



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industrielle

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
DJAMAI ELHADJ & BOULEGROUN TALHA

Le : Mardi 03 juin 2025

Automatisation et Supervision d'un Système de traitement d'eau par l'Automate programmable Industrielle S7-1200 (Usine Cimenterie CILAS)

Jury :

Dr	GUETAL LEMYA	M.C.B	Université de Biskra	Président
Dr	OUERHLANT SALOUA	M.C.B	Université de Biskra	Examineur
Dr	MECHGOUG RAIHANE	Prof	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2024/2025



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industrielle

Réf. : Entrez la référence du document

Automatisation et Supervision d'un Système de traitement d'eau par l'Automate programmable Industrielle S7-1200 (Usine Cimenterie CILAS)

Le : Mardi 03 juin 2025

Présenté par :

DJAMAI ELHADJ & BOULEGROUN TALHA

Avis favorable de l'encadreur :

Prof. MECHGOUG RAIHANE

Signature Avis favorable du Président du Jury

Cachet et signature

RESUMES

Ce travail, réalisé à l'usine de ciment Cilas, porte sur l'étude d'un système de traitement de l'eau. Le but est d'automatiser et de superviser ce système. Pour cela, on a utilisé un automate S7-1200, programmé avec le logiciel TIA Portal V13, et on a testé le programme directement sur la station. Une interface Homme-Machine (IHM) a aussi été créée avec le logiciel WinCC, intégré dans TIA Portal V13, pour permettre à l'opérateur de voir et suivre le fonctionnement du système en temps réel.

Abstract

This project, carried out at the Cillas cement plant, focused on the automation and monitoring of a water treatment system using an S7-1200 PLC and TIA Portal V13 software. The program was tested directly on the station. A Human-Machine Interface (HMI) was also created using WinCC software, integrated into TIA Portal V13, to allow the operator to monitor and monitor system operations in real time.

ملخص

يتناول هذا العمل، المنجز في مصنع الإسمنت "Cilas"، دراسة نظام معالجة المياه. الهدف هو أتمتة ومراقبة هذا النظام. ولهذا الغرض، استخدم المتحكم الآلي S7-1200 المبرمج بواسطة برنامج TIA Portal V13، وتم اختبار البرنامج مباشرةً على المحطة. كما تم إنشاء واجهة رجل-آلة (IHM) باستخدام برنامج WinCC المدمج ضمن TIA Portal V13، وذلك لتمكين المشغل من متابعة سير عمل النظام في الزمن الحقيقي.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie tout particulièrement Madame Machgoug Rihane, mon encadrante, pour son accompagnement, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de ce travail.

Je remercie également les ingénieurs de l'usine CILAS, en particulier Monsieur Rais Abdelbasset, Monsieur Mohamed Sedik, Monsieur Abdelkader Henni, Monsieur Ben Aalehm Ibrahim, Monsieur Saad Hicher et Monsieur Mostefa Chaheb, pour leur accueil chaleureux, leur assistance technique et les précieuses informations qu'ils m'ont fournies.

J'adresse ma reconnaissance à Monsieur Khenfri Foued, pour son soutien, ses conseils éclairés et l'aide précieuse qu'il m'a apportée tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Un grand merci à ma famille et à mes amis pour leur soutien moral tout au long de mes études.

Enfin, je remercie toute personne ayant, de près ou de loin, contribué à l'avancement et à la réussite de ce projet.

Dédicaces

À ma chère mère, Pour ton amour inépuisable, ton courage et ton soutien indéfectible.

Tu es ma plus grande source d'inspiration.

À mon père, Pour ta sagesse, ta patience et ta confiance en moi. Tu m'as appris la valeur du travail et de l'endurance.

À mon frère, Pour ton appui constant, ton écoute et ta bonne humeur, qui m'ont toujours aidé à garder le cap.

À mes soeurs, Pour votre tendresse, vos encouragements et votre présence rassurante tout au long de ce parcours.

À mes amis, Pour votre amitié sincère, votre soutien moral et les moments partagés qui ont rendu cette aventure plus légère et agréable.

À mes professeurs, Pour la qualité de votre enseignement, vos conseils avisés et votre accompagnement tout au long de ma formation.

Aux ingénieurs Votre disponibilité, votre expertise et vos conseils pratiques ont été essentiels à la réussite de mon stage et à la réalisation de ce mémoire. Je vous remercie sincèrement pour votre encadrement bienveillant et enrichissant.

À vous tous, Ce mémoire est le fruit d'un parcours collectif. Il vous est dédié avec toute ma gratitude et mon respect.

Dédicaces

À ma chère famille, source inépuisable d'amour, de soutien et d'inspiration,
À mes parents bien-aimés, pour leurs sacrifices et leur confiance en moi,
À mes frères et sœur, pour leur présence rassurante à chaque étape,
À mes amis fidèles, pour leur encouragement et leur complicité,
Je dédie ce projet avec toute ma gratitude et mon affection

Table des matières

RESUMES

Abstract

REMERCIEMENTS

Dédicaces

Dédicaces

Introduction Générale 1

CHAPITRE I : Aperçu Générale sur le système de traitement d'eau

I.1 Introduction	2
I.2 À propos de l'usine Cilas	2
I.2.1 Historique de l'usine	2
I.2.2 Généralité sur CILAS	2
I.3 Traitement de l'eau	3
I.3.1 Définition de l'eau et processus de traitement :	3
I.3.2 Raisons du recours au traitement de l'eau :	3
I.3.3 Importance du traitement de l'eau :	4
I.3.4 Méthodes de traitement de l'eau :	4
I.4 Description du Fonctionnement de l'Unité de Traitement d'Eau (CILAS) :	5
I.5 Matériel utilisé :	7
I.5.1 Cuve de stockage de l'eau	7
I.5.2. Capteur de niveau FMX 167 Mesure de niveau hydrostatique : . . .	7
I.5.3 Osmoseur	8
I.5.4 La filtration sur charbon	9
I.5.5. Pompe doseuse électromagnétique	10
I.5.6. Palettes de rétention avec bac de dosage	11
I.5.7. Pompe multicellulaire verticale avec raccords en ligne	12
I.5.8. Le Capteur de pression MBS 3000	13
I.5.9. Transmetteur de mesure pH et conductivité	14
I.5.10 Un débitmètre électromagnétique WATERFLUX 3000 avec convertisseur de mesure IFC 100	15
I.6 Conclusion	15

CHAPTER II : Automate Programmable Industriel S7-1200 et Logiciel de Programmation TIA Portal

II.1 Introduction	16
II.2 Historique de l'automatisation	16
II.3 Système automatisé	16
II.3.1 Définition	16
II.3.2 Objectives d'un système automatisé	16
II.3.3 Architecture d'un système automatisé	17
II.4 automate programmable industriel (API)	18
II.4.1 Définition	18
II.4.2 Architecture d'un API	18
II.4.3 Principaux fabricants d'automates programmables	19
II.5 Description de l'Automate S7-1200	19
II.5.1 Choix de la CPU	21
II.5.2 Les modes de fonctionnement de la CPU sont	22
II.5.3 Possibilités d'extension de la CPU	22
II.5.4 Les types de capture	23
II.6 description de tia portale	24
II.6.1 Vue du portail et vue du projet	24
II.6.2 Configuration des plages d'adresses pour les E/S TOR et Analogiques	25
II.6.3 Enregistrement et compilation de la configuration matérielle	26
II.6.4 Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil	26
II.6.5 Chargement de la configuration dans la simulation PLCSIM (facultatif)	27
II.6.6 Langage de programmation LADDER	28
II.7 Généralités sur la supervision	29
II.7.1 Interface homme machine HMI	29
II.7.2 Présentation du logiciel WinCC COMFORT	29
II.7.3 Interface utilisateur	30
II.7.4 Intégration dans SIMATIC TIA PORTAL	30
II.7.5 Fonctionnalité RUNTIME	30
II.7.6 Alarmes et messages	31
II.8 Conclusion	31

CHAPTER III : Automatisation et Supervision de la Station de Traitement d'eau

III.1 Introduction	32
III.2 Présentation des différentes phases du processus d'installation	32
III.3 Cahier de charge	33
III.4 Grafset	33
III.5 Structure Globale du Programme Automate	34
III.5.1 Les entrées et les sorties	34

III.5.2 table des variables	39
III.5.3 Les blocs de programme	39
III.5.4 Fonctionnement de la partie eaux filtrée	48
III.5.5 Description de la partie eaux traitée (osmoseurs)	55
III.5.6 Mitigeage	65
III.6 La réalisation de la Fenêtre HMI	67
III.6.1 La table des variables HMI	67
III.6.2 Les vues	67
III.7 Conclusion	72
Conclusion Générale	73
BIBLIOGRAPHIE	

Tableau des figures

1	Figure I-1-Usine CILAS	2
2	Figure I-2-methode de traitement par osmose inverse (RO) [3]	4
3	Figure I-3-Methode de traitement thermique [3]	5
4	Figure I-4-Methode de traitement électrique (ED) [3]	5
5	Figure I-5-Cuve de stockage	7
6	Figure I-6-Capteur de niveau	8
7	Figure I-7-osmoseur	9
8	Figure I-8-filtres à charbon	10
9	Figure I-9-Pompe doseuse électromagnétique	11
10	Figure I-10-Palettes de rétention avec bac de dosage	12
11	Figure I-11-Pompage efficace et fiable grâce à sa conception multicellulaire.	13
12	Figure I-12-Capteur de pression	14
13	Figure I-13-Transmetteur de mesure pH et conductivité	14
14	Figure I-14-Transmetteur de mesure PH	15
15	Figure II.1 strucutre d'un systeme automatise	18
16	Figure II.2 architecture d'un api	19
17	Figure II.3 API S7-1200	21
18	Figure II.4 Mode de fonctionnement	22
19	Figure II.5 Les modules de S7-1200	23
20	Figure II.6 Vue Portail	25
21	Figure II.7 Vue Projet	25
22	Figure II.8 Configuration des plages d'adresses E/S	26
23	Figure II.9 Compilation	26
24	Figure II.10 Chargement de configuration dans le CPU	27
25	Figure II.11 Chargement de la configuration dans le PLCSIM	27
26	Figure II.11 Démarrer la simulation	28
27	Figure II.12. Tableau des variables	28
28	Figure II.12 Fenêtre WINCC	30
29	Figure III.1 Phases du processus d'installation	32
30	Figure III.2 Grafcet Globale la commande de la station de traitement d'eau	33
31	Figure III.3 Table des variables	39
32	Figure III.4 Blocs du programme	40
33	Figure III.5 Vue globale du OB1	41
34	Figure III.6 block de démarrage OB100	42
35	Figure III.7 block FB200 et son Réseau 1	42
36	Figure III.8 Vue globale du FB210	43
37	Figure III.9 Réseau 1 du block FB220	43

38	Figure III.10 Interface du bloc FB300	44
39	Figure III.11 Block FB201 gestion defaults	45
40	Figure III.12 Réseau 1 du block FB201 RAZ Defaults	45
41	Figure III.13 Réseau 16 Alarme conductivite Haute Eau brute PU04YX11	46
42	Figure III.14 Réseau 17 du block FB201	46
43	Figure III.15 Réseau 35 du block FB201	47
44	Figure III.16 Vue globale du block FC240 Gestion Sorties Autoamte . . .	48
45	Figure III.17 Réseau 10 gestion Cycles FCA1 du block FB200	49
46	Figure III.18 Gestion production filter a charbon 1	49
47	Figure III.19 Grafcet activation filters a charbon	50
48	Figure III.20 Gestion lavage filter a charbon 1	51
49	Figure III.21 Grafcet gestion lavage FCA	52
50	Figure III.22 Réseau 5 Etape 2 lancement lavage filter	53
51	Figure III.23 Réseau 11 lavage FCA etape 1 vidange	53
52	Figure III.24 Réseau 12 lavage FCA etape 2 Detassage air	54
53	Figure III.25 Réseau 13 lavage FCA etape 3 Detassage Eau	54
54	Figure III.26 Réseau 14 lavage FCA etape 4 Rincage	55
55	Figure III.27 Arret filtre a charbon	55
56	Figure III.28 Gestion Cycles Osmoseur 1	57
57	Figure III.29 Grafcet Production Osmoseurs	58
58	Figure III.30 Reseau 4 Osmoseur 1 production etape 3	59
59	Figure III.31 Grafcet lavage Osmoseur	60
60	Figure III.32 reseau 8 tape 1 lavage	60
61	Figure III.33 Grafcet CIP Osmoseur	62
62	Figure III.34 Reseau 13 OSC 1 etape 2 marche popmpe CIP	62
63	Figure III.35 Grafcet Rincage Osmoseurs	64
64	Figure III.36 Reseau 14 OSC 1 etape 3 Lancement rincage	64
65	Figure III.37 Reseau 17 OSC 1 etape 2 rincage	65
66	Figure III.38 Gestion d'arret Osmoseur	65
67	Figure III.39 Reseau 19 Validation Ouverture Eeu de Mitigeage	66
68	Figure III.40 Reseau 20 Gestion Eau de Mitigeage	66
69	Figure III.41 Table des variables IHM	67
70	Figure III.42 Les vues utilisée dans notre hmi	68
71	Figure III.43 Interface principale appelée Home	69
72	Figure III.44 Vue général de la station	69
73	Figure III.45 Vue de la partie eau filtrée	70
74	Figure III.46 Vue de la partie eau traitée	70
75	Figure III.47 Vue des paramètres eaux traitées	71
76	Figure III.48 Vue de l'inhibition des défauts	72

Tableau des tableaux

1	Tableau II.1 Comparaison des différents modèles de CPU S7-1200	22
2	Tableau III.1 : Les entrées TOR	35
3	Tableau III.2 : Les Sorties TOR	37
4	Tableau III.3: Entrées ANALOGIQUES	38
5	Tableau III.4 : Sorties analogiques	39

Introduction Générale

L'industrie moderne s'oriente de plus en plus vers l'automatisation afin d'améliorer la productivité, la sécurité, et la fiabilité des installations. Dans ce contexte, les automates programmables industriels (API) sont devenus des outils indispensables pour le pilotage et la supervision des processus industriels. Ils permettent une gestion plus souple et efficace, avec un gain de temps important, une meilleure détection des erreurs, et une grande précision dans les opérations.

Le traitement de l'eau est une étape clé dans de nombreuses industries, notamment dans la cimenterie, où la qualité de l'eau impacte directement la performance des machines et la qualité du produit final. Pour cela, l'automatisation de la station de traitement d'eau devient essentielle afin d'assurer un fonctionnement continu, sécurisé et contrôlé de toutes les étapes de purification.

L'objectif de notre projet est donc de concevoir et programmer un système automatisé pour une station de traitement d'eau au sein de l'usine CILAS, en utilisant l'automate Siemens S7-1200 et le logiciel TIA Portal V13. Ce travail comprend la gestion des entrées/sorties, le contrôle des différents équipements (pompes, électrovannes, capteurs...), ainsi que la supervision via une interface HMI qui permet un suivi en temps réel.

Pour cela, notre mémoire est structuré en trois chapitres :

✿ Le premier chapitre donne une vue d'ensemble sur la station de traitement d'eau, ses fonctions principales et son rôle dans l'environnement industriel de l'usine CILAS.

✿ Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de l'automate S7-1200 et du logiciel TIA Portal V13, avec une explication des concepts de base liés à l'automatisation et la supervision.

✿ Le troisième chapitre est la partie pratique, où nous décrivons les étapes de la programmation, les organes de commande et de détection, ainsi que l'interface HMI développée pour piloter la station.

✿ Nous finirons par une conclusion générale sur les résultats obtenus, les connaissances assimilées durant ce projet.

CHAPITRE I :

Aperçu Générale sur le système de traitement d'eau

I.1 Introduction

Le ciment est l'un des matériaux fondamentaux du secteur de la construction. Il joue un rôle crucial dans la construction, la rénovation et l'amélioration des infrastructures et des bâtiments. De plus, il constitue un élément stratégique de l'économie mondiale, car de nombreux pays rivalisent pour sa production et son exportation en raison de son importance dans le développement urbain et industriel.

En Algérie, plusieurs usines sont spécialisées dans la production de ciment, parmi lesquelles l'usine Cilas, située dans la wilaya de Biskra, qui représente un pilier majeur de cette industrie. Ce Chapitre présente un aperçu générale sure l'usine plus spécialement sur le système de traitement d'eau le sujet de ce travail

I.2 À propos de l'usine Cilas

I.2.1 Historique de l'usine

Le lancement des opérations de la cimenterie CILAS à Biskra a débuté le 15 juillet 2016 avec la mise en service du four, soit 11 jours avant la date d'exploitation prévue. Il est nécessaire de rappeler que CILAS Biskra est le fruit d'un partenariat stratégique exceptionnel, établi dans le cadre de la règle d'investissement 49/51, entre le groupe international LafargeHolcim, leader mondial des matériaux de construction, et le groupe industriel Saouakri Frères.

Dotée d'une chaîne de production d'une capacité annuelle de 2,7 millions de tonnes, cette cimenterie produit trois types de ciment : **Sarie, Matine et Chamil**. Elle est structurée en trois principaux secteurs : financier, industriel et commercial [1].



Figure I-1-Usine CILAS

I.2.2 Généralité sur CILAS

L'usine CILAS est une cimenterie de classe mondiale visant à devenir la référence sur le marché du sud de l'Algérie. Avec une vision claire, elle aspire à l'excellence opérationnelle

à travers toute la chaîne de valeur, incluant une production annuelle de 2,7 millions de tonnes de ciment en vrac et en sacs. L'usine adopte une stratégie centrée sur le client, avec des améliorations logistiques pour réduire les coûts et les délais de livraison.

Les valeurs fondamentales de CILAS incluent la santé et la sécurité, avec un objectif de zéro accident parmi les employés et les sous-traitants, ainsi que la promotion d'une culture de bonnes pratiques. L'usine place son équipe au cœur de la performance, en attirant, développant et retenant les talents. L'intégrité, basée sur le courage, la responsabilité, la transparence et le respect, guide les actions quotidiennes de l'entreprise.

L'investissement dans l'usine s'élève à 35 milliards de dinars algériens, réalisé en 21 mois sans aucun accident. Avec une capacité de production de 2,7 millions de tonnes par an, CILAS offre 640 emplois permanents. L'usine utilise des technologies avancées pour réduire la consommation de gaz de 20 % et d'électricité de 35 %, contribuant ainsi à minimiser son empreinte environnementale en termes d'eau, de bruit et de poussière [1].

I.3 Traitement de l'eau

I.3.1 Définition de l'eau et processus de traitement :

L'eau est un élément essentiel de la vie quotidienne, représentant une partie intégrante des besoins humains ainsi que des activités industrielles et agricoles. Elle est également un composant clé dans la fabrication de nombreuses ressources vitales, comme l'industrie du ciment, qui dépend fortement de l'eau pour ses processus de production et de refroidissement.

Le traitement de l'eau est un processus visant à éliminer les sels, les minéraux et les impuretés de l'eau salée, comme l'eau de mer ou les eaux souterraines salines, afin de la rendre propre à la consommation humaine ou à des usages agricoles et industriels. Ce procédé représente une solution stratégique pour faire face à la rareté des ressources en eau douce dans de nombreuses régions du monde, contribuant ainsi à fournir une source d'eau durable.

I.3.2 Raisons du recours au traitement de l'eau :

1. **Rareté des sources d'eau douce** : Avec l'augmentation de la population et l'expansion urbaine, les ressources naturelles en eau douce deviennent limitées et insuffisantes pour répondre à la demande croissante.
2. **Changements climatiques** : La hausse des températures et les changements climatiques ont entraîné une réduction des précipitations et l'assèchement de certaines sources d'eau.

3. **Pollution environnementale** : La pollution industrielle et agricole contribue à la détérioration de la qualité de l'eau, augmentant ainsi le besoin en sources d'eau pure.
4. **Besoins industriels croissants** : De nombreuses industries, telles que celle du ciment, nécessitent de l'eau purifiée pour leurs processus de production, rendant essentielle la disponibilité d'eau traitée.

I.3.3 Importance du traitement de l'eau :

1. **Assurer la durabilité des ressources hydriques** : Les processus de traitement garantissent des sources d'eau durables pour les générations présentes et futures.
2. **Soutenir le développement économique** : En fournissant l'eau nécessaire aux activités industrielles et agricoles.
3. **Améliorer la qualité de vie** : En assurant un approvisionnement en eau potable et utilisable au quotidien.
4. **Réduire la dépendance aux eaux souterraines** : Ce qui contribue à préserver cette ressource vitale contre l'épuisement.

I.3.4 Méthodes de traitement de l'eau :

1. **traitement par osmose inverse (RO)** : Cette méthode repose sur le passage de l'eau salée à travers des membranes semi-perméables pour éliminer les sels et les impuretés [3].

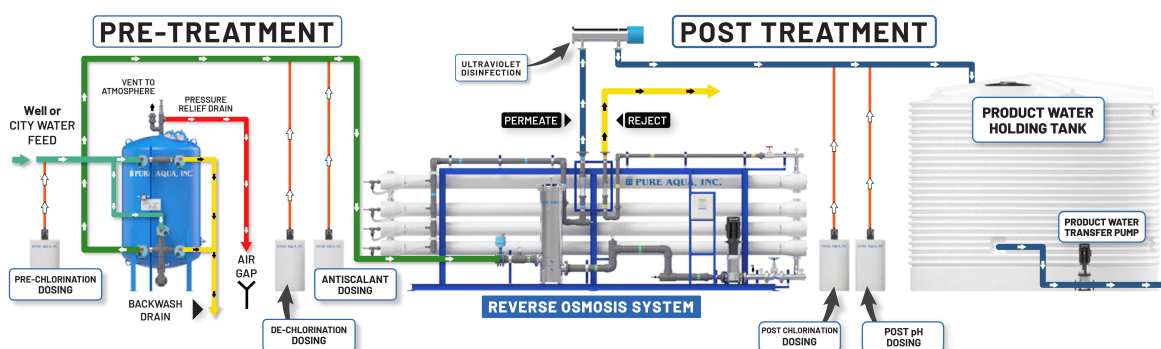


Figure I-2-methode de traitement par osmose inverse (RO) [3]

2. **traitement thermique** : Comprend des techniques comme la distillation multi-effet (MED) et la distillation flash multi-étagée (MSF), où l'eau est évaporée puis séparée des sels [3].

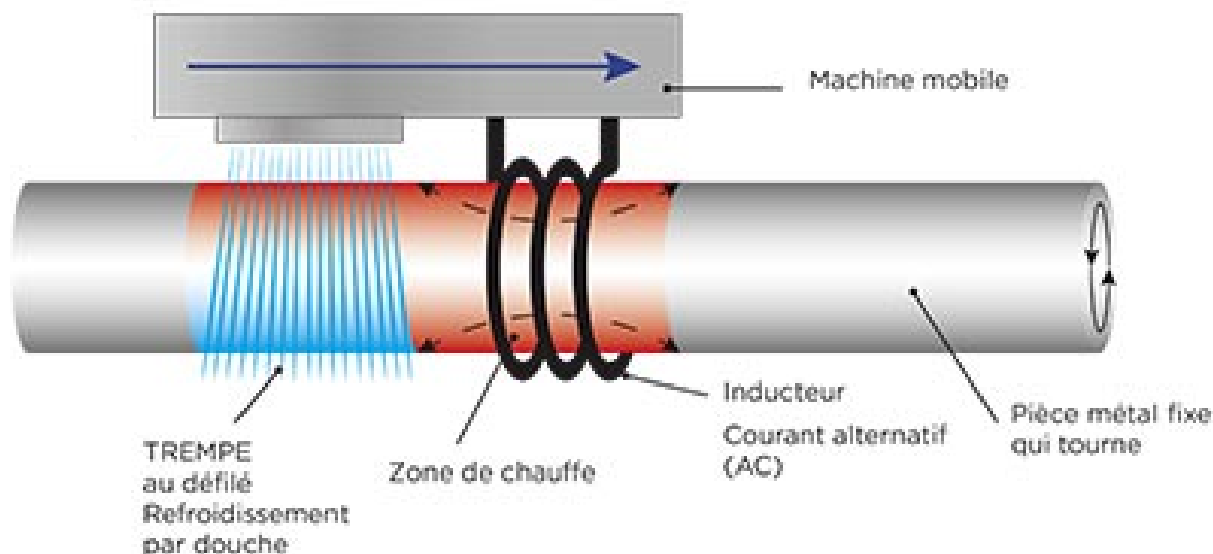


Figure I-3-Methode de traitement thermique [3]

3. **traitement électrique (ED)** : Utilise le courant électrique pour séparer les ions et les sels de l'eau [3].



Figure I-4-Methode de traitement électrique (ED) [3]

I.4 Description du Fonctionnement de l'Unité de Traitement d'Eau (CILAS) :

1. **Alimentation et Stockage Initial** : Les eaux provenant des forages sont dirigées vers une cuve tampon d'eau brute d'une capacité de 100 m^3 . Cette cuve joue un rôle essentiel en égalisant les variations de la demande instantanée et en assurant un débit constant sur les forages.

2. **Traitement Initial par Chloration** : L'eau entrant dans la cuve est soumise à une chloration initiale, avec un taux de chlore résiduel compris entre 0,5 et 0,8 ppm. Cette opération permet d'oxyder les matières organiques, les métaux et d'éliminer les microorganismes. Le temps de contact nécessaire pour une désinfection efficace est de 1 heure et 30 minutes. La chloration est effectuée par injection proportionnelle de javel en fonction du volume d'appoint d'eau [4].
3. **Pompage et Distribution** : L'eau traitée est reprise par un système de pompage composé de deux pompes parallèles fonctionnant en cascade selon la demande. Cette configuration assure le maintien d'une pression constante dans le réseau de distribution [4].
4. **Filtration sur Charbon Actif** : L'eau est ensuite filtrée à travers des filtres à charbon actif afin d'éliminer les matières en suspension et le chlore résiduel, protégeant ainsi les membranes d'osmose inverse. Les caractéristiques de cette étape sont les suivantes [4] :
 - a. Capacité de déchloration adaptée pour des chlurations renforcées si nécessaire (1 à 1,5 ppm).
 - b. Capacité à réduire la turbidité de l'eau.
 - c. Utilisation de charbon actif spécifique pour traiter les eaux contenant des MES jusqu'à 15 mg/l.
 - d. Trois filtres automatiques en fonctionnement parallèle avec régénération en cascade.
 - e. Seuil de filtration de 10 μm , complété par des filtres à cartouches de 5 μm et 1 μm .
5. **Préparation à l'Osmose Inverse** : L'eau subit une régulation du pH et un traitement avec un antiscalant pour prévenir l'entartrage des membranes. Cette préparation permet d'adapter le traitement en fonction des variations de qualité de l'eau brute [4].
6. **Traitement par Osmose Inverse** : Trois osmoseurs d'une capacité de 16 m^3/h chacun sont utilisés pour réduire la salinité de l'eau. La production cible est de 40 m^3/h . Caractéristiques de fonctionnement [4] :
 - a. Démarrage progressif des osmoseurs en fonction du niveau de la cuve tampon d'eau traitée.
 - b. Rotation de la priorité de démarrage pour équilibrer les heures de fonctionnement.
 - c. Maintenance préventive tous les trois mois pour prévenir la cristallisation dans les membranes.

7. Mitigeage et Finalisation du Traitement : Mitigeage et Finalisation du Traitement

Le mitigeage de l'eau est effectué avec de l'eau brute déchlorée et filtrée. Le skid de mitigeage est équipé d'une vanne automatique modulante asservie à la mesure de la conductivité de l'eau traitée [4] :

- a. L'eau traitée, mélange d'eau osmosée et d'eau de mitigeage, est stockée dans la cuve tampon. Le traitement final comprend :
- b. Stérilisation par filtre UVc.
- c. Chloration rémanente par injection de javel.
- d. Correction du pH à la neutralité (pH=7) par injection de soude.

I.5 Description du Martial utilisée dans le système de traitement d'eau :**I.5.1 Cuve de stockage de l'eau**

L'eau, brute ou traitée, doit être stockée dans une cuve de 100 m^3 pour assurer l'alimentation de la station de traitement ou de la chaîne de production en cas de panne [5].



Figure I-5-Cuve de stockage

I.5.2 . Capteur de niveau FMX 167 Mesure de niveau hydrostatique :

Le Capteur de niveau FMX167 est un capteur de pression utilisé pour mesurer le niveau d'eau [5].



Figure I-6-Capteur de niveau

Principaux avantages :

- * Résistant aux chocs et aux produits agressifs.
- * Capteur précis, robuste et durable.
- * Protégé contre les conditions climatiques grâce à une électronique étanche et un système de filtration.
- * Signal de sortie 4-20 mA avec protection contre les surtensions.
- * Mesure à la fois le niveau et la température avec une sonde en option.
- * Convient pour une utilisation dans l'eau.

I.5.3 Osmoseur

Osmoseur inverse utilise une membrane spéciale qui laisse passer l'eau tout en retenant la plupart des impuretés et sels dissous. Seules quelques petites molécules similaires à l'eau peuvent traverser.

Lorsqu'une membrane sépare une eau très salée d'une eau moins salée, l'eau a tendance à se déplacer naturellement vers la zone la plus concentrée pour l'équilibrer (osmose directe).

Pour empêcher ce phénomène et forcer l'eau à traverser la membrane dans l'autre sens, on applique une pression sur l'eau à filtrer. La pression nécessaire pour équilibrer ce processus est appelée pression osmotique [5].



Figure I-7-osmoseur

Principaux avantages :

- ✿ Élimine efficacement les impuretés et les sels dissous.
- ✿ Utilise une membrane semi-perméable performante.
- ✿ Fonctionne grâce à une pression appliquée pour un meilleur filtrage.
- ✿ Fournit une eau plus pure et adaptée à différentes utilisations.

I.5.4 La filtration sur charbon

La filtration sur charbon actif permet d'éliminer les matières organiques, le chlore résiduel, ainsi que les goûts et les odeurs indésirables.

Pour être efficace, le filtre doit avoir une hauteur d'au moins 1,20 m afin d'absorber un maximum d'impuretés. Le charbon actif est fabriqué à partir de houille broyée, compressée et chauffée à haute température (900 1000°C) avec de la vapeur d'eau. Il est idéal pour purifier, nettoyer et séparer les substances présentes dans l'eau.

Le filtre doit être nettoyé régulièrement en fonction de l'accumulation des impuretés, ce qui se vérifie par la différence de pression entre l'entrée et la sortie. Le nettoyage se fait avec un contre-courant d'eau osmosée et une légère pression d'air comprimé [5].



Figure I-8-filtres à charbon

Principaux avantages :

- ✿ Élimine le chlore, les mauvaises odeurs et les matières organiques.
- ✿ Utilise du charbon actif performant pour une meilleure purification.
- ✿ Adapté aux procédés de filtration et de séparation des impuretés.
- ✿ Se nettoie facilement grâce à un système de contre-courant.

I.5.5. Pompe doseuse électromagnétique

La pompe doseuse électromagnétique fonctionne grâce à une série de pulsations qui créent un champ électromagnétique. Un ressort ramène ensuite le système en position initiale, générant un mouvement linéaire de va-et-vient.

Ce mouvement est transmis à une membrane via un piston, ce qui change le volume de la chambre de pompage. Cette variation de volume, associée au fonctionnement des

clapets d'aspiration et de refoulement, permet d'assurer un débit régulier du liquide pompé [5].



Figure I-9-Pompe doseuse électromagnétique

Principaux avantages :

- * Facile à entretenir et à utiliser.
- * Assure un dosage précis et régulier des liquides.
- * Fonctionne avec un système électromagnétique fiable.
- * Mécanisme simple avec peu d'usure.

I.5.6. Palettes de rétention avec bac de dosage

Ce système comprend un bac doseur gradué en polyéthylène de 120 L, conçu pour mesurer et stocker les liquides en toute sécurité. Il est équipé de [5] :

- Un bouchon de remplissage large pour faciliter le remplissage.
- Un piquage taraudé pour assurer une vidange efficace.
- Un bac de rétention de 150 L pour éviter tout débordement ou fuite.



Figure I-10-Palettes de rétention avec bac de dosage

Principaux avantages :

- ✿ Stockage sécurisé des liquides.
- ✿ Facilité de remplissage et de vidange.
- ✿ Matériau résistant et durable.
- ✿ Capacité de rétention adaptée aux besoins industriels.

I.5.7. Pompe multicellulaire verticale avec raccords en ligne

La pompe CR est une pompe centrifuge verticale multicellulaire non auto-amorçante, équipée d'un moteur standardisé. Elle est composée d'un pied, d'une tête, d'un corps de pompe et d'une chemise extérieure, maintenus ensemble par des tirants [5].

1. **Principe de fonctionnement :** Dans une station de pompage, un clapet anti-retour empêche le reflux de l'eau. Lorsqu'une pompe s'arrête, le débit dans la conduite diminue, s'arrête, puis peut s'inverser. Le clapet se referme automatiquement grâce à son poids, son ressort ou le flux inversé, évitant ainsi les coups de bélier dangereux.
2. **Équipements inclus :**

- ✿ Deux systèmes de sécurité pour l'alimentation électrique de la pompe.
- ✿ Quatre vannes d'isolement pour la sortie des pompes.
- ✿ Deux variateurs de fréquence pour ajuster le débit.
- ✿ Deux clapets anti-retour pour éviter les reflux.

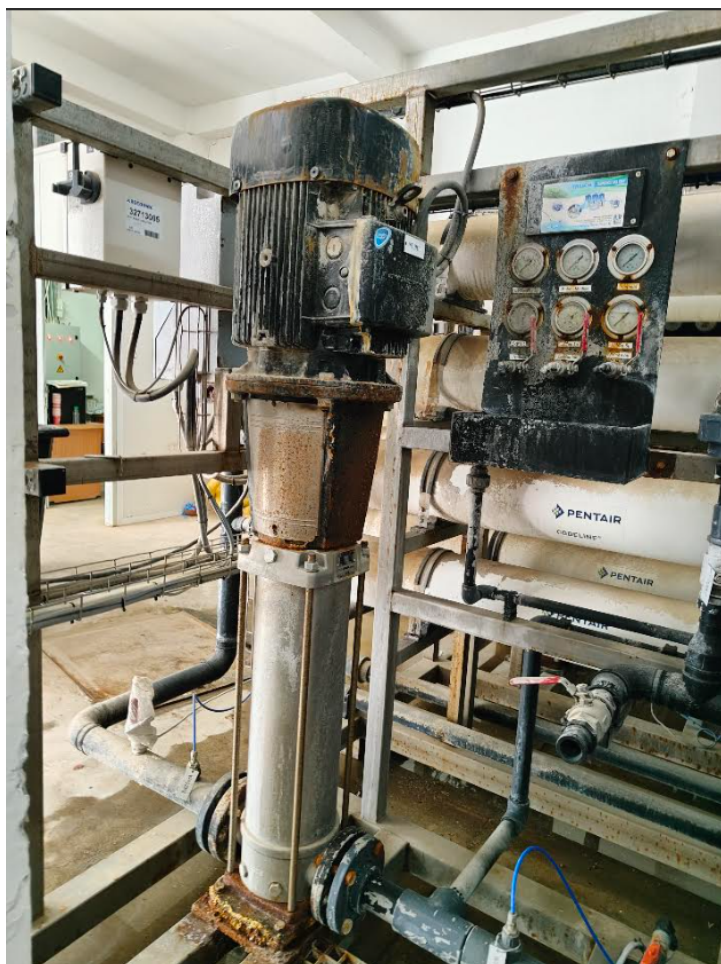


Figure I-11-Pompage efficace et fiable grâce à sa conception multicellulaire.

3. Principaux avantages :

- ✿ Pompage efficace et fiable grâce à sa conception multicellulaire.
- ✿ Protection contre les coups de bélier avec des clapets adaptés.
- ✿ Régulation du débit avec les variateurs de fréquence.
- ✿ Sécurité renforcée avec des vannes et des systèmes d'alimentation protégés.

I.5.8. Le Capteur de pression MBS 3000

- Type : MBS 3000 - Plage de pression : 0.00 - 145.04 Psi - Plage de pression [bar] : 0.00 - 10.00 Bar - Signal de sortie : 4 – 20 mA [5]



Figure I-12-Capteur de pression

I.5.9. Transmetteur de mesure pH et conductivité

Ce transmetteur est un convertisseur de mesure contrôlé par microprocesseur. Il affiche la valeur mesurée et génère un signal de sortie proportionnel. Il peut aussi compenser la température pour plus de précision.

L'utilisateur peut ajuster les paramètres via un menu de commande intuitif [5].

Caractéristiques :

- * Plage de mesure pH : -1 à +15 pH (température : 0 à 100°C)
- * Plage de mesure conductivité : 20, 200, 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 20, 200 mS/cm (auto-ajustable)
- * Sortie de signal : 4 - 20 mA
- * Précision : 0,01 pH
- * Alimentation : 12 - 40 VDC

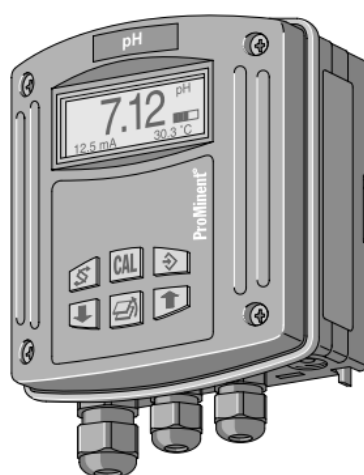


Figure I-13-Transmetteur de mesure pH et conductivité

I.5.10 Un débitmètre électromagnétique WATERFLUX 3000 avec convertisseur de mesure IFC 100

- ✿ Alimentation électrique : 100-230 VAC, 50/60 Hz.
- ✿ Précision de mesure : 0.3% de la valeur mesurée.
- ✿ Signal de sortie : 4 - 20 mA et impulsion [5].



Figure I-14-Transmetteur de mesure PH

1.6 Conclusion

Ce chapitre met en évidence l'importance de l'usine **CILAS** dans le soutien de l'industrie du ciment en Algérie, en s'appuyant sur des technologies avancées pour garantir une production de haute qualité. Le traitement de l'eau constitue une étape essentielle du processus, incluant le stockage, la chloration, la filtration et l'osmose inverse, afin d'assurer une eau pure qui améliore la qualité du ciment tout en réduisant l'impact environnemental. Ainsi, le chapitre souligne l'interdépendance entre la production du ciment et la gestion de l'eau.

CHAPTER II :

Automate Programmable Industriel S7-1200 et Logiciel de Programmation TIA Portal

II.1 Introduction

Les besoins en automatisation ont fortement évolué ces dernières années dans l'industrie. Actuellement, l'automate programmable industriel (API) est l'un des composants les plus prisés pour la réalisation des systèmes automatisés. Ce chapitre expose les bases de ce type de matériel. Ensuite, ce document présente l'API S7-1200 en général, voire le CPU , son modèle. Enfin, il aborde le logiciel TIA Portal V13 qui sert à programmer l'API.

II.2 Historique de l'automatisation

Au début des années 1950, les ingénieurs devaient déjà résoudre des problèmes liés à l'automatisation. À cette époque, ils utilisaient des relais électromagnétiques comme principaux composants. Certains circuits contenaient des centaines, voire des milliers de relais. Le transistor existait, mais il était encore peu utilisé. Les circuits intégrés n'avaient pas encore été inventés. Vers 1960, les semi-conducteurs comme les transistors et les diodes ont commencé à être utilisés dans les systèmes automatisés. Ils étaient intégrés dans des circuits numériques. Quelques années plus tard, les circuits intégrés sont apparus. Ils prenaient peu de place, consommaient peu d'énergie et coûtaient moins cher. Cela a permis de créer des systèmes plus complexes et plus efficaces. En 1969, l'entreprise américaine General Motors a demandé des systèmes d'automatisation plus flexibles et faciles à modifier. Les ingénieurs ont alors inventé un nouveau produit : l'automate programmable. Au début, ces automates étaient réservés aux systèmes complexes. Mais rapidement, ils sont devenus très populaires. Les anciens systèmes câblés sont peu à peu devenus obsolètes[6]. Aujourd'hui, il existe plusieurs types d'automates :

- ✿ Des nano automates pour les petites machines avec peu d'entrées et de sorties[6].
- ✿ Des automates puissants capables de gérer des milliers d'entrées/sorties [6].
- ✿ grandes installations industrielles [6].

II.3 Système automatisé

II.3.1 Definition

Un système automatisé est un système qui exécute sans interruption un cycle de travail uniforme suivant un programme prédéfini. Il se compose de plusieurs éléments techniques interconnectés et est commandé par des dispositifs de commande et de contrôle. En agissant automatiquement, le système libère complètement le travail humain [6].

II.3.2 Objectives d'un système automatisé

Système automatisé joue un rôle essentiel dans l'amélioration des performances industrielles. Elle permet d'optimiser le fonctionnement des machines et des processus afin de répondre

aux exigences modernes de production. Parmi les principaux avantages qu'elle apporte, on peut citer :

- ✱ La suppression des opérations longues et monotones,
- ✱ La réduction de l'effort physique pour les opérateurs,
- ✱ Une meilleure sécurité sur le lieu de travail,
- ✱ Une production plus rapide et plus efficace,
- ✱ Une gestion plus économique des ressources et de l'énergie,
- ✱ Une grande flexibilité face aux changements de production,
- ✱ Le maintien d'un niveau de qualité stable et fiable.[8]

II.3.3 Architecture d'un système automatisé

Tout système automatisé est constitué de deux parties principales : la partie opérative et la partie commande. Ces deux parties communiquent entre elles à travers une interface, composée d'un ensemble de capteurs (qui envoient les informations) et de pré-actionneurs (qui transmettent les ordres vers la partie opérative) [7].

1. Partie opérative (PO)

La partie opérative représente la composante physique du système automatisé. Elle agit directement sur le processus ou sur la matière d'oeuvre.

Elle est constituée :

✱ **Pré-actionneurs** : Les pré-actionneurs assurent la distribution de l'énergie vers les actionneurs, en suivant les ordres transmis par la partie commande.

✱ **D'actionneurs** : qui réalisent des actions mécaniques ou physiques (moteurs, vérins pneumatiques ou hydrauliques, effecteurs,.....)

✱ **Des capteurs** : qui mesurent des grandeurs physiques (comme la position, la température, la pression...) et transmettent des informations à la partie commande.

Exemples : outils de coupe, pompes, moules, moteurs, têtes de soudure, etc.[7]

2. Partie commande (PC)

La partie commande d'un système automatisé est un ensemble chargé de reproduire un mode de fonctionnement basé sur le savoir-faire humain. Son rôle est de piloter la partie opérative en envoyant des ordres adaptés, selon les informations reçues (capteurs, comptes rendus, consignes) et le modèle de fonctionnement défini.

Elle peut également échanger des informations avec l'opérateur ou avec d'autres systèmes.

- Les principales fonctions de la partie commande sont :

- ✱ Communiquer avec l'opérateur,
- ✱ Échanger des données avec d'autres systèmes,
- ✱ Acquérir les informations provenant des capteurs,
- ✱ Traiter et analyser les données,

✱ Commander l'énergie nécessaire aux actionneurs.[7]

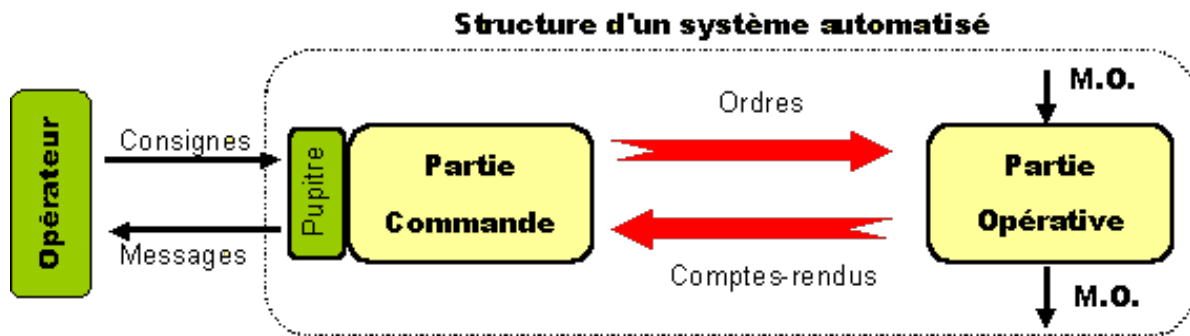


Figure II.1 structure d'un système automatisé

II.4 automate programmable industriel (API)

II.4.1 Définition

Un Automate Programmable Industriel (API), également appelé PLC (Programmable Logic Controller), est un ordinateur spécialisé robuste et réactif, conçu pour automatiser des procédés industriels, notamment le contrôle et la régulation de machines sur des chaînes de production, des systèmes de manutention, ou encore la gestion de bâtiments et de processus industriels.[9]

II.4.2 Architecture d'un API

Un API est constitué principalement de trois éléments essentiels :

1. **Un processeur (CPU) :** traite les instructions du programme, gère les entrées/sorties, surveille et diagnostique l'automate, et communique avec les terminaux de programmation.
2. **Une mémoire :** stocke le programme de fonctionnement et les données, pouvant être volatile (RAM) ou non volatile (ROM, EEPROM).
3. **Une alimentation :** fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'automate et de ses composants internes. Elle peut être intégrée à l'API ou externe, et elle convertit souvent la tension du réseau (230V AC ou 24V DC) en tensions adaptées aux circuits électroniques.
4. **Des interfaces d'entrées/sorties (I/O) :** permettent la connexion directe aux capteurs (entrées) et aux actionneurs (sorties), avec des signaux numériques (tout ou rien) ou analogiques.[9]

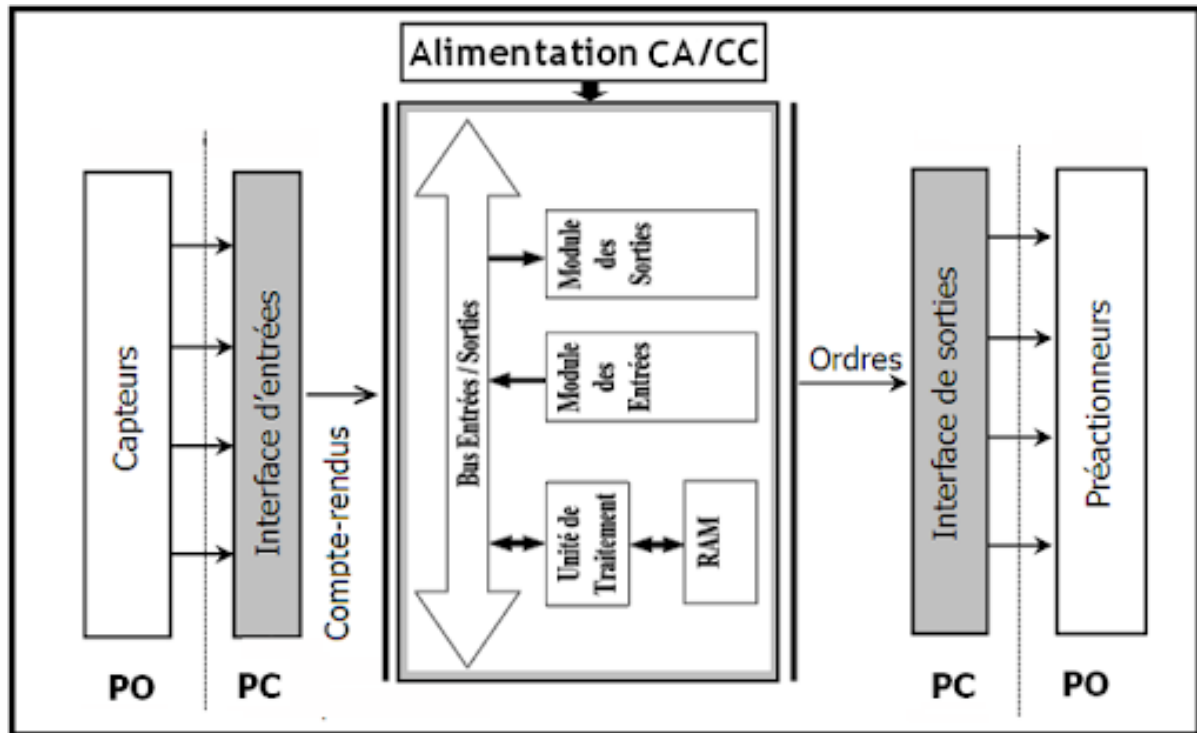


Figure II.2 architecture d'un api

II.4.3 Principaux fabricants d'automates programmables

✿ Siemens :

Leader mondial allemand, Siemens propose la célèbre série SIMATIC, notamment les modèles S7-1500 et S7-1200, réputés pour leur robustesse, leur flexibilité et leur intégration de technologies avancées comme l'intelligence artificielle et l'IoT. Siemens opère dans plus de 200 pays et offre un large éventail de produits adaptés à diverses applications industrielles.[10]

✿ Schneider Electric :

Entreprise française pionnière avec sa gamme Modicon, Schneider Electric propose des PLC flexibles et évolutifs, adaptés à l'automatisation des machines et des processus, intégrant aussi des solutions de gestion énergétique via la plateforme EcoStruxure.[10]

✿ Mitsubishi Electric :

Société japonaise proposant la série MELSEC, reconnue pour ses performances, sa fiabilité et son efficacité énergétique. Mitsubishi combine ses automates avec des systèmes robotiques avancés, ce qui renforce son portefeuille d'automatisation industrielle.[10]

II.5 Description de l'Automate S7-1200

✿ Le contrôleur S7-1200 est puissant et flexible. Il peut piloter de nombreux appareils pour répondre aux besoins d'automatisation.

✿ Grâce à sa petite taille, sa configuration facile et ses nombreuses fonctions, il est idéal pour contrôler différents types d'applications.

✿ La CPU du S7-1200 intègre plusieurs éléments dans un seul boîtier compact :

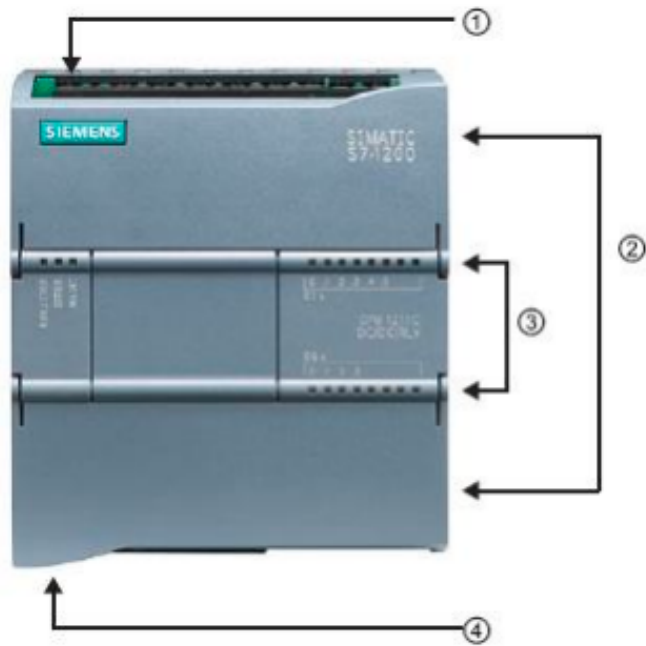
- Un microprocesseur,
- Une alimentation électrique,
- Des entrées et sorties (E/S),
- Un port de communication PROFINET,
- Des E/S rapides pour le contrôle de mouvements,
- Des entrées analogiques.

Quand vous chargez votre programme dans la CPU, elle applique la logique pour contrôler vos appareils.

✿ Elle surveille les entrées et ajuste les sorties selon les instructions du programme.

✿ Ce programme peut contenir des opérations simples (comme des commandes booléennes), du comptage, des temporisations, des calculs complexes, et des échanges de données avec d'autres appareils intelligents.

✿ La CPU possède un port PROFINET pour communiquer sur un réseau. Vous pouvez aussi ajouter des modules pour utiliser d'autres réseaux comme PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232.[11]



- ① Alimentation 24 V
- ② Borniers enfichables pour le câblage utilisateur (derrière les caches plastiques)
- ③ LED d'état pour les E/S intégrées et le mode de fonctionnement de la CPU
- ④ Connexion TCP/IP (partie inférieure de la CPU)

Figure II.3 API S7-1200

II.5.1 Choix de la CPU

Le système SIMATIC S7-1200 propose trois modèles de CPU : CPU1211C, CPU1212C et CPU1214C. Chaque modèle a une puissance différente et peut être adapté selon les besoins de l'application. On peut ajouter facilement une carte d'extension à chaque CPU pour augmenter le nombre d'entrées et de sorties (numériques ou analogiques) sans changer la taille de l'appareil. En plus, il est possible de connecter d'autres modules d'entrées/sorties sur le côté droit de la CPU pour élargir encore davantage ses capacités[12]

CHAPTER II

Type CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
Mémoire de travail	50	75	100	125	150
E/S TOR	6 entrées 4 sorties	8 entrées 6 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties
E/S analogiques	2 entrées	2 entrées	2 entrées	2 entrées 2 sorties	2 entrées 2 sorties
Modules E/S extensible	Aucune	2 modules	8 modules	8 modules	8 modules
Module de communication (CM)	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules
Port de communication Ethernet PROFINET	1 porte	1 porte	1 porte	2 portes	2 portes

Tableau II.1 Comparaison des différents modèles de CPU S7-1200

II.5.2 Les modes de fonctionnement de la CPU sont

✿ En mode STOP, la CPU est arrêtée : elle ne lance pas le programme et il est impossible de charger un projet.

✿ En mode STARTUP, la CPU démarre et prépare le lancement du programme.

✿ En mode RUN, la CPU exécute le programme en boucle. À ce moment-là, on ne peut pas charger de nouveau projet dans la CPU.[13]



Figure II.4 Mode de fonctionnement

II.5.3 Possibilités d'extension de la CPU

La gamme S7-1200 propose différents modules et cartes à ajouter pour augmenter les capacités de la CPU, en ajoutant des entrées/sorties ou en permettant d'autres types de communication.[14]

CHAPTER II

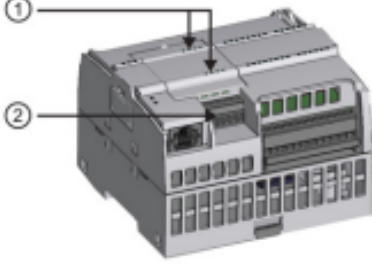
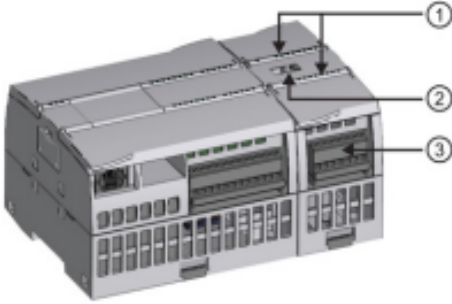
Type de module	Description		
La CPU prend en charge une carte d'extension enfichable : - Un Signal Board (SB) fournit des E/S supplémentaires pour votre CPU. Le SB se raccorde à l'avant de la CPU. - Un Communication Board (CB) vous permet d'ajouter un autre port de communication à votre CPU. - Un Battery Board (BB) permet une sauvegarde à long terme de l'horloge temps réel.		①	DEL d'état sur le Signal Board
		②	Connecteur amovible pour le câblage utilisateur
Les modules d'entrées-sorties (SM) permettent d'ajouter des fonctionnalités à la CPU. Les SM se raccordent sur le côté droit de la CPU. - E/S TOR - E/S analogiques - RTD et Thermocouple - SM 1278 IO-Link maître		①	DEL d'état
		②	Langnette coulissante du connecteur de bus
		③	Connecteur amovible pour le câblage utilisateur
Les modules de communication (CM) et les processeurs de communication (CP) ajoutent des options de communication à la CPU, telles que la connectivité PROFIBUS ou RS232/RS485 (pour PtP, Modbus ou USS) ou le maître AS-i. Un CP offre la possibilité d'autres types de communication, par exemple la connexion de la CPU par le biais d'un réseau GPRS. - La CPU accepte jusqu'à 3 CM ou CP. - Chaque CM ou CP se raccorde sur le côté gauche de la CPU (ou sur le côté gauche d'un autre CM ou CP).		①	LED d'état
		②	Connecteur de communication

Figure II.5 Les modules de S7-1200

II.5.4 les types d'entrie

✿ TOR : L'info a seulement deux états possibles : vrai ou faux (ON, OFF). Ce genre d'info vient d'objets simples comme détecteur ou bouton.

✿ Analogique : L'info change constamment entre deux valeurs. Ce genre d'info est donné par des capteurs tels que ceux de pression ou température.

✿ Numérique : L'info se montre comme des codes à deux formes, binaire ou hexadécimaux. Ce genre d'info va par un computer ou un appareil intelligent.[14]

II.6 description de tia portale

Le Totalemment lié Automatisation Portail est le nouveau programme de Siemens. Il aide à faire et gérer facilement des projets d'automatisation. Il rassemble dans un seul outil les programmes SIMATIC STEP 7 V13 pour programmer les plc et SIMATIC WinCC pour concevoir des interfaces de contrôle.[15]

Les avantages de tia portale :

- ✱ Programmation simple et rapide : grâce aux nouveaux éditeurs SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.

- ✱ Meilleures performances : grâce à des outils intégrés comme la simulation avec PLCSIM, la maintenance à distance avec TeleService, et un diagnostic système clair.

- ✱ Sécurité renforcée avec Security Integrated : protection du savoir-faire, contre la copie, contre les accès non autorisés et contre la falsification.

- ✱ Un seul environnement de travail : pour programmer à la fois les pupitres IHM, les entraînements et les automates dans TIA Portal.

- ✱ Travail plus efficace : avec les nouveautés de STEP 7 comme la programmation avec des symboles, l'outil Calculate Box, l'ajout de blocs sans arrêter la machine, et d'autres améliorations.

- ✱ Technologie adaptable : contrôle du mouvement performant et flexible pour les automates S7-1500 et S7-1200.

II.6.1 Vue du portail et vue du projet

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

- 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.[15]

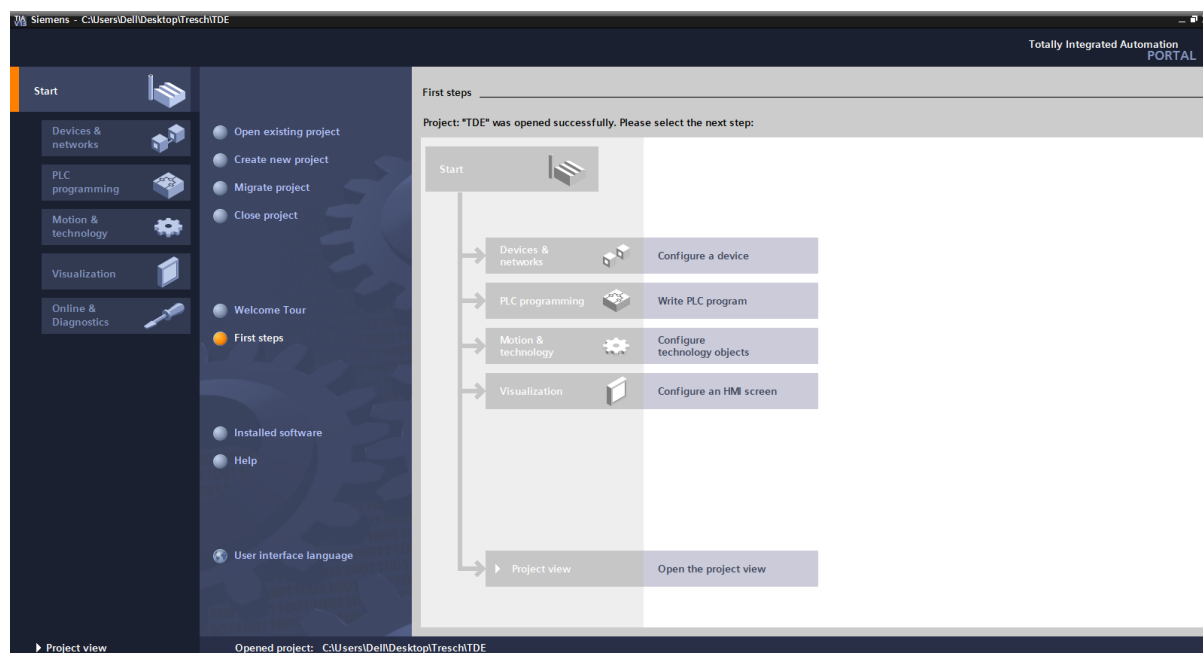


Figure II.6 Vue Portail

2. Vue du projet : Le Projet regroupe tous les éléments et informations nécessaires pour réaliser la solution d'automatisation. La figure ci-dessous montre une vue d'ensemble du projet.[15]

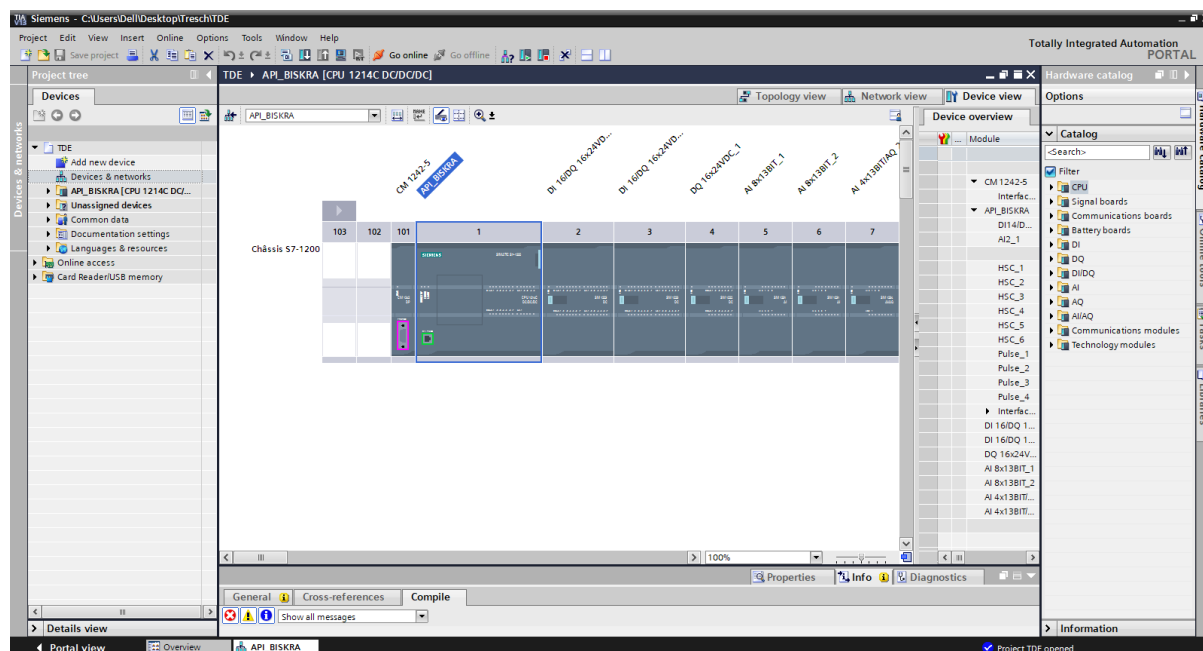


Figure II.7 Vue Projet

II.6.2 Configuration des plages d'adresses pour les E/S TOR et Analogiques

Les plages d'adresses pour les signaux utilisés dans le processus sont définies par le concepteur de l'installation afin qu'elles correspondent à la documentation de l'installation.[15]

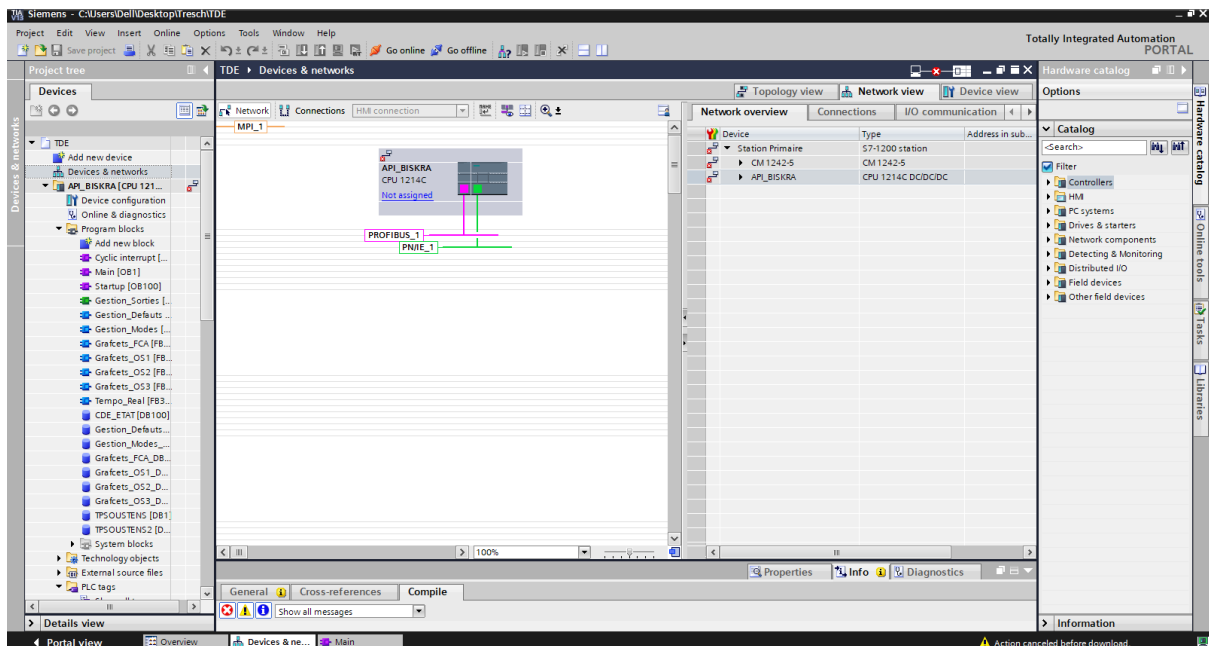


Figure II.8 Configuration des plages d'adresses E/S

II.6.3 Enregistrement et compilation de la configuration matérielle

Compiler la CPU avec la configuration de l'appareil puis enregistrer (Save Project).[15]

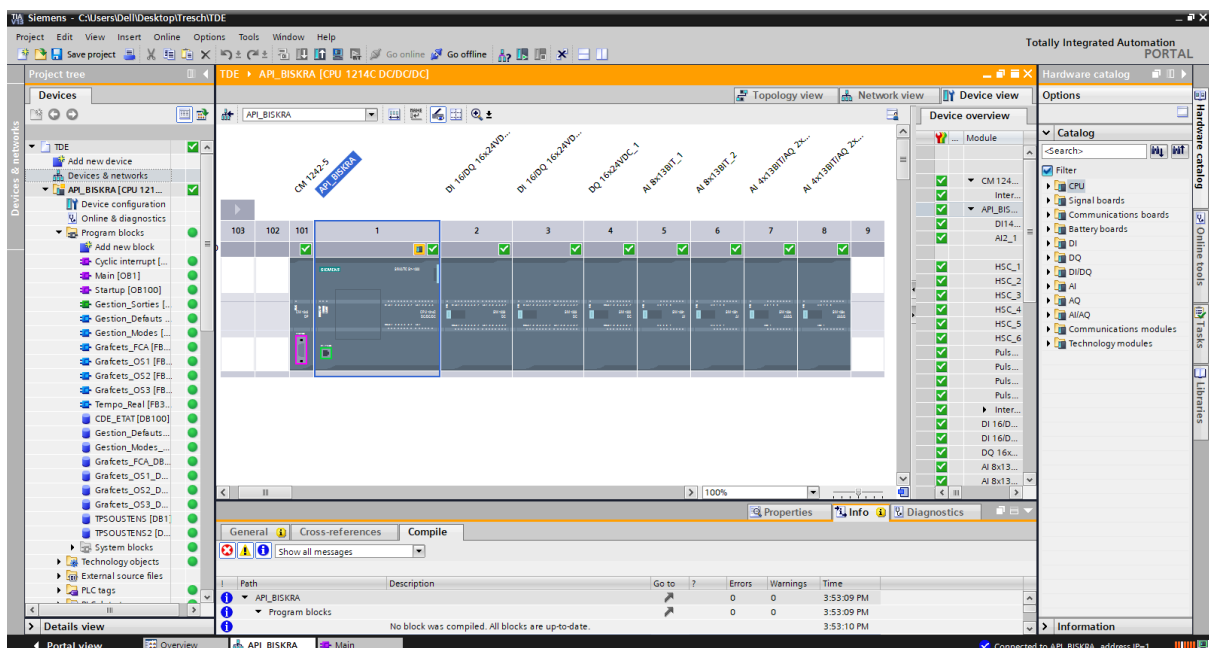


Figure II.9 Compilation

II.6.4 Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil

Pour charger l'ensemble de la CPU dans l'appareil, sélectionnez à nouveau le dossier cliquer sur charger sur l'appareil (Download to device).[15]

CHAPTER II

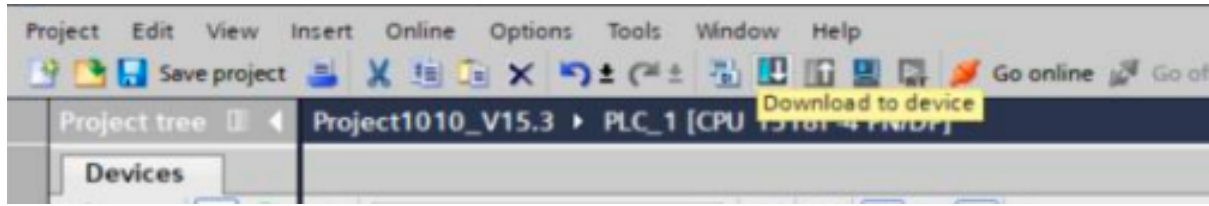


Figure II.10 Chargement de configuration dans le CPU

II.6.5 Chargement de la configuration dans la simulation PLCSIM (facultatif)

[15]

Il convient au préalable de démarrer la simulation en sélectionnant le dossier et lancer la simulation (Start simulation).[15]

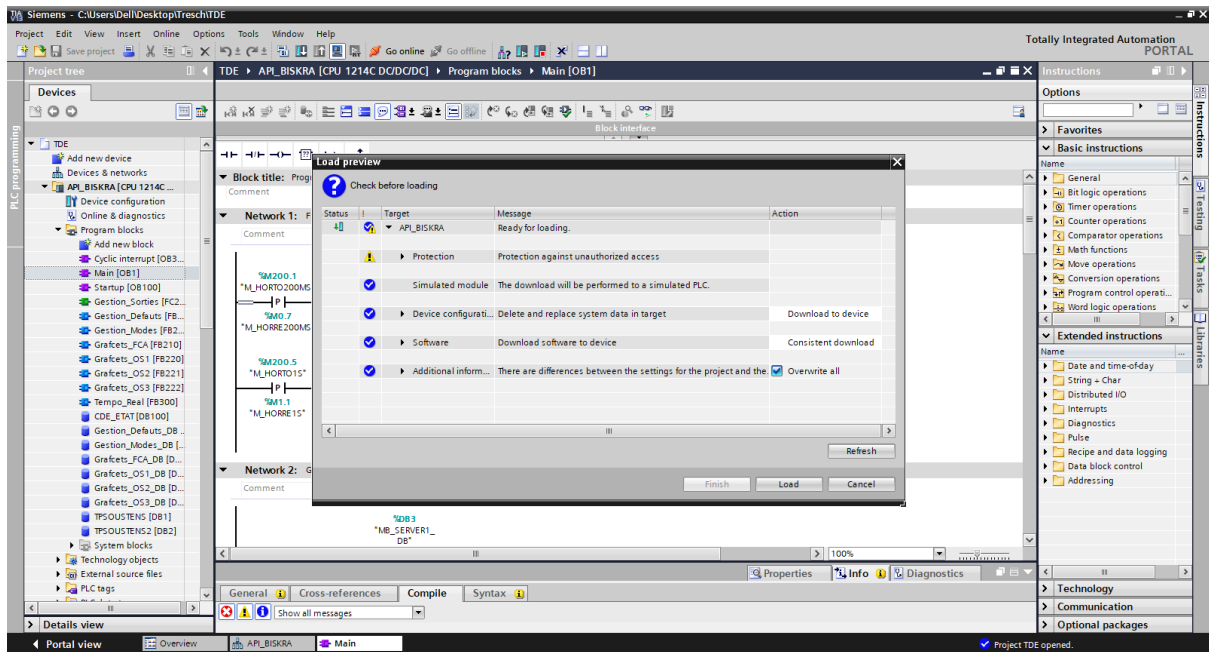


Figure II.11 Chargement de la configuration dans le PLCSIM

Confirmer le message indiquant que toutes les autres interfaces en ligne vont être "OK" désactivées par "OK"[15]

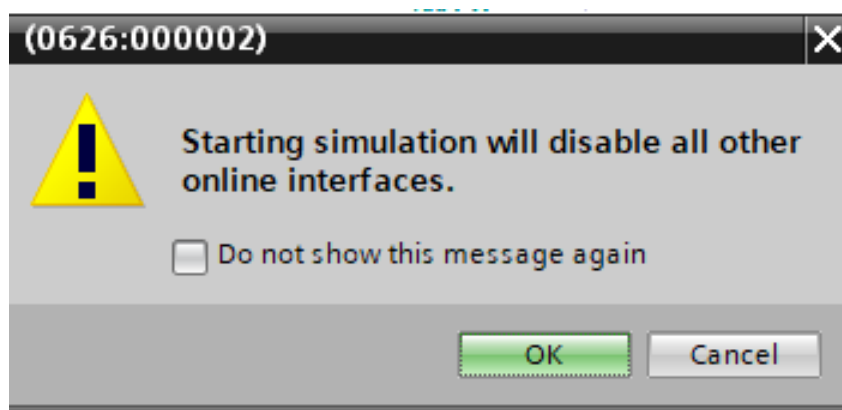


Figure II.11 Démarrer la simulation

S7-PLCSIM propose une interface facile à utiliser pour les programmes créés avec STEP 7. Elle permet de voir et de modifier différents éléments comme les variables d'entrée et de sortie. Cet outil rend possible le test en temps réel des programmes pour tous les types d'automates SIMATIC S7, sans avoir besoin du matériel physique[15]

	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	L_WT14MT11RKMAR	Bool	%I0.4				POMPE OSMOSEUR 3 Retour Marche
2	I_FU15MT10RKMAR3	Bool	%I0.5				POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 Retour Marc...
3	I_PU05MT10RKMAR	Bool	%I0.7				POMPE EAU BRUTE 2 Retour Marche
4	I_PU15MT10RKVAL2	Bool	%I1.1				POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 Retour Valid...
5	I_PUPENSER	Bool	%I1.5				COFFRET En Service
6	O_WT12MT11CDMAR	Bool	%Q0.0				POMPE OSMOSEUR 1 Commande Marche
7	O_WT13MT11CDMAR	Bool	%Q0.2				POMPE OSMOSEUR 2 Commande Marche
8	O_PU15MT10CDMAR2	Bool	%Q0.3				POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 Commande...
9	O_WT14MT11CDMAR	Bool	%Q0.4				POMPE OSMOSEUR 3 Commande Marche
10	O_PU15MT10CDMAR3	Bool	%Q0.5				POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 Commande...
11	MEMENTO_CADENCE	Byte	%MB200				
12	M_HORTO100MS	Bool	%M200.0				
13	M_HORTO200MS	Bool	%M200.1				
14	M_HORTO400MS	Bool	%M200.2				
15	M_HORTO500MS	Bool	%M200.3				
16	M_HORTO800MS	Bool	%M200.4				
17	M_HORTO1S	Bool	%M200.5				
18	M_HORRE200MS	Bool	%M0.7				HORLOGE Recopie 200MS
19	M_HORFM200MS	Bool	%M1.0				HORLOGE FM 200MS
20	M_HORFM1S	Bool	%M1.1				HORLOGE Recopie 1S
21	M_HORFM1S	Bool	%M1.2				HORLOGE FM 1S
22	GENR1TRA	Real	%MD100				GENERAL Mot 1 de Travail Réel
23	GENR2TRA	Real	%MD104				GENERAL Mot 2 de Travail Réel
24	ENT0	Byte	%IB0				ENTREES TOR Octet 0

Figure II.12. Tableau des variables

II.6.6 Langage de programmation LADDER

Le schéma à contacts (appelé aussi langage LADDER) est la méthode la plus simple et la plus utilisée pour programmer les automates (API). Ce langage ressemble aux schémas électriques et sert à représenter des fonctions logiques comme AND ou OR. Le langage LADDER est un langage visuel qui montre l'état de la plupart des instructions, ce qui aide à suivre facilement le déroulement du programme et à comprendre sa logique[16]

II.7 Généralités sur la supervision

-La supervision est une méthode utilisée pour contrôler et suivre le fonctionnement des procédés industriels automatisés grâce à l'informatique. Elle permet à l'opérateur de voir ce qui se passe dans le système, d'analyser les situations et d'agir directement si besoin. Elle permet aussi de sauvegarder les données pour les étudier plus tard lors d'analyses ou de diagnostics. [17]

- ✿ Les principales fonctions d'une application de supervision sont :
- ✿ Collecter les données ;
- ✿ Piloter les procédés ;
- ✿ Afficher les informations sous forme graphique ;
- ✿ Gérer les alarmes et les événements ;
- ✿ Enregistrer les données et effectuer des calculs sur l'historique ;
- ✿ Assurer le suivi et la traçabilité de la production.[17]

II.7.1 Interface homme machine HMI

-Les interfaces homme-machine (IHM) sont des outils qui permettent à une personne de surveiller et de contrôler des machines. Concevoir une IHM, c'est créer un écran ou un système facile à utiliser pour faire fonctionner les machines. L'IHM aide l'opérateur dans son travail, mais ne le remplace pas entièrement. Cela veut dire que l'opérateur doit quand même intervenir un peu pour que tout fonctionne correctement.[18]

II.7.2 Présentation du logiciel WinCC COMFORT

WinCC COMFORT est un logiciel qui fournit des outils modernes pour une configuration facile de tous les panneaux de contrôle SIMATIC HMI. Il permet de gagner du temps et d'augmenter l'efficacité grâce à des bibliothèques d'objets prêtes à l'emploi, des modèles d'écran réutilisables et des outils intelligents tels que la traduction automatique de texte pour les projets multilingues.

CHAPTER II

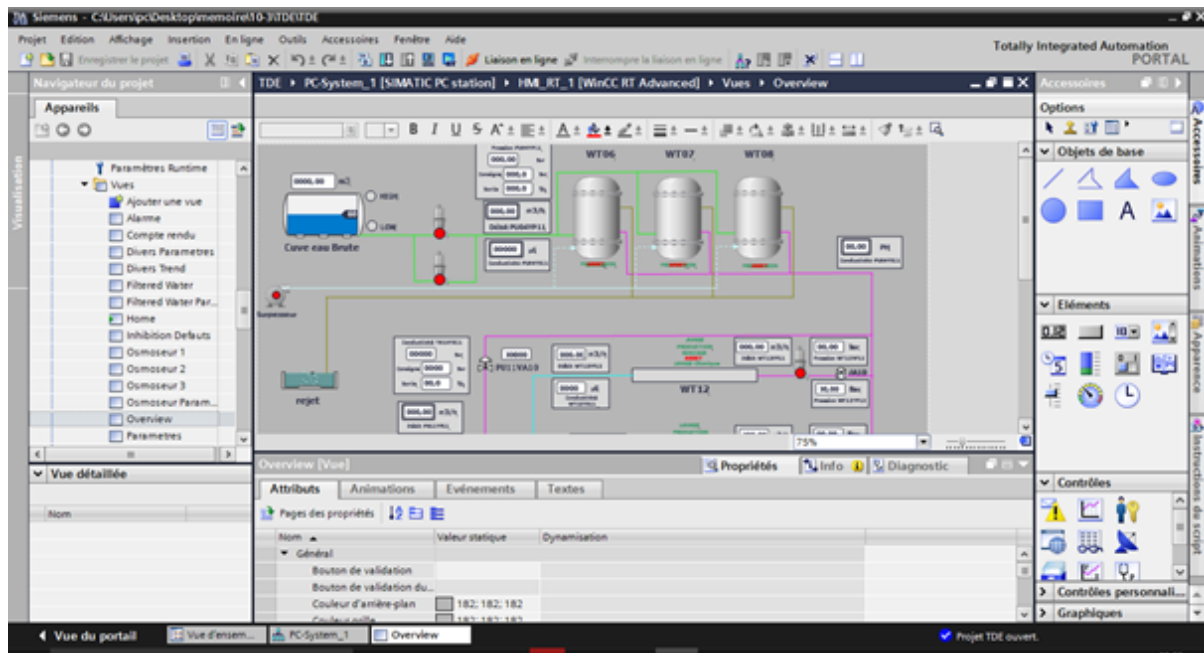


Figure II.12 Fenêtre WINCC

II.7.3 Interface utilisateur

- ✿ Le logiciel fournit plusieurs outils simples pour aider à configurer l'interface :
- ✿ La fenêtre Projet affiche l'organisation de votre projet sous forme d'arborescence et permet une gestion aisée.
- ✿ Boîte à outils contenant différents objets et accès rapide aux bibliothèques.
- ✿ La fenêtre Objet permet de sélectionner des éléments déjà créés et de les ajouter à l'écran en les faisant glisser.
- ✿ Vous pouvez créer des espaces de travail avec des interfaces graphiques et des animations.
- ✿ La fenêtre Propriétés permet de régler les paramètres des objets placés dans la zone de travail.[13]

IIII.7.4 Intégration dans SIMATIC TIA PORTAL

La gestion de projet est effectuée via SIMATIC Manager, qui fait partie de TIA PORTAL. Le gestionnaire donne accès à tous les objets disponibles dans WinCC COMFORT.[13]

II.7.5 Fonctionnalité RUNTIME

Pour des plates-formes PC, SIMATIC WINCC COMFORT est disponible en tant que produit autonome. Le logiciel offre toutes les fonctions requises pour la conduite et la supervision au niveau machine : Gestion des utilisateurs et protection d'accès (groupe d'utilisateurs, mot de passe, droits). Gestion centralisée des utilisateurs sur

l'ensemble de l'installation. Interface utilisateur conforme à Windows prenant en charge diverses langues. Représentation de processus avec graphiques vectoriels, champs d'ES, paragraphes, courbes Système de gestion de message avec classes configurables, fonctions d'acquittement et d'archivage[13]

II.7.6 Alarmes et messages

Le système de signalisation indique directement sur le poste opérateur les événements ou états survenus dans l'installation ou pendant le processus. Pour l'affichage de message sur l'écran, on peut utiliser des affichages de messages configurables.[13]

II.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réalisé une étude approfondie sur l'automate S7-1200, un élément essentiel que nous utiliserons pour concrétiser notre projet. Nous avons pris le temps d'expliquer ses principales caractéristiques, son mode de fonctionnement, ainsi que les différents modules et accessoires qui peuvent lui être associés pour répondre aux besoins spécifiques de l'automatisation industrielle. De plus, nous avons présenté le logiciel de programmation TIA Portal V13, qui sera utilisé pour configurer et programmer l'automate. Nous avons décrit son interface, ses principales fonctionnalités, ainsi que son rôle dans la création, le test et le suivi des programmes de commande. Cette étude vise à donner une compréhension claire de l'outil matériel et logiciel que nous allons manipuler, afin de garantir une mise en œuvre efficace et structurée de notre solution d'automatisation.[13]

CHAPTER III

Automatisation et Supervision de la Station de Traitement d'eau

III.1 Introduction

La station de traitement de l'eau a pour objectif d'assurer la qualité de l'eau destinée à la consommation ou à des usages industriels, en la soumettant à une série de processus physiques, chimiques et automatisés. Afin d'assurer un pilotage optimal de cette station, nous avons développé un programme d'automatisation basé sur un cahier des charges précis, et implanté dans un automate programmable de type S7-1200. Un système de supervision a également été mis en place à l'aide de la plateforme TIA Portal V13 de SIEMENS, permettant aux opérateurs de surveiller et de contrôler le processus en temps réel via un poste PC, avec l'appui de logiciels de simulation tels que PLC Sim. Ce chapitre présentera l'implantation de ce programme d'automatisation, ainsi qu'une description détaillée du système de supervision .

III.2 Présentation des différentes phases du processus d'installation

L'installation se compose d'une cuve d'eau brute, qui est pompée par un groupe de pompage vers un système de traitement. Ce système comprend trois filtres à charbon actif pour purifier l'eau, puis trois osmoseurs qui filtrent encore l'eau. Enfin, l'eau traitée est mélangée avec de l'eau brute ou moins filtrée (métigeage) avant d'être stockée dans une cuve d'eau propre.

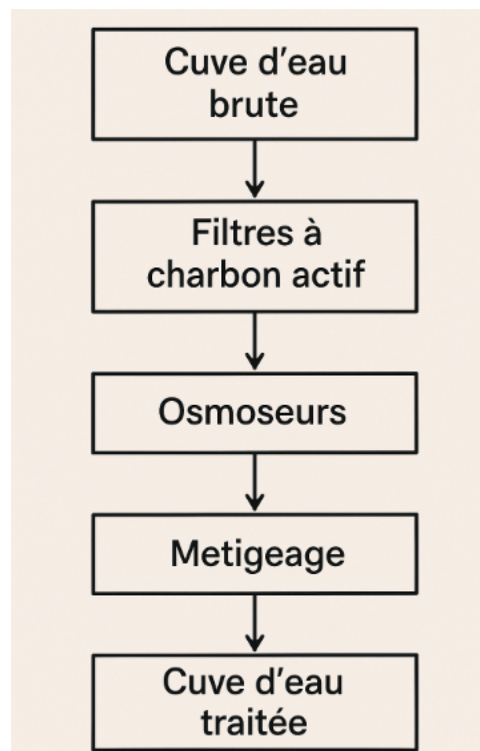


Figure III.1 Phases du processus d'installation

III.3 Cahier de charge

Le processus commence par :

- ✿ L'alimentation en eau depuis la cuve d'eau brute.
- ✿ Ensuite envoyée vers l'unité de filtration.
- ✿ Cette unité comprend des filtres qui peuvent fonctionner soit en mode production, soit en mode lavage à contre-courant.
- ✿ Une seule de ces deux opérations peut être active à un instant donné.
- ✿ L'eau filtrée est ensuite dirigée vers l'unité d'osmose inverse, qui constitue le cœur du système.

✿ Cette unité peut fonctionner dans un seul mode à la fois parmi les suivants :

- Production.
- Lavage à l'eau,
- Lavage chimique.
- Ou rinçage.

✿ L'eau ainsi traitée passe ensuite par le module de mitigée, où elle est mélangée à d'autres sources ou produits afin d'atteindre les caractéristiques physico-chimiques souhaitées.

✿ Enfin, l'eau est stockée dans la cuve d'eau traitée.

III.4 Grafcet

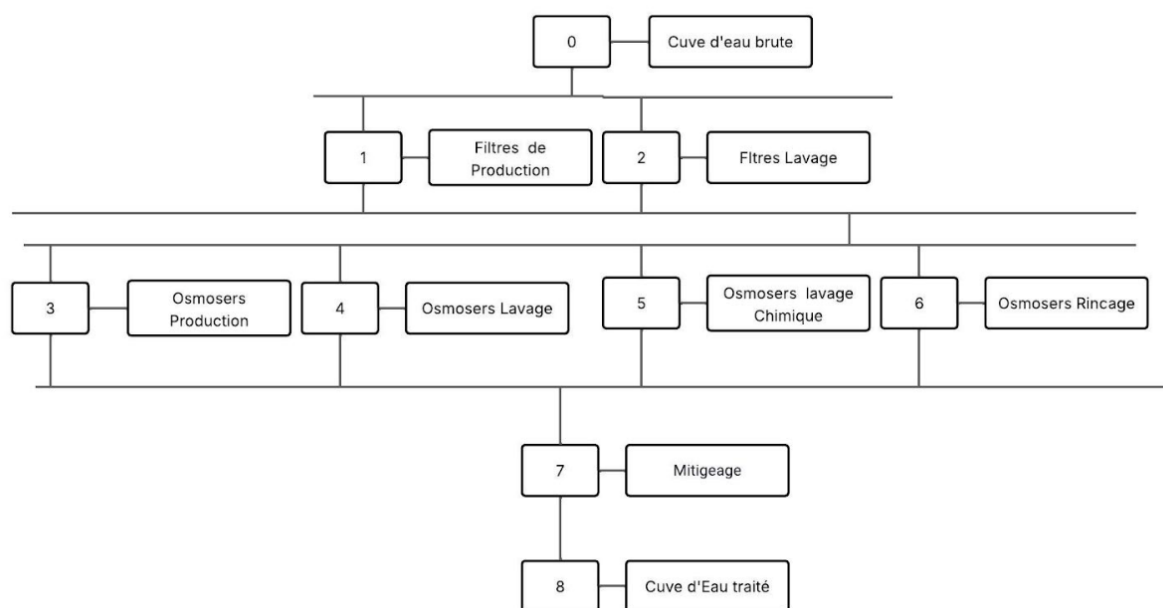


Figure III.2 Grafcet Globale la commande de la station de traitement d'eau

III.5 Structure Globale du Programme Automate

III.5.1 Les entrées et les sorties

1. Les entrées TOR :

Adresse	Désignation
%I0.0	POMPE OSMOSEUR 1 WT12MT11 Retour Marche
%I0.1	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 1 PU15MT10 Retour Marche
%I0.2	POMPE OSMOSEUR 2 WT13MT11 Retour Marche
%I0.3	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 PU15MT10 Retour Marche
%I0.4	POMPE OSMOSEUR 3 WT14MT11 Retour Marche
%I0.5	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 PU15MT10 Retour Marche
%I0.6	POMPE EAU BRUTE PU04MT10 Retour Marche
%I0.7	POMPE EAU BRUTE PU05MT10 Retour Marche
%I1.0	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 1 PU15MT10 Retour Validation
%I1.1	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 PU15MT10 Retour Validation
%I1.2	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 PU15MT10 Retour Validation
%I1.3	COFFRET Pressostat Présence Air Comprimé
%I1.4	COFFRET Présence Tension 230VAC et 400VAC
%I1.5	COFFRET En Service
%I2.0	DEBIT ENTREE OSMOSEUR 1 WT12YF11 Impulsions
%I2.1	DEBIT PERMEAT OSMOSEUR 1 WT12YF12 Impulsions
%I2.2	DEBIT ENTREE OSMOSEUR 2 WT13YF11 Impulsions
%I2.3	DEBIT PERMEAT OSMOSEUR 2 WT13YF12 Impulsions
%I2.4	DEBIT ENTREE OSMOSEUR 3 WT14YF11 Impulsions
%I2.5	DEBIT PERMEAT OSMOSEUR 3 WT14YF12 Impulsions
%I2.6	DEBIT EAU BRUTE PU04YF11 Impulsions
%I2.7	DEBIT EAU DE METIGEAGE PU11YF11 Impulsions
%I3.0	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 1 Défaut Injection WT12XF11
%I3.1	BAC AS461 OSMOSEUR 1 Niveau Bas WT12XL11
%I3.2	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 2 Défaut Injection WT13XF11

Adresse	Désignation
%I3.3	BAC AS461 OSMOSEUR 2 Niveau Bas WT13XL11
%I3.4	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 3 Défaut Injection WT14XF11
%I3.5	BAC AS461 OSMOSEUR 3 Niveau Bas WT14XL11
%I3.6	SURPRESSEUR D'AIR AB09MT10 Retour Marche
%I4.0	BAC JAVEL EAU BRUTE Niveau Bas PU03XL11
%I4.1	POMPE DOSEUSE ACIDE EAU FILTREE Défaut Injection PU10XF11
%I4.2	BAC ACIDE EAU FILTREE Niveau Bas PU10XL11
%I4.3	BAC SOUDE EAU TRAITEE Niveau Bas PU11XL11

Tableau III.1 : Les entrées TOR

2. Sorties TOR : :

Adresse	Désignation
%Q0.0	POMPE OSMOSEUR 1 WT12MT11 Commande Marche
%Q0.1	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 1 PU15MT10 Commande Marche
%Q0.2	POMPE OSMOSEUR 2 WT13MT11 Commande Marche
%Q0.3	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 PU15MT10 Commande Marche
%Q0.4	POMPE OSMOSEUR 3 WT14MT11 Commande Marche
%Q0.5	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 PU15MT10 Commande Marche
%Q0.6	POMPE EAU BRUTE PU04MT10 Commande Marche
%Q0.7	POMPE EAU BRUTE PU05MT10 Commande Marche
%Q1.0	SURPRESSEUR D'AIR AB09MT10 Commande Marche
%Q1.1	COFFRET Commande Relais Nouveau Défaut
%Q2.0	ENTREE FCA1 Cde Vanne WT06VA10
%Q2.1	SORTIE FCA1 Cde Vanne WT06VA11
%Q2.2	ENTREE DETASSAGE EAU FCA1 Cde Vanne WT06VA12
%Q2.3	ENTREE DETASSAGE AIR FCA1 Cde Vanne WT06VA13
%Q2.4	SORTIE DETASSAGE FCA1 Cde Vanne WT06VA14
%Q2.5	VIDANGE FCA1 Cde Vanne WT06VA15
%Q2.6	EVENT FCA1 Cde Vanne WT06VA16
%Q2.7	ENTREE FCA2 Cde Vanne WT07VA10
%Q3.0	SORTIE FCA2 Cde Vanne WT07VA11
%Q3.1	ENTREE DETASSAGE EAU FCA2 Cde Vanne WT07VA12
%Q3.2	ENTREE DETASSAGE AIR FCA2 Cde Vanne WT07VA13
%Q3.3	SORTIE DETASSAGE FCA2 Cde Vanne WT07VA14
%Q3.4	VIDANGE FCA2 Cde Vanne WT07VA15
%Q3.5	EVENT FCA2 Cde Vanne WT07VA16
%Q3.6	ENTREE FCA3 Cde Vanne WT08VA10
%Q3.7	SORTIE FCA3 Cde Vanne WT08VA11
%Q4.0	ENTREE DETASSAGE EAU FCA3 Cde Vanne WT08VA12
%Q4.1	ENTREE DETASSAGE AIR FCA3 Cde Vanne WT08VA13
%Q4.2	SORTIE DETASSAGE FCA3 Cde Vanne WT08VA14

Adresse	Désignation
%Q4.3	VIDANGE FCA3 Cde Vanne WT08VA15
%Q4.4	EVENT FCA3 Cde Vanne WT08VA16
%Q4.5	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 1 WT12MT10 Commande Impulsions
%Q4.6	ENTREE OSMOSEUR 1 Cde Vanne WT12VA10
%Q4.7	SORTIE LAVAGE OSMOSEUR 1 Cde Vanne WT12VA11
%Q5.0	SORTIE PRODUCTION OSMOSEUR 1 Cde Vanne WT12VA12
%Q5.1	RINCAGE QUALITATIF OSMOSEUR 1 Cde Vanne WT12VA13
%Q5.2	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 2 WT13MT10 Commande Impulsions
%Q5.3	ENTREE OSMOSEUR 2 Cde Vanne WT13VA10
%Q5.4	SORTIE LAVAGE OSMOSEUR 2 Cde Vanne WT13VA11
%Q5.5	SORTIE PRODUCTION OSMOSEUR 2 Cde Vanne WT13VA12
%Q5.6	RINCAGE QUALITATIF OSMOSEUR 2 Cde Vanne WT13VA13
%Q5.7	POMPE DOSEUSE AS461 OSMOSEUR 3 WT14MT10 Commande Impulsions
%Q6.0	ENTREE OSMOSEUR 3 Cde Vanne WT14VA10
%Q6.1	SORTIE LAVAGE OSMOSEUR 3 Cde Vanne WT14VA11
%Q6.2	SORTIE PRODUCTION OSMOSEUR 3 Cde Vanne WT14VA12
%Q6.3	RINCAGE QUALITATIF OSMOSEUR 3 Cde Vanne WT14VA13
%Q6.4	POMPE DOSEUSE JAVEL EAU BRUTE PU03MT10 Commande Impulsions
%Q6.5	POMPE DOSEUSE ACIDE EAU FILTREE PU10MT10 Commande Impulsions
%Q6.6	POMPE DOSEUSE SOUDE EAU TRAITEE PU11MT10 Commande Impulsions

Tableau III.2 : Les Sorties TOR

3. Entrées ANALOGIQUES ::

Adresse	Mnémonique	Désignation
%IW100	WT12YF11	Débit Entrée Osmoseur 1 (m3/h)
%IW102	WT12YF12	Débit Perméat Osmoseur 1 (m3/h)
%IW104	WT12YX11	Conductivité Perméat Osmoseur 1 (μ S)
%IW106	WT12YP11	Pression Amont Pompe Osmoseur 1 (bar)
%IW108	WT12YP12	Pression Aval Pompe Osmoseur 1 (bar)
%IW110	WT13YF11	Débit Entrée Osmoseur 2 (m3/h)
%IW112	WT13YF12	Débit Perméat Osmoseur 2 (m3/h)
%IW114	WT13YX11	Conductivité Perméat Osmoseur 2 (μ S)
%IW116	WT13YP11	Pression Amont Pompe Osmoseur 2 (bar)
%IW118	WT13YP12	Pression Aval Pompe Osmoseur 2 (bar)
%IW120	WT14YF11	Débit Entrée Osmoseur 3 (m3/h)
%IW122	WT14YF12	Débit Perméat Osmoseur 3 (m3/h)
%IW124	WT14YX11	Conductivité Perméat Osmoseur 3 (μ S)
%IW126	WT14YP11	Pression Amont Pompe Osmoseur 3 (bar)
%IW128	WT14EYP12	Pression Aval Pompe Osmoseur 3 (bar)
%IW130	TN02YL11	Niveau Cuve Eau Brute (m3)
%IW132	PU04YP11	Pression Eau Brute (bar)
%IW134	PU04YF11	Débit Eau Brute (m3/h)
%IW136	PU04YX11	Conductivité Eau Brute (μ S)
%IW138	PU10YX11	pH Eau Filtrée (pH)
%IW140	PU11YF11	Débit Eau de Mitigeage (m3/h)
%IW142	TN16YL11	Niveau Cuve Eau Traitée (m3)
%IW144	TN16YX11	Conductivité Eau Traitée (μ S)

Tableau III.3: Entrées ANALOGIQUES

4. Les sorties ANALOGIQUES :

Adresse	Mnémonique	Désignation
%QW100	PU04MT10	POMPE EAU BRUTE PU04MT10 Commande Vitesse (0–100 %)
%QW102	PU05MT10	POMPE EAU BRUTE PU05MT10 Commande Vitesse (0–100 %)
%QW104	PU11VA10	VANNE EAU DE MITIGEAGE PU11VA10 Commande Ouverture (0–100 %)

Tableau III.4 : Sorties analogiques

III.5.2 La table des variables

Table de variables standard								
	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment	
1	I_WT14MT11RKMAR	Bool	%I0.4	☐	☐	☐	POMPE OSMOSEUR 3 Retour Marche	
2	I_PU15MT10RKMAR3	Bool	%I0.5	☐	☐	☐	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 Retour Marc...	
3	I_PU05MT10RKMAR	Bool	%I0.7	☐	☐	☐	POMPE EAU BRUTE 2 Retour Marche	
4	I_PU15MT10RKVAL2	Bool	%I1.1	☐	☐	☐	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 Retour Valid...	
5	I_PUPENSER	Bool	%I1.5	☐	☐	☐	COFFRET En Service	
6	O_WT12MT11CDMAR	Bool	%Q0.0	☐	☐	☐	POMPE OSMOSEUR 1 Commande Marche	
7	O_WT13MT11CDMAR	Bool	%Q0.2	☐	☐	☐	POMPE OSMOSEUR 2 Commande Marche	
8	O_PU15MT10CDMAR2	Bool	%Q0.3	☐	☐	☐	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 2 Commande...	
9	O_WT14MT11CDMAR	Bool	%Q0.4	☐	☐	☐	POMPE OSMOSEUR 3 Commande Marche	
10	O_PU15MT10CDMAR3	Bool	%Q0.5	☐	☐	☐	POMPE LAVAGE OSMOSEUR 3 Commande...	
11	MEMENTO_CADENCE	Byte	%MB200	☐	☐	☐		
12	M_HORTO100MS	Bool	%M200.0	☐	☐	☐		
13	M_HORTO200MS	Bool	%M200.1	☐	☐	☐		
14	M_HORTO400MS	Bool	%M200.2	☐	☐	☐		
15	M_HORTO500MS	Bool	%M200.3	☐	☐	☐		
16	M_HORTO800MS	Bool	%M200.4	☐	☐	☐		
17	M_HORTO1S	Bool	%M200.5	☐	☐	☐		
18	M_HORRE200MS	Bool	%M0.7	☐	☐	☐	HORLOGE Recopie 200MS	
19	M_HORFM200MS	Bool	%M1.0	☐	☐	☐	HORLOGE FM 200MS	
20	M_HORRE1S	Bool	%M1.1	☐	☐	☐	HORLOGE Recopie 1S	
21	M_HORFM1S	Bool	%M1.2	☐	☐	☐	HORLOGE FM 1S	
22	GENR1TRA	Real	%MD100	☐	☐	☐	GENERAL Mot 1 de Travail Réel	
23	GENR2TRA	Real	%MD104	☐	☐	☐	GENERAL Mot 2 de Travail Réel	
24	ENTO	Byte	%IB0	☐	☐	☐	ENTREES TOR Octet 0	
25	ENT1	Byte	%IB1	☐	☐	☐	ENTREES TOR Octet 1	
26	SORD	Byte	%QB0	☐	☐	☐	SORTIES TOR Octet 0	
27	SORT1	Byte	%QB1	☐	☐	☐	SORTIES TOR Octet 1	
28	M_WT12YF12FMIMP	Bool	%M1.7	☐	☐	☐	WT12YF12 FM Impulsions Débit	
29	M_WT12YF12REIMP	Bool	%M2.0	☐	☐	☐	WT12YF12 Recopie Impulsions Débit	
30	M_WT13YF11FMIMP	Bool	%M2.1	☐	☐	☐	WT13YF11 FM Impulsions Débit	
31	M_WT13YF12FMIMP	Bool	%M2.3	☐	☐	☐	WT13YF12 FM Impulsions	
32	M_WT13YF12REIMP	Bool	%M2.4	☐	☐	☐	WT13YF12 Recopie Impulsions	

Figure III.3 Table des variables

III.5.3 Les blocs de programme

les blocs permettent de structurer le programme automate en modules fonctionnels, avec des rôles et mémoires adaptés à chaque besoin de programmation. Dans notre application, nous avons utilisé plusieurs blocs pour organiser le programme :

✿ OB1 pour le programme principal.

- * OB30 pour les actions cycliques (interruption régulière).
- * OB100 pour les actions au démarrage.
- * une fonction FC240 pour effectuer une tâche précise.
- * plusieurs blocs fonctionnels (FB200, FB201, FB210, FB220, FB221, FB222, FB300) pour gérer différentes parties du système.
- * et un bloc de données DB100 pour stocker les informations nécessaires au fonctionnement du programme.



Figure III.4 Blocs du programme

1. **Le block principal OB1** : OB1 est le bloc principal du programme automate. Il est exécuté de manière cyclique et permet d'organiser le déroulement du programme en appelant les autres blocs. Il lit les entrées, traite les données, puis met à jour les sortie

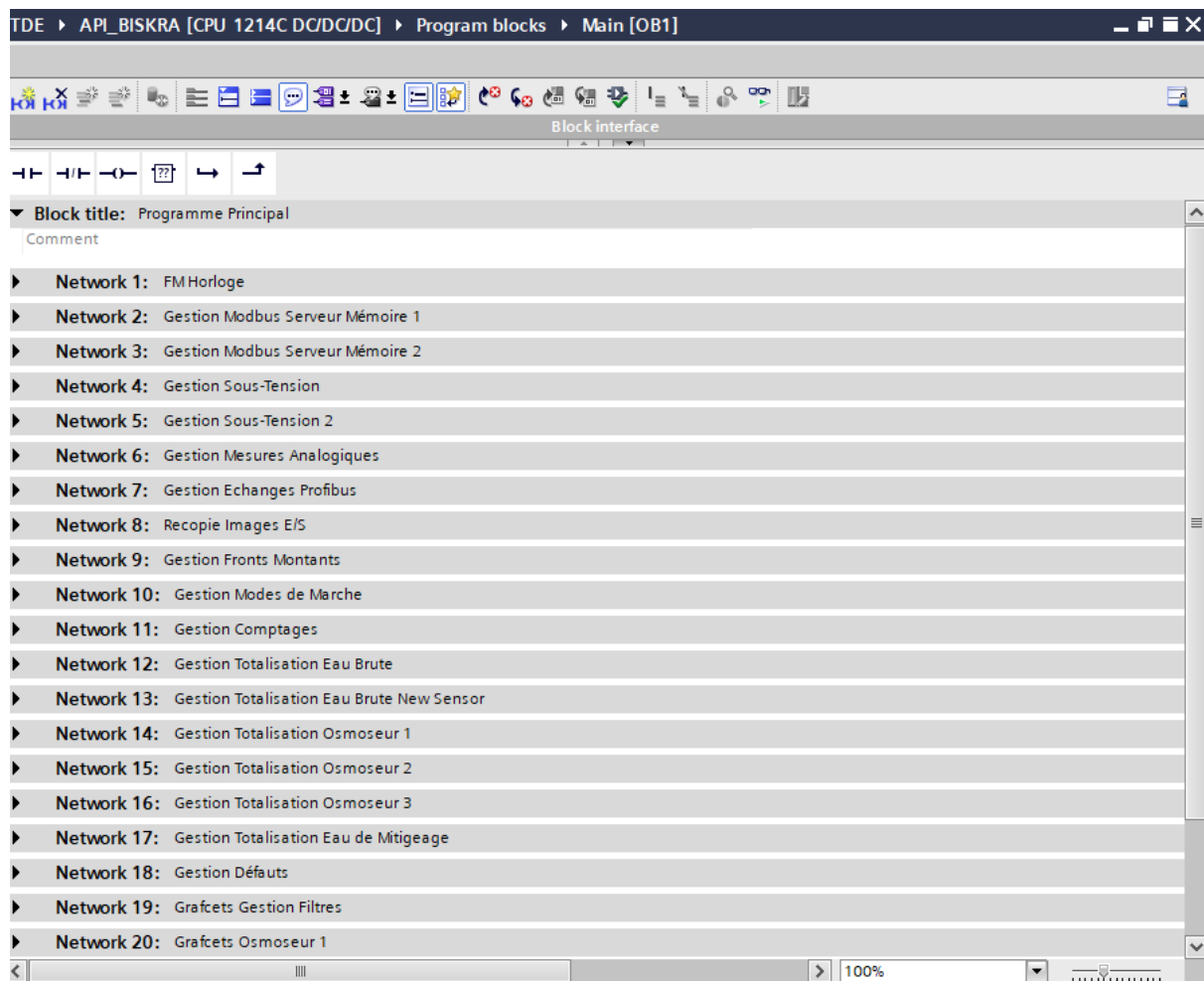


Figure III.5 Vue globale du OB1

2. **Le block de démarrage OB100** : Le bloc OB100 est exécuté une seule fois au démarrage ou redémarrage du PLC. Il sert généralement à initialiser les variables, réinitialiser les états, ou configurer des valeurs par défaut pour garantir un démarrage stable et sécurisé du système

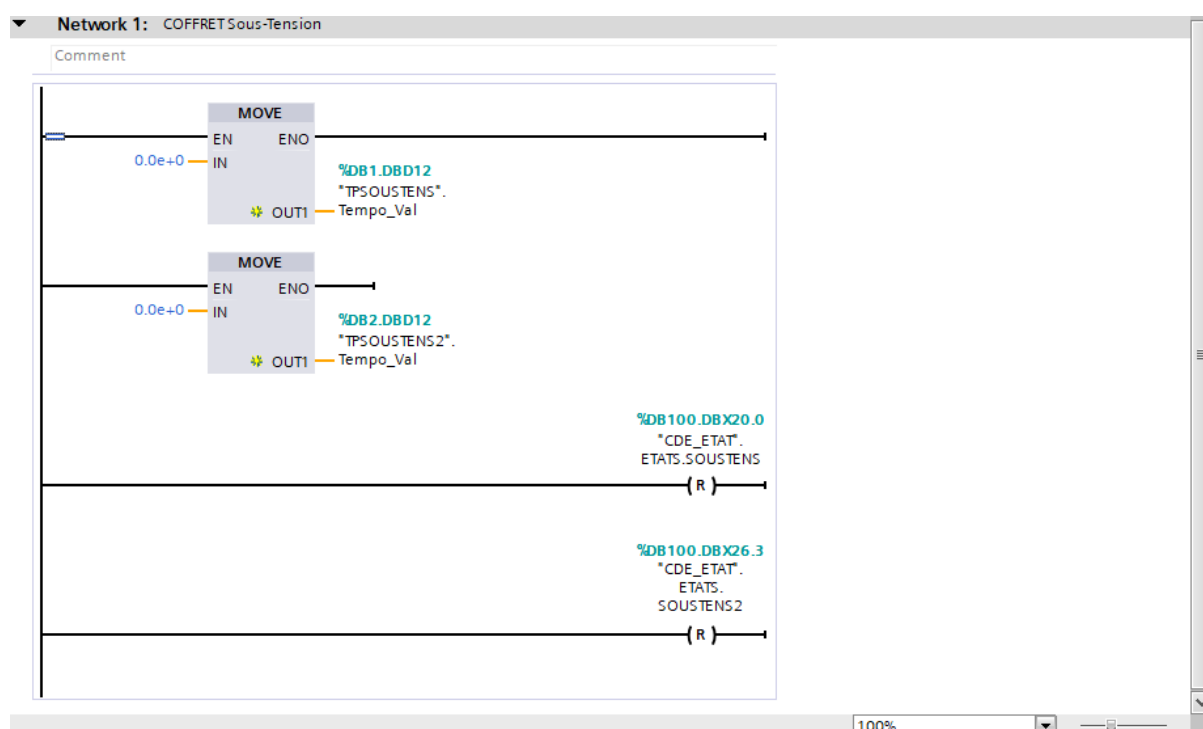


Figure III.6 block de démarrage OB100

3. **Le block FB200** : Ce bloc contient la gestion des modes de marche de la station.

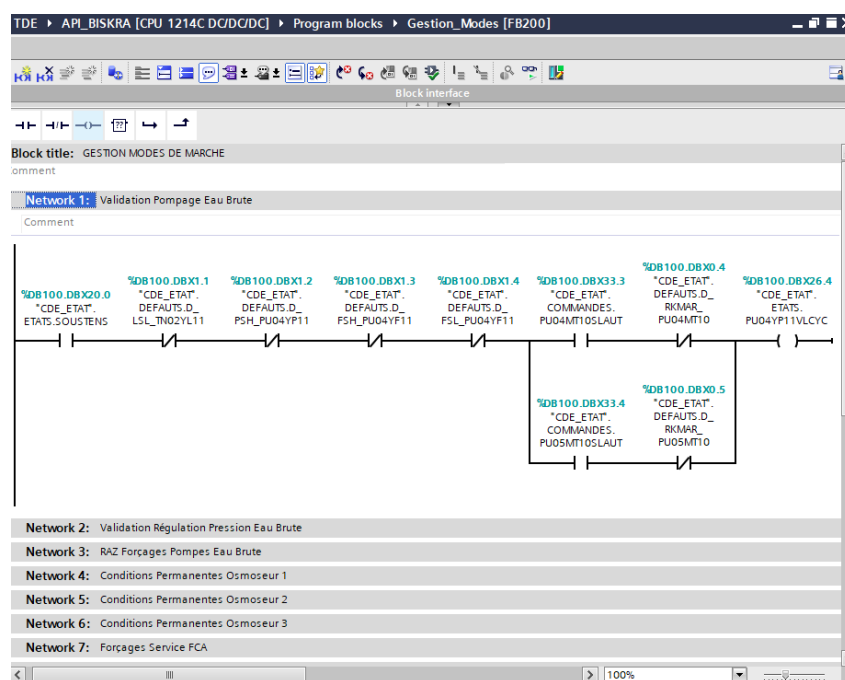


Figure III.7 block FB200 et son Réseau 1

4. **Le block FB210** : Ce bloc contient les GRAFCET qui gèrent le fonctionnement des filtres à charbon actif, en assurant les différentes étapes de leur cycle, telles que la mise en service, le fonctionnement normal et le lavage

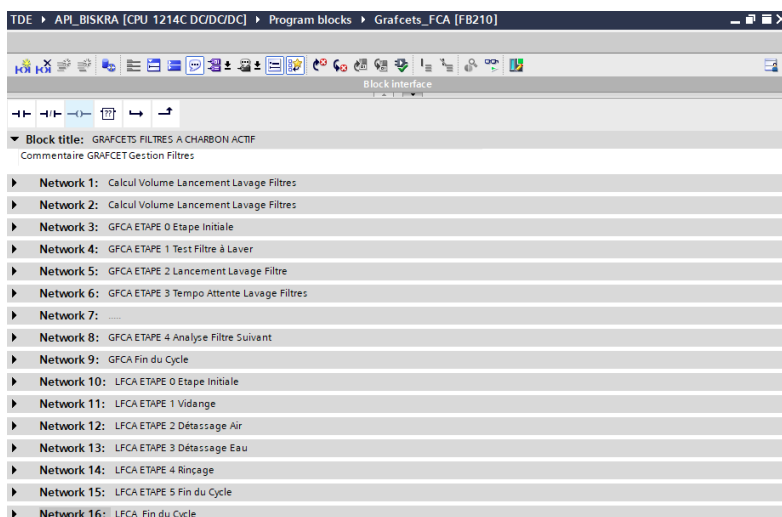


Figure III.8 Vue globale du FB210

5. Les blocks **FB220/FB221/FB222** :Ce bloc contient les GRAFCET qui gèrent le fonctionnement des osmoseurs 1, 2 et 3, en pilotant les différentes phases de leur cycle.

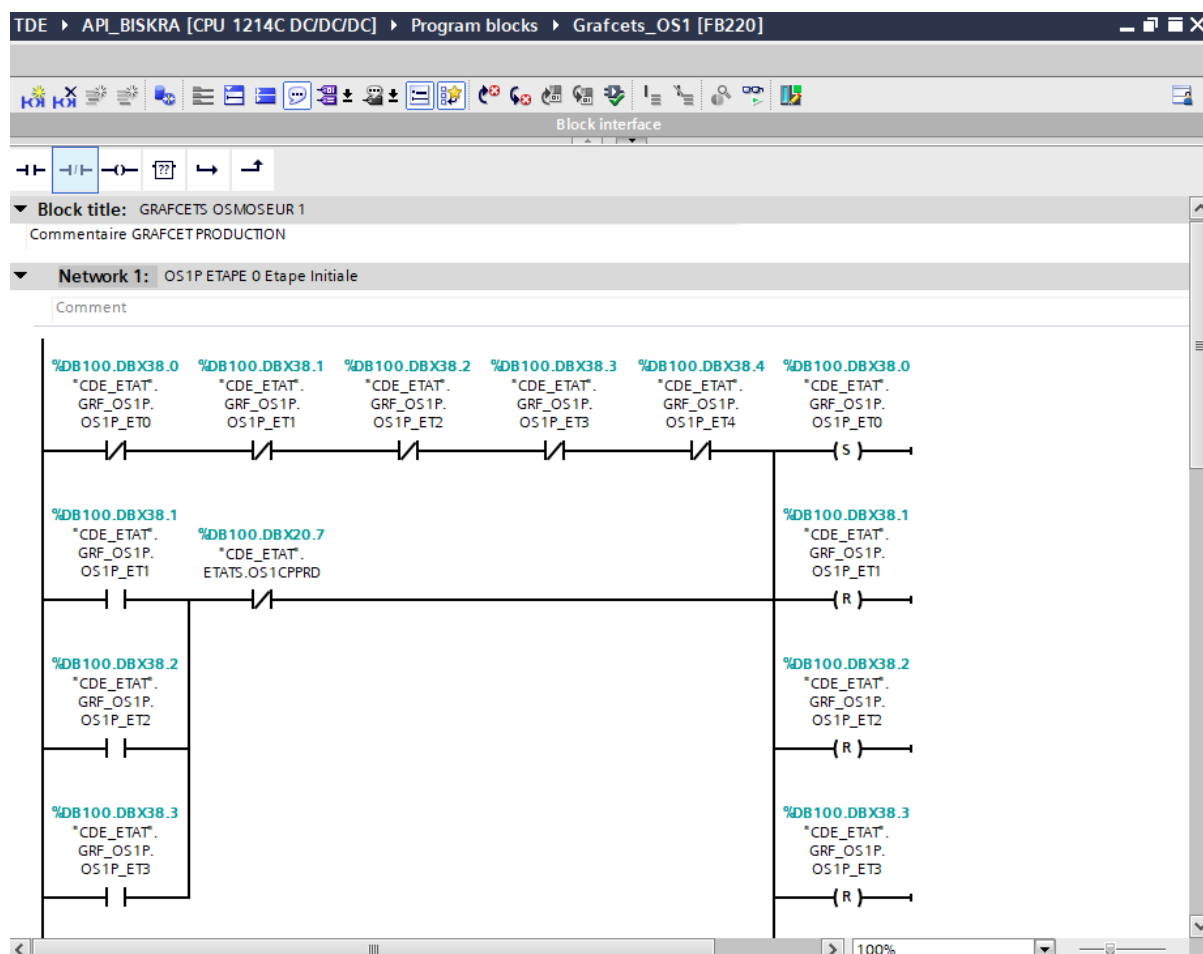


Figure III.9 Réseau 1 du block FB220

CHAPTER III

6. **Le block FB300** : Pour faciliter la gestion des défauts et des alarmes, ce bloc a été créé afin de centraliser et d'afficher les événements critiques, permettant ainsi une intervention rapide et efficace en cas de problème.

Tempo_Real						
	Nom	Type de d..	Décalage	Accessible ...	Visible da...	Commentaire
[-]	▼ Input			☐	☐	
[-]	■ Entree	Bool	0.0	☒	☒	Validation Temporisation
[-]	■ Valid_Comptage	Bool	0.1	☒	☒	Validation Comptage Temporisation
[-]	■ Top_Horloge	Bool	0.2	☒	☒	FM Top Horloge
[-]	■ Tempo_Max	Real	2.0	☒	☒	Valeur Finale Temporisation
[-]	■ Increment	Real	6.0	☒	☒	Incrément Temporisation en s
[-]	▼ Output			☐	☐	
	■ <Ajouter>			☐	☐	
[-]	▼ InOut			☐	☐	
[-]	■ Sortie	Bool	10.0	☒	☒	Fin Temporisation
[-]	▼ Static			☐	☐	
[-]	■ Tempo_Val	Real	12.0	☒	☒	TIME Elapsed Delay
[-]	▼ Temp			☐	☐	
	■ <Ajouter>			☐	☐	
[-]	▼ Constant			☐	☐	
	■ <Ajouter>			☐	☐	

Figure III.10 Interface du bloc FB300

7. **Le block OB201** : Ce bloc contient la gestion de tous les défauts du système, en assurant leur détection, leur classification et leur affichage pour faciliter le diagnostic et l'intervention.

CHAPTER III

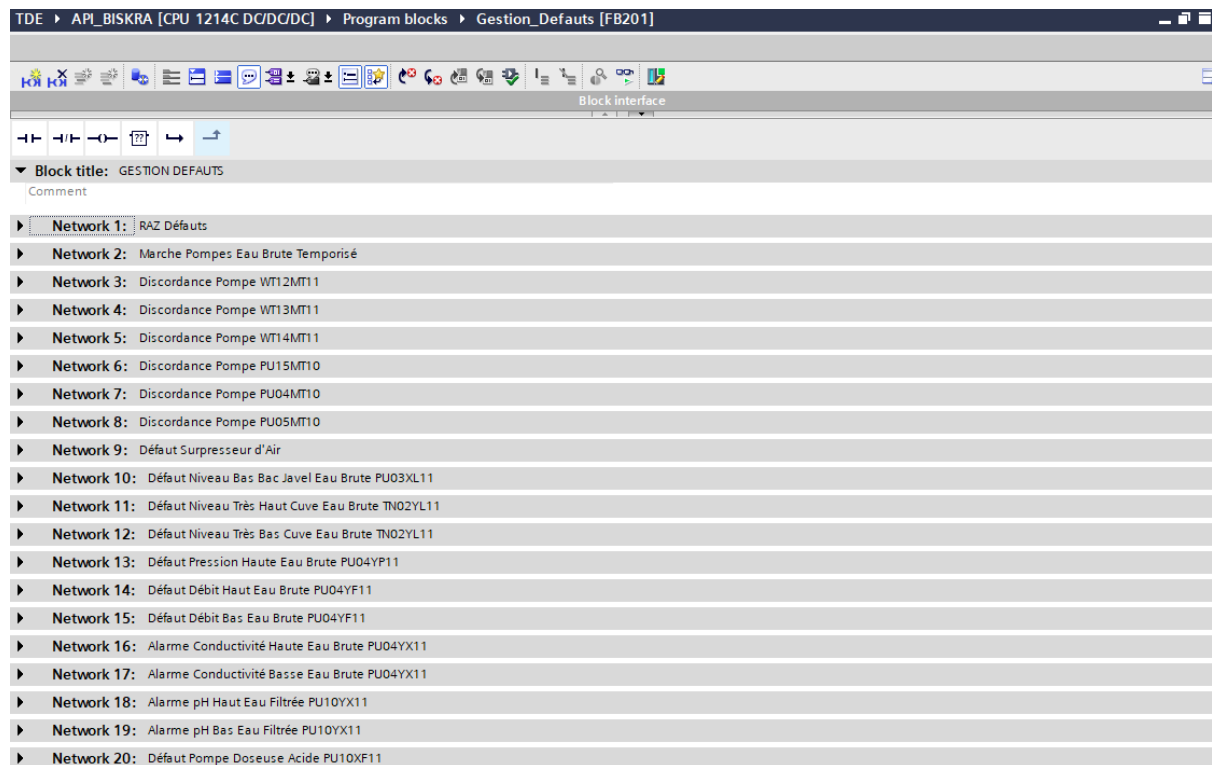


Figure III.11 Block FB201 gestion defaults

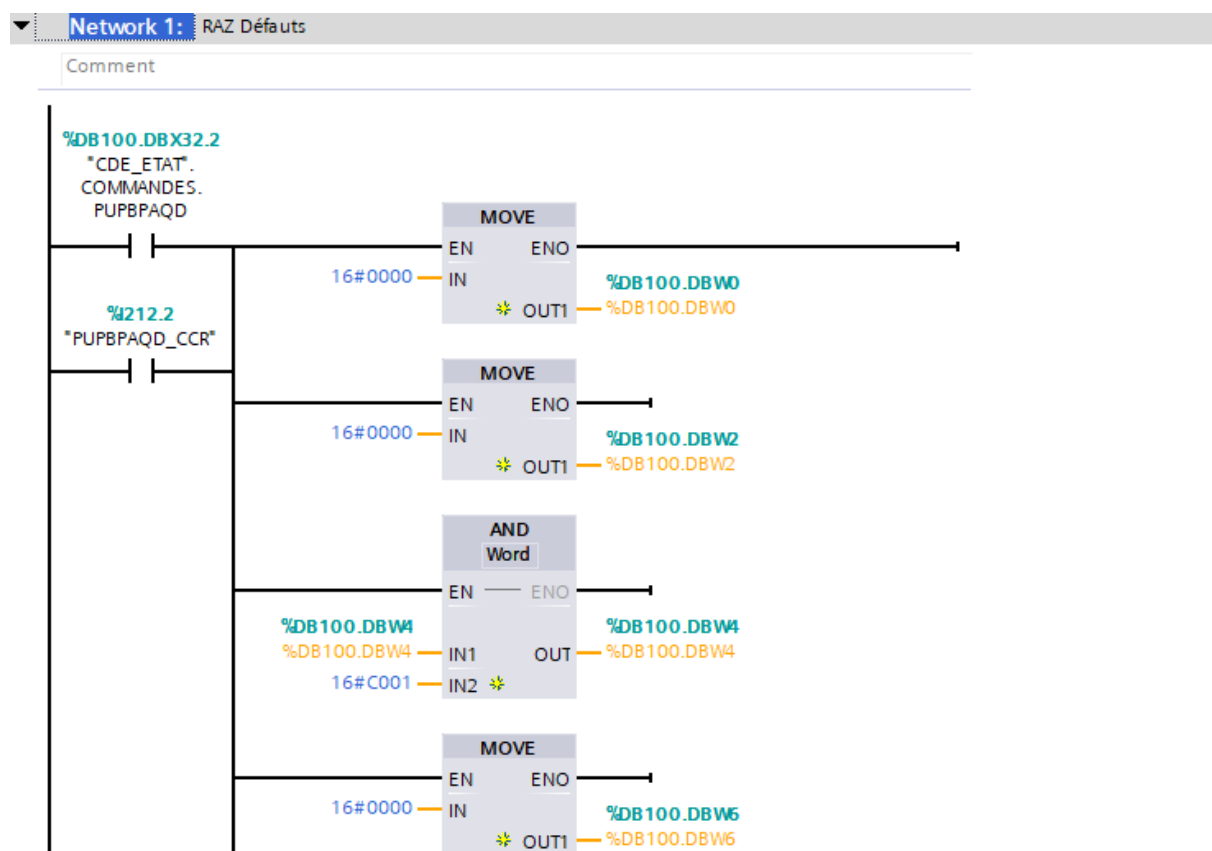
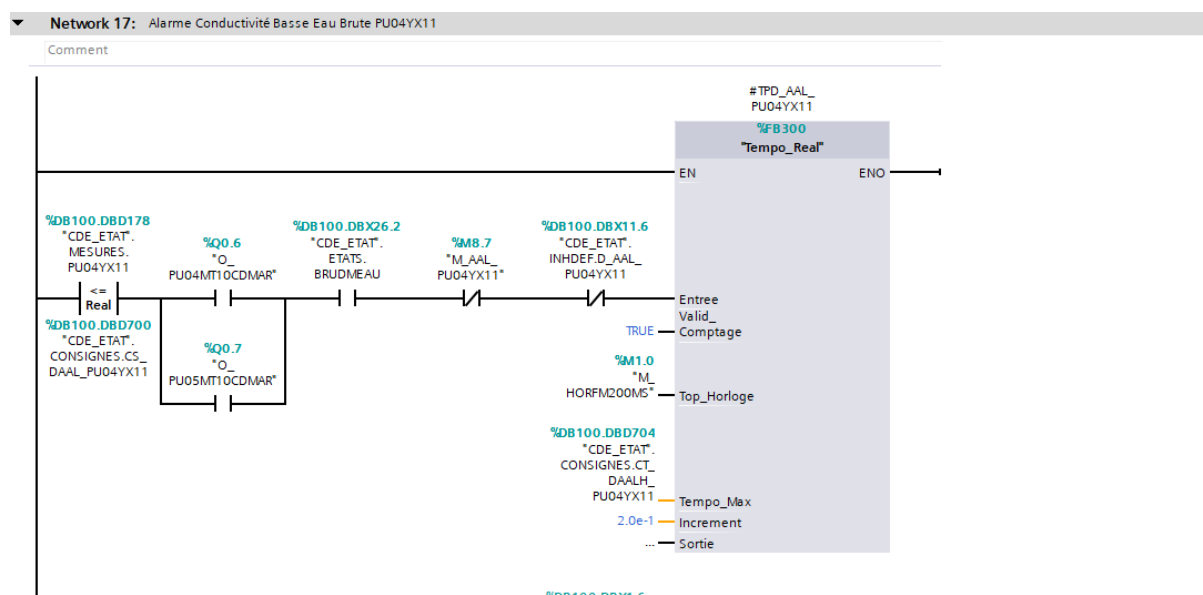
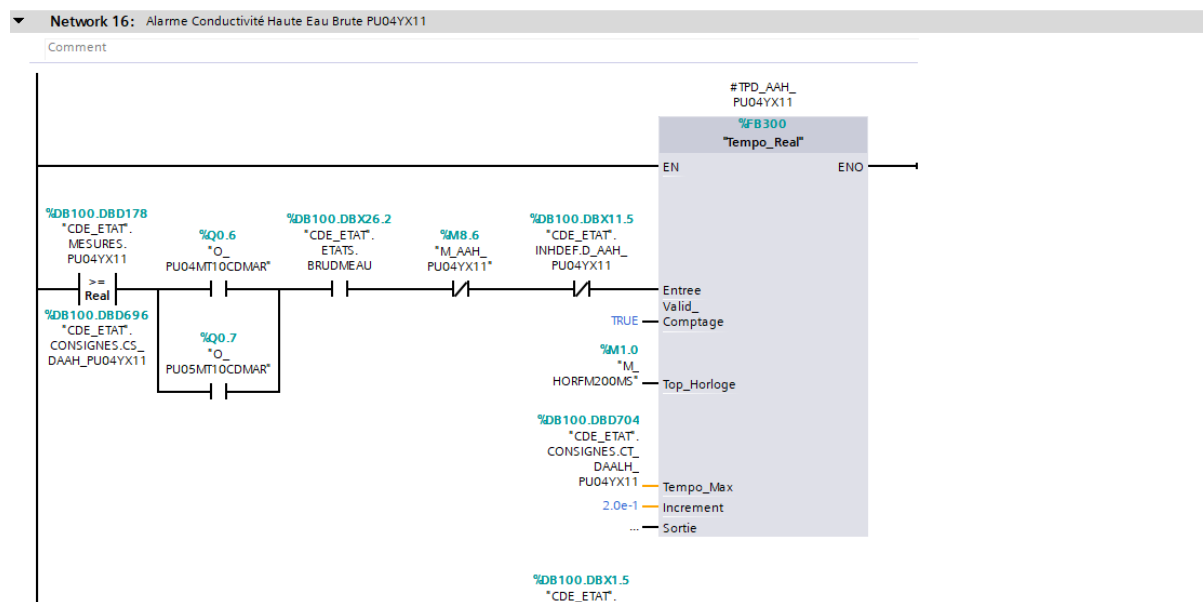


Figure III.12 Réseau 1 du block FB201 RAZ Defaults



TN16VL11 Seuil Défaut Niveau Haut Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil Arrêt Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 1er Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 2ème Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 3ème Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil Défaut Niveau Bas Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Valeur à 20mA Niveau Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VX11 Action P Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Action I Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Action D Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Sortie Maxi Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-100 %)	000,0
TN16VX11 Sortie Mini Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-100 %)	000,0
TN16VX11 Consigne Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Bande Morte Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Seuil Alarme Haute Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Seuil Alarme Basse Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Temps Alarmes Conductivité Eau Traitée (0-9999 s)	0000
PU11VF11 Volume Impulsion Débit Eau de Mitigeage (0-5.999 m3)	000,0
PU11MT10 Consigne Dosage Soude Eau Traitée (0-999.99 g/m3)	000,0
PU11MT10 Cylindrée Pompe (0-999.99 g)	000,0
Osmoseur Parametres eaux traitées Parametres eaux filtrée Parametres Raw Water Parametres	
Home vue d'ensemble eaux filtrée eaux traitées Parametres 31/12/2000 10:59:39	

Figure III.15 Réseau 35 du block FB201

8. **Le block FC240** : Ce bloc contient les commandes de marche des équipements de la station, permettant leur activation et leur contrôle selon les besoins du processus.

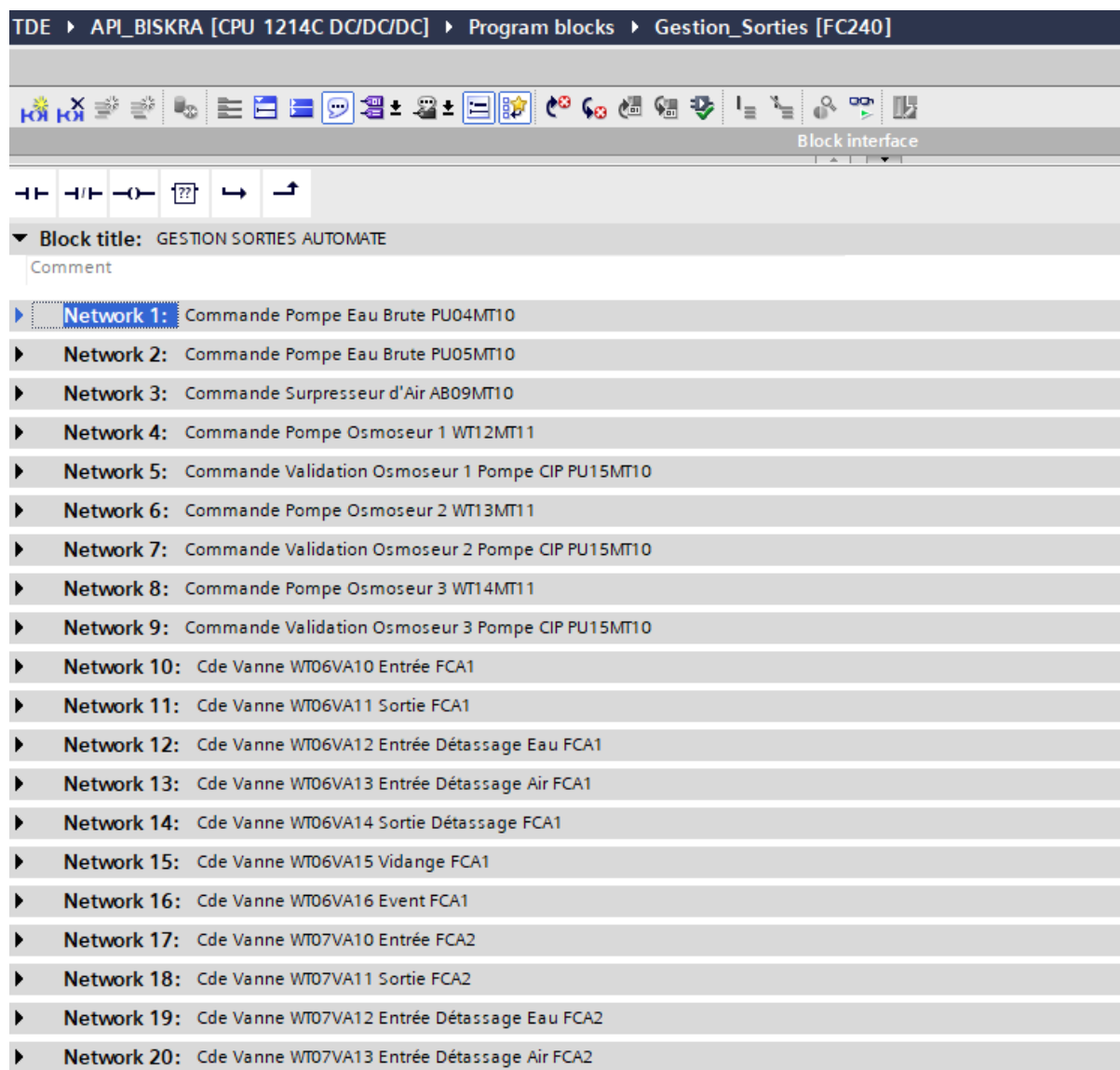


Figure III.16 Vue globale du block FC240 Gestion Sorties Autoamnte

III.5.4 Fonctionnement de la partie eaux filtrée

Dans cette partie, le système comprend :

- ✿ un réservoir d'eau brute,
- ✿ deux pompes équipées de variateurs de vitesse (chacune peut être arrêtée, mise en mode automatique, ou forcée en marche si un capteur de pression est défaillant).
- ✿ trois filtres à charbon actif (chacun avec six vannes).
- ✿ une pompe doseuse.
- ✿ un surpresseur d'air.
- ✿ et des capteurs de pression, de conductivité, de débit et de niveau.
- ✿ Pour que les filtres fonctionnent, certaines conditions doivent toujours être remplies :
- ✿ Pas de défaut d'arrêt d'urgence.
- ✿ Pas de défaut d'alimentation en air.

✿ Le coffret principal doit être en service.

Les filtres à charbon actif fonctionnent en parallèle. Ils peuvent être activés ou arrêtés individuellement depuis le système de supervision et son état peuvent être l'un des trois états suivants :

- Production
- Lavage
- Arrêt

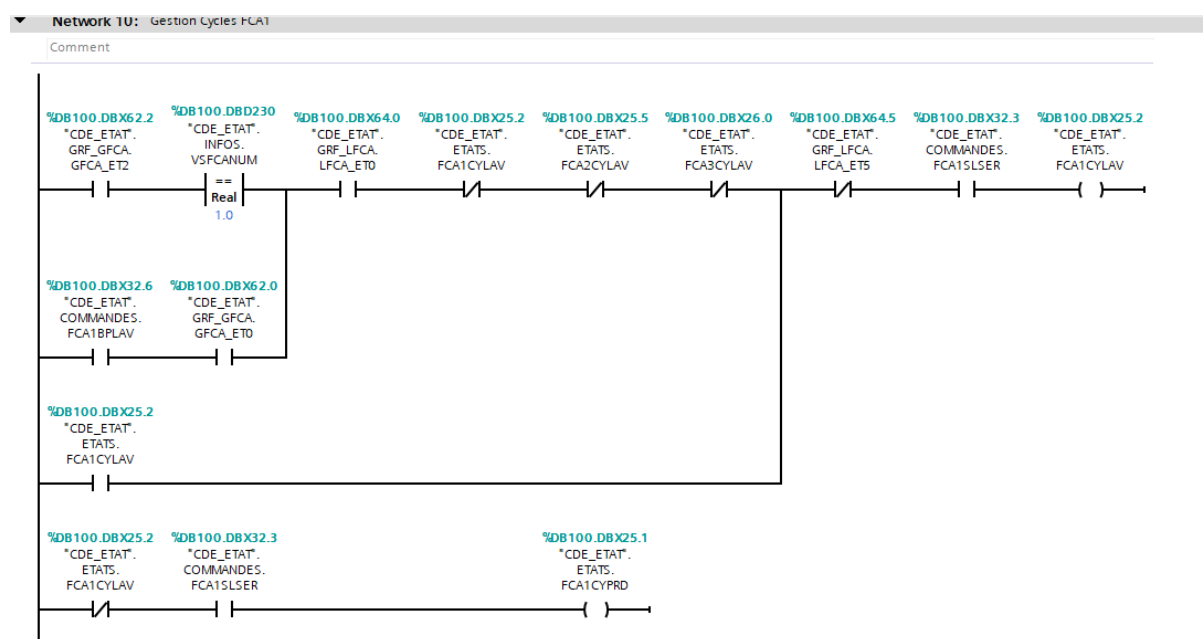


Figure III.17 Réseau 10 gestion Cycles FCA1 du block FB200

1. **Production** : En mode production, la filtration est assurée par l'ouverture des vannes VA10 (entrée eau brute) et VA11 (sortie eau filtrée). Ce mode n'est activé que si le sélecteur du filtre est positionné sur "Service" et n'est pas en "Contre-lavage".



Figure III.18 Gestion production filter a charbon 1

2. **Lavage** :

Le cycle commence par l'initialisation du numéro de lavage de filtre à la valeur 1. Le déclenchement du cycle de lavage s'effectue lorsque le compteur de production des filtres FCA est supérieur ou égal à la consigne de lavage, ou suite à l'appui sur

le bouton de lancement en cascade, à condition qu'aucun cycle de lavage ne soit actif pour les trois filtres et que le système soit en phase d'attente.

Dès que les conditions de démarrage sont remplies, le compteur de production des filtres est remis à zéro. Ensuite, il est vérifié si le filtre correspondant au numéro de lavage actuel (FCA1, FCA2 ou FCA3) est en service ou si le numéro de lavage a dépassé la valeur 3. Si le filtre est disponible en service, le cycle de lavage est lancé pour ce filtre. En revanche, si le filtre n'est pas disponible ou si le numéro de lavage dépasse 3, le système passe à l'étape suivante.

À la fin d'un cycle de lavage ou en cas d'indisponibilité du filtre, le numéro de lavage est incrémenté de 1, sous réserve que le temps d'attente pour le lavage soit écoulé, qu'aucun filtre ne soit en cours de lavage, et que le numéro de lavage ne dépasse pas 3. Ce processus se poursuit de manière séquentielle jusqu'à ce que tous les filtres aient été traités ou que le numéro de lavage excède la limite.

Lorsque tous les cycles de lavage sont terminés ou qu'aucun filtre n'exige un lavage supplémentaire, le système revient automatiquement à l'état d'attente, prêt pour un nouveau cycle de lavage. Toutes les opérations sont entièrement automatisées, avec la possibilité de lancer un cycle de lavage manuellement via un bouton dédié, sans intervention humaine durant l'exécution du cycle.

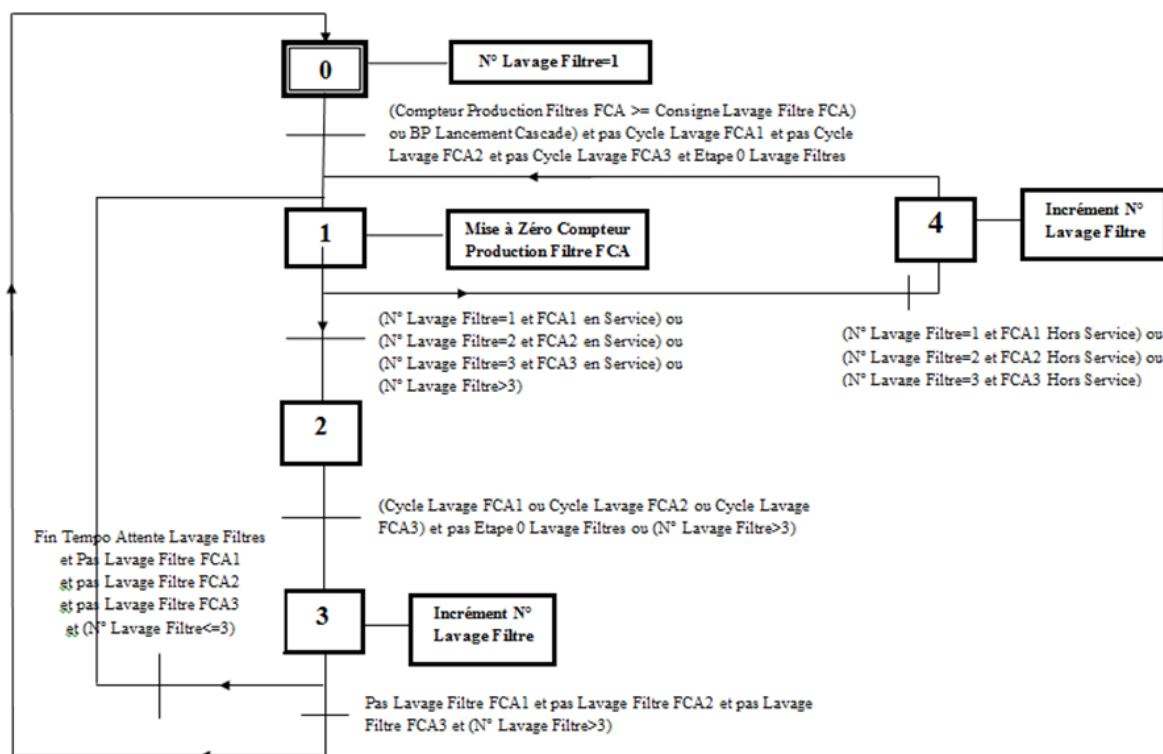


Figure III.19 Grafcet activation filters a charbon

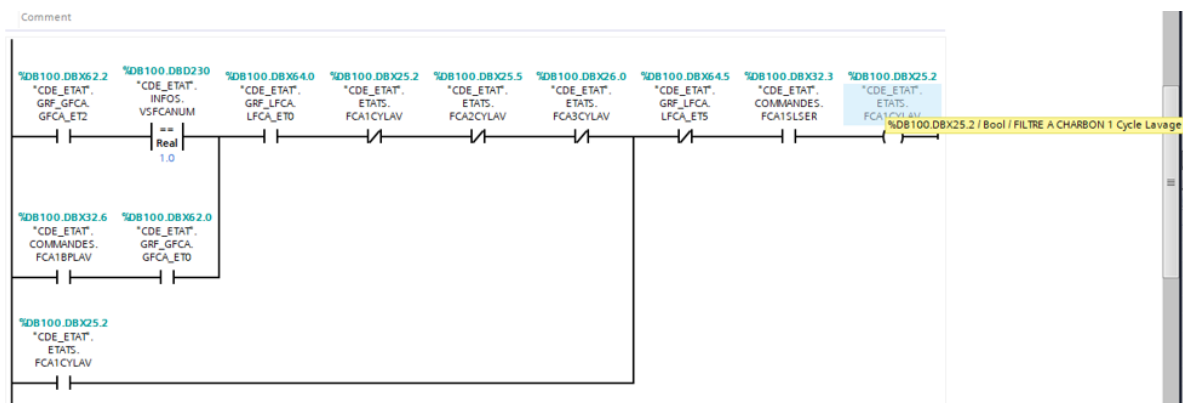


Figure III.20 Gestion lavage filter a charbon 1

✿ Le cycle commence dès la réception d'un ordre de lavage pour l'un des filtres, alors que le système est en mode attente, avec les temporisations remises à zéro et aucune action active.

Dès que l'ordre est reçu, le système passe à la première étape correspondant à la vidange, où les électrovannes WTXVYA15 et WTXVYA16 sont ouvertes pour évacuer l'eau résiduelle contenue dans le filtre. Cette étape est régie par une temporisation prédéfinie. À la fin de ce délai, ou en cas d'annulation de l'ordre, le système passe automatiquement à l'étape suivante.

✿ Lors de la deuxième étape, un détassage à l'air est effectué. Cela consiste à ouvrir l'électrovanne WTXVYA14 et à activer le ventilateur AB90MT10 pour injecter de l'air dans le filtre. Cette action permet de décoller les particules fines qui n'ont pas été évacuées durant la vidange. Une fois la temporisation écoulée, le système poursuit vers la troisième étape.

✿ La troisième étape est dédiée au détassage à l'eau, où de l'eau est injectée à travers les électrovannes WTXVYA14 et WTXVYA12 afin de rincer les impuretés restantes après le soufflage à l'air. Cette phase est également limitée dans le temps, et à sa fin, le système progresse vers l'étape suivante.

✿ Ensuite, la quatrième étape est celle du rinçage, visant à assurer un nettoyage final du filtre. L'eau propre est injectée via les électrovannes WTXVYA15 et WTXVYA10. Comme pour les autres étapes, cette action est limitée par une temporisation. Une fois terminée, le système atteint l'étape finale.

✿ La cinquième et dernière étape marque la fin du cycle de lavage. Aucune action n'est effectuée, et le système retourne à l'état d'attente, prêt à recevoir un nouvel ordre de lavage. Il est important de noter que chaque étape du processus est régie par une temporisation propre, et la transition d'une étape à une autre ne se fait qu'à la fin de cette temporisation ou suite à la réception du signal FM Pas Pas, indiquant la fin manuelle ou automatique de l'étape.

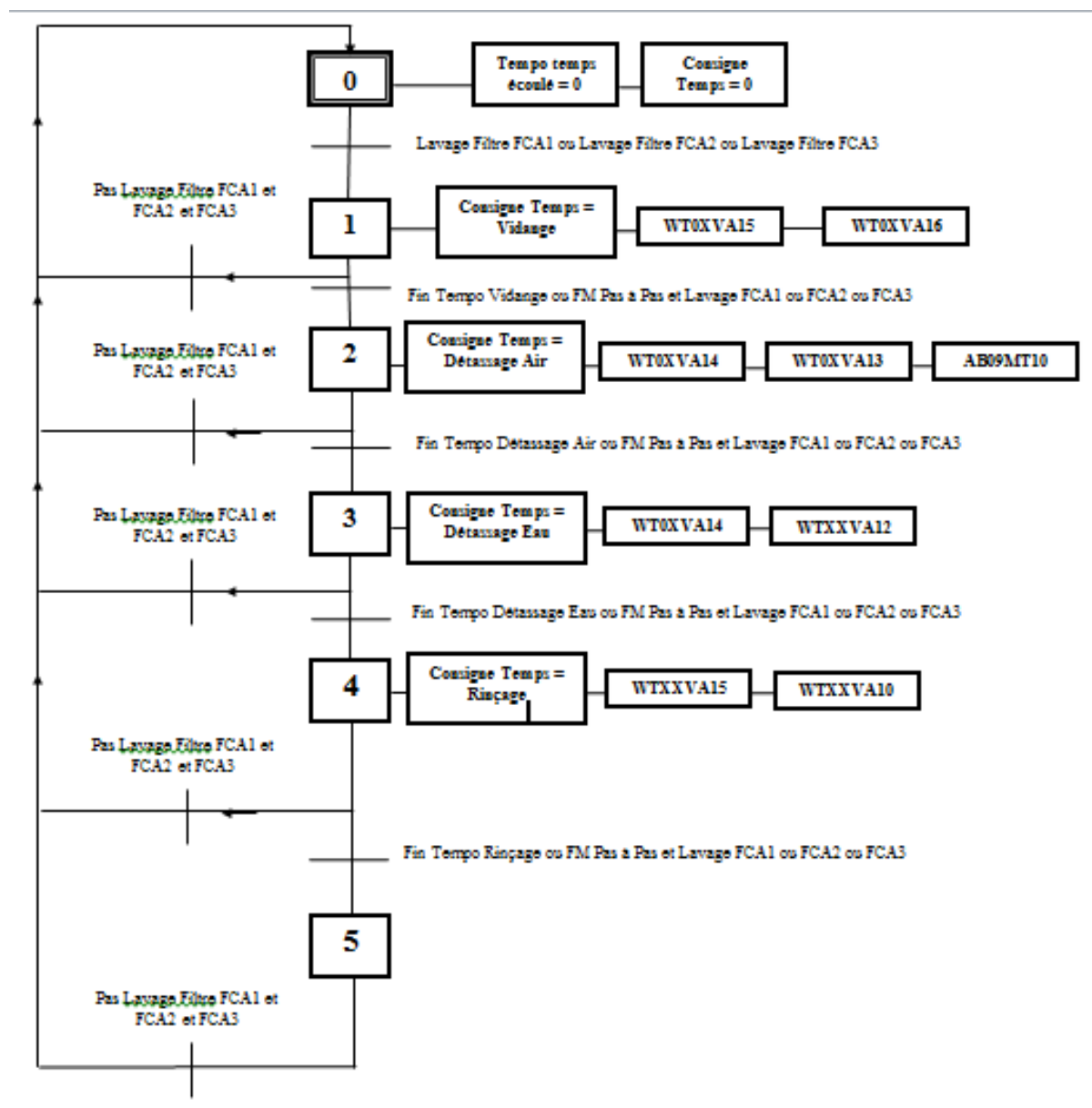


Figure III.21 Grafset gestion lavage FCA

Network 5: GFCA ETAPE 2 Lancement Lavage Filtre

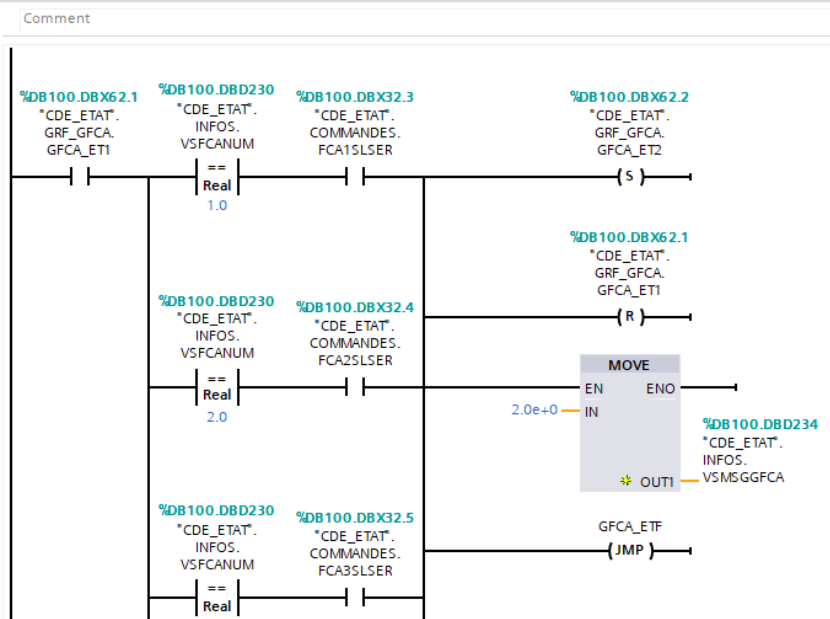


Figure III.22 Réseau 5 Etape 2 lancement lavage filter

Network 11: LFCA ETAPE 1 Vidange

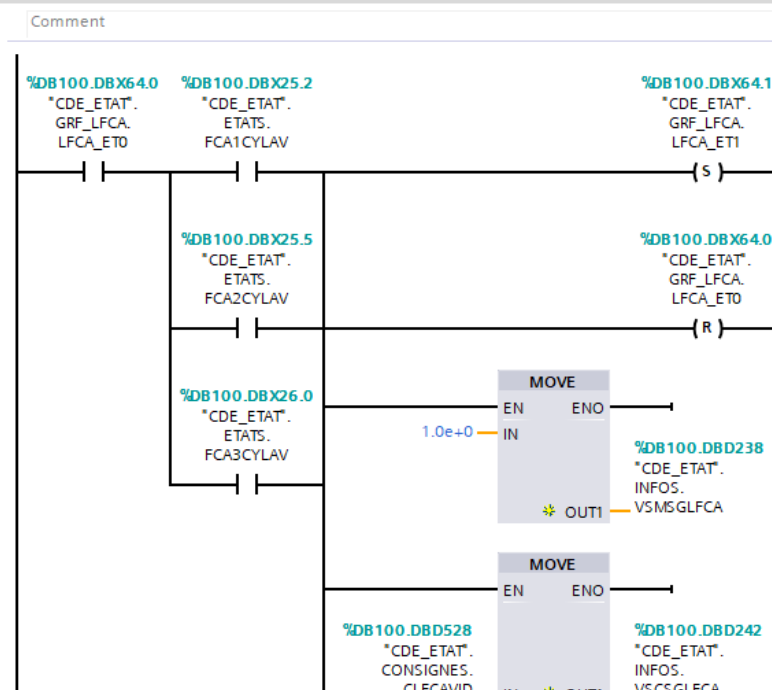


Figure III.23 Réseau 11 lavage FCA etape 1 vidange

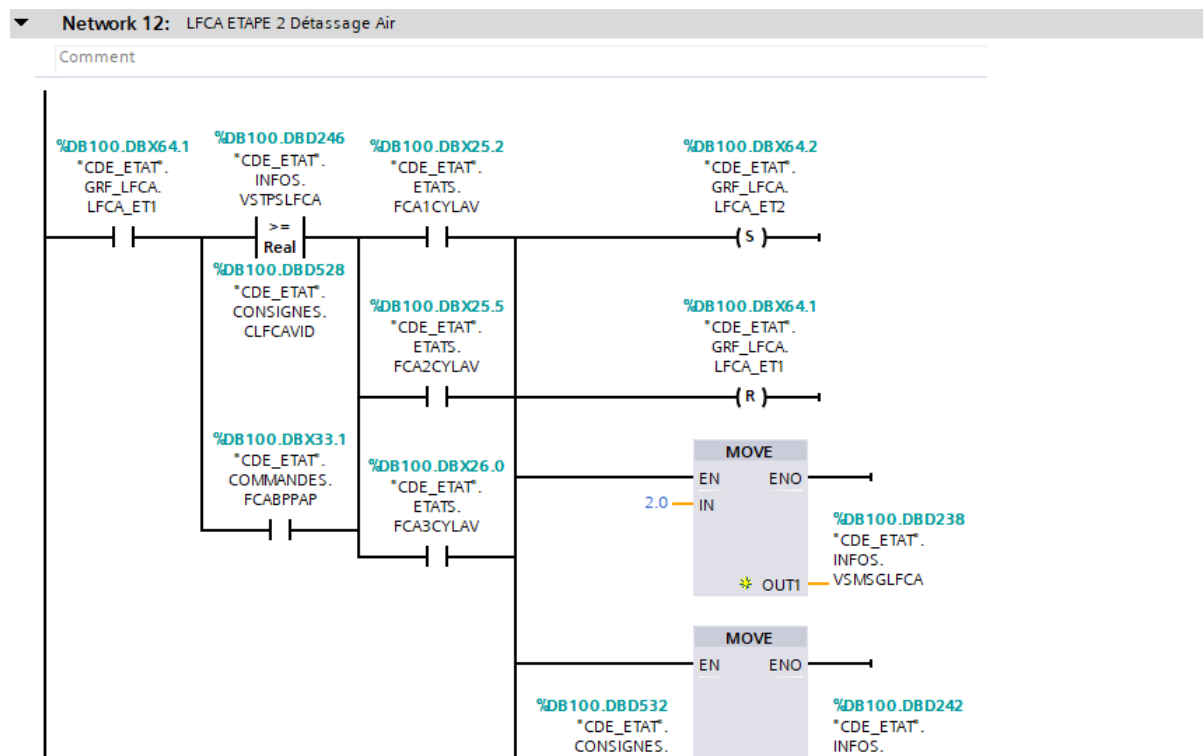


Figure III.24 Réseau 12 lavage FCA etape 2 Detassage air

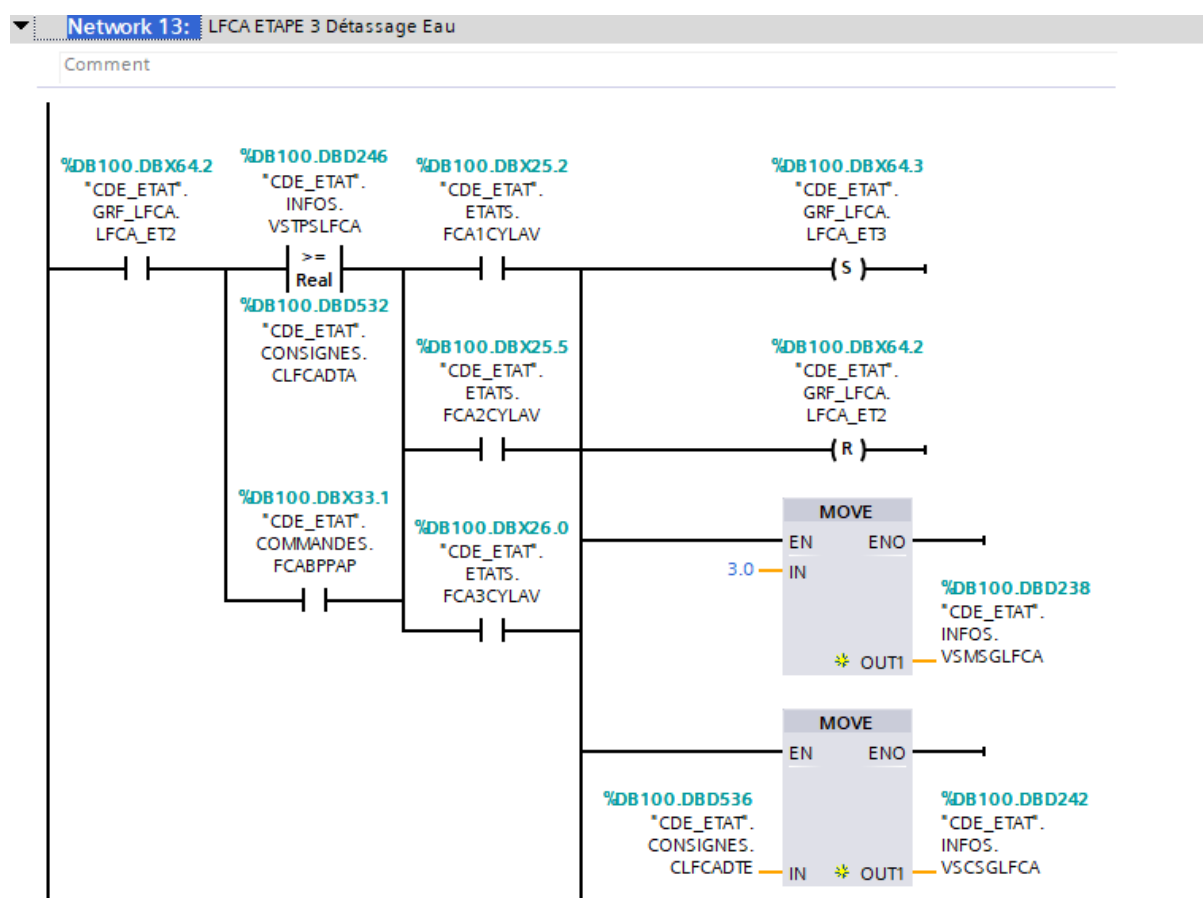


Figure III.25 Réseau 13 lavage FCA etape 3 Detassage Eau

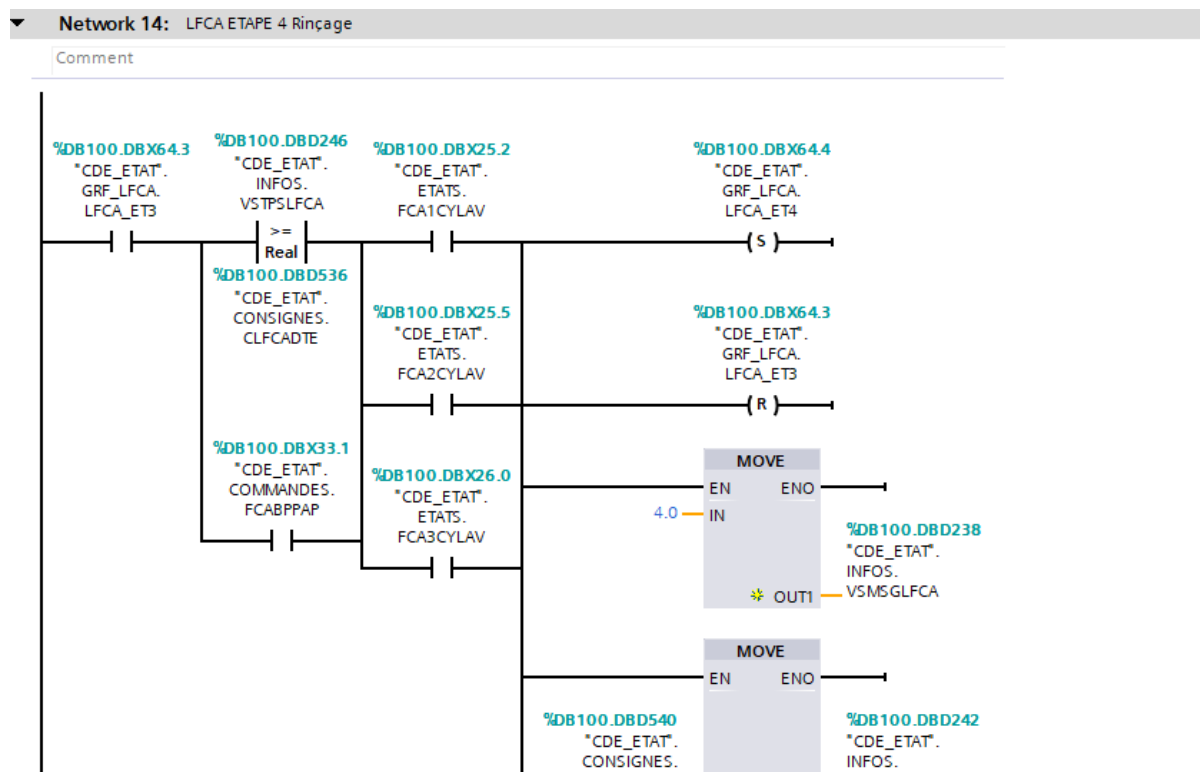


Figure III.26 Réseau 14 lavage FCA etape 4 Rincage

3. **Arrêt** : Ce mode sera activer si le filtre ni en production ni en lavage.

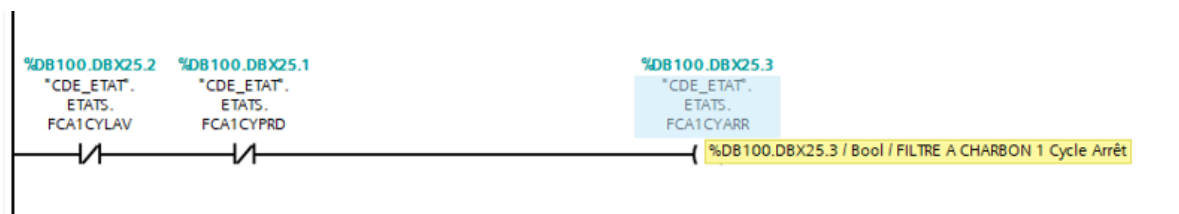


Figure III.27 Arrêt filtre a charbon

III.5.5 Description de la partie eaux traitée (osmoseurs)

La partie "eaux traitées" comprend un réservoir d'eau traitée ainsi que trois pompes d'alimentation, chacune équipée d'un variateur à vitesse fixe et pouvant être mise en service ou arrêtée. Elle intègre également trois osmoseurs, chacun composé de quatre membranes et de quatre vannes tout-ou-rien (TOR). On y trouve trois pompes doseuses de type AS461, une pompe pour l'injection de soude et une autre pour l'acide sulfurique (H₂SO₄). L'installation est équipée de détecteurs de niveau TOR, de transmetteurs de pression en amont et en aval, de sondes de conductivité en sortie d'osmoseur et au niveau du métigeage, de débitmètres en entrée et sur le perméat des osmoseurs, ainsi que d'un capteur de niveau pour la cuve d'eau traitée.

Dans tout ce qui suit, X=1 à 3 et XX=12 à 14 pour les osmoseurs 1 à 3 Les conditions permanentes de production d'un osmoseur X sont :

- * Pas Défaut Arrêt d'Urgence
- * Pas Défaut Absence Air
- * Coffret En Service
- * Pas Défaut Débit Haut Perméat WTXXYF12
- * Pas Défaut Débit Bas Perméat WTXXYF12
- * Pas Défaut Retour Contacteur Pompe WTXXMT11
- * Pas Défaut Attente Conductivité en Production
- * Pas Défaut Attente Conductivité en Rinçage
- * Pas Défaut Conductivité Haute WTXXYX11
- * Pas Défaut Conductivité Basse WTXXYX11
- * Pas Défaut Niveau Haut Cuve Eau Traitée TN16YL11
- * Pas Défaut Pompe Doseuse WTXXXF11
- * Pas Défaut Absence Eau Osmoseur X
- * Pas Demande Lavage Chimique Osmoseur X
- * Osmoseur X en Service

Les osmoseurs 1 à 3 fonctionnent de manière indépendante avec toujours maximum 3 osmoseurs en production. Les osmoseurs peuvent être dans l'un des cinq états suivants :

- * Production
- * Rinçage Qualitatif
- * Lavage
- * Arrêt
- * Lavage Chimique

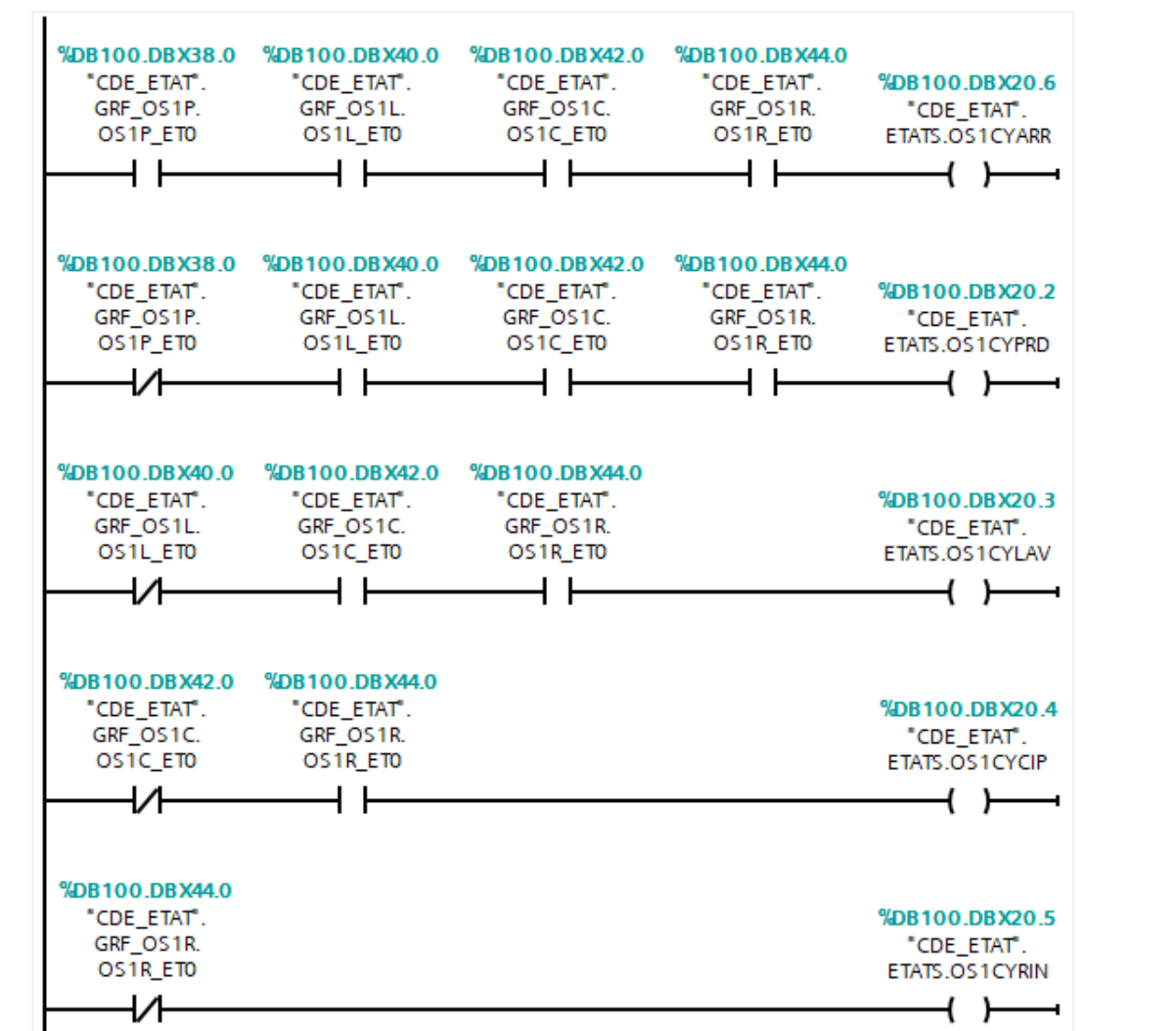


Figure III.28 Gestion Cycles Osmoseur 1

1. **Production** : Le cycle de production démarre lorsque l'une des deux conditions suivantes est remplie : soit le niveau d'eau est très bas selon le capteur TN16YL11, soit l'opérateur appuie sur le bouton BP Lancement Production, à condition que le cycle de lavage, le cycle de lavage chimique et le cycle de rinçage soient inactifs (c'est-à-dire tous en étape 0), et que les conditions permanentes de fonctionnement de l'osmoseur X soient respectées.

✿ Lorsque ces conditions sont satisfaites, le système passe de l'étape 0 (attente/veille) à l'étape 1, où les électrovannes WTXXVA10 et WTXXVA13 s'ouvrent pour permettre l'entrée de l'eau dans l'unité. Le remplissage continue jusqu'à ce que le capteur WTXXYP1 détecte que la pression a atteint le seuil haut requis. Si cette condition est remplie et que les conditions permanentes restent valides, le système passe à l'étape suivante.

✿ À l'étape 2, les vannes WTXXVA10 et WTXXVA13 restent ouvertes, et la conductivité de l'eau est mesurée par le capteur WTXXY11. La valeur doit se

situer entre un minimum et un maximum définis. Si cette condition est respectée et que les conditions permanentes sont toujours valables, le système passe à l'étape 3.

✿ À l'étape 3, la vanne WTXXVA13 se ferme, la vanne WTXXVA12 s'ouvre, et WTXXVA10 reste ouverte. Cette phase permet de poursuivre le remplissage jusqu'à atteindre le niveau haut, détecté par le capteur TN16YL11. Une fois ce niveau atteint, le système passe à l'étape finale.

✿ À l'étape 4, toutes les électrovannes sont ouvertes : WTXXVA10, WTXXVA11, WTXXVA12, et WTXXVA13, et le système émet un signal Demande Production indiquant que la production peut commencer. Ensuite, le système retourne automatiquement à l'étape 0, prêt pour un nouveau cycle de production.

✿ Tout au long des étapes, si les conditions permanentes sont perdues à un moment donné (par exemple une coupure d'alimentation ou une baisse de pression), le système revient immédiatement à l'étape 0 comme mesure de sécurité.

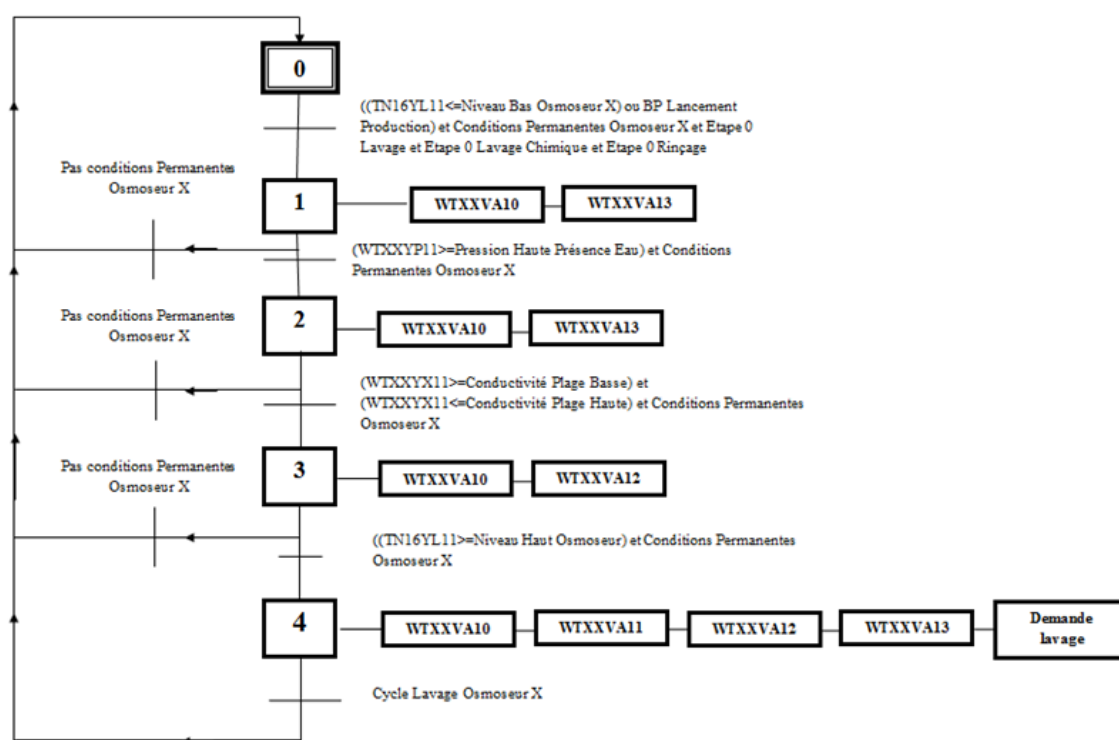
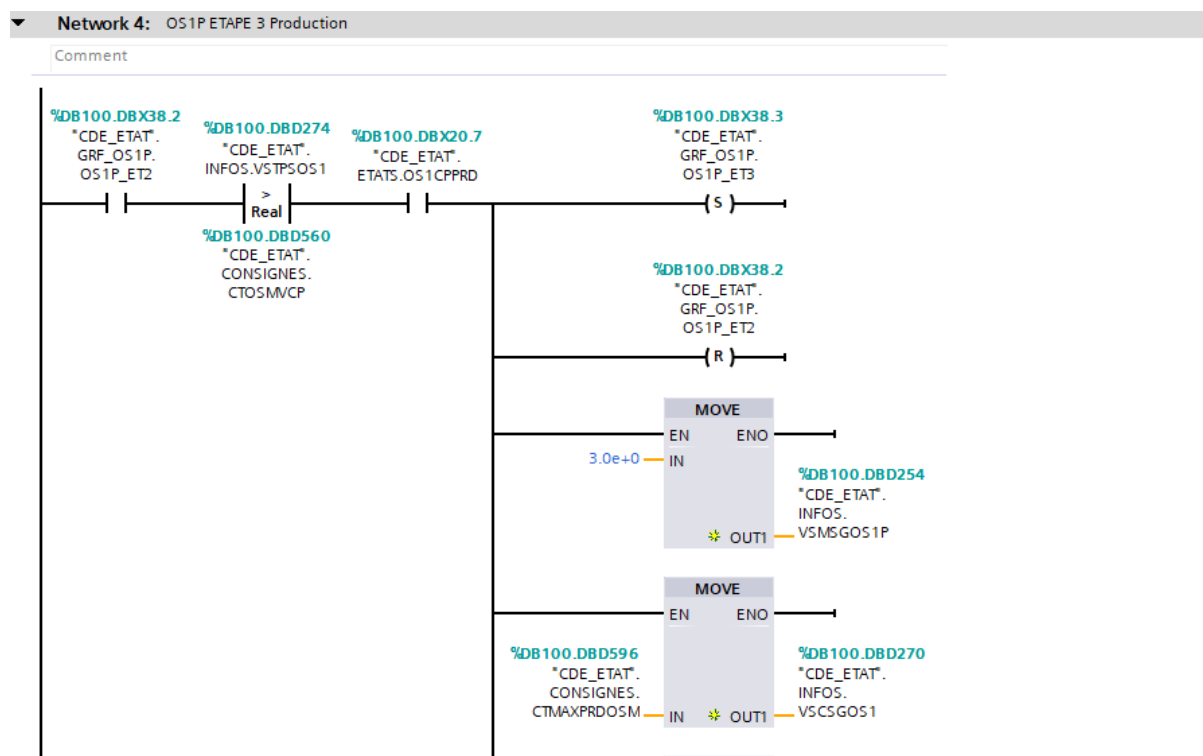


Figure III.29 Grafset Production Osmoseurs



2. Lavage :

✿ Le cycle de lavage d'un osmoseur démarre lorsqu'une des conditions suivantes est remplie : une demande explicite de lavage est activée, un lavage cyclique est en attente d'exécution, ou bien l'opérateur appuie sur le bouton de lancement manuel du lavage. En complément, l'osmoseur concerné doit être en service, et aucune autre phase comme la production, le rinçage ou le lavage chimique ne doit être active.

✿ Une fois ces conditions réunies, le système passe de l'état d'attente (étape 0) à l'étape 1 du GRAFCET. À ce stade, trois vannes sont commandées en ouverture : WTXVA10, WTXVA11 et WTXVA13. Cela permet de lancer l'écoulement d'eau ou de solution de lavage à travers les membranes de l'osmoseur afin d'éliminer les impuretés ou dépôts accumulés. Cette étape est temporisée ; la durée de lavage est déterminée par un paramètre de temps prédéfini dans l'automate.

✿ À l'issue du temps imparti, le système passe automatiquement à l'étape 2, qui correspond à la phase de décompression. La vanne WTXXVA10 est fermée, tandis que WTXXVA11 et WTXXVA13 restent ouvertes pendant un certain temps, afin de permettre la décharge de pression résiduelle dans le système. Le retour à l'état initial (étape 0) n'est autorisé que si deux conditions de sécurité sont remplies : le système doit confirmer que WTXXVA10 est bien fermée avec temporisation, et que la pression relevée par WTXXYP11 est inférieure ou égale au seuil de décompression défini.

✿ Une fois ces conditions satisfaites, le système retourne automatiquement à l'état de repos, prêt à répondre à une nouvelle demande de lavage ou à reprendre un autre cycle de fonctionnement normal.

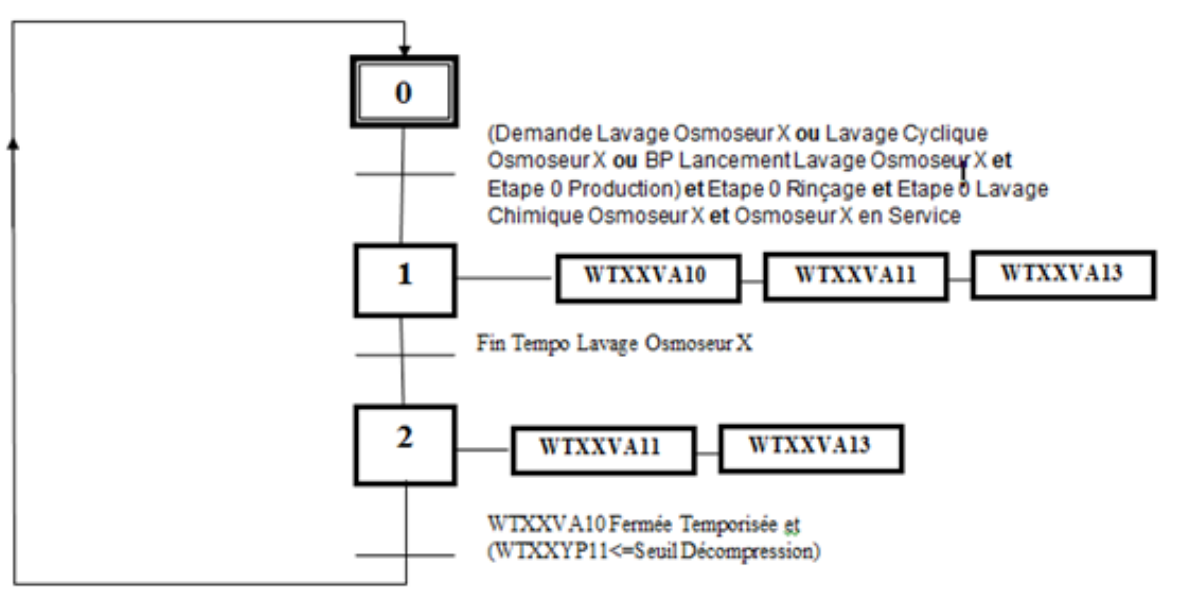


Figure III.31 Grafcet lavage Osmoseur

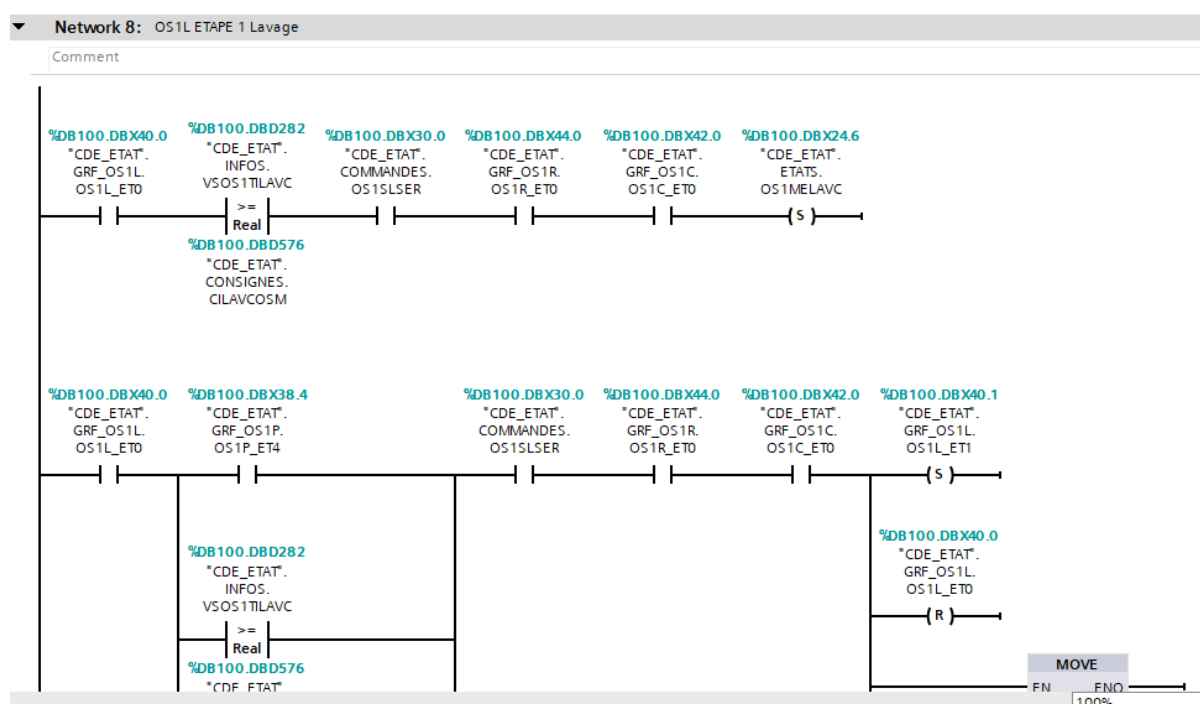


Figure III.32 reseau 8 tape 1 lavage

3. Lavage chimique :

Le cycle de lavage chimique commence lorsqu'une demande est émise par l'opérateur, soit via l'interface de commande, soit par un déclenchement automatique du système.

Avant de démarrer le processus, il est impératif que l'osmoseur soit hors production, qu'aucun cycle de lavage ou de rinçage ne soit en cours, et que l'équipement soit en état de service.

✿ Une fois ces conditions remplies, le système passe à la première étape du cycle : l'activation de la pompe de lavage chimique (PU15MT10). Le système attend alors une confirmation du démarrage effectif de la pompe. En cas d'absence de validation dans un délai déterminé, le processus est interrompu et une alarme est générée pour alerter l'opérateur.

✿ Dès que la pompe est confirmée en marche, le produit chimique est injecté dans l'osmoseur. Cette phase de lavage dure un temps défini, contrôlé par une temporisation interne. Pendant cette période, le fonctionnement de la pompe et le flux du liquide sont surveillés en continu pour garantir l'efficacité du lavage.

✿ À la fin du temps imparti, le système vérifie l'arrêt de la temporisation ainsi que de la pompe, puis procède automatiquement à la réinitialisation de la demande de lavage. Le cycle passe alors à l'étape suivante : le rinçage.

✿ Lors du rinçage, une commande est envoyée pour injecter de l'eau claire dans l'osmoseur afin d'éliminer toute trace du produit chimique utilisé. Une fois le rinçage terminé, le cycle de lavage chimique est considéré comme terminé, et l'osmoseur est prêt à reprendre sa fonction de production.

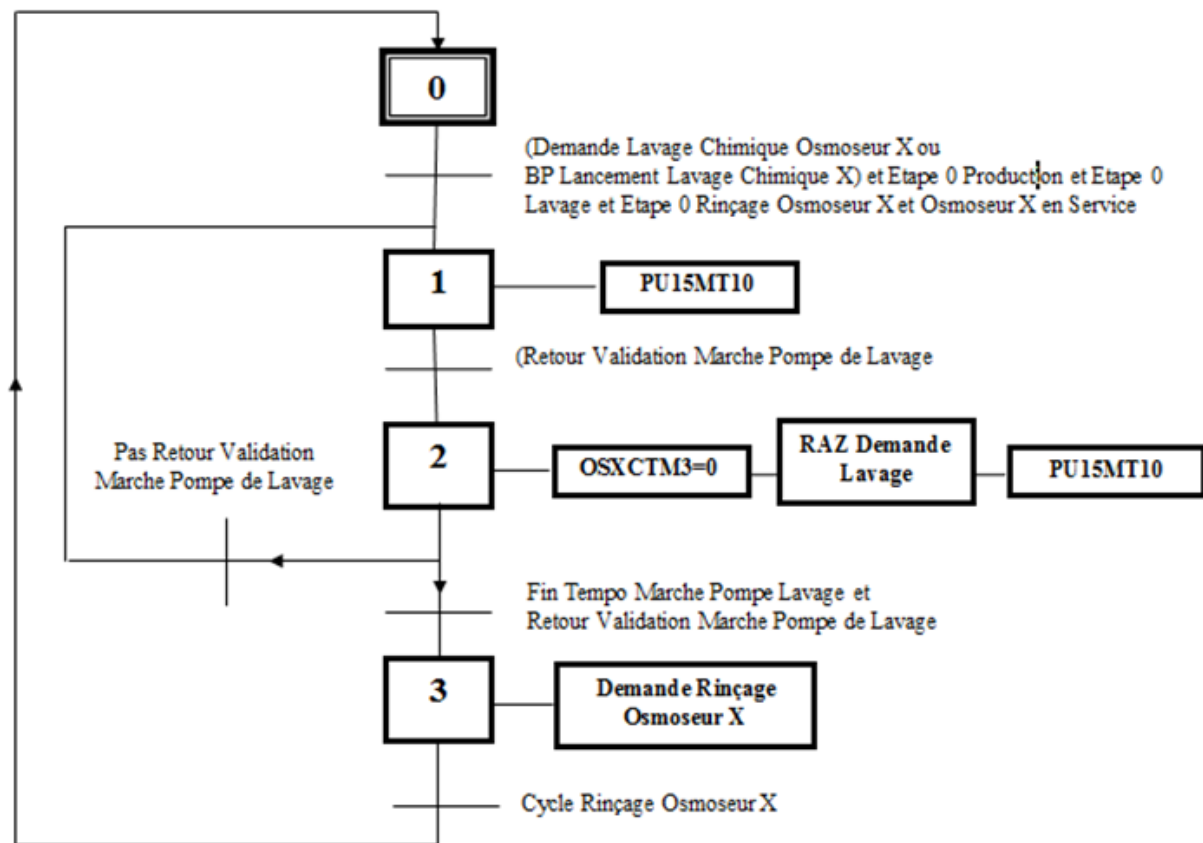


Figure III.33 Grafcet CIP Osmoseur

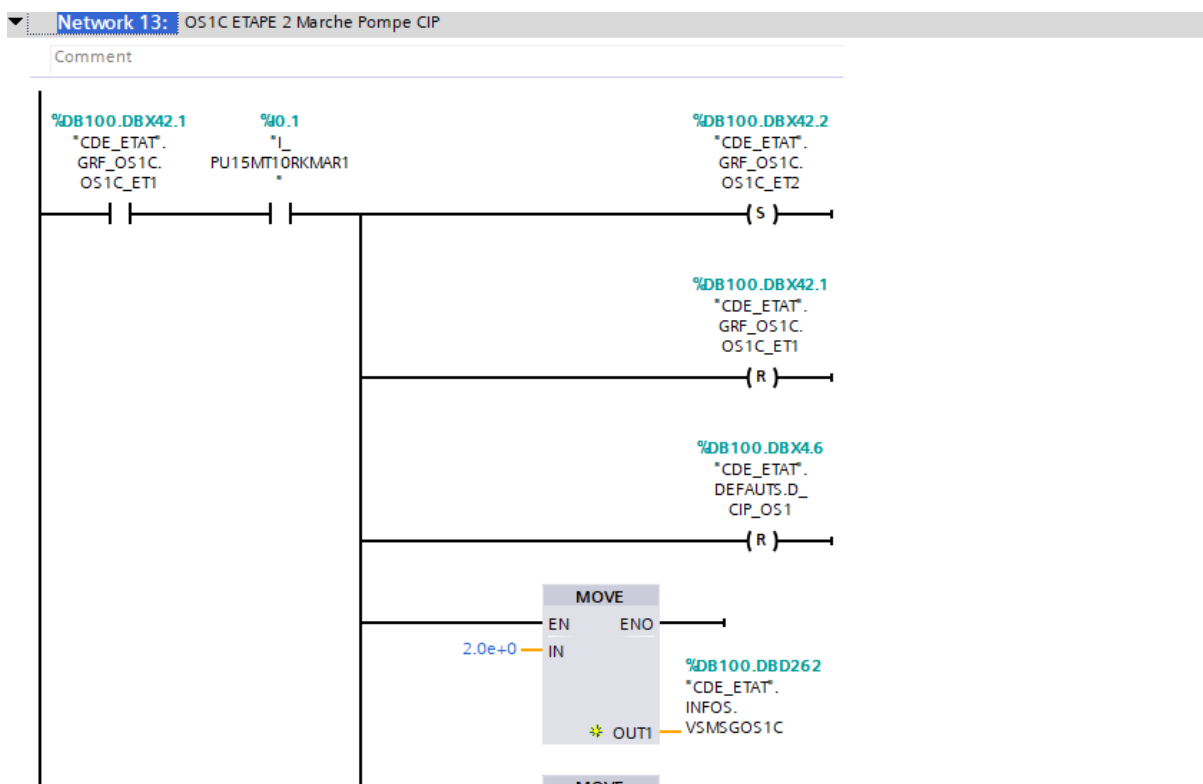


Figure III.34 Réseau 13 OSC 1 etape 2 marche popmpe CIP

4. Rincage :

Le système de rincage de l'osmoseur démarre en mode veille, dans lequel il reste inactif jusqu'à la réception d'un signal de démarrage valide. Le processus de rincage est déclenché lorsque l'une des conditions suivantes est remplie : l'utilisateur appuie sur le bouton de demande de rincage de l'osmoseur X, la fin d'un cycle de lavage chimique est atteinte, ou bien l'osmoseur X entre en service. Dès que l'une de ces conditions est satisfaite, le système passe automatiquement à l'étape suivante.

✿ Avant de commencer le rincage actif, une confirmation manuelle de l'opérateur est requise. Cette validation s'effectue par l'appui sur le bouton « Validation Rincage Osmoseur X ». Cette étape garantit que le processus s'effectue sous supervision humaine. Une fois la validation effectuée, le système entre en phase de rincage.

✿ Au cours de cette phase, trois électrovannes sont activées : WTXXVA10 (admission d'eau), WTXXVA11 (circulation interne), et WTXXVA13 (évacuation). Simultanément, le système mesure en continu la conductivité de l'eau. Il est exigé que la conductivité reste dans une plage définie (entre une valeur minimale et maximale) pendant une durée déterminée pour que le rincage soit considéré comme conforme.

✿ Lorsque cette condition de qualité est respectée, le système passe à la phase finale. L'électrovanne WTXXVA10 est alors fermée automatiquement à la fin du temps imparti. Ensuite, le système surveille la pression afin de s'assurer qu'elle descend en dessous du seuil de décompression, contrôlé par le pressostat WTXXYP11. Une fois ce seuil atteint, les électrovannes restantes (WTXXVA11 et WTXXVA13) sont fermées, et le système retourne à son état initial de veille, prêt pour un nouveau cycle.

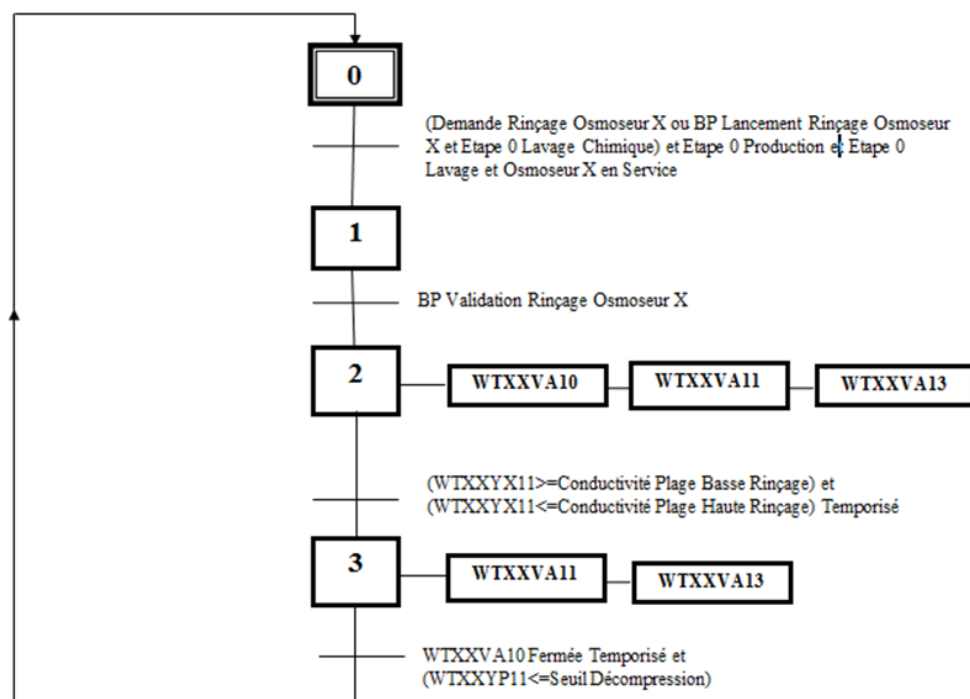


Figure III.35 Grafcet Rinçage Osmoseurs

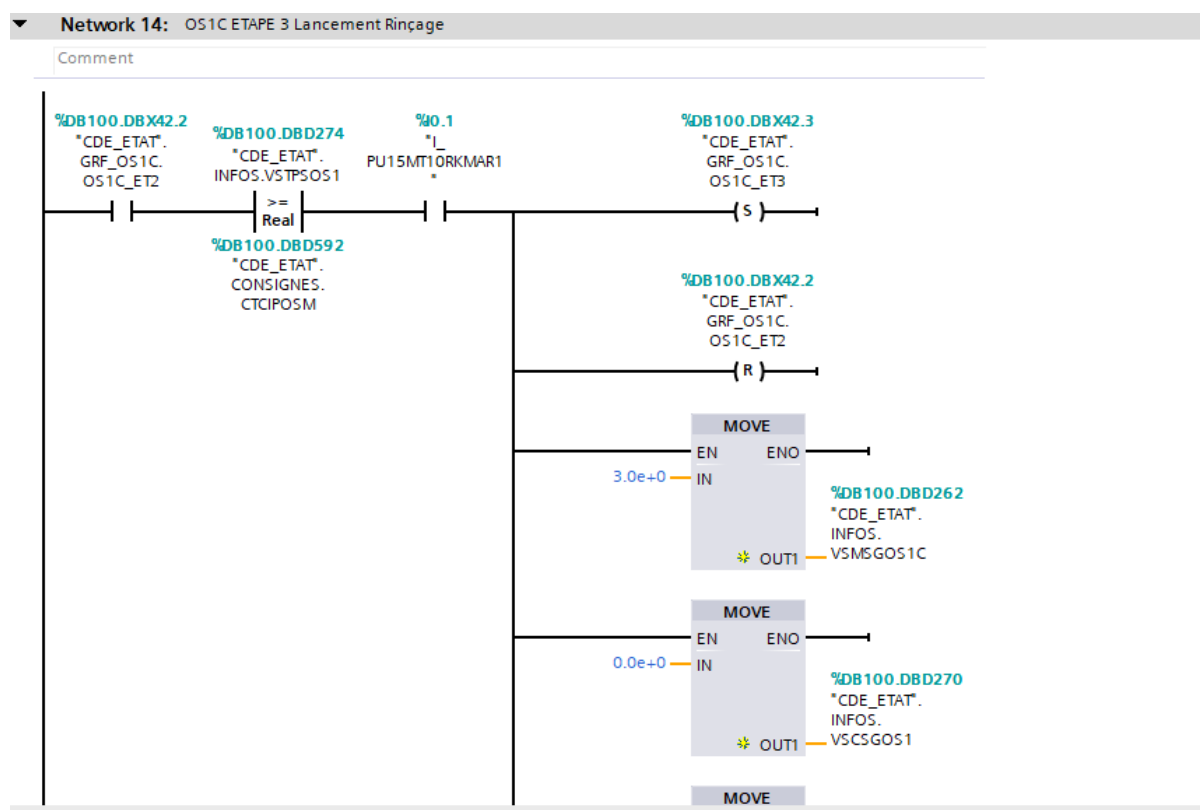


Figure III.36 Réseau 14 OSC 1 etape 3 Lancement rincage

CHAPTER III

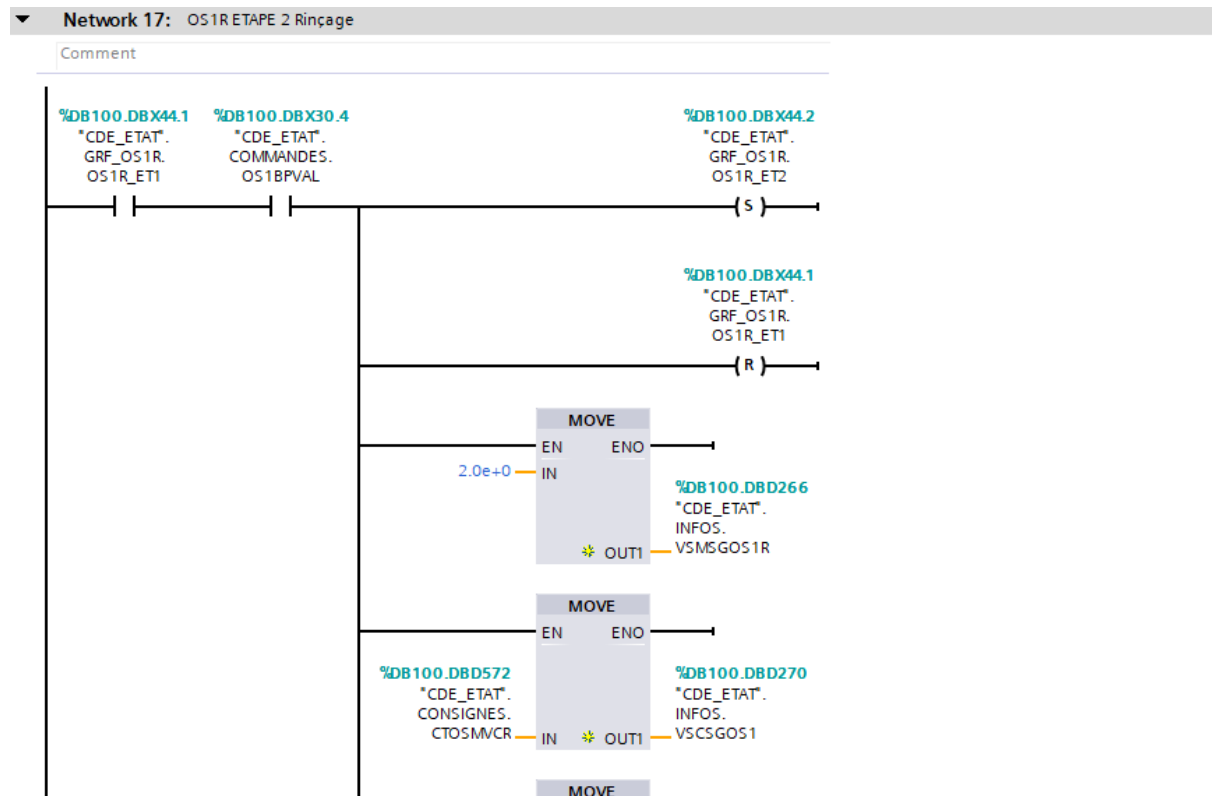


Figure III.37 Réseau 17 OSC 1 etape 2 rincage

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

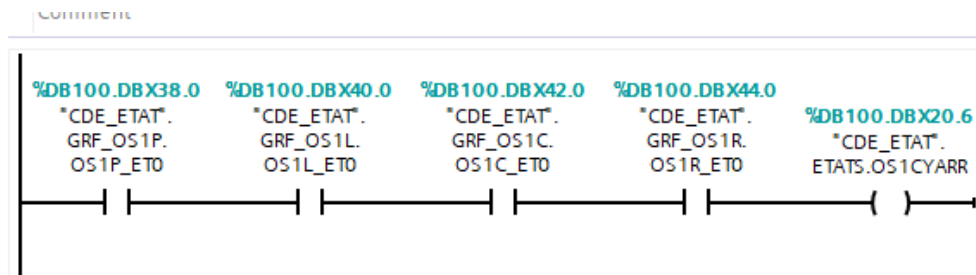


Figure III.38 Gestion d'arrêt Osmoseur

III.5.6 Mitigeage

La conductivité TN16YX11 de l'eau traitée est régulée avec la vanne de régulation eau de mitigeage PU11VA10. Ce régulateur fournit un signal de commande 0-100 mesure et une consigne de conductivité saisie. Le régulateur est activé en mode auto dès la marche d'un des osmoseurs en production vanne WTXVA12 ouverte et marche pompe WTXMT11

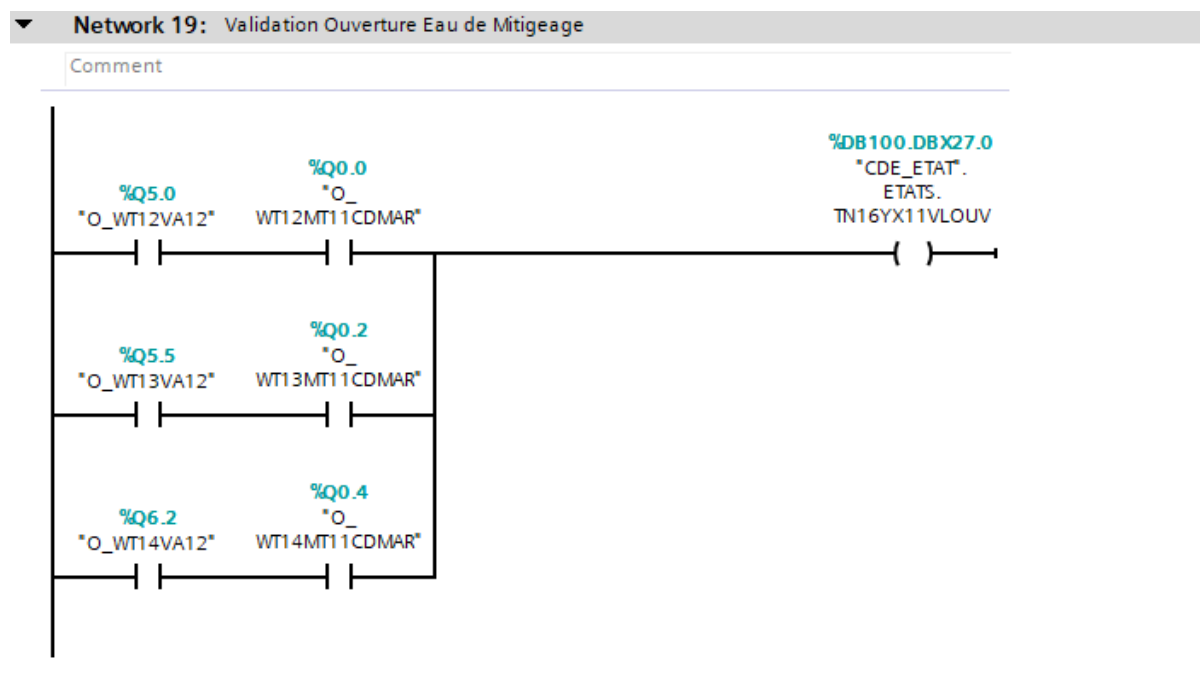


Figure III.39 Réseau 19 Validation Ouverture Eau de Mitigeage

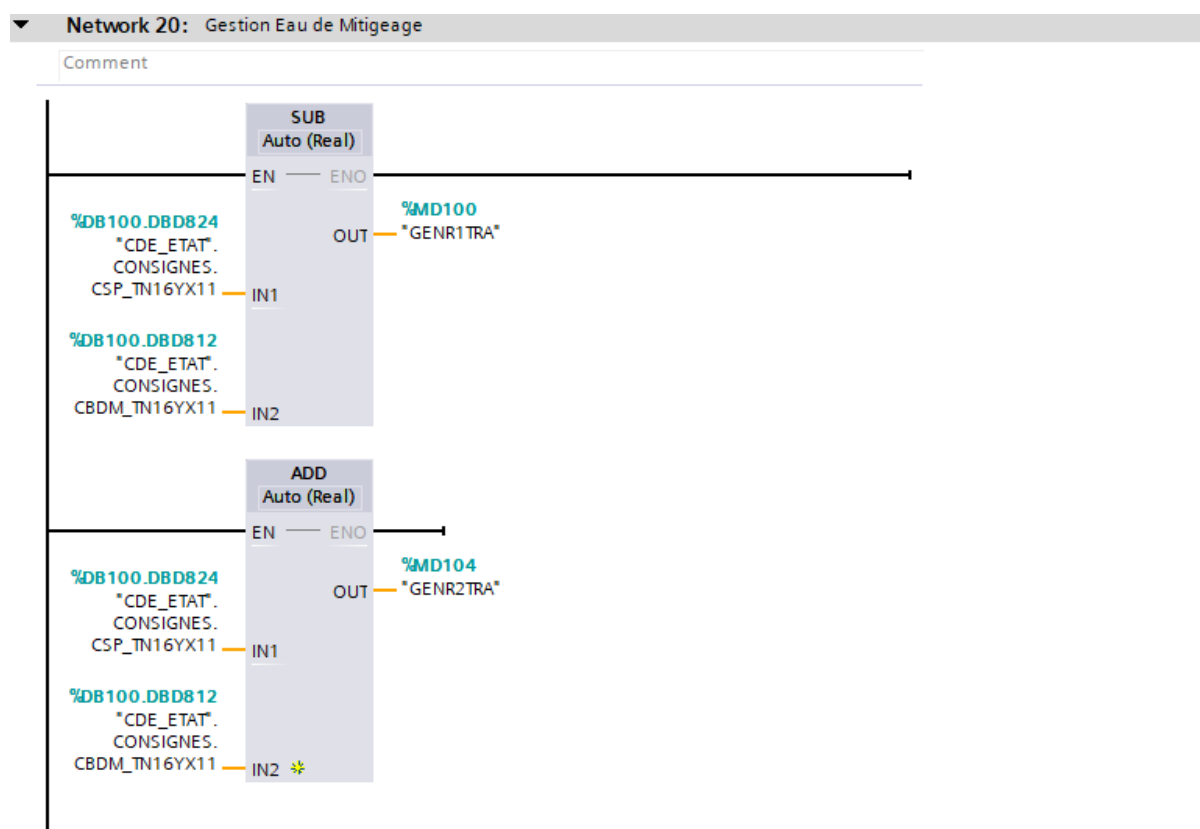


Figure III.40 Réseau 20 Gestion Eau de Mitigeage

III.6 La réalisation de la Fenêtre HMI

III.6.1 La table des variables HMI

Les variables permettent d'échanger les données entre le pupitre opérateur et l'automate, assurant une communication efficace entre l'interface et le système.

HMI tags						
Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA1...	Default tag table	Bool	HMI_Conne...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA8...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_FCA8...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS1S...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS2S...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS3...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_OS3S...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_PU04...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_PU04...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	
CDE_ETAT_COMMANDES_PU05...	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	API_BISKRA	CDE_ETAT.COMMAND...	

Figure III.41 Table des variables IHM

III.6.2 Les vues

Nous avons créé les vues suivantes pour gérer notre station et faciliter son utilisation par l'opérateur :

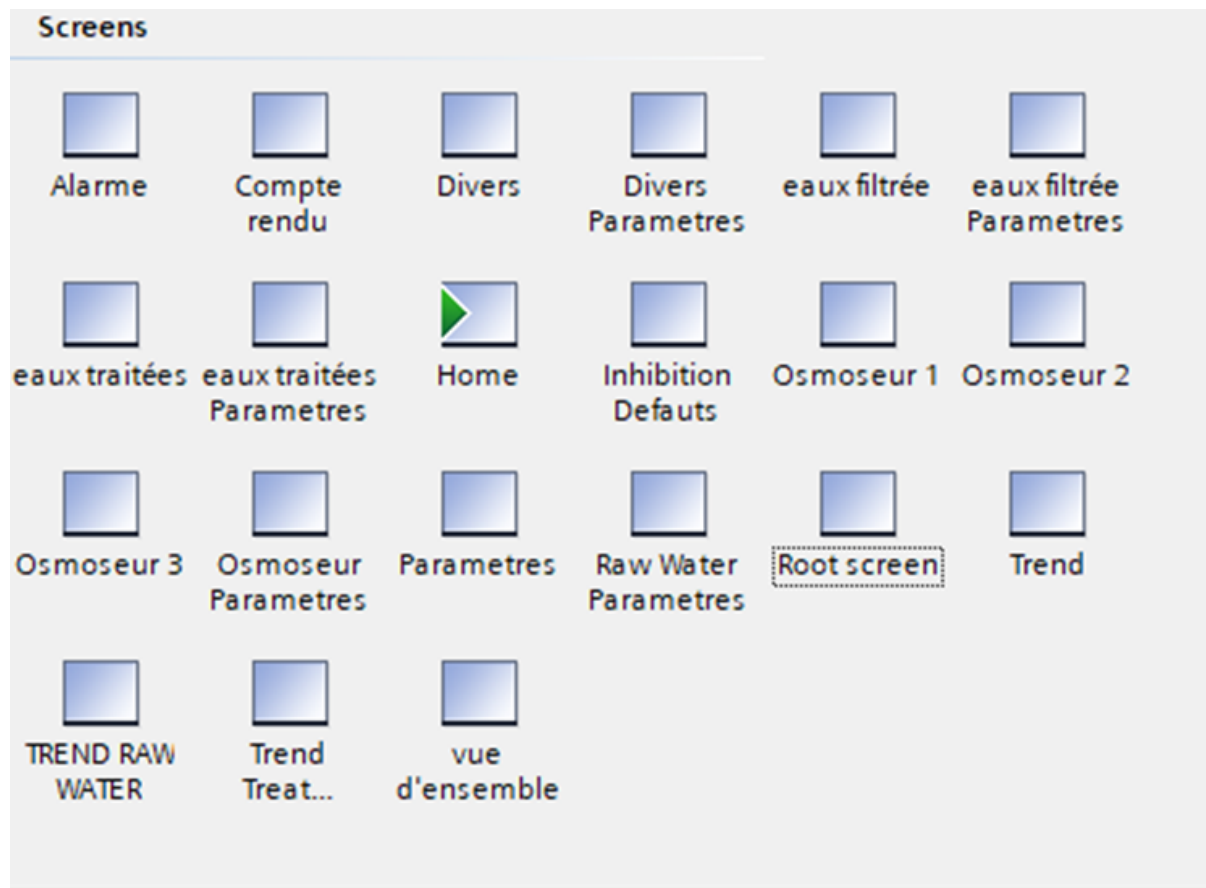


Figure III.42 Les vues utilisée dans notre hmi

✿ Une vue globale, intitulée **Home** , permet la navigation entre les différentes vues de l'application. Elle affiche également le nom de la station, le logo de l'entreprise .



Figure III.43 Interface principale appelée Home

✿ Une vue intitulée **vue d'ensemble**, dédiée à la surveillance globale du fonctionnement de la station.

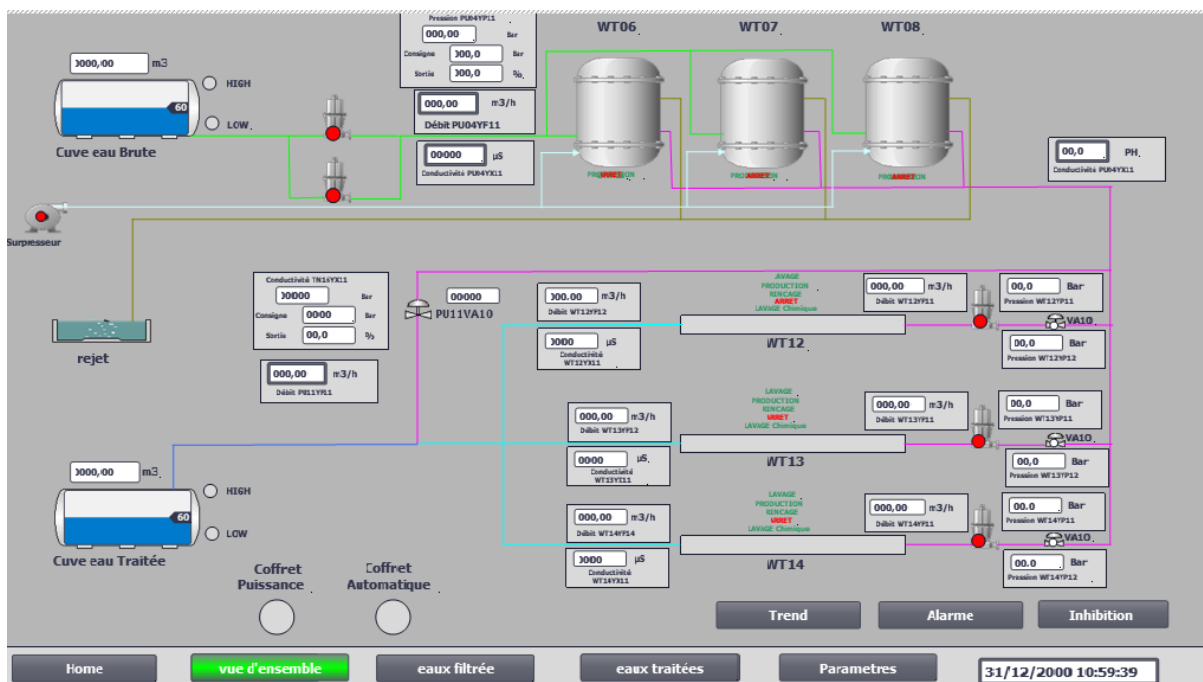


Figure III.44 Vue général de la station

✿ Une vue intitulée **Eau filtrée**, dédiée à la surveillance du fonctionnement de la section relative à l'eau filtrée.

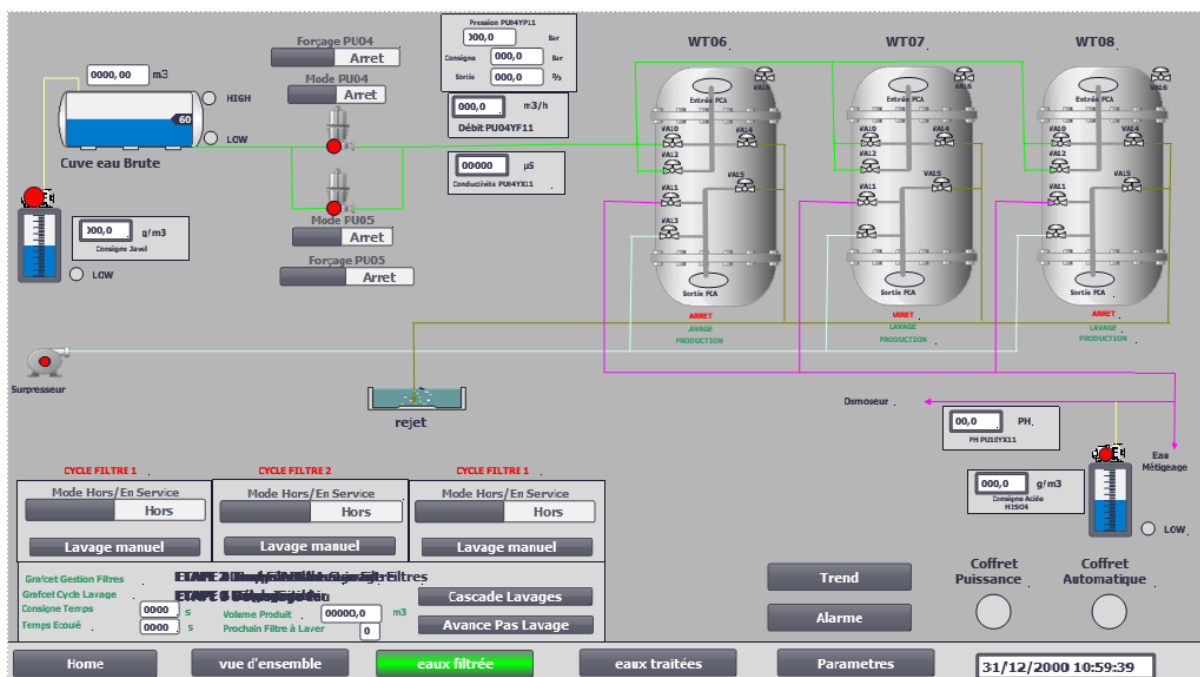


Figure III.45 Vue de la partie eau filtrée

✿ Une vue intitulée **Eaux traitées**, dédiée à la surveillance du fonctionnement de la section de l'eau traitée et du système de mitigeage.

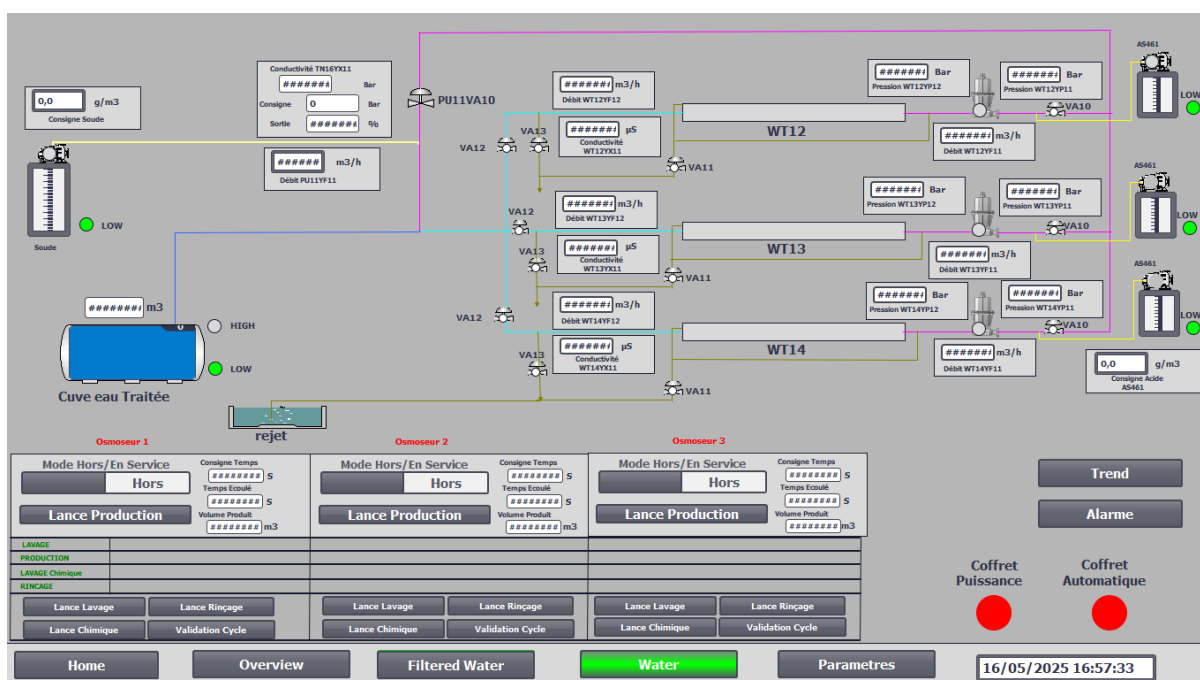


Figure III.46 Vue de la partie eau traitée

✿ La vue **Paramètres** comprend plusieurs sous-vues nommées : Raw Water Parameters , Eau filtrée Parameters , Osmoseurs Parameters et Divers Parameters

. Chaque paramètre est ajusté sur site lors de la phase de mise en service, en fonction des résultats d'analyses, afin d'optimiser le fonctionnement global de l'installation.

TN16VL11 Seuil Défaut Niveau Haut Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN15/L11 Seuil Arrêt Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 1er Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 2ème Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil 3ème Osmoseur Marche Remplissage Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Seuil Défaut Niveau Bas Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VL11 Valeur à 20mA Niveau Cuve Eau Traitée (0-999,9 m3)	000,0
TN16VX11 Action P Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Action I Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Action D Régulateur Conductivité Eau Traitée	00
TN16VX11 Sortie Maxi Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-100 %)	000,0
TN16VX11 Sortie Mini Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-100 %)	000,0
TN16VX11 Consigne Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Bande Morte Régulateur Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Seuil Alarme Haute Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN16VX11 Seuil Alarme Basse Conductivité Eau Traitée (0-1000 µS)	0000
TN15VX11 Temps Alarmes Conductivité Eau Traitée (0-9999 s)	0000
PU11VF11 Volume Impulsion Débit Eau de Mixage (0-5,999 m3)	000,0
PU11MT10 Consigne Dosage Soude Eau Traitée (0-999,99 g/m3)	000,0
PU11MT10 Cylindrée Pompe (0-999,99 g)	000,0

Osmoseur Parametres

eaux traitées Parametres

eaux filtrée Parametres

Raw Water Parametres

Home

vue d'ensemble

eaux filtrée

eaux traitées

Parametres

31/12/2000 10:59:39

Figure III.47 Vue des paramètres eaux traitées

✿ Une vue intitulée **Inhibition Défauts** permet d'inhiber certains éléments de l'installation, tels que les capteurs ou les défauts détectés. Cette fonctionnalité assure la continuité de fonctionnement de l'installation en cas de défaillance d'un capteur, en attendant sa réparation ou son remplacement.

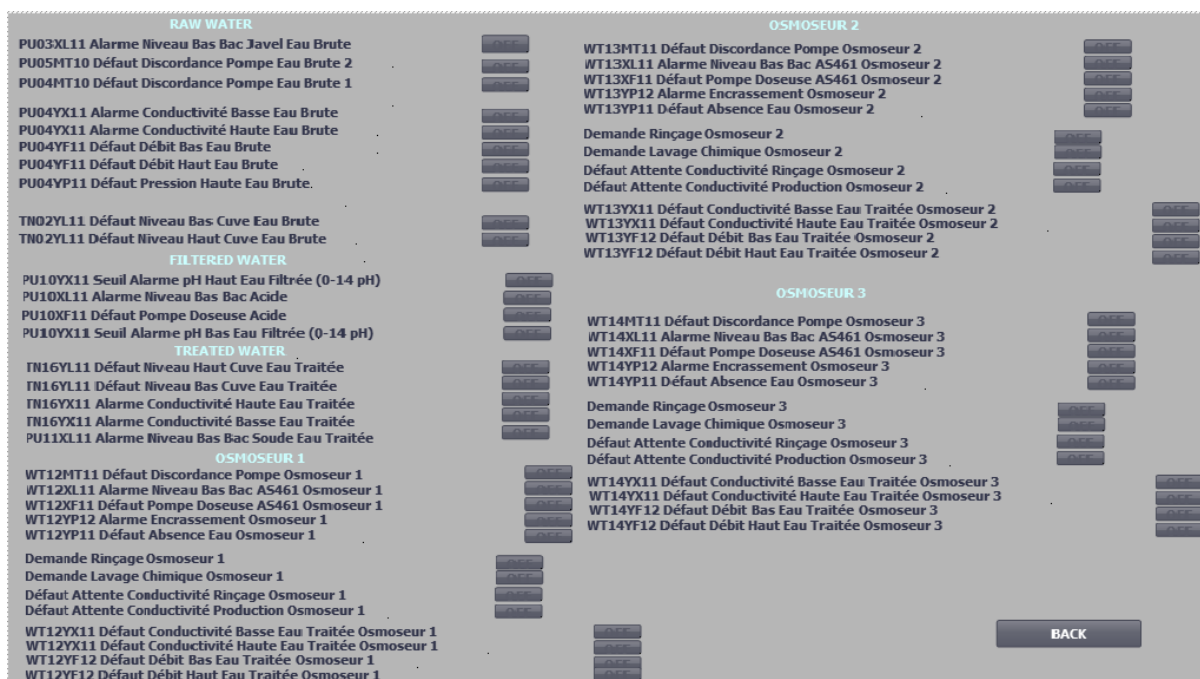


Figure III.48 Vue de l'inhibition des défauts

III.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une description de la station de traitement des eaux. Ensuite, nous avons décrit plusieurs Graficets, chacun correspondant à une fonction spécifique, afin de faciliter la programmation sous TIA Portal V13. Enfin, nous avons présenté un aperçu de l'interface homme-machine (HMI) développée pour le pilotage de l'installation

Conclusion Générale

Dans ce projet, nous avons étudié une station de traitement des eaux au sein de l'usine CILAS. Nous avons commencé par une présentation générale de la station, ses composants principaux, et son rôle dans l'approvisionnement en eau traitée nécessaire au bon fonctionnement de l'usine.

L'objectif de notre travail était de concevoir un système de commande automatisé pour améliorer les performances de la station et faciliter sa supervision.

Ensuite, nous avons découvert l'automate S7-1200 de Siemens, ses caractéristiques, son fonctionnement, ainsi que les modules qu'on peut y associer selon les besoins. Nous avons utilisé le logiciel TIA Portal V13 pour créer et tester notre programme d'automatisation.

Dans la phase pratique, nous avons réalisé des GRAFCETs fonctionnels pour chaque partie de la station (pompage, traitement, remplissage...) afin de simplifier la programmation.

Nous avons ensuite développé le programme avec le langage LADDER de manière claire et structurée. Enfin, nous avons conçu une interface HMI permettant de surveiller et de piloter la station facilement et en toute sécurité.

Ce projet nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques dans un cas réel, d'approfondir nos compétences en automatisation, et de mieux comprendre le fonctionnement d'une station de traitement d'eau dans un contexte industriel.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] www.lafarge.dz
- [2] Document de l'usine
- [3] modern-w-s.com
- [4] mawdoo3.com
- [5] Documentation fiche technique TRESCH LAFARGE BISKRA.
- [6] wikipedia.org
- [7] Université Batna 2, Architecture des systèmes automatisés.
- [8] tri-matic.ch/fr
- [9] technologuepro.com
- [10] kwoco-plc.com/fr
- [11] sieportal.siemens.com
- [12] Manuel de référence SIMATIC S7-1200/S7-1500SIEMENS
- [13] Support d'apprentissage de formation -Simens
- [14] Manuel systeme de l'Automate programmable S7-1200
- [15] Automate Siemens Simatic S7 et logiciel TIA PORTAL - Module 1 - Bases de la programmation
- [16] automation-sense.com
- [17] organisation-performante.com
- [18] www.copadata.com