



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العلمي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Maintenance des Automatismes et de l'Instrumentation Industriels

Thème

**Automatisation et supervision d'un système de
traitement de l'eau usée par S7-1200**

Présenté et soutenu publiquement par :

ELASSA Younes

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
AISSANI Nassima	MCA	IMSI-Univ. D'Oran2	Présidente
MEKKI Ibrahim El Khalil	MCA	IMSI-Univ. D'Oran2	Encadreur
METAHRI Dhiyaeddine	MCB	IMSI-Univ. D'Oran2	Examineur

Année 2020/2021

Résumé

Ce travail est réalisé au sein de l'usine de la cimenterie LAFARGE Holcim, qui présente l'étude d'un système de traitement des eaux usées. Le but de ce travail est l'automatisation et la supervision de la station de traitement des eaux usées par l'automate S7-1200 au temps réel.

On a utilisé l'automate programmable industriel S7-1200, programmé avec le logiciel TIA Portal V16 et testé le programme en temps réel sur la station de traitement des eaux usées.

On a élaboré une interface Homme-Machine par le logiciel WinCC Runtime Advanced qui est intégrée dans le programme TIA Portal V16 afin de permettre à l'opérateur de visualiser et analyser le fonctionnement du système en temps réel.

Mots-clés : Automatisation, supervision, traitement des eaux usées, interface homme-machine, Le logiciel TIA Portal V16, le logiciel WinCC Runtime Advanced.

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل في مصنع الأسمنت " LAFARGE Holcim " ، والذي يقدم دراسة نظام معالجة المياه المستعملة. الهدف من هذا العمل هو الأتمتة والإشراف على محطة معالجة المياه المستعملة. لذلك استخدمنا جهاز التحكم الصناعي القابل للبرمجة S7-1200 المبرمج بواسطة برنامج TIA Portal V16 ، واختبرنا البرنامج في الوقت الفعلي في محطة معالجة المياه المستعملة ، كما قمنا بوضع واجهة الإنسان و الآلة عن طريق البرنامج WinCC Runtime Advanced الذي تم دمج في برنامج TIA Portal V16 للسماح للمشغل بعرض وتحليل سلوك النظام في الوقت الحقيقي.

الكلمات المفتاحية : automatisation ، و supervision ، ومعالجة مياه المستعملة ، و Interface WinCC Runtime Advanced. ، وبرنامج TIA Portal V16 ، وبرنامج WinCC Runtime Advanced.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à Commencant par ma Chère

Mère et mon Chère Père

A mes Frères et ma sœur

A Mon Chère Ami Mohamed

A tous mes amis et les gens qui m'aiment

A Tous ceux qui ont contribué à mon succès

Remerciements

Je remercie Allah le tout Puissant qui m'a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail. Au terme de ce travail, je tiens à témoigner ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements à mon Encadreur M. Mekki Ibrahim El Khalil pour m'avoir accepté et encadré mon projet de fin d'études et de m'avoir conseillé.

Je remercie vivement monsieur Benallel Hamid de m'avoir accueilli durant ma période de stage au sein de la cimenterie LAFARGE Oggaz, je le remercie également pour ses conseils, son soutien et ces encouragements.

Nos remerciements s'adressent aussi tous les ingénieurs de la cimenterie LAFARGE, techniciens qui m'ont aidé durant mon stage pour compléter ce modeste travail.

Mon remerciement le plus profond à Monsieur RAIS Abdelbasset, l'ingénieur de LAFARGE Biskra, qui m'a ouvert ces bras et qui m'a aidé profondément à terminer ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de jury Mme. AISSANI Nassima et Mr METAHRI Dhiyaeddine qui ont accepté sans réserve, de juger et d'évaluer ce travail. Qu'ils soient assurés de nos profondes reconnaissances.

Enfin, j'exprime mes sincères remerciements à mes parents, mes frères, mon ami Mohamed, tout l'ensemble de ma famille, pour leur soutien et leur encouragement tout au long de cette période.

Table des matières

Résumé	
Dédicace	
Remerciements.....	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	

Chapitre 1 : Généralités sur la société LAFARGE et l'unité de traitement des eaux

1.1 Introduction	3
1.2 Description de la cimenterie LAFARGE	3
1.2.1 Historique	3
1.2.2 Organigramme de CILAS Lafarge Oggaz	4
1.3 Processus De Fabrication du ciment	4
1.3.1 Définition du ciment.....	4
1.3.2 Zone d'Extraction.....	4
1.3.3 Zone Cru.....	5
1.3.4 Zone Cuisson.....	6
1.3.5 Zone Ciment	8
1.3.6 Zone Expédition	9
1.3.7 La salle de contrôle et système.....	9
1.4 Station de traitement des eaux usées (LAFARGE).....	9
1.4.1 L'eau dans l'industrie.....	9
1.4.2 Différents procédés de traitement des eaux.....	10
1.4.3 La filtration.....	10
1.4.4 Les différents types de filtres.....	10
1.4.5 Les membranes.....	10
1.4.6 Classification des membranes.....	10
1.4.7 Phénomènes d'osmose directe et d'osmose inverse.....	10
1.4.8 Principe de fonctionnement d'osmose inverse	11
1.5 Description de l'unité de traitement des eaux usées LAFARGE	11
1.5.1 La station de pompage.....	12
1.5.2 La salle de traitement	13
1.5.3 Prétraitement	13
1.5.4 Identification des matériels utilisés.....	17
1.6 Conclusion	22

Chapitre 2 : Automates Programmables et Logiciel de programmation

2.1 Introduction	23
2.2 Historique	23
2.3 Objectifs du projet	23
2.4 Définition d'un système automatisé	23
2.4.1 Objectif d'un système automatisé	23
2.4.2 Structure d'un système automatisé	23
2.5 Généralité sur les automates programmables	25
2.5.1 Définition de l'API	25
2.5.2 Types d'automates	26
2.5.3 Architecture des automates	26
2.6 Présentation de l'automate S7-1200	26

2.6.1 Choix de la CPU	27
2.6.2 Le choix des modules d'Entrées/Sorties	27
2.6.3 Possibilités d'extension de la CPU S7-1200	27
2.6.4 Présentation de la CPU 1214 DC DC.....	27
2.6.5 Les modules d'entrée / sortie TOR (SM 1222/SM 1223)	28
2.6.6 Les modules d'entrée / sortie analogique (SM 1231/SM 1234)	29
2.7 Totally Integrated Automation Portal "TIA Portal V16"	29
2.7.1 Les avantages du logiciel TIA portal	29
2.7.2 Vue du portail et vue du projet	30
2.7.3 Création d'un projet et configuration d'une station de travail	31
2.7.4 Configuration et paramétrage du matériel (Partie Hardware)	32
2.7.5 Mémento de cadence	33
2.7.6 Adresse Ethernet de la CPU	34
2.8 Programmation (Partie Software)	35
2.8.1 Langages de programmation	35
2.8.2 Les blocs	35
2.9 La supervision	37
2.9.1 Création et configuration d'un PC STATION	37
2.9.2 Configuration de l'interface PG / PC	37
2.9.3 Ajouter un PC STATION	38
2.9.4 Configurer le module de communication de la station PC	39
2.9.5 Variables HMI	40
2.9.6 WinCC sur TIA portal	40
2.9.7 RUNTIME RT	41
2.10 Conclusion	41

Chapitre 3 : Description et Programmation de la station de traitement des eaux

3.1 Introduction	43
3.2 Description du processus de l'installation	43
3.2.1 Fonctionnement de la partie des eaux filtrées	43
3.2.2 Description de la partie des eaux traitées (filtration membranaire)	47
3.3 Schéma de la station	50
3.4 GRAFCET du système de traitement des eaux usées	51
3.5 Mise en service de la station	55
3.6 Défauts de fonctionnement	56
3.6.1 Création de la table des variables API.....	56
3.6.2 Affectations des entrées/sorties	56
3.7 Réalisation du programme de l'installation	58
3.8 Réalisation de la supervision de la station	65
3.8.1 Introduction.....	65
3.8.2 Création de la table des variables IHM	65
3.8.3 Création de vues	69
3.9 Conclusion	75
Conclusion générale.....	76
Références et bibliographies.....	77

Liste des abréviations

API : Automate Programmable industriel.

CONT : Le langage à base de schémas de contacts.

CPU: Central Processing Unit.

RFT: Reference transmitter

FB : Bloc de fonction.

FC : Fonction.

FM : Modules de fonction.

HMI : Interface homme/machine.

OB : Bloc d'organisation.

SIMATIC : Siemens Automatic.

SM : Modules de signaux.

TOR : Tout ou rien.

TIA : Totally Integrated Automation

RT : temps réel

Log : Langage à base de logigramme

Adv. : Advanced

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande Etape/Transition – langage de programmation

PCS : Process Control System

Liste des Tableaux

Tableau 1.1: Spécifications techniques de filtre à sable.....	14
Tableau 1.2: Spécification technique de Pompe d'alimentation eau brute	17
Tableau 1.3: Spécification technique de Pompe d'alimentation contre lavage.....	18
Tableau 1.4: Spécification technique de Pompe dosage chimique de l'acide, anti-scalant.....	18
Tableau 1.5: Spécification de Pompe DC de la pré-/post-chloration et du bisulfite.....	18
Tableau 1.6: Spécification technique de Pompe haute pression.....	18
Tableau 3.1: Les organes de mesures et de détections la partie filtrée.....	45
Tableau 3.2: Les actionneurs de la partie filtrée.....	46
Tableau 3.3: Les organes de mesures et détection la partie traitée.....	44
Tableau 3.4: Les actionneurs de la partie traitée.....	50
Tableau 3.5: Les entrées digital.....	57
Tableau 3.6: Les entrées analogiques.....	58

Liste des Figures

Figure 1.1: La carte géographique de la société LAFARGE [1]	3
Figure 1.2: Organigramme directionnel de LAFARGE [1]	4
Figure 1.3: Extraction et Transport de la Matière Première [2]	5
Figure 1.4: Concasseur [3]	5
Figure 1.5: Atelier de pré-homogénéisation [3]	6
Figure 1.6: Broyeur cru [3]	6
Figure 1.7: La ligne de caisson.....	7
Figure 1.8: Tour de préchauffage [3]	7
Figure 1.9: Four rotatif [3]	8
Figure 1.10: Le refroidisseur [3]	8
Figure 1.11: Expédition du ciment [5]	9
Figure 1.12: Principe d'osmose et osmose inverse.....	11
Figure 1.13: Station traitement des eaux usée – LAFARGE.....	12
Figure 1.14: Architecture de distribution de l'eau.....	13
Figure 1.15: Schéma fonctionnel de traitement des eaux.....	13
Figure 1.16: Filtres à sable.....	14
Figure 1.17: Filtres à cartouche	15
Figure 1.18: Filtres à cartouche 2 μ	15
Figure 1.19: Osmoses inverses.....	17
Figure 1.20: Vanne papillon BIANCA.....	19
Figure 1.21: Clapet anti-retour KSB.....	19
Figure 1.22: Capteur de pression.....	19
Figure 1.23: Transmetteur de niveau.....	19
Figure 1.24: Suppresseur d'air.....	20
Figure 1.25: Transmetteur de pH/Redox.....	20
Figure 1.26: Débitmètre électromagnétique.....	20
Figure 1.27: ORP-mètre.....	20
Figure 1.28: Transmetteur de conductivité.....	21
Figure 2.1: Structure d'un système automat.....	25
Figure 2.2: Structure interne d'un Automate Programmable Industriel [12]	26
Figure 2.3: Automate programmable S7-1200 [13]	27
Figure 2.4: Le CPU S7 1200.....	28
Figure 2.5: La CPU 1214C DC/DC/DC [13]	28
Figure 2.6: Mode de fonctionnement de CPU [14]	29
Figure 2.7: Module d'entrée/sortie TOR SM 1223 [13]	29

Figure 2.8: Module d'entrée analogique SM 1234. [13]	30
Figure 2.9: L'interface de démarrage de Tia PORTAL V16	30
Figure 2.10: Vue du portail Tia Portal V16	31
Figure 2.11: Vue du projet Tia Portal V16	32
Figure 2.12: Création d'un projet	33
Figure 2.13: Configuration et paramétrage du matériel	33
Figure 2.14: Configuration modules complémentaires de l'API	34
Figure 2.15: Mémento de cadence	35
Figure 2.16: Adresse Ethernet de la CPU	35
Figure 2.17: Les blocs d'organisations, fonctionnel, fonction, données	38
Figure 2.18: Configuration de l'interface PG / PC	39
Figure 2.19: Ajouter un PC	39
Figure 2.20: Configuration module de communication de la station PC	40
Figure 2.21: l'adresse IP et le masque de sous-réseau de la station Runtime	40
Figure 2.22: Supervision de station de traitement des eaux usées par WinCC RT Adv	40
Figure 2.23: Ajouter une application HMI	42
Figure 3.1: Schéma d'un seul filtre à sable	44
Figure 3.2: Schéma d'un seul filtre à cartouche	45
Figure 3.3: Vue général du la station	50
Figure 3.4: Grafcet gestion FS	51
Figure 3.5: Grafcet gestion Lavage Filtre à Sable	51
Figure 3.6: Grafcet gestion FCA	52
Figure 3.7: Grafcet gestion lavage filtre FCA	52
Figure 3.8: Gestion Production Osmoseurs inverses	53
Figure 3.9: Gestion Lavage Osmoseurs inverse	53
Figure 3.10: Gestion CIP Osmoseurs inverses	54
Figure 3.11: Gestion Rinçage Osmoseurs inverses	54
Figure 3.12: Table de mnémonique	56
Figure 3.13: Blocs du programme	59
Figure 3.14: Réseaux de OB Cyclique 30	69
Figure 3.15: Régulation PID de la pression d'eau brute	60
Figure 3.16: Réseau 1 OB de démarrage	60
Figure 3.17: Vue globale du FB210	61
Figure 3.18: Réseau 5 l'étape 2 lancement lavage filtre grafcet gestion filtres	61
Figure 3.19: Vue globale du FB221 contient les grafkets de l'osmoseur 2	62
Figure 3.20: Réseau 8 l'étape 1 grafcet lavage osmoseur 2	62

Figure 3.21: Vue globale du FB200.....	63
Figure 3.22: Réseau 1 validation pompage eau brute.....	63
Figure 3.23: Interface du bloc FB300.....	64
Figure 3.24: Réseau 1 comptage temporisation.....	64
Figure 3.25 : Réseau 2 Fin temporisation.....	64
Figure 3.26: Réseau 3 Remise à zéro.....	64
Figure 3.27: Vue générale du bloc gestions défauts FB20.....	65
Figure 3.28: Exemple d'une gestion de défaut d'arrêt d'urgence.....	65
Figure 3.29: Vue générale du bloc gestions Mode de Sorties FC240.....	66
Figure 3.30: Vue générale du bloc données globale Commande Etat [DB100]	67
Figure 3.31: Exemple de vue d'instance DB Gestion Mode.....	67
Figure 3.32: L'instruction DB201 de Gestion Défauts dans OB1.....	68
Figure 3.33: Réseau 4 Gestion de mesures analogiques.....	68
Figure 3.34: Table des variables	69
Figure 3.35: Les vues de supervision utilisée dans notre application.....	70
Figure 3.36: Vue principale Home.....	70
Figure 3.37: Vue générale de la station de traitement des eaux usées.....	71
Figure 3.38: Vue de la partie Eau filtrée.....	71
Figure 3.39: Vue de la partie Lavage Eau filtrée.....	72
Figure 3.40: Vue de la partie eau traitée.....	72
Figure 3.41: Vue des courbes.....	73
Figure 3.42: Vue des paramètres osmoseur.....	73
Figure 3.43: Vue de l'inhibition des défauts.....	74
Figure 3.44: Vue des alarmes et défauts.....	74

Introduction générale

Le domaine cimentier a connu dernièrement une grande concurrence entre les entreprises leader dans la fabrication des produits cimentiers. Cette leadership se mesure par l'organisation du travail au sein de l'entreprise qui cherche toujours à assurer une bonne sécurité pour le personnel et les équipements, rendre les machines plus fiables et disponibles, garder la confiance de la clientèle avec une meilleure qualité et surtout avoir le minimum de pannes et le maximum de production par jour tout en utilisant le minimum possible de main d'œuvre.

Pour la résolution de nombreux problèmes de commande, le choix s'oriente de plus en plus vers les automates industriels (API).

Les API assurent un gain de temps de développement considérable, de souplesse accrue dans la manipulation de haute fiabilité, de localisation et d'élimination rapide des erreurs. Ils possèdent des techniques de régulation et de contrôle complexes qui répondent aux exigences de flexibilité, de transparence et de disponibilité imposées aux installations industrielles, en prenant en considération la garantie d'investissement, l'économie et le plus grand confort de client.

L'objectif de notre travail est d'acquérir les outils et méthodes afin de gérer de façon optimale un système de l'unité du traitement des eaux à base de l'automate S7 1200 en se référant au cahier des charges du système à automatiser. Nous avons utilisé le logiciel TIA PORTAL V16 SP1 à programmation et la supervision pour visualiser et d'analyser le comportement du système en temps réel.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en trois chapitres décrivant les volets principaux :

Le premier chapitre contient le processus de fabrication du ciment d'une façon générale en détaillant la station de traitement des eaux.

Le deuxième chapitre présente les automates en général et plus précisément S71200 et sa gamme de logiciel d'ingénierie de SIEMENS qui est le TIA portal V16 utilisé pour l'automatisation de la station et présent quelques concepts généraux à la supervision.

Le troisième chapitre porte sur la description de la station de traitement des eaux avec ces différents organes de détection, actionneurs puis les étapes de la programmation de la station et la supervision du système choisi.

CHAPITRE 1

Généralités sur la société LAFARGE et l'unité de traitement des eaux usées

1.1 Introduction :

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude, qui consiste à l'étude et l'automatisation d'une station de traitement des eaux usées, au sein de l'usine de la cimenterie LAFARGE Holcim à Oggaz, Mascara, nous allons aborder dans ce chapitre une description générale sur l'usine. Ensuite, on parle sur le processus de la fabrication du ciment. En fin nous allons présenter la station de traitement des eaux usées de l'usine.

1.2 Description de la cimenterie LAFARGE :

1.2.1 Historique :

Lafarge commence à exploiter des fours à chaux au Teil, sur la rive droite du Rhône. Grâce à une croissance soutenue et de nombreuses acquisitions.

Lafarge devient le premier producteur français de ciment à la fin des années 30. Le premier développement international de Lafarge remonte à 1864, avec l'exportation de chaux pour la construction du canal de Suez. L'expansion se poursuit, d'abord dans le bassin méditerranéen (notamment en Algérie), puis au Canada et au Brésil dans les années 1950. En 1981, l'acquisition de General Portland Inc. lui permet de devenir l'un des principaux cimentiers d'Amérique du Nord ; celle du groupe suisse Cementia, en 1989, d'occuper de nouvelles positions, notamment en Europe et en Afrique de l'Est. Parallèlement au ciment, Lafarge développe son activité de granulats & béton prêt à l'emploi. En 1997.

Avec l'acquisition du groupe britannique Blue Circle en 2001, Lafarge accroît sa présence sur les marchés émergents et devient le premier cimentier mondial. En janvier 2008, Lafarge acquiert la branche cimentière du groupe égyptien Orascom (Orascom Building Materials Holding SAE), qui lui apporte une position de leader au Moyen-Orient et en Afrique. L'activité Plâtre, qui avait commencé dès 1931, est cédée en majeure partie, au cours du second semestre 2011.

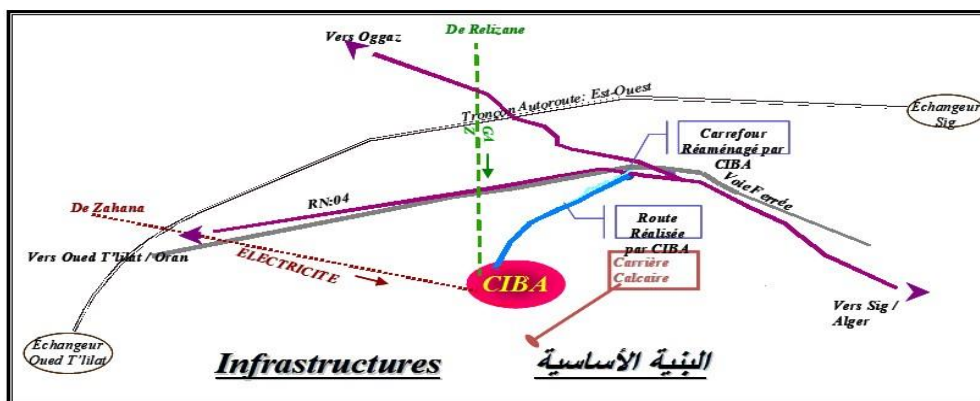


Figure 1.1 : La carte géographique de la société LAFARGE [1].

1.2.2 Organigramme de Lafarge Oggaz :

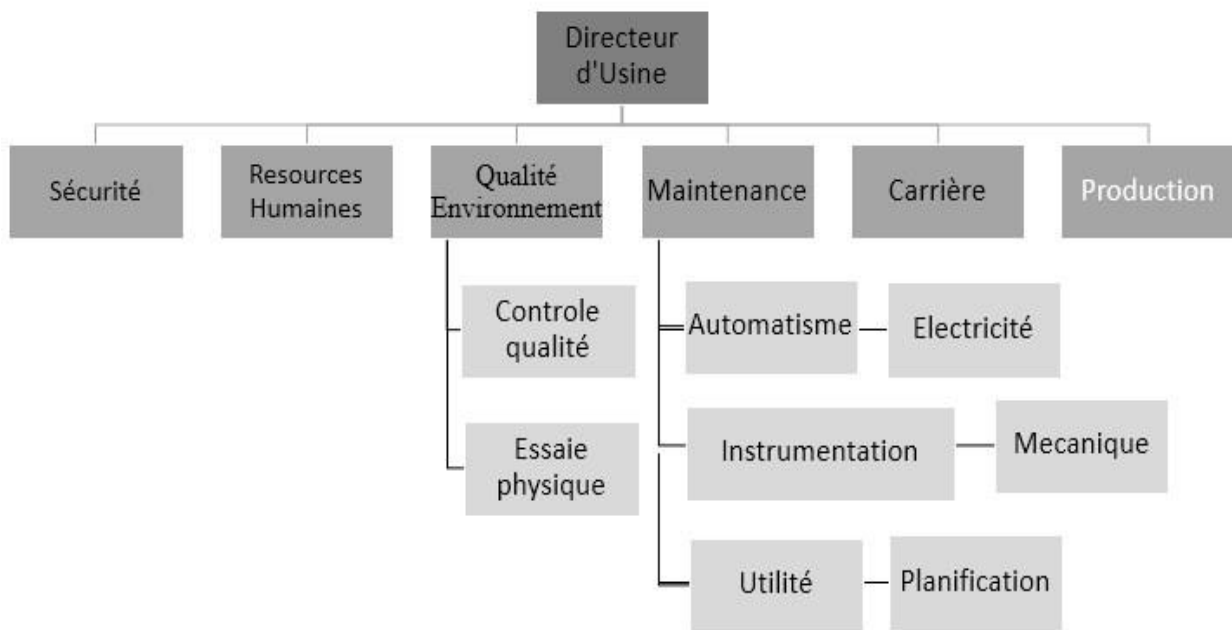


Figure 1.2 : Organigramme directionnel de LAFARGE [1].

1.3 Processus de fabrication du ciment :

1.3.1 Définition du Ciment

Le ciment est un produit industriel obtenu par broyage de clinker et d'additifs (gypse et autres).

Le clinker, qui est le composant principal du ciment, est un produit obtenu par cuisson d'un mélange du calcaire et argile avec du sable et du minerai de fer à haute température (1450 °C).

Ce mélange de matières est finement broyé avant cuisson pour obtenir une "farine brute", qui doit contenir certains composants (éléments chimiques) dans des proportions bien définies. Pour obtenir le ciment, il faut passer par les cinq zones suivantes [2] :

- 1- Zone d'Extraction
- 2- Zone Cru
- 3- Zone Cuisson
- 4- Zone Ciment
- 5- Zone Expédition

1.3.2 Zone d'Extraction

1.3.2.1 Carrière

LAFARGE exploite une carrière qui fournit la matière première :

Concernant l'extraction du calcaire, ces roches se fait par abattage à l'explosif. Il consiste à fragmenter le massif exploité à l'aide d'explosifs comme l'indique la Figure 1.3 ci-dessous [2].



Figure 1.3 : Extraction et Transport de la Matière Première [2].

1.3.2.2 Concassage

Cette opération a pour objectif de réduire la matière première (les blocs de pierres) déversée dans des camions en fragments plus fins, cette opération est assurée par les concasseurs à marteaux qui sont les plus utilisés en cimenterie, comme l'illustre cette Figure 1.4 [2].

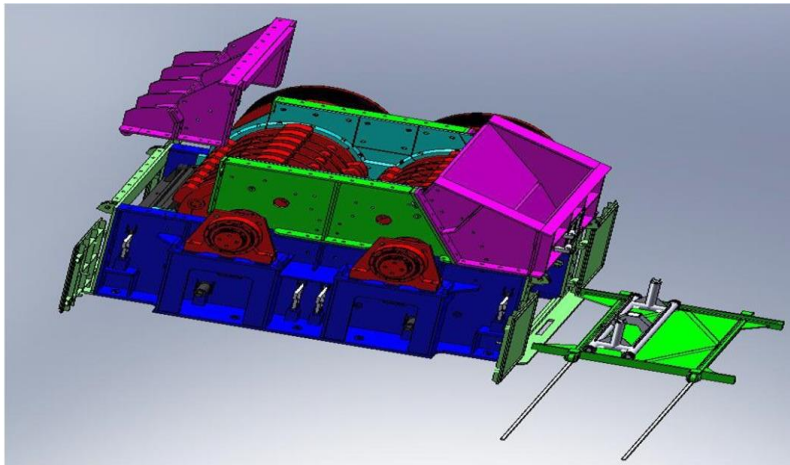


Figure 1.4 Concasseur [3].

1.3.3 Zone Cru

1.3.3.1 Pré-homogénéisation

C'est l'opération qui suit le concassage, elle consiste à mélanger les différentes composantes de la matière première (calcaire, argile) ainsi que les ajouts qui y entrent dans la production du ciment (sable, minerai de fer, gypse), tout en respectant les pourcentages des matières relatifs à chaque composant, pour obtenir vers la fin une composition chimique dénommé le cru. Quelques échantillons sont prélevés lors de la constitution des tas dans une station d'échantillonnage et analysés au sein du laboratoire de l'usine.



Figure 1.5 : Atelier de pré-homogénéisation [3].

1.3.3.2 Broyage du cru

La matière crue est constituée d'un mélange des différentes matières premières. Ces matières premières sont le calcaire, le sable et le minerai de fer. Elles passent chacune dans une trémie et sur des pesons pour un dosage idéal, ce qui est très important pour la qualité du ciment. Une fois que cette étape est terminée, la matière se dirige vers le broyeur cru horizontal (voir Figure 1.6). Une fois dans cet équipement, la matière tombe sur la table de broyage. Celle-ci tourne sur elle-même à une vitesse réduite et des galets, qui sont fixés sur les parois fixes de l'équipement, broient la matière [2].



Figure 1.6 : Broyeur cru [3]

1.3.4 Zone Cuisson

1.3.4.1 Homogénéisation et préchauffage

A la suite du broyage et après la séparation, le cru transporté au fond du silo d'homogénéisation, et la chambre de mélange homogénéise la matière transformée en une poudre de grande finesse appelée dans le jargon cimentier « farine », avant d'être envoyée directement dans la tour de préchauffage à travers un élévateur. Cette tour de préchauffage est équipée de cinq étages de cyclones qui permettent de préchauffer la matière à environ 800°C afin de la déshydrater car cette matière raffinée "la farine" retombe en sens inverse par gravité, à contre-courant les gaz remontent l'édifice

(la tour) pour se diriger vers le filtre [3]. 1.3.4.2 Ligne de cuisson La ligne de cuisson est constituée d'une tour à cyclones, un four rotatif et un refroidisseur.

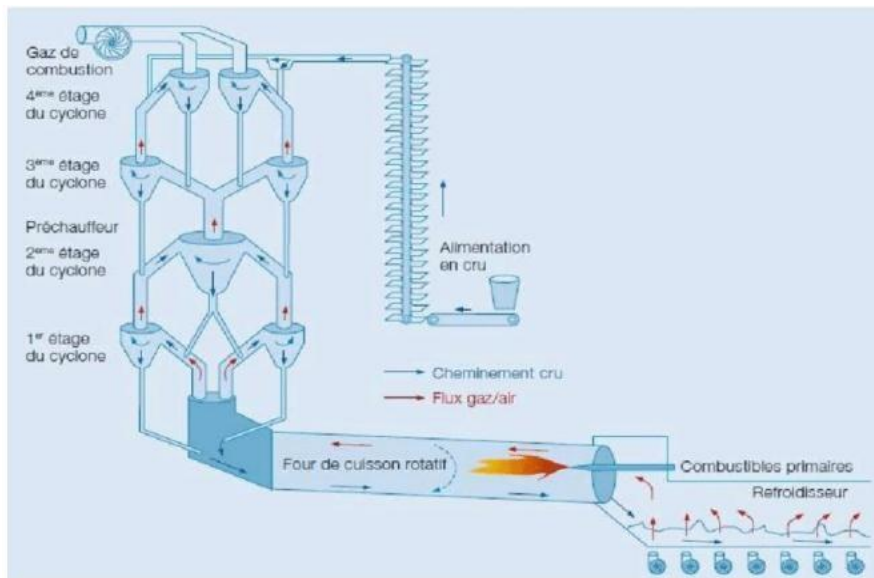


Figure 1.7 : La ligne de cuisson

1.3.4.3 Préchauffage :

A la sortie du silo d'homogénéisation, la farine est transportée par un système pneumatique vers le haut du préchauffeur. Le préchauffeur est constitué d'une série de cyclones à 4 étages, il permet de préchauffer la farine avant son passage dans le précalcinateur. Celui-là a pour rôle de calciner la farine à ~ 90%. Une fois calcinée, la farine sera prête pour la cuisson dans le four rotatif. Tour à cyclones permet d'effectuer un échange thermique [3]



Figure 1.8 : Tour de préchauffage [3]

1.3.4.4 Four rotatif :

Le four est un réacteur en forme de tube rotatif incliné de 5%. Le chauffage est assuré par une flamme au charbon installée à l'autre extrémité du four. La farine entrant dans le four à 1000°C environ est chauffée jusqu'à la température de frittage ou clinkérisation 1450°C.



Figure 1.9 : Four rotatif [3].

1.3.4.5 Refroidisseur à Clinker :

Le clinker sortant du four passe sur la grille vibrante du refroidisseur, où il est trempé rapidement par l'air froid soufflé par le bas de la grille. Ce processus permet la récupération de la chaleur du clinker. L'air chaud généré est réintroduit dans le four pour aider à la combustion. Le rôle des refroidisseurs consiste à garantir la trempe du clinker pour avoir une structure minéralogique et des dimensions de cristaux favorables. Il a une action non négligeable sur la qualité de ce dernier. Le refroidissement est assuré par onze ventilateurs. L'air produit par ces dernières est insufflé sous les grilles par des chambres de soufflage (voir la Figure 1.10). Elles permettent aussi de baisser la température du clinker pour faciliter la manutention jusqu'aux silos de stockage. [5]



Figure 1.10 : Le Refroidisseur [3]

1.3.4.6 Stockage du clinker

Le clinker sortant du refroidisseur, est transporté jusqu'au concassage puis au hangar au silo du stockage, surtout ce type de ciment il doit passer aux trois silos.

1.3.5 Zone Ciment

En dessous du hall de stockage, le clinker est transporté vers l'atelier de mouture ciment. Le clinker et d'autres ajouts principalement de gypse sont introduits dans le broyeur à ciment pour être broyés finement. Le ciment obtenu est transporté vers les silos de stockage. [5]

1.3.6 Zone Expédition

1.3.6.1 Stockage et expédition du ciment

A la sortie du broyeur, le ciment est transporté vers des silos de grandes capacités qui alimentent par la suite les ateliers d'ensachage pour l'expédition en sacs, ou les dispositifs de chargement et livraisons en VRAC. Donc les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs ou via un vrac et son chargement sur l'outil de transport (camion). C'est l'interface de l'usine avec le client [2].

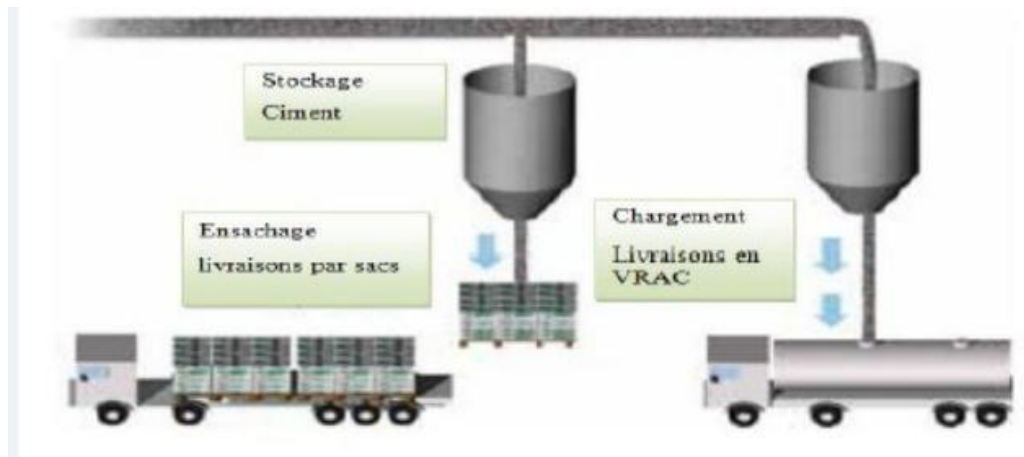


Figure 1.11 : Expédition du ciment [5]

1.3.7 La salle de contrôle et système :

Au sein de LAFARGE cimenterie fortement automatisée, les ordinateurs analysent continuellement les données transmises par les capteurs installés sur les différents points de l'unité de production, sous la supervision des pilotes de la salle qui contrôlent et conduisent l'usine depuis leurs écrans où s'affichent toutes les informations. De la salle de contrôle, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, les techniciens supervisent l'ensemble des phases de la production, de la carrière jusqu'à l'ensachage. A chacune des étapes de la transformation de la matière, des échantillons sont automatiquement prélevés et analysés de façon très rigoureuse.

1.4 Station de traitement des eaux usées (LAFARGE) :

1.4.1 L'eau dans l'industrie :

L'eau est omniprésente dans l'industrie. Il n'y a pas de produit qui n'est pas au moins rincé avec de l'eau au cours de sa production, elle est une composante essentielle de la production de bien des produits alimentaires et chimiques, par exemple. Les qualités thermodynamiques de l'eau en font un fluide caloporteur de choix : elle a une enthalpie d'évaporation et une chaleur spécifique très élevée. L'industrie doit utiliser de l'eau non potable, provenant de forages, de nappes phréatiques, de rivières, ou de lacs. Dans le cas LAFARGE, l'eau provient de 3 forages [6].

1.4.2 Différents procédés de traitements des eaux :

- Traitement des eaux usées
- Traitement de l'eau potable
- Traitement avec les Adoucisseurs d'eau - Traitement par désinfectants Ultra-violet.

1.4.3 La filtration :

On entend par filtration, une méthode pour éliminer des impuretés de l'eau en la faisant passer à travers un media filtrant. Aujourd'hui, la filtration regroupe un grand nombre de technologies, dont les technologies de filtrations membranaires qui permettent même de déminéraliser l'eau, et la filtration particulaire qui regroupe l'ensemble des méthodes de filtration permettant d'enlever de l'eau les particules d'une taille supérieure à environ 1 μm [6].

1.4.4 Les différents types de filtres :

- Les filtre-presse
- Les filtres à poche ou à panier
- Les filtres à cartouches lavables et filtres autonettoyants
- Les filtres à sable
- Les filtres à charbon actif

1.4.5 Les membranes :

La membrane est définie comme une couche mince semi-perméable qui joue le rôle d'une barrière sélective qui sépare les substances dissoutes ou non, sous l'action d'une force chimique (concentration ...) ou physique (pression). En général, les constituants qui sont plus petits que les pores de la membrane sont capables de passer à travers la membrane sous l'effet d'une pression appliquée tandis que les substances et les molécules de taille plus importante sont retenues par la membrane. [6]

1.4.6 Classification des membranes :

Il existe différents types de membranes :

- Les membranes minérales (ou inorganique)
- Les membranes organiques
- Les membranes composites
- Les membranes échangeuses d'ions

1.4.7 Phénomènes d'osmose directe et d'osmose inverse :

L'osmose inverse est un procédé de filtration tangentielle qui permet l'extraction d'un solvant, le plus souvent l'eau, par perméation sélective à travers une membrane dense sous l'action d'un gradient de pression. Elle s'oppose au phénomène naturel d'osmose qui tend à transférer le solvant

dissous l'action du gradient de concentration (Figure 1-12). Lorsqu'une pression est appliquée sur le compartiment le plus concentré, le flux de solvant diminue jusqu'à s'annuler pour une pression égale à la pression osmotique de la solution. Lorsque la pression appliquée est supérieure à cette pression osmotique, le flux s'inverse : c'est le phénomène d'osmose inverse [6].

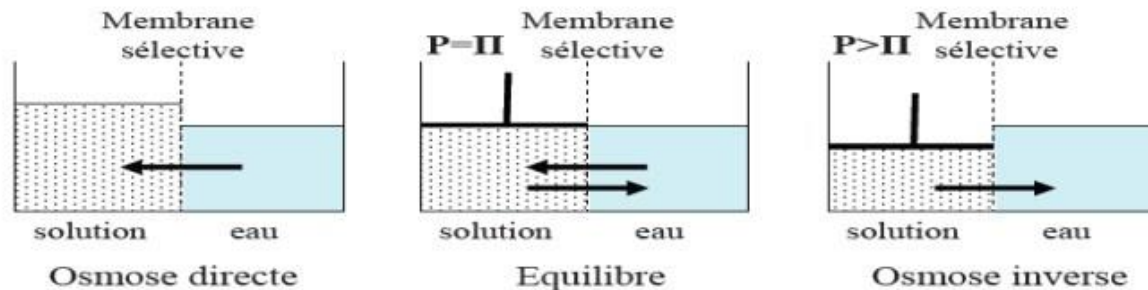


Figure 1.12 : Principe d'osmose et osmose inverse

1.4.8 Principe de fonctionnement d'osmose inverse :

L'eau aspirée subit tout d'abord un prétraitement par chloration avec de l'hypochlorite de sodium, ensuite une injection de coagulant flocculant est effectuée afin d'agglomérer les particules en suspension sous forme de floccs et permettre leur décantation. L'eau décantée passe dans les filtres à sables pour éliminer les particules en suspension. Le chlore résiduel est éliminé par une déchloration au bisulfite de sodium, ainsi le micro filtres, les pompes à haute pression et les membranes d'osmose inverse (OI) s'entrouvrent protégés.

Afin d'éviter la précipitation des sels sur les surfaces des membranes, une injection d'acide chlorhydrique est effectuée. L'eau prétraitée arrive au système d'osmose inverse pour réduire la salinité de l'eau. L'étape finale dans la chaîne de traitement consiste en une désinfection et une correction du pH. [6]

1.5 Description de l'unité de traitement des eaux usées LAFARGE :

Notre station contient 3 forages utilisés pour l'alimentation en eau, ce sont placés aux trois coins auprès de l'usine :

Les forages 1 et 2 de profondeur 100 mètres environ, alimente régulièrement les trois bâches à eau, alors que le troisième est situé à 10 km de l'usine LAFARGE, utilisé comme forage de secours en cas du manque ou d'arrêt de fourniture des autres forages. [6]

Les eaux des forages alimenteront une cuve tampon eau brute d'un volume de 100 m^3 , cette cuve permettra d'écarter les demandes instantanées et de travailler à débit constant sur les forages de $160 \text{ m}^3/\text{h}$. Le temps de contact en phase de production sera de l'ordre de 1H30min temps nécessaire et suffisant pour effectuer une désinfection de l'eau. La chloration sera effectuée par injection de javel proportionnelle au volume d'appoint d'eau.



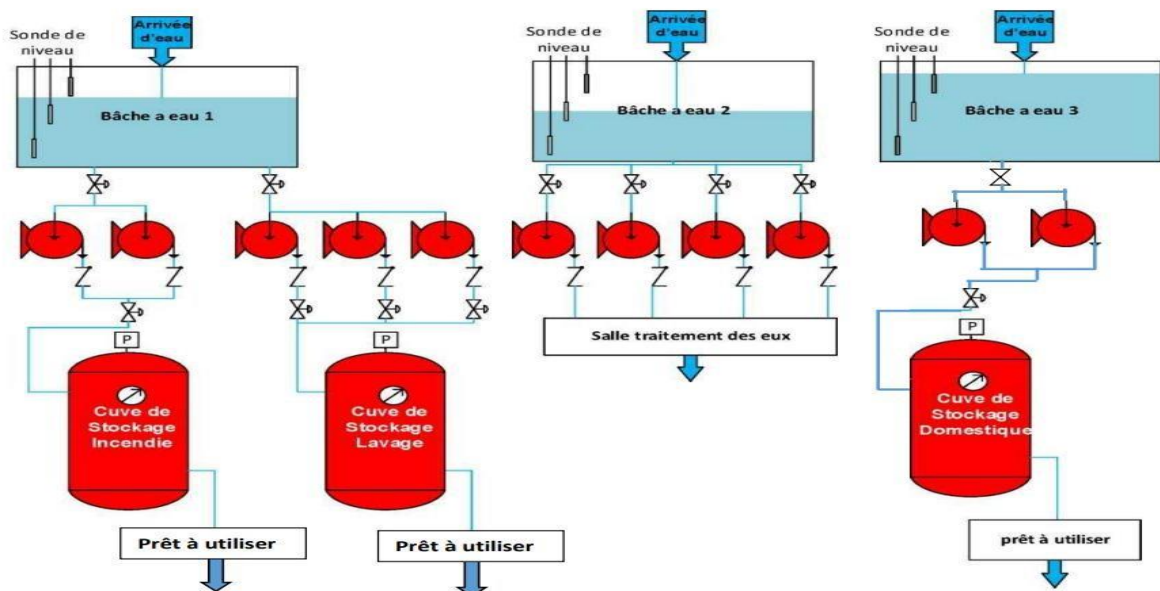
Figure 1.13 : Station traitement des eaux usée - LAFARGE

1.5.1 La station de pompage :

Equipée par 3 bâches d'eau de 1000 m³, ces derniers sont des réservoirs en béton utilisés pour le stockage d'eau et ensuite la distribution à toutes les parties de l'usine, il est décomposé en trois compartiments, un pour l'incendie et lavage, un pour le stockage domestique, et un pour la production de la cimenterie, et celui-là c'est le compartiment reliant la salle du traitement, représentée par la figure suivante, chacun à un flotteur pour la protection du procédés au 3 niveaux : High, High-High, Low-Low. [6]

La conception des prises d'eau des installations de pompage en forage doit prendre en compte :

- La vitesse de circulation de l'eau dans l'espace annulaire.
- La position de la crépine de la pompe par rapport :
- La compatibilité entre le débit de la pompe et le débit du forage. [6]



Z : Clapet anti-retour ⊙ : Manomètre P : Pressostat
 ⊗ : Vanne manuelle ⊙ : Pompe

Figure 1.14 : Architecture de distribution de l'eau

1.5.2 La salle de traitement :

Le traitement des eaux est pour l'objectif de garantir et donner une qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau au niveau des différents points d'utilisation et pour l'alimentation de la ligne d'embouteillage des boissons gazeuses. Afin de garantir une bonne qualité de l'eau, ce dernier va passer de plusieurs étapes bien étudiées, représentée par la figure 1.14 :

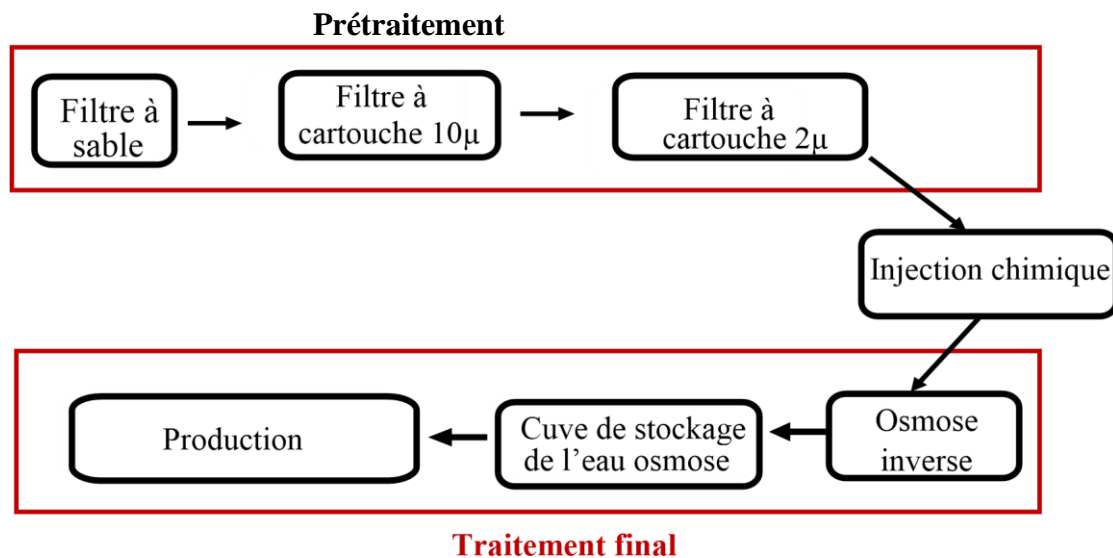


Figure 1.15 : Schéma fonctionnel de traitement des eaux

1.5.3 Prétraitement :

1.5.3.1 Description du processus

L'eau brute sera injectée par le javel nommé hypochlorite de sodium pour aider à l'oxydation du lourd les métaux comme le fer, le manganèse et empêchent la contamination bactérienne à l'intérieur du réservoir d'eau brute. [7]

L'eau brute sera pompée à travers des filtres multimédia à sable pour éliminer les particules en suspension, et réduire le niveau SDI (Silt Density Index) au niveau accepté, puis sera transféré aux pairs des filtres médias à cartouche de 10 μ m et 2 μ m pour déboucher et retenir les impuretés de l'eau afin d'alimenter l'unité RO. [7]

1.5.3.2 Eau filtré :

L'eau sera reprise par un groupe de pompage composé de 3 pompes d'alimentation en parallèles fonctionnant en cascade en fonction de la demande d'eau, la gestion sera effectuée pour maintenir une pression constante sur le réseau de distribution de 5 bars et un débit constant de 60 m³/h [7].

2.a Filtre à sable :

Cette filtration est destinée à retirer toute suspension supérieure à 50 μ , ainsi que les produits d'oxydation au chlore, du fer dissout, ou manganèse dissout contenus dans l'eau brute. La hauteur du lit de sable va déterminer la capacité de rétention (0.8m minimum) pour assurer un bon fonctionnement. Le lit de sable arrête en permanence des matières en suspension, il faut donc le

nettoyer en fonction de la différence de pression entre l'entrée et la sortie de filtre. Le nettoyage s'effectue à contre-courant avec l'eau de la cuve d'eau osmosée et une faible pression d'air comprimé, représenté par la figure 1.15, le tableau suivant **Tableau 1.1** indique ses spécifications techniques [7].

Tableau 1.1 Spécifications techniques de filtre à sable [7] :

Type de filtre	FIT300
Débit	60 m ³ /h
Diamètre	3000 mm
Hauteur totale	3060 mm
Diamètre de conduite	152,4 mm
Mode de fonctionnement	Automatique
Matériau	Epoxy
Tuyauterie frontale	PVC



Figure 1.16 : Filtres à sable

L'eau sera filtrée sur filtres à sables pour éliminer les matières en suspension présentes et le chlore résiduel (Protection des membranes d'osmose inverse). La capacité de dé-chloration permettra si besoin est d'effectuer une chloration plus importante sur l'eau d'appoint de la cuve tampon (1 à 1,5 ppm) en cas de pollution importante sur un forage. Le poste de filtration sera constitué de deux filtres automatiques fonctionnant en parallèle avec régénération en cascade afin d'assurer une production permanente Le seuil de filtration des filtres à sable de 50 μ [7].

2.b Filtre à cartouche :

À la sortie de filtre à sable, l'eau est transférée vers le filtre à cartouche de 10 μ , puis vers un autre filtre à cartouche de 2 μ pour s'assurer qu'aucune action bactériologique n'est effectuée, comme les figures suivantes (1.16, 1.17) nous représente [7] :



Figure 1.17 : Filtres à cartouche 10µ



Figure 1.18 : Filtres à cartouche 2µ

Les cartouches filtrantes utilisées aux performances optimisées des filtres en profondeur qui allient un insert spécialement étudié et une fibre à deux composants (polypropylènes/polyéthylènes) issue d'une technologie innovatrice. Le tout donne à la cartouche une structure filtrante pure, rigide et ayant des performances constantes et reproductibles. L'insert peut être étudié de façon à rendre à l'exigence en termes de débit, rétention particulaire et durée de vie. La structure de fibres à deux composants permet d'excellents débits et offre une large plage de compatibilité chimique. [2]

2.c Dosage chimique de l'eau prétraitée :

Après avoir terminé la filtration à cartouche, l'eau filtrée sera injectée par bisulfite de sodium, des produits chimiques acides et anti-scalante pour éliminer les résidus chlore dans l'eau et empêcher la formation de tartre sur la surface de la membrane, où l'injection est contrôlée par les contrôleurs ORP et pH, puis, l'eau sera pompée par deux pompes d'haute pression dans les modules d'osmose inverse, RO301A qui possède 5 modules et RO301B ayant 3 modules avec 6 membranes pour chaque. Sur chaque groupe doseur, il contrôle le niveau du produit à doser, et le bon fonctionnement des pompes doseuses est assuré. [7]

➤ **Dosage de l'hypochlorite de sodium (Javel) :**

A l'entrée des filtres à sable, de l'hypochlorite de sodium est dosée et injecté à l'eau brute arrivée du forage, afin de prévenir toute prolifération de bactéries au niveau de l'unité. De même le dosage en continu du chlore permet la régénération du manganèse. La javel est utilisée dans la pré chloration et la post chloration dans notre système [7]

➤ **Dosage de bisulfite HSO_3 :**

Après la sortie de l'eau de la préfiltration, l'eau est injectée par le bisulfite pour enlever le chlore résiduel dans l'eau. [7]

➤ **Dosage d'acide sulfurique H_2SO_4 :**

L'acide sulfurique est un agent neutralisant, qui ajuste le pH, en le diminuant afin de protéger les membranes et prévenir la corrosion des tuyaux et des systèmes de distribution de l'eau, ainsi que d'empêcher la dissolution de plomb. Durant le traitement de l'eau, la valeur du pH est régulée par ajout d'acide ou de la base, dans notre système étudié, on acidifie l'eau pour diminuer le pH. [7][8]

➤ **Dosage anti-Scalant :**

Le tartre est un précipité qui se forme au niveau des surfaces en contact avec de l'eau. La réaction chimique qui provoque la précipitation du carbonate de calcium est favorisée par l'élévation de la température qui, en libérant du gaz carbonique, accélère la précipitation du tartre. [8]

➤ **Dosage d'hydroxyde de sodium (Soude NaOH) :**

La soude est utilisée pour ajuster la valeur de pH dans l'eau en l'augmentant, afin de protéger les membranes et la tuyauterie de la corrosion. [8]

1.5.3.3 L'eau traitée :

Pour diminuer sa salinité, l'eau sera traitée par deux osmoseurs de 26 m³/H et mitigée. La consommation moyenne du site étant de 60 m³/H, la production sera obtenue avec les deux osmoseurs en service. Les opérations de maintenance et d'entretien se feront sans arrêt de l'unité lorsque la consommation du site sera inférieure de 1000 m³/J [4].

Maintenant, l'eau est prête à traverser les membranes RO après avoir traversé la pompe haute pression de l'unité. L'eau à l'intérieur de la membrane RO sera divisée en perméat (eau traitée) et rejeter l'eau où le perméat a une faible teneur en TDS et l'eau rejetée a une teneur élevée qui sera dirigé vers la conduite de vidange. L'eau du perméat sera injectée par de la soude et le chlore résiduel (hypochlorite de sodium) d'ajustement du pH avant stocké dans le réservoir d'eau traitée et ceci afin d'éviter la contamination bactérienne à l'intérieur de la matière première réservoir d'eau et ajuster la valeur du pH au niveau accepté, où l'injection est contrôlée par Contrôleur ORP et pH.

L'eau de perméat sera mélangée à de l'eau filtrée pour obtenir la qualité d'eau requise et quantité avant stockage dans le réservoir d'eau traitée, puis l'eau traitée (eau osmosée + eau de mitigeage) alimentera la cuve tampon d'eau traitée et sera pompée vers les différents points d'utilisation. [7]



Figure 1.19 : Osмосes inverses

1.5.4 Identification des matériels utilisés :

1.5.4.1 Actionneurs :

Au niveau de la station, il existe plusieurs types d'actionneurs selon l'utilisation. Elle est composée principalement par des moteurs, pompes et vannes.

A. Les moteurs :

La fabrication industrielle utilise une variété de machines qui fonctionnent avec des énergies différentes. Cependant, pour des raisons techniques, l'énergie électrique prédomine est la plupart des dispositifs utilisés dans l'industrie sont équipés par des moteurs électriques [4]

B. Les pompes :

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

- **Pompes d'alimentation** : est utilisé pour alimenter les filtres en eau brute et le contre lavage des unités osmoses inverses, ce sont des pompes centrifuges à un étage avec orifice d'aspiration. Elle est autorégulatrice, se devise en deux types selon le P&ID de la station, les tableaux suivants montrent ses spécifications : [7].

Tableau 1.2 Spécification technique de Pompe d'alimentation eau brute [7]

Marque	GRUNDFOS
Modèle	CRN 64
Débit 5 bars	60 m ³ /h
Puissance moteur	15 kW
Matériel de construction	Acier inoxydable

Tableau 1.3 Spécification technique de Pompe d'alimentation contre lavage [7]

Marque	GRUNDFOS
Modèle	NK 125-250-263
Débit 5 bars	250 m ³ /h
Puissance moteur	25 kW
Matériel de construction	Fonte avec roue en bronze

- **Pompes doseuse** : Sont utilisés pour l'ensemble de dosage chimique de la pré- et post-chloration et du bisulfite, et dosage chimique de l'acide, anti-scalante et ajustement du pH, comme les montrent :

Tableau 1.4 Spécification technique de Pompe dosage chimique de l'acide, anti-scalant [7]

Marque	GRUNDFOS
Modèle	CR 42
Débit 10 bars	$7.10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$
Puissance moteur	30 W
Matériel de construction	Acier inoxydable

Tableau 1.5 Spécification de Pompe DC de la pré-/post-chloration et du bisulfite [7]

Marque	GRUNDFOS
Modèle	CR 32
Débit 10 bars	$2.10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$
Puissance moteur	30 W
Matériel de construction	Acier inoxydable

- **Pompes à haute pression (High Pressure Pumps)** :

Les pompes d'alimentation haute pression des modules d'osmose inverse sont conçues pour envoyer l'eau haute pression du réservoir d'eau filtrée vers la membrane [2]. Le tableau ci-dessous montre ces spécifications :

Tableau 1.6 Spécification technique de Pompe haute pression [7]

Marque	GRUNDFOS
Type	Centrifuge
Débit 30 bars	$60 \text{ m}^3/\text{h}$
Puissance cheval de moteur	75 kW
Matériel de construction	Acier inoxydable
Voltage	3 x 380 V. 50 Hz

C. Les vannes : Comme tout actionneur, les vannes agissent sur une grandeur réglée tel qu'une pression, un débit, un niveau, une température, etc.

La station de traitement des eaux est équipée par 2 types de vannes selon leurs fonctions. [9]

a) Vanne papillon BIANCA B1 Wafer DN 32-600 :

Une vanne papillon est une vanne qui isole ou régule le débit d'un liquide. Le mécanisme de fermeture est un disque rotatif.

Dans l'usine, les vannes utilisées sont de marque BINACA B1 Wafer DN 32-150, commandées pneumatiquement TOR. Il effectue une action discontinue qui occupe deux positions ou deux états 0 et 1 c'est-à-dire ouvert ou fermé [8].

- Pression maximale : 16 bars (DN 32-150)

- Types de bride : PN10-PN16.
- Plage de température : Selon conditions de travail [8].



Figure 1.20 Vanne papillon BIANCA

b) Clapets anti-retour (Check valve) KSB:

Clapet anti-retour à soupape KSB, est une vanne qui ne permet normalement au fluide de s'écouler que dans une seule direction. [8]

- Pression max : 16 bars
- Type de bride : max PN16
- Plage de température : Min : -10 °C Max : 350 °C [8].



Figure 1.21 Clapet anti-retour KSB

1.5.4.2 Les instruments de la station

a. Un capteur de pression Danfoss :

- Type : MBS 3000
- Plage de pression [bar] : 0.00 - 10.00 Bar
- Signal de sortie : 4 – 20 mA [7]



Figure 1.22 Capteur de pression

b. Transmetteur de niveau Burkert :

C'est une sonde de niveau utilisée pour la mesure de niveau hydrostatique. Lorsque le transmetteur est immergé dans un liquide, une colonne de liquide se forme dessus. Cette colonne augmente lorsque la profondeur d'immersion augmente et avec son poids elle exerce une pression hydrostatique sur le système de mesure. [7]



Figure 1.23 Transmetteur de niveau

c. Un supprimeur d'air :

Pour le bon fonctionnement de la machine, celle-ci doit être équipée d'un filtre d'aspiration et une soupape de sécurité.

- Plage de température acceptée : -14°C à +50°C. [7]



Figure 1.24 Supprimeur d'air

d. Transmetteur de pH Endress + Hauser

L'appareil mesure et régule le pH et le redox. Les principaux domaines d'application sont les secteurs de l'eau et des eaux usées en générale. Le convertisseur de signaux possède deux entrées analogiques [7].

- Entrée : transmetteur 1 voie
- Sortie : 0/4-20mA, Hart, Profibus.
- Indice : de protection IP65[7].



Figure 1.25 Transmetteur de pH/Redox

e. Débitmètre électromagnétique Burkert :

- Alimentation électrique : 100-230 VAC, 50/60 Hz.
- Précision de mesure : $\pm 0.3\%$ de la valeur mesurée.
- Signal de sortie : 4 – 20 mA et impulsion. [7]



Figure1.26 Débitmètre électromagnétique

f. Transmetteur de redox ORP Burkert :

L'appareil mesure et régule ORP des oxydation et réduction des produit chimie. Le convertisseur de signaux possède deux entrées analogiques [7].



Figure 1.27 ORP-mètre

g. Transmetteur de conductivité Burkert :

Il s'agit d'un convertisseur de signal sur site contrôlé par microprocesseur. Indique la taille mesure sélectionnée et génère un signal de sortie proportionnel. De plus, il est capable de traiter aussi la température comme variable corrective. [7].

- Plage de mesure conductivité : 0 - 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Sortie de signal : 4 - 20 mA [7].



Figure 1.28 Transmetteur de conductivité

1.6 Conclusion :

Cette expérience dans l'usine LAFARGE nous a permis de comprendre la chaîne de production du clinker et du ciment des deux lignes blancs et gris, ainsi que le fonctionnement du système automatisé dans la cimenterie, de voir comment différentes équipes s'élaborent dans différents domaines et précisément dans la station de traitement des eaux usées, cependant, ce stage nous a permis d'acquérir des capacités, de savoir sur la maintenance industrielle et l'automatisation.

Nous avons entamé le chapitre suivant sur la description des automates programmables industriels en général et en particulier l'automate programmable S7-1200 et le logiciel de programmation Tia portal V16.

CHAPITRE 2

Automates Programmables et Logiciel de programmation

2.1 Introduction

Dans le monde industriel, les exigences attendues de l'automatisation ont bien évolué, parmi les éléments les plus répandus dans un système automatisé est l'automate programmable industriel.

Ce chapitre sera consacré aux automates programmables d'une façon générale et d'une manière plus détaillée sur la CPU 1214C de l'automate S7-1200 et logiciel de programmation TIA PORTAL V16.

2.2 Historique

Au début des années 1950, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatisation, les composants de base de l'époque étaient des relais électromagnétiques à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comprenaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant du futur et les circuits intégrés étaient inconnus.

Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les systèmes d'automatisation sous la forme de circuits numériques. Quelques années plus tard, l'émergence des circuits intégrés a déclenché une révolution dans la façon de penser l'automatisation. Ceux-ci étaient très compacts et leur consommation était très faible. Il a alors été possible de concevoir des fonctions toujours plus complexes à des coûts toujours plus bas.

C'est en 1969 que le constructeur automobile américain General Motors a demandé aux entreprises fournissant des équipements d'automatisation des systèmes plus avancés et flexibles qui pourraient simplement être modifiés sans coûts exorbitants.

Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit appelé contrôleurs logiques programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changé, rendant les systèmes filaires obsolètes.

Jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes.

2.3 Objectifs du projet

Le but principal de notre projet est la réalisation des programmes via " TIA Portal V16 " qui est le logiciel d'ingénierie de SIEMENS pour l'automatisation d'une station traitement des eaux usées au niveau de l'usine du cimenterie LAFARGE, puis tester ce programme dans un automate programmable industriel S7-1200, et pour vérifier son bon fonctionnement, on envisage aussi la réalisation d'une supervision PC STATION.

2.4 Définition d'un système automatisé

Un système est « automatisé » s'il exécute toujours le même cycle de travail pour lequel il a été programmé. C'est un ensemble organisé de moyens techniques interconnecté à des moyens de

commande et de contrôle qui lui assurent un fonctionnement reproductible plus ou moins indépendant des interventions humaines [11].

2.4.1 Objectif d'un système automatisé

L'automatisation est un moyen permettant d'accroître la compétitivité du produit élaboré par le système objet de cette automatisation dont l'objectif est de :

- Eliminer des tâches répétitives
- Simplifier le travail humain
- Augmenter la sécurité
- Accroître la production
- Economiser les matières premières et l'énergie
- Maintenir la qualité [11]

2.4.2 Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et partie commande. La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface qui constituée par l'ensemble de capteurs et pré actionneurs [10].

2.4.2.1 Actionneurs

Ce sont des organes destinés à remplacer l'énergie humaine par une énergie électrique, pneumatique ou hydraulique, ils permettent d'obtenir l'énergie nécessaire au bon fonctionnement de la machine à partir de l'énergie disponible dans l'équipement [10].

2.4.2.2 Pré-actionneurs

Les pré-actionneurs distribuent l'énergie aux actionneurs à partir des ordres émis par la partie commandes [10].

2.4.2.3 Capteurs

Les capteurs fournissent les informations en retour nécessaires pour la conduite du procédé en captant les déplacements des actionneurs ou le résultat de leurs actions sur le procédé, ils peuvent détecter des positions, des pressions, des températures, des débits, ... [10].

2.4.2.4 La Partie commande

La partie commande d'un système automatisé est un ensemble capable de reproduire un modèle de fonctionnement exprimant le savoir-faire humain. Elle commande la partie opérative pour obtenir les effets voulus, par l'émission d'ordres en fonction d'informations disponibles, comptes rendus, consignes et du modèle construit. Elle peut échanger des informations avec l'opérateur ou d'autres systèmes [10].

Les principales fonctions assurées par la partie commande sont :

- Echanger des informations avec l'opérateur ;
- Echanger des informations avec d'autres systèmes ;

- Acquérir les données ;
- Traiter les données ;
- Commander la puissance [11].

Par ailleurs, la Partie Commande est en interaction avec son milieu extérieur par des liaisons informationnelles avec l'environnement humain, au travers de l'Interface Homme Machine (IHM).

La PC est construite à partir des constituants électroniques et électriques et s'appuie essentiellement sur des technologies programmées (automates programmables) [10].

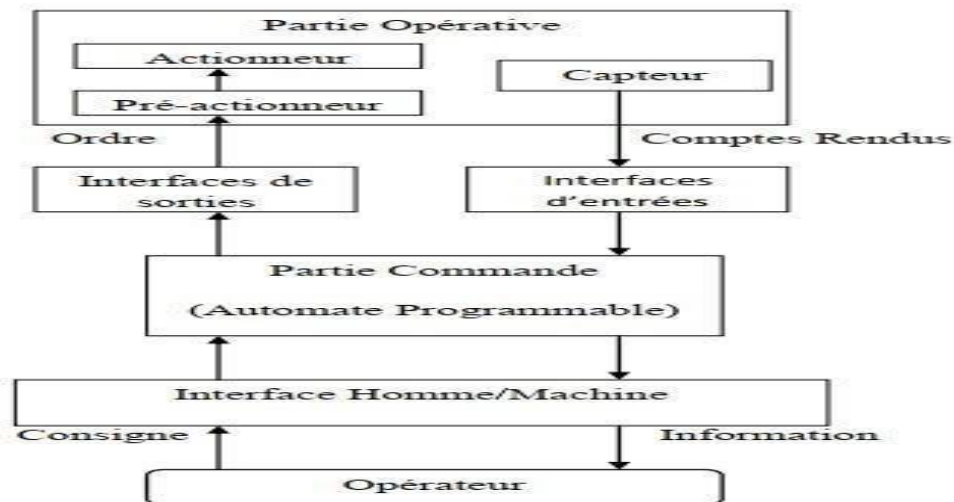


Figure 2.1: Structure d'un système automatisé

2.5 Généralité sur les automates programmables

2.5.1 Définition de l'API

L'automate programmable industriel (API), ou en anglais 'Programmable Logic Controller' (PLC), est une machine électronique programmable destinée à piloter dans une ambiance industrielle et en temps réel des procédés logiques séquentiels. Autrement dit, un Utilisateur (censé être un automaticien) l'utilise pour le contrôle et essentiellement la commande d'un procédé industriel en assurant l'adaptation nécessaire entre tout ce qui est de grande puissance par rapport à ce qui est de faible puissance côté commande. Son objectif principal est de rendre tout le mécanisme de type "laisser-faire-seul" : le système contrôle ses sorties, décide et agit sur ses entrées afin de maintenir le fonctionnement comme prévu par l'utilisateur. C'est le principe de l'automatisme [12].

Un API est destiné à automatiser les tâches les plus nombreuses de l'industrie, afin d'assurer la commande des pré-actionneurs et actionneurs à partir d'information logique, analogique ou numérique [12].

2.5.2 Types d'automates

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- De type compact : on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider.) des micro-automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires

(comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité, ils sont généralement destinés à la commande de petits automatismes [12].

- De type modulaire : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks, Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes [12].

2.5.3 Architecture des automates

La structure interne d'un automate programmable est constituée (voir la figure) :

- Une alimentation : La plupart des automates utilisent un bloc d'alimentation délivrant 24V DC [12].
- Une CPU : qui est à base de micro-processeur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire [12].
- La mémoire : qui est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des données [12].
- Des modules entrée/sortie : L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant les types d'automate [12].

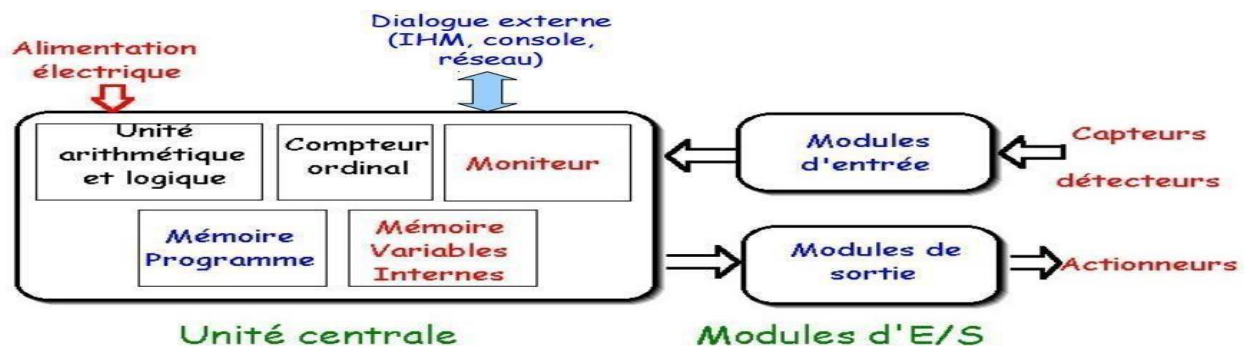


Figure 2.2 : Structure interne d'un Automate Programmable Industriel [12].

2.6 Présentation de l'automate S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 fabriqué par SIEMENS est un automate de conception modulaire et compact, polyvalent, destiné à des tâches d'automatisation simple mais d'une précision extrême, il constitue donc, un investissement sûr et une solution parfaite à une grande variété d'applications.

Une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées, font de cet automate, un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète (Figure 2.3) [13].



Figure 2.3 : Automate programmable S7-1200. [13]

2.6.1 Choix de la CPU

Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en trois classes de performances : CPU 1211 C, CPU1212 C et CPU1214 C, chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Sur chaque CPU, il est possible de greffer une platine d'extension pour ajouter des

E/S TOR ou analogiques supplémentaires sans modification de l'encombrement de l'automate. Des modules d'E/S supplémentaires peuvent être ajoutés du côté droit de la CPU pour étendre la capacité d'E/S TOR ou analogiques [13].

Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (PROFIBUS ...) [13].

2.6.2 Le choix des modules d'Entrées/Sorties

- Le choix des modules Entrées/ Sorties est basé sur les critères suivants :
- Le type et la valeur de la tension d'entrée ou de sortie.
- Le nombre de voies.
- Le type d'entrée ou de sortie (sonde, thermocouple, électrovanne...). [13]

2.6.3 Possibilités d'extension de la CPU S7-1200 :

La gamme S7-1200 offre divers modules et cartes enfichables pour accroître les capacités de la CPU avec des E/S supplémentaires ou d'autres protocoles de communication [10].

Avec une alimentation intégrée de 24V et des entrées et sorties numériques intégrées, la CPU du S7-1200 est prête à l'emploi, sans avoir besoin de composants supplémentaires.

Pour communiquer avec l'appareil de programmation, la CPU est équipée d'un port TCP/IP intégré.

Au moyen d'un réseau ETHERNET, la CPU est capable de communiquer avec des appareils de commande IHM et d'autres CPU. [14]

1. Alimentation 24V
2. Borniers insérables pour un câblage utilisateur (derrière les caches plastiques)
3. Diodes électroluminescentes pour les I/O intégrées et le mode de fonctionnement de la CPU
4. Connexion TCP/IP (sous la CPU). [14]

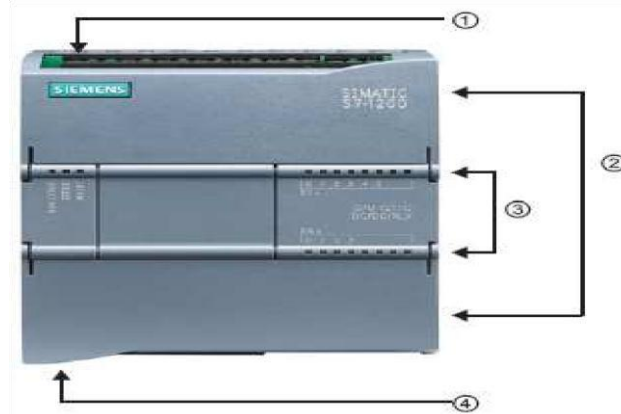


Figure 2.4 : Le CPU S7 1200

2.6.4 Présentation de la CPU 1214 DC/DC/DC

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré et l'adressage des signaux d'entrée/sortie.

Les entrées et sorties digitales de la CPU sont regroupées par octets. Chaque entrée ou sortie TOR (tout ou rien) sera donc adressée par un numéro d'octet et un numéro de bit à l'intérieur de celui-ci



Figure 2.5 la CPU 1214C DC/DC/DC. [13]

2.6.4.1 Modes de fonctionnement de la CPU

La CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- En mode « STOP », la CPU n'exécute pas le programme, et on ne peut pas charger un projet, elle est indiquée par la lumière jaune.
- En mode « STARTUP », la CPU entame une procédure de démarrage, indiqué par une lumière clignotante.
- En mode « RUN », le programme est exécuté de façon cyclique, les projets ne peuvent pas être chargés dans la CPU en mode RUN, est indiquée par une lumière verte [14]



Figure 2.6 Mode de fonctionnement de CPU. [14]

2.6.4.2 Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type [15] :

- Tout ou rien (T.O.R.) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux).
C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...etc.
- Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température...etc.)
- Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

2.6.5 Les modules d'entrée / sortie TOR (SM 1222/SM 1223)

Les modules entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-1200 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc....) [13]



Figure 2.7 : Module d'entrée/sortie TOR SM 1223. [13]

2.6.6 Les modules d'entrée/sortie analogique (SM 1231/SM 1234)

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

- Les modules d'entrées analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques, issus de processus, aux signaux numériques pour le traitement interne dans S7-1200.
- Les modules de sorties analogiques convertir les signaux numériques interne aux signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré-actionneurs analogiques [13].



Figure 2.8 : Module d'entrée analogique SM 1234. [13]

2.7 Totally Integrated Automation Portal "TIA Portal V16"

La plateforme « Totally Integrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail de Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V16 et SIMATIC WinCC V16. [16]

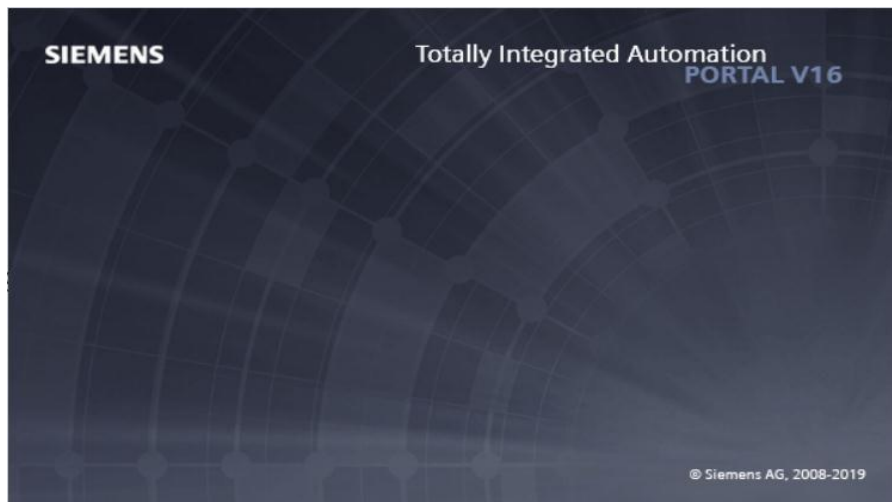


Figure 2.9 : L'interface de démarrage de Tia PORTAL V16

2.7.1 Les avantages du logiciel TIA portal

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7 : programmation symbolique uniforme, Calculate Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Téléservice et diagnostic système cohérent.

- Technologie flexible : Fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal. [16]

2.7.2 Vue du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue : La vue du portail : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide. La vue du projet : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser : données, paramètres et éditeurs ils peuvent être visualisés dans une seule et même vue. [16]

2.7.2.1 Vue du portail

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, la figure ci-dessous représente une vue du portail [19].

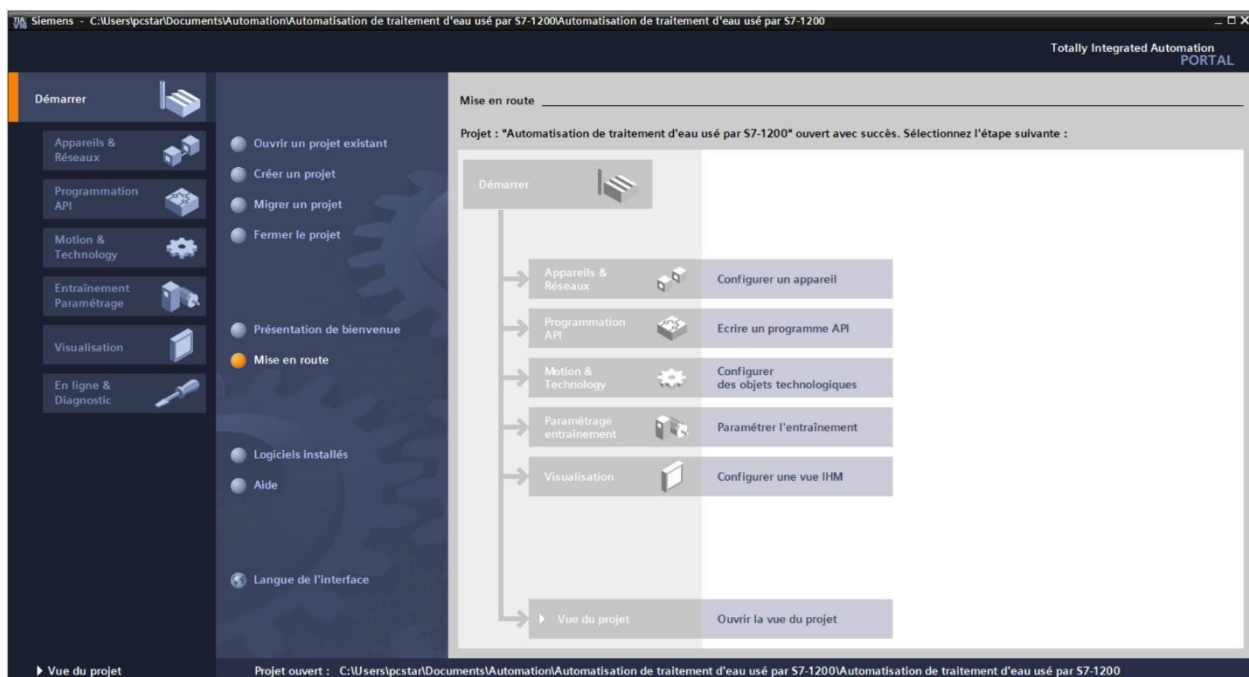


Figure 2.10 : Vue du portail Tia Portal V16

2.7.2.2 Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure ci-dessous représente la vue du projet [16].

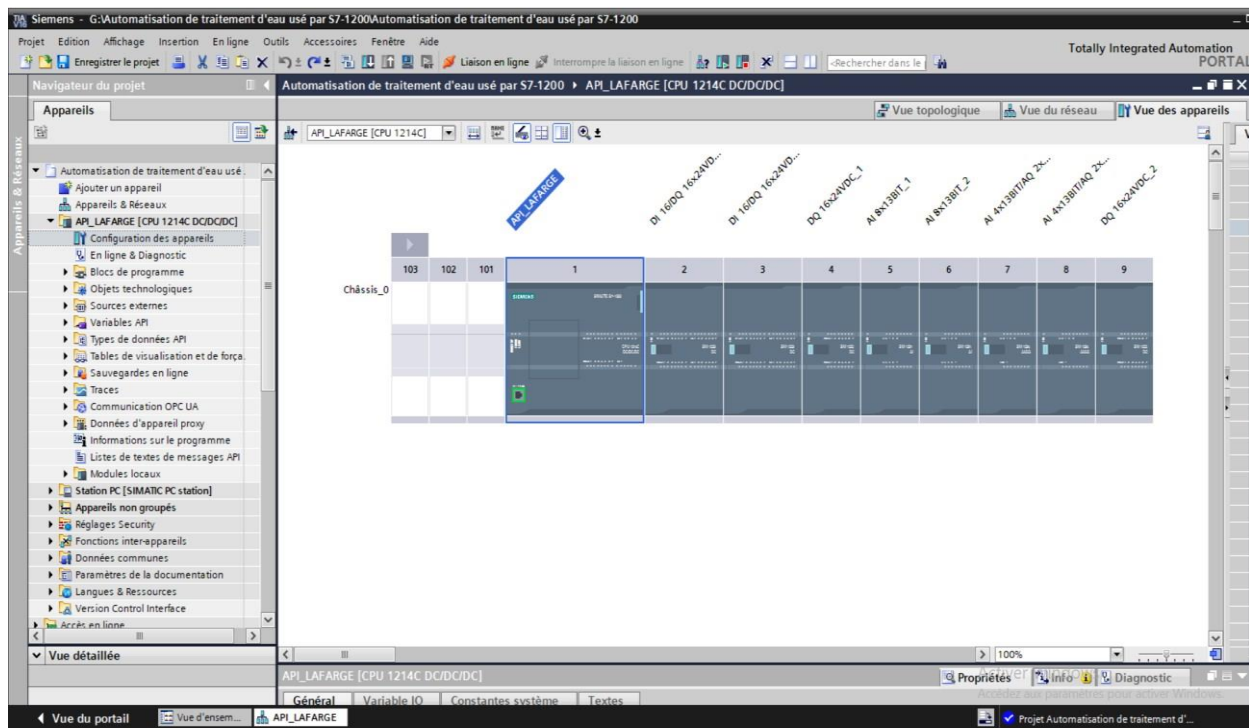


Figure 2.11 : Vue du projet Tia Portal V16

- La fenêtre de travail permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme machine (IHM)
- La fenêtre d'inspection permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme,).
- Les onglets de sélection de tâches ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres [16].

2.7.3 Création d'un projet et configuration d'une station de travail

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « Créer un projet », on peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer », la figure ci-dessous représente la création d'un projet.

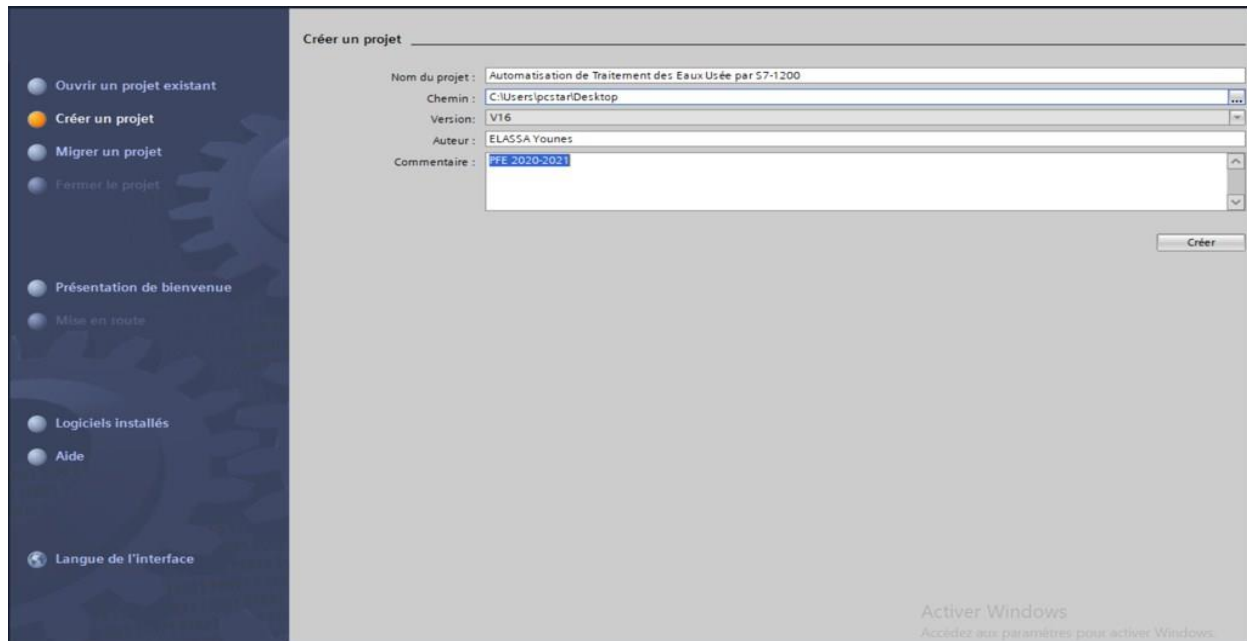


Figure 2.12 : Création d'un projet

2.7.4 Configuration et paramétrage du matériel (Partie Hardware)

Une fois votre projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la « vue du projet » et cliquer sur « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, IHM, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (Alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication...Etc.), la figure ci-dessous représente la configuration et le paramétrage du matériel.

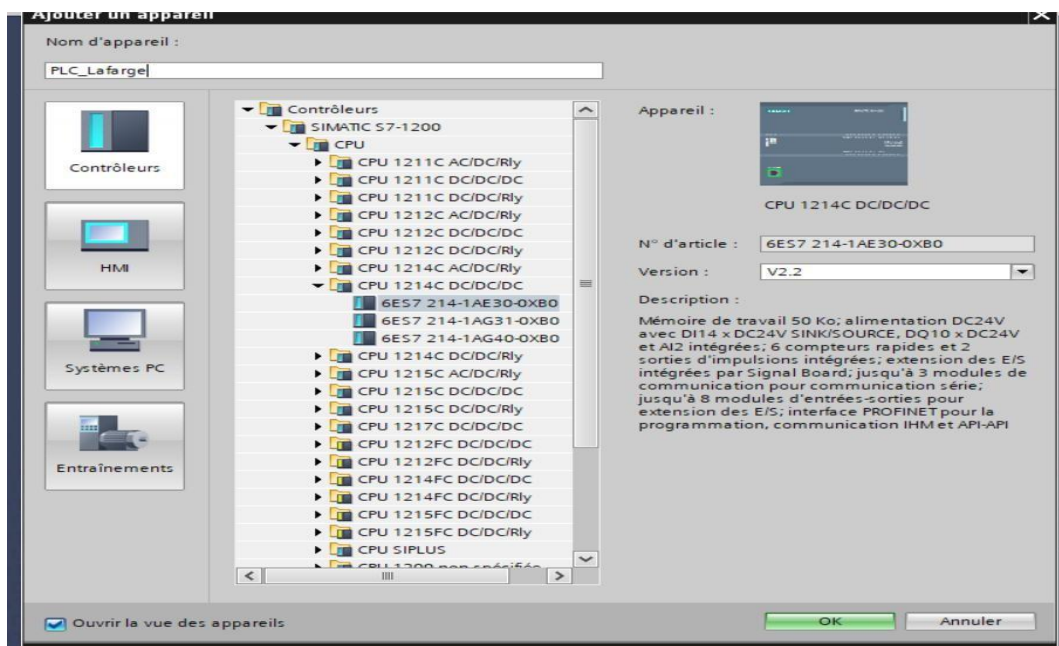


Figure 2.13 : Configuration et paramétrage du matériel

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue, si on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet. Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information, La figure ci-dessous est une deuxième représentation de la configuration et du paramétrage du matériel.

La « CPU 1214 DC/DC/DC » est impérativement mise à l'emplacement n°1. Tans dis que l'emplacement n°101/102/103 sont réservés pour une communication Profibus. A partir de l'emplacement n°2, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques. D'après l'identification des E/S il y a :

- ✓ 39 entrées numériques (DI).
- ✓ 23 entrées analogiques (AI).
- ✓ 59 sorties numérique (DQ).

Pour assurer la flexibilité du système, 20% de réserves des E/S sont à pourvoir lors de l'implantation du PLC, donc les cartes des E/S sont comme suit :

- ✓ 02 embases de 16 entrées/sorties numériques ($2 \times DI\ 16 \times DQ\ 16$).
- ✓ 02 embases de 16 sorties numériques ($2 \times 16\ DQ$).
- ✓ 02 embases de 8 entrées analogiques ($2 \times 8\ AI$).
- ✓ 02 embases de 4 entrées analogiques/ 2 sorties analogiques ($2 \times 4\ Ai \times 2\ AQ$).

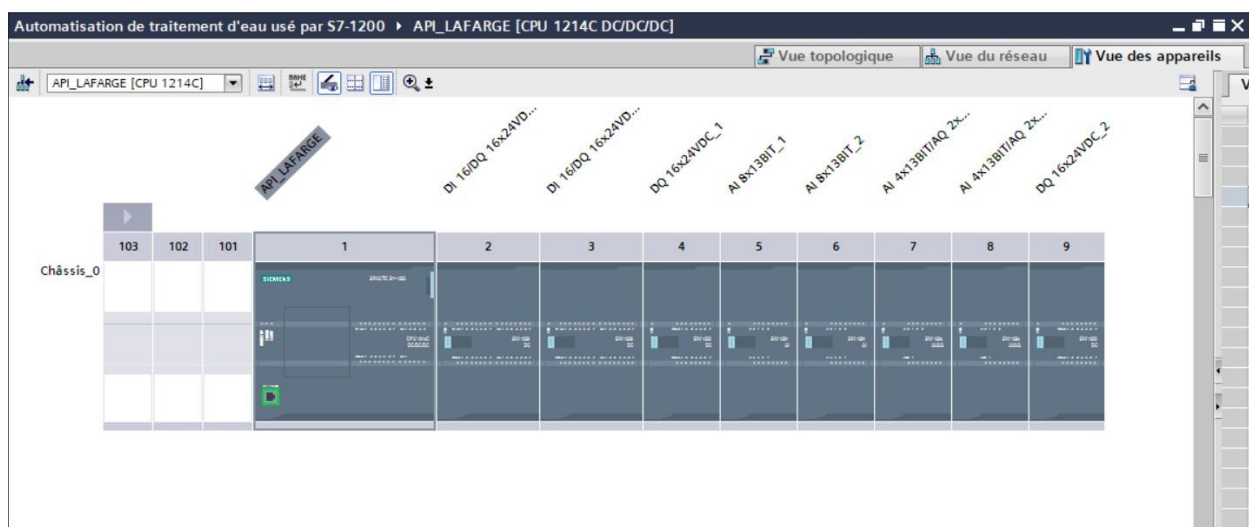


Figure 2.14 : Configuration modules complémentaires de l'API

2.7.5 Mémento de cadence

Une fois la CPU déterminée, on peut définir le memento de cadence. Pour cela, on sélectionne la CPU dans la fenêtre « Vue des appareils » et l'onglet « propriété » dans la fenêtre d'inspection, dans le menu « Général », choisir l'option « Mémento de cadence », cocher la case « Mémento de cadence » et choisir l'octet du memento de cadence que l'on va utiliser [16].

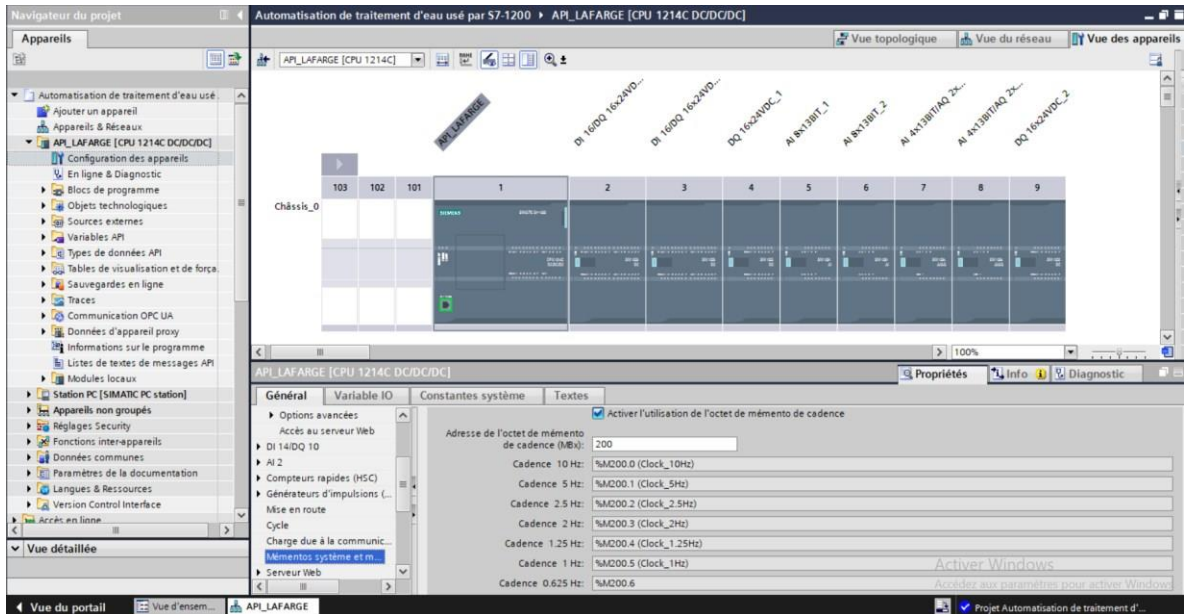


Figure 2.15 : Mémento de cadence

2.7.6 Adresse Ethernet de la CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet, pour établir une liaison entre la CPU et la console de programmation, il faut affecter aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau. La figure ci-dessous est une représentation de l'adresse Ethernet de la CPU [16].

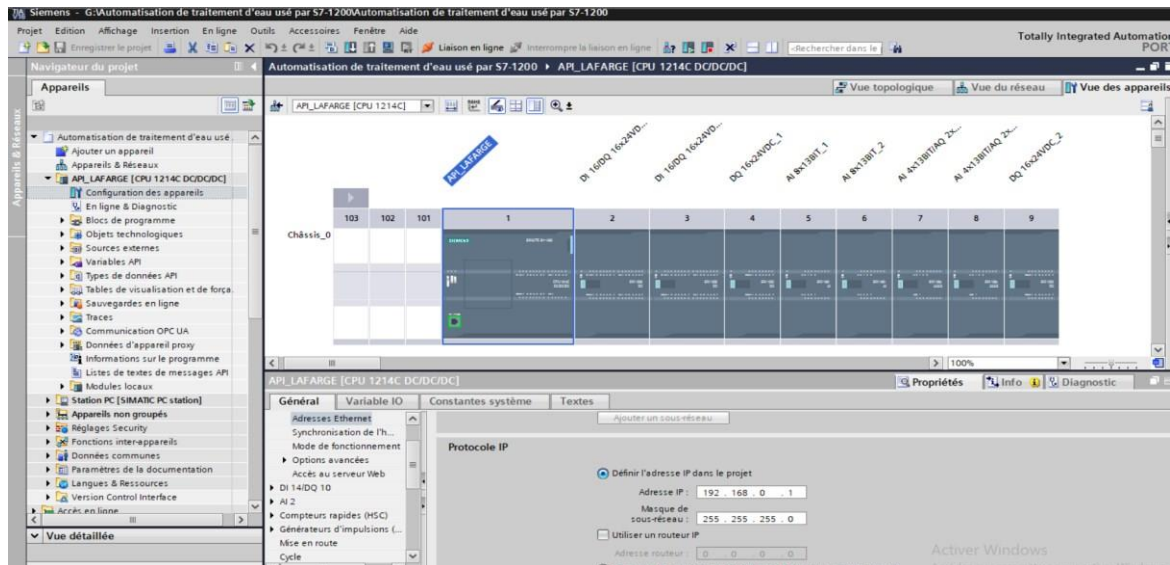


Figure 2.16 : Adresse Ethernet de la CPU

2.7.6.1 Les variables API

Dans TIA portal, toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos,) possèdent une adresse symbolique et une adresse absolue.

- L'adresse absolue représente l'identificateur d'opérande (I, Q, M,) et son adresse et numéro de bit.
 - Adresse symbolique correspond au nom que l'utilisateur a donné à la variable (ex bouton marche).
- Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des variables API. Lors de la programmation, on peut choisir d'afficher les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément.

2.7.6.2 Table des variables API

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme. Lorsqu'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable
- Le type de donnée : BOOL, INT, ...
- L'adresse absolue : par exemple Q 1.5

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable, le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

2.8 Programmation (Partie Software)

2.8.1 Langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base. Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines [17].

- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme [17].

- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boites logiques [17].

2.8.2 Les blocs

Pour réaliser la tâche d'automatisations on doit charger dans l'automate les blocs qui contiennent les différents programmes et donnés. Les blocs existants sont (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent

les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme en utilise le bloc d'organisation cyclique OB1 et OB100 et autre DB et FC.

2.8.2.1 Les blocs d'organisation

Les blocs d'organisation (OB) servent d'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs d'organisation remplissent des tâches différentes bien précises. [16]

- Programme de démarrage OB 100 : La CPU effectue une mise en route après la mise sous tension, Démarrage complet ou à chaud : c'est le plus couramment utilise, il est compatible avec tous les types de processeurs, seules les données rémanentes sont conservées.

Les variables qui ont été configurées comme rémanentes conservent donc leur dernière valeur, les autres variables ou blocs non rémanentes sont réinitialisées. Un OB100 est généralement utilise pour initialiser des variables ou modules d'E/S au démarrage du programme. [16]

- Programme cyclique OB 1 : On a utilisé le bloc d'organisation OB1 qui est appelé le système d'exploitation, il fait appel aux autres blocs qui constituent le programme, lorsqu'on appelle un bloc fonctionnel dans l'OB1 un bloc de donnée associé sera créé automatiquement. Lors d'une exécution normale de programme, les traitements se font de façon cyclique.

L'exécution du programme contenu dans l'OB 1 est démarrée une fois par cycle (quand il est fini, il recommence). On peut se servir de l'OB 1 pour appeler des blocs fonctionnels (FB, SFB) ou des fonctions (FC, SFC).

2.8.2.2 Blocs fonctionnelles (FB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code, On lui associé un bloc de données d'instance DB relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. [16]

Pour ce programme on a utilisé quatre blocs de ce type, programmé en langage GRAPH, Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code, On lui associé un bloc de données d'instance DB relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

2.8.2.3 Bloc fonction (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données. [16]

2.8.2.4 Blocs des données (DB) :

Les blocs de données servent à stocker les données du programme utilisateur. On fait la distinction entre les blocs de données globaux et les blocs de données d'instance :

- Les blocs de données globaux : contiennent des informations auxquelles on peut accéder à partir de tous les blocs logiques du programme utilisateur (FB, FC, OB). Ils ne sont pas affectés à un bloc précis.

- Les blocs de données d'instance : ils sont toujours associés à un FB. Les données de ce DB ne devraient être traitées que par le FB correspondant. [16]

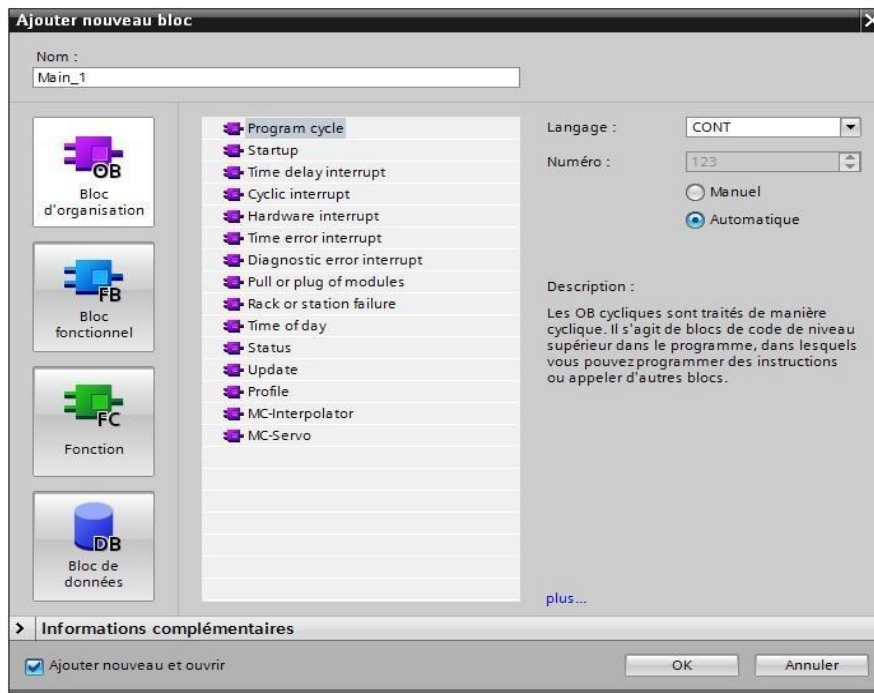


Figure 2.17 : Les blocs d'organisations, fonctionnel, fonction, données

2.9 La supervision

Lorsque la complexité des processus augmente et que 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 de l'Interface Homme Machine (IHM). Un IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. [15]

2.9.1 Création et configuration d'un PC STATION

Premièrement avant de commencer à configurer la station PC dans TIA Portal, déterminez ou modifiez l'adresse IP de la carte réseau via laquelle la station PC est connectée au S7-1200.

Vous entrez l'adresse IP et le masque de sous-réseau de la carte réseau lorsque vous configurez la station PC dans le portail TIA. [18]

2.9.2 Configuration d'interface PG / PC

Accédez au Panneau de configuration et démarrez la configuration pro "Démarrer> Paramètres> Panneau de configuration> Définir l'interface PG / PC dans la zone de liste "Point d'accès de l'application", vous sélectionnez "S7ONLINE". Dans la zone de liste "Affectation des paramètres d'interface utilisée" avec TCP / IP auquel la CPU S7-1200 est connectée. [18]

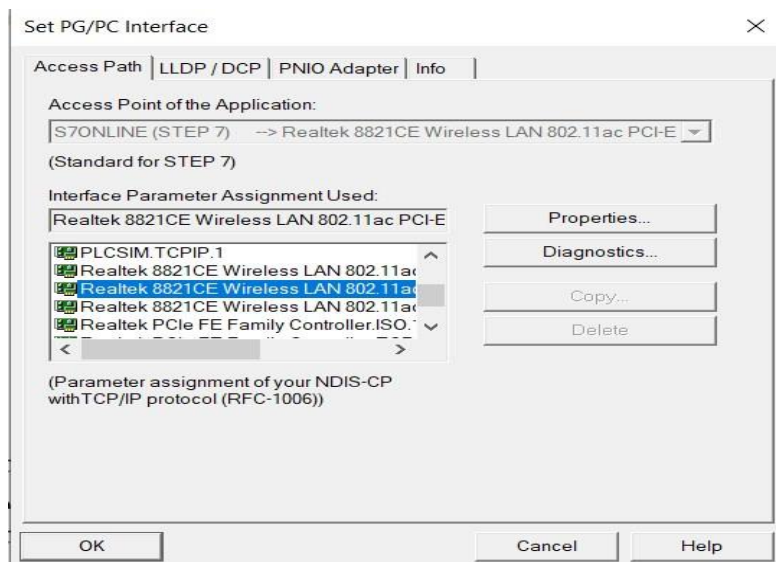


Figure 2.18 : Configuration de l'interface PG / PC

2.9.3 Ajouter PC STATION

1. En cliquant sur "Ajouter un appareil" dans la zone de travail.
2. En cliquant la rubrique "Systèmes PC" puis "PC général" et en sélectionnant l'élément "Station PC".
3. En cliquant sur le bouton "OK" pour ajouter une station PC nommée "PC Station" à votre projet.

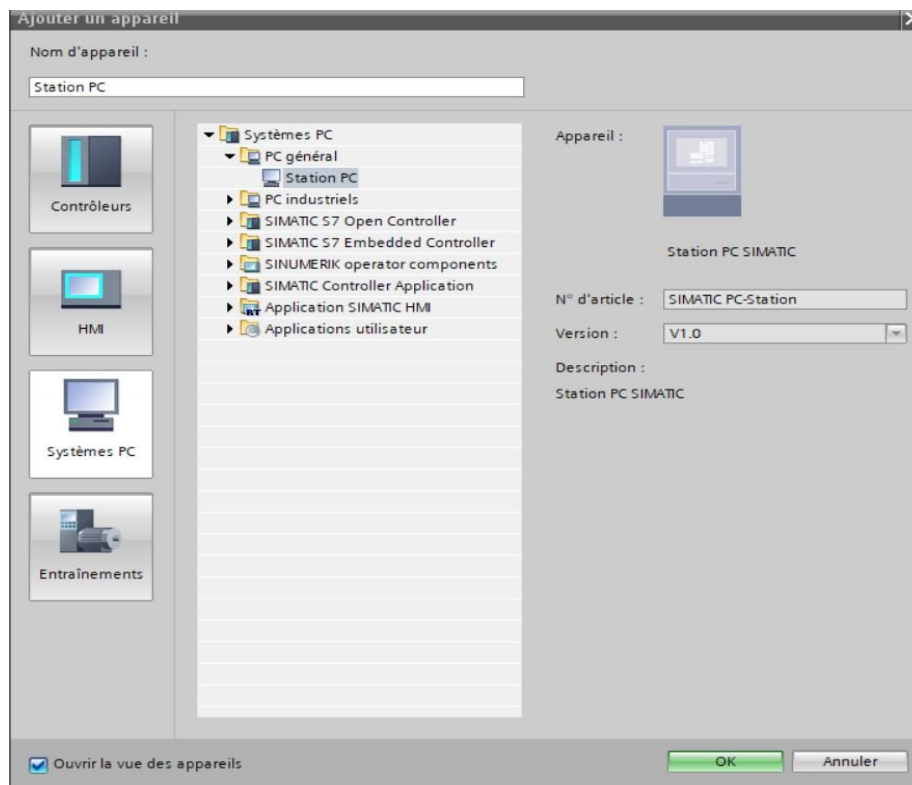


Figure 2.19 : Ajouter un PC STATION

2.9.4 Configurer le module de communication de la station PC

Dans la vue des appareils, sélectionnez à partir du catalogue matériel, un module communication générale (IE GENERAL) et par glisser-déposer, vous ajoutez le module de communication "IE General"

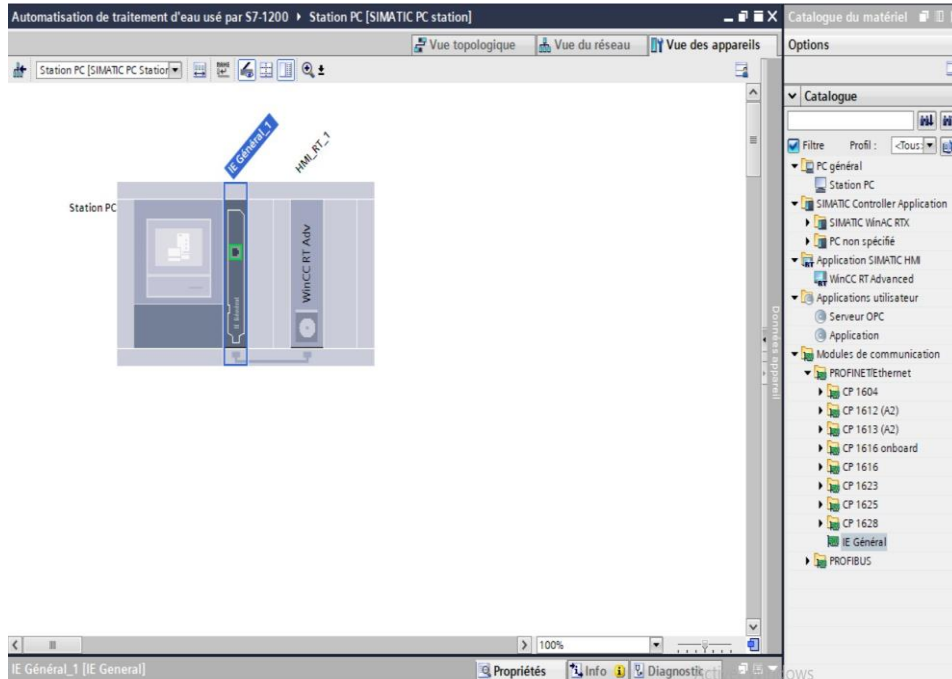


Figure 2.20 : Configuration module de communication de la station PC

Puis, en saisissant l'adresse IP et le masque de sous-réseau de la station Runtime :

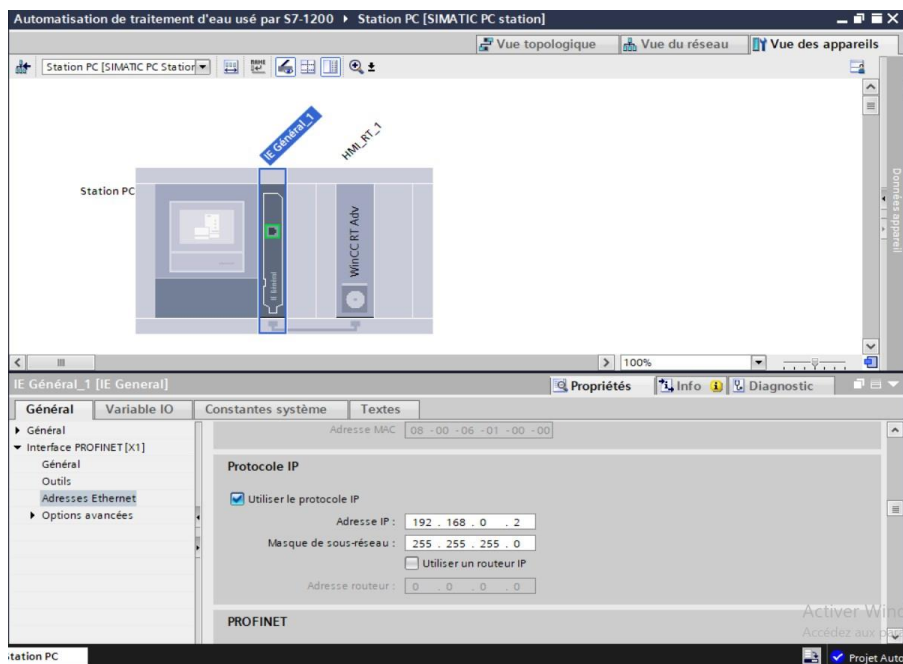


Figure 2.21 : L'adresse IP et le masque de sous-réseau de la station Runtime

2.9.5 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. [18]

2.9.6 WinCC sur TIA portal

WinCC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriel SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation. Le SIMATIC WinCC dans le 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 solution de commande, de visualisation d'entraînement, c'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec basic panels aux applications SCADA pour système multipostes basé sur PC. [19]

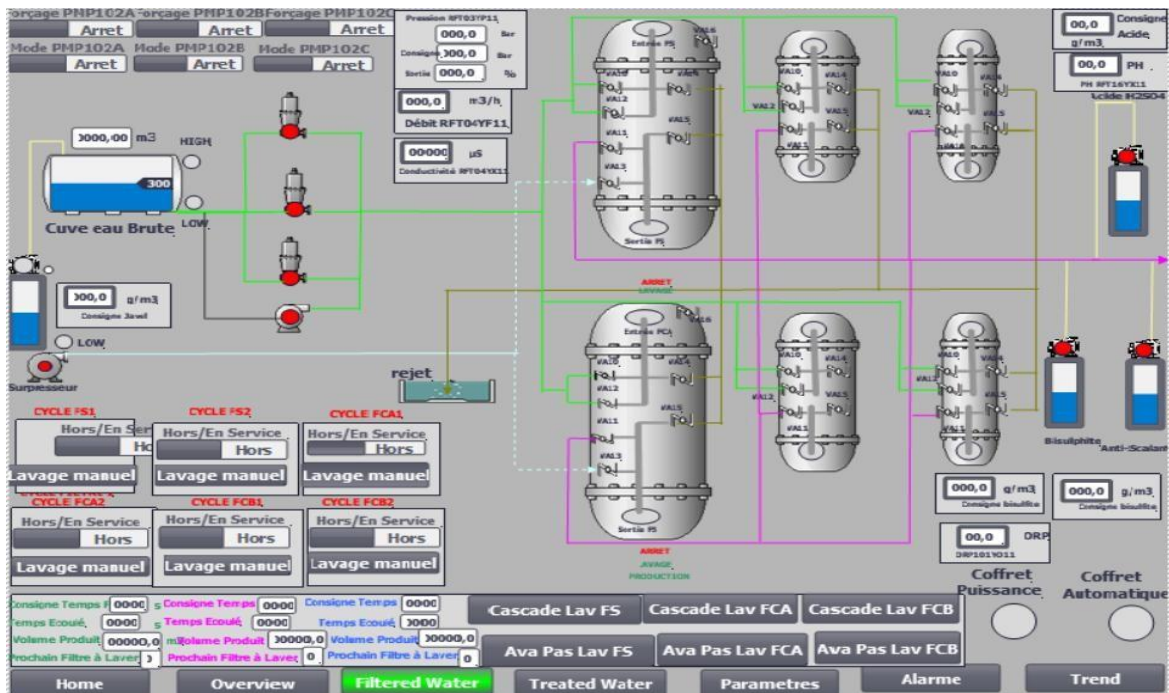


Figure 2.22 : Supervision de station de traitement des eaux usées par WinCC RT Adv

Dans la (vue des appareils), cliquez à partir du (catalogue matériel), « Application SIMATIC HMI », puis sélectionnez « WinCC RT Advanced » et glissez dans l'emplacement 2 pour l'ajouter.

[19]

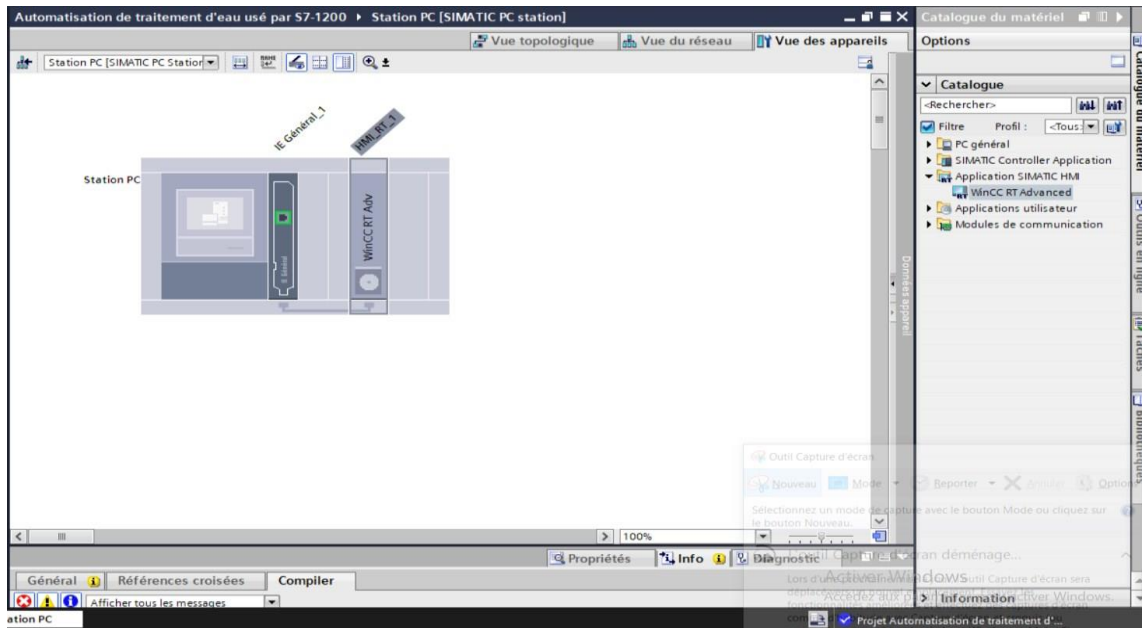


Figure 2.23 : Ajouter une application HMI

2.9.7 RUNTIME RT

Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus, les tâches suivantes sont alors exécutées :

- Communication avec l'automate.
- Affichage de vue à l'écran.
- Commande du processus, par exemple, spécification de consignes ou démarrage un process manuellement.
- Affichage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événement d'alarme. [19]

2.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude détaillée sur l'automate S7-1200 qui nous utiliserons pour réaliser ce projet et logiciel de la programmation Tia Portal V16, Dans le chapitre suivant nous allons voir comment créer notre projet ainsi que la configuration au niveau de ce même software.

CHAPITRE 3

Description et programmation de la station de
traitement des eaux usées par S7-1200

3.1 Introduction

Pour contrôler notre station de traitement d'eau, nous devons créer un programme que nous implémenterons dans notre automate de type S7-1200 et une supervision de type STATION PC à l'aide du logiciel de conception et d'automatisation SIEMENS TIA PORTAL V16. Dans ce chapitre, nous décrirons la mise en œuvre du programme d'automatisation développé à partir de son cahier des charges, ainsi que sa supervision.

3.2 Description du processus d'installation

L'installation en général est composée d'une cuve d'eau brute, l'eau brute est distribuée par un groupe de pompage entée à une partie de traitement d'eaux filtrée de deux filtres à sables, et deux filtres à cartouche 10 μ et deux filtres à cartouche de 2 μ , qui sont placées en parallèle, pour chaque unité d'osmose inverse on implante un filtre à sable, un filtre à cartouche de 10 μ m et un filtre à cartouche de 2 μ m, puis une autre partie d'eaux traitée de deux osmoseurs et le métigeage à la fin vers le stockage dans une cuve d'eau traitée.

3.2.1 Fonctionnement de la partie des eaux filtrées

Dans cette partie le système est composé d'un réservoir d'eau brute, trois pompes d'alimentations associées à trois variateurs de vitesse, chaque pompe peut être mise à l'arrêt ou en auto et on peut de forcer les pompes en marche en cas de défaillance d'un capteur de pression, deux filtres à sable, chaque filtre contient six vannes, une pompe doseuse, un supprimeur d'air et des transmetteurs de pression, conductivité, débit, niveau, et deux filtres à cartouche de 10 μ m, et deux filtres à cartouche de 2 μ m, chaque filtre contient cinq vannes, et des transmetteurs de pression, conductivité, débit, Orp, Ph.

Les conditions permanentes pour le fonctionnement des filtres sont :

- Pas Défaut Arrêt d'urgence
- Pas Défaut Absence Air
- Coffret Principal En Service

3.2.1.1 Fonctionnement d'un filtre à sable :

Le fonctionnement des deux filtres à sable est identique, nous allons donc décrire le fonctionnement d'un seul filtre à sable :

a) La filtration : pour démarrer l'installation, la filtration se fait par l'ouverture des vannes (V10 et V11), l'ouverture sera détectée par des détecteurs de fin de courses, avec un débit selon l'état du filtre, en fonctionnement normal il est d'environ 60m³/h.

b) Le contre-lavage : se fait par l'ouverture des vannes (V12 et V14), l'ouverture sera détectée par des détecteurs de fin de courses, avec un débit très supérieur à celui de la filtration. Le contre-lavage dure 6 minutes, avec un débit minimum de 20m³/h, il est géré par un grafcet avec démarrage sur un

volume atteint en production d'après les impulsions de RFT04YF11 (débit eau brute) ou un appui sur le bouton cascade lavages, chaque filtre est forcé en service lorsqu'il est en ce mode.

c) Le rinçage : se fait par l'ouverture des vannes (V11 et V15) et la vanne V13 pour l'entrée de l'air comprimé. La pompe alimentée se met en marche et vous laissez l'eau s'écouler de la ligne de vidange pendant deux minutes. Lorsque le processus est terminé, vous revenez à l'état d'arrêt de l'installation.

d) **Arrêt** : ce mode sera activé si le filtre ni en production ni en lavage.

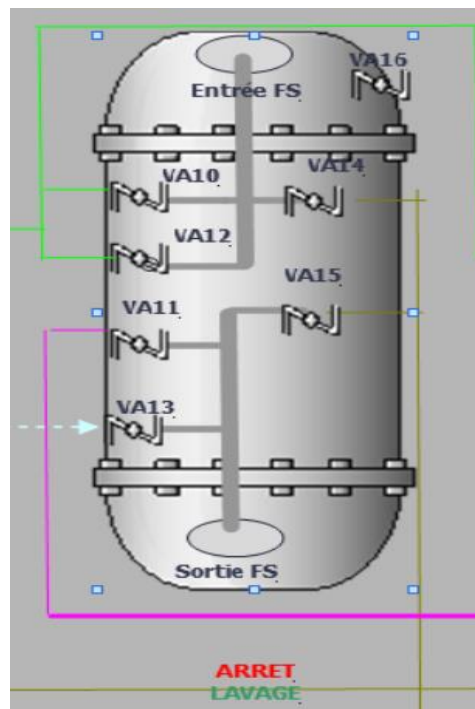


Figure 3.1 : Schéma d'un seul filtre à sable

3.2.1.2 Fonctionnement d'un filtre à cartouche :

Le fonctionnement des 4 filtres à cartouche est identique :

a) **La filtration** : après avoir préfiltré l'eau par le filtre à sable, l'eau sera transférée vers le filtre à cartouche de 10μ par l'ouverture des vannes (V10 V11) si la pression de la préfiltration est $P_f \leq 5$ bar, sinon un nettoyage du lit de sable s'impose.

Un contrôle sur le filtre à cartouche 10μ , si la pression est ≤ 5 bar l'eau sera transférée vers le filtre à cartouche de 2μ par l'ouverture des vannes (V10 V11), sinon, une alarme se déclenche pour un changement de la cartouche.

Un contrôle sur le filtre à cartouche de 2μ , si la pression est ≤ 5 bar l'eau sera transférée vers la cuve d'eau filtrée de chaque unité d'osmose inverse, si la pression est supérieure à 5 bar, alors une alarme indique pour changement de la cartouche.

b) **Le contre-lavage** : se fait par l'ouverture des vannes (V12 et V14).

c) **Le rinçage** : se fait par l'ouverture des vannes (V11 et V15).

d) **Arrêt** : ce mode sera activé si le filtre ni en production ni en lavage.

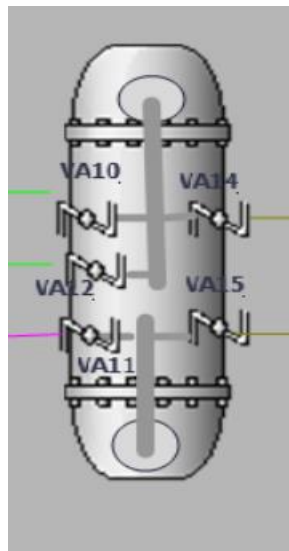


Figure 3.2 : Schéma d'un seul filtre à cartouche

3.2.1.3 Organes de mesures et de détections

Après la description des éléments, voici l'ensemble des instruments utilisés dans cette partie :

Tableau 3.1 Les organes de mesures et de détection de la partie filtrée.

Désignation	Repère	Echelle	Seuil haut pour l'arrêt	Seuil bas pour marché	Seuil alarme haut	Seuil alarme bas	Unité
Détecteur de niveau TOR	RFT03XL11	Tout ou rien	/	/	/	/	/
Transmetteur de niveau	RFT02YL11	0 à 100	90	75	95	20	m ³
Transmetteur de pression	RFT03YP11	0 à 10	4	/	4.5	0.1	Bar
Transmetteur de conductivité	RFT04YX11	0 à 10	/	/	5000	1500	μS/cm mS/cm
Transmetteur de débit	RFT04YF11	0 à 100	/	/	110	12	m ³ /h
Transmetteur De pH	RFT15YX11	2 à 14	/	/	15	1	/
Transmetteur de redox ORP	PMP501YC11	0 à 0.1	0.1	0.01	0.1 <	> 0	ppm

3.2.1.4 Actionneurs

Après la description des instruments, voici l'ensemble des actionneurs utilisé dans cette partie :

Tableau 3.2 Les actionneurs de la partie filtrée.

Désignation	REP	Etats
Pompe d'alimentation	PMP102A PMP102B PMP102C	Marche/Arrêt, Auto/Manuel, En/Hors forçage
Pompe doseuse	PMP103	Marche/Arrêt
Suppresseur	AB09MT10	Marche/Arrêt
Vannes du 1 ^{er} filtre à sable	XV410VA10 XV410VA11 XV410VA12 XV410VA13 XV410VA14 XV410VA15	Ouverte/Fermé
Vannes du 2 ^{eme} filtre à sable	XV411VA10 XV411VA11 XV411VA12 XV411VA13 XV411VA14 XV411VA15	Ouverte/Fermé
Vannes du 1 ^{er} filtre à cartouche 10 µm	XV420VA10 XV420VA11 XV420VA12 XV420VA14 XV420VA15	Ouverte/Fermé
Vannes du 2 ^{eme} filtre à Cartouche 10 µm	XV421VA10 XV421VA11 XV421VA1 XV421VA14 XV421VA15	Ouverte/Fermé

Vannes du 1 ^{er} filtre à cartouche 2 µm	XV430VA10 XV430VA11 XV430VA12 XV430VA14 XV430VA15	Ouverte/Fermé
Vannes du 2 ^{eme} filtre à cartouche 2 µm	XV431VA10 XV431VA11 XV431VA1 XV431VA14 XV431VA15	Ouverte/Fermé

3.2.2 Description de la partie des eaux traitées (filtration membranaire)

La partie des eaux traitées se compose d'un réservoir d'eau traitée pour chaque unité d'osmose, deux pompes haute pression « high pressure pumps », chaque pompe associée à un variateur à une vitesse fixe et peut-être mise à l'arrêt ou en service, deux osmose inverses, le premier osmose inverse contient 5 modules, chacun à six membranes, et le deuxième contient 3 modules, dont chacun possède six membranes également avec 4 vannes TOR pour les deux unités, deux pompes doseuses, une pour le soude et le chlore résiduel d'eau de javel avec des détecteurs de niveau TOR, transmetteurs de pression amont et aval, conductivité sortie osmoseur et métiage, orp mètre et transmetteur de Ph, débit d'entrée et perméat osmoseurs, niveau cuve.

Les conditions permanentes pour le fonctionnement en production des osmoseurs sont (dans tout ce qui suit, X=A à B pour les osmoseurs inverses 1 à 2) [20] :

- Pas de Défaut Arrêt d'Urgence
- Pas de Défaut Absence Air
- Coffret de tension 1 En Service
- Pas de Défaut Débit Haut Perméat RO301XYF12
- Pas de Défaut Débit Bas Perméat RO301XYF12
- Pas de Défaut Retour Contacteur Pompe RO301XMT11
- Pas de Défaut Attente Conductivité en Production
- Pas de Défaut Attente Conductivité en Rinçage
- Pas de Défaut Conductivité Haute RO301XYX11
- Pas de Défaut Conductivité Basse RO301XYX11
- Pas de Défaut Niveau Haut Cuve Eau Traitée RFT16YL11
- Pas de Défaut Pompe Doseuse RO301XXF11
- Pas de Défaut Absence Eau Osmoseur X

- Pas de Demande lavage Chimique Osmoseur X
- Osmoseur X en Service

Les conditions permanentes des autres cycles sont :

- Pas de Défaut Arrêt d’Urgence
- Pas de Défaut Absence Air
- Pas de Défaut Pompe Doseuse RO301XXF11 (sauf pour Lavage Chimique)
- Coffret de tension 2 en Service

Les osmoseurs fonctionnent de manière indépendante avec toujours au maximum 2 osmoseurs inverses en production, les états d’osmoseurs gérés par des grafjets ont cinq états suivants :

Production : ce mode sera activé s’il n’est pas dans l’étape initiale de grafjet de production et dans les étapes initiales de lavage, lavage chimique et rinçage.

Rinçage Qualitatif : le système va lancer le rinçage s’il n’est pas dans l’étape initiale de grafjet de rinçage.

Lavage : C’est lorsque le système n’est pas dans l’étape initiale de lavage et dans les étapes initiales de lavage chimique et rinçage.

Lavage Chimique : Quand le système n’est pas dans l’étape initiale de lavage chimique et dans l’étape initiale de rinçage ce mode sera activé.

Arrêt : Le système sera en arrêt si toutes les modes précédentes sont dans l’étape initiale.

3.2.2.1 Organes de mesures et de détections

Tableau 3.3 Les organes de mesures et de détection de la partie traitée.

Désignation	Repère	Echelle	Seuil haut pour arrêt	Seuil bas pour marche	Seuil alarme haut	Seuil alarme bas	Unité
Détecteur de niveau TOR	RFT16XL11 PU11XL10 RO301AXL11 RO301BXL11	Tout ou rien					
Transmetteur de niveau	RFT16YL11	0 à 100	90	/	100	20	m ³

Transmetteur de pression	RO301AYP11 RO301AYP12 RO301BYP11 RO301BYP12	0 à 25	/	/	14	0.8	Bar
Transmetteur de conductivité	RO301AYX11 RO301BYX11 RFT16YX11	0 à 400	/	/	250	100	μS/cm
Transmetteur de débit	RO301AYF11 RO301AYF12 RO301BYF11 RO301BYF12 PU11YF11	0 à 100	/	/	30	2	m ³ /h
Transmetteur de PH	RFT10YX11	0 à 14	/	/	8	6	
Transmetteur ORP	PMP601YC11	0 à 0.1	0.1	0.01	0.1 <	> 0	ppm

3.2.2.2 Actionneurs

Tableau 3.4 Les actionneurs de la partie traitée

Désignation	REP	Etats
Pompe Haute pression	PMPRO301A PMPRO301B	Marche/Arrêt Auto/Manuel En/Hors forçage
Pompe doseuse	PMP601YF11 PMP602YF11	Marche/Arrêt
Vannes de la 1ère osmose inverse	RO301AVA10 RO301AVA11 RO301AVA12 RO301AVA13	Ouverte/Fermée
Vannes de la 2 ^{ème} osmose inverse	RO301BVA10 RO301BVA11 RO301BVA12 RO301BVA13	Ouverte/Fermée

3.3 Schéma de la station

Voilà la vue générale de cette station depuis la supervision

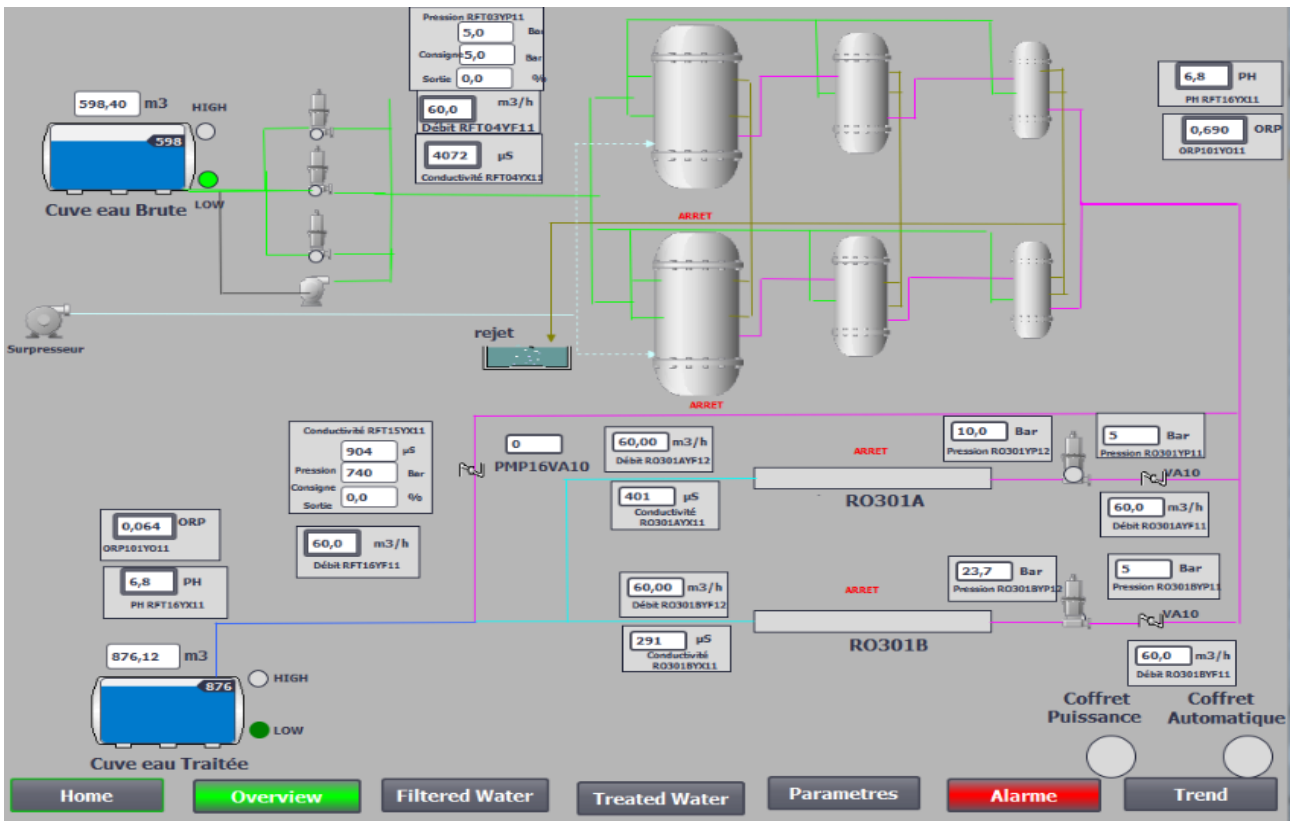


Figure 3.3 : Vue générale de la station

3.4 GRAFCET du système de traitement d'eaux usées

On a plusieurs grafquets chaque grafcet possède sa fonctionnalité :

1. Grafcet 1 : gestion Filtre à sable

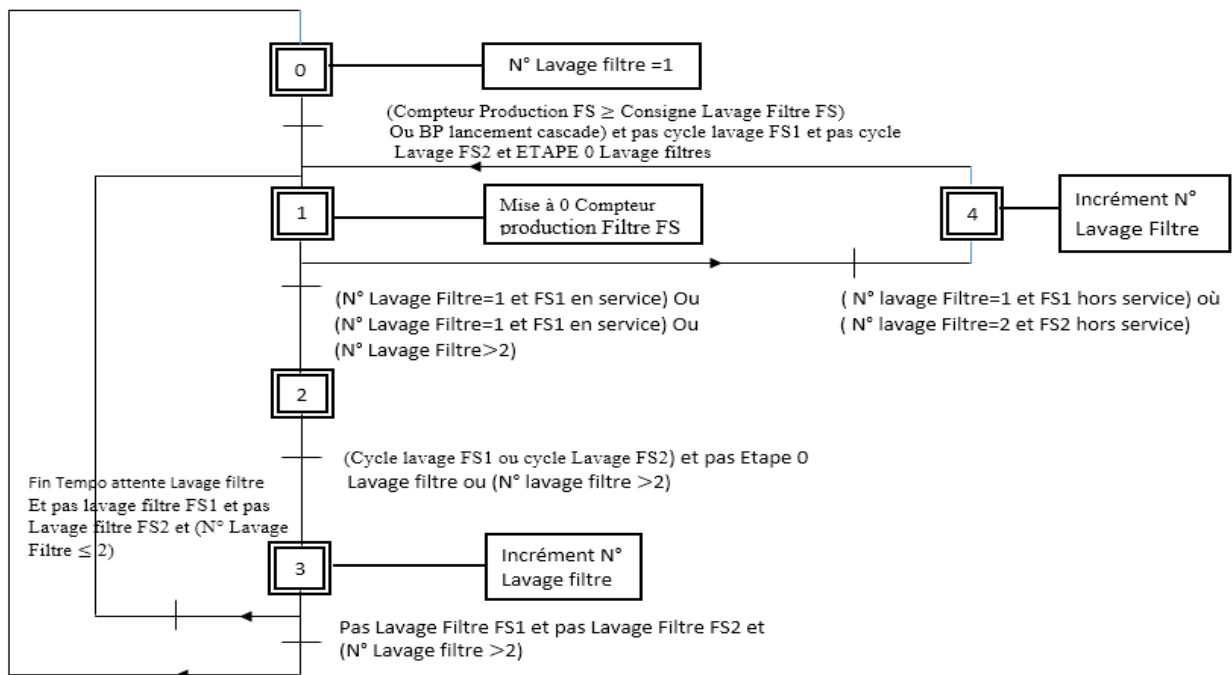


Figure 3.4 : Grafcet gestion FS

2. Grafcet 2 : gestion Lavage Filtre à sable :

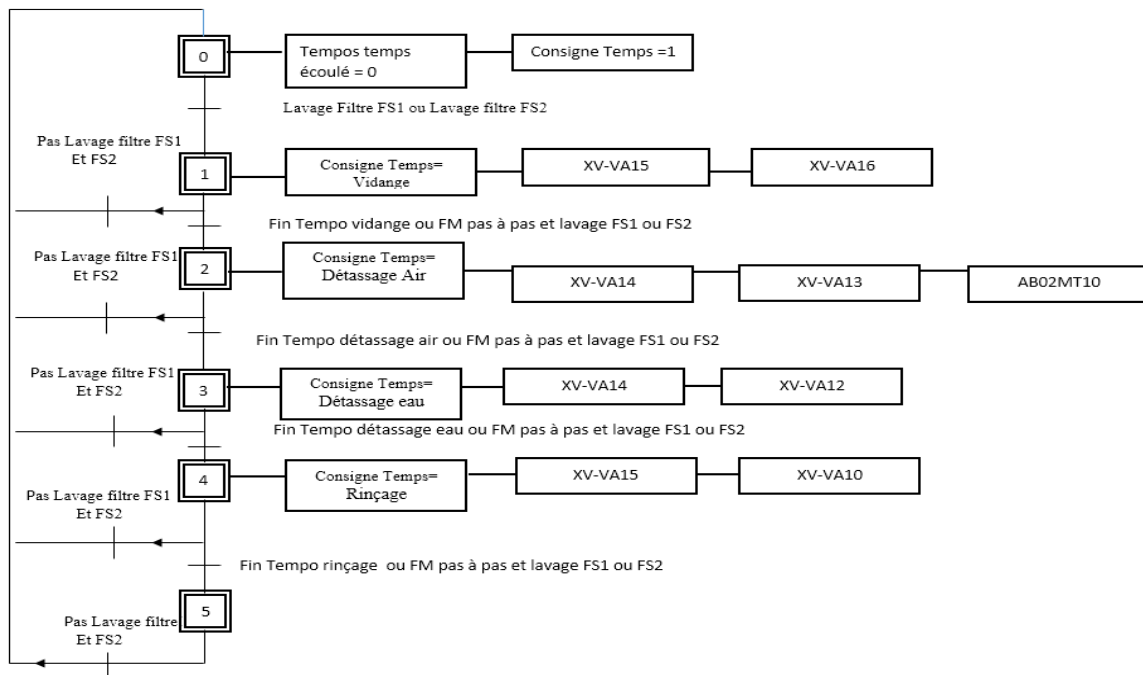


Figure 3.5 : Grafcet gestion Lavage Filtre à Sable

3. Grafcet 3 : gestion Filtre à cartouche FCA

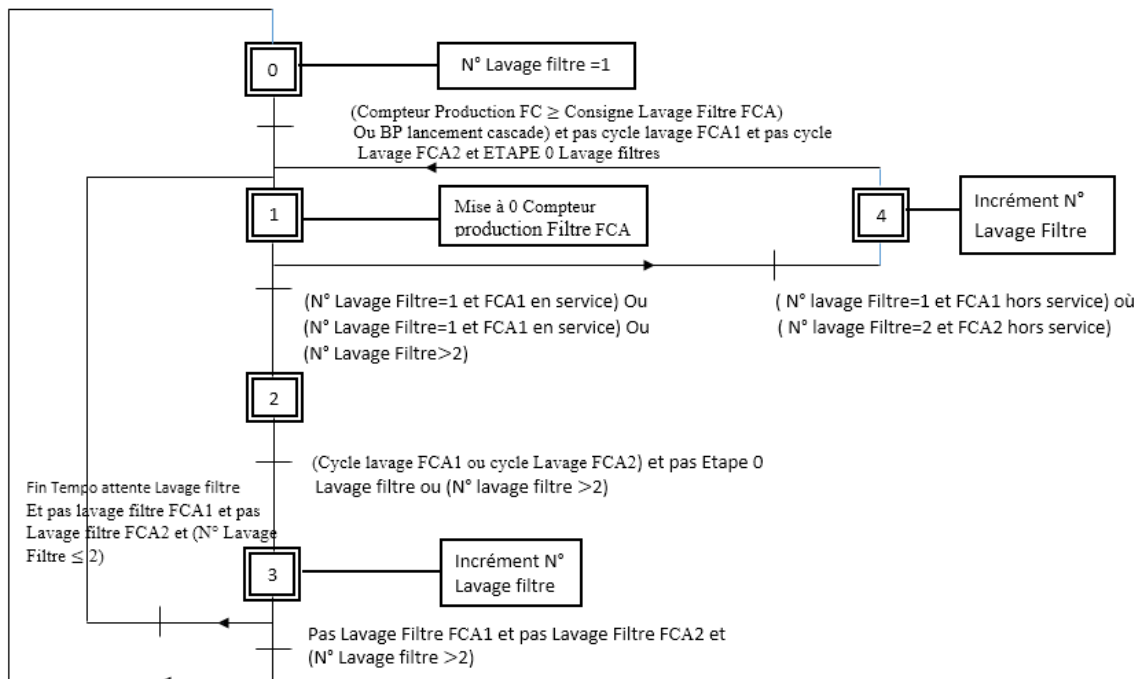


Figure 3.6 : Grafcet gestion FCA

4. Grafcet 4 : gestion Lavage Filtre à cartouche FCA

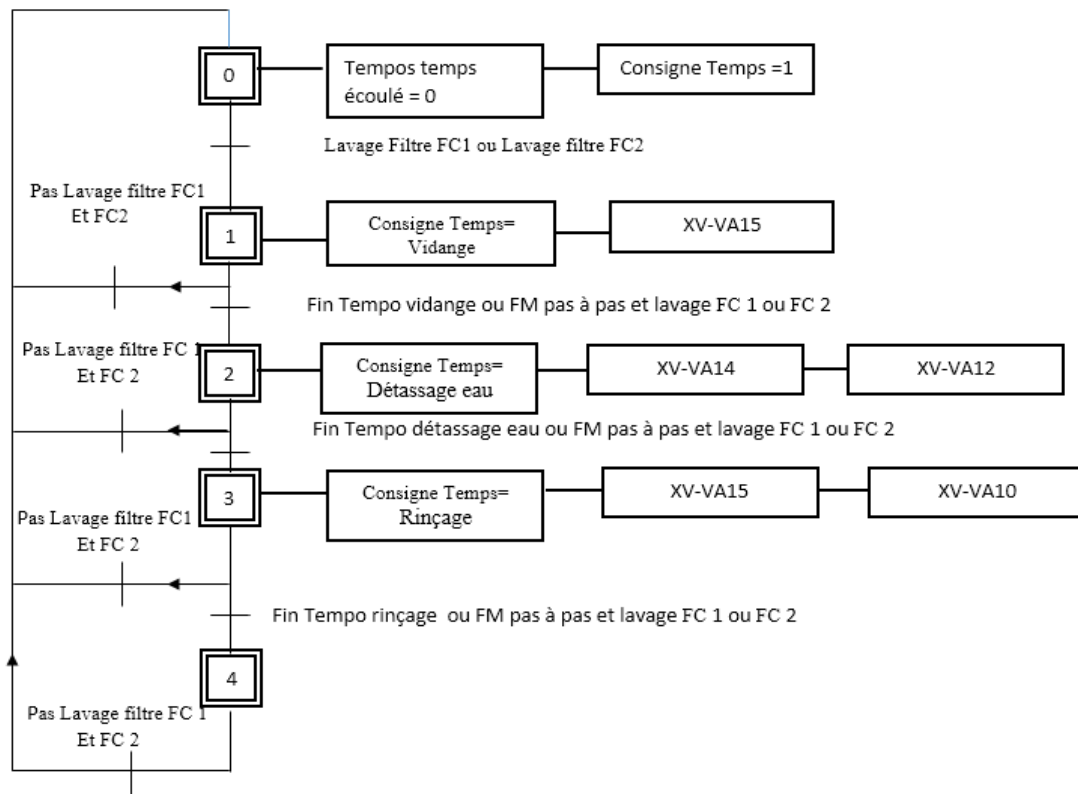


Figure 3.7 : Grafcet gestion lavage filtre FCA

5. Grafcet 5 : gestion Production Osmoseurs inverses

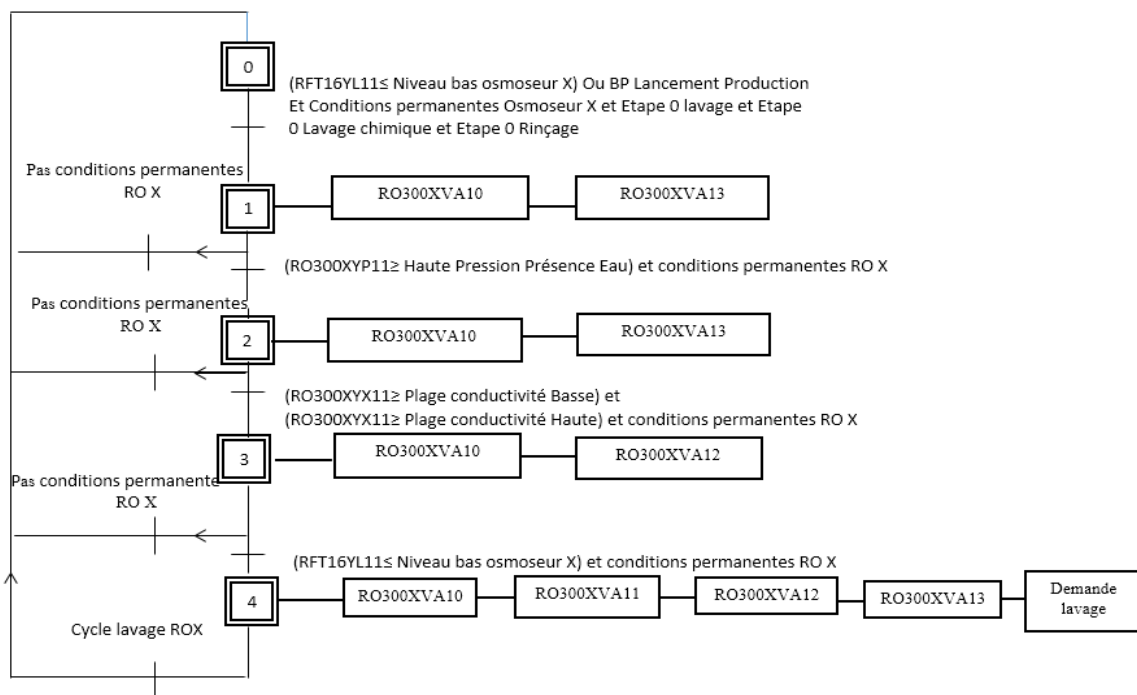


Figure 3.8 : Gestion Production Osmoseurs inverses

6. Grafcet 6 : gestion Lavage Osmoseurs inverses

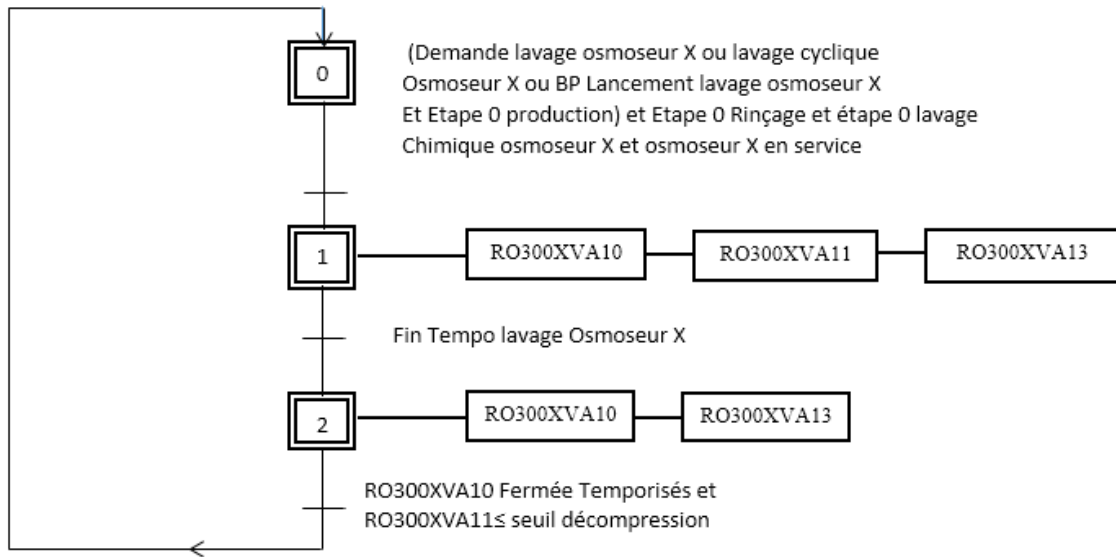


Figure 3.9 : Gestion Lavage Osmoseurs inverses

7. Grafcet 7 : gestion lavage chimique (CIP) Osmoseurs inverses

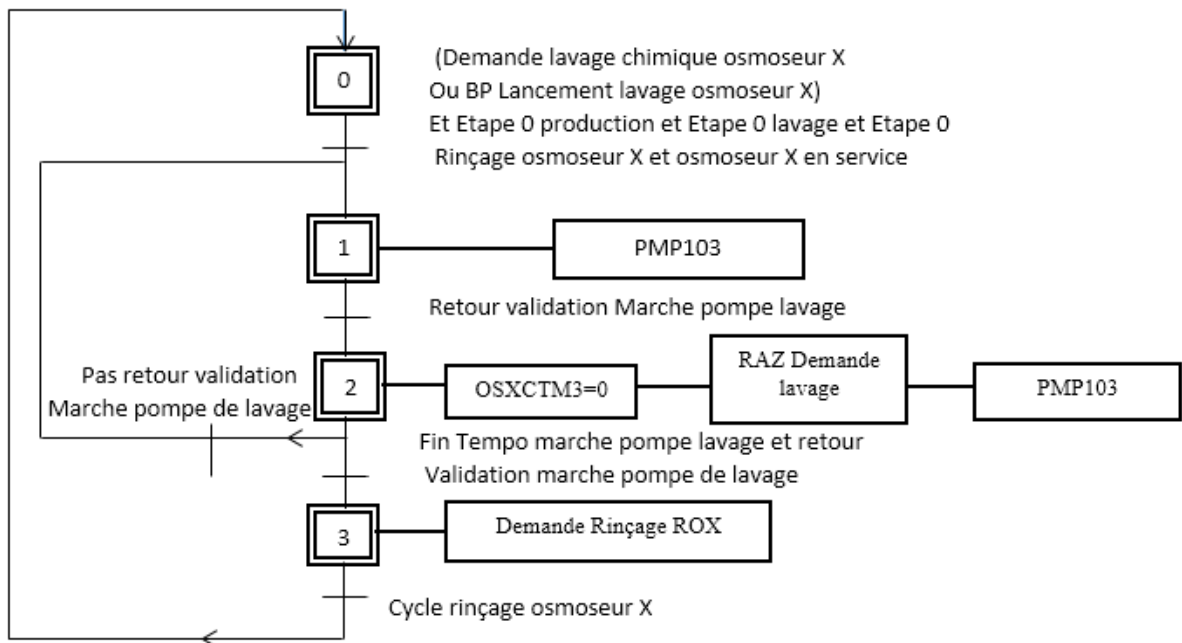


Figure 3.10 : Gestion CIP Osmoseurs inverses

8. Grafset 8 : Gestion rinçage osmoseurs inverses

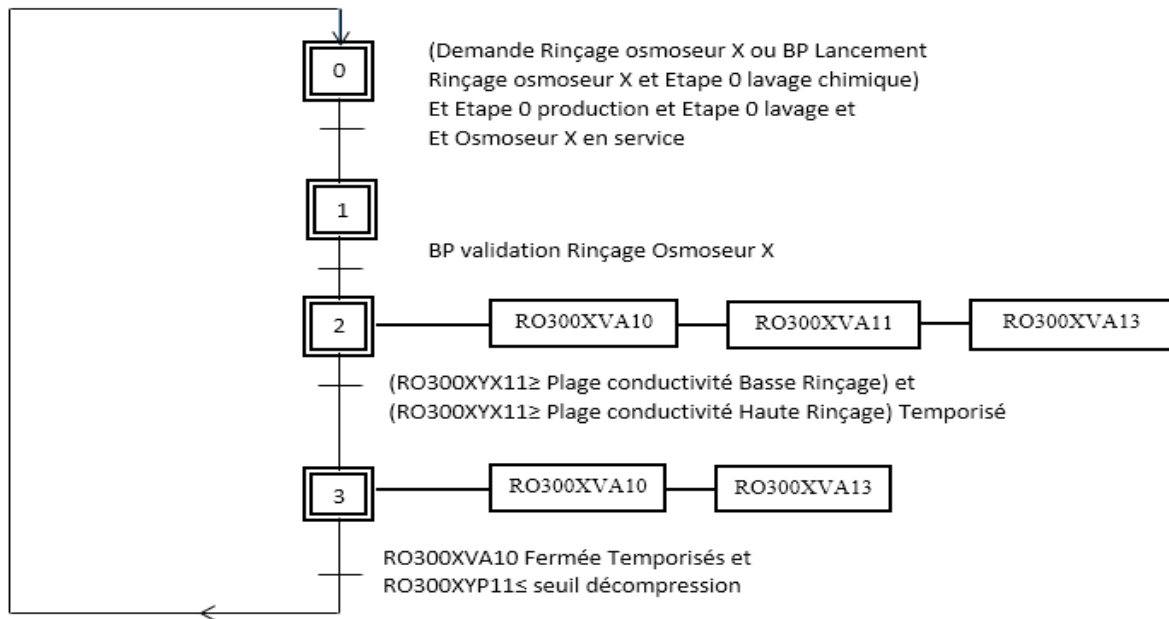


Figure 3.11 : Gestion Rinçage Osmoseurs inverses

3.5 Mise en service de la station

Avant la mise en service de la station et le démarrage de l'unité RO on doit s'assurer qu'il n'y a pas des défauts dans le système :

1. Assurer que l'ensemble du prétraitement fonctionne conformément aux spécifications :

Si le prétraitement impliquait modification des caractéristiques chimiques de l'eau brute, puis une analyse complète de l'eau entrant dans l'unité RO doit être faite. De plus, l'absence de chlore, la turbidité et SDI doit être déterminée. La prise d'eau brute doit être stable vis-à-vis le débit, SDI, turbidité, température, Ph, et conductivité.

2. Vérifier la configuration du système avant le démarrage :

- Installation électrique : vérifier la tension d'alimentation (Tension et fréquence)
- Installation hydraulique : Pendant l'écoulement, certains raccords peuvent se desserrer, on doit enregistrer tous les vessels s'il y a-t-il des fuites d'eau dans les joints et les raccords pendant le rinçage de l'unité. [20]
- Sac filtre : on doit s'assurer que :
 - ✓ Le filtre à manches est installé directement en amont de la pompe haute pression
 - ✓ Ouvrir le capot supérieur et retirer la plaque supérieure pour vérifier l'habillage des cartouches.
 - ✓ Vérifier qu'il n'y a pas de sable et/ou d'antracite dans les cartouches et au fond du filtre.
 - ✓ Repousser la plaque supérieure de manière homogène.
 - ✓ Fermez le filtre.

- ✓ Avant la mise en service, ouvrir à nouveau le filtre pour refouler la plaque supérieure et fermer-le définitivement [20]
- Système de suppression d'air :
 - ✓ Vérifier le sens de rotation du suppresseur
 - ✓ Vérifier le niveau d'huile de suppression
 - ✓ Régler le pressostat du surpresseur à 8 bar.
 - ✓ Régler le régulateur de pression du rack des électrovannes à 6 bar. [20]
- Dosage des produits chimiques
 - ✓ Remplir les réservoirs avec les produits chimiques appropriés
 - ✓ Régler la pompe doseuse, voir les instructions spécifiques à la pompe doseuse dans (Tab 1.4 / Tab 1.5)

3. Sélectionner le mode automatique dans les pompes.

4. S'assurer que les vannes manuelles sont ouvertes. [20]

3.6 Défauts de fonctionnement

3.6.1 Création de la table des variables

Dans tous les programmes, nous devons définir la liste des variables à utiliser lors de la programmation

Pour ce faire, la table des variables est créée. Utilisation de noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler. Nous éditons le tableau des variables en respectant notre cahier des charges, pour les entrées sorties de l'API. (Figure 3.8)

Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Commentaire
MESRO301BYF12	Table de variables s... Int	%IW112					MESURE DEBIT PERMEAT OSMOSEUR B
MESRO301BYF11	Table de variables s... Int	%IW110					MESURE DEBIT ENTREE OSMOSEUR B
MESRO301AYP12	Table de variables s... Int	%IW108					MESURE PRESSION AVAL ENTREE OSMOSE...
MESRO301AYP11	Table de variables s... Int	%IW106					MESURE PRESSION AMONT ENTREE OSMO...
MESRO301AYX11	Table de variables s... Int	%IW104					MESURE CONDUCTIVTE OSMOSEUR A
MESRO301AYF12	Table de variables s... Int	%IW102					MESURE DEBIT PERMEAT OSMOSEUR A
MESRO301AYF11	Table de variables s... Int	%IW100					MESURE DEBIT ENTREE OSMOSEUR A
L_PMP103RTVAL1	Table de variables s... Bool	%I5.3					POMPE LAVAGE RETOUR VALIDATION OS...
L_TNK603YL11	Table de variabl... Bool	%I5.1					RESERVOIR EAU TRAITE
L_PMP602ACMDIMP	Table de variables s... Bool	%I5.0					POMPE DOSEUSE PCHLOR EAU TRAITE PO...
L_PMP601CMDIMP	Table de variables s... Bool	%I4.7					POMPE PH ADJUSTEMENT EAU TRAITEPOM...
L_PMP503CMDIMP	Table de variables s... Bool	%I4.6					POMPE DOSAGE ANTI SCALANT EFFPOMPE ...
L_PMP502CMDIMP	Table de variables s... Bool	%I4.5					POMPE DOSAGE ACIDE EAU FILTREPOMPE ...
L_PMP501CMDIMP	Table de variables s... Bool	%I4.4					POMPE DOSAGE Bisulfite EAU FLITRE Cde l...
L_PMP401CMDIMP	Table de variables s... Bool	%I4.3					POMPE DOSEUSE PRECHLOR Commande i...
L_PMPRO301BXF11	Table de variables s... Bool	%I4.2					POMPE DOSEUSE OSMOSEUR B Default inje...
L_TNKRO301BYL11	Table de variables s... Bool	%I4.1					BAC EAU FILTRE OSMOSEUR B Niveau Bas
L_PMPRO301AXF11	Table de variables s... Bool	%I4.0					POMPE DOSEUSE OSMOSEUR A Default inje...
L_TNKRO301AYL11	Table de variables s... Bool	%I3.7					BAC EAU FILTRE OSMOSEUR A Niveau bas
L_PMP602XF11	Table de variables s... Bool	%I3.6					POMPE DOSEUSE PCHLOR EAU TRAITE A D...
L_TNK602YL11	Table de variables s... Bool	%I3.5					BAC DOSAGE POST CHLORATION EAU TRA...
L_PMP601XF11	Table de variables s... Bool	%I3.4					POMPE SOUDE EAU TRAITE default injection
L_TNK601YL11	Table de variables s... Bool	%I3.3					BAC SOUDE EAU TRAITE niveau bas
L_PMP503XF11	Table de variables s... Bool	%I3.2					POMPE DOSAGE ANTI SCALANT default inj...
L_TNK503YL11	Table de variables s... Bool	%I3.1					BAC DOSAGE ANTI SCALANT EAU FILTRE n...
L_PMP502XF11	Table de variables s... Bool	%I3.0					POMPE DOSAGE ACIDE EAU FILTRE default ...
L_TNK502YL11	Table de variables s... Bool	%I2.7					BAC DOSAGE ACIDE EAU FILTRE NIVEAU B...
L_PMP501XF11	Table de variables s... Bool	%I2.6					POMPE DOSAGE Bisulfite EAU FLITRE Defa...
L_TNK501YL11	Table de variables s... Bool	%I2.5					BAC DOSAGE Bisulfite EAU FILTRE niveau ...
L_PMP401XF11	Table de variables s... Bool	%I2.4					POMPE DOSEUSE CHLORE résiduel Defaut i...

Figure 3.12 Table de mnémorique.

3.6.2 Affectation des entrées/sorties

Cette section indiquera les fonctions de chacune des entrées et sorties, numérique ainsi qu'analogique dans l'API. Il peut être très utile de vérifier les indicateurs LED situés dans la partie avant de la CPU afin de connaître l'état de l'automate (MRES, RUN, STOP), en cas d'anomalie surviennent dans le fonctionnement de l'automate ou dans les cartes analogiques (EXTF).

Il est également très utile de vérifier les indicateurs LED situés dans la partie avant du CPU pour obtenir l'état d'une entrée/sortie spécifique à tout moment, et de cette manière vérifier les éventuelles erreurs de câblage ou de fonctionnement des capteurs et des connexions électriques.

a) Les entrées/sorties numériques :

Tableau 3.5 Les entrées/Sorties numériques

Entrées/Sorties	Types	Fonction
I0.0	Entrée digitale	POMPE HAUTE PRESSION OSMOSEUR 1 Retour Marche
I0.1	Entrée digitale	POMPE HAUTE PRESSION OSMOSEUR 2 Retour Marche
I0.2	Entrée digitale	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 1 RETOUR MARCHÉ
I0.3	Entrée digitale	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 RETOUR MARCHÉ
I0.4	Entrée digitale	POMPE EAU BRUTE A Retour Marche
I0.5	Entrée digitale	POMPE EAU BRUTE B Retour Marche
I0.6	Entrée digitale	POMPE EAU BRUTE C Retour Marche
I0.7	Entrée digitale	POMPE LAVAGE RETOUR VALIDATION OSMOSEUR 2
I1.0	Entrée digitale	COFRET AIR COMPRIME
I1.1	Entrée digitale	COFRET PRESENCE TENSION
I1.2	Entrée digitale	COFRET EN SERVICE
I1.3	Entrée digitale	DEBIT ENTREE OSMOSEUR A Impulsions
I1.4	Entrée digitale	DEBIT PERMEAT OSMOSEUR A Impulsions
I1.5	Entrée digitale	DEBIT ENTREE OSMOSEUR B Impulsions
I1.6	Entrée digitale	DEBIT PERMEAT OSMOSEUR B Impulsions
I1.7	Entrée digitale	DEBIT EAU BRUTE Impulsions
Q0.0	Sortie digitale	POMPE HAUTE PRESSION RO A Commande MARCHÉ
Q0.1	Sortie digitale	POMPE LAVAGE ROA COMMANDE MARCHÉ
Q0.2	Sortie digitale	POMPE HAUTE PRESSION RO B Commande MARCHÉ
Q0.3	Sortie digitale	POMPE LAVAGE ROB COMMANDE MARCHÉ
Q0.4	Sortie digitale	POMPE EAU BRUTE A COMMANDE MARCHÉ
Q0.5	Sortie digitale	POMPE EAU BRUTE B COMMANDE MARCHÉ
Q0.6	Sortie digitale	POMPE EAU BRUTE C COMMANDE MARCHÉ
Q0.7	Sortie digitale	SUPRESSEUR D'AIR COMMANDE MARCHÉ

Q1.0	Sortie digitale	COFRET COMMANDE RELAIS NOUVEAU DEFAULT
Q1.1	Sortie digitale	ENTREE FS1 COMMANDE VANNE
Q1.2	Sortie digitale	SORTIE FS1 COMMANDE VANNE

b) Les entrées analogiques

Tableau 3.6 : Les entrées analogiques

Entrées/Sorties	Types	Fonction
IW100	Entrée analogique	MESURE DEBIT ENTREE OSMOSEUR A
IW102	Entrée analogique	MESURE DEBIT PERMEAT OSMOSEUR A
IW104	Entrée analogique	MESURE CONDUCTIVTE OSMOSEUR A
IW106	Entrée analogique	MESURE PRESSION AMONT ENTREE ROA
IW108	Entrée analogique	MESURE PRESSION AVAL ENTREE ROA
IW110	Entrée analogique	MESURE DEBIT ENTREE OSMOSEUR B
IW112	Entrée analogique	MESURE DEBIT PERMEAT OSMOSEUR B
IW114	Entrée analogique	MESURE CONDUCTIVTE OSMOSEUR B
IW116	Entrée analogique	MESURE PRESSION AMONT ENTREE ROA
IW118	Entrée analogique	MESURE PRESSION AVAL ENTREE ROA
IW120	Entrée analogique	MESURE NIVEAU CUVE EAU BRUTE
IW122	Entrée analogique	MESURE PRESSION EAU BRUTE
IW124	Entrée analogique	MESURE DEBIT EAU BRUTE
IW126	Entrée analogique	MESURE CONDUCTIVITE EAU BRUTE
IW128	Entrée analogique	MESURE OXIDATION EAU FLITRE CL ORP
IW130	Entrée analogique	MESURE PH EAU FILTRE
IW132	Entrée analogique	MESURE DEBIT EAU DE MITIGEAGE
IW134	Entrée analogique	MESURE OXIDATION EAU TRAITE CL ORP
IW136	Entrée analogique	MESURE PH EAU TRAITE
IW138	Entrée analogique	MESURE NIVAEU CUVE EAU TRAITE
IW140	Entrée analogique	MESURE CONDUCTIVITE EAU TRAITE
IW142	Entrée analogique	MESURE PRESSION DE REJET

3.7 Réalisation du programme de l'installation

➤ **Programmation des blocs**

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation.

Dans notre application on a utilisé le bloc d'organisation OB1, Cyclic interrupt OB30, Startup OB100, une fonction FC240, des blocks fonctionnels FB200, FB201, FB210, FB211, FB212, FB220, FB221, FB222, FB300 et un bloc de données DB100.

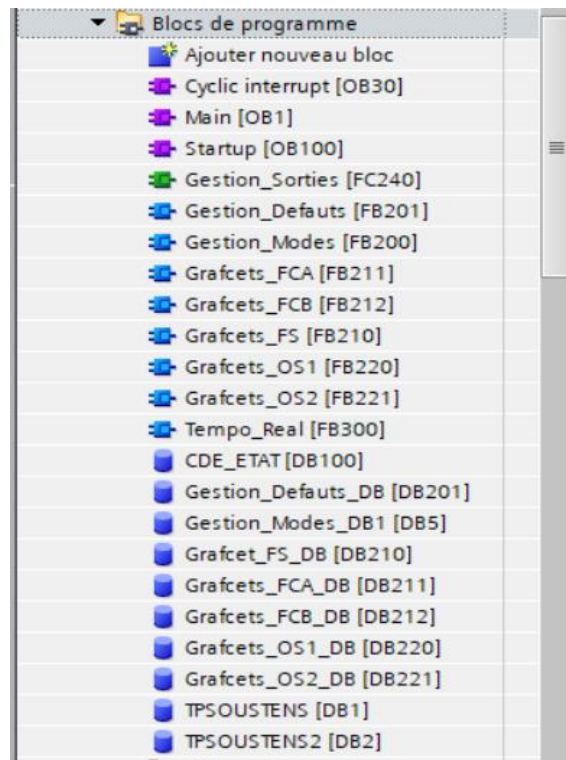


Figure 3.13 : Blocs du programme

- Le bloc cyclic interrupt OB30 : OB 30 cyclique est principalement utilisé avec le régulateur PID et lorsqu'un calcul est requis. Dans notre programme, le bloc OB30 contient deux réseaux comme indique la figure 3.10

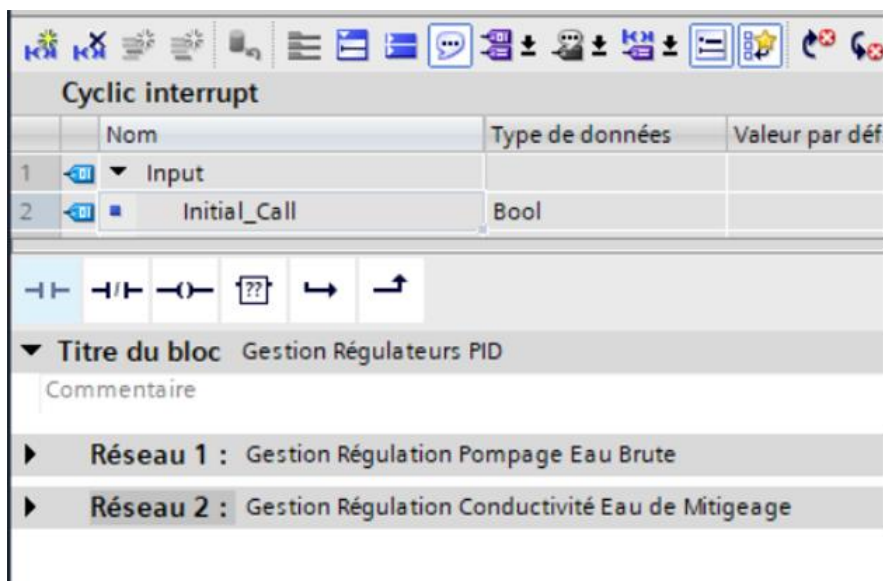


Figure 3.14 Réseaux de OB Cyclique 30

Le réseaux 1 représente la gestion de régulation de la pression RFT03YP11 de pompage eau brute à l'arrivé du forage, comme l'indique la figure 3.15.

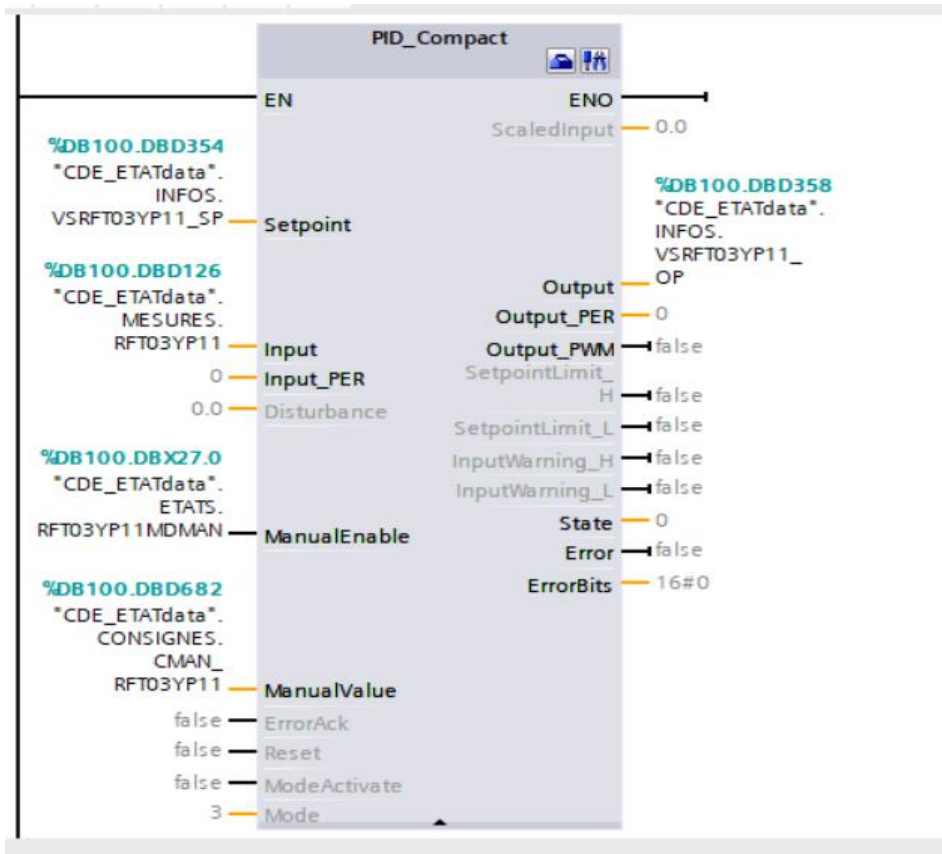


Figure 3.15 : Régulation PID de la pression d'eau brute

- Le bloc startup OB100 : le traitement des OB de démarrage est réalisé une fois lorsque la CPU passe de mode STOP en RUN.

On a utilisé se OB pour initialiser d'abord l'état du la présence de la tension au coffret 1 et 2 et ses temporisateurs de défaut.

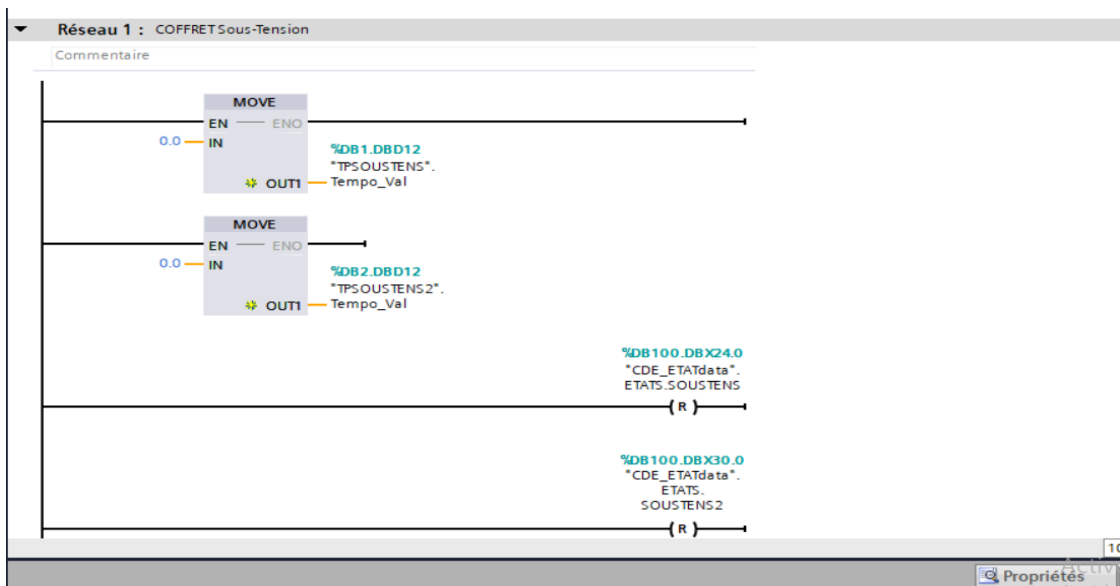


Figure 3.16 : Réseau 1 OB de démarrage

- Le bloc startup FB210 : contient les grafquets qui gèrent le fonctionnement des filtres à Sable

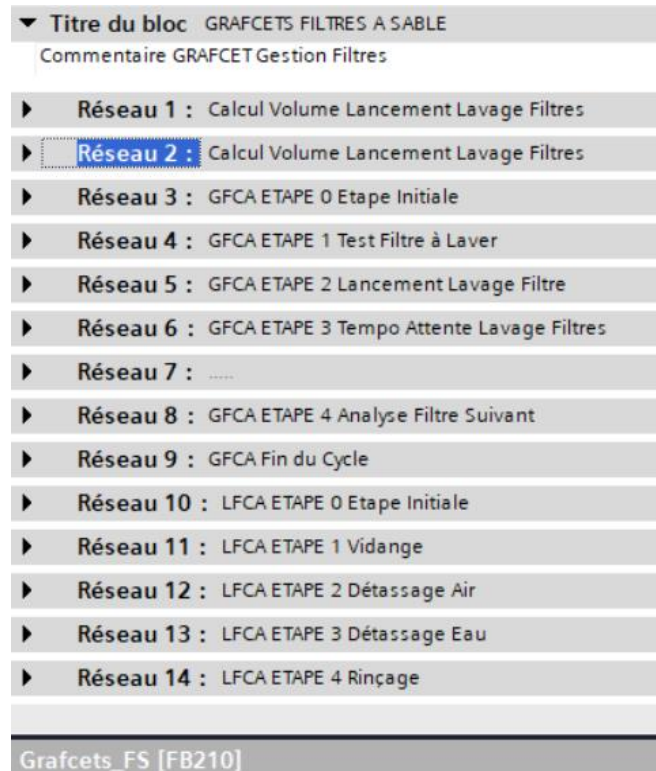


Figure 3.17 : Vue globale du FB210

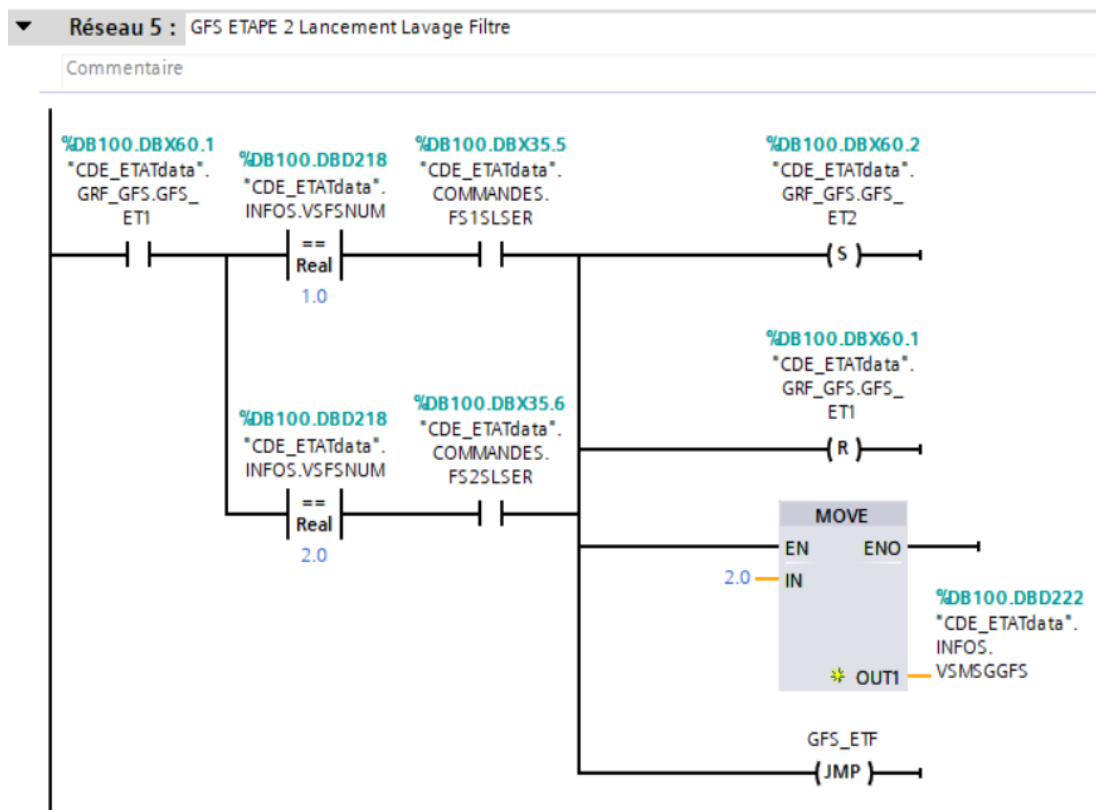


Figure 3.18 : Réseau 5 l'étape 2 lancement lavage filtre grafcet gestion filtres

- Les blocs FB220/FB221 : contient les grafquets qui gèrent le fonctionnement de ROA/B.

► Titre du bloc	GRAFSETS OSMOSEUR 2
► Réseau 1 :	OS2P ETAPE 0 Etape Initiale
► Réseau 2 :	OS2P ETAPE 1 Attente Présence Eau
► Réseau 3 :	OS2P ETAPE 2 Attente Conductivité
► Réseau 4 :	OS2P ETAPE 3 Production
► Réseau 5 :	OS2P ETAPE 4 Lancement Rinçage Osmoseur
► Réseau 6 :	OS1P Fin du Cycle
► Réseau 7 :	OS2L ETAPE 0 Etape Initiale
► Réseau 8 :	OS2L ETAPE 1 Lavage
► Réseau 9 :	Consigne Temps Etape 1
► Réseau 10 :	OS2L ETAPE 2 Décompression
► Réseau 11 :	OS2C ETAPE 0 Etape Initiale
► Réseau 12 :	OS2C ETAPE 1 Ouverture Vannes Manuelles
► Réseau 13 :	OS2C ETAPE 2 Marche Pompe CIP
► Réseau 14 :	OS2C ETAPE 3 Lancement Rinçage
► Réseau 15 :	OS2R ETAPE 0 Etape Initiale
► Réseau 16 :	OS2R ETAPE 1 Attente Conductivité Osmoseur
► Réseau 17 :	OS2R ETAPE 2 Rinçage
► Réseau 18 :	OS2R ETAPE 3 Décompression
► Réseau 19 :	OS2R Fin du Cycle

Figure 3.19 : Vue globale du FB221 contient les grafquets de l’osmoseur 2

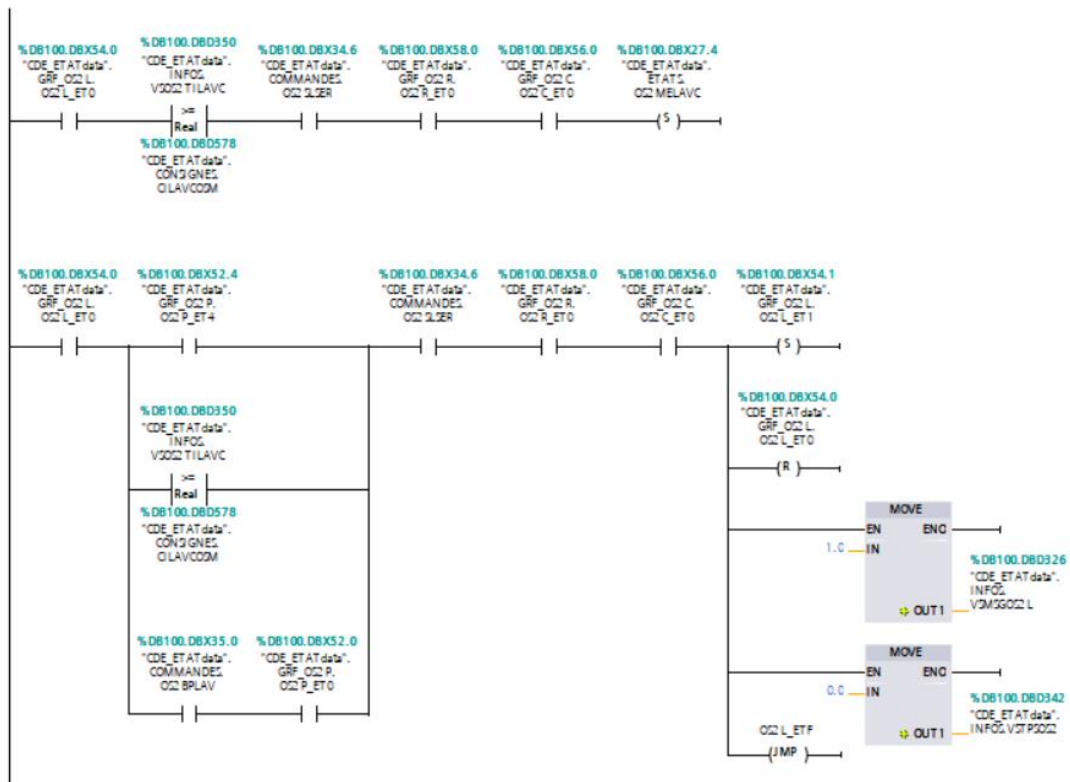


Figure 3.20 : Réseau 8 l’étape 1 grafcet lavage osmoseur 2

- Le bloc FB200 : ce bloc contient la gestion des modes de marche de la station.

▼ Titre du bloc GESTION MODES DE MARCHÉ	
Commentaire	
▶ Réseau 1 :	Validation Pompage Eau Brute
▶ Réseau 2 :	Validation Régulation Pression Eau Brute
▶ Réseau 3 :	RAZ Forçages Pompes Eau Brute
▶ Réseau 4 :	Conditions Permanentes Osmoseur 1
▶ Réseau 5 :	Conditions Permanentes Osmoseur 2
▶ Réseau 6 :	Forçages Service FS
▶ Réseau 7 :	Forçages Service FCA
▶ Réseau 8 :	Forçages Service Osmoseurs
▶ Réseau 9 :	Gestion Demande Eau Générale
▶ Réseau 10 :	Gestion Cycles FS1
▶ Réseau 11 :	Gestion Cycles FS2
▶ Réseau 12 :	Gestion Cycles FC1 OS1
▶ Réseau 13 :	Gestion Cycles FC2 OS2
▶ Réseau 14 :	Gestion Cycles FC2 OS1
▶ Réseau 15 :	Gestion Cycles FC1 OS2
▶ Réseau 16 :	Gestion Cycles Osmoseur 1

Figure 3.21 Vue globale du FB200

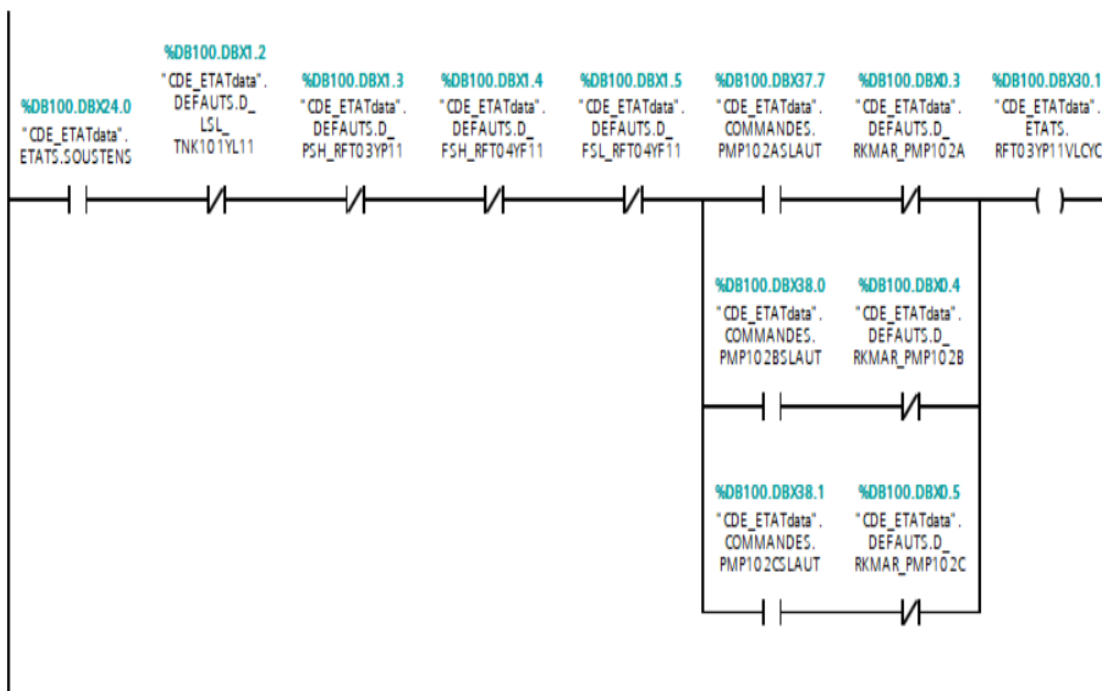


Figure 3.22 : Réseau 1 validation pompage eau brute

- Le bloc FB300 : Pour faciliter le travail sur les défauts et les alarmes on a créé ce bloc.

Tempo_Real									
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ...	Commentaire
1	Input								
2	Entree	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Validation Temporisation
3	Valid_Comptage	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Validation Comptage Temporisation
4	Top_Horloge	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FM Top Horloge
5	Tempo_Max	Real	2.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valeur Finale Temporisation
6	Increment	Real	6.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incrément Temporisation en s
7	Output								
8	<Ajouter>								
9	InOut								
10	Sortie	Bool	10.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fin Temporisation
11	Static								
12	Tempo_Val	Real	12.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TIME Elapsed Delay
13	Temp								
14	<Ajouter>								
15	Constant								
16	<Ajouter>								

Figure 3.23 : Interface du bloc FB300

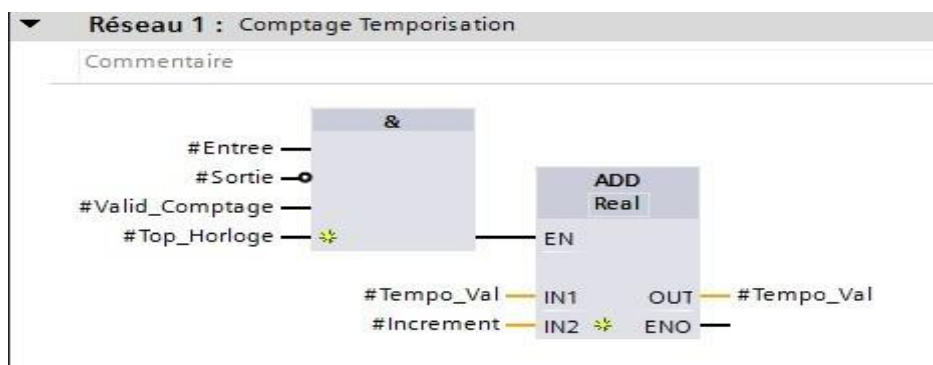


Figure 3.24 Réseau 1 comptage temporisation

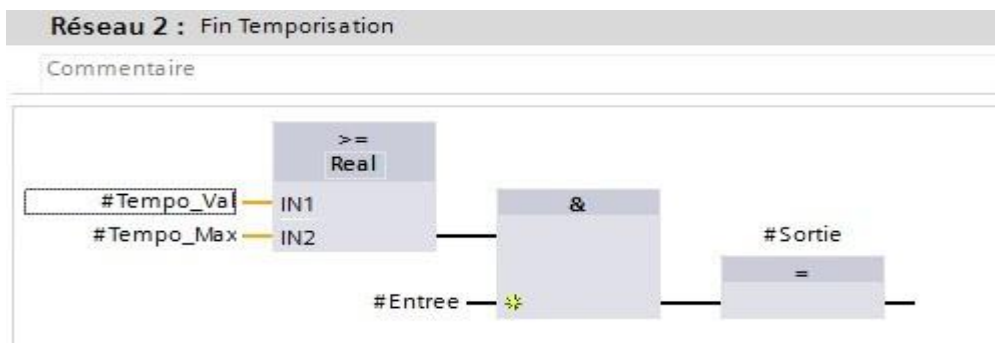


Figure 3.25 Réseau 2 Fin temporisation

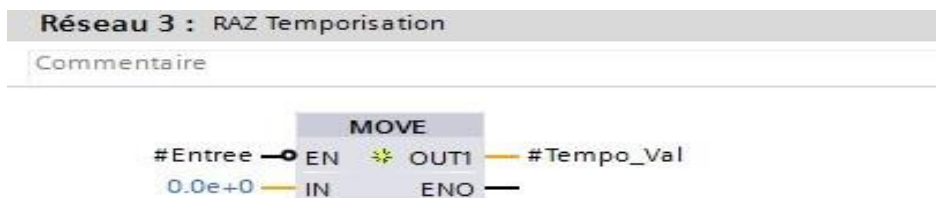


Figure 3.26 : Réseau 3 Remise à zéro

- Le bloc FB201 : contient la gestion des toutes les défauts du système

Gestion_Defaults				
	Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanenc
1	Input			
2	<Ajouter>			

▶ Réseau 48 : Défaut Absence Eau Osmoseur 1
▶ Réseau 49 : Défaut Absence Eau Osmoseur 2
▶ Réseau 50 : Alarme Encrassement Osmoseur 1
▶ Réseau 51 : Alarme Encrassement Osmoseur 2
▶ Réseau 52 : Défaut Pompe Doseuse Osmoseur 1 RO301AXF11
▶ Réseau 53 : Défaut Niveau Bas Bac Osmoseur 1 RO301AXL11
▶ Réseau 54 : Défaut Pompe Doseuse Osmoseur 2 RO301BXF11
▶ Réseau 55 : Défaut Niveau Bas Bac Osmoseur 2 RO301BXL11
▶ Réseau 56 : Défaut Niveau Très Haut Cuve Eau Traitée TN16YL11
▶ Réseau 57 : Défaut Niveau Très Bas Cuve Eau Traitée TN16YL11
▶ Réseau 58 : Défaut Arrêt d'Urgence
▶ Réseau 59 : Défaut Absence Air Comprimé
▶ Réseau 60 : Défaut Absence Tension
▶ Réseau 61 : Défaut Mesure Niveau Cuve Eau Brute TNK101YL11
▶ Réseau 62 : Défaut Mesure Niveau Cuve Eau Traitée TN16YL11
▶ Réseau 63 : Alarme Conductivité Haute Eau Traitée
▶ Réseau 64 : Alarme Conductivité Bas Eau Traitée
▶ Réseau 65 : Etat Présence Défaut

Figure 3.27 : Vue générale du bloc gestion défauts FB201

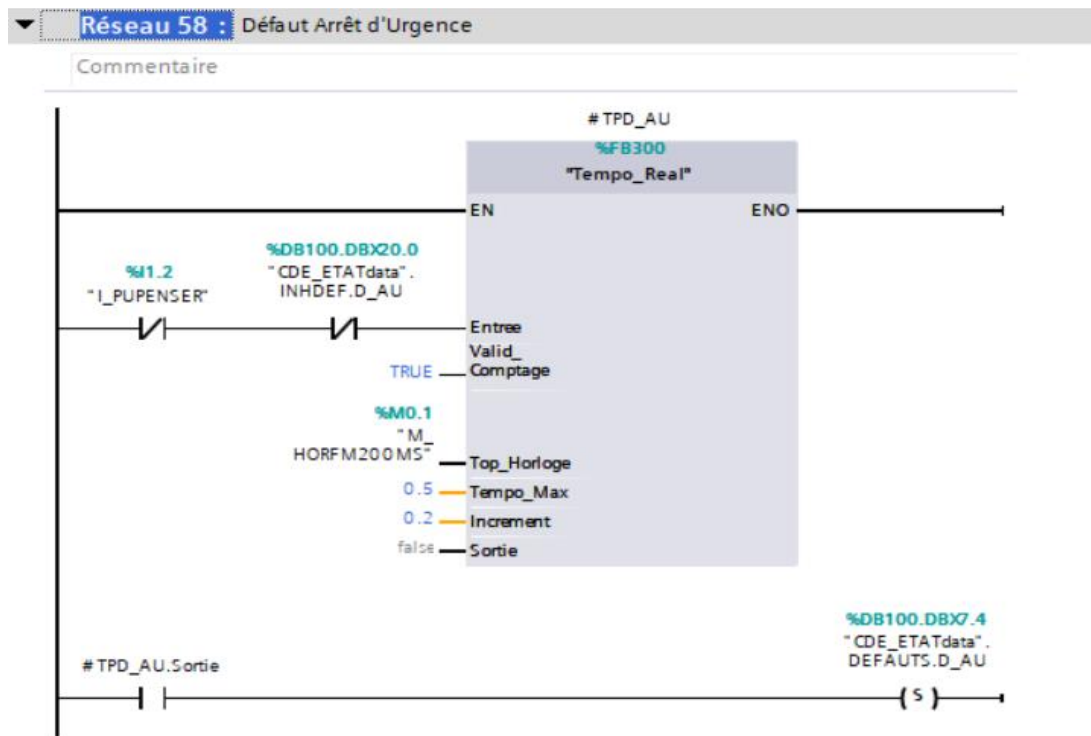


Figure 3.28 : Exemple d'une gestion de défaut d'arrêt d'urgence

- Le bloc FC240 : ce bloc contient les commandes de marches des équipements de la station

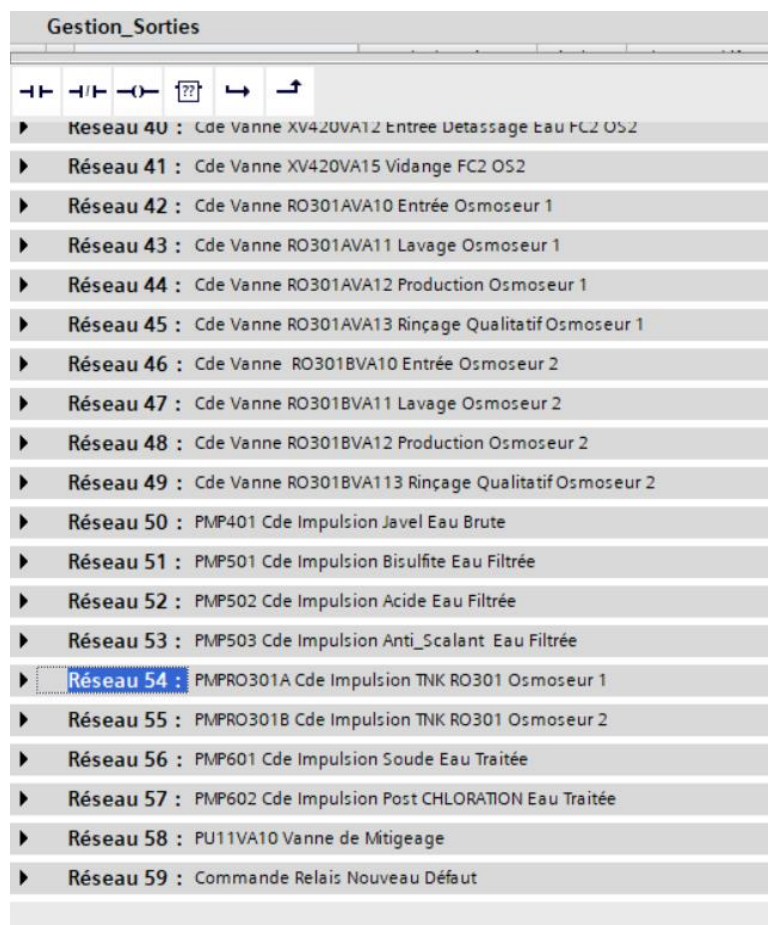


Figure 3.29 : Vue générale du bloc gestions Mode de Sorties FC240

- Les blocs de données DB :**

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données. Les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini. [20]

A. **Bloc des données globale [DB100] :** stockent des données qui peuvent être utilisés par tous les autres blocs, comme indique la figure 3.27.

CDE_ETATdata										
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..	Commentaire
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	▶ DEFAUTS	Struct	0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Défauts
3	▶ INHDEF	Struct	12.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Inhibition Défauts
4	▶ ETATS	Struct	24.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Etats
5	▶ COMMANDES	Struct	34.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Commande
6	▶ GRF_OS1P	Struct	44.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Production Osmoseur 1
7	▶ GRF_OS1L	Struct	46.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lavage Osmoseur 1
8	▶ GRF_OS1C	Struct	48.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lavage Chimique Osmoseur 1
9	▶ GRF_OS1R	Struct	50.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Rinçage Osmoseur 1
10	▶ GRF_OS2P	Struct	52.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Production Osmoseur 2
11	▶ GRF_OS2L	Struct	54.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lavage Osmoseur 2
12	▶ GRF_OS2C	Struct	56.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lavage Chimique Osmoseur 2
13	▶ GRF_OS2R	Struct	58.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Rinçage Osmoseur 2
14	▶ GRF_GFS	Struct	60.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Gestion Filtres A SABLE
15	▶ GRF_LFS	Struct	62.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lancement Filtres A SABLE
16	▶ GRF_CIP	Struct	64.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Injection Produits Chimiques
17	▶ GRF_GFC_1	Struct	66.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Gestion Filtres
18	▶ GRF_LFC_1	Struct	68.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lancement Filtres
19	▶ GRF_GFC_2	Struct	70.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Gestion Filtres
20	▶ GRF_LFC_2	Struct	72.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Grafset Lancement Filtres
21	▶ GRF_RES1	Struct	74.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	▶ GRF_RES2	Struct	76.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	▶ MESURES	Struct	78.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Mesures
24	▶ INFOS	Struct	218.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Informations
25	▶ CONSIGNES	Struct	446.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Section Consignes

Figure 3.30 : Vue générale du bloc données globale Commande Etat [DB100]

B. **Les instances DB** : Pour chaque instance d'un FB, une zone mémoire lui est affectée, contenant les données utiles au traitement du bloc.

Automatisation de traitement d'eau usé par S7-1200 ▶ API_LAFARGE [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Blocs de programme										
Gestion_Modes_DB1										
	Nom	Type de données	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..		
1	Input			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Output			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	InOut			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	▶ TPPMP401IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	▶ TPPMP401ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	▶ TPPMP501IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	▶ TPPMP501ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	▶ TPPMP502IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	▶ TPPMP502ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	▶ TPPMP503IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	▶ TPPMP503ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	▶ TPRO301AIMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	▶ TPRO301AARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	▶ TPRO301BIMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	▶ TPRO301BARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	▶ TPPMP601IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	▶ TPPMP601ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	▶ TPPMP602IMP	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	▶ TPPMP602ARR	IEC_TIMER		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	▶ TPOS1NHAU	"Tempo_Real"		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	▶ TPOS2NHAU	"Tempo_Real"		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure 3.31 : Exemple de vue d'instance DB Gestion Mode

- Le bloc principale OB1 : OB1 regroupe toutes les instructions que le programme va exécuter d'une manière cyclique, il fait appel à toute les fonctions (FC240, FB200, FB201, FB210, FB211, FB212, FC220, FC221, FB300).

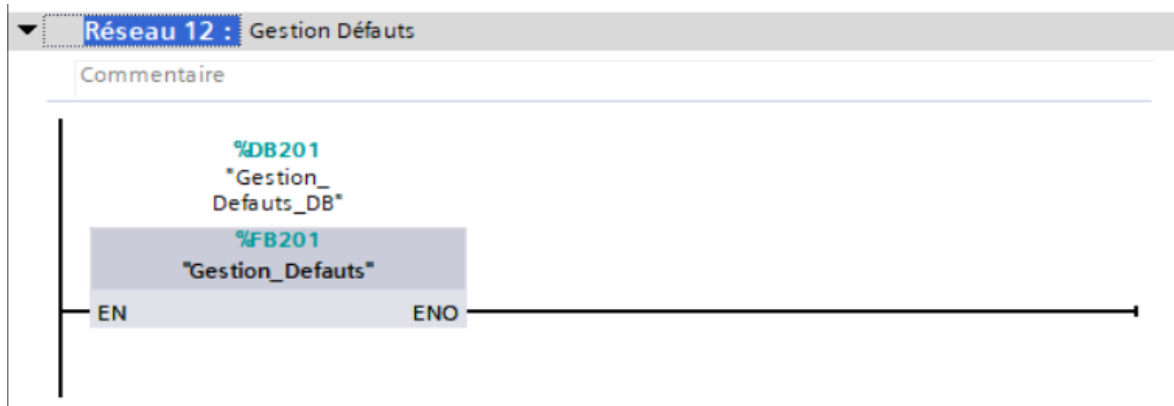


Figure 3.32 : L'instruction DB201 de Gestion Defaults dans OB1

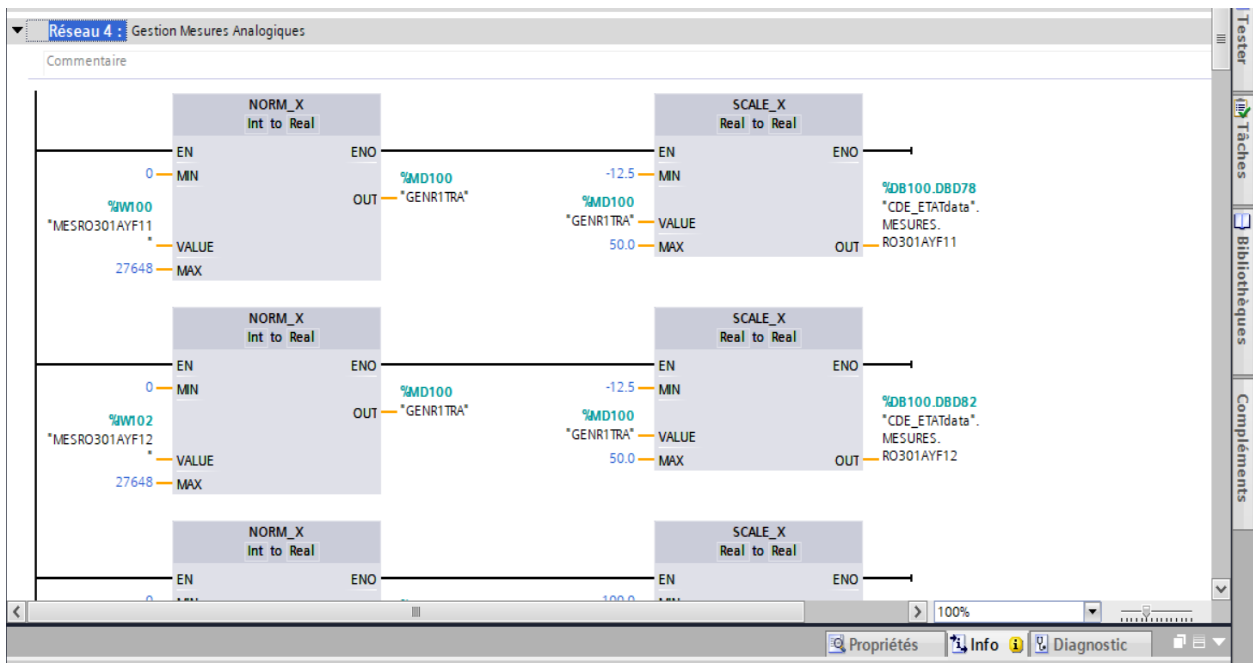


Figure 3.33 : Réseau 4 Gestion de mesures analogiques

3.8 Réalisation de la supervision de la station

3.8.1 Introduction

Lorsque la complexité des processus augmente et que 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 de l'Interface Homme Machine. Dans notre projet on a introduit un nouvel objet qui permet à l'opérateur de gérée le bon fonctionnement de la station, on a préféré la supervision sur un ordinateur PC STATION connecté à notre automate.

3.8.2 Création de la table des variables IHM

Les variables permettent de communiquer et d'échanger des données entre l'IHM et les machines. Une table de correspondance des variables IHM est créé à travers l'onglet Variable. Chapitre IV Programmation et supervision. Chaque ligne correspond à une variable de l'IHM. Elle est spécifiée par : nom, type de données, table de variables, connexion, non de l'API, adresse, mode d'accès. L'éditeur "Variables" affiche toutes les variables du projet. On utilise les variables pour l'échange des données entre le pupitre opérateur et l'automate.

Nom	Table de variables	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables standard	Bool	HM_Liaison...	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMM...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...
CDE_ETATdata_COMMANDES_...	Table de variables_1	Bool	HM_Liaison_2	API_LAFARGE	CDE_ETATdata.COMMAN...

Figure 3.34 : Table des variables

3.8.3 Création de vues

L'interface TIA PORTAL V16 permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander l'installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de procès.

Pour la gestion de notre application on a créé les vues suivantes :

a) Planifier la création des vues

Les principales étapes suivantes sont nécessaires pour créer des vues :

- Planifier la structure de la représentation de test : combien d'impressions sont nécessaires.
- Planifier la navigation entre les différentes vues ;

b) Constitution d'une vue :

Pour créer une vue, cliquez sur l'interface utilisateur dans "ajouter une vue".

c) Vue du procès

Les processus partiels peuvent être affichés dans des vues séparées, puis regroupés en une seule vue principale. Ci-dessous, nous décrivons toutes les vues qui composent notre solution.

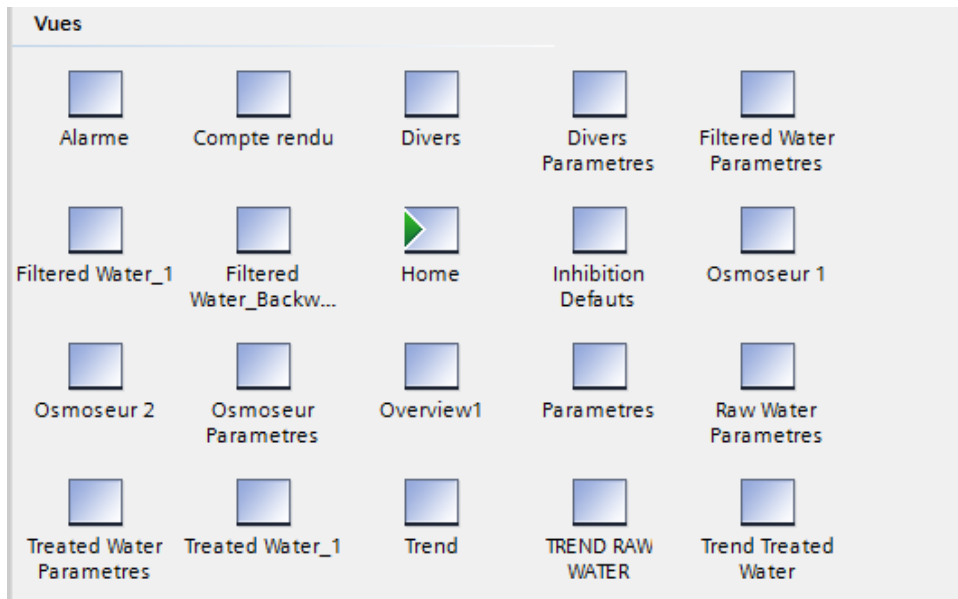


Figure 3.35 : Les vues de supervision utilisée dans notre application

- Une vue globale « Home », qui permet au passage d'une vue à une autre et contient aussi le nom de station, logo de l'entreprise et l'université.



Figure 3.36 : Vue principale Home

- Une vue « Overview », pour la surveillance de fonctionnement générale (la partie d'eau filtrée, traitée et mitigeage).

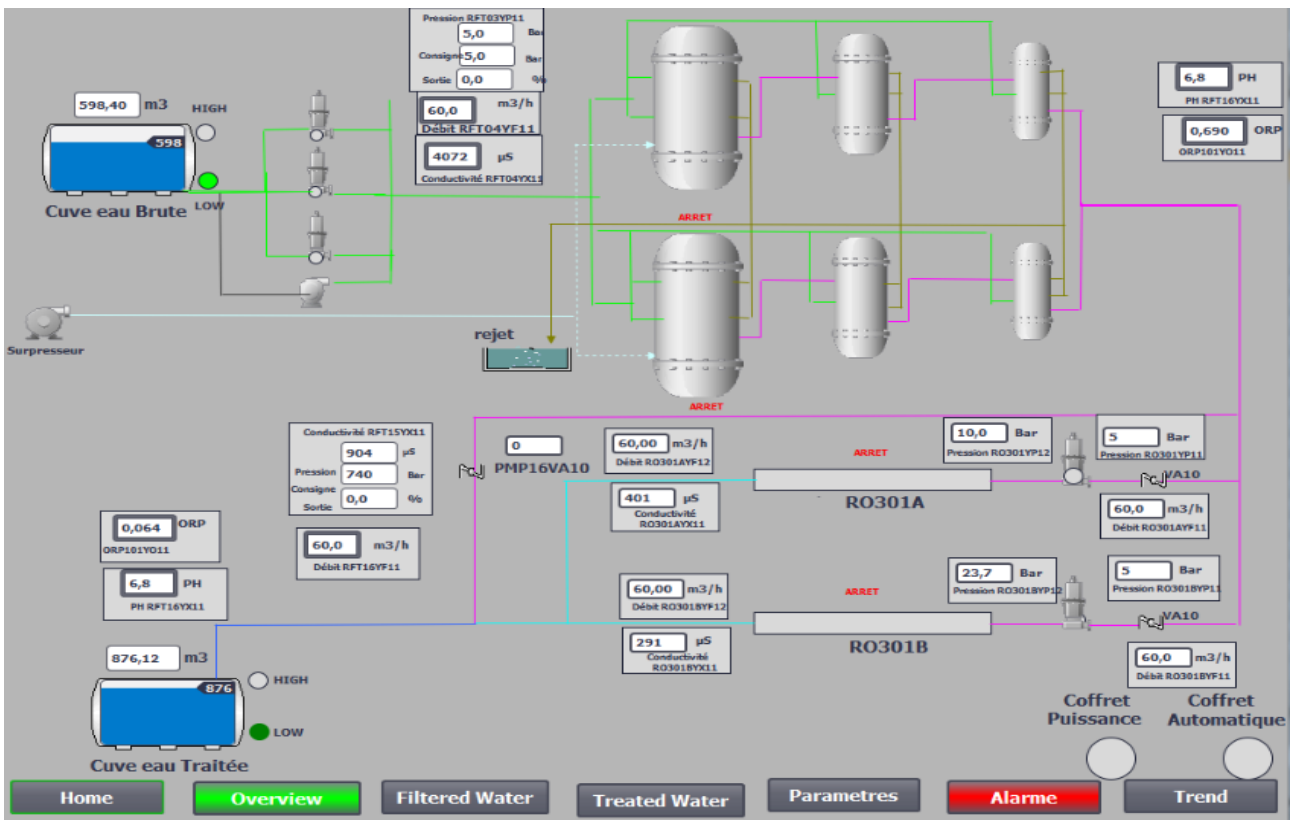


Figure 3.37 : Vue générale de la station de traitement des eaux usées

- Une vue « Filtred Water », pour la surveillance de fonctionnement de la partie d'eau filtrée.

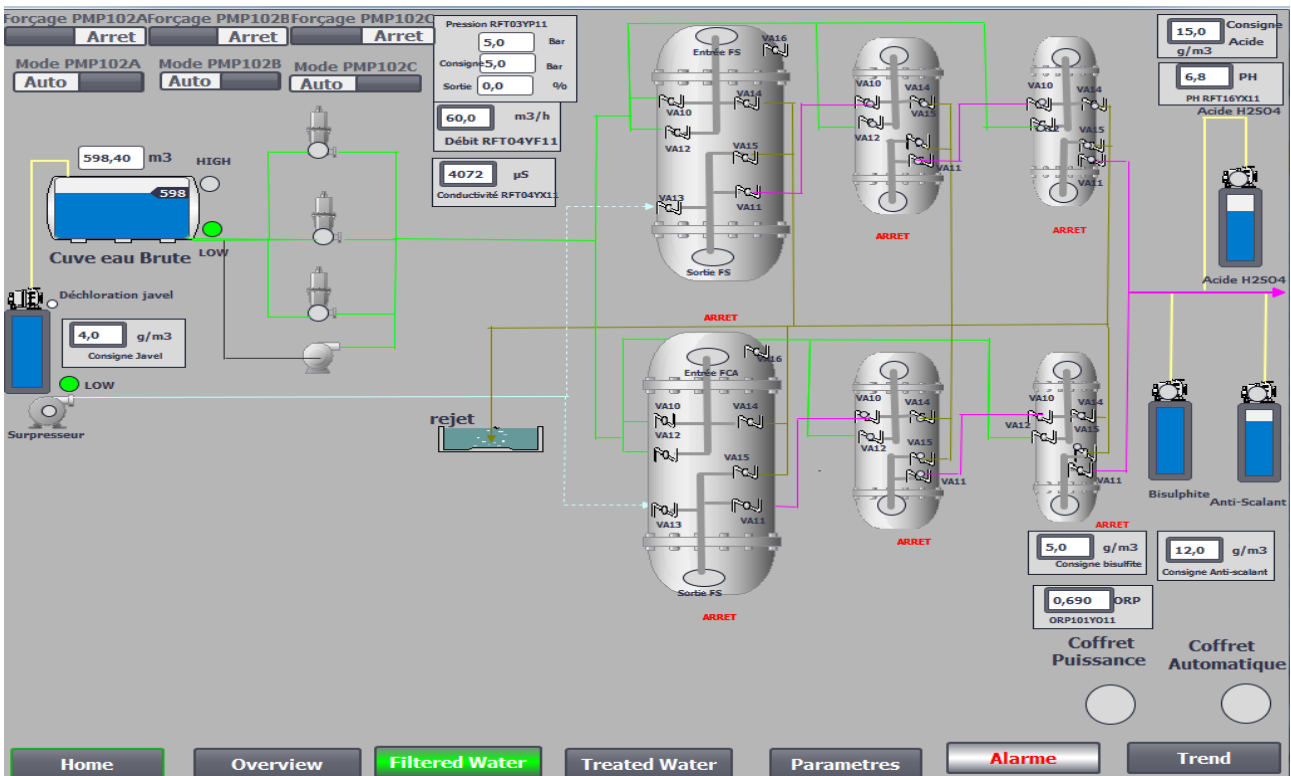


Figure 3.38 : Vue de la partie Eau filtrée

- Une vue « Filtered Water Backwach » pour la mise en marche ou l'arrêt du lavage des filtres.

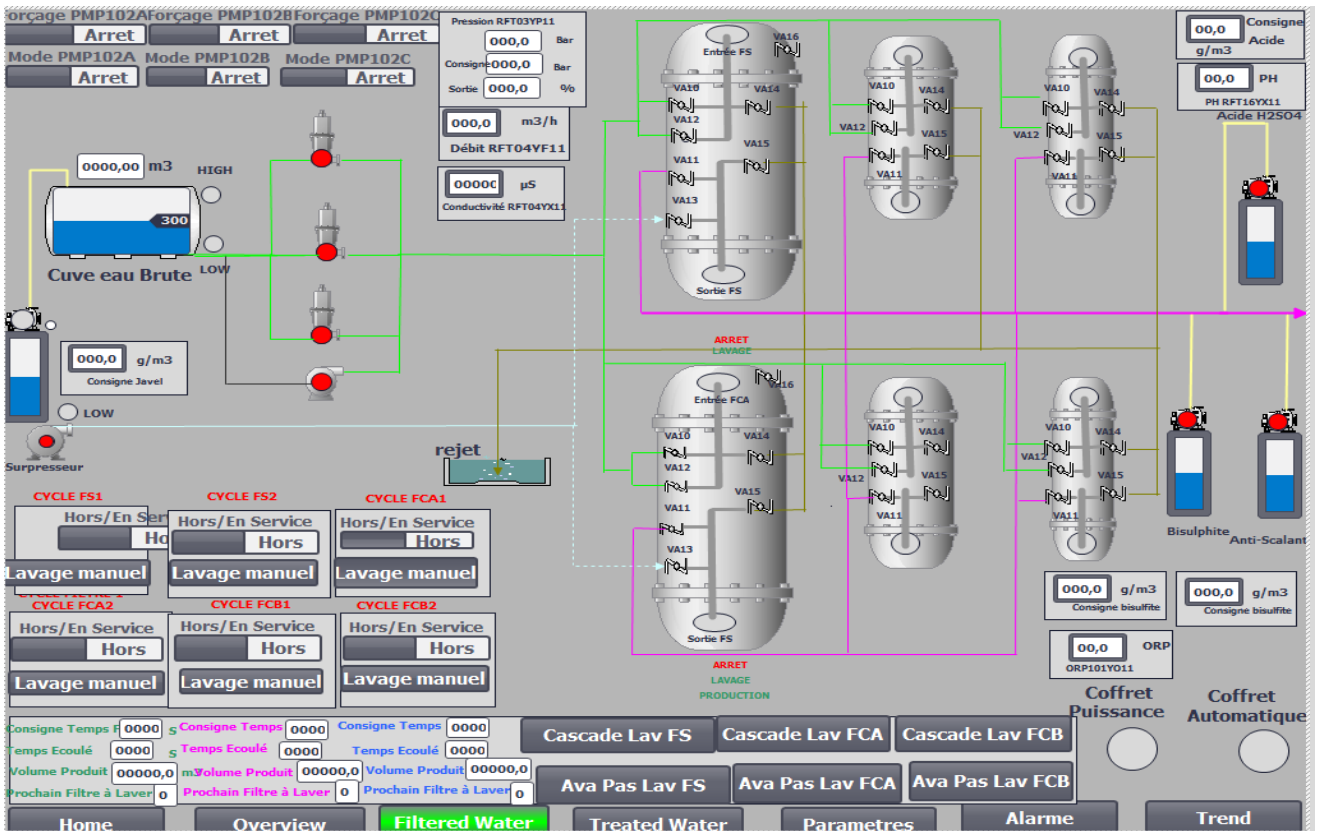


Figure 3.39 : Vue de la partie Lavage Eau filtrée

- Une vue nommée « Treated water », pour la surveillance de fonctionnement de la partie traitée et mitigeage.

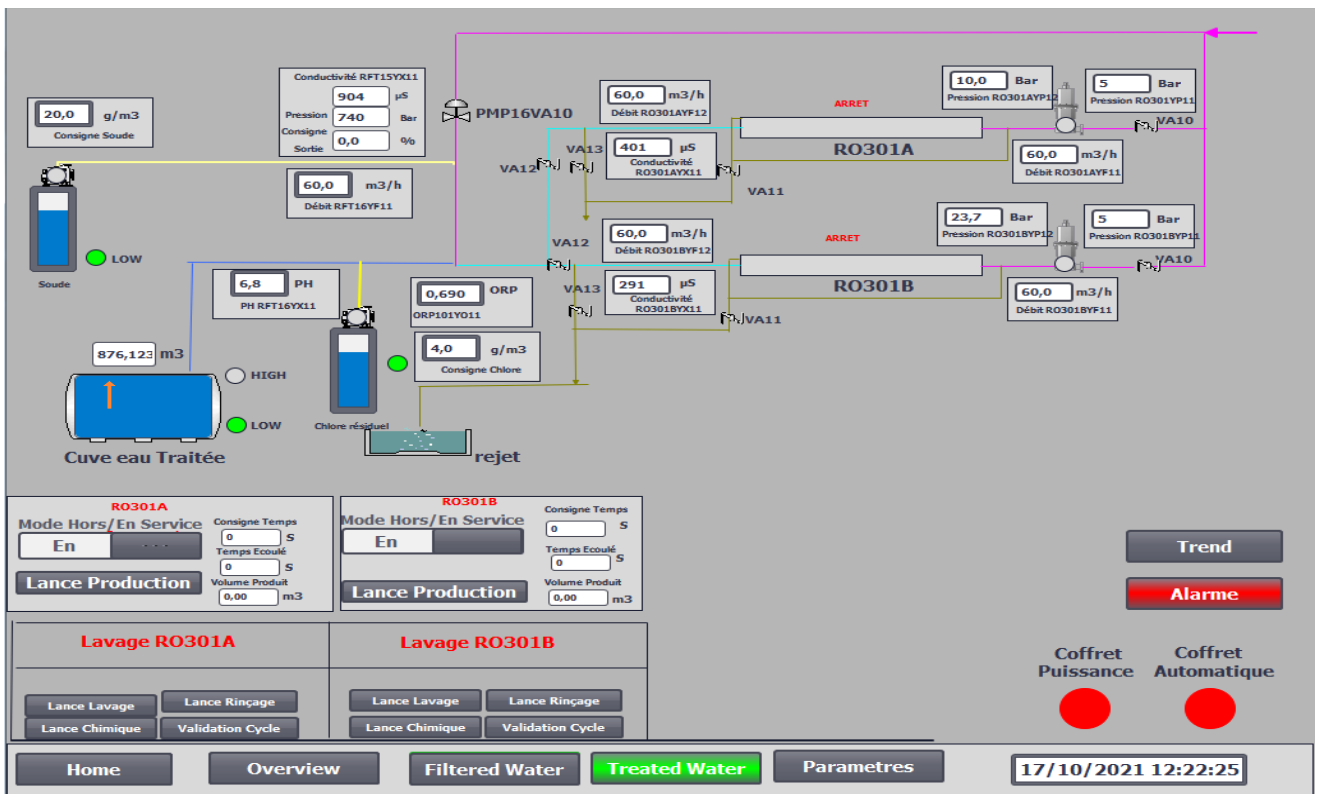


Figure 3.40 : Vue de la partie eau traitée

- Des sous-vues de « Trend » nommée « Raw Water Trend », « Treated Water Trend », « Osmoseurs 1 », « Osmoseurs 2 », et « Divers Trend ».

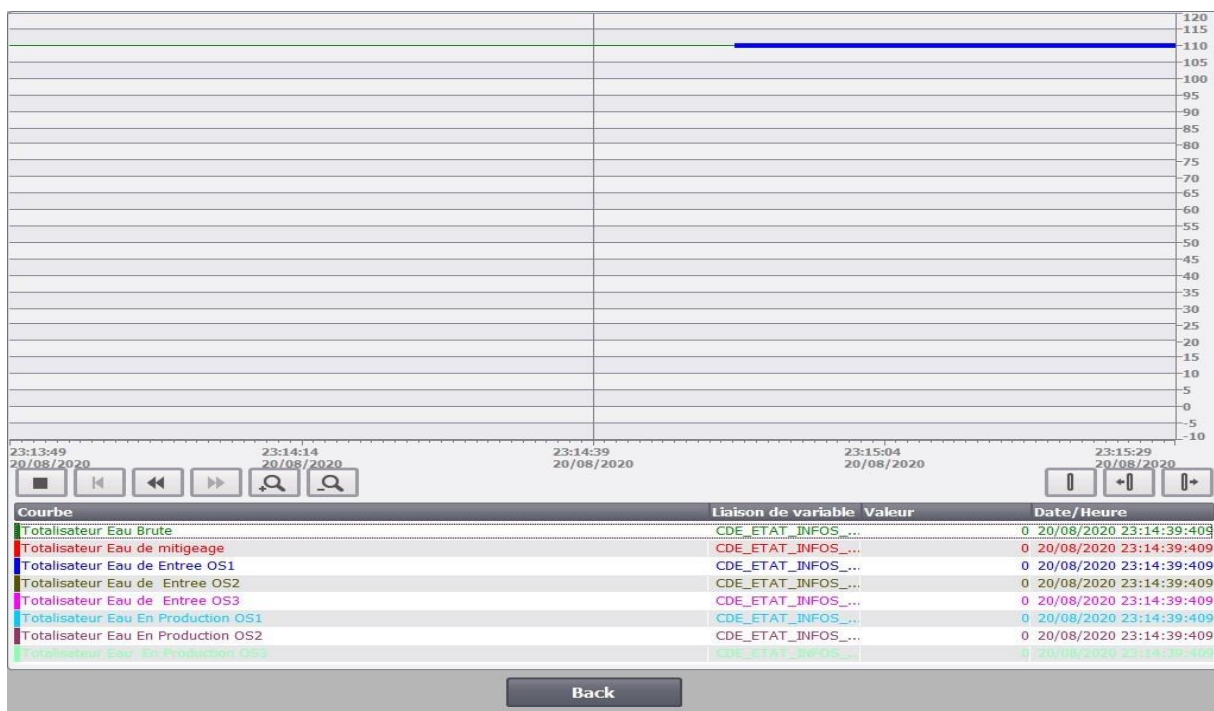


Figure 3.41 : Vue des courbes

- Des sous-vues de « Parametres » « Raw Water Parametres », « Filtered Water Parametres », « Osmoseurs Parametres » et « Divers Parametres », chaque paramètre est ajusté sur le site lors de la phase de mise en service en fonction des résultats d’analyses obtenus, afin d’optimiser l’ensemble du fonctionnement de l’installation.

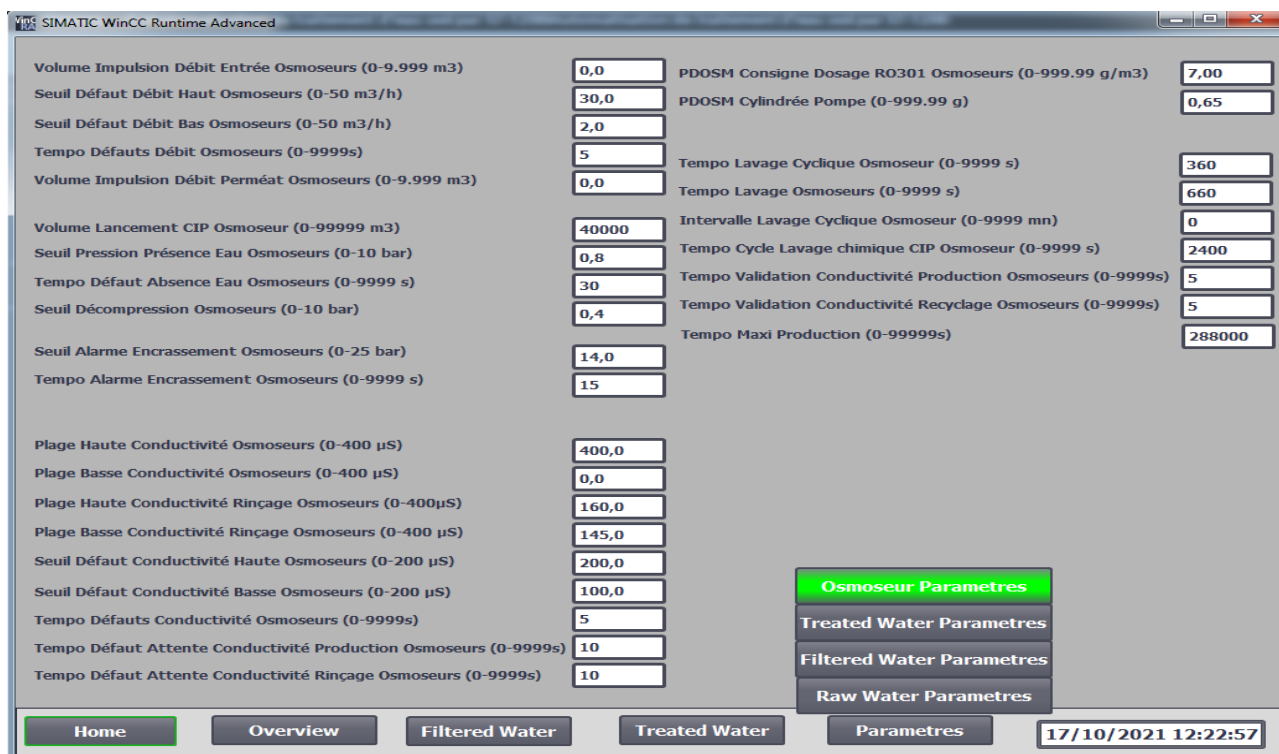


Figure 3.42 : Vue des paramètres osmoseur.

- Une vue nommée « Inhibition Defaults » permet d’inhiber l’ensemble des éléments (capteur), ou défauts de l’installation. Ceci permet de continuer à faire fonctionner l’installation en cas de rupture d’un capteur, en attendant son remplacement.



Figure 3.43 : Vue de l’inhibition des défauts

- Une vue « Alarme », Pour connaître le type de défaut dans le dysfonctionnement du système.

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
36	14:41:23	10/03/2020	AD	Demande Rinçage Osmoseur 3	0
59	14:26:02	10/03/2020	AD	WT12XF11 Défaut Pompe Doseuse AS461 Osmoseur 1	0
26	14:21:05	10/03/2020	A	PU10XF11 Défaut Pompe Doseuse Acide	0

Acquitté

Home Overview Filtered Water Treated Water Parametres 10/03/2020 15:14:05

Figure 3.44 : Vue des alarmes et défauts

3.9 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la description de la station de traitement des eaux usées, puis on a créé des graficets chaque un pour ça fonctionnalité pour simplifier a programmé en TIA Portal V16, ainsi que l’ensemble des technologies utilisées dans la phase de mise en œuvre, on a donné un aperçu de l’IHM (Interface Homme Machine) réalisée.

Conclusion générale

Dans notre travail on a réalisé la conception d'un programme pour l'automatisation et la supervision d'une station de traitement des eaux au sein de la société LAFARGE.

L'objectif principal de notre travail consiste à faire un système automatisé de la nouvelle unité de traitement des eaux par un langage de programmation sur TIA Portal V16 et la supervision avec WinCC qui est dedans, pour commander, contrôler par un automate programmable S7-1200.

Notre étude a été bien accomplie, nous avons obtenu des résultats satisfaisants.

Cette étude m'a permis aussi d'avoir une vision globale sur le côté professionnel et plus claire sur la cimenterie et son fonctionnement ainsi que le rôle d'un ingénieur en automatique, et de connaître les différents instruments et de me familiariser avec le matériel utilisé au niveau de la station et l'usine en général, et aussi dans le milieu industriel, la sécurité des personnes, environnement et équipements plus importants pour les entreprises.

J'ai pu approfondir mes connaissances sur les automates et en particulier Siemens et les variateurs des vitesses, et aussi j'ai découvert comment réaliser un programme :

- À l'aide du logiciel de programmation STEP 7 et TIA Portal.
- Créer une interface Homme/machine
- Utilisation de la communication Profinet.

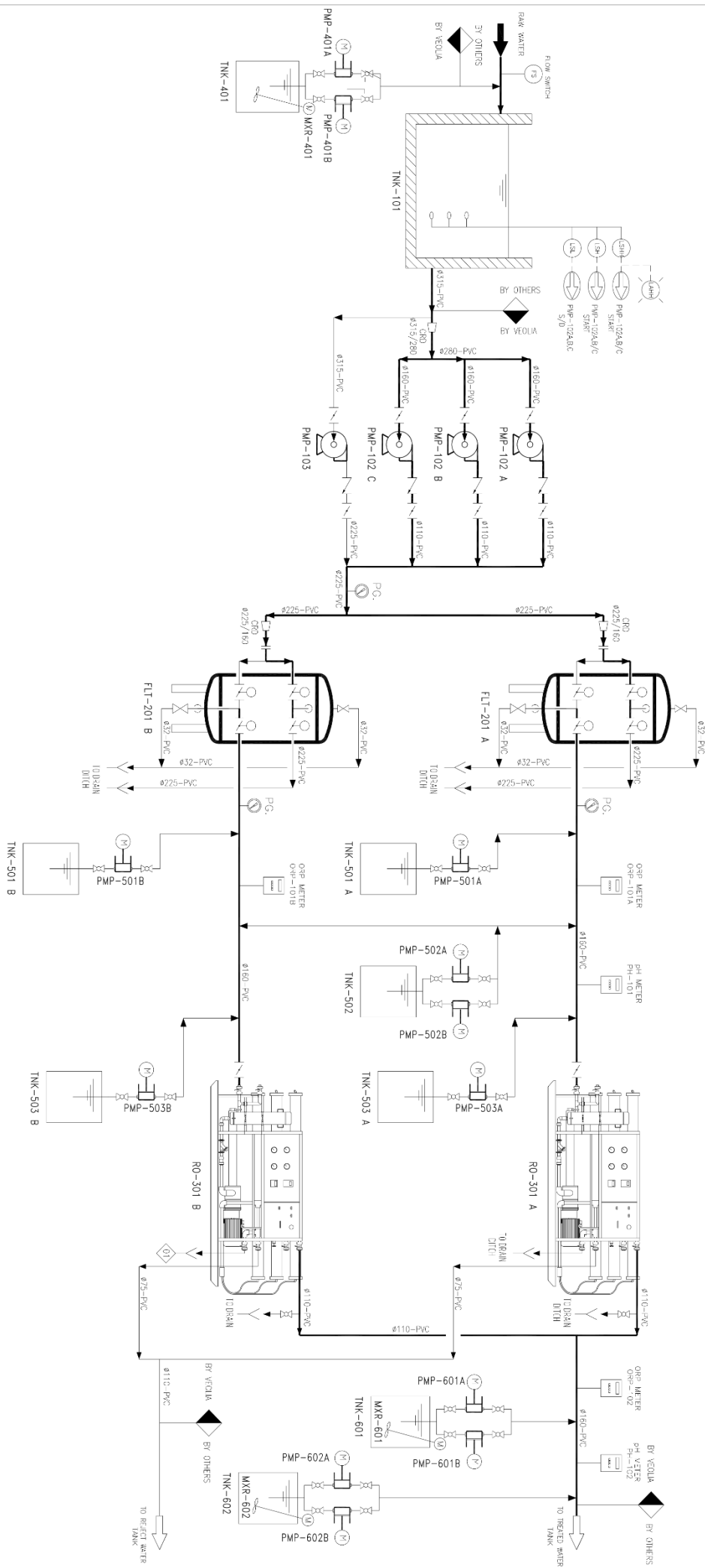
Finalement, j'ai acquis une expérience sur les systèmes de contrôle de procédés PCS qui est caractérisés par l'automatisation, la supervision, et la technique de communication par bus, une architecture évolutive unique et des propriétés exceptionnelles de SIMATIC PCS 7 (Process control system 7) standard, repose sur la convergence progressive des différents systèmes de contrôle-commande vers une nouvelle génération.

Références et bibliographies :

- [1] Documentation interne de la société des ciments LAFARGE- Oggaz « Présentation de l'entreprise ».
- [2] Documentation interne de la société des ciments LAFARGE - Oggaz « Zone cuisson ».
- [3] Documentation interne de la société des ciments LAFARGE -Oggaz « Analyse fonctionnelle de la zone cuisson ».
- [4] Les procédés de fabrication du ciment (Lafarge Ciments).
- [5] Process book de refroidisseur (Lafarge Ciments).
- [6] Documentation interne de LAFARGE « Station de traitement des eaux »
- [7] Documentation numérique de LAFARGE « VEOLIA WATER SYSTEMS Egypt 'CIBA-BWRO 1x1000-Quotation-29-8-06-F.pdf' »
- [8] Documentation numérique de Lafarge « VEOLIA WATER SYSTEMS Egypt 'CIBA-R.O.-Multimedia Filter FIB-FIT.pdf' »
- [9] Leentech – Water treatment <https://www.lenntech.fr/produits/produits-chimiques/produit-chimique-eau.htm>
- [10] Perrin J., Binet F., Dumery J.J., Merlaud C., Trichard J.P., “Automatique et informatique industrielle : Bases théoriques, méthodologiques et techniques”, Nathan Technique, ISBN 209179452-X, novembre 2004.
- [11] Jean-Dominique Mosser, Jean-Jacques Marchandeu, Jacques Tanoh, « sciences industrielles pour l'ingénieur », Dunod, Paris, 2015.
- [12] Philippe LE BRUN, Lycée Louis ARMAND, « Automates programmables », 1999.
- [13] Siemens, « S7-1200_System_Manual », Numéro de référence du document : A5E02486682-AG 03/2014.
- [14] Programmation de l'API SIMATIC S7-1200 avec TIA Portal <https://sti-monge.fr> › Initiation-1-TIA-Portal-MS
- [15] Documentation Siemens « Manuel S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC »
- [16] SIEMENS, documentation et manuel d'utilisation de TIA PORTAL V16 « SIEMENS, manuel produit TIA PORTAL V16 » 2018-2019.
- [17] P. JARGOT, « Langages de programmation pour API. Norme IEC 1131-3 », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8030.
- [18] Connecting a PC Station to an S7-1200 using WinCC RT Adv -ID: 39960679, V1.2, 07/2015.
- [19] Manuels SIEMENS, « WinCC flexible 2008 », SIMATIC HMI, 2008.
- [20] Manuel d'installation, d'utilisation et d'entretien du PLC S7-200 VEOLIA « WATER SYSTEMS CIBA EGYPT »

Annexe

RAW WATER TANK	RAW WATER FEED PUMPS	BACKWASH FEED PUMPS	MULTIMEDIA FILTERS	REVERSE OSMOSIS UNIT	PRE-CHLORINATION DOSING TANK	PRE-CHLORINATION DOSING PUMPS	PRE-CHLORINATION DOSING TANK MIXER	BISULPHITE DOSING TANK	BISULPHITE DOSING PUMPS	ACID DOSING TANK	ACID DOSING PUMPS
TKN-101	PMP-102 A/B/C	PMP-103	FLT-201 A/B	RO-301 A/B	TKN-401	PMP-401 A/B	MXR-401	TKN-501 A/B	PMP-501 A/B	TKN-502	PMP-502 A/B
Capacity : 200 lit	Q : 60 m ³ /hr H : 50 bar Power : 15 kW	Q : 250 m ³ /hr H : 50 bar Power : 25 kW	Dg : 3.00 mt H : 3.00 mt	Flow rate : 60 m ³ /hr Max. Pressure : 9 bar	Capacity : 200 lit	Q : 2 L/hr H : 10 bar Power : 30 W	Capacity : 200 lit	Capacity : 200 lit	Q : 2 L/hr H : 10 bar Power : 30 W	Capacity : 200 lit	Q : 10 L/hr H : 10 bar Power : 30 W



ANTI-SCALENT DOSING TANK	ANTI-SCALENT DOSING PUMPS	PH ADJUSTMENT DOSING TANK	PH ADJUSTMENT DOSING PUMPS
TKN-503 A/B	PMP-503 A/B	TKN-601	PMP-601 A/B
Capacity : 200 lit	Q : 7 L/hr H : 10 bar Power : 30 W	Capacity : 200 lit	Q : 7 L/hr H : 10 bar Power : 30 W

PH ADJUSTMENT DOSING TANK	PH ADJUSTMENT DOSING MIXER	POST-CHLORINATION DOSING TANK	POST-CHLORINATION DOSING PUMPS
TKN-601	MXR-601	TKN-602	PMP-602 A/B
Capacity : 200 lit	Capacity : 200 lit	Capacity : 200 lit	Q : 2 L/hr H : 10 bar Power : 30 W

VEOLIA WATER
Solutions & Technologies

7, St. 150 (Interpasse with St. 100) | Tel: (202) 3786972-378972-378973
Hodou, 11431 Cairo, EGYPT | Fax: (202) 3584752

The design shown on this drawing is the copyright and property of VEOLIA WATER SYSTEMS GROUP. It is not to be used, copied, or reproduced in any form without the prior written consent of VEOLIA WATER SYSTEMS GROUP. The design is provided on the understanding that it is not to be used for any other project without the prior written consent of VEOLIA WATER SYSTEMS GROUP.

CLIENT
ORASCOC CONSTRUCTION CO.

PROJECT
**CIBA HIGH BRACKISH WATER 2x1000 m³/day
RO DESALINATION PLANT**

TITLE	P&ID	
PROJECT No. **	DWG. NO. PPI-001	SCALE : NTS
NO.	DATE	DESCRIPTION
1	30/10/2006	FOR APPROVAL
0	17/10/2006	FOR APPROVAL
		DRAWN BY
		CHECKED BY

SHEET NO. : 1 OF 1
REV. NO. : 1