences environnementales.

Le problème majeur qui a suscité notre attention, est l'utilisation de la commande manuelle dans la gestion des deux délicats et importants procédés, qui sont la régénération et la neutralisation. Ce type de commande provoque souvent des risques d'accidents pouvant toucher le personnel qui s'en charge de l'exécution de toutes ces étapes. Pour avoir des résultats optimaux, la régénération doit être rapide et précise, ce que la commande manuelle ne peut pas assurer et souvent nécessitant de refaire toutes les étapes de régénération qui induisent une perte de temps et d'argent. Aussi, la commande manuelle de neutralisation peut à son tour provoquer de dangereuses conséquences sur l'environnement par manque de précision.

❖ **Solution Préconisée**

Le but de notre travail consiste à étudier le fonctionnement détaillé de la station de déminéralisation et plus précisément pour palier à la conduite manuelle du procédé de régénération et de neutralisation et de même procédé au remplacement de la commande existante manuelle par une commande par API performant (step7 - 300) et l'adjonction d'un système de supervision de ce procédé par le logiciel Win CC RT Professional à base de système-PC. Ces apports vont rendre le système plus fiable, performant et afin de réduire le temps de réalisation des opérations des différentes étapes de régénération et neutralisation.

❖ Développement de l'étude

L'étude du mémoire s'articule sur le développement de cinq chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur la centrale électrique de Ras-Djinet ;
- Le second chapitre est dédié à la description du procédé de déminéralisation en s'accent sur la description des étapes de régénération des filtres ainsi que la neutralisation ;
- La présentation des différents organes de commandes et d'instrumentation constituant le procédé de régénération et neutralisation a été exposé dans le troisième chapitre ;
- Le chapitre suivant est réservé aux généralités sur les automates programmables, particulièrement le SIMATIC S7-300 de SIEMENS ainsi que Logiciel de programmation ;
- Le noyau de notre étude fait l'objet d'une partie commande et la programmation des étapes de régénération et neutralisation de l'unité de déminéralisation par le logiciel TIA Portal, sa simulation en utilisant l'outil de simulation PLCSIM V5.4 sont prises en considération dans le cinquième chapitre ;
- Le dernier chapitre s'intéressera à la supervision du procédé de régénération et de neutralisation par WinCC RT Professional à base de système-PC.

Enfin, notre mémoire s'achève par une conclusion générale qui illustre les principaux résultats obtenus à travers cette étude. Une bibliographie est jointe à ce mémoire pour décrire les références des ouvrages des documents consultés.

Chapitre 1 :

Généralité sur la

Centrale Thermique de

Ras-Djinet

1.1.Introduction

L'évolution de la technologie exige de plus en plus la production d'énergie sous différentes formes pour satisfaire le besoin industriel.

A notre époque, sans électricité, la vie quotidienne serait difficilement envisageable. Il est donc nécessaire de savoir produire de l'électricité de manière efficace et continue. Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu donc inventer et construire des usines capables de produire cette énergie en grande quantité.

L'énergie électrique ne se trouve pas dans la nature sous forme directement exploitable à l'échelle des besoins industriels, donc il est nécessaire de partir d'une autre source que l'on appelle « énergie primaire » telles que l'énergie hydraulique, l'énergie solaire, l'énergie nucléaire, thermique, l'énergie éolienne, etc...

L'énergie électrique est produite dans des usines génératrices dites centrales, comportant un ou plusieurs groupes tournants, chacun est constitué d'une machine motrice entraînant un alternateur, celui-ci produit un courant électrique triphasé (50Hz) et une tension comprise entre 05 et 15.5 KV, cette tension est insuffisante pour être transportée, elle est donc élevée à une valeur comprise entre 63 et 235 KV par les transformateurs (élévateurs de tension), situés dans un poste de départ. En Algérie, le principal mode de production d'électricité est celui des centrales thermiques, dont le principe est de transformer l'énergie calorifique en énergie électrique.

1.2. Généralité sur la centrale de Ras-Djinet

La centrale de Ras-Djinet est située au bord de la mer près de la ville de Ras-Djinet dans la wilaya de Boumerdes à 75 km à l'est d'Alger. Qui a été conçu par un consortium AUSTRO ALELMAND : SIEMENS-KWU-SGP ainsi qu'une entreprise ESPAGNOLE DRAGADOS, en 1985 et mise en service en 1986. Ayant pour objet la production de l'énergie électrique. Elle occupe une superficie de 35 hectares [1]. Elle comprend 4 groupes de 176 MW chacun, soit une puissance électrique totale de 704 MW. La puissance fournit au réseau est de 672 MW, le reste (environ 32 MW) est consommée par les auxiliaires. Cette centrale a été construite entre les années 1980 à 1986, en vue de renforcer l'alimentation en énergie électrique du pays. La première tranche d'énergie fournie au réseau de distribution a été effectuée le 17 juin 1986 [2].

1.3. Constituant de la centrale

La centrale est essentiellement constituée de :

- 04 groupes de production (Turbo-Alternateurs) d'une puissance maximale de 176 MW chacun.
- 04 Chaudières de type circulation naturelle.
- 04 disjoncteurs machines (alternateurs) et 04 disjoncteurs ligne (réseau).
- 04 transformateurs principaux (élevateurs) et 04 transformateurs de soutirage (abaisseurs).
- 02 salles de commande pour le contrôle des 04 groupes.
- Des installations auxiliaires communes pour les 04 groupes dont :
 - La station de filtration et de pompage d'eau de mer.
 - Le poste de traitement des eaux qui comporte 04 unités de dessalement
 - Une station de déminéralisation.
 - Une station de production d'hydrogène.
 - Un poste de détente gaz et un poste de dépotage fuel.
 - 02 salles de compresseurs et 02 groupes Diesel.

1.4. Principe de fonctionnement de la centrale

Avant de décrire le fonctionnement de la centrale, il sera utile de rappeler les différentes transformations énergétiques pour la production de l'électricité (Figure 1.1).

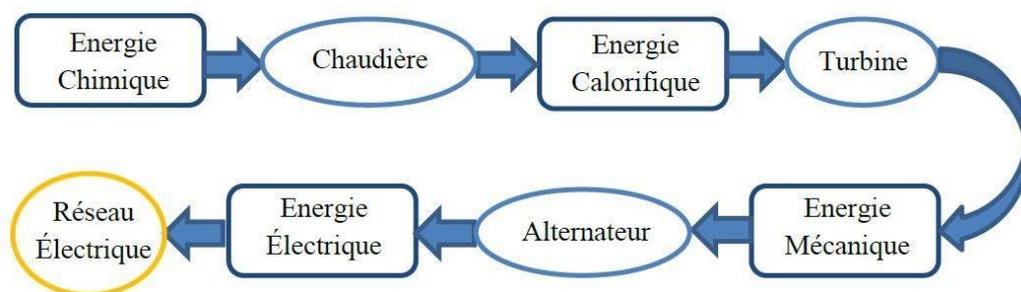


Figure 1.1 : Illustration des différentes formes de transformation d'énergie.

- **Chaudière :** Transforme l'énergie chimique du combustible en énergie calorifique pour la production de la vapeur.
- **Turbine :** Transforme l'énergie calorifique et cinétique de la vapeur en énergie mécanique pour la rotation turbine et l'entraînement de l'alternateur par la suite.

- **Alternateur** : Transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Dans la centrale de Ras-Djinet, l'énergie électrique provient de la transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique qui se produit de la manière suivante :

- L'usine comporte des générateurs de vapeur ou chambres de combustion (chaudières) fonctionnant au carburant (gaz ou fuel), Figure 1.2.
- La chaleur dégagée par cette combustion est utilisée pour chauffer l'eau traitée en vue de recueillir de la vapeur à haute température et pression.
- La détente de cette vapeur dans les aubes de la turbine produit une énergie mécanique (couple moteur) que l'on utilise pour entraîner l'alternateur.

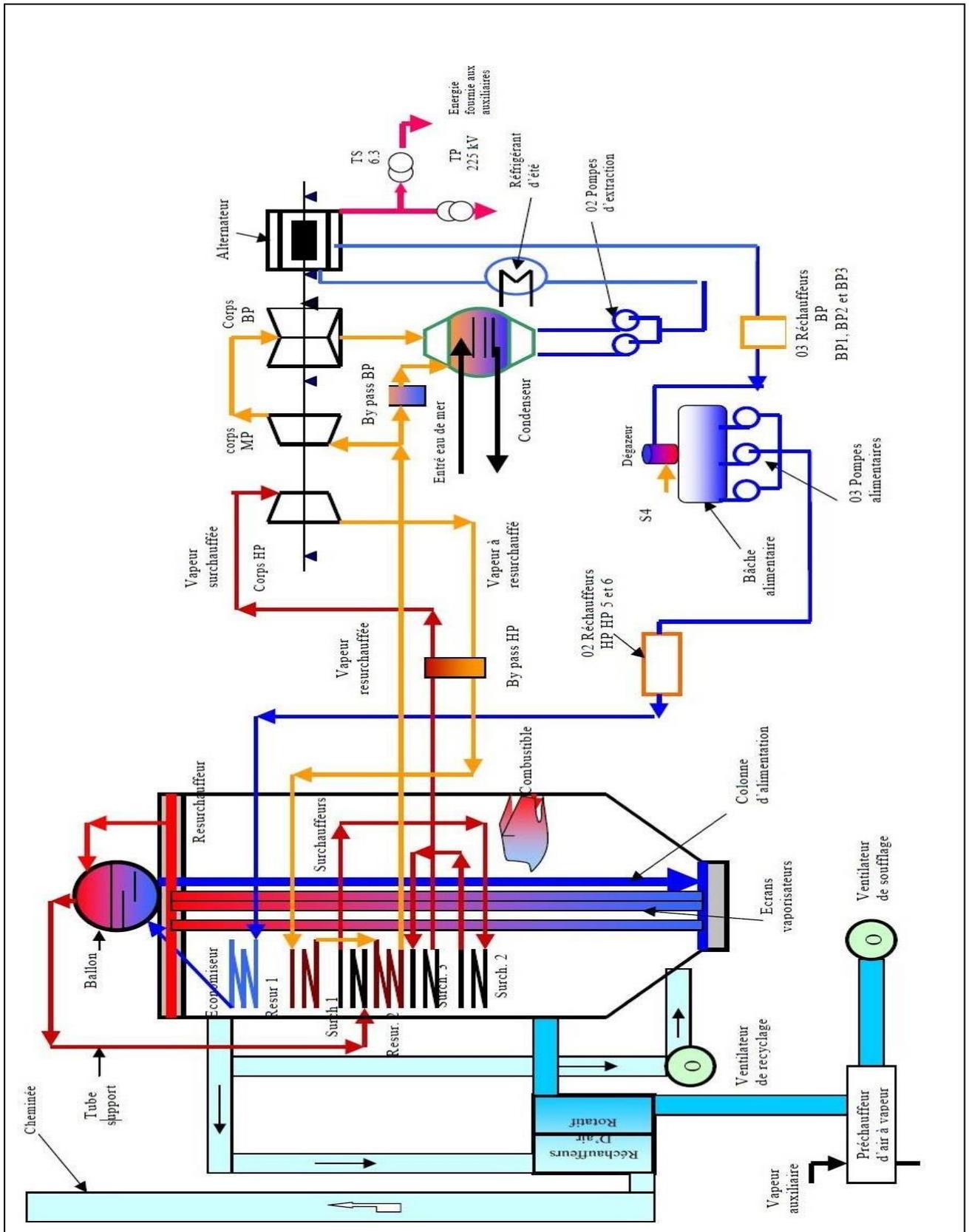


Figure 1.2 : Schéma technique d'une tranche de production.

1.5. Cycle eau – vapeur

La vapeur ayant traversé la turbine (corps HP, MP, BP) (2, 3, 4), Figure 1.8 se retrouve enfin de parcours dans le condenseur (8) situé en dessous du corps BP (4). Cette vapeur va se répandre sur les 15000 tubes en titane (9) disposés transversalement dans le condenseur à l'intérieur desquels circule l'eau de mer qui va servir de source froide pour la condensation de la vapeur. Cela produira le condensat principal qui va être récupéré dans le puits du condenseur (10), aspiré par l'une des 02 pompes d'extraction (13) (une en service et une en stand-by). La pompe en service refoule ce condensat dans le circuit basse pression (circuit d'eau d'extraction) et acheminera l'eau jusqu'à la bêche alimentaire où elle subira un dégazage physique.

Le niveau dans le condenseur sera réglé par la soupape régulatrice (14). Lors de son passage dans le circuit d'eau d'extraction, Figure 1.3, l'eau va être graduellement réchauffée en passant à travers les réfrigérants alternateurs, le condenseur des buées, les éjecteurs de vapeur ainsi que le poste deréchauffage basse pression composé des réchauffeurs BP1, BP2, BP3(17)

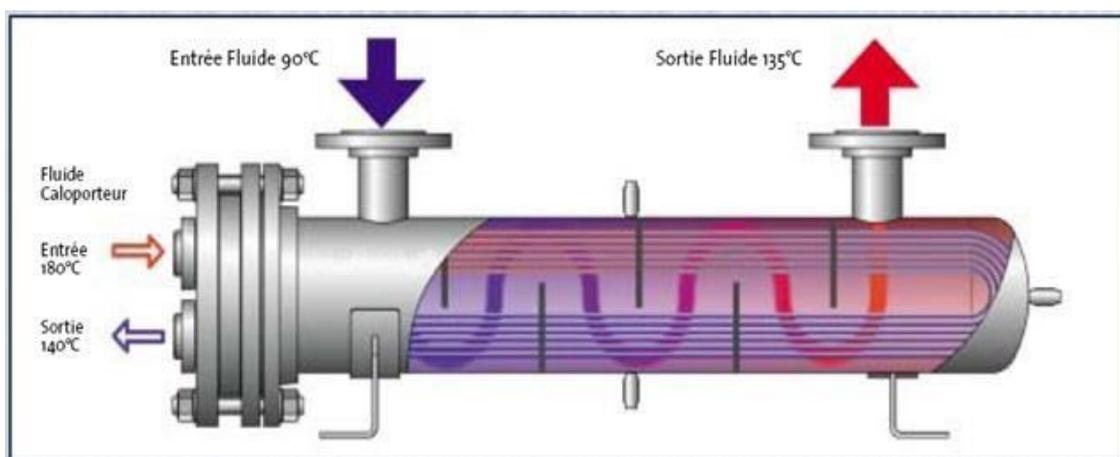


Figure 1.3 : Réchauffeur basse-pression.

Ensuite elle sera admise à la bêche alimentaire (18) à travers le dégazeur pour y subir un dégazage (élimination de l'O₂) et un autre réchauffage par mélange, Figure 1.4. L'eau dégazée est réchauffée à environ 140°C dans la bêche alimentaire va être reprise par les pompes alimentaires au nombre de trois (19) (deux en service et une en réserve) pour alimenter la chaudière ou générateur de vapeur (29) en passant par les réchauffeurs haute pression HP5 et HP6 (20) qui élèveront sa température à 240°C avant son admission dans la chaudière (eau d'alimentation) [1].



Figure 1.4 : *Bâche alimentaire.*

L'eau d'alimentation passera à travers la soupape alimentaire (21) (vanne de réglage niveau ballon chaudière) pour entrer dans la chaudière au niveau de l'économiseur (22) qui va encore l'élever en température à environ 300° avant son entrée dans le ballon chaudière (24). L'eau d'alimentation parvenue au ballon va occuper la partie inférieure et son niveau sera réglé à 50%. Cette eau va ensuite descendre par les colonnes d'alimentation (23) pour rejoindre le collecteur inférieur qui alimentera les tubes vaporisateurs ou tubes écrans (25) qui sont directement exposés aux flammes des huit brûleurs (26) disposés sur une des quatre faces du foyer chaudière. La vapeur produite dans ces tubes (écrans/vaporisateurs) va s'élever vers le collecteur supérieur par différence de densité entre l'eau et la vapeur (la vapeur étant plus légère que l'eau). Cette chaudière est dite chaudière à circulation naturelle (29). La vapeur saturée sortira du collecteur supérieur des tubes écrans vaporisateur pour être acheminée vers la partie supérieure du ballon chaudière. Le ballon chaudière (24) servira donc de réserve d'eau et de vapeur saturée pour l'alimentation des turbines en vapeur surchauffée HP. La pression de la vapeur réglée dans le ballon sera de 160 bars. Cette vapeur humide (contenant des gouttelettes d'eau) devra être séchée avant son admission dans la turbine corps HP turbine (2). Elle sortira donc du ballon et passera à travers les surchauffeurs N°1, 2 et 3 (27) pour être séchée et deviendra alors vapeur vive ou vapeur sèche. Cette vapeur sortira de la chaudière avec une pression de 160 b et une température de 540°C , Figure 1.3. Elle se dirigera alors vers la turbine corps HP (2) ou elle subira une détente pour en ressortir sous forme de vapeur moyenne pression à une température avoisinant celle de vapeur saturée. Pour cette raison elle sera réintroduite dans la chaudière pour passer à travers les resurchauffeurs N° 1 et 2 (28) où elle sera resurchauffée.

Les trois surchauffeurs (27), les deux resurchauffeurs (28), ainsi que l'économiseur (22) sont disposés au-dessus du foyer chaudière. C'est donc la chaleur contenue dans les gaz de combustion qui servira à sécher et à resurchauffer la vapeur motrice de la turbine.



Figure 1.5 : *Vue d'ensemble : Chaudière / Salle des machines.*

La vapeur resurchauffée ressortira de la chaudière avec une pression moyenne variant entre 20 et 30 bars selon la charge du groupe (puissance active produite par l'alternateur en MW) à une température de 540°C et alimentera le corps MP (3) de la turbine où elle subira une autre détente pour en ressortir avec une basse pression et température, et se dirigera directement vers le corps BP (4) de la turbine où elle subira sa dernière détente avant de se retrouver dans le condenseur du groupe (8). Le condenseur est un élément qui se trouve sous vide (vide réalisé au moyen des éjecteurs de vapeurs au nombre de quatre : 2 de service et 2 de démarrage, Figure 1.6.

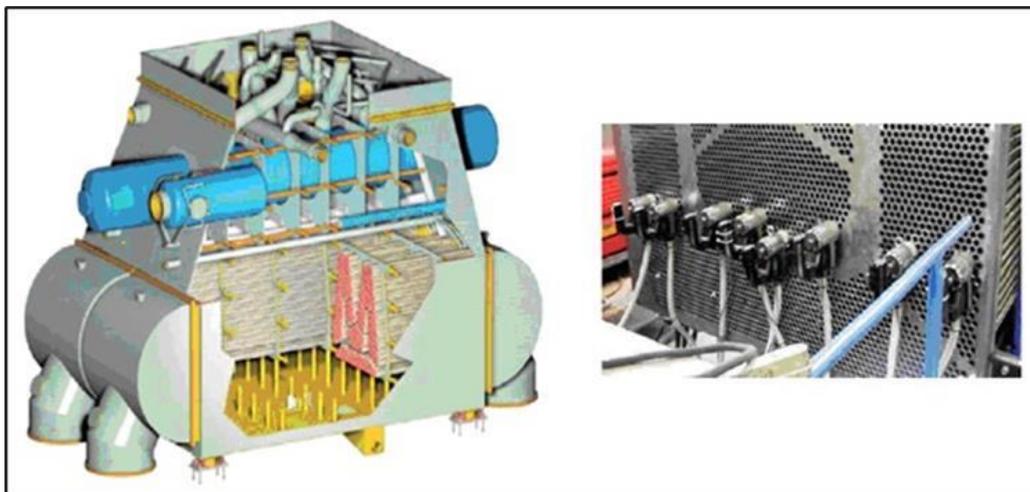


Figure 1.6 : Condenseur.

La vapeur ayant rejoint le condenseur va se retrouver en contact avec la surface d'échange des tubes en titane qui sont la source froide dans lesquels circule l'eau de mer qui provient du refoulement des pompes de circulation (15) au nombre de deux se trouvant à la station de pompage. Cette eau de mer qui servira au refroidissement (condensation) de la vapeur et va être refoulée de la sortie du condenseur vers le canal de rejet (16) pour retourner vers la mer. La vapeur au contact des tubes froids va se condenser et sera récupérée à l'état liquide dans le puits du condenseur (10). Ce liquide constituera le condensat principal qui sera de nouveau aspiré par la pompe d'extraction en service et renvoyé pour refaire le même circuit dans le cycle eau-vapeur. Il y a lieu de signaler qu'il existe des pertes (fuites d'eau et de vapeur) ce qui va se traduire par une baisse de niveau du condenseur qui doit être réglé à un niveau stable de 900mm. Ces pertes seront compensées par des appoints d'eau traitée, cette compensation se fera automatiquement à partir de la bêche tampon (12) se trouvant à proximité du condenseur. Cette bêche sera elle-même alimentée par la station de traitement des eaux (11). L'eau traitée utilisée dans le cycle eau-vapeur pour produire de la vapeur est à l'origine de l'eau de mer prise au niveau de la station de pompage pour passer dans quatre unités de dessalement d'eau de mer (11) qui produiront 500m³/jour chacune. Cette eau dessalée sera stockée dans 2 bêtes (2x2700m³) qui alimenteront la station de déminéralisation où il existe 2 filtres à lits mélange produisant chacun 40m³/h d'eau déminéralisée stockée dans 2 réservoirs de 1500m³ chacun. L'eau déminéralisée va être envoyée jusqu'aux bêtes surélevées (2x40m³) : une pour l'alimentation des bêtes tampon des groupes 1 et 2 et l'autre pour les groupes 3 et 4.

La production d'électricité n'est qu'une résultante de différentes transformations

Successives de l'énergie chimique contenue dans le gaz naturel provenant des puits de Hassi R'mel :Energie chimique (gaz)  Energie thermique (combustion, chaudière).

Energie thermique (chaudière)  Energie mécanique (turbine). Energie mécanique (turbine)  Energie électrique (alternateur).

L'énergie chimique contenue dans le gaz naturel sera transformée en énergie thermique après la combustion du mélange air/gaz dans les 8 brûleurs (26) de la chaudière (29). La chaleur engendrée par cette combustion va être cédée à l'eau qui circule dans les tubes vaporisateurs ou tubes écrans (25). Cette chaleur (énergie calorifique) sera véhiculée par la vapeur jusqu'à la turbine (2,3,4) où elle se transformera en énergie mécanique (mouvement de rotation de l'arbre tournant à 3000 tr / min) équivalent à une fréquence de 50Hz.

Le rotor de l'alternateur va donc être entraîné par la rotation de l'arbre turbine cela produira alors une énergie électrique à la sortie des trois phases alternateur (5). La puissance active développée aux bornes de l'alternateur (BA) ou charge active de base sera de 176 MW. La tension de sortie alternateur est de 15,5KV et un ampérage variant jusqu'à 8000A par phase à une fréquence de 50Hz. L'énergie électrique fournie par l'alternateur va être évacuée à travers le disjoncteur alternateur (BBC) ou disjoncteur groupe pour ensuite aller vers le transformateur principal qui élèvera la tension de 15,5KV à 220KV. Après le transformateur principal TP, l'énergie fournie transitera à travers le disjoncteur ligne (poste blindé SF6) pour alimenter le réseau 220KV au niveau des postes Alger Est et Si Mustapha.



Figure 1.7 : Poste de départ d'énergie électrique.

A noter que juste avant le transfo TP, il y a un soutirage d'une partie de l'énergie électrique produite qui ira alimenter le transformateur de soutirage TS pour transformer la tension de sortie alternateur de 15,5 KV en 6.3 KV et alimenter ainsi les auxiliaires électriques du groupe. C'est une auto-alimentation des auxiliaires propres au groupe qui consommeront environ 8MW par tranche. On fournira donc une puissance unitaire BU (borne usine) de 168 MW par groupe. La puissance totale fournie au réseau est de 4x168Mw. La ligne de 63KV arrive du poste de Si Mustapha au transformateur TR (transfo réseau) pour transformer la tension 63KV en 6,3KV et alimenter en secours les 4 jeux de barres 6.3 KV (BA / BB) des quatre tranches pour alimenter les auxiliaires groupe.

La puissance totale fournie au réseau est de 4x168 MW. Actuellement deux groupes 1 et 2 débitent sur le poste 220KV d'Alger Est, les groupes 3 et 4 débitent sur le poste 220KV de Si Mustapha.

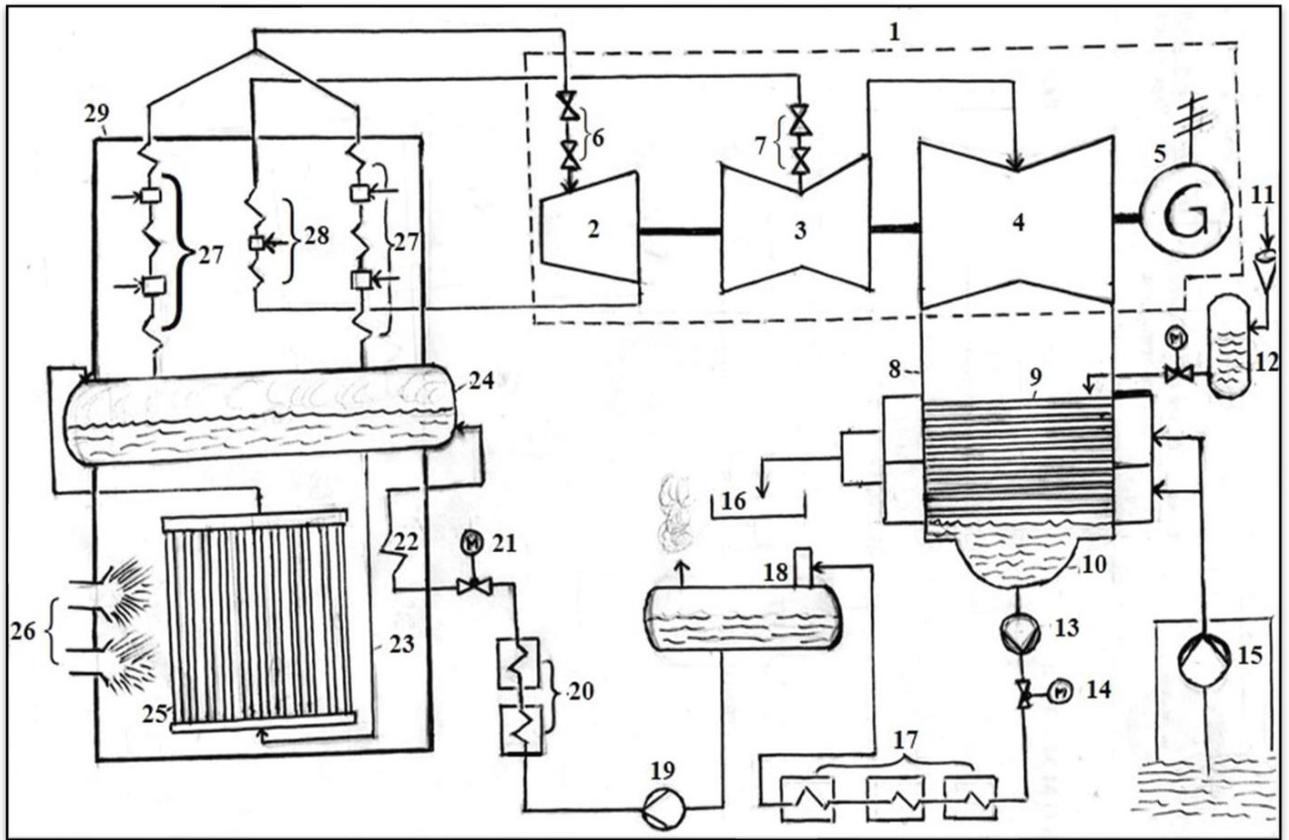


Figure 1.8 : *Circuit de cycle eau-vapeur.*

Légende du schéma cycle eau-vapeur, Figure 1.8 :

- (1) Groupe turbo-alternateur.
- (2) Corps HP de la turbine (haute pression).
- (3) Corps MP de la turbine (moyenne pression).
- (4) Corps BP de la turbine (basse pression).
- (5) Alternateur.
- (6) Ensemble vanne d'arrêt/soupapes régulatrices HP.
- (7) Ensemble vanne d'arrêt/soupapes régulatrices MP.
- (8) Condenseur.
- (9) Tubes condenseur en titane (14850 tubes).
- (10) Puits du condenseur.
- (11) Station de dessalement + déminéralisation.
- (12) Bâche tampon.
- (13) Pompes d'extraction.
- (14) Vanne régulatrice niveau condenseur.

- (15) Station de pompage + pompes de circulation.
- (16) Canal de rejet.
- (17) Poste de réchauffage basse pression (BP1+BP2+BP3).
- (18) Bâche alimentaire-dégazeur.
- (19) Pompes alimentaires.
- (20) Poste de réchauffage HP (HP5+HP6).
- (21) Vanne régulatrice niveau ballon chaudière (soupape alimentaire).
- (22) Economiseur.
- (23) Colonnes de descente pour alimentation des tubes écran.
- (24) Ballon chaudière.
- (25) Tubes écran/vaporisateur.
- (26) Bruleurs (N^{bre} de 8).
- (27) Surchauffeurs N°1, 2, 3 + désurchauffeurs.
- (28) Resurchauffeurs N°1, 2 + désurchauffeurs.
- (29) Chaudière ou générateur de vapeur.

1.6. Conclusion

Nous avons présenté la centrale thermique Ras-Djinet qui nous a permis de mieux comprendre les étapes et les transformations nécessaires pour la production de l'électricité. Nous avons saisi le rôle des divers organes qui participent à ces transformations (chaudière, condenseur, turbine, alternateur), ainsi que les principales stations qui interviennent dans le cycle de production. Ainsi, nous avons pu constater l'importance de l'eau traitée et la disponibilité du procédé de traitement des eaux pour le fonctionnement de la centrale. Pour cela, l'eau traitée est considérée comme étant élément primordial pour le fonctionnement des groupes de production d'électricité.

CHAPITRE 2 :

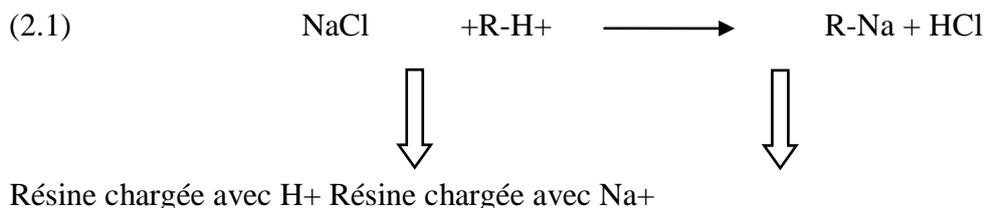
Procédé de Déminéralisation et Régénération des Filtres

2.1. Introduction

L'installation de déminéralisation sert au traitement d'appoint d'alimentation des chaudières pour les quatre blocs de la centrale thermique de Cap-Djinet. Pour l'eau brute, on utilise le distillat de l'installation de dessalement de l'eau de mer qui a la teneur en sel (NaCl) au max 20 mg/l et température max 40 C. L'eau déminéralisée correspond dans sa qualité aux exigences à l'eau usée comme l'eau d'appoint d'alimentation des chaudières. L'objectif de déminéralisation est d'avoir l'eau pur de conductivité électrique inférieure à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la teneur en acide silique SiO_2 inférieure à 0,02 mg/l, Figure 2.1.

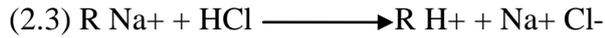
2.2. Description du procédé de filtrage à lits mélangés

Un filtre à lit mélangé comprend le mélange des échangeurs cationiques fortement acides et des échangeurs anioniques fortement basiques qui se présentent en service mélangés, les résines cationiques et anioniques représentent une multiplicité des étapes cationiques et anioniques, de quoi résulte la bonne qualité de l'eau pure. Les filtres à lits mélangés sont équipés de robinetteries commandées par un système pneumatique. En service, l'eau coule d'en haut vers le bas à travers la couche des résines, les cations de l'eau sont absorbés par les résines cationiques et échangent contre H-ions. Cette réaction chimique est donnée par l'équation (2.1). Les anions sont absorbés par les résines anioniques et échangent contre OH-ions, cette réaction chimique est donnée par l'équation (2.2), Figure 2.1.



Après la fixation complète des résines, elles se commencent à saturer progressivement donc il faut les régénérées avec l'acide dilué et aussi avec la lessive de soude.

- Par l'acide chlorhydrique, les cations des résines sont expulsés et les H-ions sont fixes. (2.3)
- Par la lessive de soude, expulse les ions absorbés et la résine est fixée par OH-ions. (2.4)



Ensuite, les résines échangeuses sont prêtes pour l'absorption.



Figure 2.1 : Résine.

2.3. Système de repérage Alpha/Numérique de l'installation [1]

Rang	1	2	3	4
Structure générale	AA	NN	A	NNN
Exemple	UA	11	D	001

Tableau 2.1 : Système de repérage Alpha/Numérique.

- **Rang 1** : Equipement / conduite (circuit).
- **Rang 2** : Numéro du sous-groupe ou agrégat / conduite parallèle
- **Rang 3** : Type de la machine ou de l'appareil / Grandeur physique
s'il s'agit d'un appareil de mesure :

A : Analyse chimique (conductivité, PH)	G : Boite à borne, commande locale
B : Réservoir, échangeur de chaleur, etc...	L : Mesure de niveau
C : Régulateur	P : Mesure de pression
D : Pompe, Moteur	S : Vanne à moteur ou manuelle
F : Mesure de débit	T : Mesure de température

Tableau 2.2 : Désignations du 3^{ième} rang du système de repérage.

- **Rang 4** : Numéro chronologique de la machine ou de l'appareil.

2.4. Fonctionnement du Procédé de déminéralisation

L'installation comprend deux filtres à lits mélangés, l'un des deux filtres UA11B001, UA12B001 en service et l'autre en réserve. Le distillat de l'installation de dessalement de l'eau de mer est stocké dans deux réservoirs de stockage 00WJ40B001 et 00WJ40B002 avec un contenu de 2700 m^3 chacun. Les pompes de l'eau brute UA11D001, UA12D001 qui sont installées dans le bâtiment de l'installation pour le traitement de l'eau, prennent l'eau de ces réservoirs et la transportent vers les filtres à lits mélangés, chaque pompe est destinée à un filtre, la troisième pompe (UA10D001) sert comme réserve. Le système du lit mélangé est le système le plus répandu, il permet d'atteindre la conductivité théorique de l'eau pure $0.1\ \mu\text{S}/\text{cm}$, et la silice de l'ordre $0.02\ \text{mg}/\text{l}$, parfois inférieurs, nous avons prévu deux filtres à lits mélangés avec une capacité nette de $43.4\ \text{m}^3/\text{h}$ de l'eau brute qui fonctionnent, en général, en mode alterné. L'eau déminéralisée est transportée après les filtres, dans deux réservoirs de stockage 34UD10B001, 12UD10B001 avec le contenu $1500\ \text{m}^3$ chacun. Une fois que les résines sont saturées, et la conductivité de l'eau dépasse $0.1\ \mu\text{S}/\text{cm}$, la vanne UA11S007 se ferme donc il y a lieu au procédé de régénération. La régénération des résines à l'échange d'ions s'effectue avec l'acide chlorhydrique (HCL) et la lessive de soude (NaOH), c'est-à-dire d'effectuer la réaction inverse de celle d'échange au moyen d'une solution concentrée en contre ion d'origine, Figure 2.1.



Figure 2.2 : Filtres à lit mélangé.

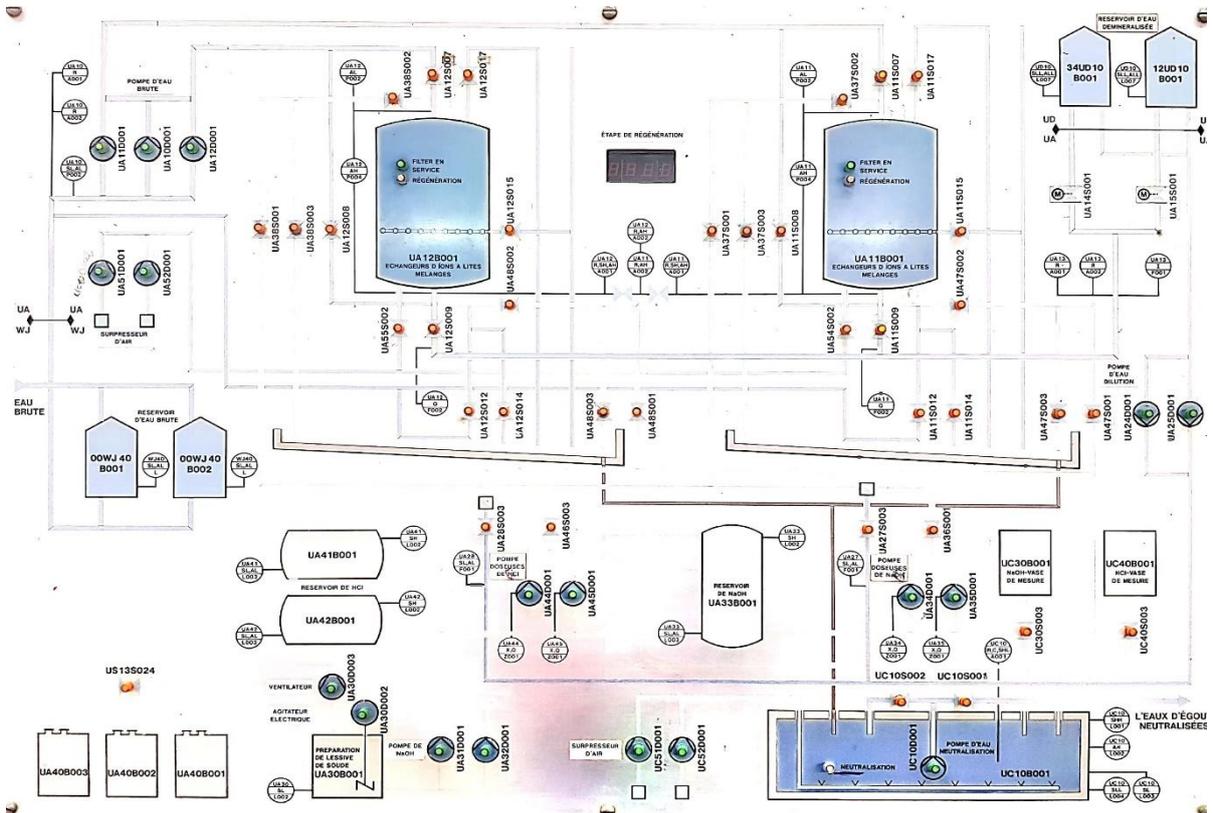


Figure 2.3: Schéma fonctionnelle de la procédé de déminéralisation.

Le tableau 2.3 représente les différents constituants de l’installation de déminéralisation ainsi que leurs indications.

Indications des capteurs	Constituants de l’installation
00WJ40B001	Réservoirs d’eau brute
00WJ40B002	
00UA10D001	Pompes pour l’eau brute
00UA11D001	
00UA12D001	
00UA12B001	Filtres à lits mélangés
00UA11B001	
12UD10B001	Réservoirs de stockage de l’eau déminéralisée
34UD10B001	
00UA12S008	Robinetteries
00UA11S008	
00UA11S017	
00UA11S015	

00UA24D001	Pompes pour l'eau de dilution
00UA25D001	
00UA41B001	Réservoirs de stockage de l'acide chlorhydrique
00UA42B001	
00UA33B001	Réservoir de stockage de lessive soude
//	Station de dissolution de la lessive de soude
//	Station de dissolution de l'acide chlorhydrique
00UA44D001	Pompes doseuses de l'acide chlorhydrique
00UA45D001	
00UA34D001	Pompes doseuses de la soude caustique
00UA35D001	
00UA51D001	Soufflantes à air mixte
00UA52D001	

Tableau 2.3 : Différents constituants de la station de déminéralisation.

2.5. Régénération des filtres

Quand il ne reste plus de place pour charger les ions, la phase de saturation sera interrompue et les résines devront régénérées.

La régénération consiste à effectuer un rinçage des résines anioniques et cationiques par deux solutions de l'acide et de la soude caustique :

HCl- Solution concentrée à 5%

NaOH- Solution concentrée à 5%

La régénération permet une réactivation des résines, car saturées par le Na⁺ et Cl⁻, leurs réactions sont nulles et à la sortie des lits mélangés la conductivité est importante et l'eau est de mauvaise qualité qu'elle ne doit pas être utilisée pour les besoins de la centrale et surtout l'alimentation du générateur de vapeur. Une régénération du filtre à lits mélangés est nécessaire quand :

- La conductivité à la sortie des lits mélangés est supérieure à 0.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Si la silice SiO₂ est supérieure à 0.02 mg/l.
- Si la différence de pression d'entrée et la sortie des lits mélangés est supérieure à 1.5 bars.
- La durée de marche à déjà fait plus de quatre semaines.

La mise en marche de la régénération est seulement possible quand l'espace de neutralisation est vide. La régénération s'effectue par étapes décrites comme suit :

➤ **Etape 1 : Séparation des résines**

Dans la première étape s'effectue la séparation des résines cationiques et anioniques, les robinetteries UA1(12)S008 et UA11(12)S017 sont ouvertes, la pompe pour l'eau brute UA11(12)D001 en service, l'eau brute qui est introduite par le point bas ressort par la partie supérieure, et par la différence de poids spécifiques, les résines cationiques plus denses retournent dans le bas de réservoir et les résines anioniques plus légères occupent la partie supérieure. Les robinetteries UA37(38)S003 et UA47(48)S003 sont toujours ouvertes sauvegarde de l'acide et de la soude caustique. Et cette opération dure 37 minutes, Figure 2.4.

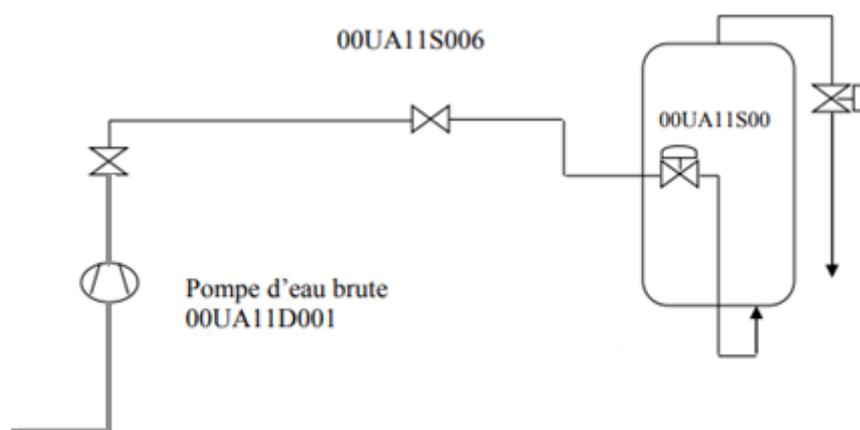


Figure 2.4: Etape 1 de la régénération.

➤ **Etape 2 : Pause**

Arrêt de la pompe de l'eau brute UA11(12)D001 de façon que les résines soient séparées au repos, la robinetterie d'évacuation UA11(12)S017 est ouverte, cette opération dure 7 minutes.

Par l'intermédiaire des hublots un contrôle visuel permet de différencier les résines de couleurs différentes si elles sont bien séparées, Figure 2.5.

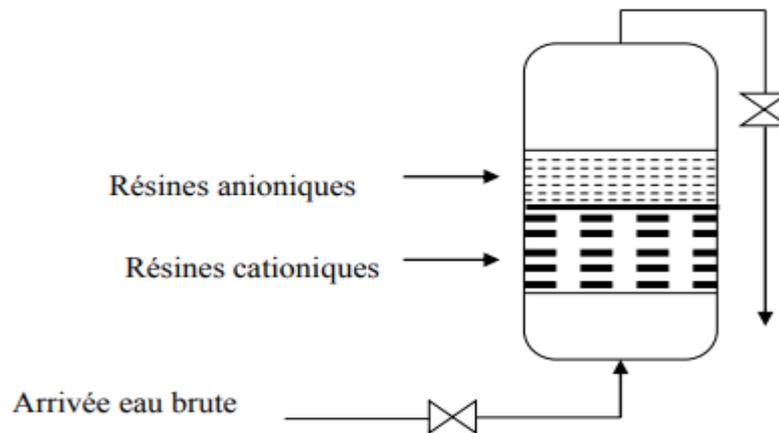


Figure 2.5: Etape 2 de la régénération.

➤ **Etapes associées à 3 et 4 : Remplissage d'acide et de la soude caustique**

Cette étape consiste au remplissage d'acide HCl et de la soude caustique NaOH le remplissage de l'acide et de la soude s'effectue en même temps, l'eau de dilution pour les produits chimiques est transportée par les pompes de régénération UA24(25)D001. Et cette opération dure 30 minutes.

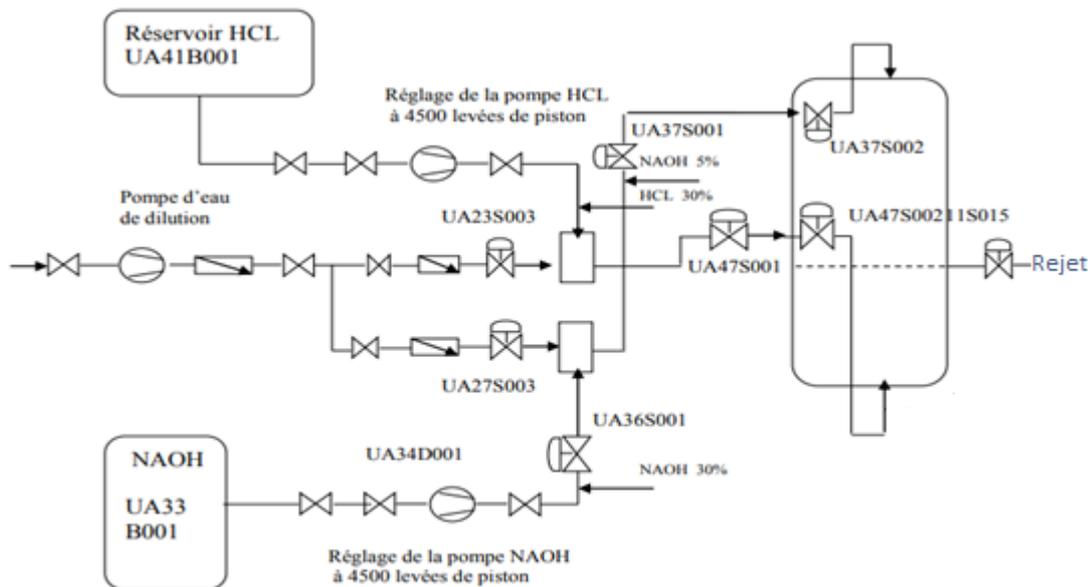


Figure 2.6: Etape 3 de la régénération.

➤ **Etape 3a et étape 4 a : Remplissage de l'acide chlorhydrique**

La solution HCl passe à travers la couche des résines cationiques d'en bas vers le haut et s'écoule par le tuyau de distribution. Les robinetteries UA11(12) S015 et UA47(48) S001,

UA47(48) S002 sont ouvertes, l'acide chlorhydrique à 30% des réservoirs de stockages UA41(42) B001 sont dilués à l'aide des pompes doseuses UA44(45) D001 et avec l'eau à une solution de 5 %. Le débit de l'eau de dilution est réglé sur le débitmètre UA28 (I, AC) F001, de même qu'avec la robinetterie UA28S003. Si le débit est bas l'alarme est déclenchée et les pompes doseuses UA44(45) D001 sont arrêtées. La robinetterie UA28S003 reste ouverte et sert seulement comme arrêt manuel. Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

- Capacité de la pompe doseuse : 679 l/h =70%.
- Compteur de levées sur l'armoire de commande : 4500 levées (remplissage de 30min).
- Quantité de l'eau de dilution : 3850 l/h.

Après avoir le nombre de levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et on ferme la robinetterie UA46S003. Le lavage de l'acide commence et dure à peu près 40 minutes, ensuite on ferme les robinetteries UA28S003, UA47(48) S001, UA47(48) S002 et on ouvre la robinetterie UA47(48) S003 (assurance des produits chimiques).

➤ ***Etape 3b et étape 4b : Remplissage de la lessive de soude NaOH***

La solution NaOH passe à travers la couche des résines anionique du haut vers le bas et s'écoule par le tuyau de distribution. Les robinetteries UA11(12) S015, UA37(38) S001, UA37(38) S002 sont ouvertes. La lessive de soude est de 30% du réservoir de stockage, Figure 2.7.

UA33B001 est diluée à l'aide des pompes doseuses UA34(35) D001 avec de l'eau à une solution de 5%, le débit de l'eau de dilution est réglé sur le débitmètre UA27 (I, AL) F001, et de même par la robinetterie UA27S003. Si le débit est bas l'alarme est déclenchée et les pompes doseuses UA34(35) D001 sont arrêtées. La robinetterie UA27S003 reste ouverte et sert seulement comme arrêt manuel. Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

- Capacité de la pompe doseuse : 1000 l/h =70%.
- Compteur de levées sur l'armoire de commande : 3600 levées (remplissage de 30 minutes).
- Quantité de l'eau de dilution : 6400 l/h.

Après avoir le nombre de levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et on ferme la robinetterie UA36S003. UA37(38) S001, UA37(38) S002 et on ouvre la robinetterie UA37(38) S003 (assurance des produits chimiques).

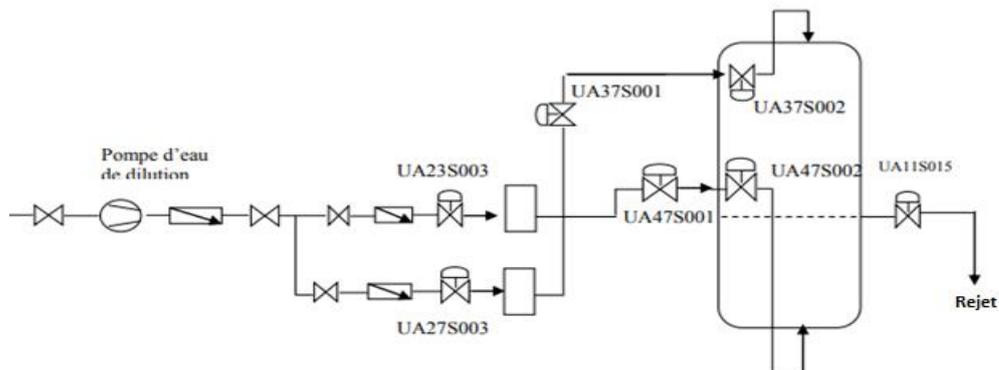


Figure 2.7: Etape 4 de la régénération.

➤ **Etape 5 : Pause**

Dans cette étape une pause de 30 secondes est nécessaire pour arrêter complètement le lavage des résines, la robinetterie UA11(12) S015 de même que les soupapes de sûreté contre l'acide et la lessive restent ouvertes les autres robinetteries sont fermées.

➤ **Etape 6 : Abaissement**

Pour éviter l'élimination des résines échangeuses par le mélange dans la prochaine étape, on fait couler l'eau jusqu'à 10 cm au-dessus de la couche supérieure du filtre à travers la robinetterie UA11(12) S015 dans le canal, l'étape est terminée quand l'eau ne coule plus. La durée est mesurée pendant la première mise en marche et règle avec 30% de réserve (40 min), Figure 2.8.

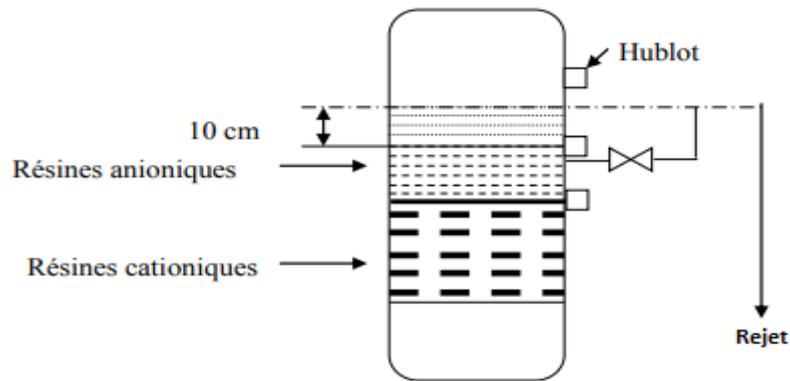


Figure 2.8 : Etape 6 de la régénération.

➤ **Etape 7 : Mélange**

Les résinées cationiques et anioniques séparés sont mêlées intimement par l'air comprimé. La soufflante d'air de balayage.

UA51(52) D001 est en service, la robinetterie UA54(55) S002, de même que UA11(12) S017 sont ouvertes, Figure 2.9.

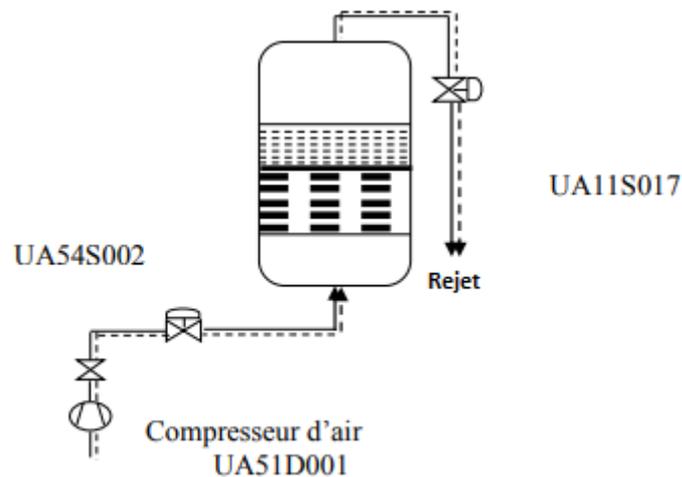


Figure 2.9 : Etape 7 de la régénération.

➤ **Etape 8 : Remplissage**

Remplissage de l'espace vide du filtre à lits mélangés jusqu'à ce que l'eau ressorte par le point haut. La pompe de l'eau brute UA11(12) D001 est en service et les robinetteries UA11(12) S007, UA11(12) S017 sont ouvertes. Cette opération dure 5min, Figure 2.10.

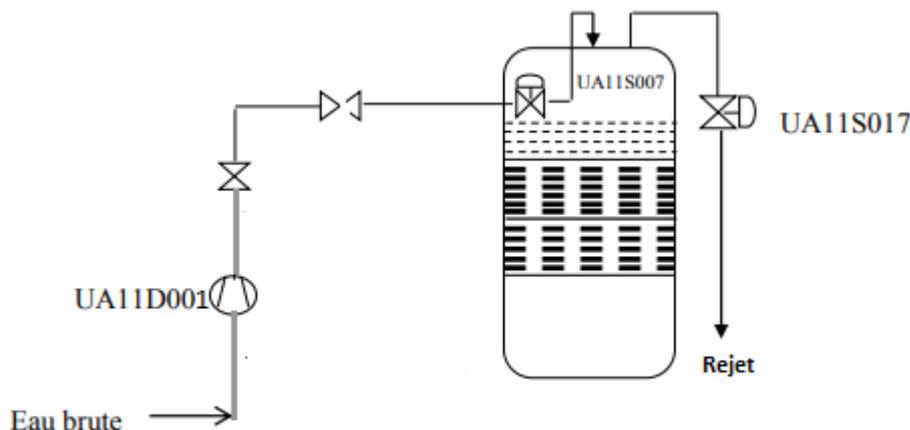


Figure 2.10: Etape 8 de la régénération.

➤ **Etape 9 et étape 10 : Rodage**

On rode l'eau dans la première étape à une conductivité inférieure à $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ dans le canal, pendant ce temps les robinetteries UA11(12)S007 et UA11(12)S014 sont ouvertes, de même que la pompe pour l'eau brute UA11(12) D001 respective dans le service. Après avoir atteint la conductivité la robinetterie UA11(12) S014 se ferme et la robinetterie UA11(12) S012 s'ouvre et on rode jusqu'à une conductivité inférieure à $0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$. En vue d'une économie de l'eau, on fait recirculer l'eau de rodage. Si après 120 minutes la conductivité de moins de $0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$ n'est pas atteinte une alarme apparait il est donc nécessaire de chercher les raisons qui peuvent être dues à une mauvaise séparation des résines ou un mauvais lavage donc présence de HCl et NaOH. Il faut refaire le lavage par recirculation en mettant l'installation en service et la régénération s'arrête automatiquement. La recirculation peut durer plusieurs heures 3h à 5h avant d'obtenir une conductivité de $0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$, une fois la conductivité voulue atteinte la commutation des soupapes de recirculation-stockage se fait automatiquement et l'installation est en production normale. Même Pendant la mise en service normal la recirculation s'ouvre par mesure de sécurité pour le contrôle de la conductivité, Figure 2.11.

Le rodage une fois terminé la régénération est fini et le filtre passe en ordre de marche. Les eaux usées réactionnelles à réaction acide, provenant des filtres à lits mélangés sont rassemblées, pour l'équilibrage des quantités et de concentration dans le bassin de neutralisation UC10B001.

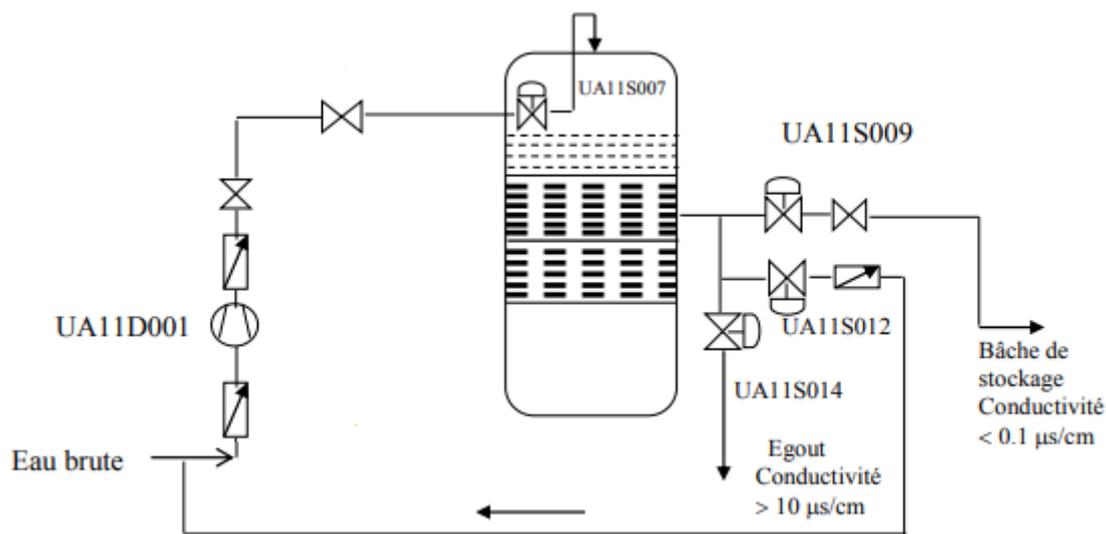


Figure 2.11: Etapes 9 et 10 de la régénération.

2.6. Neutralisation

Cette étape consiste à effectuer une neutralisation des produits chimiques ayant servi à la régénération des lits mélangés tels que l'acide HCL et la soude caustique. L'acide et la soude caustique, étant des produits chimiques très corrosifs et agressifs, ils peuvent causer des dommages de l'installation de rejet (détérioration des canalisations) et polluer l'environnement pour cela lors du rejet, le PH doit être de 7 à 8,5.

Les solutions conduites à la neutralisation viennent :

- ◆ De la régénération ;
- ◆ Des filtres humides du réservoir HCl ;
- ◆ Des filtres humides du réservoir NaOH.

2.7. Description de l'installation de neutralisation

Les composants principaux de l'installation de neutralisation :

- Un bassin mélangeur.
- Une pompe aspirante.
- Deux ventilateurs à air mélangeurs.
- Deux réservoirs collecteurs.

Le capteur de niveau très haut donne une alarme en salle de commande et met la neutralisation en service automatique. La pompe de recirculation reste en service pendant 20 minutes avant toute injection, afin d'avoir un mélange homogène, et une mesure de PH correcte. Après 20 minutes, si le PH est inférieur à 7, il y a injection de NaOH, s'il est supérieur à 8,5 injections de HCl, Figure 2.12.

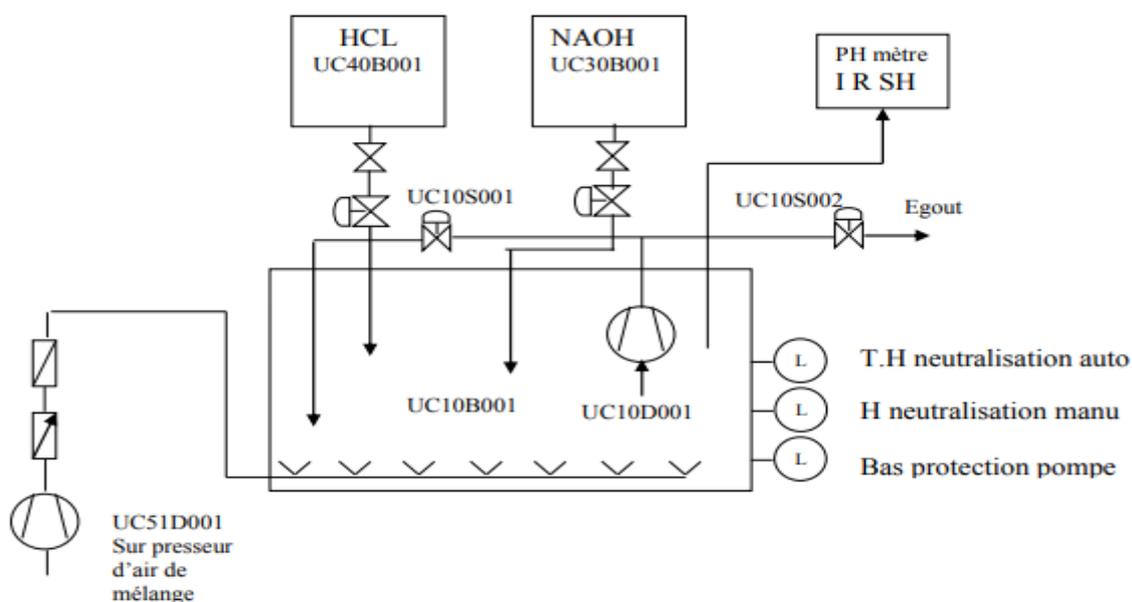


Figure 2.12 : Neutralisation.

2.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le procédé de déminéralisation ainsi que le principe de fonctionnement de l'installation dans le but de développer une analyse fonctionnelle pour la régénération des filtres et neutralisations qui son notre principale tâche dans notre étude, afin d'élaborer par la suite le programme de commande à base « d'API S7-300 ».

Chapitre 3 :

Instrumentations de la Station de Déminéralisation

3.1. Introduction

L'instrumentation industrielle constitue un vaste domaine. Elle regroupe principalement les dispositifs de contrôle et les appareils de mesure de certains paramètres physiques comme les analyses chimiques, la pression, le débit, le niveau et la température notamment, et qui fournissent un signal proportionnel à la valeur de cette mesure. Ces appareils émettent des signaux normalisés que d'autres appareils peuvent utiliser aux fins d'information, d'alerte ou de commande automatique. De nombreux signaux normalisés sont utilisés dans les systèmes de commande, notamment les signaux électriques en courant variant entre 4 et 20 mA ou en tension de 0 – 24 V et les signaux pneumatiques variant entre 20 et 100 kPa.

Dans ce chapitre, nous décrivons les appareils utilisés pour l'automatisation de la station de déminéralisation et pour la mesure de paramètres physiques et l'émission des signaux correspondants. Nous nous intéressons à cinq paramètres : la pression, le débit, le niveau, la température et la conductivité électrique de l'eau.

3.2. Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesures ou de commande. Les capteurs utilisés dans la station de déminéralisation sont les capteurs de pression, les capteurs de débit, les capteurs de niveau ainsi que les capteurs de conductivité [3].

Cette fonction est assurée par deux parties distinctes au sein du capteur, à savoir :

- ✓ La partie sensible qui est chargée de détecter la grandeur physique ;
- ✓ L'étage de sortie est chargée de l'adaptation de l'information et de la transmettre à la partie de commande.

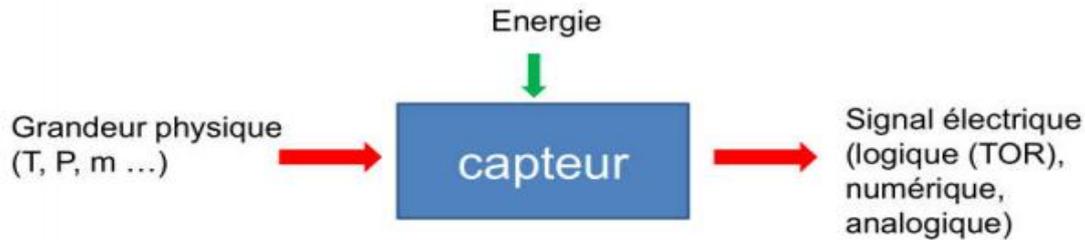


Figure 3.1 : Illustration schématique d'un capteur.

3.3. Classification des capteurs

En fonction de l'information délivrée, on retrouve des capteurs Tout Ou Rien « TOR » et des capteurs analogiques (continus).

- ✓ Capteurs TOR sont de capteurs de sécurités (détecteurs) ;
- ✓ Capteurs analogiques ;
- ✓ Capteurs numériques ;

Les grandeurs procès sont prélevées par les capteurs de débit, de pression, de niveau, de température...etc.

3.4. Signaux

Le type de signaux transmis par les capteurs transmetteurs sont des signaux standardisés

- En courant 4-20mA. Pour les signaux délivrés par des capteurs analogiques ;
- En tension 0-5V : délivrés par des Capteurs logiques « TOR », il délivre un signal numérique ou en binaire 0 ou 1.

3.5. Capteurs de grandeurs procès

3.5.1 Capteur de pression

Un manomètre a contact électrique sert à mesurer les pressions des fluides. La plage de mesure varie de 0.6 à 4Kbar.les contacts ferment ou ouvrent un circuit de commande électrique en fonction de la position de l'aiguille de l'instrument. Cette dernière se déplace librement sur la totalité de la gamme, indépendamment du réglage. L'indicateur de la valeur de consigne peut être régler à l'aide d'une clé de réglage amovible dans le voyant. Ces appareils ne sont pas seulement indicateurs mais dispositifs pour l'arrêt ou démarrage de pompe et machines. Le commandement c'est produit quand une certaine pression est dépassée, soit minimale ou maximale [9], Figure.3.2.



Figure 3.2 : *Capteur de pression (manomètre).*

3.5.2 Capteur de débit

Utilisant la transmission par liaison magnétique, le débitmètre à clapet est adapté à la mesure de liquides dans des tuyauteries. Si un fluide s'écoule avec suffisamment de vitesse au travers du débitmètre, monté horizontalement ou verticalement, le clapet va tourner autour de son axe jusqu'à atteindre l'équilibre de force entre la poussée du fluide et la force de rappel du ressort interne. La position angulaire de ce point d'équilibre correspond à la mesure du débit. L'aimant annulaire permanent situé à l'extrémité de l'axe du clapet va transmettre sans contact cette position à l'aiguille indicatrice et autres options électriques via un aimant suiveur situé dans le boîtier. [9]

Les débitmètres à clapets peuvent être équipés avec des sorties électriques pour le contrôle à distance, Figure.3.3.

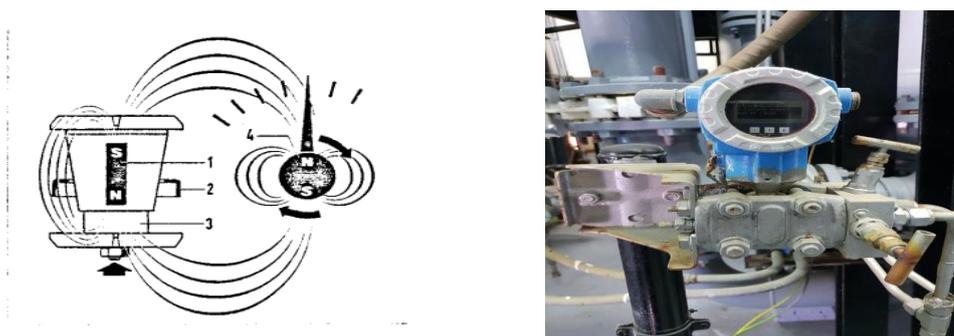


Figure 3.3 : *Capteur de débit (débitmètre).*

3.5.3 Capteur de niveau

C'est un dispositif électronique qui permet de mesurer la hauteur des matériaux, en général du liquide, dans un réservoir ou un autre récipient. La station utilise deux types de capteur de niveau. [9]

- **Contrôleur MBSK**

Il fonctionne selon le principe du flotteur avec transmission magnétique du niveau sur une grande échelle avec billes colorées. Lorsque la quantité de liquide augmente dans le réservoir, le flotteur dans l'armature est levé jusqu'à l'équilibre entre la puissance ascensionnelle A et le poids de flotteur G_s . Le type MBSK est qualifié par le contrôleur des fluides et des gaz liquides par l'application des matières spéciales. Le type MBSK est un indicateur pour la mesure et le contrôle du niveau dans des réservoirs ouverts ou fermés, Figure 3.4.

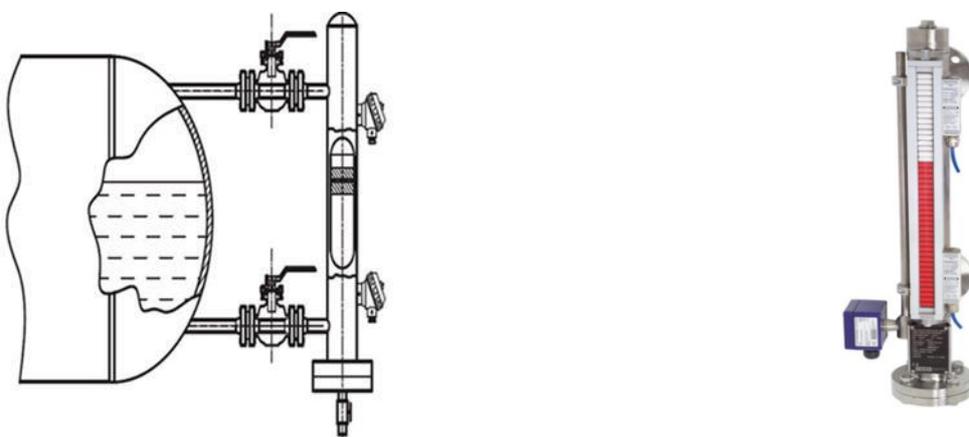


Figure 3.4 : *Capteur de niveau MBSK.*

- **Capteur de niveau hydrostatique**

Les capteurs de niveau hydrostatique sont utilisés pour mesurer le niveau d'un liquide au niveau d'un réservoir. Ils sont montés au fond des cuves et permettent de mesurer la pression hydrostatique d'un liquide et par conséquent déterminer le niveau de ce liquide.

Le premier capteur est dédié pour le procédé de régénération et le deuxième pour le procédé de neutralisation, Figure 3.5.



Figure 3.5 : *Capteur de niveau hydrostatique.*

3.5.4 Capteur de conductivité

Le capteur de conductivité ou conductimètre est un appareil qui permet de mesurer la conductivité d'une solution. Il est constitué de deux parties, d'un boîtier électronique qui affiche la valeur de la conductivité et d'une cellule qui mesure cette valeur. La mesure de la conductivité se fait à base Une cellule de conductimétrie est constituée de deux plaques (les électrodes) identiques et parallèles, reliées à un générateur de tension alternative (pour éviter la polarisation des électrodes). Lorsqu'on plonge une cellule de conductimétrie dans une solution conductrice et qu'on fait varier la tension U à ses bornes en mesurant l'intensité I du courant qui la traverse, on constate la proportionnalité entre U et I : la portion de solution comprise entre les plaques se comporte comme un conducteur ohmique.[9]



Figure 3.6 : *Conductivimètre.*

3.5.5 Capteur de PH

Le pH-mètre est un appareil permettant de mesurer le pH d'une solution. Le fonctionnement du pH-mètre est basé sur le rapport entre la concentration en ions H_3O^+ et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans l'électrode de verre. En général cette électrode est une électrode combinée, c'est-à-dire qu'elle est constituée de deux électrodes : une dont le potentiel est connu et constant et l'autre dont le potentiel varie avec le pH. Le potentiel entre ces deux électrodes est nul à $pH=7$. On peut alors déterminer la valeur du pH par corrélation car la différence de potentiel entre les deux électrodes évolue proportionnellement au Ph, Figure.3.7.



Figure 3.7 : Capteur de PH.

3.6. prés-actionneurs

Un pré-actionneur un auxiliaire de commande et son rôle est de distribuer l'énergie utile aux actionneurs.

3.6.1 Relais

Un relais est un composant électromagnétique qui permet la transition entre un courant faible et un courant fort. Il est constitué d'une bobine alimentée par le circuit de commande dont le noyau mobile provoque la communication de contacts pour alimenter un circuit de puissance, Figure 3.8.

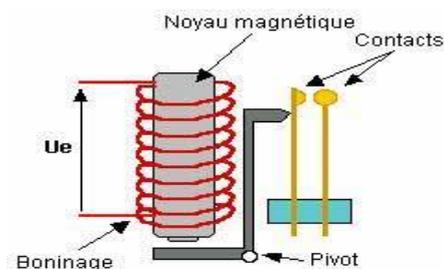


Figure 3.8 : Illustration d'un Relais.

3.6.2 Contacteurs

Un contacteur est un appareil électrique de commutation qui assure la fermeture et l'ouverture du circuit électrique de forte puissance grâce à un dispositif de coupure d'arc, et comporte un ou plusieurs contacts auxiliaires, Figure 3.9.



Figure 3.9 : *Illustration d'un Contacteur.*

3.6.3 Distributeurs

C'est un élément de la chaîne de transmission d'énergie. Il utilise pour commander ou contrôler la circulation des fluides sous pression, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou pneumatique qu'il permet de choisir le sens de circulation d'un fluide ou de démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide, Figure 3.10.



Figure 3.10 : *Illustration d'un Distributeur pneumatique.*

3.7. Actionneurs

L'actionneur est un élément de la partie opérative, qui a comme fonction globale la conversion de l'énergie d'entrée disponible en énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet cherché.

3.7.1 Pompes

Pour refouler les différents liquides existants, on utilise des pompes différentes dont on cite les types suivants :

3.7.1.1. Pompes centrifuges

Les pompes centrifuges fonctionnent suivant le principe d'une mise en rotation du fluide à pomper par une roue tournant à grande vitesse ($\sim 600 - 3500 \text{ tr.mn}^{-1}$). En sortie de roue, le fluide est canalisé dans un diffuseur, puis ralenti dans une volute, et la pression dynamique acquise au niveau de la roue (énergie cinétique) est transformée en pression statique (énergie de pression), Figure 3.11.

Le débit pompé est essentiellement en fonction :

- ✓ De la différence de pression entre aspiration et refoulement ;
- ✓ De la vitesse de rotation de la roue ;
- ✓ Du diamètre de la roue (vitesse périphérique).



Figure 3.11 : *Illustration d'une pompe centrifuge.*

3.7.1.2. Pompes volumétriques

Les pompes volumétriques ont pour caractéristiques de prélever, en un temps donné, un volume de liquide incompressible à l'aspiration, et de l'envoyer au refoulement. Certaines pompes volumétriques sont dites rotatives (cylindrée et vitesse de rotation fixent le débit pompé). D'autres sont dites alternatives car font appel au mouvement alterné d'un piston ou d'une membrane (cylindrée et course fixent alors le débit pompé). Certaines pompes combinent les propriétés des deux précédentes, Figure 3.12.



Figure 3.12 : *Illustration d'une Pompe volumétrique.*

3.7.2 Vannes

La vanne est un organe de réglage commandée manuellement par un volant ou à distance par un signal électrique ou pneumatique via un régulateur. Elle agit sur une grandeur réglée qui peut être une pression, un débit ou un niveau. Il existe plusieurs types de vannes selon leurs fonctionnement (vannes manuelles, figure. 3.13. Vannes régulatrices, figure 3.14. Vannes tout ou rien).

Les vannes destinées pour la station de déminéralisation sont uniquement des vannes pneumatiques de type TOR.

3.7.2.1 Structure de la vanne

Une vanne est décomposable technologiquement en deux parties :

- ✓ La vanne (Corps de vanne, siège, clapet) ;
- ✓ L'actionneur (Arcade, servomoteur).



Figure 3.13: *Vanne manuelle.*



Figure 3.14 : *Vanne automatique.*

3.7.2.2. Vannes pneumatiques Tout Ou Rien (TOR)

Une vanne pneumatique « Tout ou Rien » n'est utilisée pour contrôler le débit des fluides (Vanne à boisseau dite vanne intégrale). Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états « 0 » et ou « 1 » (ou 0 et 100%), c'est-à-dire la vanne est soit en position ouverte et ou en position fermée, Figure 3.15.



Figure 3.15 : *Illustration d'une vanne pneumatique à boisseau.*

3.8. Pupitre de commande

L'unité de déminéralisation est associée à un pupitre de commande afin de surveiller les équipements. Sur la face externe du pupitre, on trouve le schéma synoptique de l'unité, les lampes témoins, des indicateurs, le tableau d'alarmes pour la surveillance de l'unité, des boutons poussoirs, des régulateurs pour la commande des pompes et des clapets, Figure 3.16.



Figure3.15 : Armoire de commande.

Le tableau suivant résume les différents capteurs qui sont utilisés dans la station de déminéralisation et leurs indications (tab.3.1). Ils permettent de connaître les localisations sur site ainsi que les différentes alarmes qui surviennent lors d'une situation anormale du déroulement du procédé.

Capteur	Indications	Contact d'enclenchement
Indicateur de pression	UA11(AL)P002 UA12(AL)P002	Déclenchement d'alarme à l'insuffisance de. Pression de 2 bars
Indicateur de pression	UA11(AL)P003 UA12(AL)P003	
Indicateur de la résistance de filtre	UA11(AH)P004 UA12(AH)P004	Réglé à 1.5 bars une alarme se déclenche au dépassement
Indicateur de débit d'eau brute	UA11(F)F001 UA12(F)F001	
Débit de l'eau pure total	UA11(F)F002 UA12(F)F002	
Débit d'eau caustique	UA27(SL, AL)F001	Déclenchement d'alarme en cas de débit bas
Indicateur de niveau pour l'eau de déminéralisation	UD10(SLL,ALL)L007 UD10(SLL?ALL)L007	Déclenchement d'alarme en cas de niveau bas
Indicateur de niveau de réservoir de lessive soude	UA33(SL,AL)L003	

Indicateur de niveau de réservoir de L'acide	UA41(SL,AL)L003 UA41(SL,AL)L003	
Débit d'eau dilution acide	UA28(SL,AL)F001	Déclenchement d'alarme en cas de débit bas
Indicateur de conductivité	UA11(R,SH,AH)A001 UA12(R,SH,AH)A001	Déclenchement d'alarme au dépassement de conductivité de 0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Indicateur et registration de la teneur en silice SiO_2	UA11(I,R,AH)A002 UA12(I,R,AH)A002	Déclenchement d'alarme au dépassement de la teneur en silice SiO_2 de 0.02bmg/l

Tableau 3.1 : Capteurs utilisés dans la station de déminéralisation.

3.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la partie instrumentation du procédé de déminéralisation, afin de mettre en clair le lien entre la partie commande (API, Régulateurs) et la partie opérative (Actionneurs) qui est établi par l'intermédiaire de capteurs et appareils de mesure.

Chapitre 4 :

Automate Programmable et

Logiciels Associés

4.1. Introduction

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Un automate programmable industriel, ou API (en anglais programmable Logic Controller, PLC), est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. Là où les systèmes automatisés plus anciens employaient des centaines ou des milliers de relais et de cames, un simple automate suffit. On nomme automaticiens les programmeurs de ces API [5].

4.2. Architectures des automates

4.2.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

4.2.1.1. Automate compact

Comme les mini-automates « LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILENEUM de Crouzet », ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, ils pourront réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes, Figure 4.1.



Figure 4.1: Automate compact.

4.2.1.2. Automate modulaire

Les API modulaires sont les plus répandus dans l'industrie. Ils s'adaptent avec un maximum de souplesse à la machine ou au processus à automatiser. Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des emplacements séparés (modules) et sont fixés sur un ou plusieurs racks contenant le fond de panier (bus plus connecteurs), Figure 4.2.



Figure 4.2 : Automate modulaire.

4.2.2. Aspect intérieur

Les API comportent quatre principales parties, Figure 4.3 :

- Une unité de traitement (un processeur CPU) ;
- Une mémoire ;
- Des modules d'entrées/sorties ;
- Des interfaces d'entrées/sorties ;
- Une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) - 24 V (DC) ;

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple, L'unité centrale (CPU : Control Process Unit) est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Deux types de mémoire cohabitent :

- **Mémoire Programme** : où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement. (ROM : mémoire morte).
- **Mémoire de données** : utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrées-sorties. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

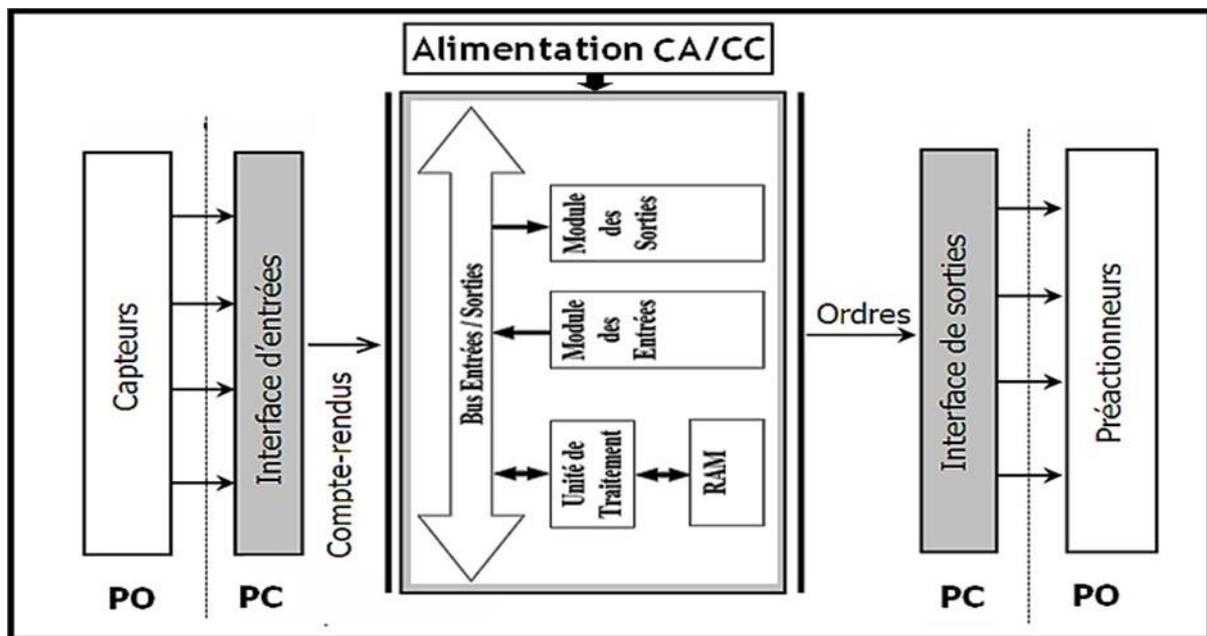


Figure 4.3 : Structure interne d'un automates programmables industriels (API).

4.3. Description d'un API

4.3.1. Processeur

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation (console de programmation PG) aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou

des vérifications de données.

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres, ce sont des mémoires rapides permettant la manipulation des informations qu'elles retiennent, ou leur combinaison avec des informations extérieures.

4.3.2. Mémoires

Les informations de l'API sont stockées dans la mémoire de l'API qui est composée de plusieurs éléments qui sont :

- La mémoire morte ROM (Read Only Memory) : pour stocker le système d'exploitation et les données utilisées par la CPU.
- La mémoire vive RAM (Random Access Memory) : utilisée pour stocker le programme utilisateur et les informations sur l'état des entrées et des sorties.
- La mémoire morte reprogrammable EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : est parfois employée pour stocker de manière permanente les programmes.

4.3.3. Modules entrées /sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- **Modules TOR (Tout Ou Rien)** : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un bouton poussoir, un point de commutation d'un capteur avec contacts électriques ...etc.
- **Modules analogiques** : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée (p.ex. 4-20 mA). C'est le type d'information délivrée par un capteur avec sortie analogique (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).
- **Modules spécialisés** : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

4.3.4. Alimentation

Elle élabore à partir d'un réseau 220V en courant alternatif, ou d'une source 24V en courant continu, les tensions internes distribuées aux modules de l'automate. Afin d'assurer le niveau de sûreté requis, elle comporte des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de

la tension réseau, et de surveillance des tensions internes. En cas de défaut, ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

4.3.5. Liaisons de communication

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant les signaux électriques.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

4.4. Traitement du programme automate

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- **Traitement interne** : L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...).
- **Lecture des entrées** : L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution du programme** : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
- **Ecriture des sorties** : L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique), Figure 4.4.

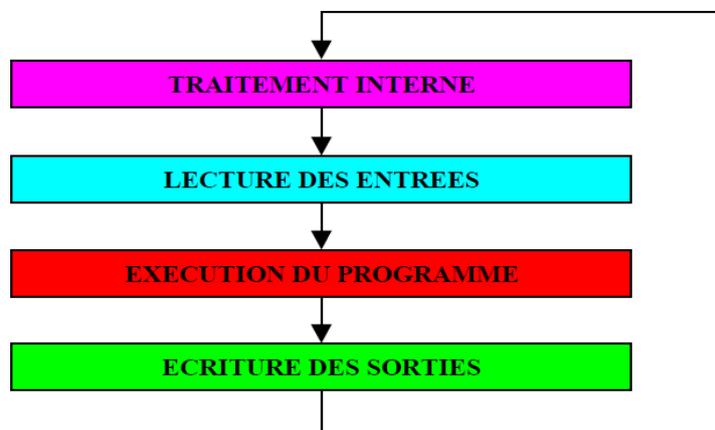


Figure 4.4 : Fonctionnement cyclique d'un API.

4.5. Domaines d'emploi des automates

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou ils peuvent également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie...) Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [8].

4.6. Gammes d'automates Siemens

4.6.1. Modules logiques LOGO

Ce sont des mini-automates largement utilisés pour les petites applications d'automatisation telles que la domotique ou sur de petites machines. Les modules logiques LOGO sont très flexibles, l'utilisateur a la possibilité d'ajouter des E/S supplémentaires via des modules d'extension.

4.6.2. Automate SIMATIC S7-200

L'automate SIMATIC S7-200 est un micro-automate compact pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu'à 7 modules, et une mise en réseaux par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.

4.6.3. Automate SIMATIC S7-300

L'automate SIMATIC S7-300 est un mini automate modulaire pour les applications milieux de gamme, avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et une mise en réseaux par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.

4.6.4. Automate SIMATIC S7-400

C'est un automate haute gamme très utilisé dans les industries de process. Les CPU de la gamme S7-400 disposent d'une mémoire de travail, et d'un bon temps d'exécution répondant aux exigences des industries de process.

4.6.5. Automate SIMATIC S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 est un automate compact qui se programme avec le logiciel d'ingénierie TIA Portal de Siemens et qui sera le futur successeur de l'automate S7-1200. Il est compatible avec PROFINET IO, et peut être utilisé avec des appareils PROFINET IO pour résoudre diverses applications. C'est l'automate idéal pour apprendre à programmer des automates Siemens sur TIA Portal.

4.6.6. Automate SIMATIC S7-1500

C'est la dernière gamme d'automates Siemens. Il se programme sous TIA Portal et dispose d'un petit écran de façade permettant de faire quelques configurations basiques.

4.7. Choix d'un automate

Pour le bon fonctionnement, il faut respecter certains critères pour le choix d'un type d'automate donné suivant les caractéristiques suivantes :

- Le nombre d'entrées /sorties ;
- La capacité de traitement du processeur ;
- Nature de traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- La natures d'entrées /sorties (numérique, analogique) ;
- Simplicité de diagnostic et de maintenance ;
- La fiabilité ;
- Disponibilité d'équipement sur le marché avec un faible cout ;
- La durée de garantie ;
- La communication avec d'autres systèmes.

Notre choix s'est orienté vers un automate programmable (SIMATIC S7 -300).

4.8. Présentation de l'automate S7-300

L'automate programmable industriel S7/ 300 fabriqué par SIEMENS, qui fait partie de la gamme SIMATIC S7, est un système de commande modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes, configurable selon les besoins de l'utilisateur. La configuration et le jeu d'instruction des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire les exigences typiques et industrielles et la capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée [4].



Figure 4.5 : Automate S7-300.

4.8.1. Caractéristiques de S7/ 300

L'automate programmable S7/ 300 offre les caractéristiques suivantes :

- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Raccordement centrale de la PG avec accès à tous les modules.
- La facilité de réalisation d'architecture décentralisée et la simplicité d'emploi, sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettant un gain de place appréciable dans les armoires électriques.
- La facilité de réalisation d'architecture décentralisée et la simplicité d'emploi, sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettant un gain de place appréciable dans les armoires électriques.

4.8.2. Modularité de L'API S7-300

Le S7/300 est de conception modulaire, une vaste gamme de modules est disponible, Figure 4.6. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation. Les différents modules sont les suivants :

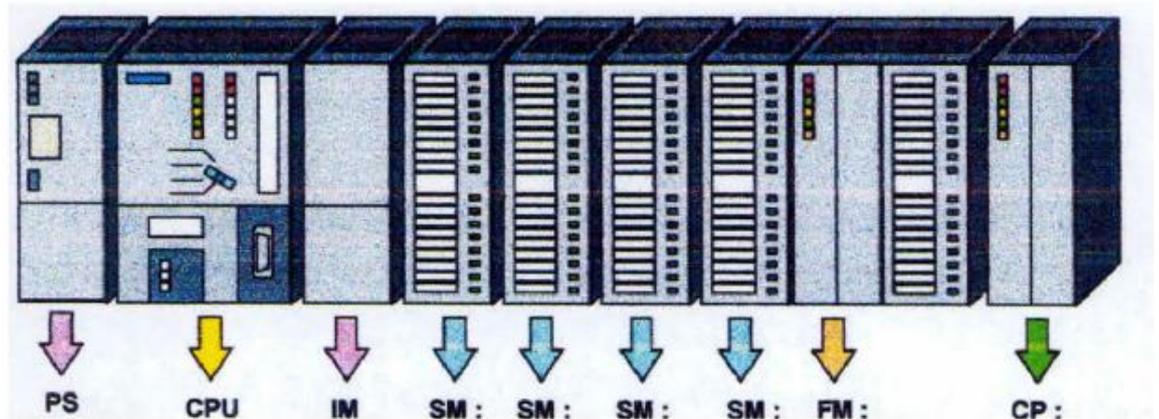


Figure 4.6 : Modularité de l'API S7-300.

Légende :

PS : Module d'alimentation ;

CPU : Unité centrale ;

IM : Modules de couplage ;

SM : Modules des signaux. Il existe plusieurs modules de signaux ;

- Modules d'entrées/sorties TOR (tout ou rien) : Les modules d'entrées/sorties TOR sont des interfaces pour les signaux booléens de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs et actionneurs.
- Modules d'entrées/sorties analogiques : Les modules analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques, ils permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

FM : Module de fonctions ;

CP : Module communication.

4.9. Présentation du logiciel de programmation TIA Portal

Le portail « Totally Integrated Automation », ci-après appelé portail TIA offre la fonctionnalité complète pour réaliser les tâches d'automatisation, regroupée dans une plateforme logicielle globale [6].

Le portail TIA permet, au sein d'un cadre, d'un environnement de travail commun pour une ingénierie transparente avec différents systèmes SIMATIC. Le portail TIA permet donc également pour travailler de manière sécurisée et confortable dans le système global.

Tous les progiciels requis (STEP 7, Win CC), de la configuration matérielle à la visualisation du processus en passant par la programmation, sont intégrés dans un cadre complet d'ingénierie.

4.10. STEP 7

C'est un logiciel de base pour la programmation et la configuration dans SIMATIC, il est formé d'un ensemble d'application avec lesquelles nous pouvons facilement réaliser des tâches partielles [6] :

- ✓ La configuration et le paramétrage du matériel ;
- ✓ La création et le test de programme ;
- ✓ La configuration de réseaux et de liaison
- ✓ La simulation en ligne du fonctionnement de la partie opérative.

On ajoute une large gamme de logiciel optionnel, dont ceux des langages de programmation S7.

Le step7 met à la disposition de l'utilisateur trois modes de base de programmation :

- Le mode à contacts (CONT).
- Le mode logigramme (LOG).
- Le mode liste (LIST).

4.10.1. Structure d'un programme STEP7

Avec Step7 il est possible de structurer le programme selon deux types :

- **Programmation linéaire** : dans ce cas le programme est écrit dans le bloc principal OBI.
- **Programme structuré** : dans ce cas le programme est divisé en sous- programmes programmés dans les blocs (sauf OB 1) et appelés dans OBI ou autres blocs : c'est ce qu'on appelle l'imbrication.

L'organisation des applications réalisées avec Step7 sont conçus à partir de blocs, on distingue :

- Les blocs de code (OB, FB, FC) qui contiennent les programmes,
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

Dans le programme utilisateur, le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- **Blocs d'organisation (OB)**

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation. Il constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de déterminer le comportement de la CPU.

- **Fonctions (FC)**

Ce sont des blocs de code sans mémoire. Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérandes globaux. Elles sont utilisées pour la programmation des fonctions utilisées plusieurs fois, on simplifie de ce fait la programmation.

- **Blocs fonctionnels (FB)**

Ce sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs des données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement des blocs.

- **Blocs de données (DB)**

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données, on a deux types de bloc.

- Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données.
- Les DB d'instances qui sont affectées à un FB donné.

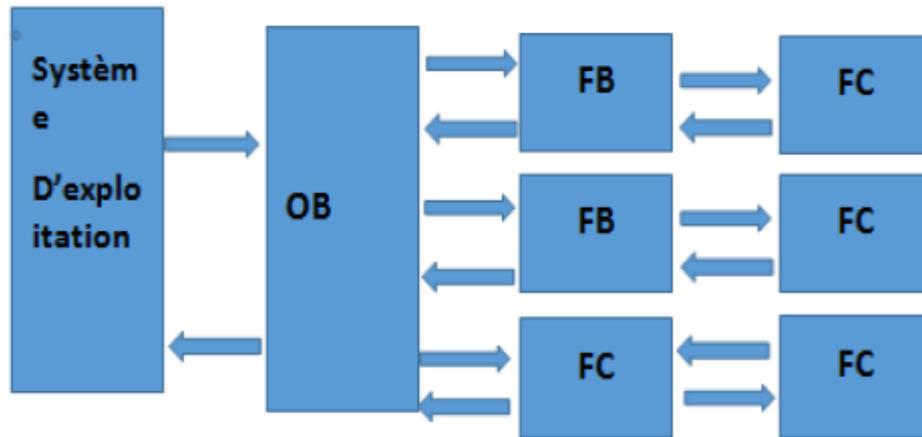


Figure 4.7 : Illustration des différents blocs de programmation.

Mémentos

Des mémentos sont utilisés pour le fonctionnement interne de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques '0' et '1'. Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties.

Mnémoniques

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels. Les mnémoniques ainsi définies sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable [7]

4.11. Conclusion

Dans ce chapitre on a vu la structure modulaire d'un automate programmable et son architecture. Par la suite, on a focalisé notre étude sur l'automate S7/300 en mettant en avant ses caractéristiques techniques ainsi que la présentation du logiciel STEP7, pour une meilleure exploitation pendant sa programmation qui sera l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 5 :

Développement du Programme de Commande du Procédé de la Régénération et De la Neutralisation

5.1. Introduction

Afin de contrôler la régénération automatique des deux filtres et la neutralisation, et pour commander l'installation présentée dans les chapitres précédents, on doit élaborer un programme qui gère les différentes étapes de processus. Dans ce chapitre nous allons d'abord décrire en premier lieu la procédure à suivre pour la création et la configuration matérielle d'un projet d'automatisation ainsi que la structure d'un projet dans le logiciel TIA Portal, et enfin on possédera à l'élaboration d'un exemple de notre projet que nous allons charger dans l'automate, et le simuler grâce à l'outil de simulation PLCSIM V5.4.

5.2. Démarrer le portail TIA

Pour démarrer le portail TIA, procédez de la manière suivante :

1. Sélectionnez sous Windows la commande "**Démarrer > Programmes > Siemens Automation > TIA Portal V13**, Figure 5.1.

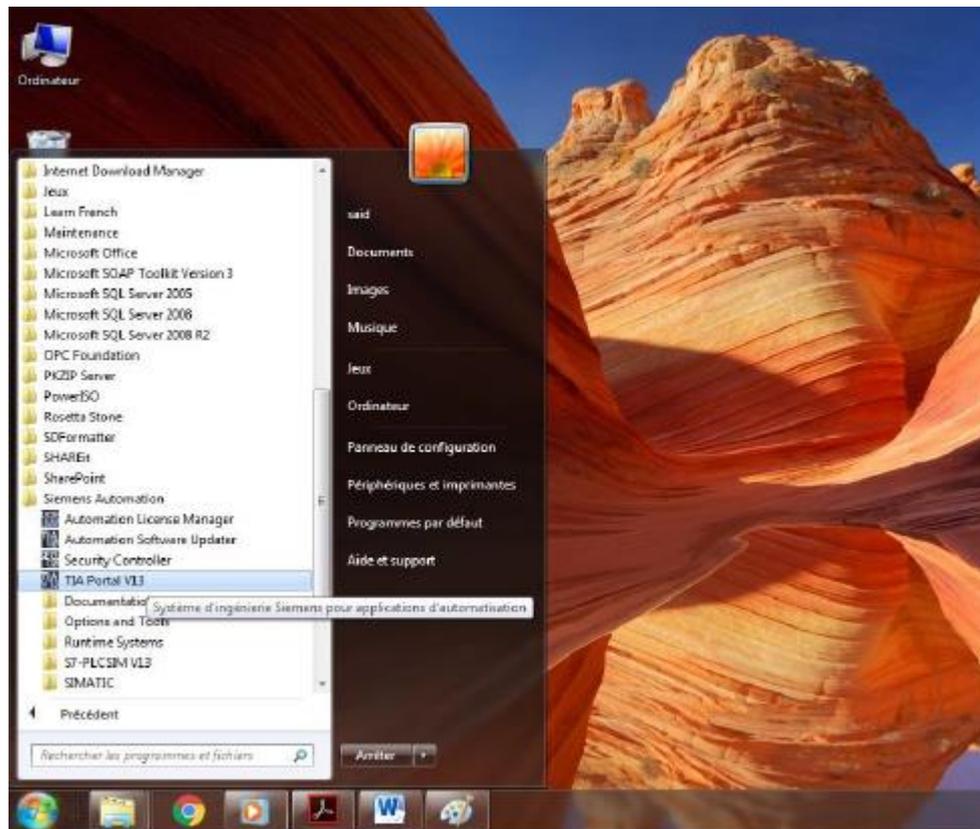


Figure 5.1 : Lancement de TIA Portal en utilisant le menu Démarrer.

2. On peut également utiliser le raccourci présent sur le bureau, Figure 5.2.



Figure 5.2 : Lancement de TIA Portal en utilisant le raccourci du bureau.

5.3. La conception d'un programme avec TIA Portal V13

La stratégie à suivre pour faire la conception d'un programme en utilisant la plate-forme TIA Portal V13 est :

- La création d'un nouveau projet ;
- La configuration matérielle ;
- Compilation et chargement de la configuration ;
- La création de la table des mnémoniques ;
- L'élaboration du programme ;
- La simulation avec le logiciel ;
- La visualisation d'état du programme (le test).

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit on commence par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration, Figure 5.3.

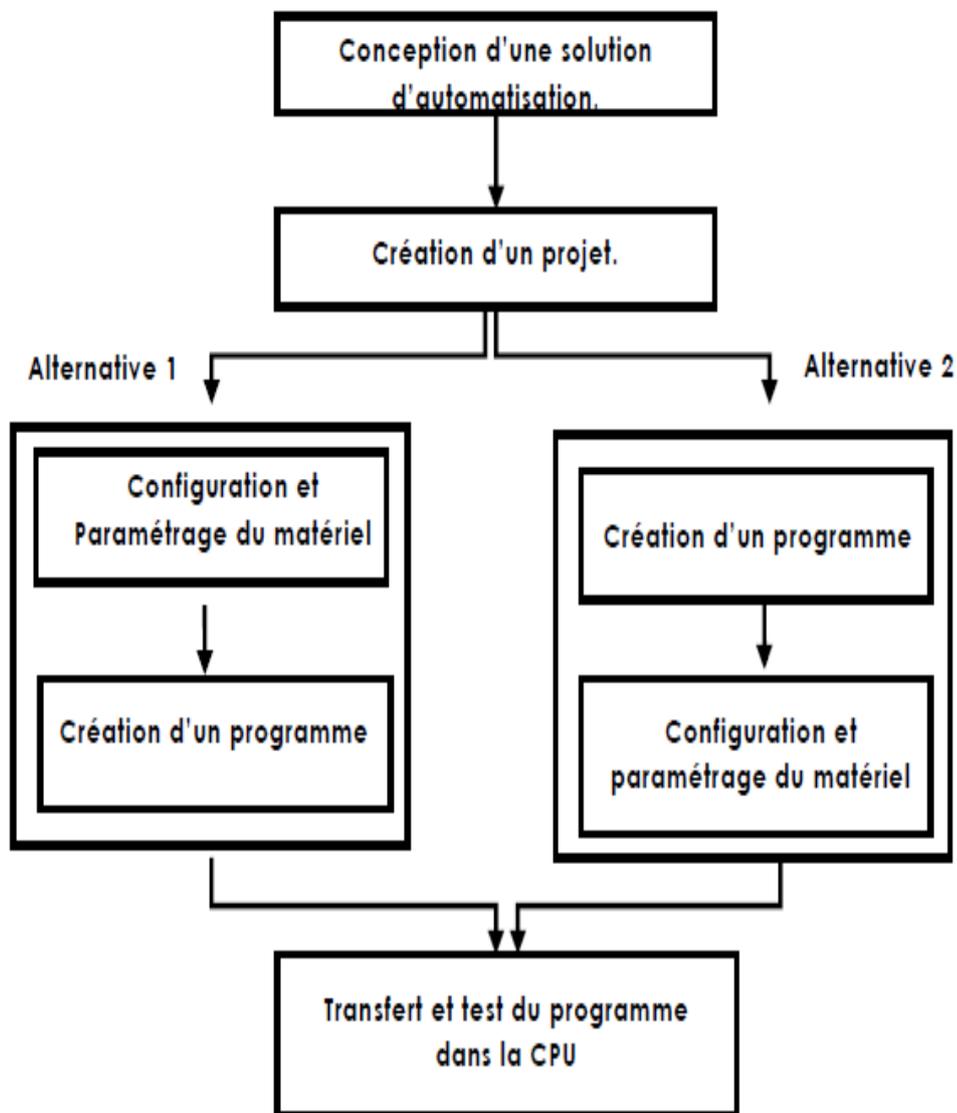


Figure 5.3 : Organisation pour la création de projets sous STEP7 TIA Portal.

5.4. Création d'un nouveau projet

Pour créer un projet dans TIA portail, on procède de la manière suivante Figure 5.4 :

- 1) Sélectionner l'action « créer un projet ».
- 2) Entrer le nom et le chemin souhaités pour le projet ou utiliser les données proposées.
- 3) Indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.
- 4) Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer ».

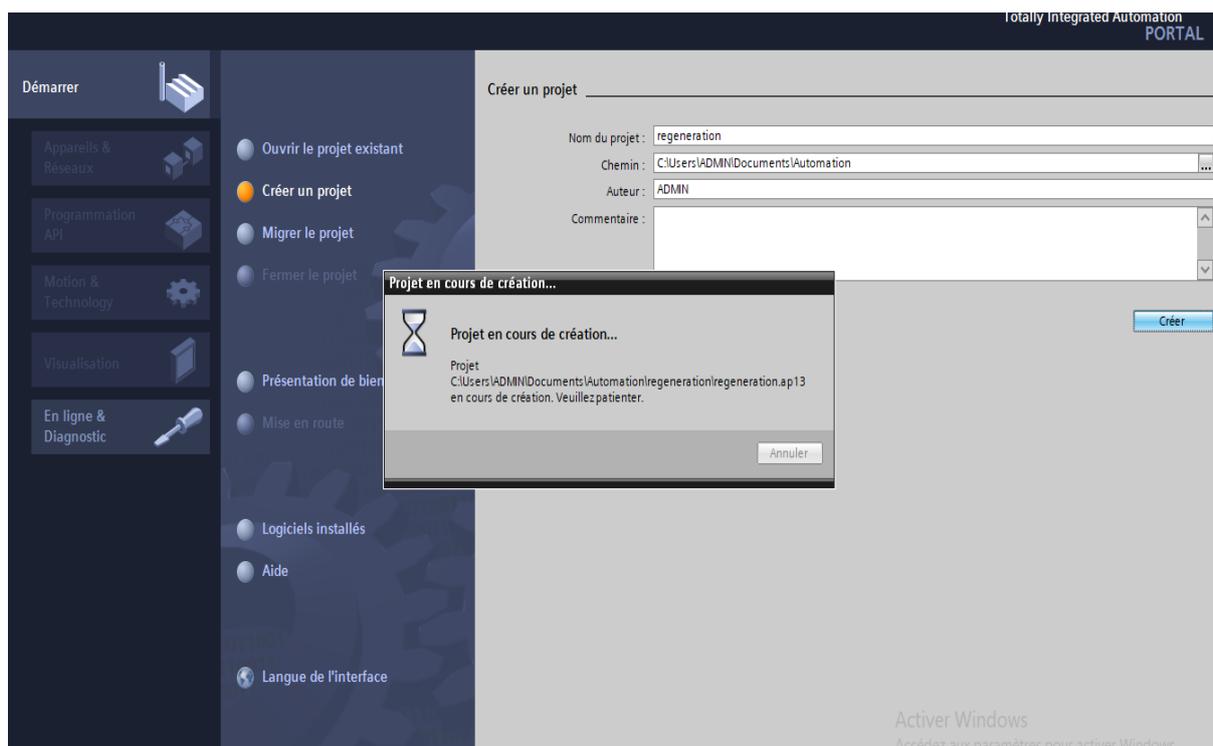


Figure 5.4 : Création d'un nouveau projet.

5.5. Vue du portail

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (action) la fenêtre affiche la liste des actions peuvent être réalisées pour la tâche sélectionnée, Figure 5.5.

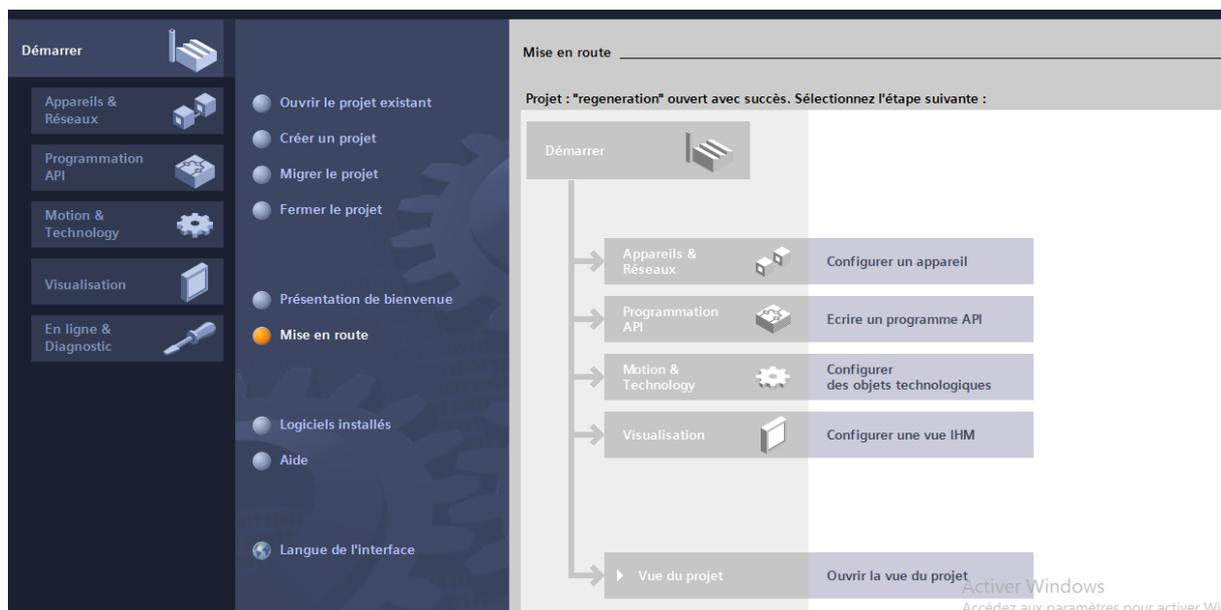


Figure 5.5 : Vue du portail.

5.6. Configuration matérielle

Une fois notre projet créé, on peut configurer la station de travail par la définition du matériel existant. Pour cela, on passera par la vue du projet.

5.6.1 Choix de la CPU

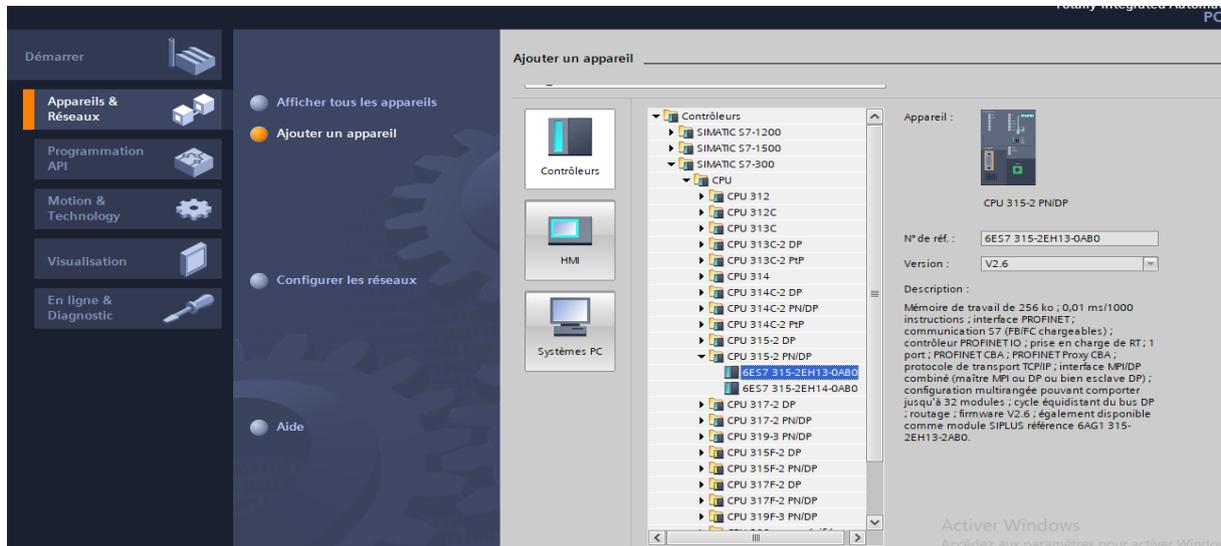


Figure 5.6 : Choix de la CPU.

1) « appareils et réseaux » dans le navigateur du projet.

2) L'action « Ajouter un appareil », on aura la liste des éléments que l'on peut ajouter (contrôleurs, HMI et système PC).

3) Contrôleurs (API) puis on fait le choix de notre CPU ;

SIMATIC S7-300 > CPU > CPU 315-2 PN/DP > « 6ES7 315-2EH13-0AB0 » et enfin cliquer sur « Ajouter ».

On a choisi la CPU 315 qui se placera dans le deuxième emplacement du châssis, ayant pour référence 6ES7 315-2EH13-0AB0 à base des critères suivants :

- Nombre d'entrées-sorties tout ou rien ;
- Mémoire de travail ;
- L'extensibilité de la CPU ;

Numéro de référence	6ES7 315-2EH13-0AB0
Mémoire de travail	256 ko
Configuration multi rangée	Jusqu'à 32 modules
Version de firmware	V2.6
La vitesse de traitement des données	0,01 ms/1000 instructions

Tableau 5.1 : Quelques Caractéristiques techniques de la CPU choisie.

5.6.2. Choix des modules des entrées /sorties

La sélection de la CPU entraine la création automatique d'une station et d'un châssis adapté à l'appareil sélectionné.

Après identification générale des entrées /sorties on a utilisé au total :

- Des entrées numériques : 18.
- Des sorties numériques : 45.
- Des entrées analogiques : 3.
- Des mémentos : 133.

Du catalogue du matériel à partir du quatrième emplacement du châssis on choisit les modules d'E/S digitales ou analogiques, on a choisi :

Un module d'entree numériques :

- **Emplacement 4** : DI 32 x DC24V_1

Deux modules de sorties numériques :

- **Emplacement 5**: DO32 x DC24V / 0, 5A_1
- **Emplacement 6**: DO32 x DC24V / 0, 5A_2

Un module d'entree analogique :

- **Emplacement 7** : AI 8x12BIT_1

5.6.3. Choix du module d'alimentation

Avant de choisir le module d'alimentation il faut calculer la somme de la consommation de chaque module ajouté :

Module	Reference	Nombre	Consommation d'un module	Consommation totale
CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EH13- 0AB0	1	750 Ma	750 mA
DI 32 x DC24V_1	6ES7 321-1BL00- 0AA0	1	16 mA	16 mA
DO32 x DC24V / 0, 5A_1	6ES7 322-1BL00- 0AA0	2	110 Ma	220 mA
AI 8x12BIT_1	6ES7 331-7KF02- 0AB0	1	50 Ma	50mA
SOMME	1036 mA			

Tableau 5.2 : Consommation des modules E/S et la CPU.

Ensuite, après avoir calculé la somme des consommations des modules des entrées /sorties et celle de notre CPU on vient d'ajouter le module complémentaire (alimentation PS) qui aura une consommation supérieure à la somme des consommations pour éviter le chauffage des consommateurs (composants). Ce module se placera dans le premier emplacement du châssis. Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information. Notre choix s'est porté sur la « PS 307 2A_1 ».

Numéro de référence	6ES7 307-1BA00-0AA0
Tension d'entrée	AC120/230V
Tension de sortie	DC24V
Courant de sortie	2A

Tableau 5.3: Caractéristiques techniques du module d'alimentation.

La figure 5.7 représente les modules de l'automate utilisés :

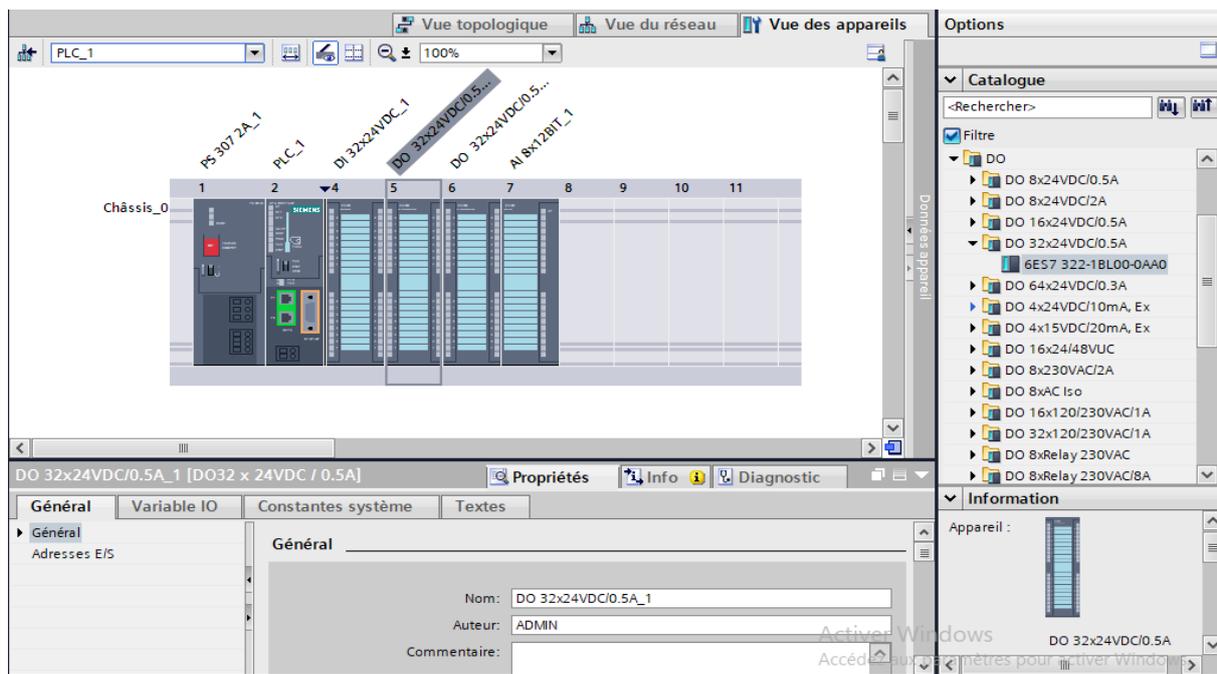


Figure 5.7 : Modules du châssis.

Le troisième emplacement dans le châssis est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

5.7. Création de la table des mnémoniques

Afin de faciliter la programmation, il est intéressant de créer une table de variables. C'est par laquelle que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables utilisées.

Lorsque l'on définit une variable API, il suffit d'indiquer :

- Son nom : C'est l'adressage symbolique de la variable.
- Son type de donnée : BOOL (1 bit), Word (8bits), ...
- Son adresse absolue : Indication d'opérande (Par exemples I0.5, Q2.2, M0.0, ...).
- Un commentaire : Pour qu'il nous renseigne sur cette variable.

On édite notre table de mnémoniques en respectant notre cahier de charge de la manière suivante :

1) Dans le navigateur du projet, on ouvre le dossier « Variables API » qui se trouve sous le « PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] ».

2) Double clic sur la table « Table des variables standard », on peut entrer des mnémoniques maintenant ou en cours de programmation.

3) On clique sur Enregistrer et on ferme l'éditeur de mnémoniques.

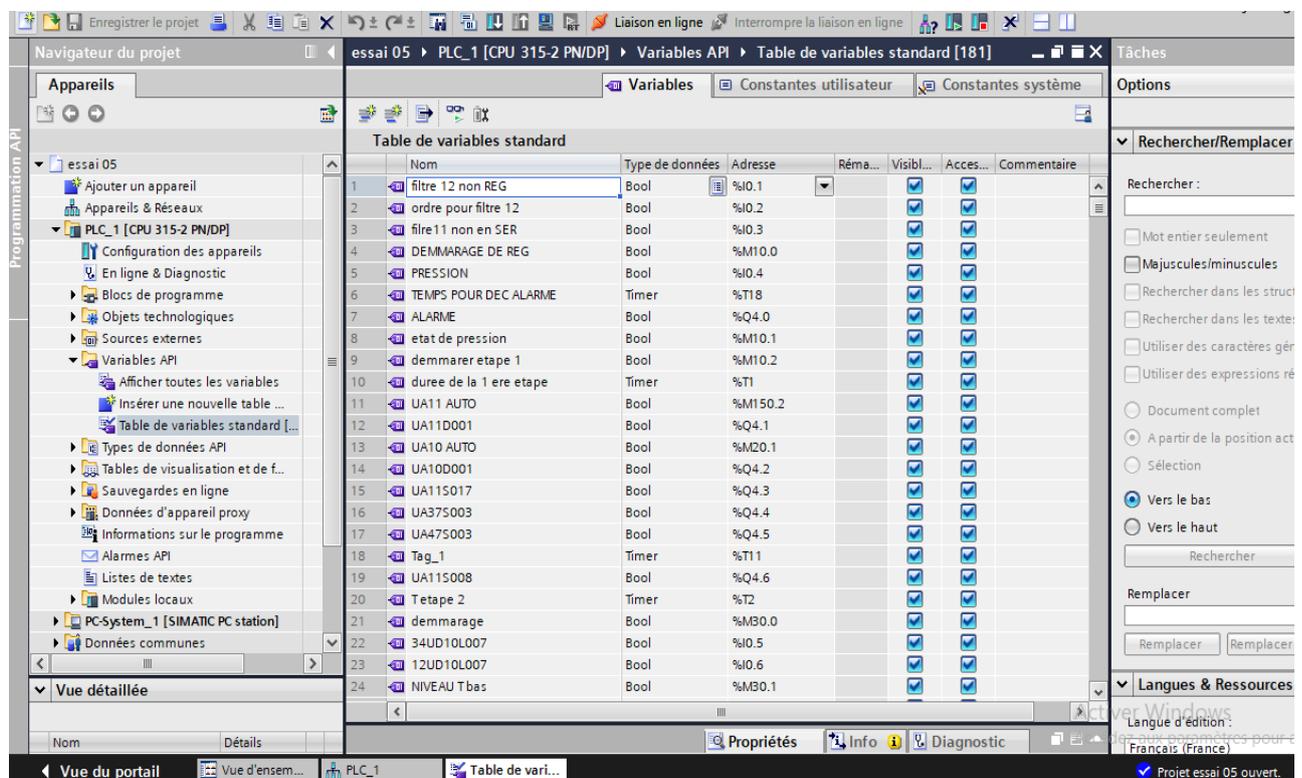


Figure 5.8 : Création de la table de mnémonique.

5.8. Ecriture du programme

On ouvre « Blocs de programme » et on clique deux fois sur « Ajouter nouveau bloc », puis « Bloc fonctionnel », « Fonction » ou « Bloc de données » à savoir notre cahier de charge.

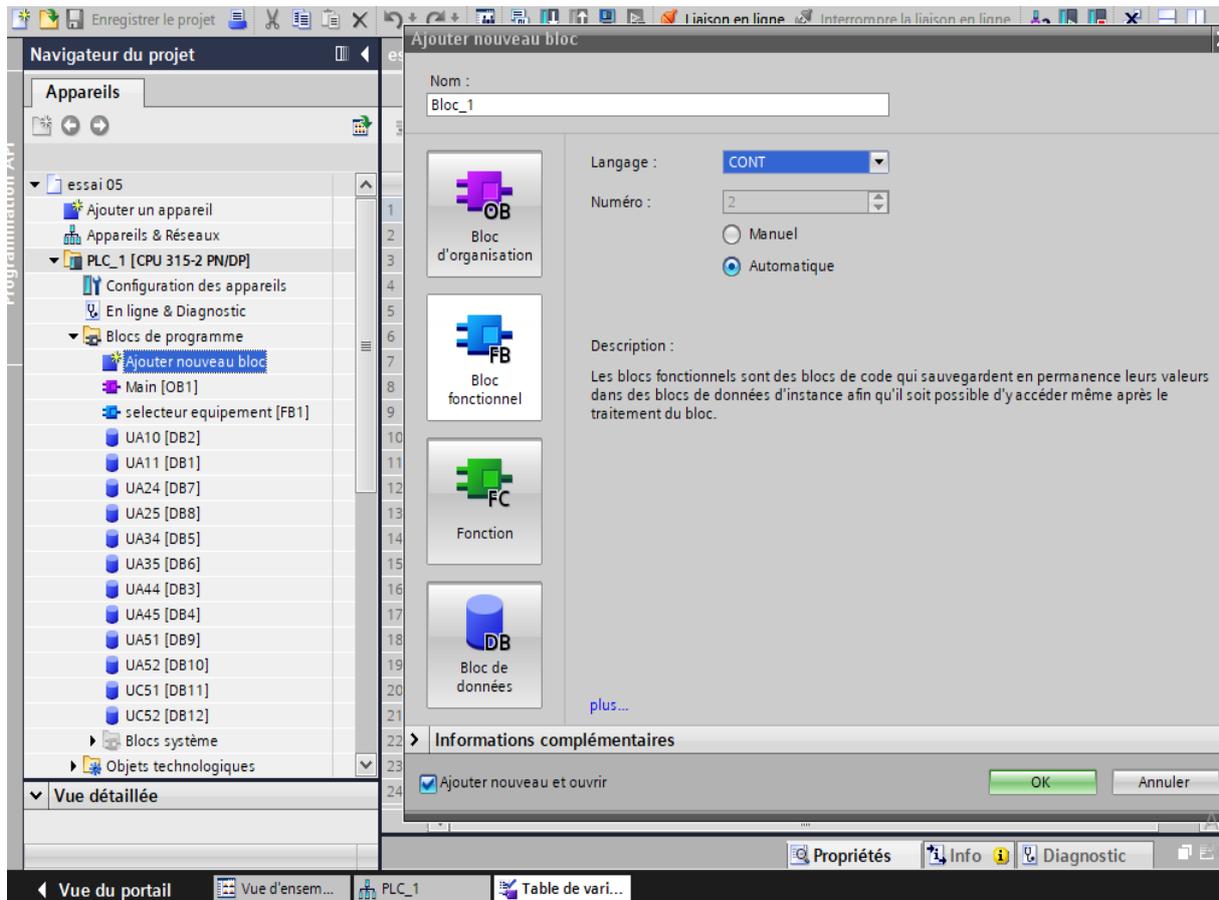


Figure 5.9 : Création des blocs et des fonctions.

Dans notre travail on a utilisé un seul bloc d'organisation et un bloc fonctionnel FB1 pour éviter la répétition du programme de sélection qui est le même pour tous les équipements (pour 8 pompes avec 2 surpresseurs pour le procédé de régénération et 2 surpresseurs pour le procédé de neutralisation). L'OB1 fait appel au FB1 pour chaque sélection d'un équipement avec un DB d'instance correspondant, puisque on a 12 équipements donc on aura 12 DB. La structure de notre programme est comme suite, Figure 5.10 :

Structure d'appels	!	Adresse	Nombre d'appels	Détails	Données locales (dans le chemin)	Données locales (pour blocs)
▼ Main		OB1			30	30
SCALE		FC105	3	Main Ré44	50	20
SCALE		FC105	3	Main Ré62	50	20
SCALE		FC105	3	Main Ré51	50	20
selecteur equipement, UA10		FB1, DB2	1	Main Ré75	30	0
selecteur equipement, UA11		FB1, DB1	1	Main Ré74 (LES SELECTIONS DE REGENERATION)	30	0
selecteur equipement, UA24		FB1, DB7	1	Main Ré80	30	0
selecteur equipement, UA25		FB1, DB8	1	Main Ré81	30	0
selecteur equipement, UA34		FB1, DB5	1	Main Ré78	30	0
selecteur equipement, UA35		FB1, DB6	1	Main Ré79	30	0
selecteur equipement, UA44		FB1, DB3	1	Main Ré76	30	0
selecteur equipement, UA45		FB1, DB4	1	Main Ré77	30	0
selecteur equipement, UA51		FB1, DB9	1	Main Ré82	30	0
selecteur equipement, UA52		FB1, DB10	1	Main Ré83	30	0
selecteur equipement, UC51		FB1, DB11	1	Main Ré84 (SELECTION DE NEUTRALISATION)	30	0
selecteur equipement, UC52		FB1, DB12	1	Main Ré85	30	0

Figure 5.10: Structure du programme.

5.9. Exemples de notre programme

a) Dans l'OB1

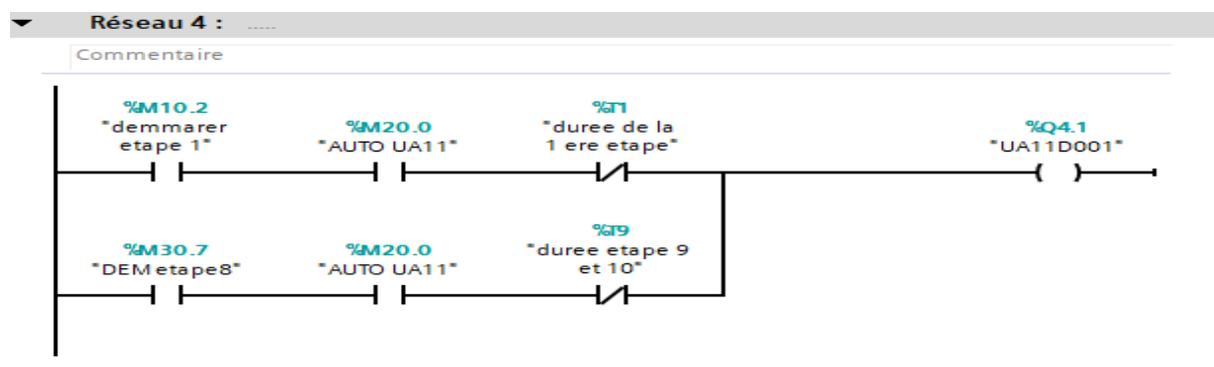


Figure 5.11 : Programmation de la pompe UA11D001.

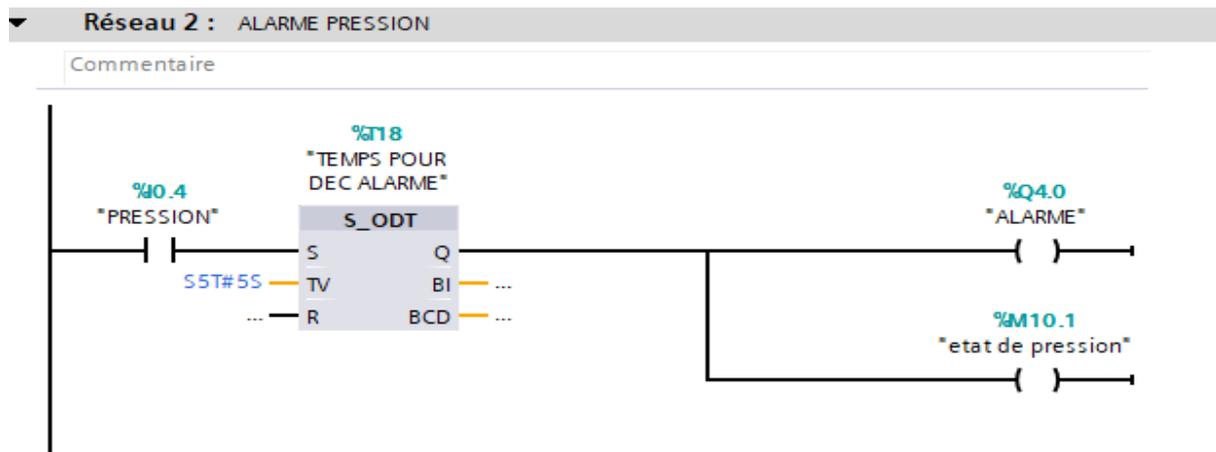


Figure 5.12: Programmation de l'alarme de pression.

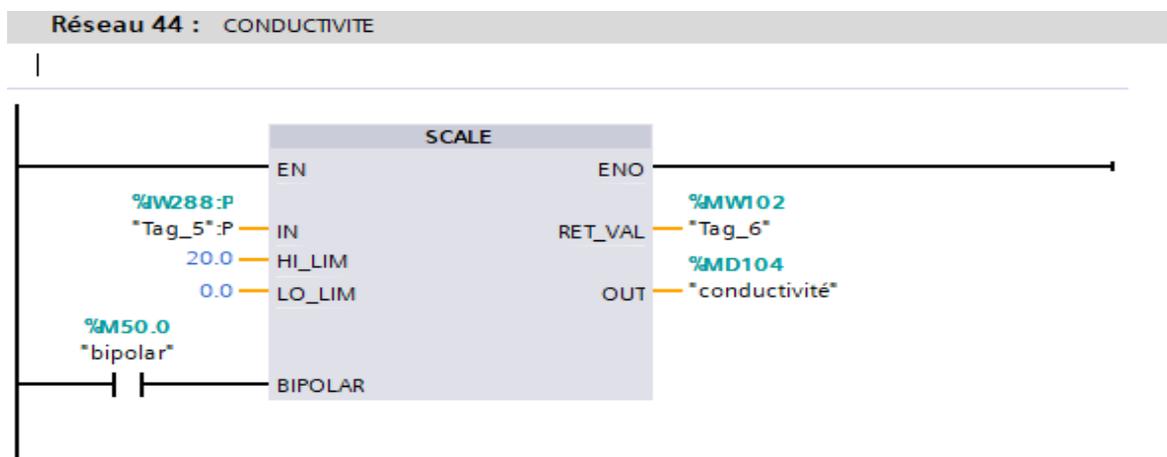


Figure 5.13 : Mise à l'échelle de l'entrée analogique du capteur de conductivité avec l'instruction SCALE (fc105).

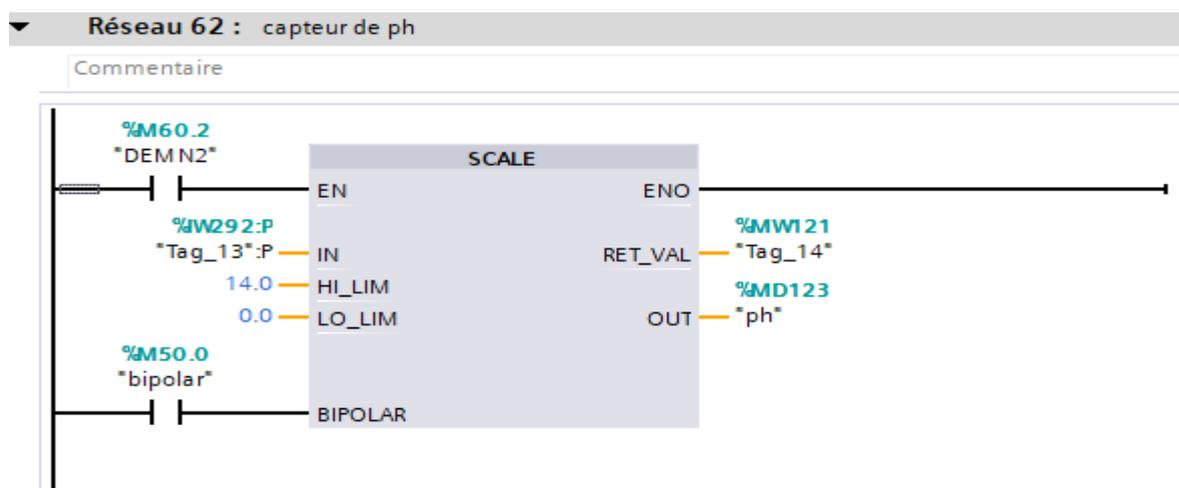


Figure 5.14: Mise à l'échelle de l'entrée analogique du capteur de PH avec l'instruction SCALE (fc105).

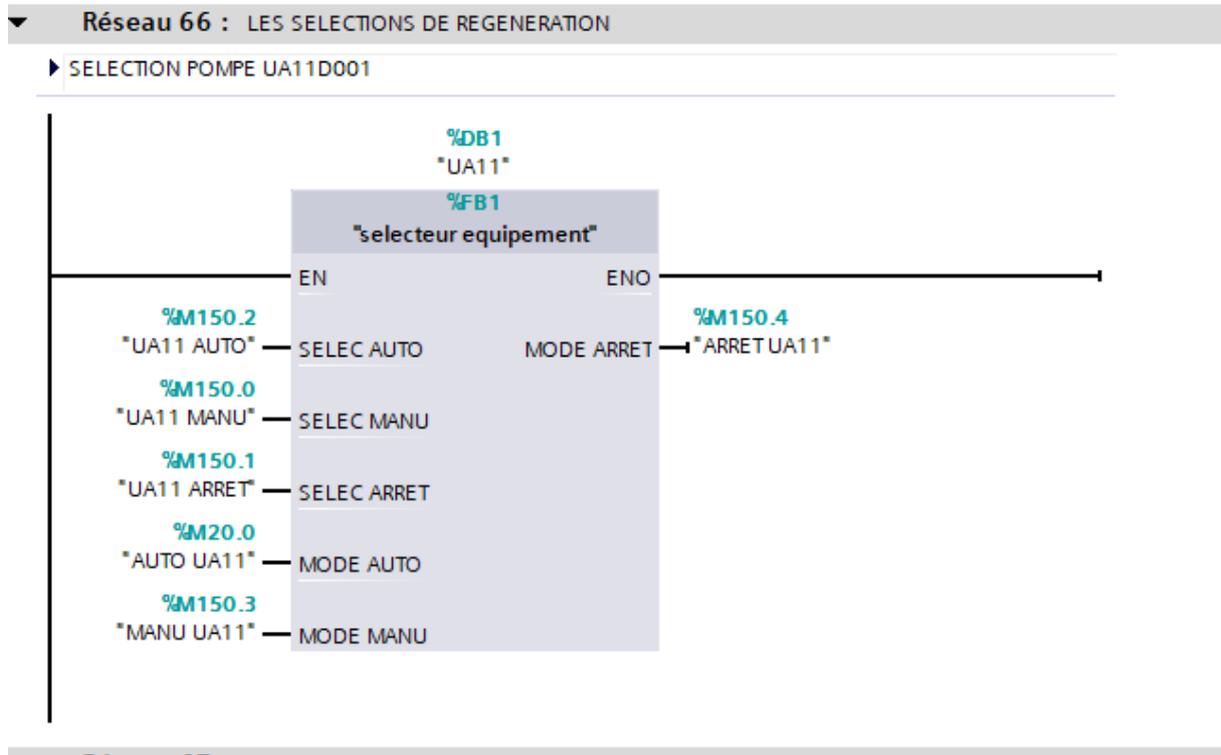


Figure 5.15: Programmation de sélection de la pompe UA11D001.

b) Dans le FB1 :

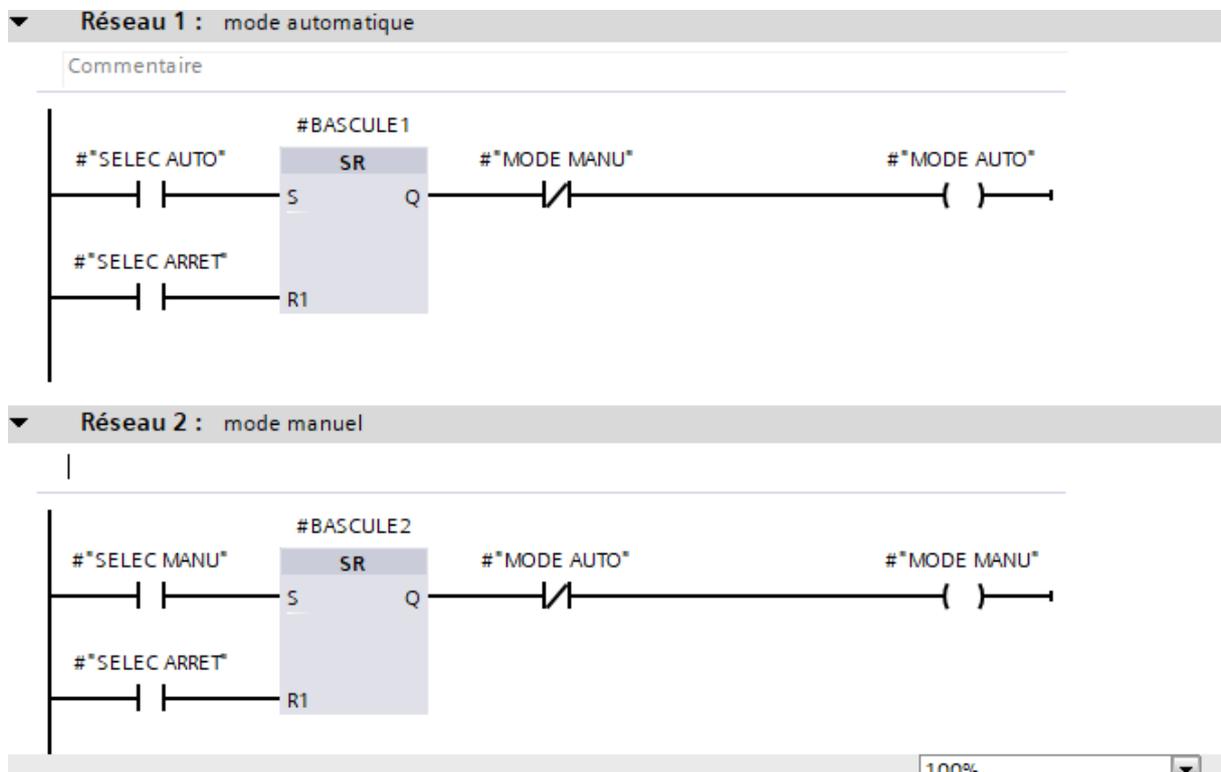


Figure 5.16 : Programmation du mode automatique et manuel des équipements.

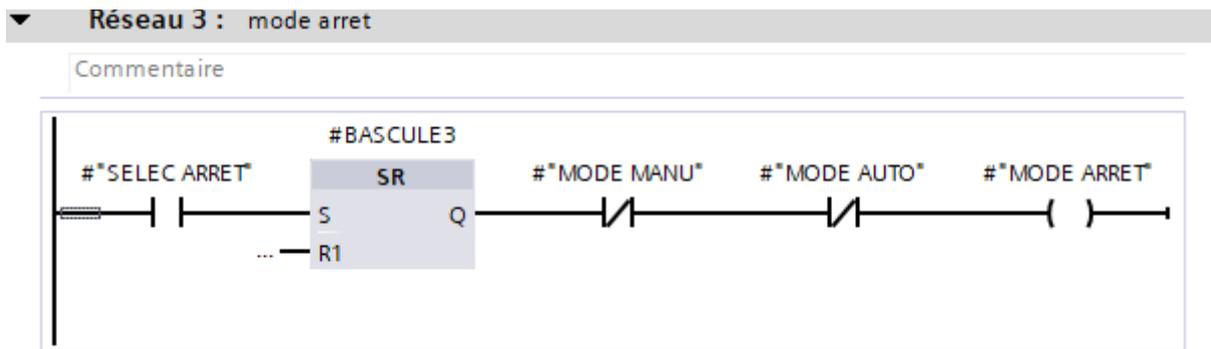


Figure 5.17 : Programmation des modes arrêt des équipements.

5.10. Simulation avec S7-PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme avant son implantation dans un Automate Programmable (programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400). On simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation, la simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7 d'une manière interne. C'est une fonction importante qui permet de simuler le programme sur PC sans être relié à aucun système cible et donc d'effectuer la mise au point du programme sans être sur le site et de remédier à d'éventuelles erreurs.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'application de simulation.

Pour utiliser l'automate de simulation, on sélectionne le PLC puis on clique sur « Démarrer la simulation » on aura la fenêtre du simulateur s'ouvre, Figure 5.18.

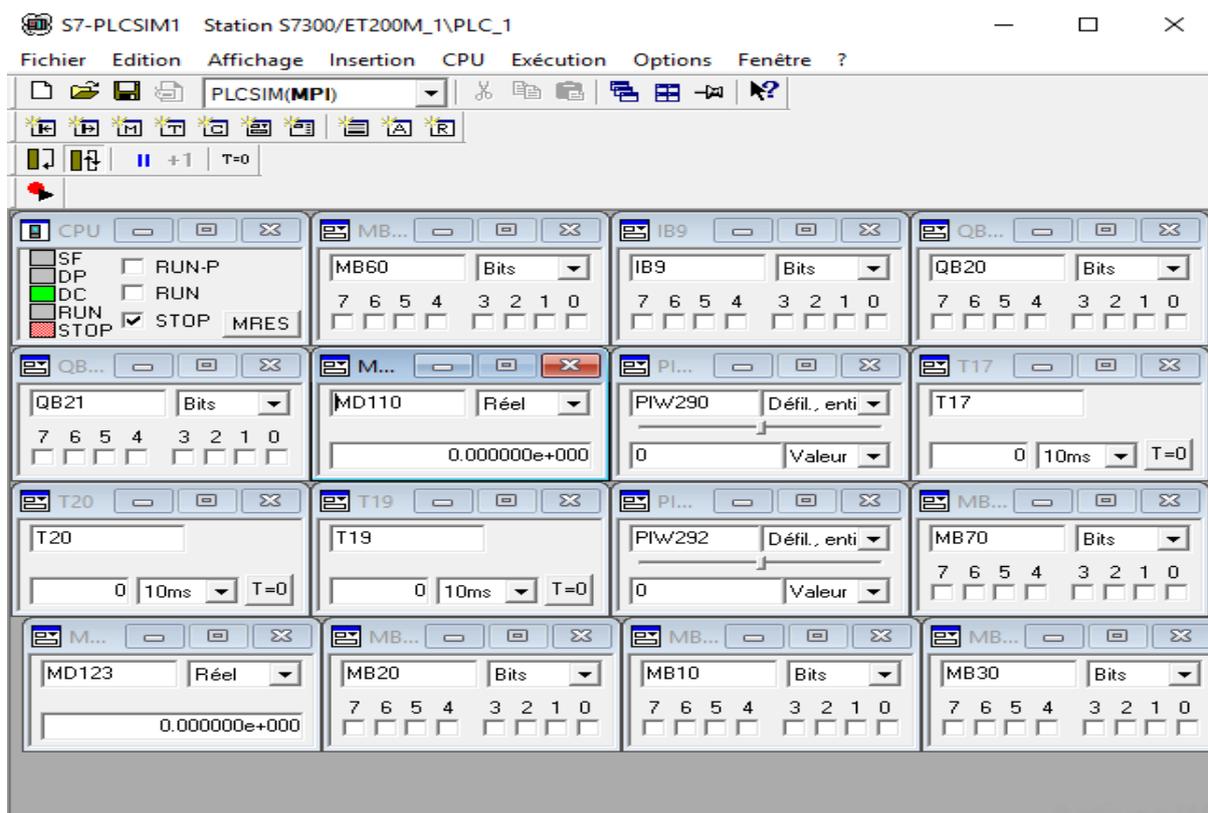


Figure 5.18: S7-PLCSIM.

5.11. Exemples de simulation de notre programme

5.11.1. Démarrage de la régénération

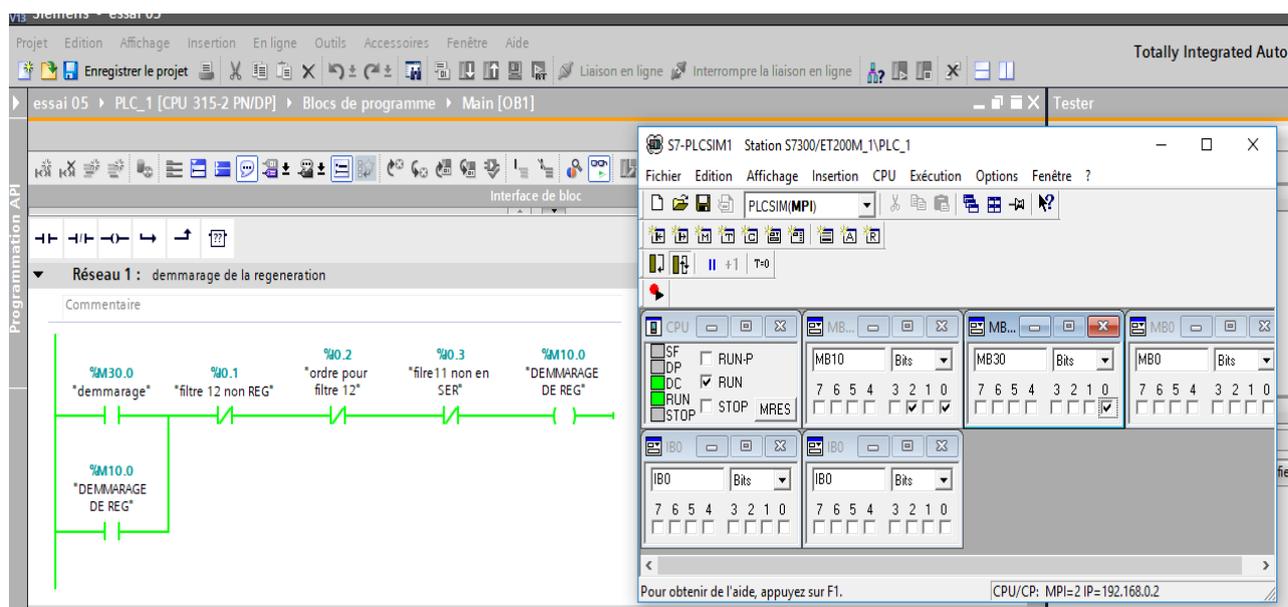


Figure 5.19 : Simulation du démarrage de régénération.

5.11.2 Programmation de la première et la deuxième étape de régénération

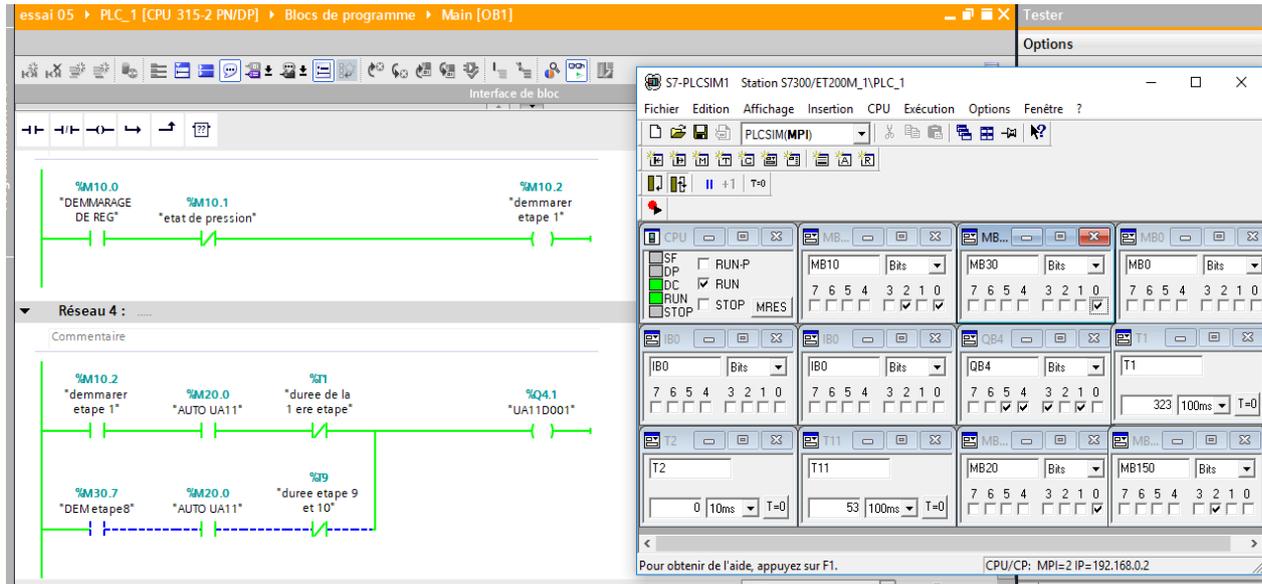


Figure 5.20 : Simulation du démarrage de la 1^{ère} étape de régénération.

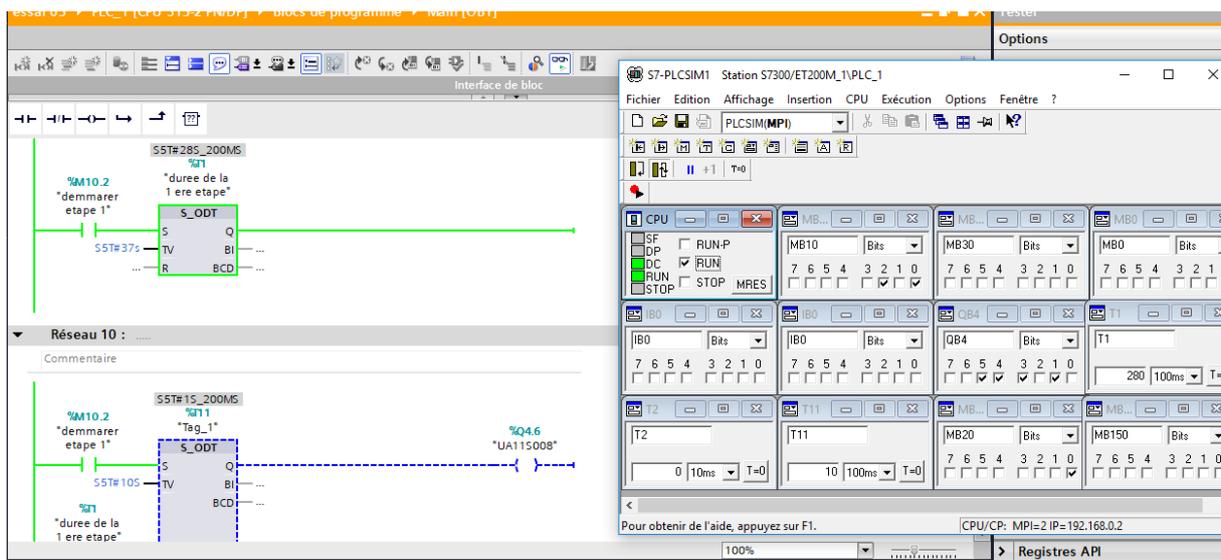


Figure 5.21 : Simulation des temporisateurs utilisés dans la 1^{ère} étape de régénération.

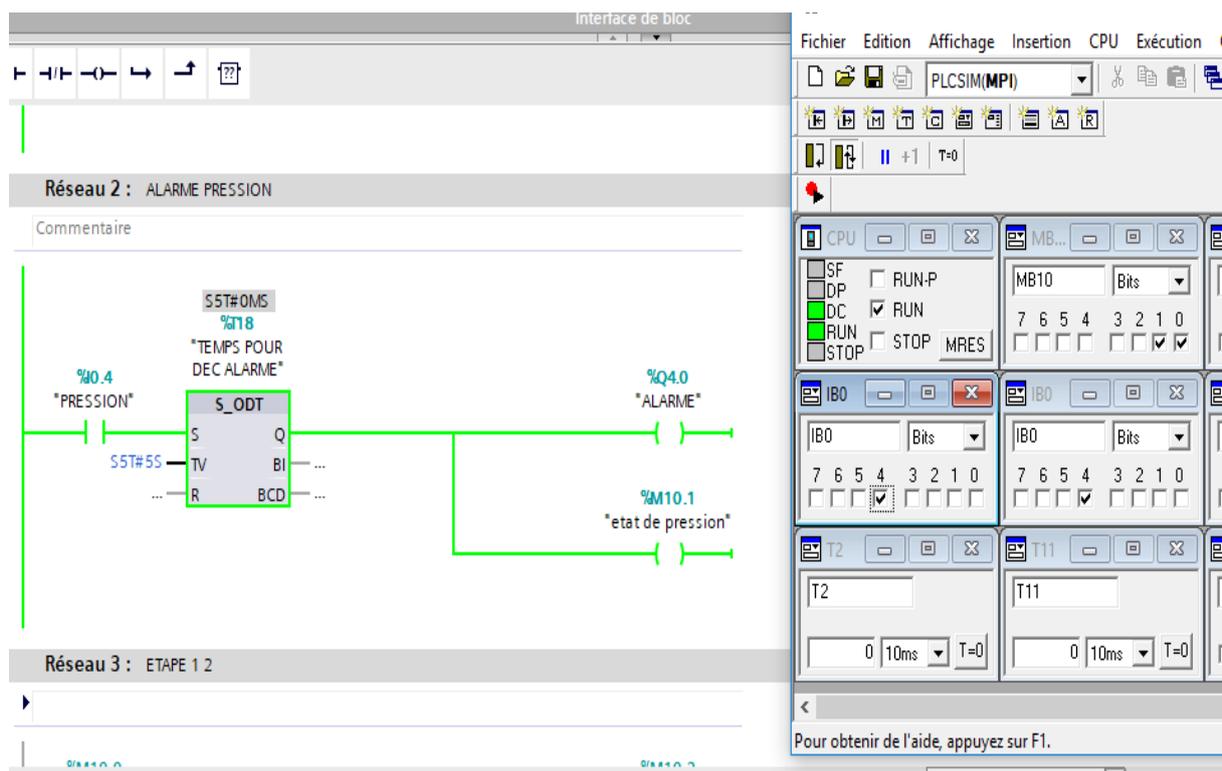


Figure 5.22 : Simulation de l'alarme de pression.

5.11.3 Démarrage de la neutralisation

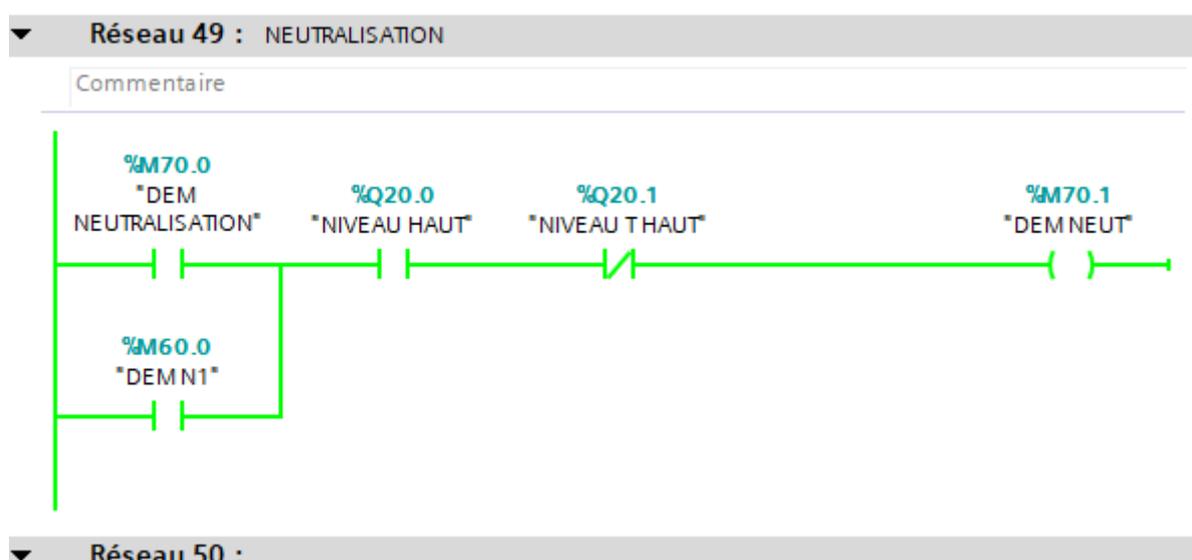


Figure 5.23: Simulation du démarrage de neutralisation.

5.12. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un aperçu succinct sur l'utilisation du logiciel TIA PORTAL V13, la création du projet, la création du programme et la configuration matérielle. A l'aide du PLCSIM on a testé et simulé toutes les étapes de nos procédés de régénération et neutralisation. Notre programme complet sera présenté dans l'Annexe de notre mémoire.

La présentation précédente du logiciel de programmation TIA Portal via STEP7 et celui de la supervision WinCC-RT-Professional du système SCADA, prépare le terrain en vue de l'application « Automatisation et supervision de la station de déminéralisation » qui fera l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 6 :

Développement de la Plateforme de Supervision

6.1. Introduction

Quand les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen d'une interface Homme-Machine (IHM). Ce type d'interface est un ensemble de vues préalablement créées et configurées, à l'aide d'un logiciel adéquat, afin de les présenter à l'opérateur.

Dans ce chapitre nous allons développer une plateforme de supervision à l'aide du logiciel Win CC Runtime Professionnel pour la visualisation de l'état de fonctionnement du procédé de régénération des filtres et la neutralisation afin de surveiller et de détecter les défauts qui peuvent survenir au cours du fonctionnement du procédé.

6.2. Généralité sur la supervision

6.2.1. Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celle de fonction de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces. Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatisme et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machine enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Dispose en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs.

6.2.2. Avantages de la supervision

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

- La surveillance du processus à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- La visualisation de l'état des actionneurs (pompes, vannes) et des capteurs de (pression, niveau, température, conductivité).

6.3. Interface homme machine

Une Interface Homme Machine (IHM) permet à l'opérateur de contrôler un procédé. Ainsi, il est possible d'afficher plusieurs informations et de mettre à la disposition de l'opérateur des commandes qui affecteront le procédé. Les IHM permettent aussi de remplacer des stations de boutons. Ils sont surtout utilisés en complément avec un API, pour avoir un affichage des états des entrées/sorties et des alarmes du système.

6.3.1. Choix de l'Interface Homme Machine

SIMATIC HMI (Human Machine Interface) propose une vaste gamme de pupitres opérateur et d'ordinateurs pour toutes les applications de conduite et de supervision. Il trouve dans cette gamme plusieurs types des pupitres programmables via trois logiciels ; Protocol, Win CC, Win CC Flexible.

Nous avons choisi d'utiliser le logiciel Win CC pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. Win CC réunit les avantages suivants :

- ❖ Simplicité ;
- ❖ ouverture ;
- ❖ flexibilité ;

6.4. Généralités sur SIMATIC Win CC

Le SIMATIC Win CC dans le Totale 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 de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement. Win CC dans le 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.

6.4.1. Win CC Runtime Professional

Vous effectuez en runtime le contrôle-commande des machines et installations à l'aide des vues chargées sur le pupitre opérateur respectif. Vous gérez les vues dans la navigation du projet sous "Vues" dans WinCC. Les objets prédéfinis vous permettent de reproduire votre installation, de visualiser des processus et d'afficher ou de fixer des valeurs de processus

Win CC Runtime est le logiciel qui permet de visualiser les processus. Ce logiciel est optionnel et nous permet de tester le projet et de contrôler le bon fonctionnement des vues et les alarmes configurées. Dans Runtime, nous exécutons le projet en mode processus dont l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont exécutées :

- Communication avec les automates.
- Affichage des vues à l'écran.
- Commande du processus, par exemple spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Archivage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme.

6.4.2. Configurer une vue IHM

Sur la page d'accueil de Tia Portal, on choisit la visualisation en cliquant sur Configurer une vue IHM, Figure 6.1.

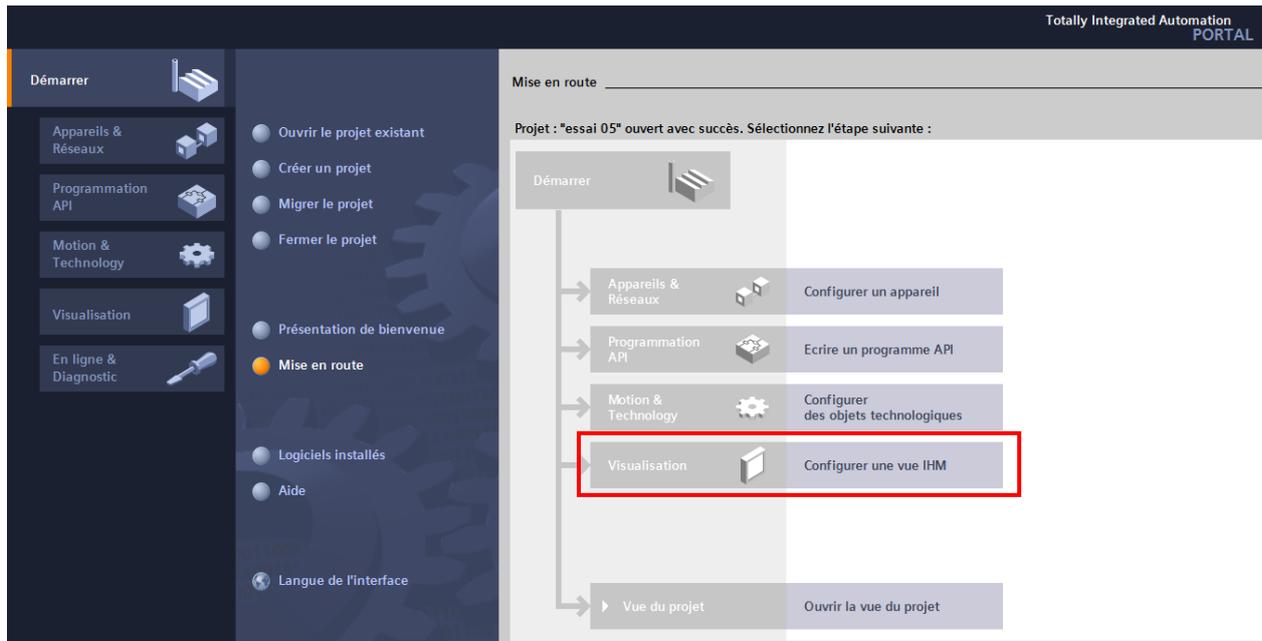


Figure 6.1: Configurer une vue IHM.

On clique sur le champ en bleu, Figure 6.2.

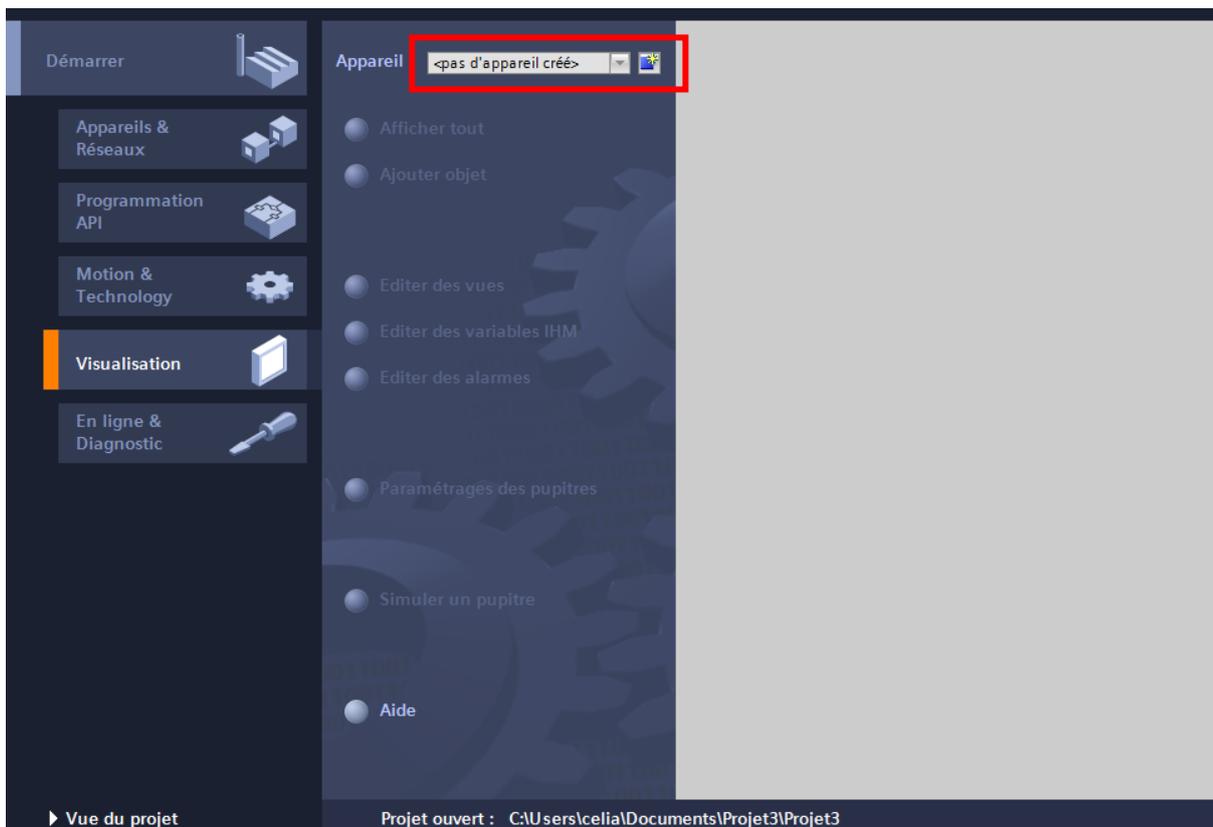


Figure 6.2 : Ajouter un appareil.

Puis ajouter un Appareil, Figure 6.3.

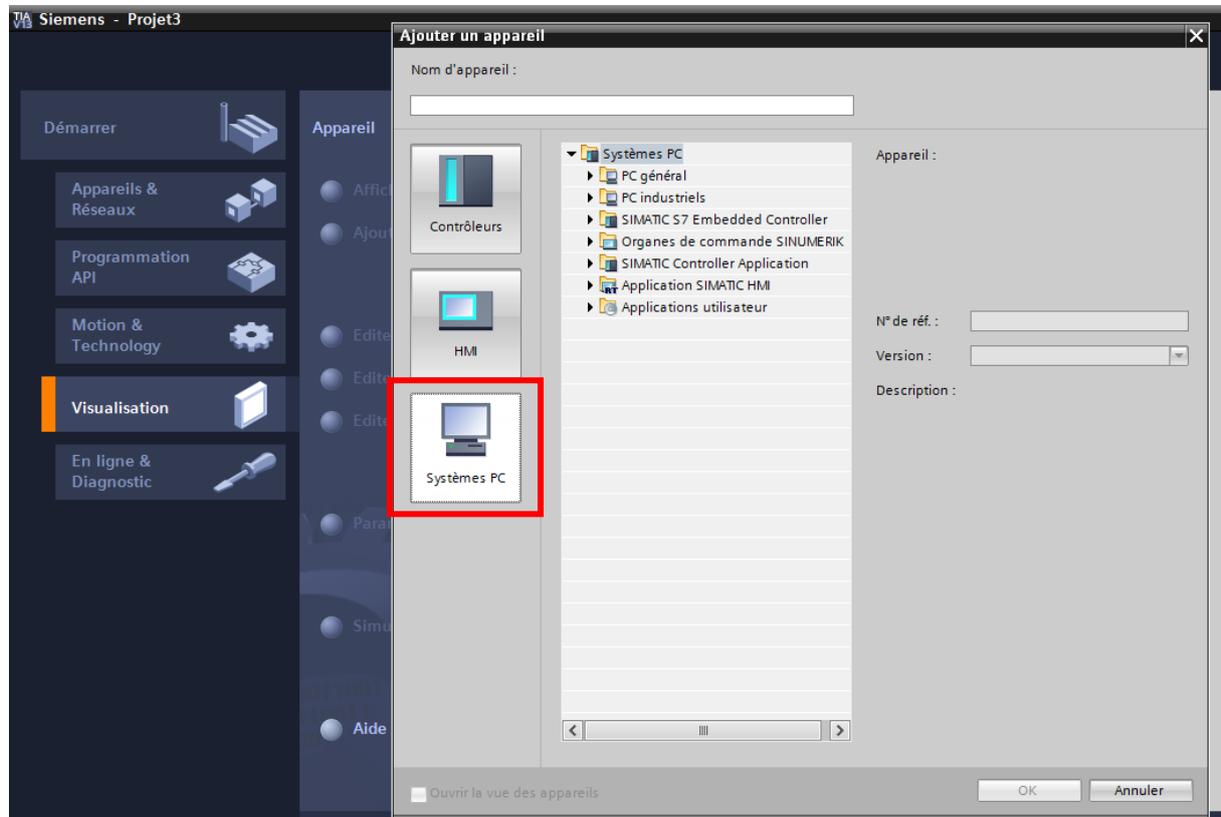


Figure 6.3 : Choisir l'appareil.

On choisit le WinCC RT Professional, Figure 6.4.

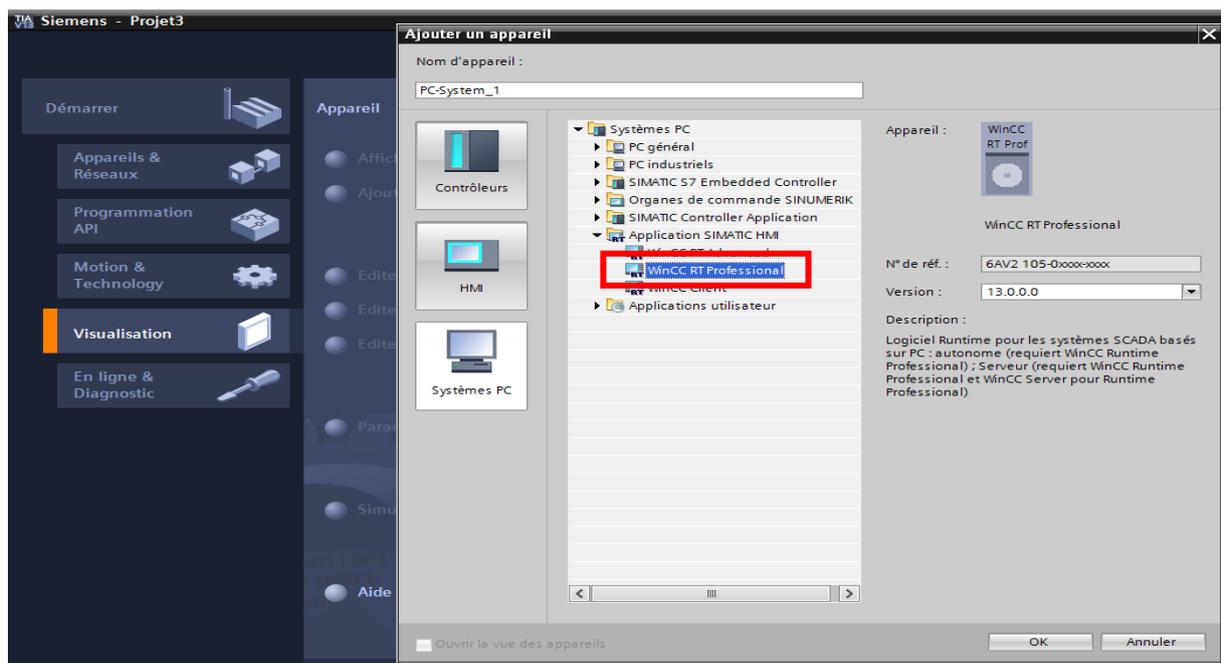


Figure 6.4: Choisir le pupitre.

Puis on va configurer les vues, en commençant par la vue globale, Figure 6.5.

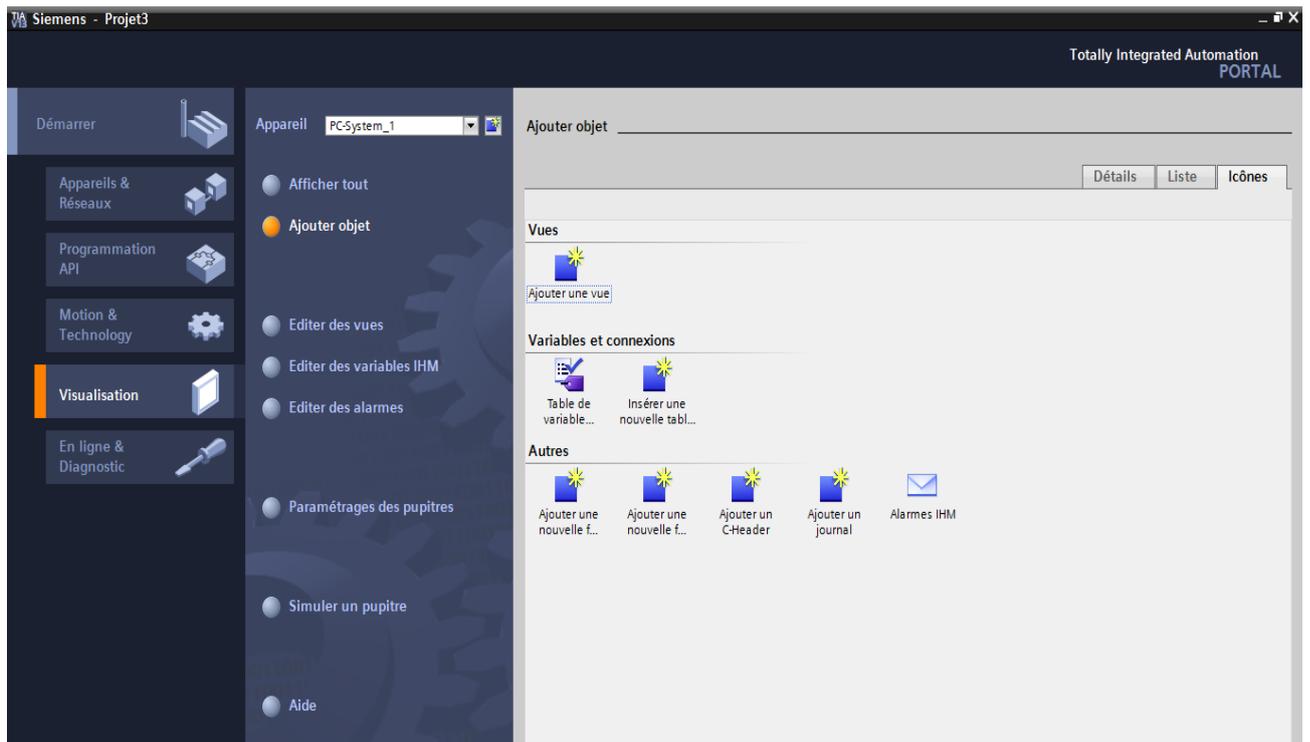


Figure 6.5 : Configuration des vues.

On clique sur vue 1 pour commencer de développer l'interface, Figure 6.6.

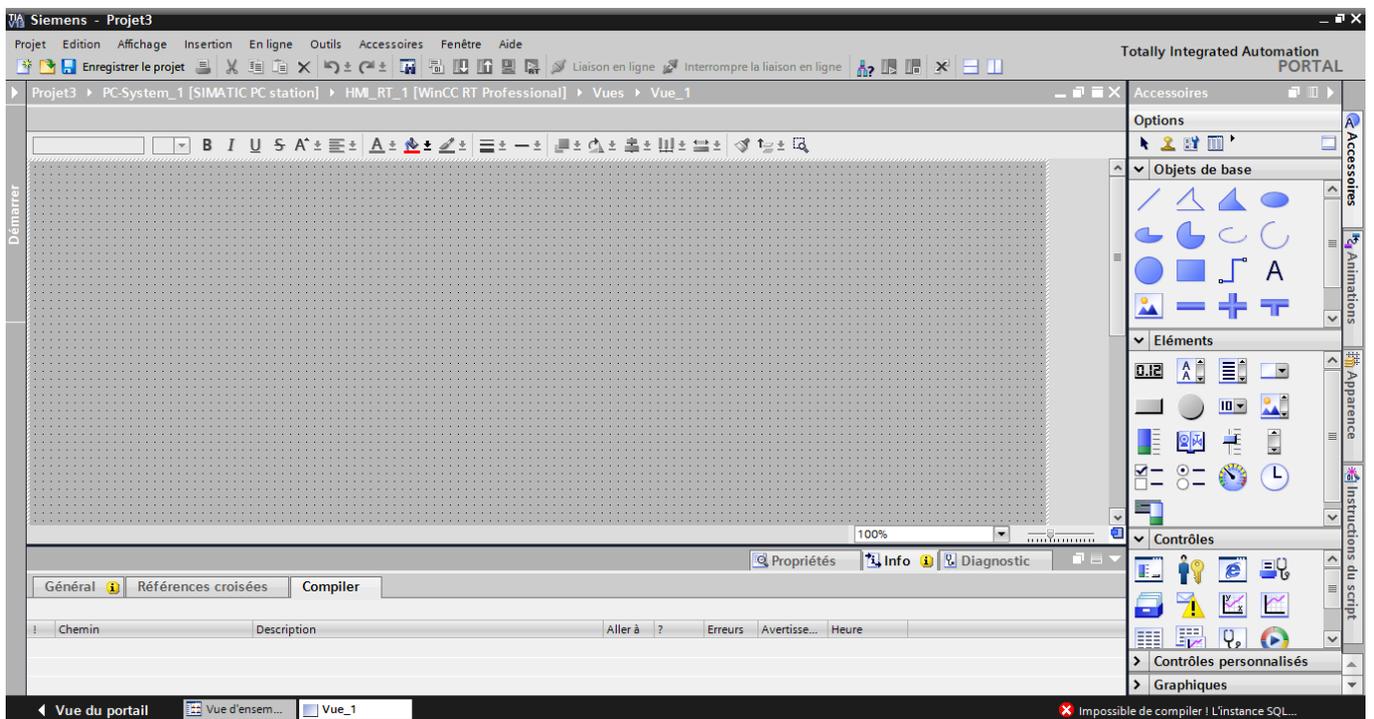


Figure 6.6 : Fenêtre de travail.

Les figures 6.7. Représentent les différents accessoires pour le développement de l'interface.

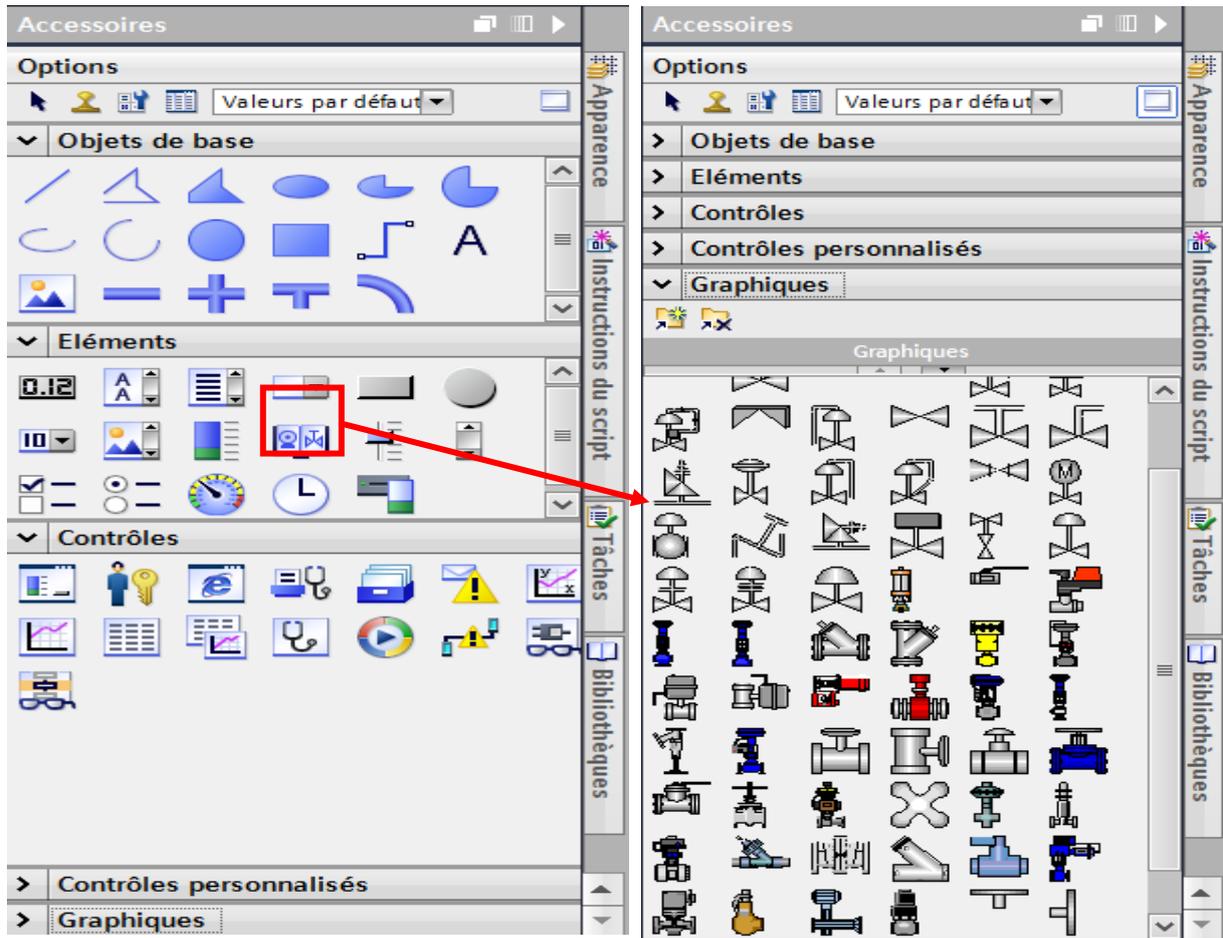


Figure 6.7: Accessoires.

Et cette figure 6.8 représente les propriétés des éléments utilisés dans l'interface et leurs configurations.

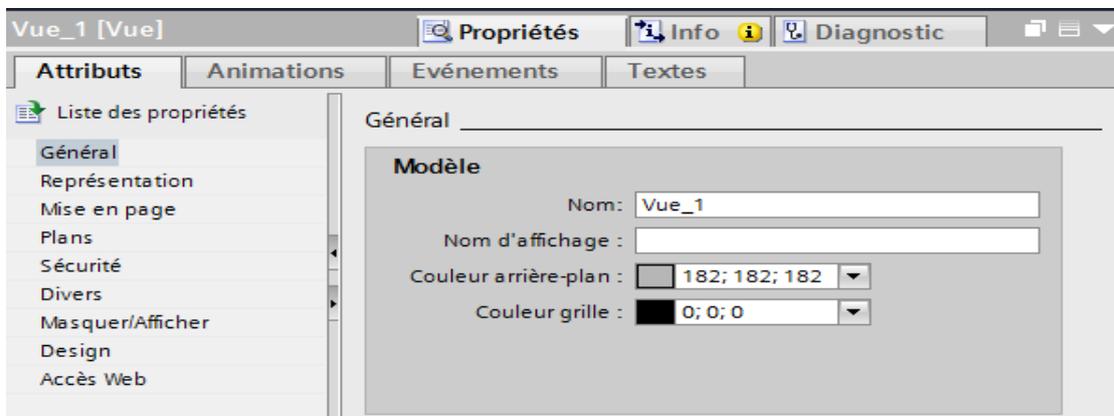


Figure 6.8 : Propriétés des éléments utilisés.

Les vues sont les éléments principaux du projet. Elles permettent de visualiser et de contrôler le procédé. L'interface graphique de notre station se compose de quatre vues :

- 1ere vue : le procédé de la régénération.
- 2eme vue : le procédé de la neutralisation.
- 3eme vue : les alarmes.
- 4eme vue : les informations de la station.

6.4.3. Etablissement d'une liaison HMI

Il faut d'abord créer une liaison IHM entre la CPU et l'IHM, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate, Figure 6.9.

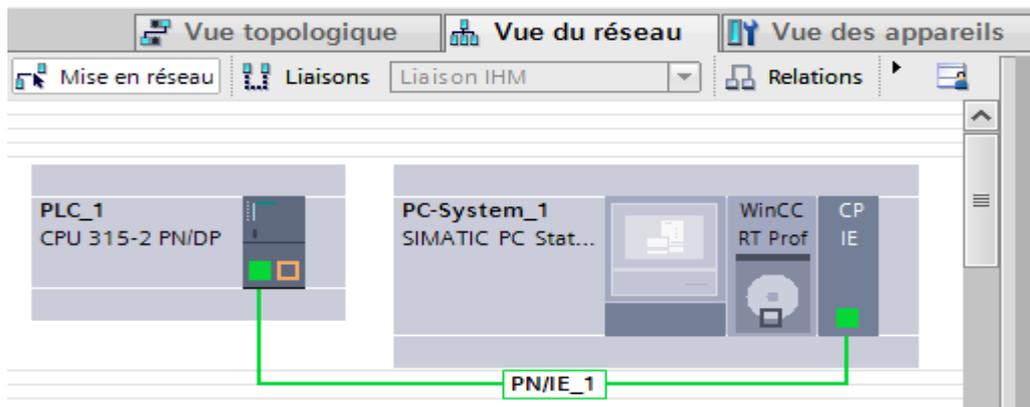


Figure 6.9: Liaison entre CPU et IHM.

6.4.4. Variables HMI

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

6.4.5. Table de variables HMI

La figure 6.10 représente une partie de la table de variables HMI :

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès
demmarage	Bool	HMI_Liaison...	PLC_1	demmarage	%MBO.0	<accès absolu>
DEMMARAGEDEREG	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"DEMMARAGE DE REG"	%M10.0	<accès absolu>
RDT_RawDataLog	Raw	HMI_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>		<accès absolu>
RDT_RawEvent	Raw	HMI_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>		<accès absolu>
UA10D001	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA10D001	%Q4.2	<accès absolu>
UA11D001	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA11D001	%Q4.1	<accès absolu>
UA11S007	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA11S007	%Q13.2	<accès absolu>
UA11S008	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA11S008	%Q4.6	<accès absolu>
UA11S012	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA11S012	%Q13.5	<accès absolu>
UA11S014	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	UA11S014	%Q13.3	<accès absolu>

Figure 6.10: Variables IHM.

6.4.6. Vues

Pour le contrôle et la commande du procès on a configuré quatre vues, elles permettent de visualiser les états des équipements de procès ainsi les commander. Le tableau 6.1 suivant représente les différents éléments des vues.

Les composants	Les symboles	Indication
Vanne pneumatique (TOR)		
Pompe		
Surpresseur d'air		

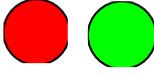
Voyants		Indique l'état de l'actionneur Fermé/ouvert
Butons poussoirs		Sélectionner la vue nécessaire
Bouton		Sélectionner le mode de fonctionnement
Afficheur		Afficher la valeur de la conductivité

Tableau 6.1: Différents composants de l'interface.

La figure 6.11 Représente la vue du procédé de régénération qui sert à accéder à l'espace du travail à travers les boutons que nous avons élaborés. C'est une vue détaillée elle représente le filtre UA11B001, les réservoirs ainsi que l'ensemble des vannes, capteurs, pompes et tuyauteries. Elle représente aussi l'ensemble des sélecteurs pour la commande des vannes et les pompes ainsi que les indicateurs du filtre.

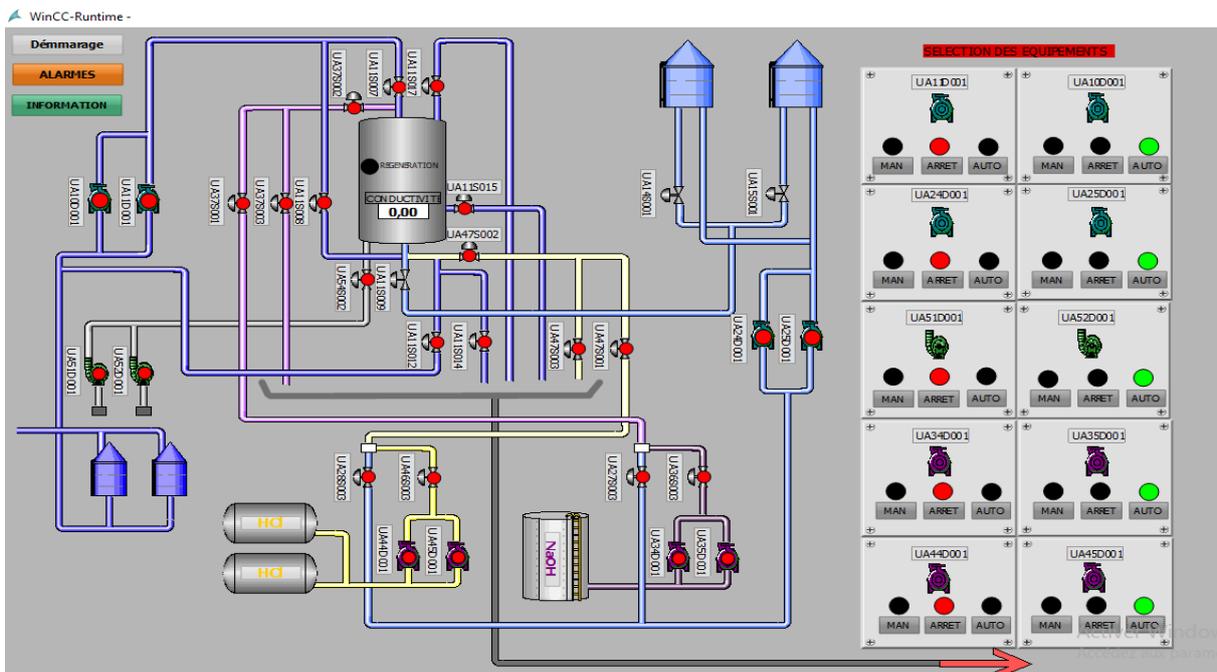


Figure 6.11: Vue du procédé de régénération.

La figure 6.12 représente le procédé de neutralisation et ses équipements (les capteurs, les sélecteurs, les vannes et les buttons).

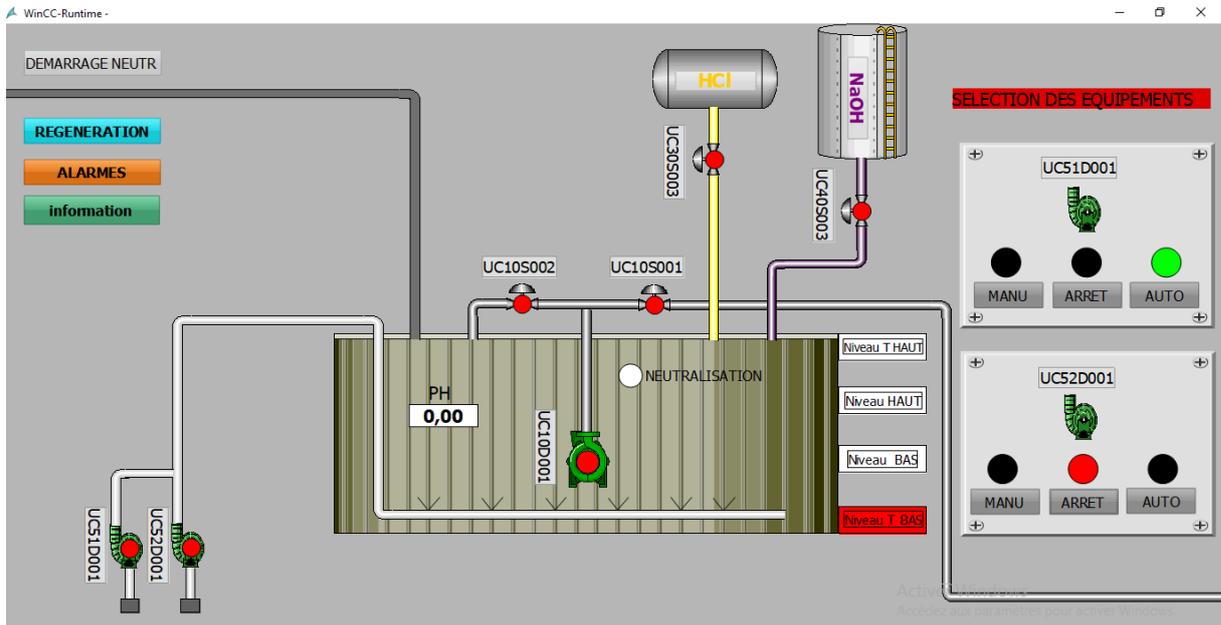


Figure 6.12: Vue du procédé de neutralisation.

Sur cette vue nous recueillons des informations sur les différentes alarmes actives qui peuvent survenir au cours du fonctionnement du procédé, Figure 6.13.

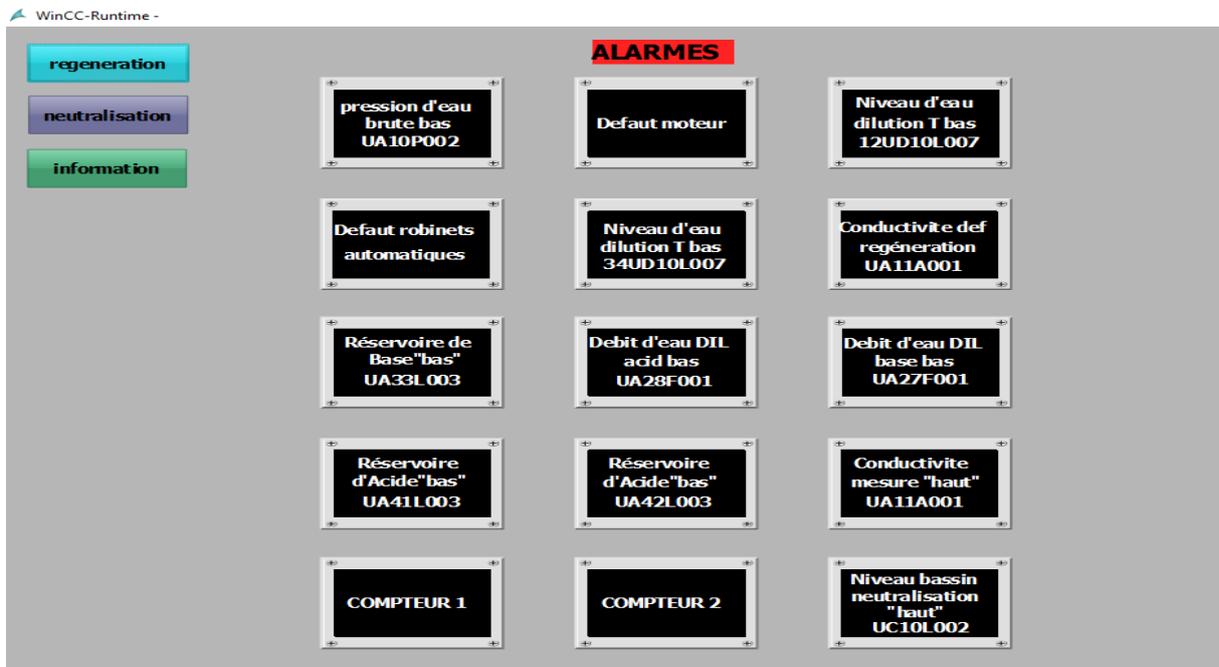


Figure 6.13: Alarmes.

Cette vue nous affiche les différentes informations sur les équipements principaux de la station, Figure 6.14.



Figure 6.14: Vue des informations sur le procédé.

6.5. Conclusion

Nous avons développé dans ce chapitre, une interface de commande /contrôle (supervision) pour le procédé de la régénération à l'aide du logiciel WinCC RT Professional, qui nous a permis d'apprendre à WinCC Professionnel de Tia Portal V13 et de voir toutes les étapes nécessaires à la création de la supervision du procédé de régénération. La simulation de notre programme par les vues HMI permet de suivre l'évolution de tous les paramètres nécessaires pour un bon fonctionnement et de superviser les états des équipements du procédé afin de régler les problèmes de fonctionnement. Ce qui va nous permettre de minimiser l'effort physique et gagner du temps.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'étude que nous avons effectuée à la centrale thermique de CAP DJINET s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et la supervision des procédés de régénération et de neutralisation de la station de déminéralisation. Cette étude nous a été bénéfique à plus d'un titre, car elle nous a permis de mettre en pratique les connaissances acquises durant notre cursus universitaire et de côtoyer la réalité industrielle. Le déplacement sur les lieux du site nous a nettement aidé à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-goût des responsabilités qui incombent aux ingénieurs de terrain.

➤ Réalisations acquises

Le lit mélangé assure une meilleure production d'eau avec une grande pureté.

- ✓ A cet effet, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation de cette unité, et nous avons étudié le fonctionnement des procédés de régénération et de neutralisation ainsi que la description de toutes leurs étapes ;
- ✓ Ensuite, nous avons passé en revue les divers automates programmables industriels de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, en vue de répondre aux critères de choix, avantages, ainsi que les langages de programmation utilisables.
- ✓ Aussi, nous avons approfondi nos connaissances dans les techniques de programmation des automates dans la série SIEMENS « S7-300 » à l'aide du logiciel TIA PORTAL V13, qui inclut le logiciel de simulation PLCSIM que nous avons utilisé pour simuler le fonctionnement de l'automate programmable industriel dans notre application.
- ✓ L'exploitation des performances du logiciel « SIMATIC WinCC (TIA portal) », nous a permis de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées. Les vues ramenées dans la partie supervision que nous avons prises permettent une bonne compréhension du principe de visualisation de l'état de notre procédé en temps réel ainsi que la commande à distance depuis la salle de contrôle.

Enfin, nous espérons que l'emploi de notre humble travail :

- Puisse apporter un plus à la centrale thermique ;
- Puisse être un support didactique supplémentaire aux promotions à venir.

Hélas, On est limité par le temps qui nous est imparti pour faire l'automatisation complète de la station de traitement de mer. La tâche n'est pas terminée, nous restons sur notre faim de vouloir continuer les travaux d'automatisation de celle-ci et il reste beaucoup à faire pour compléter :

- La commande de la station de dessalement d'eau de mer ;
- La maintenance des installations ;
- L'instrumentation.

En ce qui nous concerne, nous restons convaincus que ce modeste travail va nous servir comme base de départ pour notre vie professionnelle, que nous avons atteint les exigences attendues de notre intervention.

Bibliographie

Bibliographie

[1] : Documentation interne de la centrale de Ras-Djinet société allemande, 1984.

[2] : Documentation technique des constructeurs de la centrale (siemens Autriche, siemens KWU Allemagne, SGP Autriche...).

[3] : GEORGES Asch et all « les capteurs en instrumentation industrielle », 7ème édition Dunod Paris, France, 2006.

[4] : SIEMENS. SIMATIC S7-SCL V5.3 pour S7-300/400-Manuel.

[5] : « G. MICHEL » Les API, architecture et application des automates programmables industriels. Edition 1988. DUNOD.

[6] : Aide du logiciel TIA Portal.

[7] : SIEMENS, SIMATIC, STEP 7 Basic V13 SP1- Manuel system (12/2014).

[8] : I. BOUKHECHEM « Etude et réalisation de système automatisé didactique mise en œuvre de l'automate Siemens S300 » mémoire de master, Université de Constantine 2014.

[9] **site internet:**

- <https://www.kobold.com/dynamic/dlFile/c4ad677d06ca9fc9f380b9655aa89b8b.dl/tsk-fr-debit.pdf>, (05/05/2022)
- <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/qu-est-ce-qu-un-capteur-de-niveau.html>, (27/05/2022)
- <https://www.omega.fr/prodinfo/mesure-de-niveau>,(16/04/2022)
- https://www.azprocede.fr/Cours_GC/pompe_introduction.html (20/04/2022)
- https://www.igz.ch/downloads/8526/pH_Therorie&Practice-f.pdf (31/03/2022)