

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'électromécanique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Électromécanique

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Par

- **CHENTOUT Chérif**
- **GHODBANE Riyadh**

Intitulé

*Développement d'une interface homme machine pour la commande
et supervision d'une station de pompage*

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Établissement</i>
<i>Dr. BEKKOUCHE TOUFIK</i>	<i>MCA</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Dr. MAGHLAOUI ISSAM</i>	<i>MCB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Dr. BENNIA ABD ERAZAK</i>	<i>MCA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2021/2022

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents, qui ont fait de moi ce que je suis
aujourd'hui, et qui ont veillé sur moi et ont guidé mes pas
durant tout ma vie.*

Mes très chers frères et Mes très chères sœurs.

*Mes très chers grands parents et tous les membres de
famille.*

*Tous mes amis et collègues d'études, et à tous ceux qui
me sont chers.*

*Tous ceux qui ont contribué à mon succès et à tous ceux
qui me sont chers.*

CHERIF

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à Commençant par ma Chère

Mère et mon Chère Père.

A mon Frères et mes sœurs.

A tous les membres de famille.

A tous mes amis et les gens m'aiment.

*Tous ceux qui ont contribué à mon succès et à tous ceux
qui me sont chers.*

RIYADH

Remerciements

Nos remerciements vont tout premièrement à Allah tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a données durant toutes ces longues années.

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

Nous tenons à remercier aussi les ingénieurs de la station de pompage d'Ain zada , particulièrement notre encadreur Mr.ZAOUI FARES et les ingénieurs pour leurs collaborations et conseils durant notre stage pratique.

Nous remercions énormément nos amies pour l'encouragement incroyable au long de ce travail.

ملخص

ان الهدف من العمل الآتي هو انجاز واجهة تحكم عن طريق برنامج Tia portal وذلك عن طريق استعمال 1200-SIEMENS S7 وانجاز واجهة تحكم باستعمال SIMATIC WINCC Professional بهدف بالدرجة الأولى الى تسهيل عملية التحكم وذلك عن طريق المركزية في التحكم حيث تسمح لنا الواجهة المنجزة من التحكم في كافة محطات الضخ من مكان واحد والحد من التدخل اليدوي للعمال للحد من خطر الإصابات، كما تسمح لنا الواجهة المنجزة من التعرف على الأعطال التي تحدث في المحطات.

كما تم ذكر الخطوات والطرق المستعملة في التصفية المياه في محطة عين زادة وذكر اغلب أنواع المضخات الهيدروليكية المستعملة في محطات ضخ المياه.

RESUME

L'objectif des travaux suivants est de réaliser une interface de contrôle via le programme de Tia Portail en utilisant SIEMENS S7-1200, et une interface de contrôle utilisant SIMATIC WINCC Professional vise principalement à faciliter le processus de contrôle en centralisant le contrôle, car l'interface complétée nous permet pour contrôler le Toutes les stations de pompage sont à partir d'un seul endroit et réduire l'intervention manuelle des travailleurs pour réduire le risque de blessures, et l'interface complétée nous permet d'identifier les défauts qui se produisent dans les stations.

Les étapes et les méthodes utilisées pour filtrer l'eau dans la station d'Ain Zada ont également été mentionnées, et la plupart des types de pompes hydrauliques utilisées dans les stations de pompage d'eau ont été mentionnées.

ABSTRACT

The goal of the following work is to achieve a control interface through the Tia portal program, by using SIEMENS S7-1200, and a control interface using SIMATIC WINCC Professional aims primarily to facilitate the control process through centralization of control, as the completed interface allows us to control the All pumping stations are from one place and reduce the manual intervention of workers to reduce the risk of injuries, and the completed interface allows us to identify faults that occur in the stations.

The steps and methods used to filter water in Ain Zada station were also mentioned, and most types of hydraulic pumps used in water pumping stations were mentioned.

Key wordes : Tia Portal ; supervision ; HMI ; station de pompage ; SIMENS S7-1200 ; SCADA

Table Des Matières

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : TRAITEMENT D'EAU DE BARRAGE

I.1 Introduction.....	2
I.2 Définition De Traitement De Eaux	2
I.3 Les Étapes De Traitement Des Eaux.....	2
I.3.1 Traitement Physique.....	3
I.3.1.1 Les prétraitements.....	3
I.3.1.1.1 Le dégrillage	3
I.3.1.1.2 Le dessablage.....	4
I.3.1.1.3 Le dégraissage.....	4
I.3.2 Traitement physico-chimique.....	4
I.3.2.1 Préchloration	5
I.3.2.2 Clarification	5
I.3.2.2.1 Coagulation-floculation	6
I.3.2.2.2 La coagulation.....	6
I.3.2.2.3 Floculation	6
I.3.2.3 Décantation	7
I.3.2.3.1 Les éléments y entrant -intrants-	8
I.3.2.3.2 Les éléments qui en ressortent	8
I.3.2.4 La filtration	8
I.3.2.4.1 Types de filtration	9
I.3.2.4.1 Principe de fonctionnement.....	9
I.3.3 Traitement chimique	10
I.3.3.1 La désinfection.....	10
I.3.4 Traitement biologique	11
I.4 Stockage de l'eau	11
I.4.1 Réactifs utiles.....	12
I.5 Conclusion	12

CHAPITRE II : LES POMPES HYDRAULIQUES ET LES TYPES DE DEMARRAGES

II.1 Introduction	14
II.2 Définition	14
II.3 Type et caractéristique	14
II.4 les pompes volumétriques	15

II.4.1 Les Pompes volumétriques alternatives	15
II.4.1.1 Pompe à piston	16
II.4.1.2 Pompes doseuses	16
II.4.1.3 Pompes a membrnant	16
II.4.2 Les Pompes volumétriques rotatives	17
II.4.2.1 Pompes à palettes libres	18
II.4.2.2 Pompes à engrenages extérieurs	18
II.4.2.3 Pompes à rotor hélicoïdal excentré	19
II.4.2.4 Pompes péristaltiques	19
II.5 Turbomachines	20
II.5.1 Turbine	21
II.5.2 les turbopompes	21
II.5.2.1 Les pompes centrifuges	22
II.5.2.1.1 Principe de fonctionnellement	23
II.5.2.2 Les Pompe à hélice	24
II.5.2.3 Hélico-centrifuge	25
II.6 Méthode de sélection	25
II.6.1 Avantages et inconvénients : centrifuge et pompe volumétrique	26
II.7 Définition d'un moteur électrique.....	26
II.8 Les 4 types principaux de démarrage d'un moteur électrique	27
II.8.1 Le démarrage direct	27
II.8.2 Le démarrage étoile-triangle.....	27
II.8.3 Le démarreur progressif électronique -ou soft starter-	28
II.8.4 Le démarrage avec variateur de fréquence	29
II.9 Conclusion	30

CHAPITRE III : L'Automatisation Et La Supervision de la Station

III.1 INTRODUCTON	31
III.2 Définition de la supervision.....	31
III.2.1 Les objectifs de la supervision	32
III.2.2 Les logiciels de supervision	32
III.2.3 Quelque Logiciels Supervision.....	33
III.3 Définition de SCADA	33
III.3.1 Les avantages du système PLC / DCS SCADA	33
III.4 Interface Homme Machine	34
III.5 Cahier des charges	34
III.5.1 Présentation	34
III.5.2 Les composant de station de Ain-zada	34
III.6 Modes de fonctionnement de la station	35
III.6.1 Mode manuel	35
III.6.2 Mode automatique	36
III.6.3 Transition entre les différents modes	36
III.6.3.1 Passage du mode MANU au mode AUTO	36

III.6.3.2	Passage du mode AUTO au mode MANU	36
III.7	Logiciel de programmation « TIA Portal V16»	36
III.7.1	Présentation du logiciel	37
III.7.2	La conception d'un programme avec TIA PORTAL V16.....	37
III.7	Automate SIMATIC S7-1200	37
III.8	Programmation de projet	38
III.8.1	Programmation de CPU en contact ladder	38
III.8.1.1	Création d'un nouveau projet	38
III.8.1.2	Configuration matérielle.....	39
III.8.1.3	Ecriture du programme.....	40
III.8.1.4	Table de variable	41
III.8.1.5	LES CAPTURE.....	43
III.8.1.6	comment fonctionnent les pompes	44
III.8.2	création d'interface homme-machine	45
III.8.2.1	configuration de l'hmi	45
III.8.2.2	l'interface d'une station de pompage.....	45
III.8.2.3	liaison entre le Plc et l'Hmi.....	46
III.8.3	CHARGEMENT DE PROGRAMME	47
III.9	Résultats de simulation	49
III.9.1	L'interface principale	49
III.9.2	Principe de fonctionnement de tout le stations	49
III.9.1.1	Mode AUTOMATIQUE.....	49
III.9.1.1	Mode MANUEL.....	50
III.9.3	L'interface d'alarmes.....	55
III.10	CONCLUSION	55

CONCLUTION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE	56
----------------------------------	-----------

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

List Des Figures

Figure I. 1 : pré-traitement d'eau	3
Figure I. 2 : traitement physico-chimique	5
Figure I. 3 : les étapes de clarification	6
Figure I. 4 étape de Décantation	8
Figure I. 5: filtre a sable	10
Figure II. 1 : Classification générale d'une machines hydrauliques	15
Figure II. 2 : les différent types des pompes volumétriques rotatives	18
Figure II. 3 : les types des turbopompes	22
Figure II. 4: structure de pompe centrifuge	23
Figure II. 5 schéma de démarrage direct	27
Figure II. 6 : schéma de démarrage étoile-triangle	28
Figure II. 7: schéma de démarrage progressif électronique (ou soft starter)	29
Figure II. 8 : PRINCIPE DE FONCTIONNMENT démarreur progressif électronique	29
Figure II. 9: schéma de démarrage avec variateur de fréquence.....	30
Figure III. 1 : Les Objective De La Supervision	32
Figure III. 2: Création d'un nouveau projet	39
Figure III. 3: Configuration matérielle	40
Figure III. 4: les différents blocs utilisé.....	41
Figure III. 5 : Table de variable –partie 1-.....	42
Figure III. 6: Table de variable –partie 2-.....	42
Figure III. 7: Tables des variables –partie 3-.....	42
Figure III. 8: Les capteurs utilisé –partie 1-	43
Figure III. 9: Les capteurs utilisé –partie 2.....	43
Figure III. 10 : programmation –par ladder – de les pompes 1et de 2	44
Figure III. 11: programmation –par ladder – de la pompe 3.....	44
Figure III. 12 : choisissez le type d'interface homme-machine.....	45
Figure III. 13 : programmation d'hmi de la station de B.B.A	46
Figure III. 14 : connexion de L'HMI à PLC.....	46
Figure III. 15 : chargement de programme.....	47
Figure III. 16: téléchargement étendu sur l'appareil.....	48
Figure III. 17: démarrer le module	48
Figure III. 18: vue globale de station d'Ain zada	49
Figure III. 19 : HMI de station de B.B.A -mode AUTO-	50
Figure III. 20 : HMI de station de B.B.A -mode MAN-.....	51
Figure III. 21: HMI de station de SETIF -mode AUTO-.....	51
Figure III. 22: HMI de station de SETIF -mode MAN-	52
Figure III. 23: HMI de station de RAS ELOUAD -mode AUTO-	52
Figure III. 24: HMI de station de RAS ELOUAD -mode MAN-.....	53
Figure III. 25: HMI de station de BOUGAA -mode AUTO-	53
Figure III. 26 : HMI de station de BOUGAA -mode MAN-	54
Figure III. 27 : Vue d'alarmes	55

List Des tableaux

Tableau I. 1 : Classement des procédés de traitement des eaux	3
Tableau I. 2 : les différents types de dégrillage	4
Tableau I. 3 : Les Caractéristiques de coagulation bassin de ain zada	6
Tableau I. 4 : Les Caractéristiques de bassin de Flocculation de de Ain zada	7
Tableau I. 5 : caractéristiques de filtre sur sable utilisé dans Ain zada	9
Tableau II. 1 : les avantages et les inconvénient des pompes alternative	17
Tableau II. 2 : les avantages et les inconvénients de pompes volumétrique rotative.....	20
Tableau II. 3 : Avantages et Inconvénient de pompes centrifuges	24

List Des Abréviation

TIA PORTAL : Totally Integrated Automation Portal

API : Automate Programmable industriel.

CONT : Le langage a base de schémas de contacts.

CPU : Central Processing Unit.

FB : Bloc de fonction.

FC : Fonction.

HMI : Interface homme/machine.

MPI : Multi Point Interface.

OB : Bloc d'organisation.

SIMATIC : Siemens Automatique.

S7 : Step 7.

TOR : Tout ou rien.

B.B.A : BORDJ BOUARRIRRIDJ.

STF : SÉTIF.

BG : BOUGAA.

RW : RAS-ELOUAD.

SCADA : Control System And Data Acquisition

MANU : Manuele

AUTO : Automatique

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le développement technologique remarquable dans le domaine de l'automatisme et qui a conduit à la réalisation des systèmes de production automatisés de plus en plus complexes a conduit le pays à chercher à développer tous les secteurs pour les développer.

C'est ce à quoi cette étude, qui a été réalisée à la société « la station de pompage et de traitement d'Ain zada », il s'agit de réduire l'interférence des travailleurs et d'éviter leurs blessures et aussi de gagner du temps en augmentant la capacité de production et en identifiant les défauts et en les réparant dans les plus brefs délais.

Le travail effectué dans cette étude est divisé en 3 chapitres :

Dans le premier chapitre, la définition et les méthodes de traitement d'eau du barrage seront évoquées de manière générale, aussi, les méthodes utilisées dans la station d'Ain Zada

Dans le deuxième chapitre, la définition et la mention de la plupart des types de pompes utilisées, que ce soit dans la station Ain Zada ou celles utilisées dans d'autres stations.

Dans le troisième chapitre, des interfaces de contrôle ont été conçues et surveillées pour toutes les stations situées dans la société « LA STATION DE POMPAGE ET DE TRAITEMENT D'AIN ZADA ».

Ce travail a été accompli en effectuant les étapes suivantes :

- Étudier l'installation existante dans les stations, c'est en comprenant le principe de son fonctionnement et en y apportant des améliorations.
- Passer de la logique câblée trouvée dans la plupart des stations vers la logique programmée en intégrant des automates de type SIEMENS S7-1200.
- Élaborer un programme d'automatisme via le logiciel TIA PORTAL V16 en créant deux modes de fonctionnement de la station de pompage (MAN /AUTO)
- Et enfin développer une application de la supervision sous le logiciel SIMATIC WINCC Professionnel qui permettra de superviser en temps réel l'installation automatisée à partir de L'IHM TP-1500 COMFORT PRO.

Cette automatisation intégrée par un API de type SIEMENS S7-1200 permettra la possibilité de contrôler et de surveiller le processus du système dans toutes les parties de la station à partir d'un seul endroit, Cela permettra également un diagnostic rapide des éventuels dysfonctionnements et évitera les problèmes pouvant survenir lors de la conduite manuelle par les travailleurs.

CHAPITRE I

TRAITMENT D'EAU DE BARRAGE

I.1 Introduction

La plupart du temps, l'eau prélevée dans le milieu naturel ne peut être consommée directement. Il est chargé de sable, de limon, de débris organiques ou minéraux, de substances colorantes dissoutes. Traitées pour rendre l'eau potable, bien qu'ils puissent varier selon la source et la qualité de l'eau : Les substances contenues dans l'eau sont éliminées par étapes successives jusqu'aux micro-organismes, tels que les virus et les micro-organismes.

Dans ce chapitre, nous saurons et mentionnerons les différentes étapes du traitement de l'eau dans la station de Ain-Zada, à partir du stade de prétraitement jusqu'à ce qu'il soit stocké et distribué.

I.2 Définition De Traitement De Eaux

Le traitement de l'eau est un processus, une action, qui amène les eaux usées à la qualité requise par diverses lois et arrêtés départementaux. Le traitement des eaux usées a lieu à la station. Les eaux usées sont le résultat de l'activité humaine : production industrielle ou usage domestique. Il existe un troisième type d'eau à traiter : l'eau de pluie et de barrages.

- **Pourquoi traiter l'eau ?**

Le traitement des eaux usées est effectué dans un but précis.

Le premier objectif d'une installation d'assainissement peut être de produire de l'eau potable pour une communauté. L'eau potable purifiée sera livrée aux ménages depuis la station via le réseau.

Le deuxième objectif de l'assainissement concerne les émissions dans le milieu naturel. Tout cours d'eau, rivière, lac, etc., peut être qualifiée de "milieu naturel", et l'étape de l'assainissement est très importante car elle évite que l'équilibre de la nature ne soit perturbé. En effet, les polluants et bactéries contenus dans l'eau constituent une menace pour la survie des animaux et plantes aquatiques. [1]

I.3 Les Étapes De Traitement Des Eaux

Le traitement de l'eau passe par plusieurs étapes, en partant de l'étape de prétraitement jusqu'à l'eau potable et utilisable. Ces étapes sont :

- La préchloration.
 - Coagulation – Flocculation.
 - Décantation.
 - Filtration sur sable.

➤ Désinfection (Post-chloration).

Chacune de ces étapes comprend des techniques spécifiques pour améliorer la qualité de l'eau.

Tableau I. 1 : Classement des procédés de traitement des eaux [2]

Physiques	Physicochimiques	Chimiques	Biologiques
Dégrillage Tamisage Décantation Filtration Flottation	Coagulation Floculation	Oxydation Échange sur résine procède de neutralisation ou d'acidification	Cultures Bactériennes appropriées

I.3.1 Traitement Physique

C'est la première étape dans le traitement des eaux des barrages et des eaux usées. Il s'agit d'un traitement physique de l'eau à l'aide de bassins et de filets pour éliminer les impuretés, le bois, la saleté et les huiles, et cela se fait physiquement sans ajout de produits chimiques.

I.3.1.1 Les prétraitements

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui éliminent les éléments de l'eau qui interféreraient avec les étapes de traitement ultérieures. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées de ces trois types, seul le dégrillage est général, les autres sont du dessablage et du dégraissage (la figure I.1 représente les étapes de la pré-traitement d'eau).

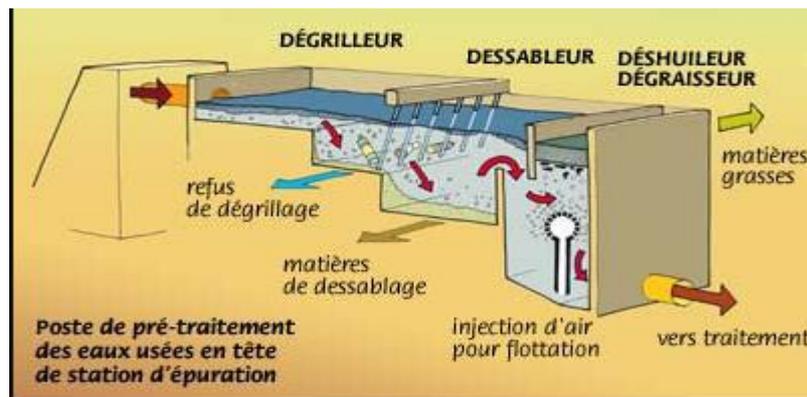


Figure I. 1 : pré-traitement d'eau [3]

I.3.1.1.1 Le dégrillage

Le dégrillage et le tamisage sont destinés pour éliminer les déchets insolubles de l'eau tels que les brindilles, les plastiques, les serviettes hygiéniques

Il est réalisé en faisant passer les eaux usées à travers une grille, qui se caractérise par des barreaux au pas de 30 à 100 mm, 10 à 25 mm, 3 à 10 mm, respectivement pour gros, moyen ou fin. Les écrans à lamelles assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des canalisations installées dans les stations d'épuration [4].

Tableau I. 2 : les différents types de dégrillage

Type de dégrillage	Espacement des barreaux
Pré - dégrillage	30 – 100 mm
Dégrillage moyen	10 – 30 mm
Dégrillage fin	< 10 mm

I.3.1.1.2 Le dessablage

Le dessablage permet d'éliminer le sable mélangé à l'eau suite au ruissellement ou à la corrosion des conduites par décantation.

Un dessableur est une structure dans laquelle des particules denses ayant une vitesse inférieure à 0,3 m/s pourront se déposer. Ce sont principalement du sable. Il faut en effet les récupérer en amont de la station, plutôt que de les laisser s'accumuler à certains endroits (bassins d'aération, etc.) provoquant diverses maladies. De plus, ils limitent la durée de vie (effets d'usure, etc.) des parties métalliques du corps de pompe ou d'autres équipements. [4].

I.3.1.1.3 Le dégraissage

Le but des dégraissants est d'accélérer la graisse en flottant naturellement ou en injectant de fines bulles d'air. Ces graisses peuvent endommager la phase biologique transformée (mousse, etc.) [4].

I.3.2 Traitement physico-chimique

Le traitement physicochimique de l'eau comprend le mélange et l'aération de l'eau, ainsi que la clarification (décantation) de l'eau. Le procédé de traitement physico-chimique de l'eau le plus courant est la technique de floculation-coagulation, qui consiste à mélanger un coagulant avec de l'eau, qui a la propriété d'agglomérer les solides en suspension dans l'eau pour en faciliter la collecte. Les techniques pour séparer les flocons ou mottes ainsi coagulés ou floculés sont le plus souvent la filtration, la décantation au fond de la cuve (par gravité) ou la flottation (envoi de jets d'air pour collecter les particules à la surface de là l'eau) [5].

Par conséquent, le processus de coagulation-floculation facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales.

Il est utilisé dans les étapes de séparation solide-liquide : clarification, flottation ou filtration.

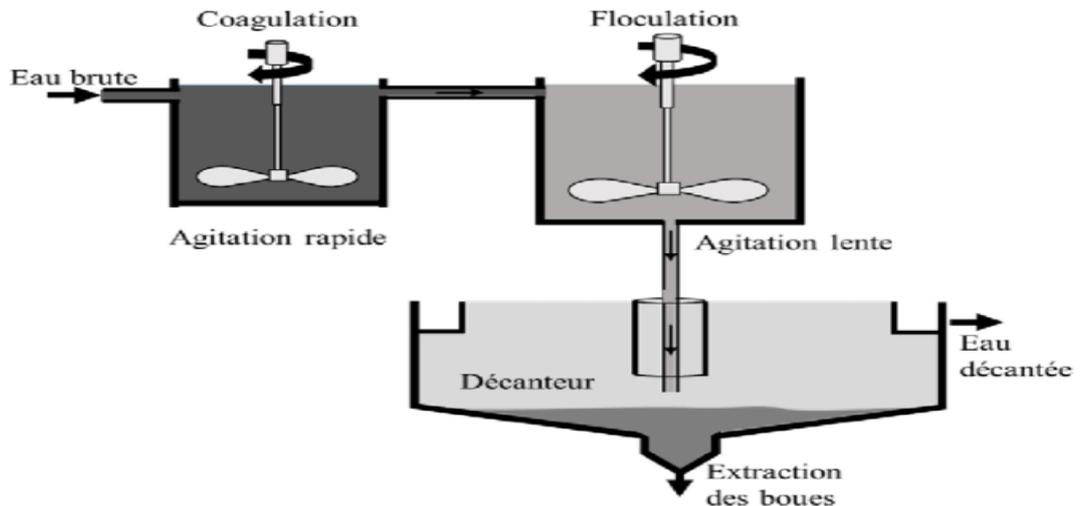


Figure I. 2 : traitement physico-chimique [6]

I.3.2.1 Préchloration

Si l'eau à traiter contient beaucoup de matières organiques, voire de l'ammoniac, du fer ou du manganèse, une étape préalable de préchloration (qui se déroule dans une cuve de mélange) est nécessaire, comme c'est le cas à Ain zada. Il facilite l'élimination de ces substances dans une étape suivante appelée clarification. La station est utilisée pour oxyder les matières organiques, le fer, le manganèse et les oxydants tels que l'ammoniac et le chlore ou l'hypochlorite de sodium. Actuellement, la station utilise de l'hypochlorite de sodium à une dose de 2,5 à 3 g/m³ dans l'eau.

I.3.2.2 Clarification

La clarification implique l'agglomération des matières en suspension organiques et minérales et des matières colloïdales sous forme de floes. Ces matières indésirables se sont accumulées et se déposent au fond du décanteur, où elles sont régulièrement extraites. D'autre part, l'eau surnageante est filtrée sur du sable comme le montre la figure I.3 [7].

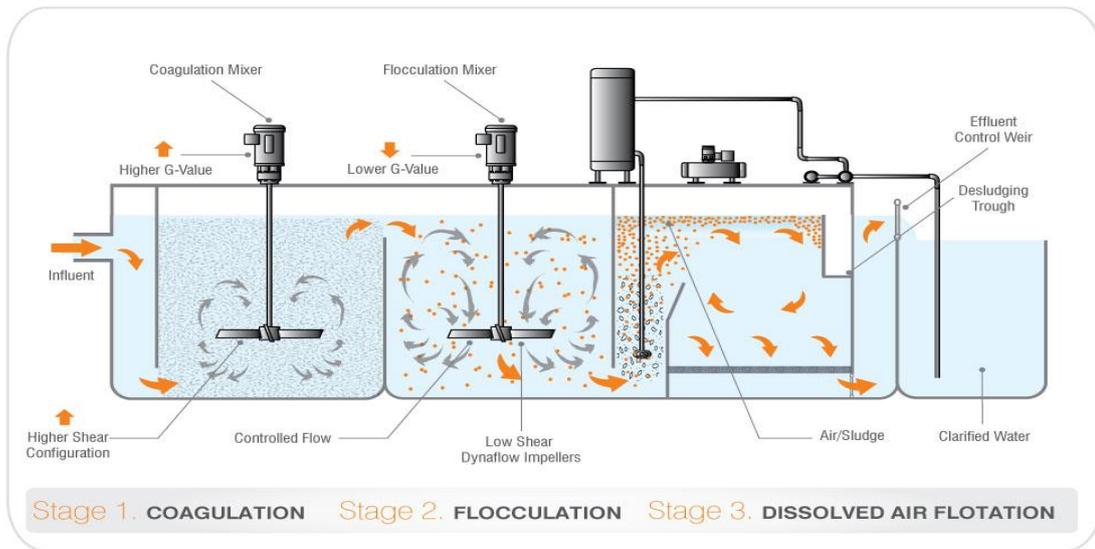


Figure I. 3 : les étapes de clarification [8]

I.3.2.2.1 Coagulation-floculation

La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux. Il réside dans la formation, par l’addition de coagulant, trames floconneuses appelées “ Flocs”[9].

I.3.2.2.2 La coagulation

La coagulation est le processus de neutralisation de la charge portée par des substances colloïdales ou dissoutes indésirables à l'aide de produits chimiques chargés de manière opposée, connus sous le nom de coagulants à agitation rapide, pour faciliter leur agglomération en flocons décantables ou filtrables. Le coagulant pouvant être introduit dans la cuve de coagulation est le sulfate d'aluminium [9].

- Le bassin doit être équipé d’une unité mécanique de mélange rapide.

Tableau I. 3 : Les Caractéristiques de coagulation bassin de Ain zada

Les Caractéristiques de bassin	
Longueur	3.2m
Largeur	2.4m
Profondeur	5m

I.3.2.2.3 Floculation

La floculation est une étape de traitement après la coagulation. Son but est de favoriser la croissance des flocs par une agitation lente et prolongée de l'eau du bac de coagulation. Elle s'effectue dans un bassin équipé d'un dispositif d'agitation mécanique et nécessite le plus

souvent l'adjonction d'un floculant. Il complète l'étape de coagulation et est conçu pour assurer une plus grande cohésion et une meilleure vitesse de décantation des floccs. Les auxiliaires ou floculants pouvant être introduits dans la cuve de floculation sont des accessoires poly électrolytes [10].

- Le bassin doit être équipé d'une unité mécanique de mélange lente.

Tableau I. 4 : Les Caractéristiques de bassin de Floculation de de Ain zada

Les Caractéristiques de bassin	
Longueur	17m
Largeur	9.2m
Profondeur	5m

Le temps nécessaire à la coagulation-floculation est de 20 à 30 minutes. L'étude de l'étape de coagulation-floculation a été réalisée dans une unité appelée Jarrest, permettant de choisir le meilleur ensemble de conditions opératoires pour l'étape de décantation. La quantité de coagulant, la quantité de floculant, la vitesse d'agitation, le temps d'agitation sont autant de paramètres à optimiser. L'utilisation de plans expérimentaux dans cette épreuve pratique est l'une de ses ingéniosités. Concentrations de sulfate d'aluminium et de poly électrolyte utilisées floculant.

Un floculateur est un appareil couramment utilisé dans les tests de coagulation-floculation. L'unité se compose de six agitateurs mécaniques

I.3.2.3 Décantation

Dans le traitement de l'eau, la sédimentation est l'opération d'élimination des particules en suspension de l'eau à traiter. Il s'agit d'un processus physique qui consiste à séparer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau du liquide dans lequel elles se trouvent. Ces particules sont collectées au fond du bassin. Dans les stations d'épuration, ce que l'on appelle les boues primaires désigne la sédimentation primaire en amont du traitement biologique. Par boues tertiaires, on entend toutes les boues récupérées dans une installation de traitement tertiaire telle qu'un clarificateur (regarde la figure I.4) [11].

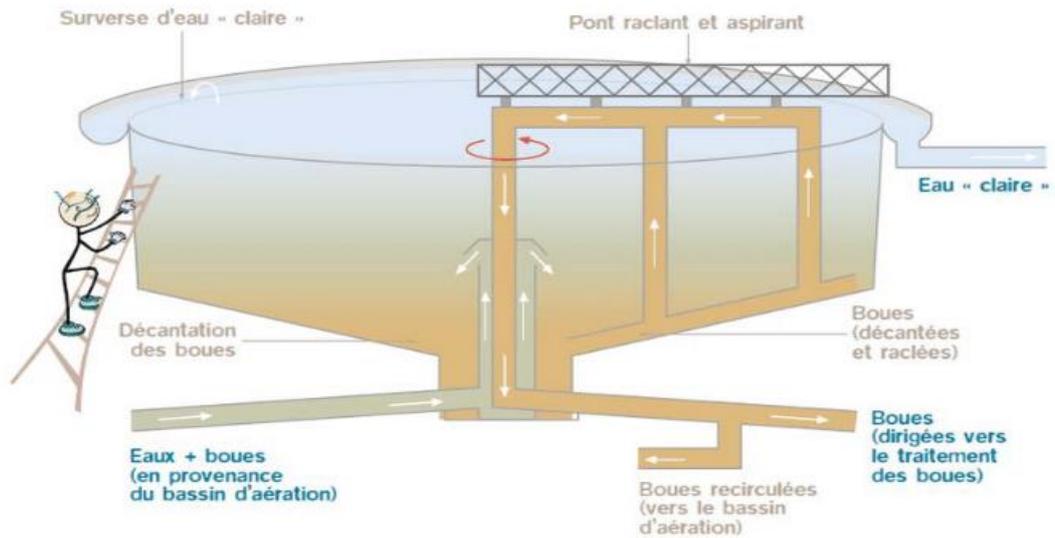


Figure I. 4 étape de Décantation [12]

I.3.2.3.1 Les éléments y entrant -intrants-

Dans une station d'épuration, tout dépend de l'emplacement du décanteur et de ses objectifs de traitement. Dans le cas d'une décantation primaire, il recevra de l'étoffe, du sable, de la graisse, des boues primaires (boue) et de gros objets. En revanche, la cuve de traitement tertiaire reçoit principalement des eaux traitées contenant des floccs de boues en suspension (boues tertiaires).

I.3.2.3.2 Les éléments qui en ressortent

- **Le surnageant**

Le surnageant, c'est la fraction de liquide que l'on récupère en partie supérieure du bassin de décantation : c'est la part clarifiée du liquide. Sa qualité dépend de divers paramètres, notamment :

- la densité des particules à décanter
- le temps de séjour dans le bassin de décantation
- la forme de l'ouvrage de décantation.

I.3.2.4 La filtration

La filtration est un processus physique conçu pour clarifier les liquides en les faisant passer contenant des solides en suspension à travers des milieux poreux. La filtration fonctionne bien pour éliminer les bactéries, la couleur, la turbidité et indirectement certains goûts et odeurs.

I.3.2.4.1 Types de filtration

Pour le traitement des eaux potables, on utilise principalement :

- a) Filtration sur le sable (lente ou rapide) ;
- b) Filtration membranaire.

En pratique, la filtration sur sable est le type de filtre utilisé dans la station de traitement Ain zada.

Filtration sur sable dans Ain zada :

L'eau est ensuite acheminée du collecteur commun des eaux clarifiées des deux décanteurs vers deux batteries de cinq filtres à sable rectangulaires aux caractéristiques suivantes :

Tableau I. 5 : caractéristiques de filtre sur sable utilisé dans Ain zada

Les Caractéristiques de filtre	
Type de filtre	
Longueur unitaire	10 m,
Largeur unitaire	5 m,
Surface unitaire	50 m ² ,
Surface totale	500 m
Hauteur de sable	1,2 m à l'origine,
Vitesse de filtration	6,5 m/h,
Vitesse de filtration avec un filtre en lavage	7,2 m/h,
Type de lavage	Air, eau,
Opérations de lavage	Semi-automatique,
Débit d'air de lavage,	3 059 Nm ³ /h
Vitesse de contre lavage à l'air	61 Nm ³ /m ² /h
Débit d'eau de lavage	1 500 m ³ /h,
Vitesse en contre lavage	30 m/h, avec deux pompes en service

I.3.2.4.1 Principe de fonctionnement

- Le filtre à sable fonctionne à un niveau d'eau constant. Le débit est réglé par une vanne automatique sur le drain filtré, qui est reliée à une sonde de pression.
- Les turbidimètres sont utilisés pour contrôler la turbidité de l'eau sortant du filtre.
- La durée moyenne d'un cycle de filtration est d'environ 13 heures. Elle peut descendre encore plus bas et descendre jusqu'à 4 heures si des algues sont présentes dans l'eau brute.

- La séquence de lavage consistait en un lavage à contre-courant de 5 minutes à un débit de 3 059 m³/h, suivi d'une phase air et eau, suivie d'un rinçage à l'eau, jusqu'au retour d'eau propre.
- L'eau propre de lavage des filtres provient de deux bacs de lavage, un pour chaque rangée de cinq filtres, d'une capacité totale de 450 m³, alimentés directement par gravité et filtrés.
- Le dispositif de nettoyage du filtre se compose de 3 pompes de nettoyage avec un débit unitaire de 750m³/h (2+1 secours) et de 2 ensembles de suppresseurs d'air avec un débit unitaire de 3059Nm³/h (1+1 secours).
- L'eau filtrée après passage dans la cuve de lavage est transportée dans le compartiment commun d'eau filtrée par trop-plein avant d'entrer dans la cuve de traitement. À noter que le déflecteur dans le réservoir à l'extrémité du tuyau d'eau filtrée est complètement dégagé de son support.

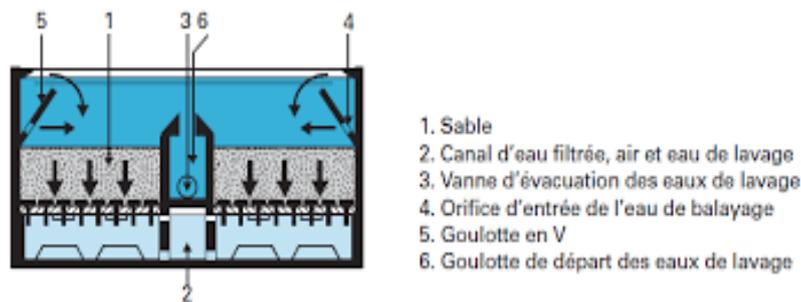


Figure I. 5: filtre à sable [13]

I.3.3 Traitement chimique

Ce type de traitement utilise des agents chimiques qui agissent directement sur les propriétés des métaux lourds, des matières organiques, des bactéries pathogènes et de l'eau. La chaux peut être utilisée pour modifier le pH de l'eau, la rendant plus douce ou plus agressive. L'oxydation au chlore élimine l'ammoniac, le fer et évite la croissance des algues. L'oxydation à l'ozone élimine le fer, le manganèse et les polluants traces et rend les matières organiques plus sensibles à la biodégradation. La chloration et l'ozonation utilisent respectivement le chlore et l'ozone comme désinfectants finaux [14].

I.3.3.1 La désinfection

Désinfection par procédés physiques tels que désinfectants (chlore, dioxines, ozone), traitement UV ou filtration membranaire.

Comparé au chlore, l'ozone peut assurer une bonne désinfection sans risque de sous-produits chlorés ni de défauts gustatifs, mais il n'est pas permanent et une fois traitée, l'eau doit être conduite au robinet si aucune désinfection finale n'est prévue.

La qualité de l'eau du robinet peut se détériorer, c'est pourquoi des traces de chlore (équivalent à une goutte pour 1000 litres) sont ajoutées pour détruire les dernières bactéries et maintenir la qualité de l'eau tout au long du processus en cours.

Le traitement final prend également en compte la protection du réseau et des canalisations.

L'équilibre en carbonate de calcium évite les problèmes d'entartrage ou de corrosion des canalisations, l'eau doit être aussi proche que possible de l'équilibre en bicarbonate de calcium.

L'eau dite agressive sous-minéralisée est neutralisée ou reminéralisée, tandis que l'eau dite de croûte surminéralisée doit être décarbonée [2].

I.3.4 Traitement biologique

Le traitement biologique utilise des micro-organismes, principalement des bactéries, naturellement présents dans l'eau. Ils dégradent les matières organiques biodégradables - substances naturelles ou micropolluants artificiels - en produits plus simples et moins nocifs pour l'homme. Par exemple, des filtres introduits dans la ligne de traitement peuvent immobiliser les bactéries qui se développeraient en surface. Selon la nature du filtre et sa localisation dans le procédé, les populations bactériennes retenues et leur activité sont différentes : par exemple, les filtres à sable favorisent la croissance de bactéries nitrifiantes qui éliminent l'azote ammoniacal. En général, plus la vitesse de filtration est lente, plus le processus biologique est prononcé [14].

I.4 Stockage de l'eau

L'eau traitée est stockée dans un réservoir d'un volume utile de 10 000 mètres cubes sans chicanes.

La salle de mesure de la qualité de l'eau est située à proximité du réservoir. Il permet un contrôle continu des paramètres de qualité clés tels que le pH, la turbidité et la conductivité. Comme pour l'eau brute, l'instrument ne peut pas fonctionner.

La décharge s'effectue dans trois directions :

- De trois groupes motopompes (2+1 en secours) vers la commune de SETIF avec un débit unitaire de 1 080 m³/h, soit un débit maximum de 2 160 m³/h. L'eau traitée est envoyée dans deux réservoirs, appelés réservoirs de distribution, mesurant 2 x 10 000 m³, à environ 40 km de l'usine. Le tuyau d'évacuation est protégé par un réservoir de marteau étanche
- Ville de BORDJ BOU ARRIRRIDJ, groupe de pompage composé de deux pompes (2+1 en secours) d'un débit unitaire de 1 080 m³/h. La conduite d'évacuation est également protégée par un anti-bélier ;
- Commune de RAS-ELOUAD et BEGAA, un ensemble de trois pompes d'un débit unitaire de 360 m³/h, et de trois groupes motopompes (2+1 en secours).

Le traitement biologique

I.4.1 Réactifs utiles [15]

Les réactifs pour le traitement de l'eau, leur stockage et leur distribution, il existe six réactifs dédiés au traitement de l'eau sur site :

- Sulfate d'aluminium pour la condensation de l'eau brute,
- Polymères pour la floculation de l'eau brute,
- Le charbon actif en poudre est parfois utilisé pour la précipitation afin de limiter le goût causé par les sous-produits chlorés,
- Chaux pour la correction du pH dans les eaux de décantation,
- Chlore gazeux pour la pré-oxydation des eaux brutes et la désinfection finale des eaux traitées,
- Eau de Javel et hypochlorite de calcium comme chlore de secours.

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons connu et évoqué les différentes étapes du traitement de l'eau en général et celles qui se déroulent à la station de d'Ain Zada, à partir du prétraitement jusqu'à le stockage.

La station a pour but d'alimenter en eau potable les communes de SETIF, B.B.A, RAS-ELOUAD et BOUGAA. Cette La chaîne de l'eau potable comprend les étapes de traitement suivantes : la préchloration, la coagulation, la floculation, la décantation, la filtration et la désinfection, et enfin le stockage et la distribution de l'eau traitée.

La distribution dans les villes est assurée par un groupes motopompes, Chaque ville a des pompes adaptées, comme nous l'avons mentionné dans la partie relative au stockage de l'eau.

CHAPITRE II

LES POMPES HYDRAULIQUES ET LES

TYPES DE DEMARRAGES

II.1 Introduction

Les pompes sont utilisées dans le domaine de la distribution et de la collecte de l'eau, Irrigation, protection incendie et protection contre les inondations.

Une pompe est une machine hydraulique qui augmente la pression du fluide, En d'autres termes, lui transmette de l'énergie. D'un point de vue physique, la pompe Convertir l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique [16].

Et dans ce chapitre on va défini, présenter le principe de fonctionnement de pompes hydraulique y et donnée quelque type des pompes.

II.2 Définition [17]

Une pompe est une machine destinée à faire circuler un fluide (en général un liquide) en l'aspirant, le refoulant ou en le comprimant.

De façon générale, une pompe comporte :

- Un organe mobile, la roue ou le piston selon le type de pompe.
- Des organes fixes, à savoir : diffuseur, encore appelé stator ; et des canaux de retour.

En règle générale, les pompes sont utilisées dans l'une des trois situations suivantes :

1. Gravité défavorable.
2. La gravité est favorable mais insuffisante pour fournir le débit nécessaire Diamètre économique ou raisonnable
3. Pression locale insuffisante.

I.3 Type et caractéristique

Il existe une grande variété des types de pompes. Cependant, on peut les distinguer suivant deux grandes catégories : les pompes volumétriques et les turbomachines.

— Pompes volumétriques : le déplacement du fluide résulte de la variation d'une capacité occupée par le fluide ;

— Turbomachines : le fluide est animé par une énergie qui lui ai transmise par la force centrifuge.

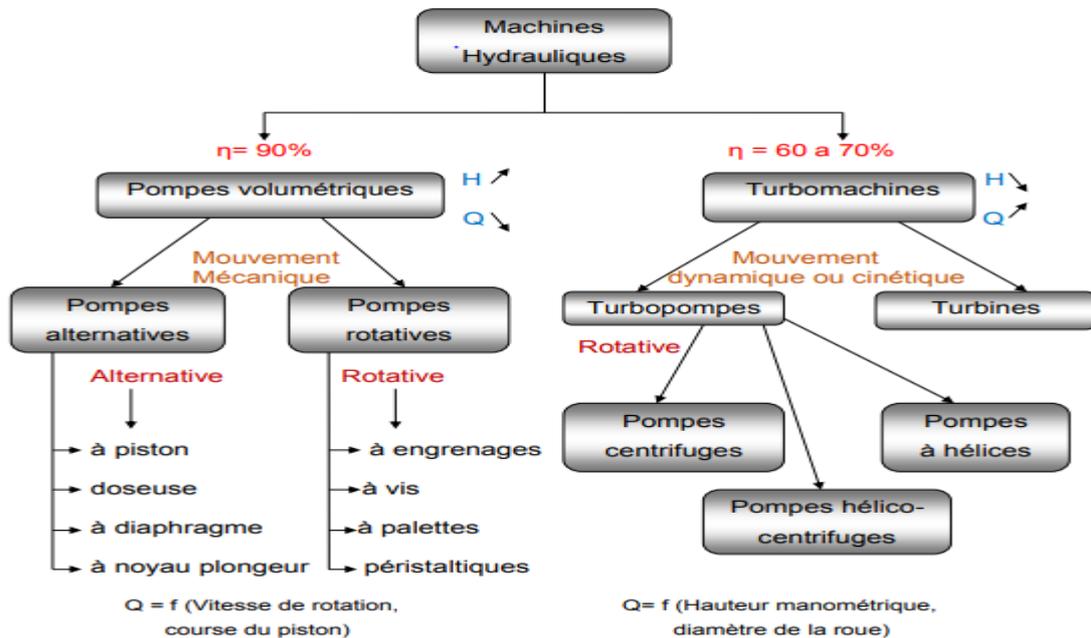


Figure II. 1 : Classification générale d'une machine hydraulique [18]

II.4 les pompes volumétriques

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe hermétiquement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile. Celui-ci suit un mouvement cyclique. Pendant un cycle, une quantité du fluide pénètre dans le corps de la pompe à travers l'orifice d'aspiration puis, refoulée à travers l'orifice de refoulement [17].

Ce type de pompes est destiné pour effectuer des tâches qui ne s'adaptent pas avec le principe de Fonctionnement des turbo-pompes, telles que :

- Le pompage de liquides visqueux tels que les huiles.
- Le dosage précis instantané (industrie pharmaceutique).
- Le pompage de liquides fragiles (lait, liquides volatils, etc.) qui s'adaptent mal avec les agitations Internes dans une turbo-pompes.

- Donc on distingue :

II.4.1 Les Pompes volumétriques alternatives

Dans une pompe alternative, le fluide s'écoule dans les deux sens, propulsé par un objet en mouvement, généralement un piston ou un diaphragme. Lorsque le piston ou la membrane bouge, le fluide est libéré.

La pompe alternative a une vanne qui sert d'entrée pour le liquide. Une vanne emprisonne le liquide à l'intérieur et le dirige vers une zone [19].

II.4.1.1 Pompe à piston

Le déplacement cyclique du piston dans le cylindre dans deux sens opposés entraîne la continuité du mécanisme d'aspiration et de refoulement du fluide pompé. Lorsque le piston se déplace dans une direction, le fluide est comprimé, provoquant Fermez la vanne d'aspiration et ouvrez la vanne de refoulement. Pendant la phase d'aspiration, le fonctionnement est inversé et le piston se déplace en sens inverse.

Convient pour un trafic moyen autour de 80 mètres cubes par heure. Pression de refoulement jusqu'à 25 bars. En règle générale, un diaphragme est fixé au piston pour permettre le pompage d'acides ou de liquides contenant de fortes concentrations de produits chimiques agressifs [17].

II.4.1.2 Pompes doseuses

Elles sont généralement à piston et/ou à membrane. La haute précision du système de réglage de la course du piston et de sa fréquence, permet le pompage des débits bien précis. Elles pompent des débits relativement faibles (de quelques l/h à quelques m³/h) et peuvent fournir des pressions au refoulement allant jusqu'à 300 bars [17].

La pompe doseuse s'amorce automatiquement mais ne fonctionne qu'avec des fluides de faibles viscosités. Les principales applications sont :

- Le dosage précis de produits chimiques
- L'injection de carburant sur le moteur d'automobile.

II.4.1.3 Pompes a membrant

Une pompe à doubles membrane est une pompe à déplacement positif qui utilise deux membranes flexibles se déplaçant en va-et-vient, créant ainsi une chambre temporaire qui aspire et expulse le fluide à travers la pompe. Les membranes fonctionnent comme une paroi de séparation entre l'air et le liquide [20].

Tableau II. 1 : les avantages et les inconvénients des pompes alternative

Type de pompe	Avantages	Inconvénients
Pompes à pistons	<ul style="list-style-type: none"> -Elles sont auto-amorçantes. -Leur rendement est bon. -Les pressions au refoulement sont élevées. - Elles peuvent fonctionner avec des produits corrosifs, abrasifs ou acides. -Elles sont robustes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Elles sont très encombrantes. -Elles n'utilisent que des liquides de viscosité faible. - Le pompage de particules solides est impossible. - Le débit est pulsatile et limité.
Pompes à membrane	<ul style="list-style-type: none"> -Elles sont auto - amorçantes. - Elles permettent le pompage de liquides corrosifs et volatiles. - Le pompé reste liquide absolument propre. -Elles peuvent fonctionner à sec. - Elles sont étanches. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elles sont limitées en température. -Leur débit est limité. -Elles n'admettent que des liquides de faible viscosité. -Le débit est pulsatile
Pompes doseuses	<ul style="list-style-type: none"> - Elles sont auto-amorçantes. - Elles procurent des pressions élevées au refoulement. 	<ul style="list-style-type: none"> -Leurs débits sont faibles. -Elles n'acceptent que des liquides à faibles viscosités. -Leurs températures d'utilisation sont limitées.

II.4.2 Les Pompes volumétriques rotatives

La pièce mobile est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement [17].

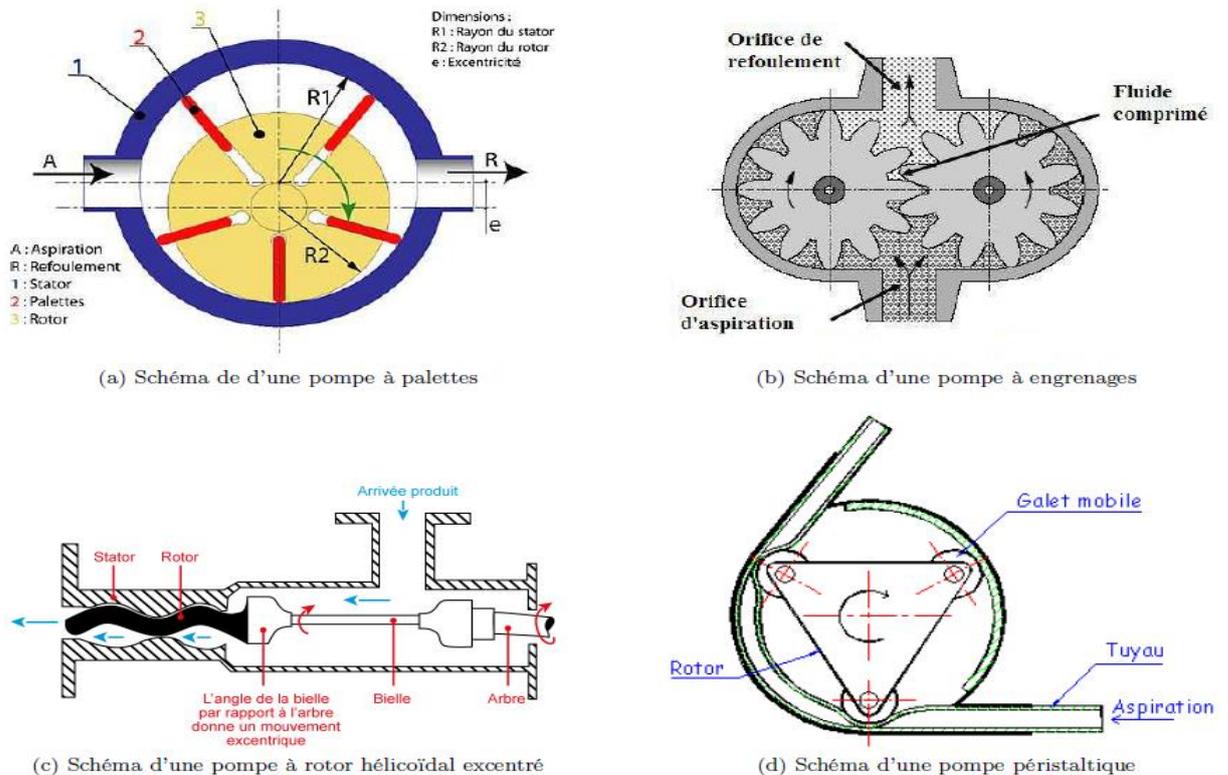


Figure II. 2 : les différents types des pompes volumétriques rotatives [18]

II.4.2.1 Pompes à palettes libres

Ce type de pompe est constitué de plusieurs palettes diamétralement opposées montées sur un rotor avec un arbre excentré par rapport au corps de pompe (stator). Les aubes sont soutenues sur la paroi interne du stator par des ressorts comprimés. Se dilate du côté tangentiel du rotor par rapport au stator et du côté opposé. C'est toutes les palettes assurent le pompage du fluide en glissant radialement entre les orifices d'aspiration et la répression (regarde la figure II.2).

Ces pompes peuvent débiter jusqu'à 100 m³/h et Pression de refoulement jusqu'à 8 bars. Ils conviennent à de petites quantités de liquide collant [17].

II.4.2.2 Pompes à engrenages extérieurs

La pompe est composée d'un engrenage de deux roues dentées tournant à l'intérieur du stator. Le principe est basé sur l'aspiration de fluide dans un espace délimité par deux dents consécutives et son refoulement vers un orifice de refoulement (regarde la figure II.2).

Ce type de pompe peut débiter 300 m³/h à une pression de Décharge jusqu'à 20 bars. Ils sont utilisés pour l'autolubrification et l'alimentation. Les fluides contenant des solides peuvent considérablement affecter l'entraînement de la pompe.

II.4.2.3 Pompes à rotor hélicoïdal excentré

Ils sont constitués d'une vis sans fin dont l'axe de rotation est décalé par rapport au corps de pompe pour former une série de cavités étanches. Lorsque la pompe est activée, une série de cavités se développe en spirale le long de l'axe de la pompe sans aucun changement de forme ou de volume. Cela délivre le produit de l'entrée de la pompe Vers la répression sans la dévaloriser (regarder la figure II.2).

Ces pompes peuvent délivrer 500 m³/h de débit et de pression Pressions jusqu'à 60 bars. Ils sont notamment utilisés dans les produits l'huile et la nourriture [17].

II.4.2.4 Pompes péristaltiques

Le pompage se fait en comprimant le tube souple au moyen de galets ou de patins fixés au rotor. Le tampon se déplace, entraînant le fluide vers le drain. Ils conviennent aux fluides abrasifs et chargés d'une certaine capacité La capacité de pompage maximale est de 50 m³/h et le HMT maximal est de 16 bars (regarder la figure II.2).

Ce type de pompe est idéal pour les produits chimiques et alimentaires [17].

Tableau II. 2 : les avantages et les inconvénients de pompes volumétrique rotative

Type de pompe	Avantages	Inconvénients
Pompes à palettes libres	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a ni brassage, ni dispersion du liquide pompé. - Le est régulier. - Le fonctionnement de la pompe est réversible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le corps s'use par frottement des palettes. - Les produits visqueux sont difficiles à pomper.
Pompes à engrenage	<ul style="list-style-type: none"> - Le débit est régulier. - La pompe est réversible. - La pompe tolère des liquides de viscosité élevée. - Les clapets sont facultatifs. - La peut tourner pompe rapidement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les pièces d'usure sont nombreuses, ce qui cause des fuites -Elles ne supportent pas les liquides abrasifs. -Le pompage pompage des particules solides est impossible sous peine d'user le mécanisme et de diminuer l'étanchéité entre le corps et les dents. -Elles ne doivent pas fonctionner à sec.
Pompes à rotor hélicoïdal	<ul style="list-style-type: none"> - Le débit est régulier. - Elle est adaptée à une gamme de produits importante. - Elle tolère les particules solides les produits abrasifs et fragiles les boues et les liquides visqueux - pompe est réversible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elles ne doivent pas tourner à sec. - Elles ne supportent pas des températures élevées. -La maintenance est difficile et coûteuse. -Elles sont encombrantes
Pompes péristaltique	<ul style="list-style-type: none"> - Elles sont adaptées aussi bien à de faibles débits qu'à des débits importants, en fonction de l'usage. - Elles permettent de pomper des liquides abrasifs et chargés. - Leur entretien est facile. - Le fonctionnement à sec ne les endommage pas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le débit est limité. - Le refoulement est saccadé. - La température d'utilisation est faible.

II.5 Turbomachines

Une turbine est un ensemble mécanique tournant constitué d'une ou plusieurs roues mobiles (rotors) équipées d'aubes (pales, ailettes) qui forment entre elles des canaux à travers lesquels s'écoule un fluide. L'échange d'énergie se produit dans le rotor et est le résultat d'un travail aérodynamique sur la pale créé par l'écoulement du fluide autour de la pale, qui est principalement provoqué par la différence de pression entre les deux surfaces de la pale. A noter

que bien que ce travail temporel soit à nouveau produit par la contrainte de pression, il ne déforme pas les frontières du système comme une machine volumique, mais uniquement par la rotation des pales [21].

II.5.1 Turbine

Les turbines hydrauliques font partie des turbomachines. Elles convertissent l'énergie potentielle de l'eau en énergie mécanique. Pour ce faire, l'énergie potentielle gravitationnelle est tout d'abord convertie en énergie cinétique. L'eau en écoulement est accélérée à une vitesse la plus élevée possible à l'intérieur d'un distributeur ou d'une buse. L'impulsion du fluide est rendue exploitable comme force périphérique en le déviant dans une roue.

Les différents types de turbines ont différents domaines d'application.

- turbine Pelton : hauteur de chute très élevée, de 130m à 2000m, barrages, réservoirs de haute montagne
- turbine Francis : hauteur de chute moyenne, 40m à 730m, barrages, centrales au fil de l'eau.
- turbine Kaplan : hauteur de chute faible, de 5m à 80m, barrages, centrales au fil de l'eau.

Les hauteurs de chute citées sont valables pour des puissances élevées [21].

II.5.2 les turbopompes [17]

Les pompes hydrodynamique sont de construction très simple : en version de base, elles sont essentiellement constituées d'une pièce en rotation, le rotor appelé aussi roue ou hélice qui tourne dans un carter appelé corps de pompe ,une certaine vitesse est ainsi communiquée au fluide .Parmi les types de turbopompes on cite ; les pompes centrifuges, les pompes hélico-centrifuges et les pompes à hélices ; la différence entre ces pompes porte essentiellement sur la direction de la vitesse donnée au fluide.

Les turbopompes sont classées selon :

- a) La nature du fluide (compressible, non compressible).
- b) La fonction de la machine (pompe, turbine).
- c) Le trajet du fluide par rapport à l'axe ; elle repose sur la direction du courant liquide.

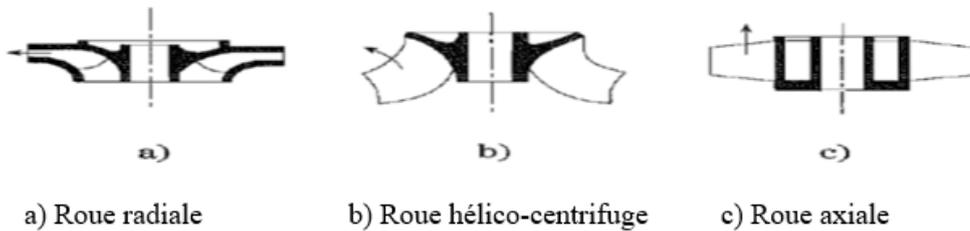


Figure II. 3 : les types des turbopompes

- On dit que l'écoulement est radiale là où la composante de la vitesse est radiale (machine radiale) chaque ligne du courant se trouve perpendiculaire à l'axe de la roue (pompe radiale).

- Si l'écoulement est parallèle à l'axe on dit que la pompe est axiale.
- Pour le cas des pompes mixtes on a le cas (axial + radial). d)

Le nombre de roue :

- Pompes monocellulaires (un seul étage, une roue, monobloc) qui sont utilisées pour des pressions moyennes (15 à 80m) a un débit Q considérable, l'écoulement dans ces pompes se fait radialement, leur vitesse spécifique $N_s = (20 - 100) \text{ tr/min ou } Q \text{ et } H$

- Pompes multicellulaires (multi roues, multi-étage...) c'est l'ensemble des roues en série contenu dans un seul corps, l'eau qui sort du diffuseur de la 1ere roue est ramené par un canal de rotor a oreillard5 de la roue suivante, ces pompes sont utilisées pour élever a de grandes hauteurs a chaque fois qu'on augmente le nombre de roues (H Q).

Soit r nombre de roue, si la multicellulaire élevé d'une hauteur H avec un nombre de roue r et un débit Q alors la hauteur revenante à chaque roue est H/r et chaque roue débite un débit Q.

II.5.2.1 Les pompes centrifuges

Les pompes centrifuges sont des machines hydrauliques caractérisées par la capacité de transférer de l'énergie aux fluides (en particulier les liquides) par la force centrifuge. Le but principal est de transférer le fluide en augmentant la pression. Les pompes centrifuges peuvent avoir des conceptions différentes, mais leur principe de fonctionnement et leur dynamique des fluides sont toujours les mêmes (la figure II.4 représenté les composent d'une pompe centrifuge).

II.5.2.1.1 Principe de fonctionnellement

Le fluide pompé entre en continu par la buse d'aspiration de la pompe au centre de la turbine.

De là, il est accéléré dans une direction radiale jusqu'aux extrémités de la turbine, où il est refoulé dans le corps.

Le flux de liquide est accéléré par la poussée que les pales du rotor, grâce à leur courbure, transmettent au flux lui-même. De cette façon, le liquide acquiert de l'énergie, principalement sous la forme d'une augmentation de sa vitesse moyenne (énergie cinétique).

À l'intérieur du corps, le liquide est ralenti grâce à la section progressivement croissante dans le sens du mouvement [17].

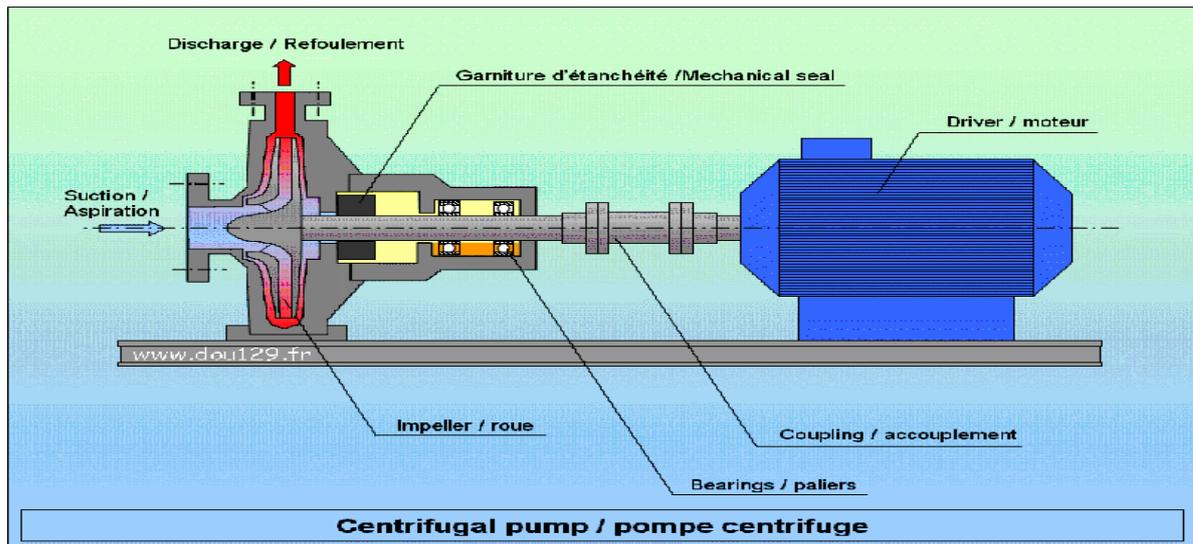


Figure II. 4: structure de pompe centrifuge

Tableau II. 3 : Avantages et Inconvénient de pompes centrifuges

Type de pompe	Avantages	Inconvénients
Pompes Centrifuges	<ul style="list-style-type: none"> - Le moteur fournit une vitesse rapide et constante. - Ces pompes s'adaptent à de petits forages et permettent de capter les nappes profondes, surtout les pompes à étages multiples. -La construction des pompes est simple et elles demandent peu d'entretien. - Les prix des pompes sont modérés et les coûts de maintenance sont faibles. -Les matériaux de construction sont très variés pour pouvoir s'adapter au liquide utilisé. - Les pompes peu encombrantes. - Le rendement est bon. - Le débit que ces pompes procurent est continu. - La pompe ne subit aucun dommage en cas de colmatage. - Elles peuvent admettre les suspensions chargées de solides. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ces pompes ne peuvent s'amorcer seules. -Elles ne fonctionnent pas avec des liquides trop visqueux ou ne supportant pas la très grande agitation de la pompe. -Elles ne peuvent pas être utilisées comme pompes doseuses au risque d'être entraînées hors de leurs caractéristiques optimales. - Elles nécessitent des dispositifs d'équilibrage disque, montage de roues dos à dos sur l'arbre, perçage de trous près du moyeu de façon à équilibrer les pressions sur la paroi. Car l'axe du rotor tend à se mouvoir lors de la dépression qui peut le détériorer. -Les pressions de refoulement sont moins importantes que celles d'autres pompes.

II.5.2.2 Les Pompe à hélice

Pompes axiales, à hélice ou à vis sont des pompes conçues pour produire des variations de débit et de pression faibles. Ils sont principalement utilisés pour l'irrigation. Les hélices à pompe axiale sont comparables aux hélices de bateau à conduit. Le point de fonctionnement de la roue de la pompe sera déterminé par le débit souhaité. Ne cherchera plus la poussée, mais la pression change. L'hélice sera fabriquée de façon à ce qu'au débit voulu, elle atteigne une pression différentielle égale à la perte de charge dans les canalisations parcourues par le fluide.

II.5.2.3 Hélico-centrifuge

Les pompes à débit mixte sont à la fois des pompes axiales et centrifuges. Ce type de pompe présente un grand intérêt pour le pompage de l'irrigation car il constitue un bon compromis qui évite les inconvénients de la faible hauteur de refoulement de la pompe à hélice, tout en ayant un rendement et un débit supérieurs à la pompe à volute centrifuge. De plus, les pompes à débit axial ne fonctionnent qu'avec une aspiration nulle, tandis que les pompes à débit mixte peuvent fonctionner avec une tête d'aspiration non nulle, plutôt qu'auto-amorçâtes.

II.6 Méthode de sélection

Il existe une très grande variété de pompes industrielles La pompe est choisie en fonction du travail à effectuer :

Pour les produits d'une viscosité allant jusqu'à 150 mPas, tels que l'eau, les huiles fines et autres produits à viscosité limitée, le principe de la pompe centrifuge reste l'option la plus adaptée, en particulier à des débits plus élevés.

Afin de pomper des fluides plus épais et plus visqueux, des pompes volumétriques, également appelées pompes volumétriques, sont logiquement nécessaires. Par exemple, selon le fluide, on utilisera une pompe à lobes, à engrenages, péristaltique ou à membrane.

Si le produit est chargé et contient des particules solides comme des fruits, des légumes, etc. qui entrent dans les ingrédients de la soupe... une pompe volumétrique à faible cisaillement serait le premier choix.

D'autres critères sont également pris en compte pour déterminer la technologie à utiliser. La pression de refoulement est un. Les pompes centrifuges fonctionnent à des points de fonctionnement spécifiques. Les changements de pression entraînent inévitablement des changements de débit. On se déplace vers la gauche (le débit diminue lorsque la pression augmente) ou vers la droite (le débit augmente lorsque la pression diminue) sur la courbe. Pour les pompes volumétriques, la situation est différente. Selon la technologie, ils sont insensibles ou moins sensibles aux variations de contre-pression. Débit et linéaire et facile à régler en vitesse variable.

Le débit peut encore être ajusté par centrifugation, mais les courbes sont dessinées différemment.

Enfin, selon l'application, les pulsations produites par certaines pompes volumétriques, telles que les pompes à membrane, doivent être prises en compte.

La nature abrasive du produit nécessite également une attention particulière au choix de la pompe et à sa vitesse de rotation.

Pour les gros débits, les pompes centrifuges restent le principal achat. Cependant, les pompes à membrane pneumatiques peuvent fournir des débits élevés en offrant la possibilité d'une étanchéité parfaite, d'un fonctionnement à sec et d'un auto-amorçage [22].

II.6.1 Avantages et inconvénients : centrifuge et pompe volumétrique

Les pompes centrifuges sont mécaniquement plus simples que les pompes volumétriques. Elle est entraînée directement par un moteur électrique, alors que les pompes volumétriques utilisent généralement des motoréducteurs dont la vitesse est adaptée à la viscosité du fluide pompé.

Globalement, les deux technologies ne sont pas concurrentes mais complémentaires. Lorsque la viscosité dépasse 150 mPas, il n'y a pas d'option possible et vous devez utiliser le type volumétrique. Mais lorsque cette viscosité est inférieure à ce seuil, les deux peuvent être envisagés.

Le procédé et l'application seront alors déterminants, tout comme le budget disponible pour savoir que le déplacement positif apportera des avantages tels que pression et débit variables, faible cisaillement, meilleur rendement énergétique, marche à sec et possibilité d'auto-amorçage.

Si vous hésitez entre l'une de ces technologies, demandez-nous et nous vous aiderons à choisir la meilleure pompe pour votre application.

II.7 Définition d'un moteur électrique

Le moteur électrique est une machine électromécanique très simple. En effet, un moteur électrique comporte un bobinage de fil électrique, un stator (le stator du moteur) et un rotor (la partie mobile). Fournir un courant électrique à la bobine crée un champ magnétique. Alors les pôles du rotor tournent librement et continuellement : les pôles

positifs attirent les négatifs et inversement. Ainsi, le moteur électrique convertit l'énergie électrique en énergie mécanique [23].

II.8 Les 4 types principaux de démarrage d'un moteur électrique

- Le démarrage direct.
- Le démarrage étoile triangle.
- Le démarrage progressif (avec démarreur progressif, ou soft starter).
- Le démarrage avec variateur.

III.8.1 Le démarrage direct

Il suffit d'un boîtier de démarrage classique, souvent vendu avec des protections thermiques. L'alimentation du relais de commande est prise entre 2 phases ou entre phase et neutre. Elle présente un auto-maintien permettant au contacteur de rester coller après avoir lâché le bouton de commande (regarde la figure II.5).

Le problème est l'intensité de démarrage, lorsque le moteur est en triangle (6 à 8 fois l'intensité nominale) [24].

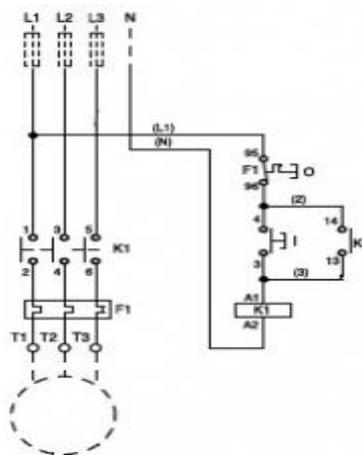


Figure II. 5 schéma de démarrage direct [24]

III.8.2 Le démarrage étoile-triangle

Le principe du montage étoile triangle consiste à alimenter le moteur en étoile, en sous alimentant par rapport à la tension attendue par les bobinages. On bascule ensuite (grâce à une temporisation réglable) sur un couplage triangle, correspondant à la tension d'alimentation du réseau. Ci-joint un plan électrique d'un démarrage étoile triangle (regarde la figure II.6) [24].

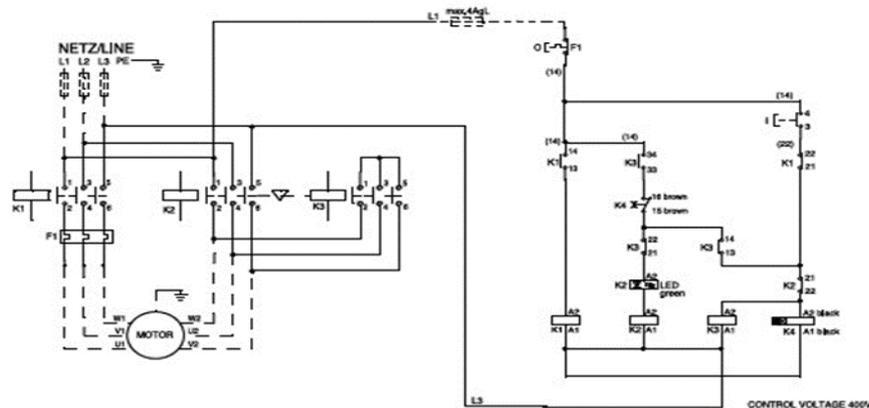


Figure II. 6 : schéma de démarrage étoile-triangle [24]

- **Attention à bien respecter les principes suivants**

Moteur 220/400V : vous devez alimenter le moteur en 220V triphasé (couplage triangle en fin de démarrage)

Moteur 400/690V : Vous devez alimenter le moteur en 400V triphasé (couplage triangle en fin de démarrage)

Le câblage doit être réalisé avec soin ! Puisque le couplage s'effectue au niveau des contacteurs, il faut supprimer les barrettes de couplage du moteur.

Il faut donc un contacteur 6 fils pour alimenter le moteur. Le repérage des bobinages moteur (U, V, W, U1, V1, W1) est capital : Si vous inversez 2 fils, au moment du couplage, les phénomènes suivants peuvent arriver :

1 bobinage non alimenté, le moteur sur 2 phases (danger pour le moteur).

Court-circuit franc sur 2 entre 2 phases (danger pour l'installation).

Inversion du sens de rotation du moteur, d'où surintensité (danger pour le moteur et l'installation).

II.8.3 Le démarreur progressif électronique -ou soft starter-

Pour un démarreur progressif électronique, il faut un algorithme contrôlant trois paires de thyristors SCR montés dos à dos permet de démarrer et d'arrêter le moteur.

L'orientation dos à dos des thyristors SCR permet à la tension c.a. d'être régulée en changeant l'angle d'amorçage à chaque demi-cycle [24].

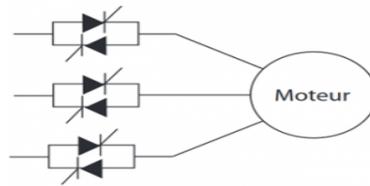


Figure II. 7: schéma de démarrage progressif électronique (ou soft starter) [24]

Le principe est donc d'alimenter progressivement le stator du moteur, avec une tension qui va varier progressivement. L'électronique de commande permet de régler de façon précise :

- Le temps et la vitesse de démarrage.
- L'intensité à ne pas dépasser.
- Une fois le démarrage terminé, on bascule sur un contacteur dit de « ByPass ». La partie électronique fonctionne donc très peu.

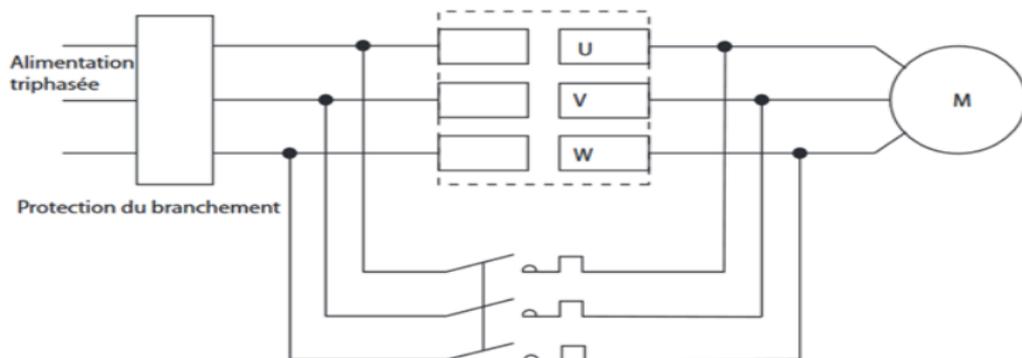


Figure II. 8 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT démarreur progressif électronique [24]

II.8.4 Le démarrage avec variateur de fréquence

Le variateur de fréquence permet également un démarrage progressif, mais cette fois en jouant sur la tension et la fréquence d'alimentation. Cela permet alors de mieux gérer le couple de démarrage. Il sert également à faire varier la vitesse lors du fonctionnement (regarde la figure II.9). [24].

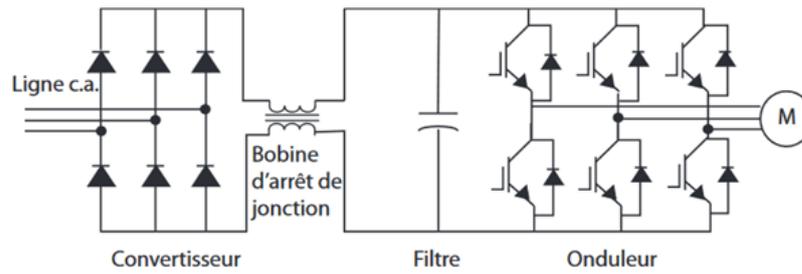


Figure II. 9: schéma de démarrage avec variateur de fréquence [24]

Pour les petites puissances, un variateur de fréquence est souvent la solution la moins coûteuse.

II.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini et mentionné les sections des machines hydrauliques, où les machines hydrauliques sont divisées en deux parties, les pompes volumétriques et les turbomachines.

Les pompes volumétriques, à leur tour, sont divisées en deux catégories principales : les pompes de circulation et les pompes volumétriques, Quant aux turbomachines, elles se divisent en turbopompes et turbines. Nous avons évoqué les caractéristiques, avantages et inconvénients de chacun.

Et enfin, nous avons mentionné les types de démarrages de moteurs électroniques, Où chaque type de moteurs se caractérise par son propre lancement en fonction de sa capacité et de son utilisation.

CHAPITRE III

L'Automatisation Et La Supervision de la Station

III.1 INTRODUCTON

Dans ce chapitre, nous définirons la supervision et ferons référence à un type spécifique C'est SCADA.

Les systèmes automatisés sont conçus pour fonctionner de manière autonome sans intervention humaine, et les humains doivent pouvoir communiquer avec le système pour échanger des informations. Pour cela, l'échange d'informations entre les processus et les opérateurs a été amélioré grâce à l'interface homme-machine.

Pour ce faire, nous allons utiliser le programme Tia Portal V16 pour créer une interface de contrôle de la station de pompage située à Ain zada, qui développera toutes les étapes liées à la combinaison et aux commandes séquentielles pour le fonctionnement des équipements de la station.

III.2 Définition de la supervision

La surveillance est un ensemble d'outils et de méthodes qui permettent la gestion des installations industrielles dans des conditions normales de fonctionnement et de panne. C'est un outil de référence pour les opérateurs de ligne, mais il peut aussi interagir directement avec les systèmes de commande et de contrôle.

La surveillance du système comprend la capacité de collecter et de visualiser des informations, de surveiller, de diagnostiquer et de prendre en charge les décisions d'adaptation, de reconfiguration ou de maintenance [25].

La réalisation de ces différentes fonctions repose sur des modèles de nature différente : structure ou topologie, fonction, comportement, cause et effet. Ce sont des informations de même nature différente : numérique, logique structurelle, symbolique ou textuelle, téléologique. L'ordre reflète le degré d'abstraction de l'information.

La conception des outils de suivi peut s'appuyer sur trois sources d'information :

- L'expertise humaine du concepteur et/ou de l'exploitant.
- Les modèles structurels, fonctionnels ou analytiques du procédé.
- Les données issues des historiques sur le procédé ou un procédé similaire (enregistrement de variables en cours de fonctionnement ou d'essais. Journaux de suivi de fabrication ou de maintenance).

III.2.1 Les objectifs de la supervision

Lorsqu'on introduit un ordinateur au pied d'une machine de production deux grandes catégories de fonctions peuvent être attendues :

- Aide à la production (Supervision, pilotage...).
- Enregistrement (Traçabilité, Journalisation, Expertise, Analyse statistique...).

D'autres fonctionnalités peuvent être envisagées, comme le contrôle informatisé ou la commande de procédé, mais elles existent d'ores et déjà dans l'atelier sous une forme ou une autre et ne sont pas impérativement liées à la supervision [25].

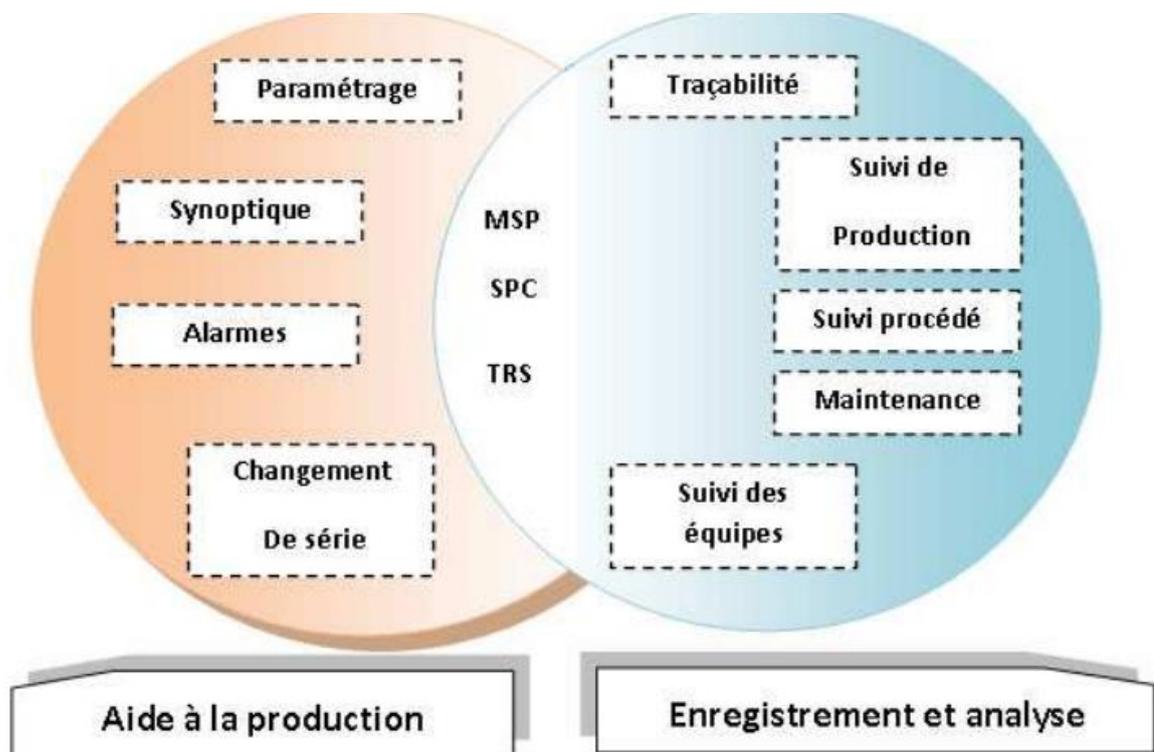


Figure III. 1 : Les Objectives De La Supervision [25]

III.2.2 Les logiciels de supervision

Le logiciel de surveillance permet :

- Collecter des informations en temps réel sur les processus depuis des sites distants (machines, ateliers, usines, etc.)
- Visualisation de l'état et de l'évolution des contrôles de processus automatisés et mise en évidence des anomalies (alarmes)

- Assistance opérateur (interface IHM dynamique, etc.)
- Aider les opérateurs dans le travail (enchaînement des actions de l'opérateur) et la prise de décision (suggestion de paramètre, signal de valeur erronée, aide à la résolution question, etc.).
- Fournir des données pour atteindre les objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité, etc.).

III.2.3 Quelques Logiciels Supervision [25]

- CIMVIEW : Interface de conduite complète et banalisée Les données brutes sont collectées au plus près de leur source (Automates programmables, équipements spécifiques, modèles mathématiques, ...).
- CitectSCADA : CitectSCADA est une solution totalement intégrée HMI/SCADA permettant aux clients d'accroître le retour sur immobilisations en offrant un système de contrôle et de surveillance fiable et extrêmement disponible.
- RSView32 : RSView32™ est un logiciel d'IHM intégré et modulaire destiné au contrôle et à la supervision D'automates et de procédés industriels.
- Simatic WinCC : WinCC est devenu en quelques années un des leaders du marché de la supervision. Ses fonctionnalités de base sont puissantes et ouvertes vers l'extérieur.

III.3 Définition de SCADA

SCADA est la technologie qui permet à un utilisateur de collecter des données à partir D'une ou plusieurs installations éloignées et / ou d'envoyer des instructions de contrôle limitées à ces installations. On peut définir le SCADA comme un système fonctionnant avec des signaux codés sur des canaux de communication afin de contrôler les équipements à distance (RTU : Remote Terminal Unit) [26].

III.3.1 Les avantages du système PLC / DCS SCADA [26]

- L'ordinateur peut enregistrer et stocker une très grande quantité de données (Acquisition).
- Les données peuvent être affichées de la manière requise par l'utilisateur.
- Des milliers de capteurs sur une large zone peuvent être connectés au système.
- L'opérateur peut intégrer des simulations de données réelles dans le système.

- De nombreux types de données peuvent être collectés à partir des RTUs.
- Les données peuvent être visualisées de n'importe où, pas seulement sur le site.

III.4 Interface Homme Machine

En raison de la complexité des processus industriels, tels que les usines de traitement de l'eau, les opérateurs ont besoin d'une plus grande transparence pour une visualisation claire ; c'est-à-dire une hiérarchie des messages bien définie et des commandes intuitives. Cette transparence est obtenue car la partie "homme" est l'opérateur et la partie "machine" est l'interface homme-machine du procédé ou de l'installation. L'objectif principal de cette interface est de couvrir toutes les tâches de commande et de contrôle et de maintenir le bon fonctionnement des machines et des installations [27].

III.5 Cahier des charges

III.5.1 Présentation

Le cahier des charges se définit comme un document de référence qui permet à un dirigeant d'entreprise de préciser les conditions, les règles et les exigences d'une mission, d'une intervention, d'un travail à accomplir ou d'une tâche à exécuter par un consultant en management, en vue de résoudre un problème spécifique ou d'améliorer une situation donnée, tout en déterminant les résultats attendus [25].

III.5.2 Les composant de station de Ain-zada :

L'eau traitée est stockée dans un réservoir d'un volume utile de 10 000 mètres cubes sans chicanes. Ceci est mesuré par une capture analogique (flouter).

La salle de mesure de la qualité de l'eau est située à proximité du réservoir. Il permet un contrôle continu des paramètres de qualité clés tels que le pH, la turbidité et la conductivité. Comme pour l'eau brute, l'instrument ne peut pas fonctionner.

La décharge s'effectue dans trois directions :

- De trois groupes motopompes (2+1 en secours) vers la commune de SETIF avec un débit unitaire de 1 080 m³/h, soit un débit maximum de 2 160 m³/h. L'eau traitée est envoyée dans deux réservoirs, appelés réservoirs de distribution, mesurant 2 x 10 000 m³, à environ 40 km de l'usine. Le tuyau d'évacuation est protégé par un réservoir de marteau étanche

- Ville de BORDJ BOU ARRIRRIDJ, groupe de pompage composé de deux pompes (2+1 en secours) d'un débit unitaire de 1 080 m³/h. La conduite d'évacuation est également protégée par un anti-bélier ;
- Commune de RAS-ELOUAD et BEGAA, chacun deux a de trois pompes d'un débit unitaire de 360 m³/h, et de trois groupes motopompes (2+1 en secours).
- La capacité des réservoirs de SETIF et BOURDJ BOU ARRIRRIDJ est 2500 mètres cubes. Ceci aussi est mesuré par des captures analogiques (flouter).
- La capacité des réservoirs de RAS-ELOUAD et BEGAA est 1500 mètres cubes. Ceci aussi est mesuré par des captures analogiques (flouter).
- Une vanne a été placée avant et après chaque trois groupes motopompes (trois groupes de SETIF, trois groupes de BORDJ BOU ARRIRRIDJ, trois groupes de RAS-ELOUAD et trois groupes BEGAA) pour assurer la protection des appareils automatiquement ou manuellement en coupant le débit d'eau, en coupant l'eau en cas de besoin et en contrôlant le débit.

III.6 Modes de fonctionnement de la station

La gestion de la station sera assurée par un automate SIEMENS S7-1200 et une IHM de supervision de type SIEMENS TP-700 COMFORT. Deux modes de fonctionnement sont prévus pour le fonctionnement de la station : le mode manuel et le mode automatique.

Pour basculer entre les deux modes de fonctionnement, un interrupteur MAN/AUTO est placé dans l'armoire de commande, qui contrôlera les trois pompes.

Il existe deux modes de fonctionnement :

III.6.1 Mode manuel (Manu)

Pour travailler dans ce mode, l'opérateur doit appuyer sur le bouton START puis placer l'interrupteur AUTO/MANU en position "manu" ou à partir du bouton. « MANU » de l'IHM -l'interface homme-machine-.

En mode manuel, la station de pompage est contrôlée par un opérateur dans la salle des commandes qui peut démarrer et arrêter la pompe à l'aide des boutons existants sur l'armoire de commande ou l'IHM.

En principe le mode « Manu » n'est choisi que pour :

- Des opérations de maintenance.

- Des réglages ou des tests.

Lorsqu'un problème survient lors de l'exécution d'une séquence sélectionnée par l'opérateur. Ou en cas de panne de l'automate serveur.

Dans ce mode, aucune tâche n'est assurée par l'automate, tous les événements de fonctionnement y compris les défauts et les alarmes seront détectés par l'automate, enregistrés dans sa mémoire et envoyés vers l'IHM de supervision.

III.6.2 Mode automatique (Auto)

Ce mode est sélectionné lorsque l'opérateur appuie sur le bouton START puis il positionne le commutateur Manu / Auto sur la position « Auto » ou bien à partir du bouton « AUTO » de l'IHM.

En mode Automatique, aucune intervention sur site n'est nécessaire. La station de pompage est sous le contrôle de l'automate.

Toutes les séquences sont exécutées par l'automate qui surveille en permanence les états des équipements, les archives ainsi que les défauts et les alarmes qui seront transmis vers l'IHM de la supervision.

III.6.3 Transition entre les différents modes

III.6.3.1 Passage du mode MANU au mode AUTO

Au passage au mode automatique, les groupes de pompage dépendent des séquences programmées dans l'automate. Un équipement peut très bien démarrer à la transition, ce qui implique une vigilance des exploitants sur site.

III.6.3.2 Passage du mode AUTO au mode MANU

Au passage au mode manuel, les groupes de pompage ne sont plus commandés par l'automate et devient indisponible. Si les équipements sont en marches, leur arrêt sera immédiatement constaté.

II.7 Logiciel de programmation « TIA Portal V16 »

III.7.1 Présentation du logiciel

La plate-forme TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, dans un seul logiciel cette plate-forme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI les variateurs... etc [28].

III.7.2 La conception d'un programme avec TIA PORTAL V16

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

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

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit on commence par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration. [29]

III.7 Automate SIMATIC S7-1200

- L'automate SIMATIC S7-1200 est un mini-contrôleur modulaire utilisé pour les petites performances.
- Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation. Le contrôleur S7 est composé d'une CPU qui est équipée d'entrées et de sorties de signaux numériques et analogiques.
- Des modules additionnels d'entrées/sorties (modules IO) peuvent être installés si les entrées et sorties intégrées ne sont pas suffisantes pour l'application désirée.
- Si besoin est, des modules de communication RS232 ou RS485 sont ajoutés.
- Une interface TCP/IP intégrée est obligatoire pour toutes les CPU.

- Avec le programme S7, l'API surveille et contrôle une machine ou un process.
- Les modules IO sont interrogés dans le programme S7 au moyen d'adresses d'entrées (%I) et référencés au moyen d'adresses de sorties (%Q).
- Le système est programmé avec le logiciel TIA PORTAL [30].

III.8 Programmation de projet

III.8.1 Programmation de CPU en contact ladder

Le langage Ladder ou schéma à contacts est un langage de programmation graphique très populaire auprès des automaticiens, Il ressemble un peu aux schémas électriques, et est facilement compréhensible [31]. Il existe 3 types d'éléments de langage :

1. Les entrées « ou contact » : qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne.
2. Les sorties ou « bobines » : qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne
3. Les blocs fonctionnels : qui permettent de réaliser des fonctions avancées,

III.8.1.1 Création d'un nouveau projet

Pour créer un projet dans TIA PORTAL, on procède de la manière suivante :

- 1) Sélectionner l'action « create new project ».
- 2) Entrer le nom et le chemin souhaités pour le projet ou utiliser les données proposées.
- 3) Indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.
- 4) Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « create ».
- 5) Enfin le nouveau projet est créé et affiché dans le navigateur du projet.

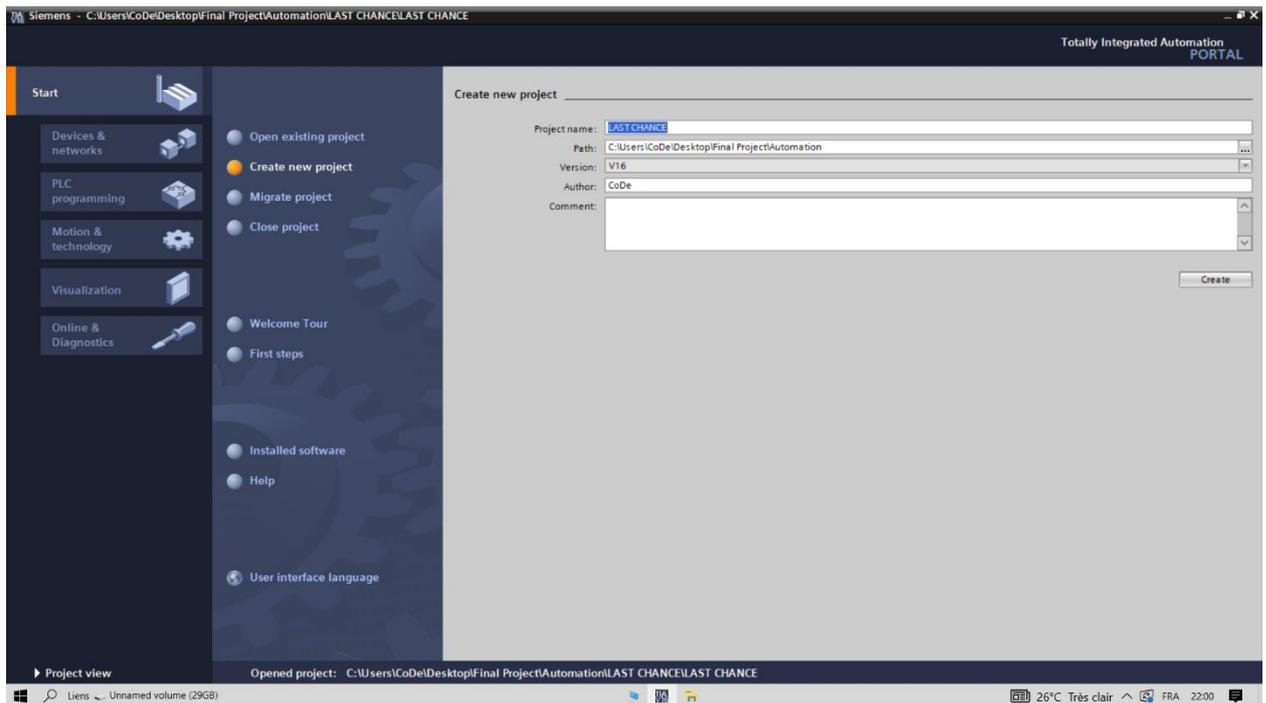


Figure III. 2: Création d'un nouveau projet

III.8.1.2 Configuration matérielle

On peut configurer la station de travail par la définition du matériel existant. Pour cela, on passera par la vue du projet et choisi le CPU 1214C DC/DC/DC ayant pour références 6ES7 214-1AG40-0XB0

On a choisi le CPU 1214C DC/DC/DC, ayant pour références 6ES7 214-1AG40-0XB0 à base des critères suivants :

- Nombre d'entrées-sorties analogique et tout ou rien.
- Mémoire de travail.
- L'extensibilité du CPU.

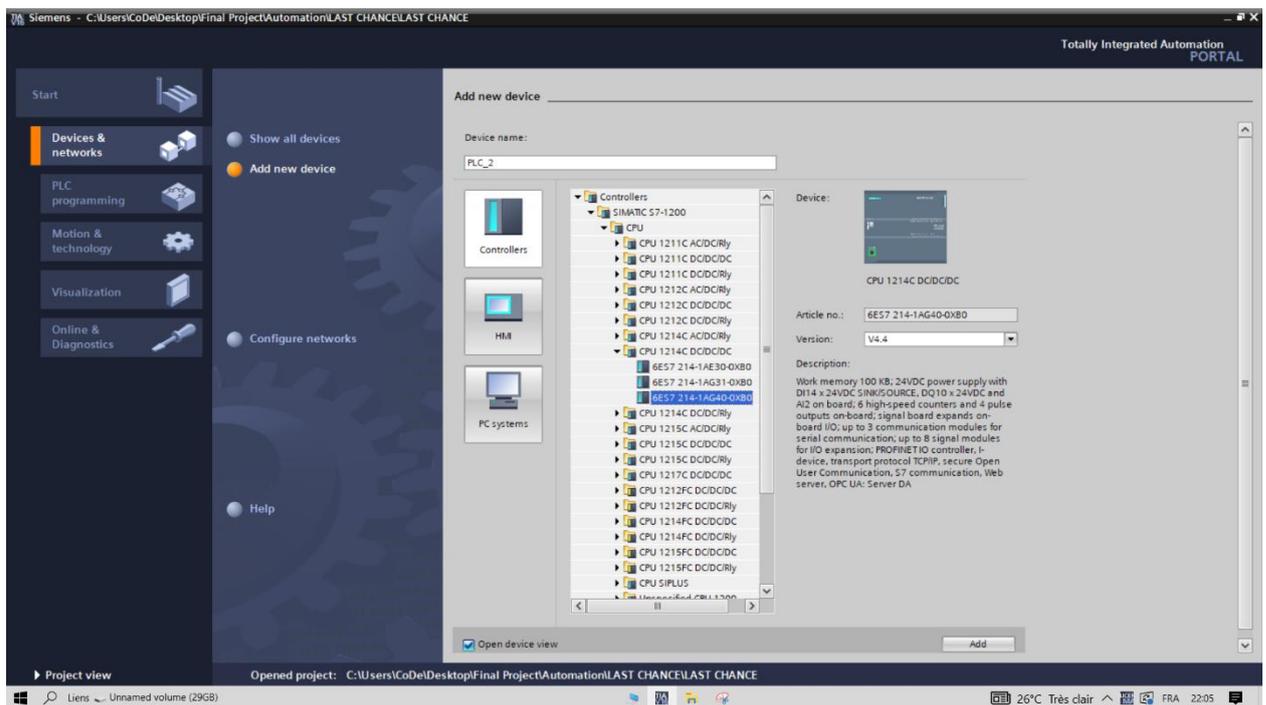


Figure III. 3: Configuration matérielle

III.8.1.3 Écriture du programme

On écrit le programme en utilisant les différents blocs :

- **Bloc d'organisation OB** : il commande le traitement du programme. Il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme. Le programme d'OB sera un appel aux différentes fonctions (bloc Call).
- **Fonction FC** : les fonctions sont des blocs sans mémoires.

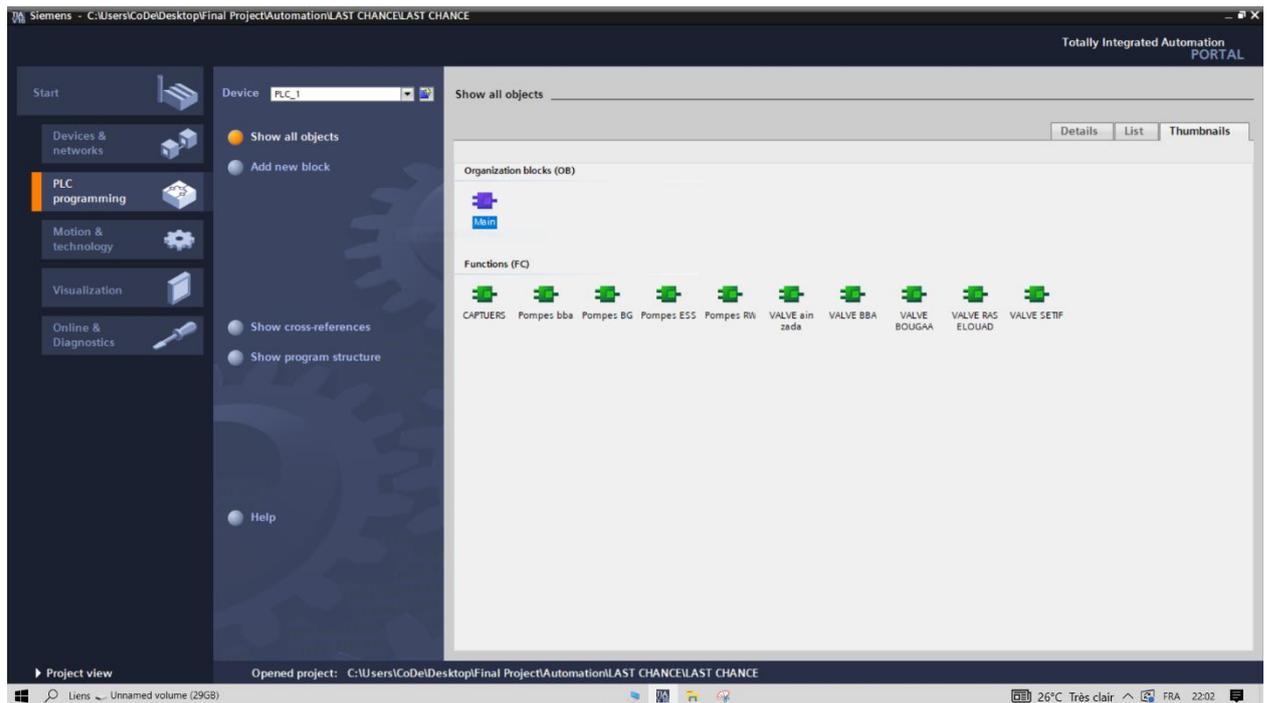


Figure III. 4: les différents blocs utilisé

III.8.1.4 Table de variable

Les figure III.5, III.6 et III.7représenté la table de variable sur lesquels nous avons travaillé.

Il sert de donner un nom symbolique aux variables, il contient toutes les variables d'entrées / sorties (TOR, analogiques et mémoires), ainsi que les variables intermédiaires qui vont nous permettre de à gérer notre processus technique.

Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Access	Write	Visibl.	Comment
1	Marche P.1 de BBA	Default tag table	Bool	%I0.0				
2	Marche P.2 de BBA	Default tag table	Bool	%I0.1				
3	Marche P.3 de BBA	Default tag table	Bool	%I0.2				
4	Marche P.1 de ESS	Default tag table	Bool	%I0.3				
5	Marche P.2 de ESS	Default tag table	Bool	%I0.4				
6	Marche P.3 de ESS	Default tag table	Bool	%I0.5				
7	Marche P.1 de RW	Default tag table	Bool	%I0.6				
8	Marche P.2 de RW	Default tag table	Bool	%I0.7				
9	Marche P.3 de RW	Default tag table	Bool	%I1.0				
10	Marche P.1 de BG	Default tag table	Bool	%I1.1				
11	Marche P.2 de BG	Default tag table	Bool	%I1.2				
12	Marche P.3 de BG	Default tag table	Bool	%I1.3				
13	START Pompes de BBA	Default tag table	Bool	%I1.5				
14	START Pompes de ESS	Default tag table	Bool	%I1.6				
15	START Pompes de RW	Default tag table	Bool	%I1.7				
16	START Pompes de BG	Default tag table	Bool	%I2.0				
17	STOP Pompes de BBA	Default tag table	Bool	%I2.1				
18	STOP Pompes de ESS	Default tag table	Bool	%I2.2				
19	STOP Pompes de RW	Default tag table	Bool	%I2.3				
20	STOP Pompes de BG	Default tag table	Bool	%I2.4				
21	Pompe 1 de BBA	Default tag table	Bool	%Q0.0				
22	Pompe 2 de BBA	Default tag table	Bool	%Q0.1				
23	Pompe 3 de BBA	Default tag table	Bool	%Q0.2				
24	Pompe 1 de ESS	Default tag table	Bool	%Q0.3				
25	Pompe 2 de ESS	Default tag table	Bool	%Q0.4				
26	Pompe 3 de ESS	Default tag table	Bool	%Q0.5				
27	Pompe 1 de RW	Default tag table	Bool	%Q0.6				
28	Pompe 2 de RW	Default tag table	Bool	%Q0.7				
29	Pompe 3 de RW	Default tag table	Bool	%Q1.0				
30	Pompe 1 de BG	Default tag table	Bool	%Q1.1				
31	Pompe 2 de BG	Default tag table	Bool	%Q1.2				
32	Pompe 3 de BG	Default tag table	Bool	%Q1.3				
33	PAMAN de BBA	Default tag table	Bool	%I2.6				
34	P.AUT de BBA	Default tag table	Bool	%I2.7				
35	PAMAN de ESS	Default tag table	Bool	%I3.0				
36	P.AUT de ESS	Default tag table	Bool	%I3.1				
37	PAMAN de RW	Default tag table	Bool	%I3.2				
38	P.AUT de RW	Default tag table	Bool	%I3.3				
39	PAMAN de BG	Default tag table	Bool	%I3.4				

Figure III. 5 : Table de variable –partie 1-

Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Access	Write	Visibl.	Comment
39	PAMAN de BG	Default tag table	Bool	%I3.4				
40	P.AUT de BG	Default tag table	Bool	%I3.5				
41	Arret urg de BBA	Default tag table	Bool	%I3.6				
42	Arret urg de ESS	Default tag table	Bool	%I3.7				
43	Arret urg de RW	Default tag table	Bool	%I4.0				
44	Arret urg de BG	Default tag table	Bool	%I4.1				
45	CAPTEUR DE AIN ZADA	Default tag table	Int	%IW64				
46	CAPTEUR DE ESS	Default tag table	Int	%IW68				
47	CAPTEUR BG	Default tag table	Int	%IW72				
48	Tag_7	Default tag table	Real	%MD0				
49	NIVEAU DE AIN ZADA	Default tag table	Real	%MD4				
50	Tag_9	Default tag table	Real	%MD8				
51	NIVEAU DE BBA	Default tag table	Real	%MD12				
52	Tag_11	Default tag table	Real	%MD16				
53	NIVEAU DE ESS	Default tag table	Real	%MD20				
54	Tag_13	Default tag table	Real	%MD24				
55	NIVEAU DE RW	Default tag table	Real	%MD28				
56	Tag_15	Default tag table	Real	%MD32				
57	NIVEAU DE BG	Default tag table	Real	%MD36				
58	CAPTEUR DE BBA	Default tag table	Int	%IW66				
59	CAPTEUR DE RW	Default tag table	Int	%IW70				
60	Tag_1	Default tag table	DWord	%MD50				
61	Tag_2	Default tag table	DWord	%MD54				
62	Tag_3	Default tag table	Real	%MD58				
63	Tag_4	Default tag table	Int	%QW64				
64	VALVE DE BBA	Default tag table	Bool	%M150.0				
65	VALVE DE AIN ZADA	Default tag table	Bool	%M149.0				
66	Tag_5	Default tag table	Real	%MD84				
67	Tag_8	Default tag table	Real	%MD66				
68	Tag_10	Default tag table	Int	%QW66				
69	Tag_6	Default tag table	Int	%QW68				
70	Valvede setif	Default tag table	Bool	%M150.1				
71	Tag_12	Default tag table	Real	%MD68				
72	Tag_14	Default tag table	Real	%MD72				
73	Tag_16	Default tag table	Int	%QW74				
74	VALVE RW	Default tag table	Bool	%M150.2				
75	Tag_17	Default tag table	Real	%MD76				
76	Tag_18	Default tag table	Real	%MD80				
77	Tag_19	Default tag table	Int	%QW82				

Figure III. 6: Table de variable –partie 2-

Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Access	Write	Visibl.	Comment
77	Tag_19	Default tag table	Int	%QW82				
78	Tag_20	Default tag table	Real	%MD85				
79	Tag_21	Default tag table	Real	%MD89				
80	Tag_22	Default tag table	Int	%QW70				
81	Tag_23	Default tag table	Int	%QW72				
82	VALVE BG	Default tag table	Bool	%M150.3				
83	<Add new>							

Figure III. 7: Tables des variables –partie 3-

III.8.1.5 LES CAPTURE

Des capteurs -de type analogique- nous permettent de déterminer la quantité d'eau dans chaque réservoir, ce qui nous permet de contrôler le fonctionnement des pompes et de voir la quantité d'eau sur l'interface de contrôle

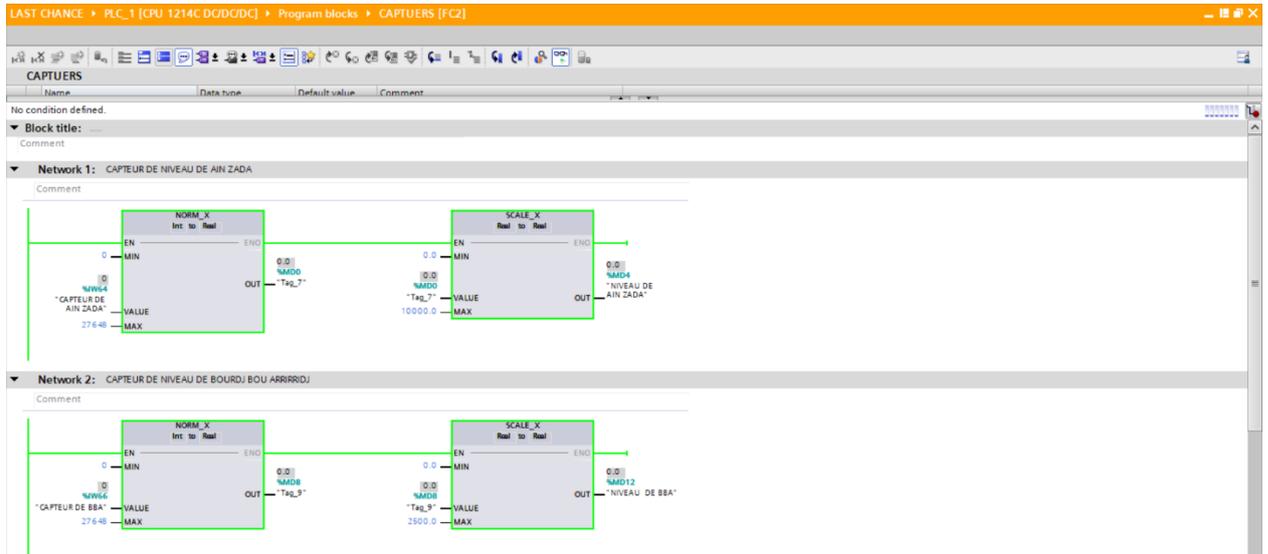


Figure III. 8: Les capteurs utilisé –partie 1-

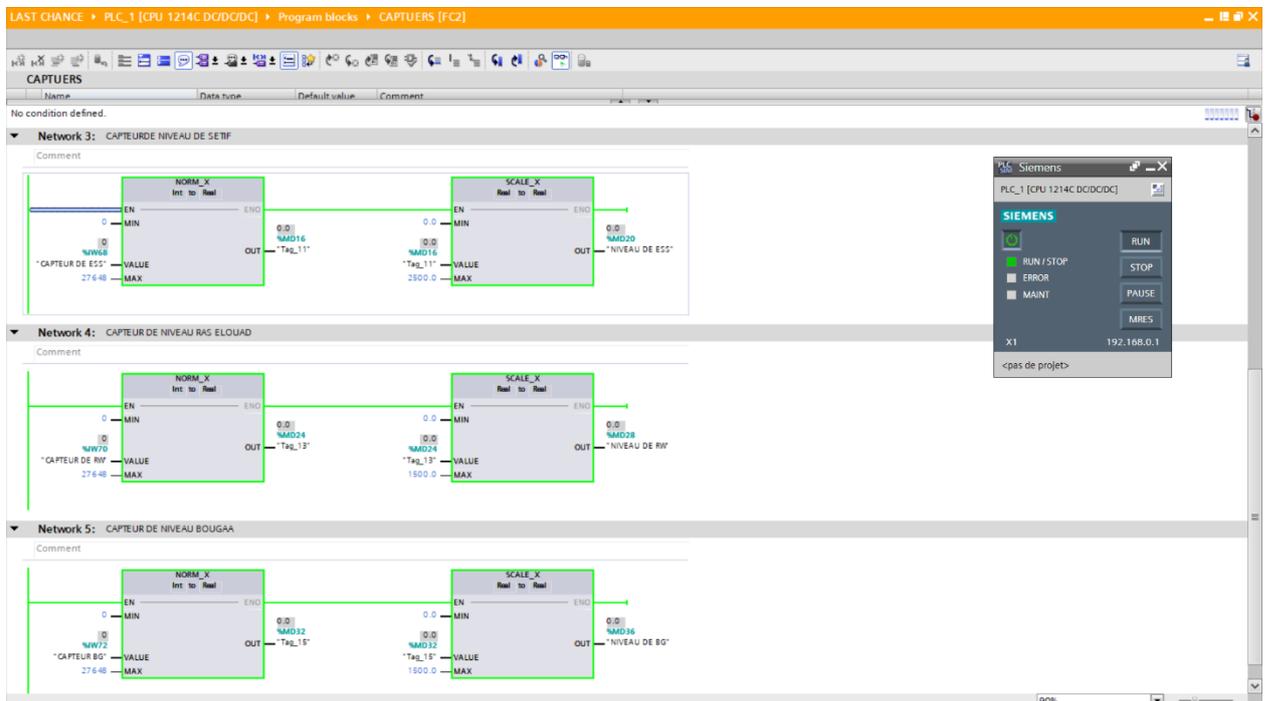


Figure III. 9: Les capteurs utilisé –partie 2

III.8.1.6 comment fonctionnent les pompes

Il y a trois pompes dans chaque station 2 fonctionnent ensemble, et le troisième reste à l'état de repos et elles fonctionnent alternativement, en la captant et en la plaçant dans le réservoir, Car lorsqu'une certaine limite est atteinte, une s'éteint et l'autre fonctionne automatiquement.

Exemple : les pompes de la station de bourdj bouarrirridj :

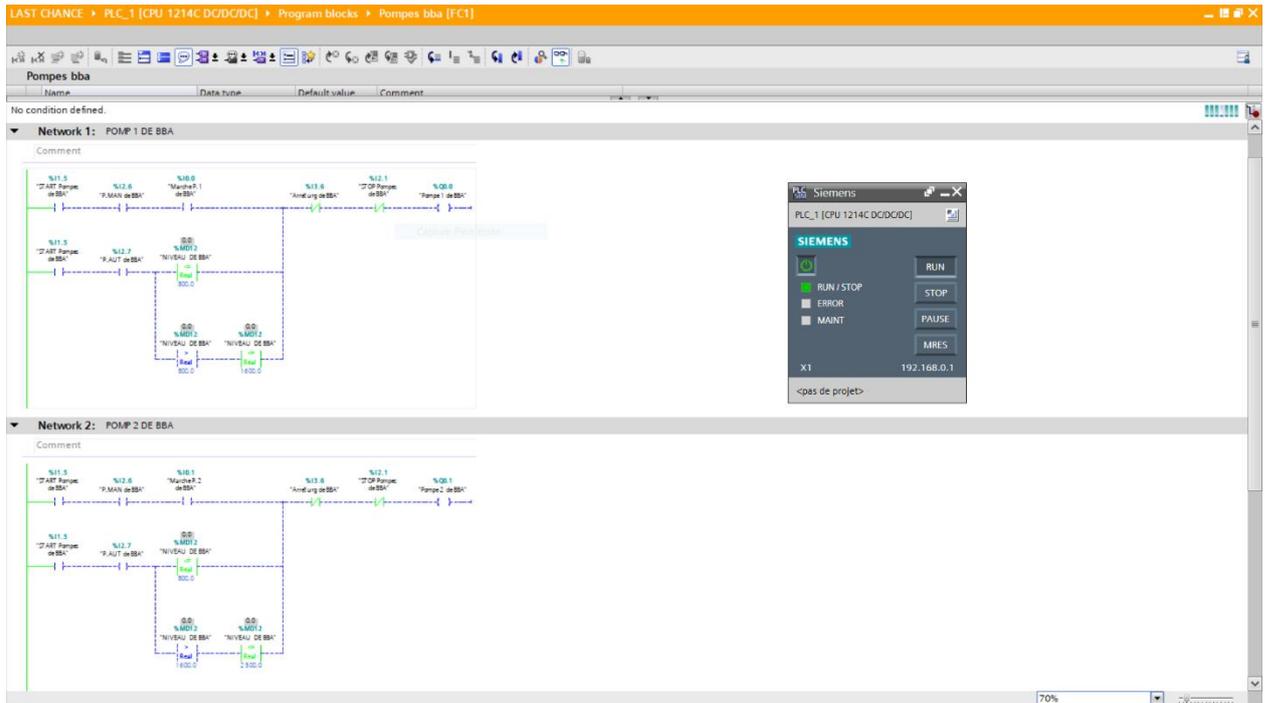


Figure III. 10 : programmation –par ladder – de les pompes 1et de 2

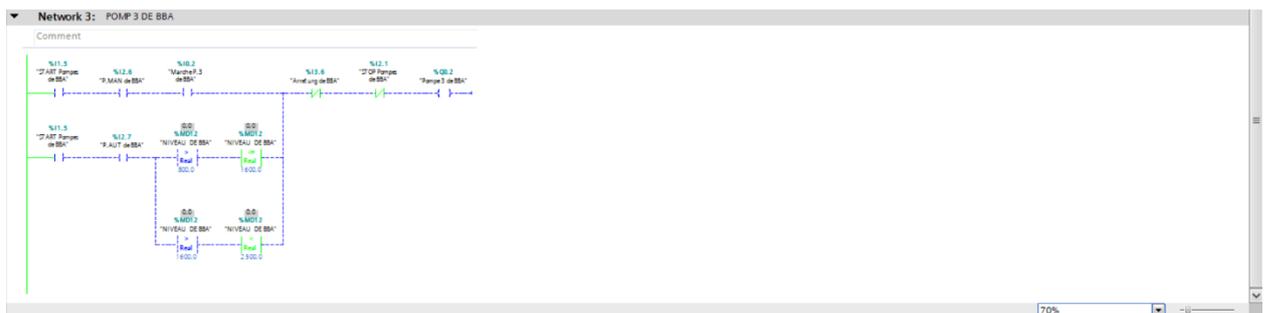


Figure III. 11: programmation –par ladder – de la pompe 3

III.8.2 créations d'interface homme-machine

III.8.2.1 configuration de l'HMI

On peut configurer l'interface homme-machine par la définition du matériel existant. Pour cela, on passera par la vue du projet et choisi le HMI TP-1500 COMFORT PRO ayant pour références 6AV2 124-0QC24-1AX0.

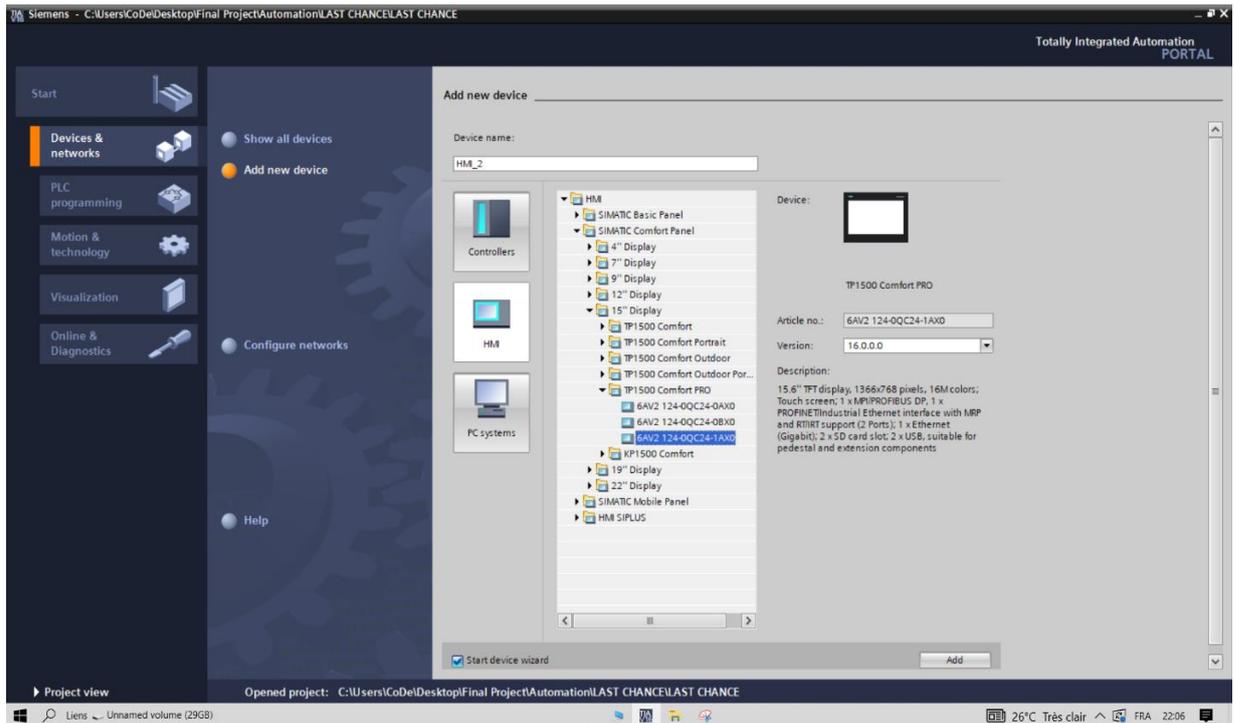


Figure III. 12 : choisissez le type d'interface homme-machine

III.8.2.2 l'interface d'une station de pompage

La figure III.11 nous montre comment réaliser une interface de contrôle pour la station de bourdj-bouarrirridj

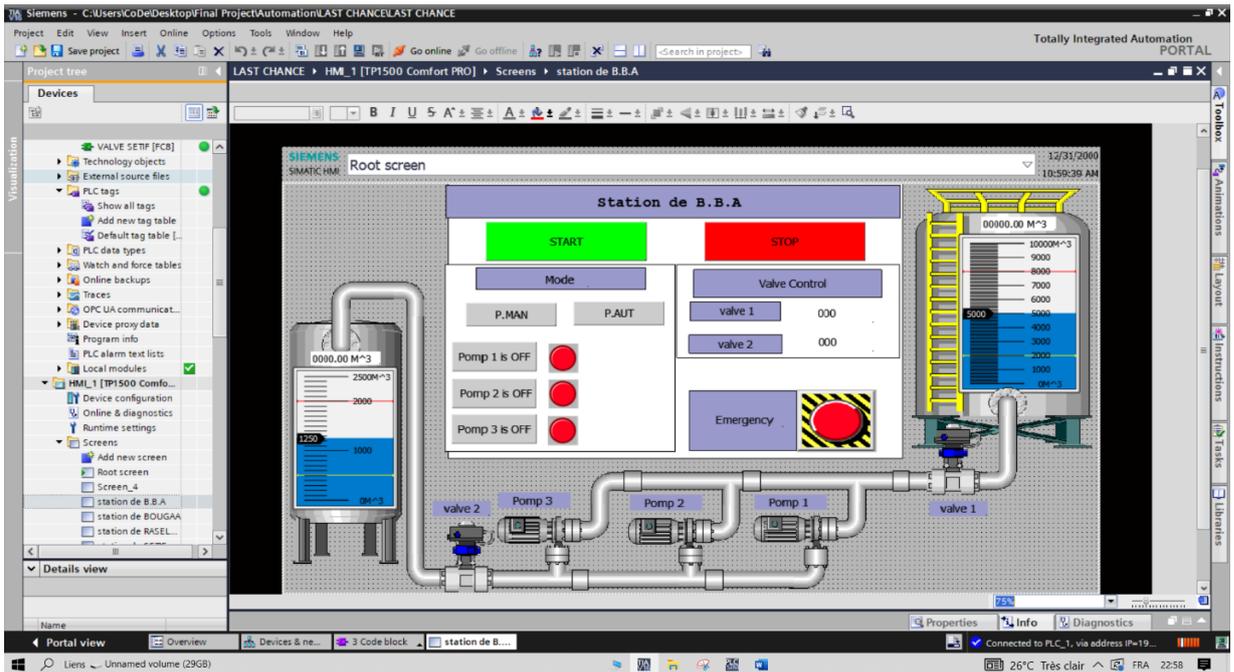
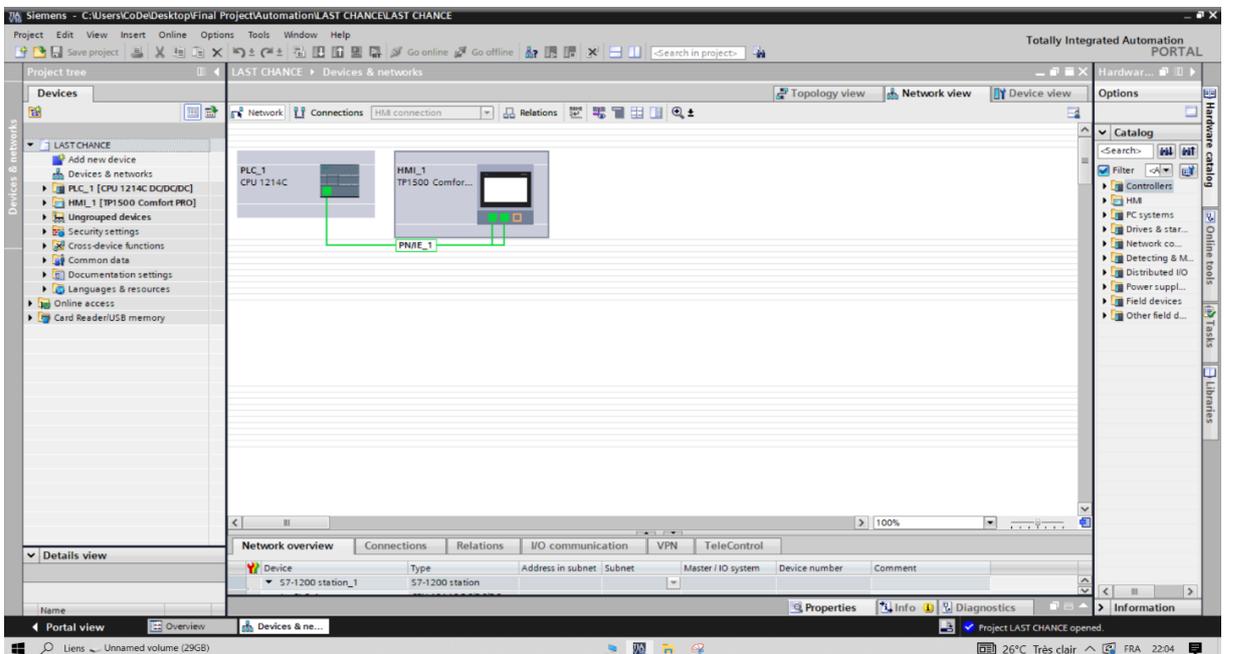


Figure III. 13 : programmation d'hmi de la station de B.B.A

III.8.2.3 Liaisons entre le Plc et l'HMI

L'automate_1 et l'hmi_1 sont connectés pour pouvoir contrôler les pompes, les vannes et tout, et voir le processus du système via l'interface de contrôle.

Figure III. 14 : connexion de L'HMI à PLC



III.8.3 CHARGEMENT DE PROGRAMME

La visualisation permet de tester le bloc d'un programme (voir les figures III.15, III.16 et III.17), pour cela :

- On ferme l'automate de simulation
- On sélectionne le simulateur et on le charge complètement dans l'appareil.
- On transfère notre programme et la configuration API dans la mémoire de l'API
« Liaison en ligne ».
- On place l'automate en mode « RUN » avec le bouton situé sur l'unité centrale.
- Enfin on teste notre programme.

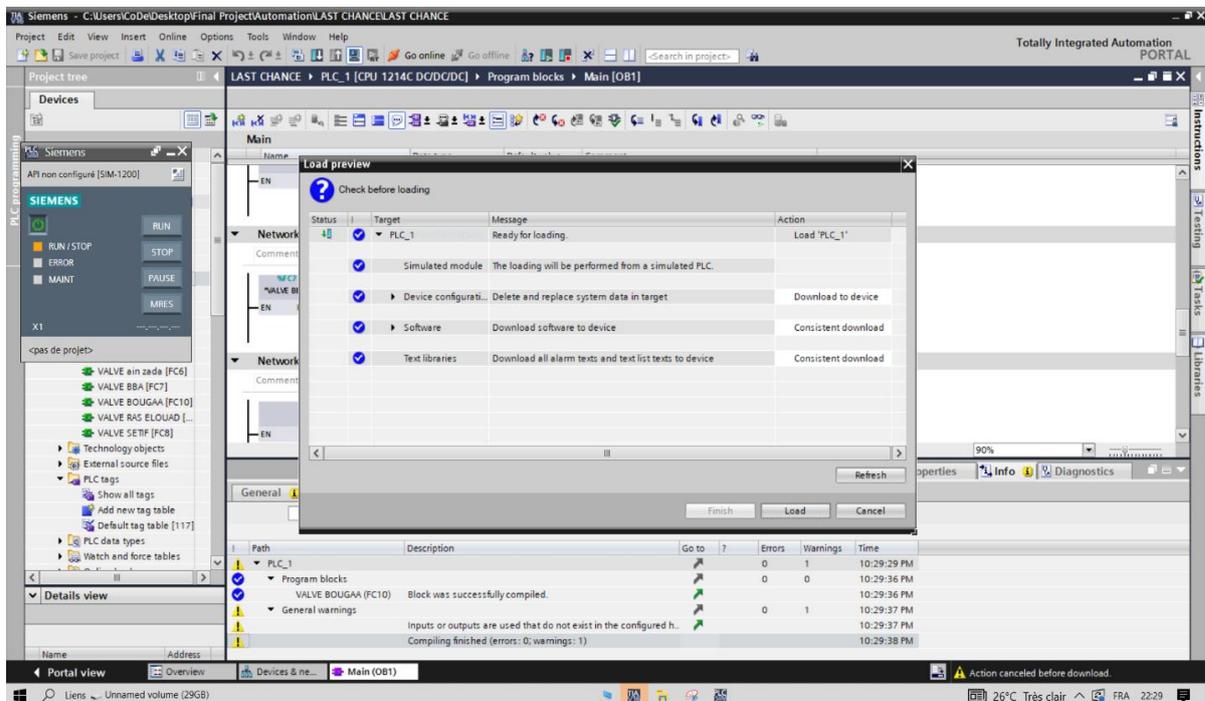


Figure III. 15 : chargement de programme

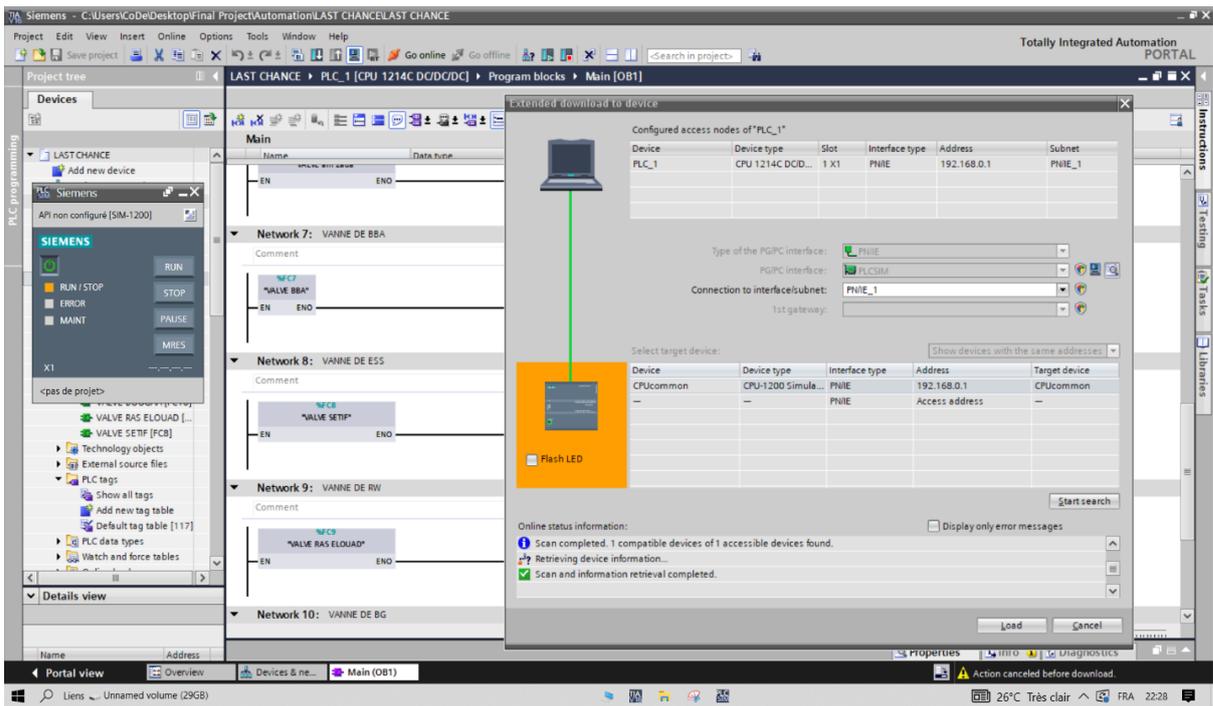


Figure III. 16: téléchargement étendu sur l'appareil

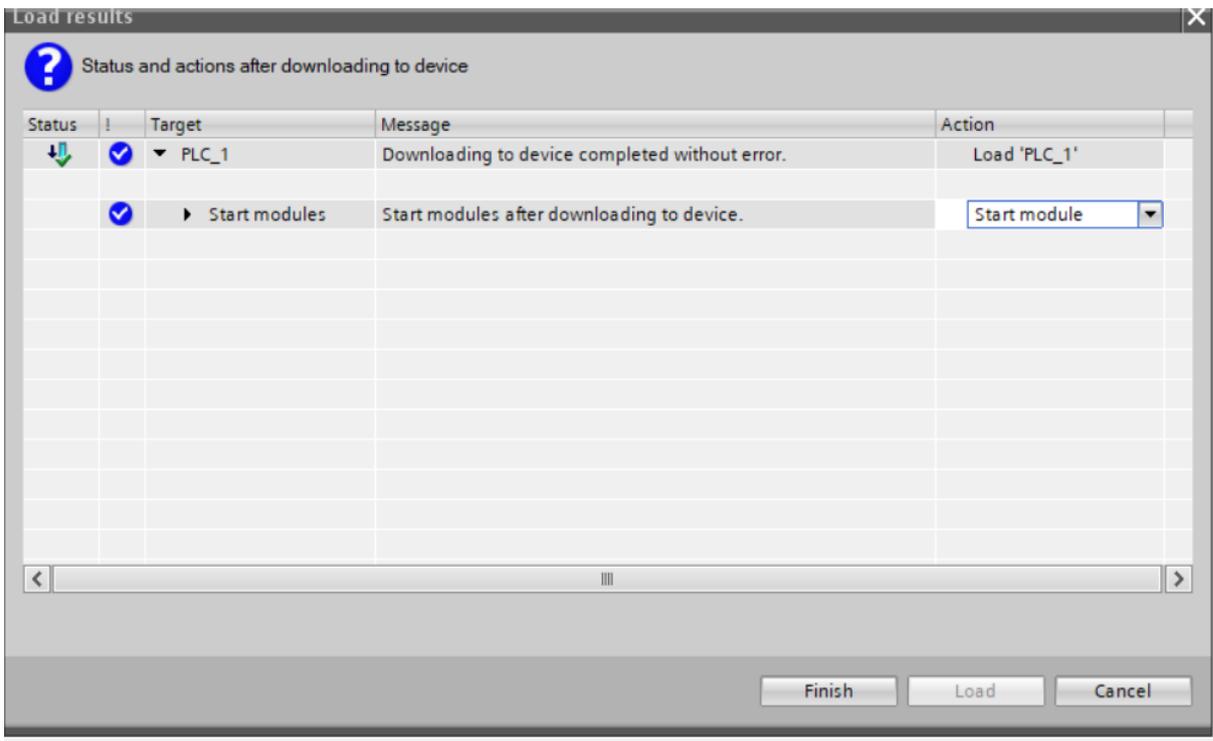


Figure III. 17: démarrer le module

III.9 Résultats de simulation

La simulation de notre programme par l'interface graphique créée notamment faite sur le simulateur de WINCC PROFESSIONNEL de Tia Portal V16 a montré que la liaison entre le programme de la salle de traitement des eaux et l'Interface Homme-Machine (IHM) a bien été réalisée afin de régler les problèmes de fonctionnement.

III.9.1 L'interface principale

L'interface principale nous permet d'entrer dans toutes les stations pour voir et contrôler le processus du système. Elle nous permet également de visualiser les avertissements et les défauts via l'interface alarmes comme nous montre la figure III.18.

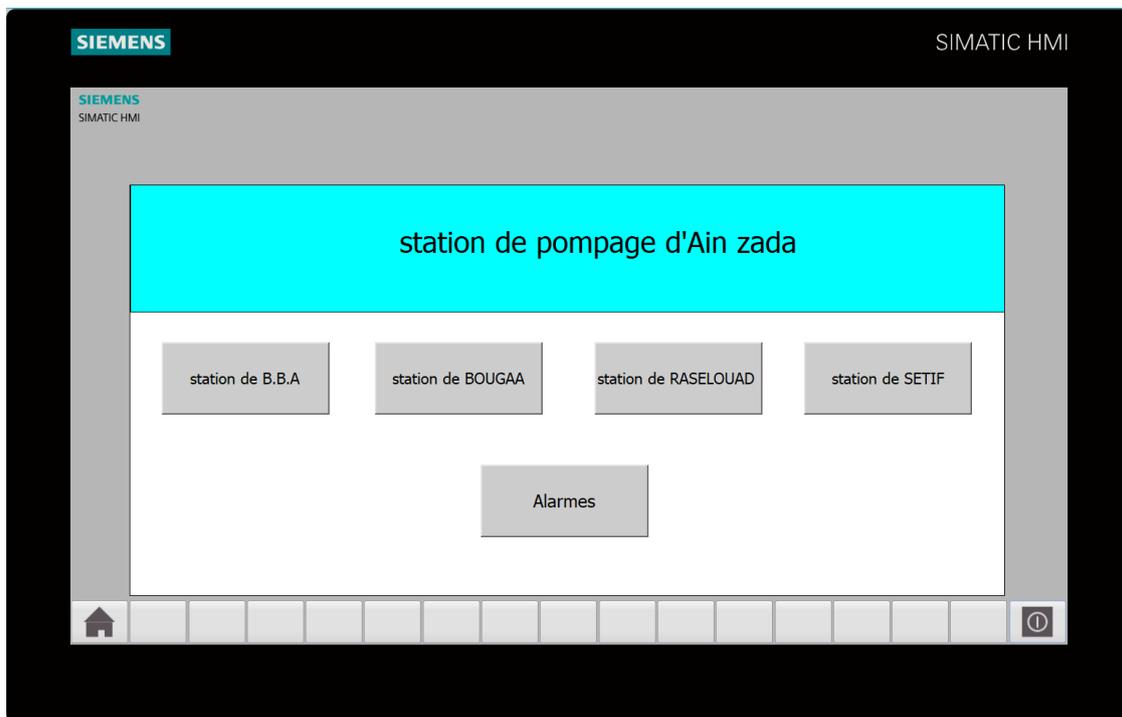


Figure III. 18: vue globale de station d'Ain zada

III.9.2 Principe de fonctionnement de tout le stations

III.9.1.1 Mode AUTOMATIQUE

Selon la programmation effectuée dans le titre précédent, Les figures III.19, III.21, III.23 et III.25 nous montre le principe de fonctionnement dans la mode automatique :

- les première et deuxième pompes fonctionnent automatiquement si la quantité d'eau captée dans le bassin de Bordj Bou Arreridj ET SETIF à partir du capteur est inférieure à 800(500 pour RAS ELOUAD et BOUGAA) mètres cubes.
- Si la quantité d'eau captée est comprise entre 800 et 1600 mètres cubes(500 et 1000 pour RAS ELOUAD et BOUGAA) , les première et troisième pompe sont les deux seront en activité.
- Si la quantité d'eau reçue du capteur est comprise entre 1600 et 2500 mètres cubes (1000 et 1500 pour RAS ELOUAD et BOUGAA), les pompes 2 et 3 seront en état de marche.

III.9.1.1 Mode MANUEL

Le mode manuel permet à l'ouvrier de piloter les pompes et vannes comme il le souhaite. L'ouvrier recourt à ce mode en cas de dysfonctionnement ou de réparation d'une des pompes par exemple, et lorsqu'il veut faire fonctionner les trois pompes ensemble. Cela permet aux réparateurs de réparer les défauts sans arrêter le fonctionnement de la station (voir les figures III.20, III.22, III.24 et III.26).

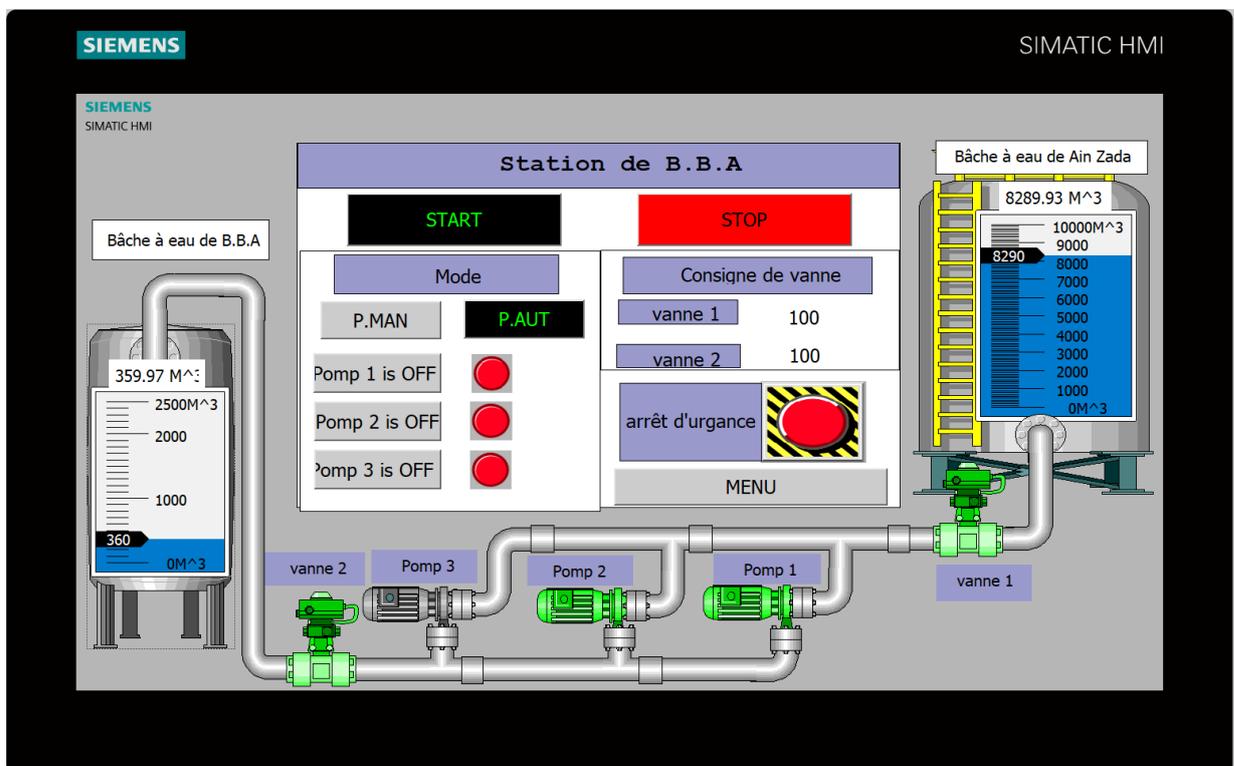


Figure III. 19 : HMI de station de B.B.A -mode AUTO-

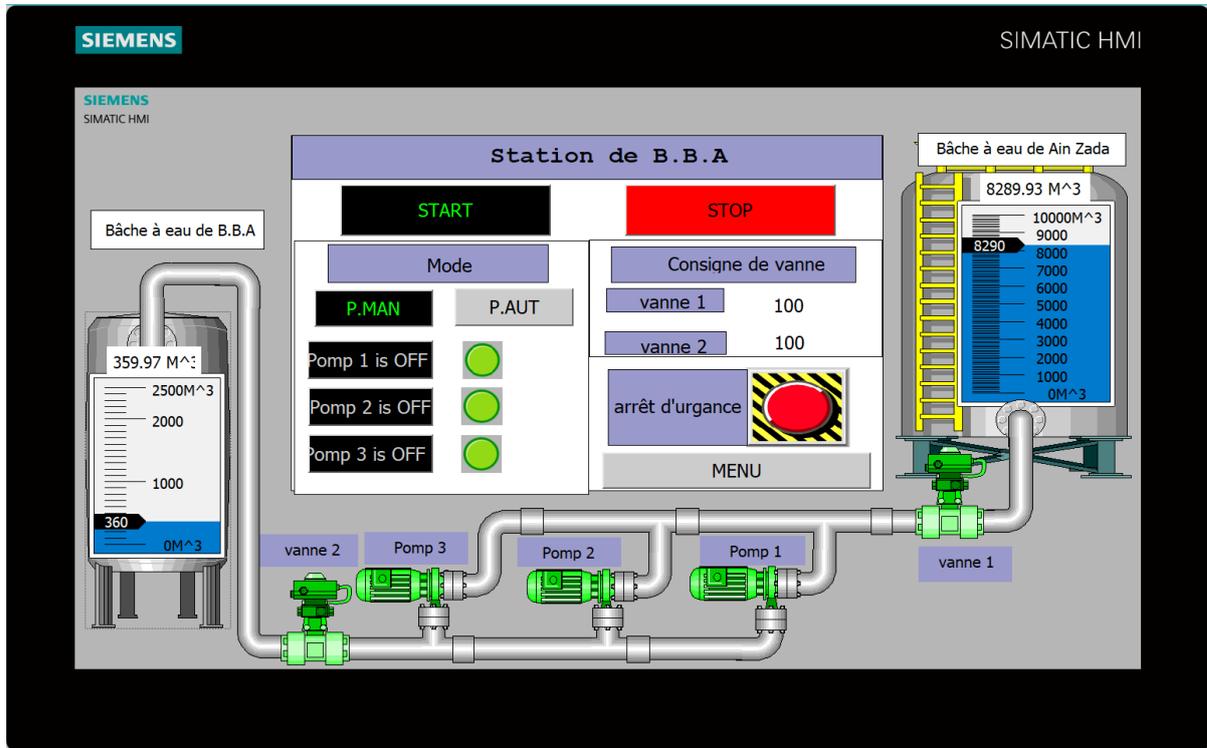


Figure III. 20 : HMI de station de B.B.A -mode MANU-

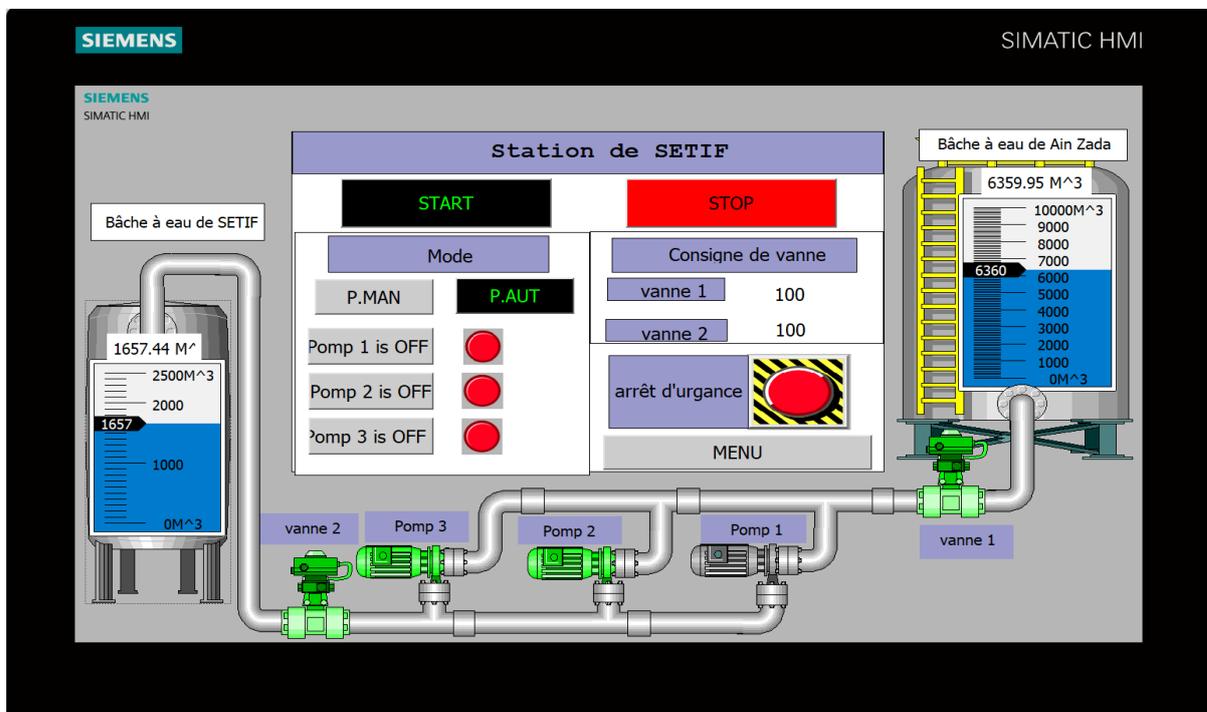


Figure III. 21: HMI de station de SETIF -mode AUTO-

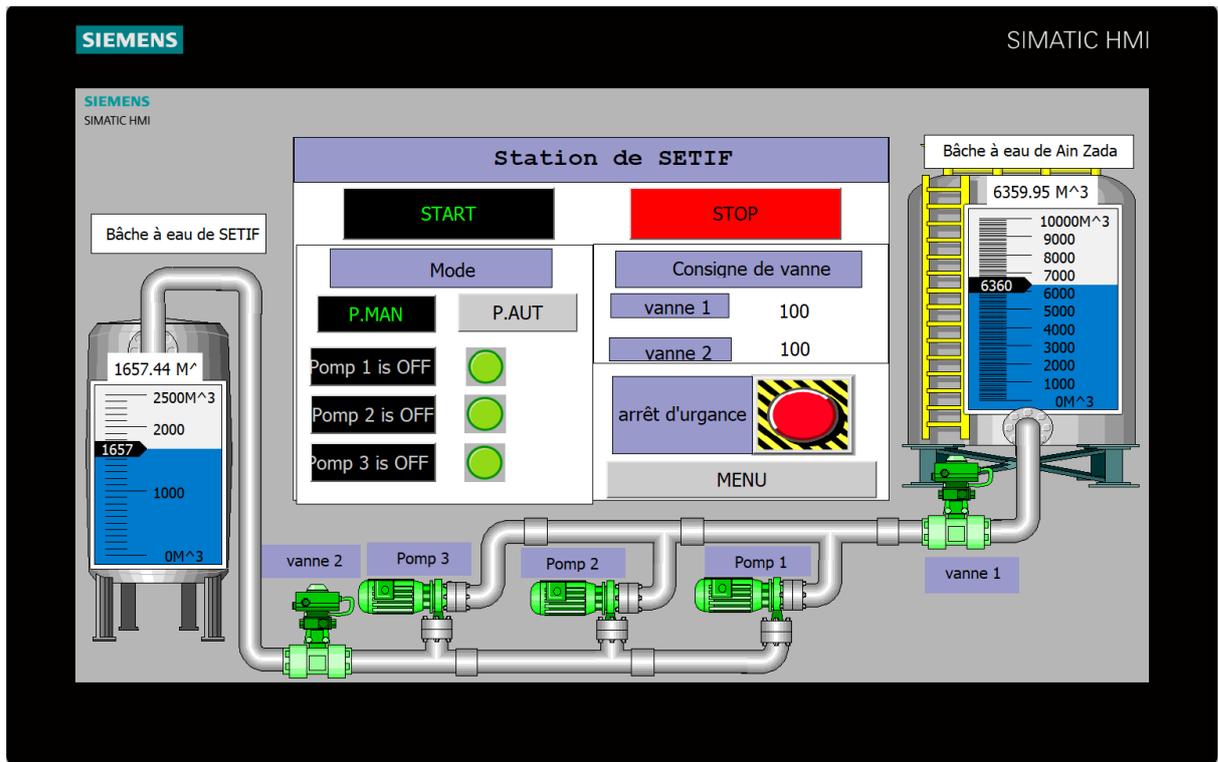


Figure III. 22: HMI de station de SETIF -mode MANU-

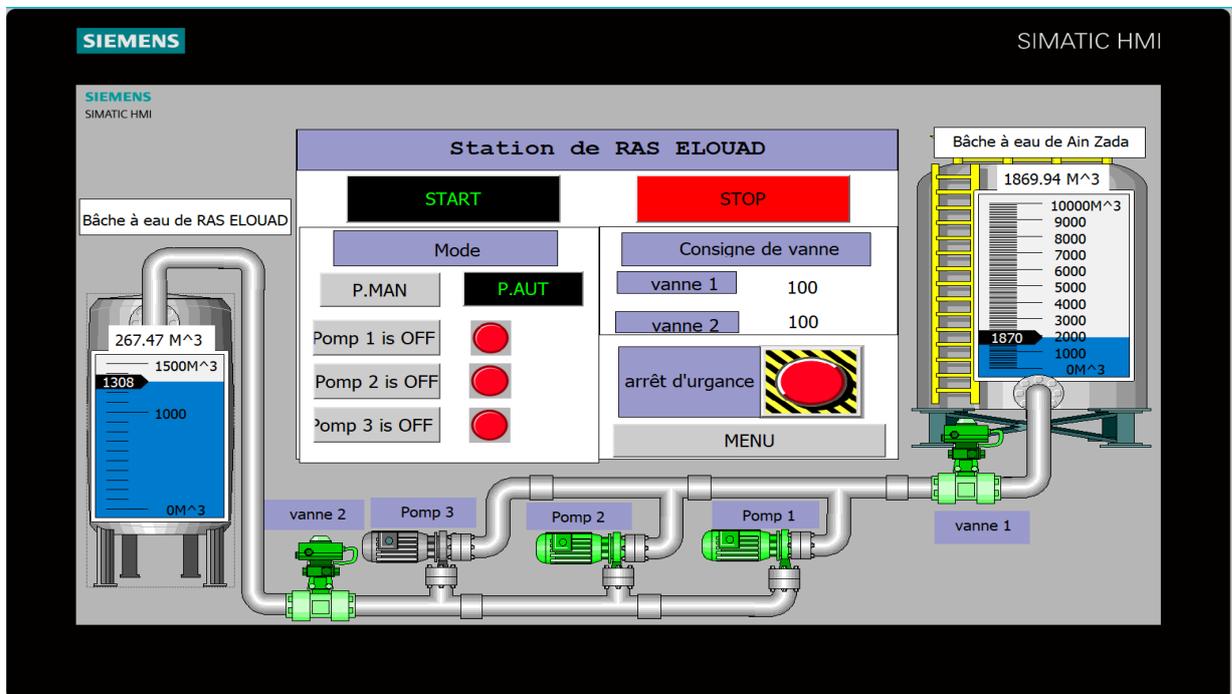


Figure III. 23: HMI de station de RAS ELOUAD -mode AUTO-

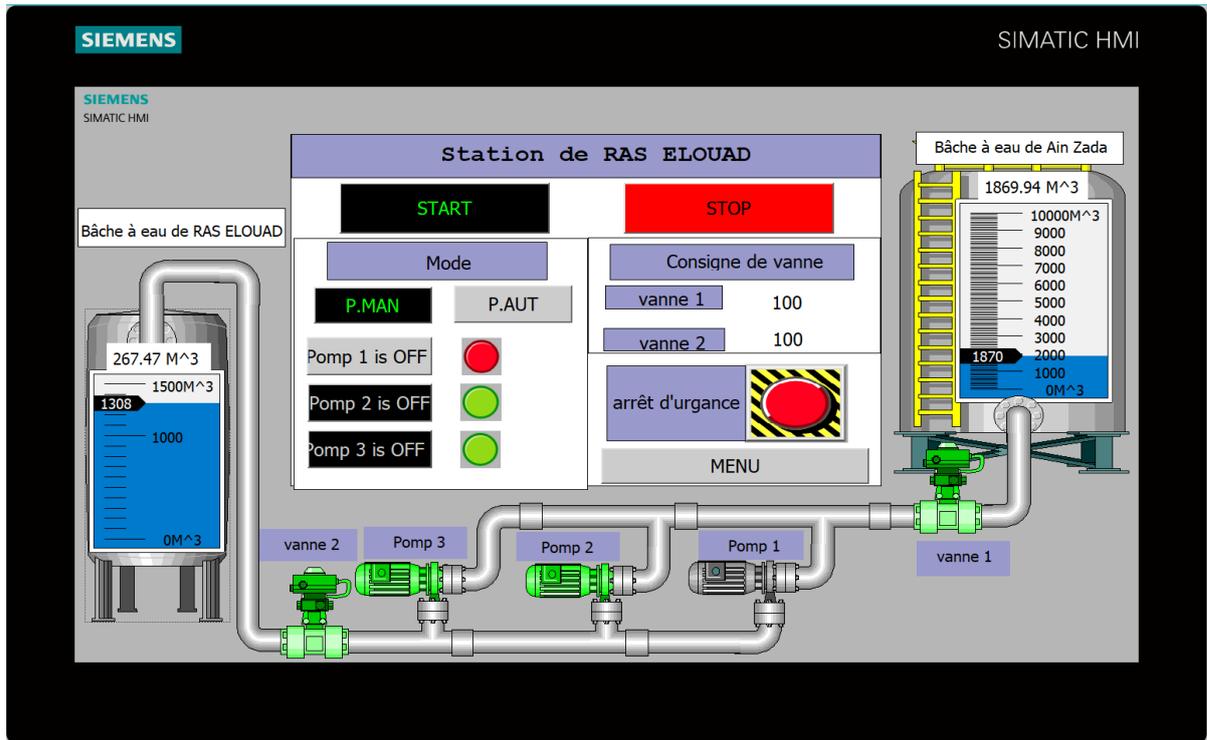


Figure III. 24: HMI de station de RAS ELOUAD -mode MANU-

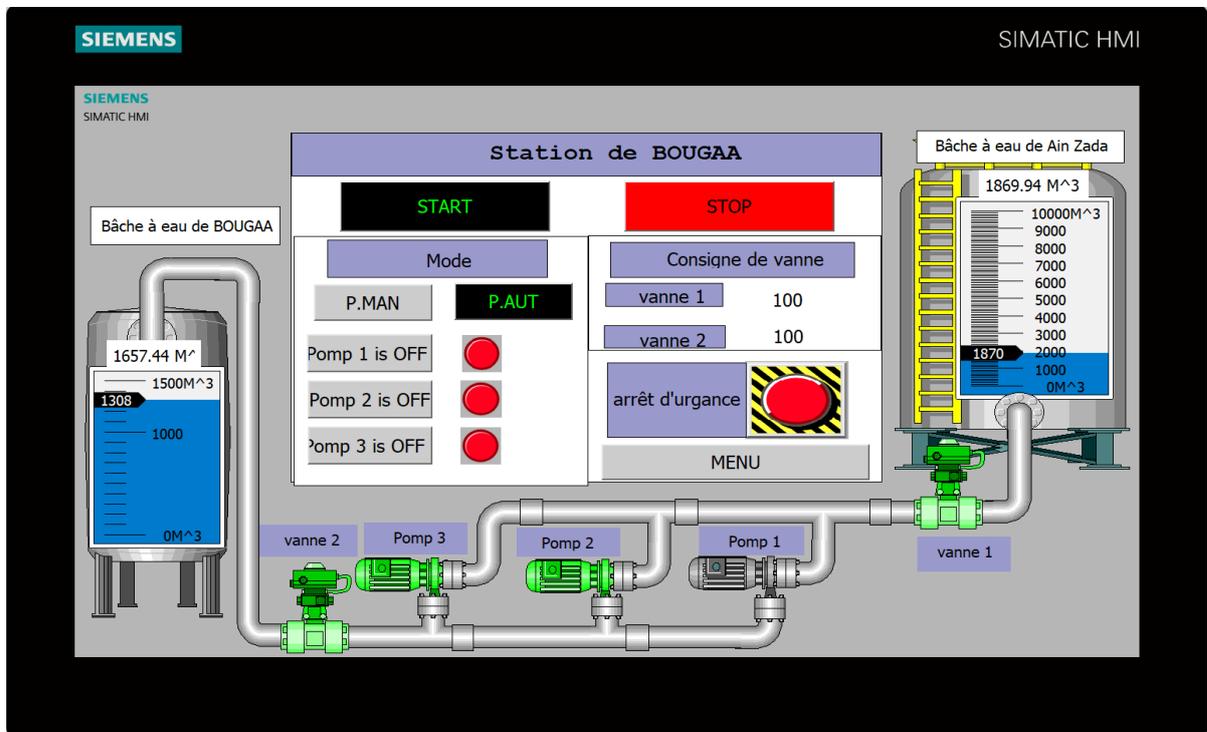


Figure III. 25: HMI de station de BOUGAA -mode AUTO-

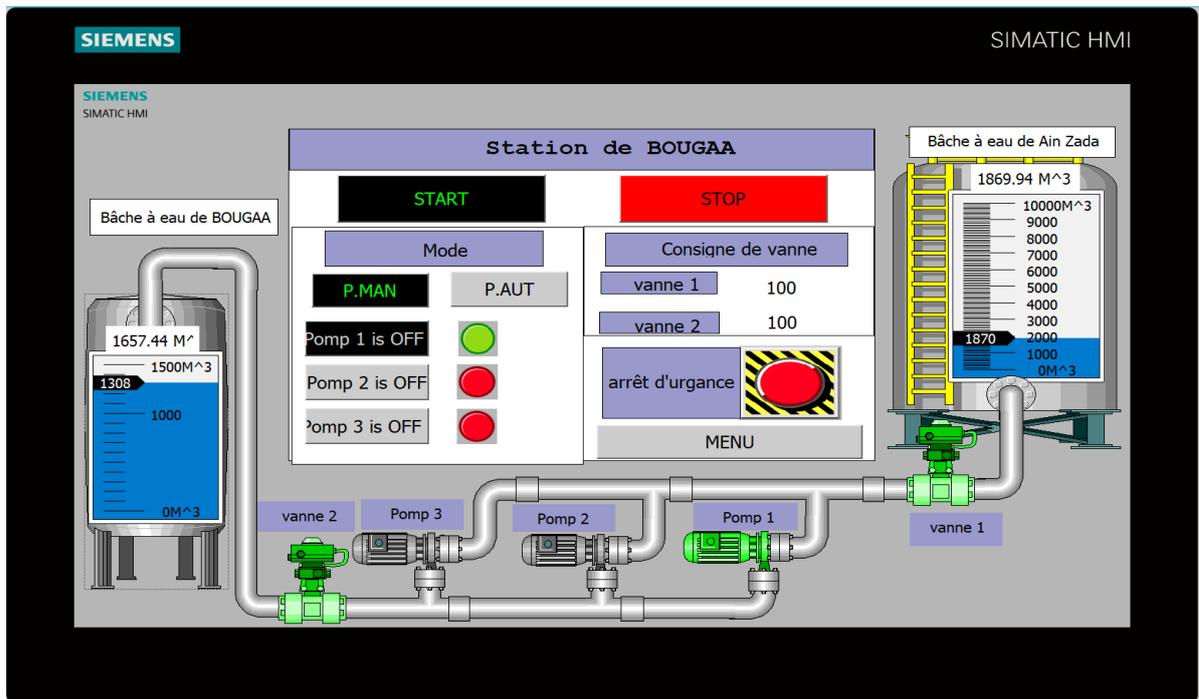


Figure III. 26 : HMI de station de BOUGAA -mode MANU-

III.9.3 L'interface d'alarmes

La figure III.27 nous montre la Vue d'alarmes, Cette interface nous permet de voir les avertissements et les dysfonctionnements qui affectent le CPU, ou la quantité d'eau dépasse la limite ou le réservoir vide à travers le capteur ... etc.

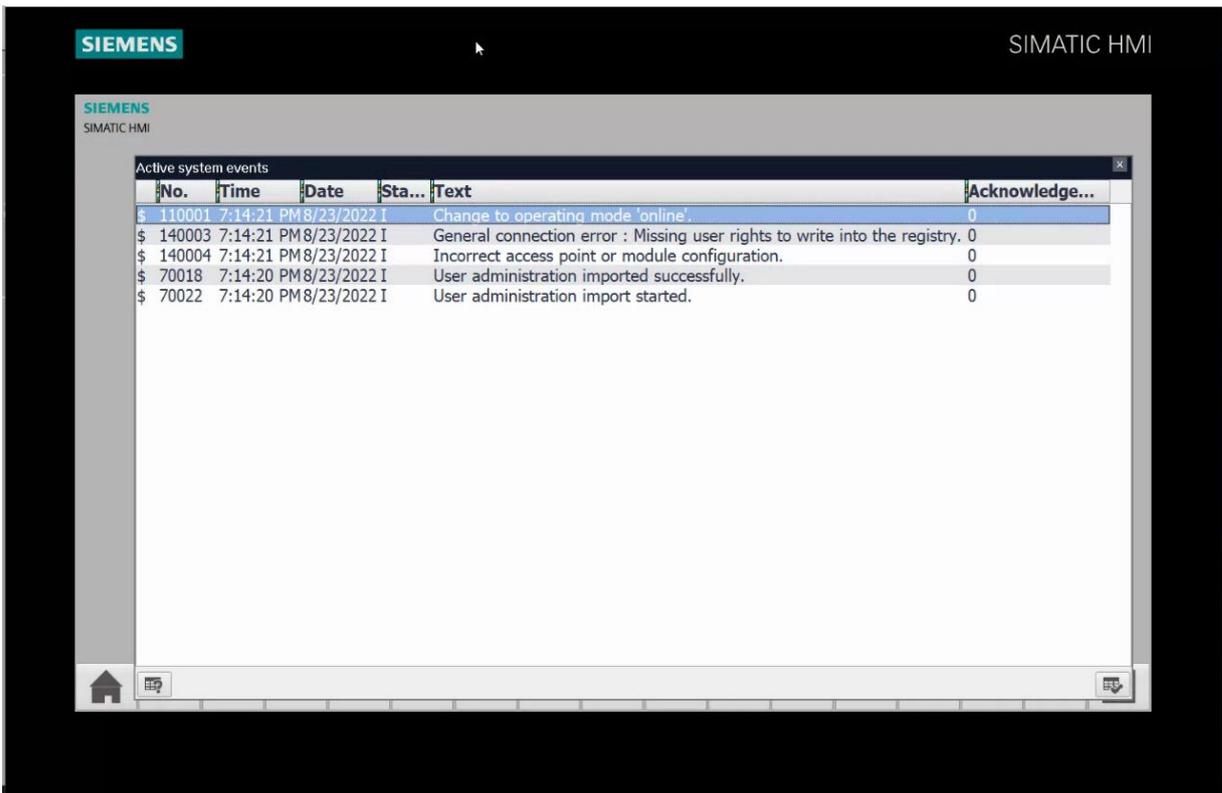


Figure III. 27 : Vue d'alarmes

III.10 CONCLUSION

Ce dernier chapitre nous a permis de nous apprendre à WinCC Professionnel de Tia Portal V16 et de voir toutes les étapes nécessaires à la création de la supervision de la station.

La simulation de notre programme nous permet de contrôler toutes les stations de pompage à partir d'un seul endroit, que ce soit en mode automatique ou manuel, la routine de fonctionnement du système et les dangers et obstacles qui peuvent survenir dans le système.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'étude de projet « Développement d'une interface homme machine pour la commande et supervision d'une station de pompage » au sein de la société « LA STATION DE POMPAGE ET DE TRAITEMENT D'AIN ZADA » nous a permis d'apprendre toutes les étapes de filtrage et de purification de l'eau du barrage, depuis l'étape de prétraitement jusqu'à son pompage dans les réservoirs des villes.

Dans le premier chapitre, qui s'intitule traitement de l'eau du barrage, nous avons discuté des méthodes de traitement de l'eau et des types de filtres utilisés dans celui-ci, et nous avons mentionné la classification du processus de traitement de l'eau (physiques, physicochimiques, chimiques et biologiques)

Dans le deuxième chapitre, nous avons évoqué les types de machines hydrauliques, qui se répartissent en pompes volumétriques et turbomachines, et nous avons approfondi chacune d'entre elles.

Dans le dernier chapitre, qui est considéré comme le plus important de notre étude. Nous avons défini la supervision et abordé certains de ses types et créé un programme qui simule les tâches que nous voulons accomplir à la station Ain Zada. La tâche principale est la possibilité de contrôler toutes les stations existantes à partir d'un centre sans avoir besoin de se déplacer car cela nous permet de voir le processus du processus et une intervention rapide pour éviter de perdre du temps, nous permettant de pomper la plus grande quantité d'eau en le moins de temps possible

Pour les travaux futurs, nous proposons une étude plus approfondie sur la partie de l'utilisation de la technologie moderne (automate, routeur 4G) pour optimiser et sécuriser le système d'alimentation d'eau potable, ce qui assure un service fiable et durable.

En conclusion nous voudrions mentionner que ce travail nous a été très bénéfique. Le contact avec des spécialistes et les ingénieurs dans la station d'AIN ZADA nous a permis d'enrichir nos connaissances théoriques et pratiques acquises durant nos études et nous a été un grand apport dans la compréhension du processus global du fonctionnement de la station de pompage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Air Liquide France Industrie - Un leader mondial des gaz, des technologies et des services pour l'industrie et la santé. Qu'est-ce que le traitement des eaux ?

Disponible :

<https://fr.airliquide.com/solutions/traitement-des-eaux/quest-ce-que-le-traitement-des-eaux>

[2] BELHADDAD, ABDELMALEK. 2020. Caractérisation des eaux du barrage de "Ain zada" Bordj Bouarreridj. En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Hydraulique. Université Abderrahmane MIRA, Bejaia.

[3] Épuration des eaux, Abécédaire de l'eau. Service des Infrastructures de la Ville de Neuchâtel 1998-2020 - version 5.3

Disponible :

<https://www.2000neu.ch/index0.php?id=908&abcd=92>

[4] Dr. MAREF Noureddine, Université de Djilali Liabés de Sidi Bel Abbas. Algérie, cour : Traitement et épuration des eaux, page39-40, 2019/2020 .

Disponible :

www.univ-sba.dz/ft/images/Polycopie/Polycopié_cours_Maref.pdf

[5] franceenvironnement, Traitement physico-chimique des eaux.

Disponible :

www.franceenvironnement.com/sous-rubrique/traitement-physico-chimique-des-eaux-#:~:text=Le%20procédé%20de%20traitement%20physico,de%20les%20recueillir%20plus%20facilement.

[6] Dr. Madani Bessedik ,Abou Bakr Belkaid, Université de Tlemcen .Algérie, cour :traitement de l'eau .2017/2018.

Disponible :

https://www.researchgate.net/figure/performance-de-la-vitesse-de-decantation-durant-les-dernieres-annees-Source-Veolia_fig5_337171276

[7] MOUASSA S. (2006). Impact Du Périmètre D'irrigation Sur La Qualité Des Eaux Souterraines De La Nappe Alluviale De Guelma Et Sur Les Sols. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba.

[8] mélange pour la flottation à l'air dissous, système DAF .

Disponible :

<https://dynamixinc.com/mixing-for-dissolved-air-flotation/daf-system-final2/>

[9] BOEGLIN Jean-Claude. Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.

[10] BENSACI T. (2006). Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi.

[11] h2o3, La décantation Ou comment séparer ce qui flotte de ce qui coule.

Disponible :

<https://www.1h2o3.com/apprendre/decantation/>

[12] : Chanel El Hifnawy, Conception de station d'épuration. june 2012.

Disponible :

https://www.researchgate.net/figure/Le-Clarificateur-Etape-1-Calcul-Dimension-clarificateur-on-suppose-quand-on-a-20-heur_fig8_235009407

[13] : suezwaterhandbook, aquazur sand filters, Figure 9. Aquazur type V filter, filtration phase.

Disponible :

<https://www.suezwaterhandbook.com/processes-and-technologies/filters/gravity-filters/aquazur-sand-filters>

[14] Sispea - Le traitement de l'eau potable .

Disponible :

<https://www.services.eaufrance.fr/gestion/services/eau-potable/le-traitement>

[15] MALAOUI S , AGOUDJIL N. (2006). Étude de la qualité des eaux de surface et des eaux traitées Cas des barrages de Koudiat Medaouar& de Ain Zada. Mémoire de Master, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi.

[9] BELHADDAD, ABDELMALEK. 2020. Caractérisation des eaux du barrage de "ain zada" Bordj Bou Arreridj. En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Hydraulique. Université Abderrahmane MIRA , Bejaia.

[16] Dr. Mohamed tiaiba, université Mohamed el Bachir el ibrahimi bordj Bouarreridj. Algérie, cour : Pompes et Stations de Pompage. 2020 – 2021.

Disponible :

https://elearning.univ-bba.dz/pluginfile.php/61061/mod_resource/content/1/Pompes%20et%20Stations%20de%20Pompage.pdf

[17] Dr. Ahmed Chetti, Centre Universitaire Nour Bachir El Bayadh. Algérie, Cour : Pompes et stations de pompage, 2019 - 2020. PDF

Disponible :

www.cu-elbayadh.dz/ar/wp-content/uploads/2020/03/pompes.pdf

[18] Dr.fouzi Abdessamad, université Mohamed khider de Biskra. Algérie. Cour : RAPPELS SUR LES POMPES,2020/2021.

Disponible :

http://elearning.univ-biskra.dz/moodle/pluginfile.php/331478/mod_resource/content/1/CHAPITRE%20I%20LES%20POMPES.pdf

[19] Sawakinome, Différence entre pompe alternative et pompe rotative.

Disponible :

<https://fr.sawakinome.com/articles/industrial/unassigned-2729.html>

[20] Verder passion for pumps. Pompes à double membrane principe de fonctionnement d'une pompe à membranes.

Disponible :

<https://www.verderliquids.com/fr/fr/pompes-par-principe/comment-fonctionnent-pompes-a-double-membrane/comment-fonctionne-une-pompe-a-membranes/>

[21] Dr.Laggoun chaouki, université de Batna 2. . Algérie. Cour : Turbomachines.2020/2021.

Disponible :

http://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/laggoun-chaouki/files/turbomachines_cm_master2-converti.pdf

[22] Verder passion for pumps ,Centrifugé ou pompe volumétrique ?.18-11-2016

Disponible :

<https://www.verderliquids.com/be/fr/nouveautes/news-detail/pompe-centrifuge-ou-pompe-volumetrique/>

[23] pompe et moteur. Choisir son moteur électrique, Le moteur électrique et son fonctionnement.

Disponible :

<https://www.pompe-moteur.fr/blog/fonctionnement-moteur-electrique-n14>

[24] Technic-achat blog, LES DIFFÉRENTS TYPES DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS. 11/12/2018.

Disponible :

<https://blog.technic-achat.com/les-differents-types-de-demarrage-des-moteurs-asynchrones-triphases/>

[25] KACHCHI A. supervision d'un station de pompage, projet de fin d'étude , de brevet de technicien supérieur en électrotronique ,lycée technique elkhawarizmi.

[26] Dr. Toufik layadi, Université Mohamed el Bachir el Ibrahim de bordj Bouarrirridj, Algérie, cour : supervision industrielle, page 3, 2021/2022.

[27] BACHOUTI Y et BOUHOUN S , Automatisation et télégestion d'une station de pompage , En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Automatique et informatique industrielle , université SAAD DAHLEB, Blida.

[28] Alian GONZALA << Les Automates Programmables Industriels >>.

[29] Aides du logiciel TIA PORTAL.

[30] programmation de l'API SIMATIQUE S7-1200 avec TIA PORTAL V16, STS maintenance des systèmes de production, lycée Monge la Chauvinière .

Disponible :

<https://sti-monge.fr/maintenancesystemes/wp-content/uploads/2013/02/Initiation-1-TIA-Portal-MS1.pdf>

[31] Centre de technologie avancée. Programmation des automates S7-300_Introduction au logiciel TIAPORTAL. Province de Luxembourg : PIERRARD-VITRON.

