

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الآلية و الإلكتروتقني  
Département d'Automatique et Electrotechnique



## Mémoire de Master

Filière automatique

Spécialité Automatique et Systèmes

Présenté par

**REMADNI Riadh**

&

**BOUDJAKDJI Abdelhafidh**

---

# *Automatisation d'un Système de Traitement des Eaux Pharmaceutique par API S7-300*

---

Proposé par : **Mr. N. HERAOUI**

Dirigé par : **Mme. N. BRAHIMI**

Année Universitaire 2021 - 2022

# Remerciements

La construction de ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention de certaines personnes. Puissent-t-elles trouver ici l'expression de nos remerciements les plus sincères pour leur soutien et précieux conseils.

Toute notre reconnaissance va à Mr Nourdine Heraoui Co- promoteur et initiateur de cette périlleuse aventure, pour sa disponibilité, créativité, flexibilité, son enthousiasme et surtout ces challenges permanents qui nous ont poussé à nous dépasser davantage.

Nos remerciements s'adressent aussi à notre promotrice Madame Nouzha BRAHIMI d'avoir accepté de nous suivre dans cette nouvelle aventure qui grâce à ses précieux conseils, ses encouragements que ce modeste travail a pu voir le jour.

Nos remerciements vont également à tout le corps professoral et administratif de la faculté de Technologie précisément du département d'Automatique et Electrotechnique pour tout l'effort qu'ils ont fait pour nous.

Nous remercions très chaleureusement tout le personnel du site de production SAIDAL-Cherchell pour l'accueil, la bonne ambiance et l'aide précieuse qu'ils nous ont apporté tout au long de notre période de stage.

Nous présentons enfin, notre profonde gratitude à nos parents et notre famille, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

# DEDICACES

Je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné la force et le savoir de réaliser ce mémoire.

Ce modeste travail est dédié à l'ensemble des personnes chères à mon cœur.

Notamment mes chers parents qu'il puissent trouver en ce modeste travail la concrétisation de tout leur efforts et sacrifices.

A mes chers frères pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

A mes deux sœurs Naima et Feriel pour leur présence, support, bienveillance et encouragements.

A ma petite nièce Assil, prunelle de mes yeux, et princesse de la famille.

A mes amis, Wahid, Rafik et Mohamed d'avoir toujours cru en moi, de m'avoir permis de repousser mes limites.

À mon cher Ami et binôme B/Abdelhafidh, chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin, la patience, et la compréhension qui ont fait que l'on puisse passer une formidable expérience.

REMADNI Riadh

# DEDICACES

Je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné la force et le savoir de réaliser ce mémoire.

Je tiens à dédier ce travail :

À Mon cher Père et à ma très chère mère qui se sont toujours sacrifiés à la réussite et au bonheur de leurs enfants et qui ont fait de moi aujourd'hui l'homme que je suis. Que Dieu leur prête une très longue vie de paix et de bonheur.

À mes cher(e)s frères et sœur.

À mon cher Ami et binôme R/Riadh, chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin, la patience, et la compréhension qui ont fait que l'on puisse passer une formidable expérience.

À mes camarades, et amis, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BOUDJAKDJI Abdelhafidh

## Résumé

Ce travail a été réalisé au sein du site de production SAIDAL - Cherchell présente une étude du système de traitement des eaux pharmaceutiques dans l'industrie pharmaceutique et pour le rinçage des machines industrielles.

L'objectif de ce travail est de recréer un nouveau système automatisé développé à l'aide d'un automate programmable, après que l'usine eut besoin de rénovation et d'agrandissement au niveau des points d'usage d'eau de la pharmacie.

Nous avons utilisé API S7-300 programmé avec le logiciel TIA PORTAL et testé le logiciel par émulateur PLCsim.

**Mots clés :** Traitement des eaux pharmaceutiques, Système automatisé, Automate programmable, API S7-300, TIA PORTAL, PLCsim.

## ملخص

يقدم هذا العمل المنجز داخل وحدة صناعة الأدوية صيدال - شرشال دراسة لنظام معالجة المياه الصيدلانية لصناعة الأدوية ولشطف الآلات الصناعية.

الهدف من هذا العمل هو إعادة إنشاء نظام آلي جديد مطور باستخدام وحدة تحكم منطقية قابلة للبرمجة وهذا بعد حاجة المصنع للتجديد والتوسيع في نقاط استخدام المياه الصيدلانية.

استخدمنا API S7-300 مبرمجة مع برنامج TIA PORTAL واختبرنا البرنامج بواسطة المحاكى PLCsim.

**الكلمات المفتاحية:** معالجة المياه الصيدلانية، نظام آلي، وحدة تحكم منطقية قابلة للبرمجة، API S7-300 ، TIA

،PORTAL ،PLCsim.

## Abstract

This work was carried out at the SAIDAL - Cherchell production site and presents a study of the pharmaceutical water treatment system in the pharmaceutical industry and for the rinsing of industrial machines.

The objective of this work is to recreate a new automated system developed with a PLC, after the plant needed renovation and expansion at the water use points of the pharmacy.

We used PLC S7-300 programmed with TIA PORTAL software and tested the software by PLCsim emulator.

**Keywords:** Pharmaceutical water treatment, Automated system, PLC, PLC S7-300, TIA PORTAL, PLCsim.

# Table des matières

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Résumés**

**Table des matières**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction Générale..... 1**

## **CHAPITRE 1 IDENTIFICATION DE L'ORGANISME D'ACCEUIL**

<b>1.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Présentation Générale du site de production SAIDAL.....</b>	<b>3</b>
1.2.1	Le Groupe SAIDAL .....	3
1.2.2	Historique .....	4
1.2.3	Organisation .....	4
1.2.3.1	Les Sites de Production .....	4
1.2.3.2	Les Centres de Distribution.....	5
1.2.3.3	Filiales .....	6
<b>1.3</b>	<b>Présentation de l'unité de production SAIDAL-Cherchell.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4</b>	<b>Généralités sur le traitement des eaux pharmaceutique.....</b>	<b>8</b>
1.4.1	Le Rôle De L'eau Dans L'industrie Pharmaceutique .....	8
1.4.2	Les différents types d'eau pharmaceutique .....	8
1.4.3	Les critères principaux de qualités de l'eau pharmaceutique.....	10
1.4.3.1	Les indicateurs bactériologiques .....	10
1.4.3.2	Les indicateurs physico-chimiques .....	10
1.4.4	Méthodes et Technologies de Traitements d'Eau purifiée (EP).....	10
1.4.4.1	Méthodes de Traitements d'Eau Purifiée (EP) .....	10

1.4.4.2	Technologies de Traitements d'Eau purifiée (EP) .....	12
<b>1.5</b>	<b>Station de production d'eau purifiée (EP) .....</b>	<b>12</b>
1.5.1	Prétraitements .....	14
1.5.2	Traitement .....	14
1.5.3	Stockage et distribution .....	19
<b>1.6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>21</b>

## **CHAPITRE 2 IDENTIFICATION DES EQUIPEMENTS DU SYSTEME**

<b>2.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Identification des équipements du système de distribution Eau Purifiée.....</b>	<b>22</b>
2.2.1	Réservoir de stockage d'Eau Purifiée .....	23
2.2.2	Points d'usage EP.....	23
2.2.3	Echangeur de chaleur et de refroidissement.....	24
2.2.4	Identification de la partie opérative du système.....	25
2.2.4.1	Les actionneurs.....	25
2.2.4.2	Les capteurs.....	30
2.2.5	Identification de la partie Commande du système .....	36
2.2.5.1	Automate SIEMENS SIMATIC S7-300 .....	36
2.2.5.2	L'interface Homme-Machine (IHM).....	38
<b>2.3</b>	<b>Liste des entrées / Sorties .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>39</b>

## **CHAPITRE 3 AUTOMATISATION ET SUPERVISION DU SYSTEME**

<b>3.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Fonctionnement du système de stockage et distribution d'Eau Purifiée.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Programmation .....</b>	<b>42</b>
3.3.1	Programmation des blocs .....	42
3.3.1.1	Bloc de fonctions (FB) .....	43

3.3.1.2	Bloc d'organisation (OB).....	44
3.3.1.3	Blocs de données (DB).....	46
3.3.1.4	Fonctions (FC).....	47
<b>3.4</b>	<b>La supervision</b> .....	<b>49</b>
3.4.1	Répartition des vues et fonctionnalité .....	49
<b>3.5</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>54</b>
	<b>Conclusion Générale</b> .....	<b>55</b>
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>57</b>
	<b>Annexes</b>	

# Liste des Figures

<b>Figure 1-1 : Logo du groupe SAIDAL [2].</b>	<b>3</b>
<b>Figure 1-2 : Répartition des complexes SAIDAL sur le territoire national [2].</b>	<b>6</b>
<b>Figure 1-3 : Site de production SAIDAL-Cherchell.</b>	<b>7</b>
<b>Figure 1-4 : Normes pour l'eau purifiée vrac [6].</b>	<b>9</b>
<b>Figure 1-5 : Normes pour l'eau hautement purifiée [6].</b>	<b>9</b>
<b>Figure 1-6 : Normes pour l'eau a la préparation injectable [6].</b>	<b>10</b>
<b>Figure 1-7 : Système d'Osmose Inverse a deux étages [9].</b>	<b>12</b>
<b>Figure 1-8 : Schéma synoptique présente les phases importantes avec les étapes utilisées dans Station de production d'EP.</b>	<b>13</b>
<b>Figure 1-9 : système de prétraitement d'EP [9].</b>	<b>14</b>
<b>Figure 1-10 : principe de fonctionnement d'Osmose Inverse [9].</b>	<b>15</b>
<b>Figure 1-11 : Diagramme génération d'eau purifiée [12].</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1-12 : système de stockage et distribution d'Eau Purifiée [9].</b>	<b>19</b>
<b>Figure 1-13 : Diagramme distribution d'eau purifiée [12].</b>	<b>20</b>
<b>Figure 2-1: Réservoir de stockage d'eau purifiée [9].</b>	<b>23</b>
<b>Figure 2-2 : Exemple de point d'usage [12].</b>	<b>24</b>
<b>Figure 2-3 : Principe d'échangeur de chaleur et de refroidissement [12].</b>	<b>25</b>
<b>Figure 3-1 : Organigramme de Fonctionnement du système de stockage et distribution d'EP.</b>	<b>41</b>
<b>Figure 3-2 : Interface des Block de Programme.</b>	<b>42</b>
<b>Figure 3-3: Lecture Température d'Eau Purifiée.</b>	<b>43</b>
<b>Figure 3-4 : Lecture du débit.</b>	<b>43</b>
<b>Figure 3-5 : Lecture niveau d'eau.</b>	<b>44</b>
<b>Figure 3-6 : Choix du bloc d'organisation.</b>	<b>45</b>
<b>Figure 3-7 : Bloc de contrôleur PID.</b>	<b>46</b>
<b>Figure 3-8 : Bloc de données.</b>	<b>47</b>
<b>Figure 3-9 : Ajout d'une fonction.</b>	<b>47</b>
<b>Figure 3-10 : Exemple de Fonction.</b>	<b>48</b>
<b>Figure 3-11: Vue IHM TP900 confort.</b>	<b>49</b>
<b>Figure 3-12: Synoptique de la station.</b>	<b>50</b>

Figure 3-13:Vue groupe vannes.....	51
Figure 3-14:Vue groupe vanne en marche. ....	51
Figure 3-15:Visualisation des températures. ....	52
Figure 3-16: Vue des courbes de température d'EP. ....	52
Figure 3-17:Vue de contrôleur PID. ....	53
Figure 3-18: Courbe avec perturbation débit.....	53

## **Liste des Tableaux**

Tableau 2-1 Les caractéristiques de l'échangeur de chaleur et de refroidissement.....	25
Tableau 2-2 Les caractéristiques de la pompe centrifuge. ....	26
Tableau 2-3 Les Principales caractéristiques d'un ITV .....	29
Tableau 2-4 Les caractéristiques du conductimètre et la conductivité -sonde.....	31
Tableau 2-5 Les caractéristiques du transducteur de pression .....	32
Tableau 2-6 Caractéristiques d'un débitmètre ultrasonique. ....	32
Tableau 2-7 Les caractéristiques de la sonde de temperature. ....	34
Tableau 2-8 Les caractéristiques de la cellule de charge et l'émetteur.....	35

Figure 3-13:Vue groupe vannes. 51

Figure 3-14:Vue groupe vanne en marche. 51

Figure 3-15:Visualisation des températures.52

Figure 3-16: Vue des courbes de température d'EP. 52

Figure 3-17:Vue de contrôleur PID. 53

Figure 3-18: Courbe avec perturbation débit. 53

Liste des Tableaux

Tableau 2-1 Les caractéristiques de l'échangeur de chaleur et de refroidissement. 25

Tableau 2-2 Les caractéristiques de la pompe centrifuge. 26

Tableau 2-3 Les Principales caractéristiques d'un ITV 29

Tableau 2-4 Les caractéristiques du conductimètre et la conductivité -sonde. 31

Tableau 2-5 Les caractéristiques du transducteur de pression 32

Tableau 2-6 Caractéristiques d'un débitmètre ultrasonique. 32

Tableau 2-7 Les caractéristiques de la sonde de temperature. 34

Tableau 2-8 Les caractéristiques de la cellule de charge et l'émetteur. 35

# Liste des Abréviations

**µm** : Micromètre (Unité de longueur valant un (1) millionième de mètre).

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**API** : Automate Programmable Industriel.

**ARN**: Acide Ribonucléique.

**C** : Celsius (unité de mesure de température).

**CPU**: Central Processing Unit.

**DB** : Data Block ==> Block des données.

**DTS** : Double Tube Sheet ==> Feuille de tube double.

**E** : Entrée.

**EHP** : Eau Hautement Purifiée.

**EP** : Eau Purifiée.

**EPPI** : Eau Pour Préparation Injectable.

**FB**: Function Block ==> Block de fonction.

**FC** : Function ==> Fonction.

**FM**: Function Module.

**HMI** : Human Machine Interface ==> Interface Homme Machine.

**IM**: Module Extension.

**ITV** : Modèle du régulateur pneumatique proportionnel.

**L** : Litres (unité de mesure du volume).

**OB** : Organisation Block==> Block organisation.

**PC** : Partie Commande.

**PH** : Potentiel Hydrogène.

**PID** : Proportional Integral Derivative.

**PO** : Partie Opérative.

**RO**: Reverse Osmose ==> Osmose Inverse.

**S**: Sortie.

**SM**: Signal Module.

**TIA PORTAL**: Totally Integrated Automation PORTAL.

**UV** : Ultra-Violet.

**VDC** : Voltage discontinue.

**Win CC**: Windows Control Center.

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Afin de répondre aux besoins de la qualité, de la quantité de la production et de la concurrence du marché économique, les industriels ont tendance à améliorer et à élargir leurs installations et deviennent ainsi de plus en plus complexes, contribuant en même temps à augmenter les risques de panne qui peuvent survenir sur le fonctionnement de l'installation et à diminuer la sécurité du personnel et de l'environnement.

L'utilisation de l'automatique et la supervision contribuent à la diminution de ses risques et l'augmentation de la quantité et de la qualité. Car dans le cas de l'automatisation, la production d'eau purifiée est effectuée sans interruption et elle est produite en grande quantité. Les opérateurs se contentent de mettre en marche et d'arrêter les machines qui sont totalement automatisées, ce qui amoindrie les erreurs humaines et engendre un produit de meilleure qualité.

A cet effet, pour l'amélioration de la station de production d'eau purifiée en qualité, cette dernière est destinée à l'industrie pharmaceutique pour la fabrication de médicaments, au profit de l'unité de production SAIDAL - Cherchell.

L'entreprise d'accueil, nous a confié la tâche d'installation, d'automatisation et de supervision du système de stockage et distribution dans une boucle de production d'eau purifiée (EP) dans la station de traitement des eaux pharmaceutiques après que l'usine eut besoin de rénovation et d'agrandissement au niveau des points d'usage d'eau pharmaceutique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études qui consiste en l'étude, l'automatisation et la supervision d'un système de stockage et distribution dans une station de production d'eau purifiée.

Nous exposons dans le présent rapport trois chapitres décrivant les volets principaux de notre projet de fin de cycle :

- Le premier chapitre englobera la présentation de l'entreprise d'accueil, généralité sur le traitement des eaux pharmaceutique et nous décrirons le processus de fabrication.

## INTRODUCTION GENERALE

- Le second chapitre, traitera l'identification du matériel utilisé dans le système, ainsi que les capteurs et actionneurs existants dans le système étudié et présentation de l'automate utilisé.
- Le dernier chapitre se focalisera sur la conception et la méthodologie à suivre pour réaliser : une programmation sous le logiciel TIA Portal, supervision sous les logiciels WINCC et PLCsim, simulation et test de ce projet.

Enfin, nous terminerons ce mémoire de fin de cycle, par une conclusion générale récapitulative du projet effectué.

# **Chapitre 1**

## **Identification de l'organisme d'accueil**

## 1.1 Introduction

Comme tous les acteurs économiques majeurs, les laboratoires pharmaceutiques utilisent les ressources naturelles en eau. Pourtant, comparés à d'autres secteurs d'activité, ils demeurent de petits consommateurs à l'échelle industrielle et s'efforcent même de réduire toujours plus leur consommation. Ils sont cependant contraints à l'emploi des traitements les plus poussés de leurs eaux de process pour les besoins de leur production. Ceci est la conséquence d'un cadre réglementaire strict régissant leurs activités et leur imposant une qualité d'eau très élevée si elle entre en contact direct ou indirect avec le produit fini.

Dans ce chapitre on va présenter l'organisme qui nous a accueilli et aider dans la réalisation de notre projet. Aussi, nous allons présenter des généralités sur le traitement des eaux pharmaceutiques, enfin nous allons terminer par la description de notre procès.

## 1.2 Présentation Générale du site de production SAIDAL

### 1.2.1 Le Groupe SAIDAL

SAIDAL est le premier laboratoire pharmaceutique producteur de médicaments génériques en Algérie. Fondé en 1982 pour répondre au besoin d'assurer une industrie pharmaceutique locale à même de garantir la disponibilité des médicaments et d'améliorer l'accès des citoyens aux traitements, SAIDAL est aujourd'hui organisé en groupe industriel spécialisé dans le développement, la production et la commercialisation des produits pharmaceutiques à usage humain.

SAIDAL est une Société par actions, au capital de 2 500 000 000 dinars algériens. Cotée en bourse depuis 1999, son capital est à 80% détenu par l'Etat et les 20 % restants sont détenus par des investisseurs institutionnels et des personnes physiques [1].



Figure 1-1 : Logo du groupe SAIDAL [2].

## **1.2.2 Historique**

SAIDAL a été créée en avril 1982 à la suite de la restructuration de la Pharmacie Centrale Algérienne et a bénéficié, dans ce cadre, du transfert des usines d'El Harrach, de Dar El Beida et de Gué de Constantine. Il lui a été également transféré en 1988, le Complexe « Antibiotique » de Médéa dont la réalisation venait d'être achevée par la SNIC (Société Nationale des Industries Chimiques).

En 1989 et suite à la mise en œuvre des réformes économiques, SAIDAL devient une entreprise publique économique dotée de l'autonomie de gestion.

En 1993, des changements ont été apportés aux statuts de l'entreprise, lui permettant de participer à toute opération industrielle ou commerciale pouvant se rattacher à l'objet social par voie de création de sociétés nouvelles ou de filiales.

En 1997, la société SAIDAL a mis en œuvre un plan de restructuration qui s'est traduit par sa transformation en groupe industriel regroupant trois filiales (PHARMAL, ANTIBIOTICAL et BIOTIC).

En 2009, la société SAIDAL a augmenté sa part dans le capital de SOMEDIAL à hauteur de 59%.

En 2010, elle a acquis 20% du capital d'IBERAL et sa part dans le capital de TAPHCO est passée de 38,75% à 44,51%.

En 2011, SAIDAL a augmenté sa part dans le capital d'IBERAL à hauteur de 60%.

En janvier 2014, SAIDAL a procédé par voie d'absorption, à la fusion de ses filiales détenues à 100% : PHARMAL, ANTIBIOTICAL et BIOTIC [2].

## **1.2.3 Organisation**

Le groupe SAIDAL se présente par ses entités centrales de gestion, d'un centre de recherche et de développement, d'une direction marketing et information médicale, plusieurs unités de production, de trois unités de commercialisation et de distribution et de Quatre filiales de production [2].

### **1.2.3.1 Les Sites de Production**

Le groupe SAIDAL compte 09 usines de production :

- **Le site de production d'Annaba** : Spécialisé dans la fabrication des formes sèches.
- **Le site de production de Médéa** : Spécialisé dans la production d'antibiotiques pénicilliniques et non pénicilliniques.

- **Le site de production de Dar El Beida** : Situé dans la zone industrielle d'Alger, cette usine produit une large gamme de médicaments sous plusieurs formes galéniques (sirops, solutions, comprimés et pommades).
- **Le site de production de Gué de Constantine** : composé de deux parties distinctes : l'une pour la fabrication des formes galéniques (suppositoires, ampoules et comprimés), l'autre dotée d'une technologie très récente spécialisée dans la production des solutés massifs (poches et flacons).
- **Le site de production d'El Harrach** : Dispose de quatre ateliers de production : sirop, solutions, comprimés et pommades.
- **Le site de production de Cherrhell** : Composé de trois ateliers de production : sirops, formes sèches (comprimés, poudre en sachets, gélules) et concentré d'hémodialyse.
- **Le site de production de Constantine** : Il dispose de deux ateliers spécialisés dans la production des sirops.
- **Le site de production de Constantine** : est une unité d'Insuline spécialisée dans la production d'insuline humaine à trois types d'action : rapide (Rapid), lente (Basal) et intermédiaire (Comb 25).
- **Le site de production de Batna** : Spécialisé dans la production des suppositoires [2].

### 1.2.3.2 Les Centres de Distribution

- **Centre de Distribution Centre** : Créé en 1996, il fut le premier Centre de distribution de Groupe. Il vise la commercialisation et la distribution de tous les produits du Groupe à partir d'un même point de vente. Les résultats encourageants obtenus ont permis de créer deux autres centres de distribution à Batna et à Oran.
- **Centre de Distribution Est** : Créé en 1999 à Batna, ce centre assure la commercialisation des produits SAIDAL dans la région de l'Est.
- **Centre de Distribution Ouest** : Créé en 2000 à Oran afin d'assurer une meilleure distribution dans la région de l'Ouest [2].

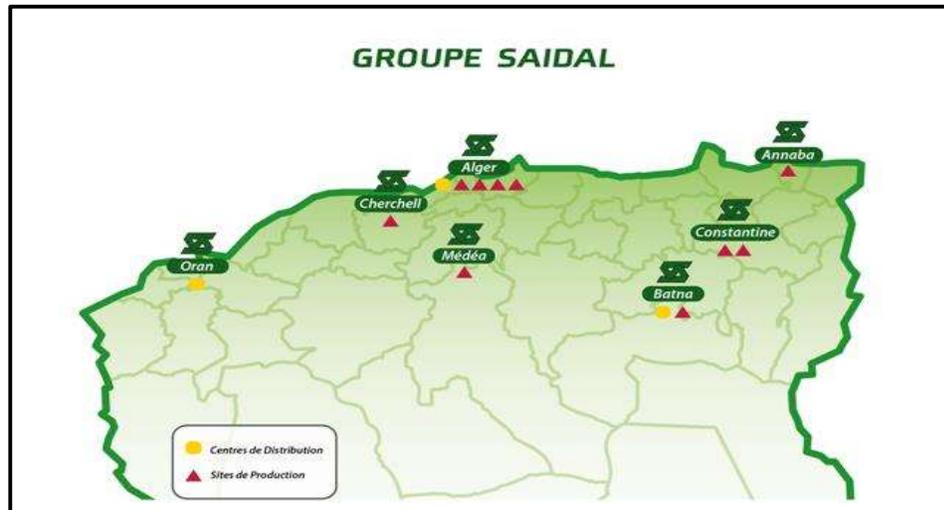


Figure 1-2 : Répartition des complexes SAIDAL sur le territoire national [2].

### 1.2.3.3 Filiales

Le groupe SAIDAL compte quatre filiales, **BIOTIC** à El Harrach, **SOMEDIAL** à Oued Samar, **PHARMAL** à Dar El Beida et **ANTIBIOTICAL** à Médéa [3].

### 1.3 Présentation de l'unité de production SAIDAL-Cherchell

L'usine de Cherchell se compose d'un atelier de production avec une capacité de production de plus de 200.700 unités de ventes. Unique producteur Algérien du concentré d'hémodialyse, il est doté d'un laboratoire contrôle de la qualité chargée du contrôle physico-technique, microbiologique et pharmaco-toxicologique.

L'usine de Cherchell est l'un des nouveaux sites de production du plan de développement de SAIDAL, qu'il s'agit de l'entrée en production de deux catégories de projets : des unités de fabrication de médicaments génériques et des unités spécialisées. Parmi les sites de production, aujourd'hui ce dernier, est spécialisé dans les formes sèches de médicament.



Figure 1-3 : Site de production SAIDAL-Cherchell.

## 1.4 Généralités sur le traitement des eaux pharmaceutique

### 1.4.1 Le rôle de l'eau dans l'industrie pharmaceutique

L'eau est l'utilité la plus consommée dans l'industrie pharmaceutique. Elle est utilisée en tant qu'excipient, pour reconstituer un médicament, lors des étapes de synthèse d'un principe actif ou de la formulation d'un produit fini, comme l'élément principal ou comme solvant dans le nettoyage des contenants, des équipements ou des conditionnements primaires. L'eau intervient également dans la stérilisation des équipements et des systèmes (stérilisation à la vapeur ou à l'eau surchauffée). Pour conclure, l'eau intervient de façon directe ou indirecte dans le produit qui sera administré au patient [4].

### 1.4.2 Les différents types d'eau pharmaceutique

Les eaux à usage pharmaceutique peuvent être classées en trois familles selon les Pharmacopées Européennes, Américaines ou Japonaises.

- Eau dite « purifiée » (EP)
- Eau « hautement purifiée » (EHP)
- Eau « pour préparation injectable » (EPPI) [5].

#### **1-Eau purifiée (EP)**

Eau destinée à la préparation de médicaments autres que ceux qui doivent être stériles et exempts de pyrogènes, sauf exception justifiée et autorisée [5].

- **Eau purifiée en vrac**

L'eau purifiée en vrac est préparée par distillation, par échange d'ions, par osmose inverse ou par tout autre procédé approprié à partir d'une eau destinée à la consommation humaine comme établi par l'Autorité compétente [5].

Elle ne contient pas d'additifs. Cette eau purifiée vrac est utilisée pour la fabrication de principes actifs, de formes sèches, ou comme excipient de produits liquides non stériles, non apyrogènes et comme solution de nettoyage et de rinçage du matériel de préparation [6].

L'eau purifiée en vrac est conservée et distribuée dans des conditions visant à empêcher la croissance de microorganismes et à éviter toute autre contamination [5].

<b>Eau purifiée</b>					
Paramètre	Unité	USP <sup>2</sup>	Ph. Eur. <sup>3</sup>	JP <sup>4</sup>	Ch <sup>5</sup>
TOC	ppb	≤ 500	≤ 500	N/A	≤ 500
Conductivité	μS/cm @ 20°C		≤ 4,3	≤ 1,1	≤ 1,1
Conductivité	μS/cm @ 25°C	≤ 1,3		≤ 1,3	≤ 1,3
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	ppm		≤ 0,2	Indétectable par colorimétrie	Indétectable par colorimétrie
Métaux Lourds	ppm		≤ 0,1	Indétectable par colorimétrie	≤ 0,1
Bactérie Aérobie	CFU/ml	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100

Figure 1-4 : Normes pour l'eau purifiée vrac [6].

### 2-Eau hautement purifiée (EHP)

Eau destinée à être utilisée dans la préparation de médicaments lorsqu'une eau d'une qualité biologique élevée est nécessaire, sauf dans les cas où l'emploi d'eau pour préparations injectables est requis. La technique de purification utilisée est l'ultrafiltration qui permet d'obtenir une eau hautement purifiée [5].

<b>Eau hautement purifiée</b>					
Paramètre	Unité	USP <sup>2</sup>	Ph. Eur. <sup>3</sup>	JP <sup>4</sup>	Ch <sup>5</sup>
TOC	ppb		≤ 500		
Conductivité	μS/cm @ 20°C		≤ 1,1		
Conductivité	μS/cm @ 25°C				
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	ppm		≤ 0,2		
Métaux Lourds	ppm		≤ 0,1		
Bactérie Aérobie	CFU/ml		≤ 100		
Endotoxine Bactérienne	E.U/ml		≤ 0,25		

Figure 1-5 : Normes pour l'eau hautement purifiée [6].

### 3- Eau pour préparation injectable (EPI)

Eau destinée soit à la préparation de médicaments pour administration parentérale à véhicule aqueux (eau pour préparations injectables en vrac), soit à la dissolution ou la dilution de substances ou préparations pour administration parentérale [5].

<b>Eau pour préparation injectable</b>					
Paramètre	Unité	USP <sup>2</sup>	Ph. Eur. <sup>3</sup>	JP <sup>4</sup>	Ch <sup>5</sup>
TOC	ppb	≤ 500	≤ 500	≤ 500 (Si RO/UF)	≤ 500
Conductivité	μS/cm @ 20°C		≤ 1,1	≤ 1,1	≤ 1,1
Conductivité	μS/cm @ 25°C	≤ 1,3		≤ 1,3	≤ 1,3
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	ppm		≤ 0,2	Indéetectable pour colorimétrie	Indéetectable pour colorimétrie
Métaux Lourds	ppm		≤ 0,1	Indéetectable pour colorimétrie	≤ 0,1
Bactérie Aérobie	CFU/100 ml	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Endotoxine Bactérienne	E.U/ml	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,25

Figure 1-6 : Normes pour l'eau a la préparation injectable [6].

### 1.4.3 Les critères principaux de qualités de l'eau pharmaceutique

Des indicateurs pertinents doivent permettre, par leur surveillance, de vérifier l'efficacité des moyens de maîtrise de la qualité de l'eau. Ce sont essentiellement :

#### 1.4.3.1 Les indicateurs bactériologiques

- Les endotoxines bactériennes
- La charge bactérienne.

#### 1.4.3.2 Les indicateurs physico-chimiques

- La température
- Le pH
- La conductivité
- La dureté
- Le Carbone Organique Total (COT) [7].

### 1.4.4 Méthodes et Technologies de Traitements d'Eau purifiée (EP)

#### 1.4.4.1 Méthodes de Traitements d'Eau Purifiée (EP)

Il existe tout un nombre de méthodes usuellement utilisées pour purifier l'eau. Leur efficacité est liée au type de contaminant traité et au type d'application à laquelle est attribuée l'utilisation de l'eau, une fois purifiée.

- **Filtration** : Plusieurs types de filtration existent :
  - **Filtration commune** : Appelée également filtration particulaire, elle peut utiliser tout dispositif filtrant, depuis un filtre à sable de 1 mm jusqu'à un filtre à cartouche de 1 micron.
  - **Micro filtration** : Utilise des dispositifs de 1 à 0,1 microns pour filtrer les bactéries. Le procédé de brassage est l'une des applications types de cette technique.
  - **Ultra filtration** : Elimine les pyrogènes, endotoxines, et fragments d'ADN et d'ARN.
  - **Osmose inverse** : Souvent désignée par l'abréviation « RO », l'osmose inverse représente le niveau de filtration des liquides le plus raffiné. Au lieu d'un filtre, il s'agit d'utiliser une matière poreuse agissant comme un tamis unidirectionnel pouvant séparer les particules de taille moléculaire.
- **Distillation** : La méthode de purification la plus ancienne et économique, mais cette technique ne peut être utilisée pour des procédés utilisant l'eau sur demande. L'eau doit être distillée puis conservée pour une utilisation ultérieure, ce qui la rend à nouveau sujette à la contamination en cas de stockage inapproprié.
- **Adsorption sur du charbon actif** : Opère comme un aimant sur le chlorure et les composants organiques.
- **Radiation par ultraviolet** : A une certaine longueur d'onde, cela peut provoquer la stérilité des bactéries et la destruction d'autres micro-organismes.
- **Déionisation** : Connue également sous le nom d'échange d'ions, elle est utilisée pour produire de l'eau purifiée à la demande, en passant l'eau à travers des couches de résine. La résine négativement chargée (cationique) élimine les ions positifs, tandis que la résine positivement chargée (anionique) élimine les ions négatifs. Une surveillance continue et la maintenance des cartouches peuvent permettre d'obtenir une eau d'une pureté extrême [8].
  - Dans notre travail nous nous sommes intéressés à l'eau purifiée (EP), sachant qu'au niveau de notre entreprise d'accueil « SAIDAL Cherchell » c'est cette dernière qui est utilisée pour la préparation des médicaments et le rinçage. L'eau purifiée est généralement produite par échange d'ions, osmose inverse, ultrafiltration et/ou électrodéionisation et distillation.

#### 1.4.4.2 Technologies de Traitements d'Eau purifiée (EP)

L'unité de production SAIDAL Cherchell utilise la technologie d'osmose inverse à l'aide d'un système de production d'eau purifiée destinée à la fabrication des médicaments et pour le rinçage.

Ce système est composé d'une chaîne d'équipements ou chacun de ces derniers à un rôle bien précis.

Le système formé d'une unité de prétraitement de l'eau et d'une Osmose inverse a deux étages, type PRT 2000 + CROS DOP 1100.



Figure 1-7 : Système d'Osmose Inverse a deux étages [9].

### 1.5 Station de production d'eau purifiée (EP)

Trois (3) phases importantes ; **prétraitement, traitement, stockage et distribution** ont bien été distinguées dans la station de traitement de l'EP.

Chaque phase est constituée de plusieurs étapes différentes (filtration à sable, filtration à charbon actif, stockage, changeurs des ions et distribution) pour l'obtention d'une EP nettement utilisant dans l'industrie. Cette chaîne de traitement est présentée dans le schéma synoptique suivant :

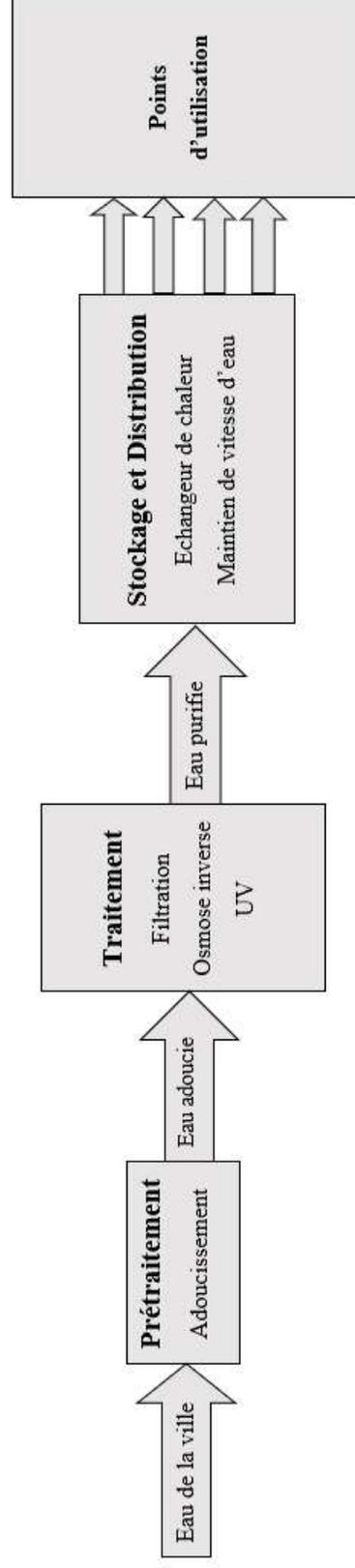


Figure 1-8 : Schéma synoptique présente les phases importantes avec les étapes utilisées dans Station de production d'EP.

### 1.5.1 Prétraitements

Le but du prétraitement est de protéger l'osmose inverse située à l'aval. Il dépend de la qualité de l'eau potable utilisée. Un procédé d'adoucissement sur résine est souvent recommandable pour éviter l'entartrage ou les salissures par les métaux résiduels (Al, Fe, Mn...) et en général une déchloration s'impose [10].



Figure 1-9 : système de prétraitement d'EP [9].

### 1.5.2 Traitement

Le traitement est l'ensemble des opérations permettant d'amener l'eau prétraitée (ou compatible avec les exigences du traitement aval) à une qualité répondant aux spécifications requises [11]. Dans le cas de l'eau purifiée, six méthodes sont envisageables et peuvent être combinées : distillation (simple ou multiple), osmose inverse (simple ou double), électrodéionisation, échange d'ions en lits séparés, échange d'ions en lits mélangés et ultrafiltration [11].

#### ➤ L'Osmose Inverse et son principe de fonctionnement

Dans notre travail, et en s'adaptant sur les appareils présents au sein de SAIDAL, la phase de traitement est faite sur la base d'Osmose Inverse.

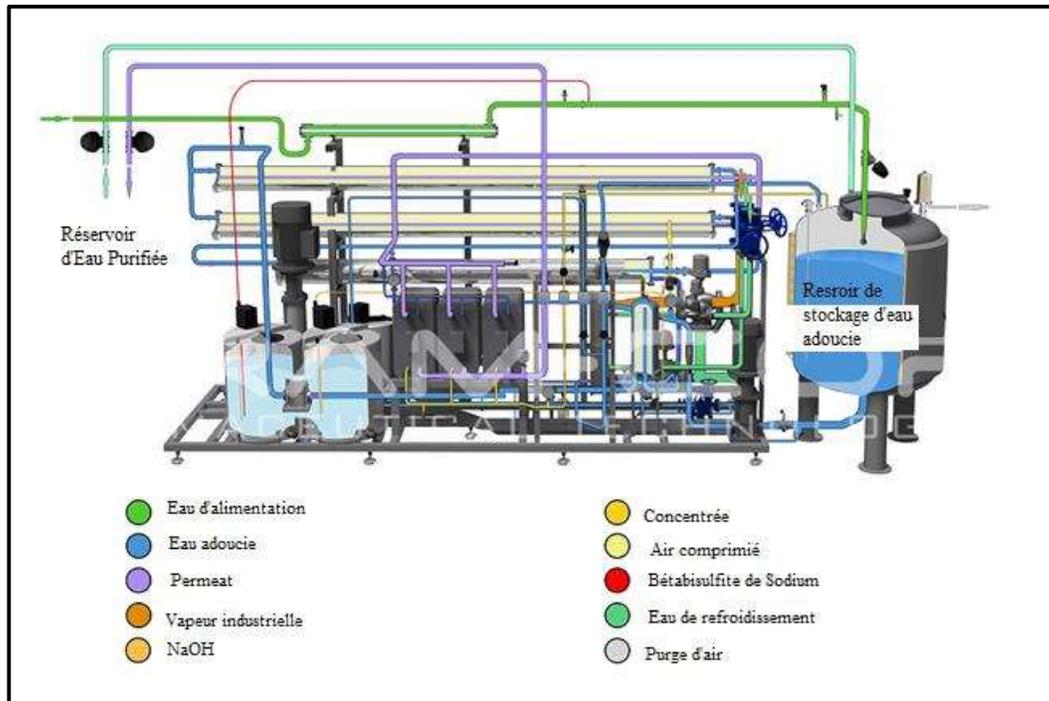


Figure 1-10 : principe de fonctionnement d'Osmose Inverse [9].

L'eau prétraitée est poussée aux membranes osmotiques de la première étape par une pompe haute pression.

Deux flux sortent du premier passage de l'osmose inverse :

- La solution concentrée, partiellement déchargée à la vidange et partiellement remise en circulation dans le premier passage de l'Osmose Inverse (RO).
- L'eau de perméat.

L'eau qui est éliminée de ses solides dissous est maintenant appelée perméat ou eau produite.

Le flux concentré de contaminants laissé dans la saumure est appelé eau de rejet et est finalement rejeté.

La conductivité du perméat est contrôlée par un conductimètre.

L'eau de perméat sortant du premier passage de l'osmose inverse alimente la deuxième étape de l'osmose inverse, en effectuant une purification supplémentaire pendant ce passage.

Cette étape assure la réduction de la valeur de la conductivité et une bonne qualité de l'eau purifiée (EP).

Une deuxième chaîne de conductivité contrôle la conductivité de l'eau de perméat après la deuxième étape [12].

➤ **Génération d'eau purifiée**

Tout le processus de purification de l'eau à travers les composants principaux du système est schématisé dans le diagramme de flux suivant.

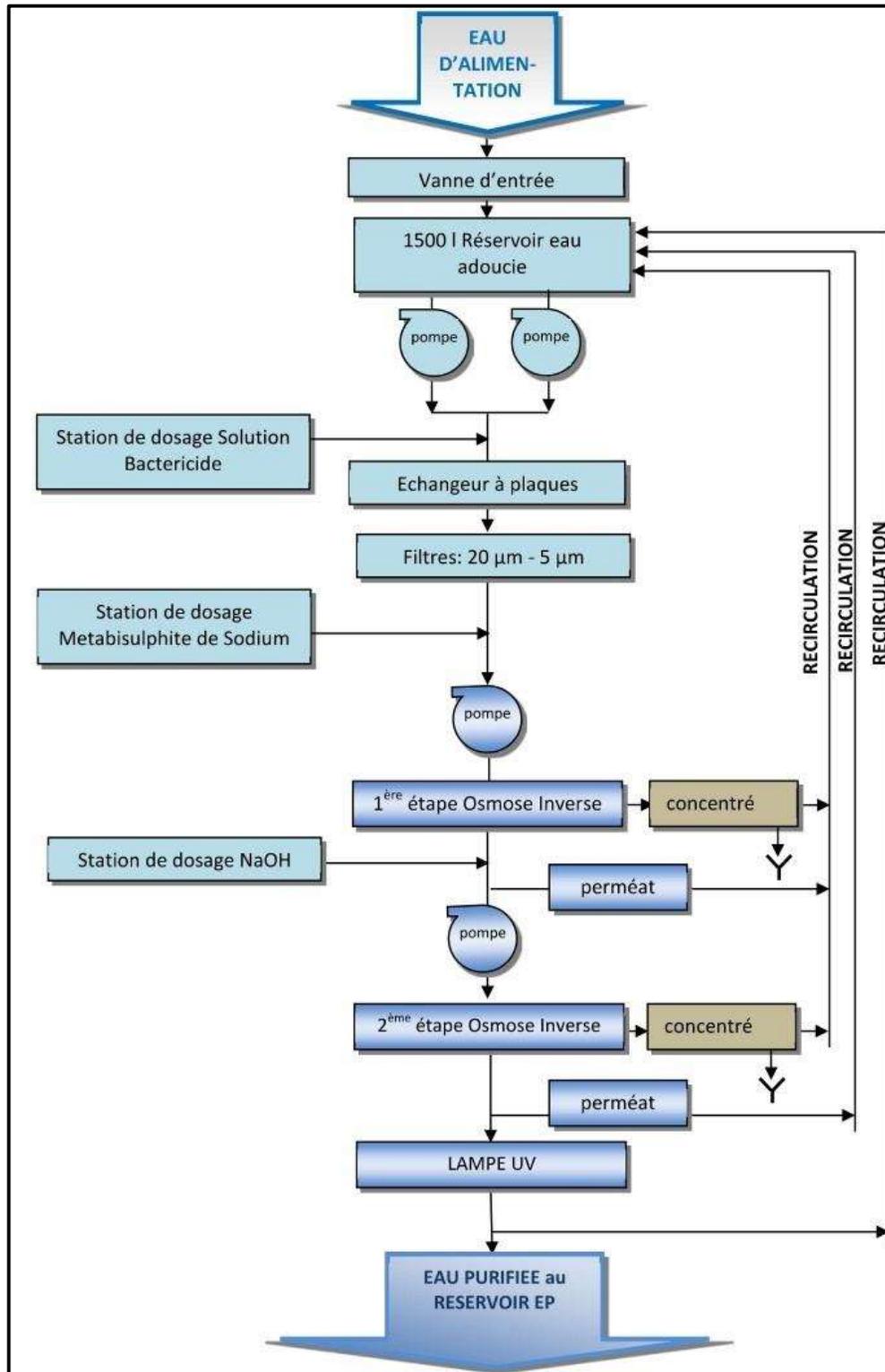


Figure 1-11 : Diagramme génération d'eau purifiée [12].

1. L'eau d'alimentation, adoucie par l'équipement, entre à travers la vanne d'alimentation dans le réservoir en polyuréthane de 1500 litres. Le niveau est contrôlé par une sonde de niveau à trois flotteurs.
2. Deux Pompes qui marchent alternativement, pressurisent l'eau vers les étapes de traitement suivantes. La pression en aval est contrôlée par un manomètre.
3. Un échangeur de chaleur à plaque refroidie par l'eau réfrigérante, maintient la température de l'eau < 20°C. Une sonde thermométrique contrôle constamment la valeur de température.
4. L'eau passe à travers deux filtres à cartouche (20µm et 5µm), qui retiennent les particules présentes.
5. Une station de dosage de Métabisulfite de Sodium contrôlée par l'API à travers de l'instrument redox, neutralise le chlore résiduel dans l'eau avant les membranes osmotiques.
6. Une autre pompe pressurise l'eau vers la première étape RO. La pression en amont et en aval de cette pompe est contrôlée par deux transducteurs de pression.
7. Les membranes contenues dans le vaisseau (cuve pour osmose) assurent l'osmose de l'eau, en réduisant sa conductivité. Un conductimètre contrôle la conductivité du perméat. Si la conductivité est conforme, le perméat passe à la deuxième étape OI. Le concentrat est en part recirculé sur la cuve, et en part déversées sans l'égout. Pression et débit du concentrat sont mesurées respectivement par le transducteur et les débitmètres.
8. Une station de dosage d'Hydroxyde de Sodium (NaOH) contrôlée par l'API à travers du PH-mètre, neutralise le CO<sub>2</sub> présent dans l'eau et règle le PH.
9. Une pompe pressurise l'eau vers la deuxième étape OI, constituée par trois vaisseaux. La pression en amont et en aval de cette pompe est contrôlée par deux transducteurs de pression.
10. Les membranes contenues dans les vaisseaux veillent à une osmose donnant un perméat provenant de la 1ère étape, en réduisant ultérieurement la conductivité. Le perméat est Eau Purifiée conforme à la pharmacopée. Un conductivimètre contrôle la conductivité du perméat. Si la conductivité est conforme, le perméat passe à la cuve de stockage à travers la lampe UV. Le débit du perméat est mesuré par un débitmètre.  
Le concentrat est en part recirculé sur la cuve, et en part déversées dans l'égout. Pression et débit du concentrat sont mesurées respectivement par le transducteur et les débitmètres.

11. La lampe UV équipée avec capteur UV + dispositif de monitoring UV, réalise une dernière étape de désinfection de l'eau à travers le rayon UV.
12. L'Eau Purifiée est stockée dans la cuve EP de 4000 L [12].

### 1.5.3 Stockage et distribution

Il s'agit des moyens mis en œuvre pour permettre la mise à disposition des eaux pharmaceutiques aux points d'utilisation, tout en maintenant leur qualité. Ces moyens comprennent des cuves, des pompes, des échangeurs thermiques, la tuyauterie, les vannes et accessoires, les équipements de traitement, les éléments de gestion et de surveillance (Capteurs et régulateurs).

Tous les éléments en contact avec l'eau doivent être de qualité et de rugosité homogènes et adaptés à la qualité requise de l'eau.

Le choix de la qualité des surfaces est lié aux technologies mises en œuvre en termes de désinfection et de stérilisation [11].



Figure 1-12 : système de stockage et distribution d'Eau Purifiée [9].

#### ➤ Fonctionnement de système de stockage et distribution d'EP

Tout le processus de stockage et distribution d'EP à travers les composants principaux du système est schématisé dans le diagramme de flux suivant.

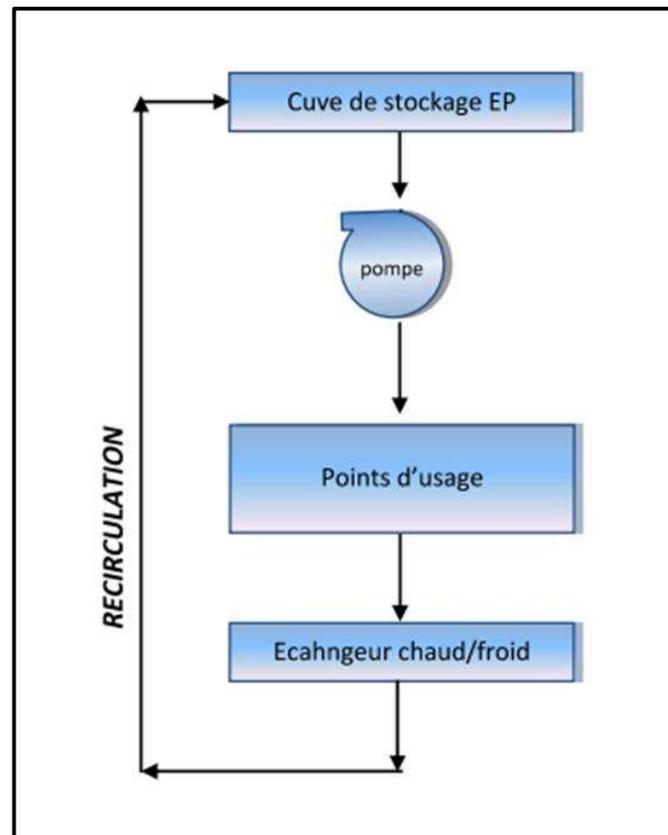


Figure 1-13 : Diagramme distribution d'eau purifiée [12].

1. L'eau purifiée (EP) est stockée dans le réservoir de stockage 4000L, avec une construction cylindrique verticale, équipé d'une cellule de charge pour le contrôle/maintenance de niveau de la charge d'EP venant du système de génération d'Eau Purifiée. La ligne de distribution commence du réservoir de stockage d'Eau purifiée aux neuf points d'usage.
2. L'Eau Purifiée est pressurisée à l'aide d'une pompe sanitaire Laquelle est contrôlée par API au moyen d'un inverseur conforme à la mesure du flux. L'Eau Purifiée est ensuite envoyée aux points utilisateur du circuit d'Eau Purifiée (Circuit EP).
3. S'il n'y a pas de demande d'EP, l'eau est recirculé dans la boucle à 15°-20°C.
4. Un échangeur chaud /froid installé sur le retour de la boucle maintient la température de recirculation et /ou augmente/baisse la température d'EP pendant la stérilisation ; la température est contrôlée par une sonde de température avant et après l'échangeur. L'échangeur est réchauffé avec la vapeur industrielle et refroidi avec l'eau réfrigérante.
5. La conductivité de l'EP, la pression et le débit processus sont constamment contrôlée par les senseurs en ligne.

6. Le flux du circuit est contrôlé par un inverseur et un transmetteur de débit ultrasonique sur le retour du circuit d'Eau Purifiée.
7. Tout le système de distribution et de stockage d'Eau Purifiée sera contrôlé à l'aide du panneau HMI (Acquisition et contrôle des données) installé sur le tableau de commande du système d'osmose [12].

## **1.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons vu, en premier lieu, l'historique ainsi qu'une présentation générale du groupe SAIDAL. Ensuite nous avons présenté le rôle de l'eau purifiée dans l'industrie pharmaceutique ainsi que les différentes méthodes et technologies de traitement des eaux. En dernier lieu la station de traitement des eaux du groupe SAIDAL a été présenté.

# **Chapitre 2**

## **Etude fonctionnelle du système**

## 2.1 Introduction

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC) et d'une partie opérative (PO), pour faire fonctionner ce système l'opérateur va donner des consignes à la partie (PC), celle-ci va traduire ses consignes en ordre qui vont être exécutées par la (PO). Une fois les ordres accomplis, la (PO) va signaler à la PC (compte rendu) que les consignes ont bien été exécutées, à son tour, la PC va envoyer le signaler d'accomplissement des consignes à l'opérateur, ce dernier sera en mesure de statuer que le travail a bien été réalisé.

Dans ce chapitre nous allons présenter les équipements principaux constituant la partie opérative et la partie commande du système de distribution d'Eau Purifiée.

## 2.2 Identification des équipements du système de distribution Eau Purifiée

Les composants principaux du système de distribution Eau Purifiée sont :

- Réservoir de stockage d'Eau Purifiée
- Points d'usage d'Eau Purifiée
- Tuyauterie
- Instrumentation de circuit
- Pompe centrifuge
- Echangeur de chaleur et de refroidissement
- API S7-300
- HMI TP-900 COMFORT
- Débitmètre Ultrasonique
- Régulateur de pression proportionnel.

### 2.2.1 Réservoir de stockage d'Eau Purifiée

L'EP sera stockée dans un réservoir de stockage de 4000 L.

Le contrôle de niveau de l'eau est contrôlé à l'aide de la cellule de charge.

L'EP est maintenue dans la cuve à une température entre 15 °C et 20 °C à travers la recirculation constante (vitesse 10m/s).

Un filtre à air réchauffé filtre l'air qui rentre dans la cuve en prévenant tout phénomène de condensation, qui pourrait provoquer la contamination [12].



Figure 2-1: Réservoir de stockage d'eau purifiée [9].

- **Les accessoires principaux du réservoir d'Eau Purifiée (EP)**
  - Filtre à Air
  - Cellule de Charge + Emetteur [12].

### 2.2.2 Points d'usage EP

L'EP est délivrée à 9 points d'usage.

Chaque point d'usage est constitué par :

- Soupape sanitaire Pneumatique à 2 voies
- Soupape d'échantillonnage manuel
- Isolation tube-in-tube [12].



Figure 2-2 : Exemple de point d'usage [12].

### 2.2.3 Echangeur de chaleur et de refroidissement

Le circuit d'Eau Purifiée est pourvu d'un échangeur sanitaire de chaleur et refroidissement DTS afin d'augmenter et de diminuer la température pendant la phase de désinfection et ensuite pendant la phase de refroidissement ; de plus, cet échangeur permet le maintien de la température pendant la phase de recirculation ( $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ ).

Un échangeur de chaleur et de refroidissement pourvu de plaque tubulaire double (DTS) sera installé sur le retour de l'alimentation du circuit d'Eau Purifiée en mesure de fournir de l'EP par la température établie [12].

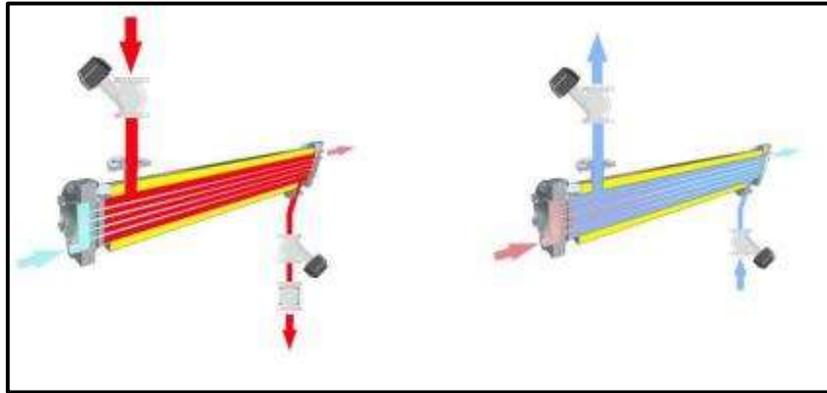


Figure 2-3 : Principe d'échangeur de chaleur et de refroidissement [12].

ECHANGEUR DE CHALEUR ET DE REFROIDISSEMENT [E-5010]		
Modèle E-5010	DTS 017220	
Matériel	AISI 316 L À l'intérieur poli miroir RA<0,5 µm	
Configuration	Plaque Tubulaire Horizontale / Double	
	Côté tôle	Côté tuyau
Conception Pression Max	6 bar	6 bar
Conception Pression Min	f.v.	f.v.
Conception Température	165°C	165°C
Conception Température	0 °C	0 °C

Tableau 2-1 : Les caractéristiques de l'échangeur de chaleur et de refroidissement [12].

Cet échangeur DTS est contrôlé par l'API sur le tableau de commande qui est constitué de :

- Vannes pneumatiques modulantes
- Purgeur de vapeur d'eau
- Vanne manuelle
- Soupape de sûreté [12].

## 2.2.4 Identification de la partie opérative du système

La partie opérative est la partie du système automatisée qui réalise les actions. Elle regroupe deux familles très différentes d'organes : les actionneurs et les capteurs.

### 2.2.4.1 Les actionneurs

Sont les dispositifs qui permettent au système automatisé d'effectuer la tâche pour laquelle il a été programmé.

- **Pompes centrifuges**

Indiquée pour le pic de consommation maximale du circuit, pourvue de soupape de purge manuelle, contrôlée par un inverseur électronique [12].



Figure 2-4 : Pompe centrifuge [12].

POMPES CENTRIFUGES SANITAIRES [P-5010 - 5020]	
Débit max	18 m <sup>3</sup> /h
Hauteur d'élévation	6 bar
Connexions	T.C. 2½" + purge 2" T.C.
Modèle	CS 40
Tension / Fréquence	380 V / 50 Hz

Tableau 2-2 : Les caractéristiques de la pompe centrifuge [12].

- **Variateur de fréquence**

Dans le cas échéant nous disposons d'un variateur de type Mitsubichi FR-F740, 11kW 400V c.a 3phases ,25 A qui permet de régulariser le débit d'EP (voir Annexe B).

- **Les vannes**

En général, la fonction des vannes est de régler le passage d'eau /de condensat dans le système.

- A. Vannes modulante**

Permet la modulation et le passage de la fourniture nécessaire à l'équipement [12].



Figure 2-5 : Vanne pneumatique modulante a trois voies [13].

- B. Vannes pneumatiques à membrane**

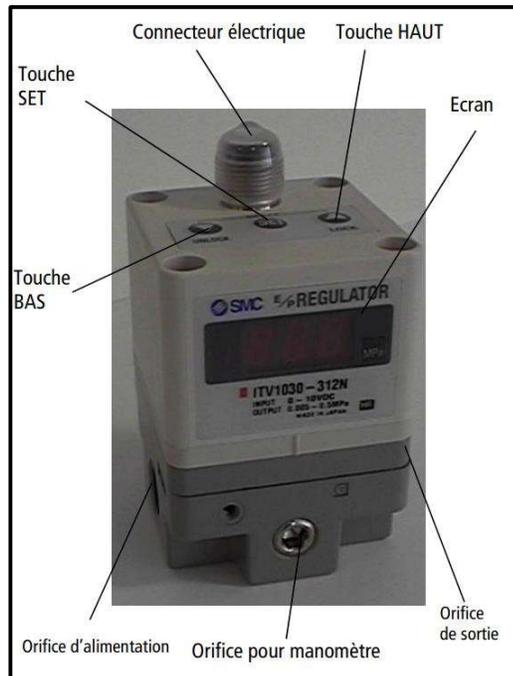
Des vannes sanitaires automatiques.

Le dispositif d'ouverture est commandé à travers de l'air comprimé sans huile fourni à l'actionneur de la vanne [12].



Figure 2-6 : Vanne pneumatiques à membrane zéro zone morte [14].

- **Régulateur de pression proportionnel**



**Figure 2-7 : Régulateur de pression proportionnel [15].**

➤ **Principe de fonctionnement**

Les régulateurs de pression proportionnels sont composés d'un distributeur de pression proportionnel A, d'un capteur de pression B et de l'électronique nécessaire C (Figure 2-10). En fonction de la pression de sortie souhaitée en 2 nous allons piloter vers l'entrée W un signal de commande électrique adapté. Le capteur de pression B mesure la pression de sortie du régulateur de pression proportionnel A et la convertit en un signal analogique. Ce signal analogique est soumis au module électronique intégré C qui compare la pression souhaitée (signal W) avec la pression de sortie effectivement mesurée.

Si la pression de sortie ne correspond pas à la valeur souhaitée, le module électronique corrigera le distributeur jusqu'à ce que la pression de sortie corresponde à la pression souhaitée. Le signal de sortie analogique du capteur de pression peut également être récupéré par le raccordement X, ce signal peut éventuellement être utilisé par un API ou une autre commande électronique externe.

Puisque le signal d'entrée W n'est qu'un signal de commande, le module électronique doit être alimenté séparément en 24 VDC (n'est pas représenté sur le symbole) [15].

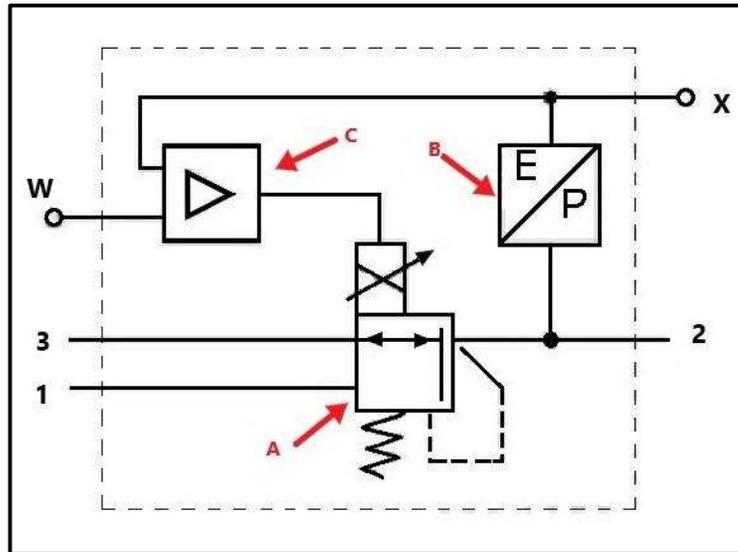


Figure 2-8 : Schéma fonctionnelle du régulateur de pression proportionnel [15].

Régulateur de pression proportionnel	
Fabriquant	SMC
Modèle	ITV 1030
Signal d'entrée	4-20mA
Pression d'utilisation	1 Bar
Pmage de Pression	0.05 Bar

Tableau 2-3 : Les principales caractéristiques d'un ITV.

### 2.2.4.2 Les capteurs

Ils réalisent l'acquisition d'une grandeur physique pour la transformer en un signal électrique.

- **Conductimètre**

La conductivité de l'eau est la valeur principale à considérer afin de la production d'eau.

Permettent de mesurer la résistance spécifique  $M\Omega.cm$ .

Ce conductimètre est spécifique pour les applications hygiéniques.



Figure 2-9 : Conductimètre [12].



Figure 2-10 : Capteur de conductivité hygiéniques [12].

CONDUCTIMETRE [AE-001]	
Fournisseur	Endress+Hauser
Type	CLM223-CD0110
Signal de sortie	0 / 4...20 mA
Caractéristiques	Montage sur panneau
Caractéristiques mesure	Compensé en température
CONDUCTIVITE - SONDE: [AE-001]	
Fournisseur	Endress+Hauser
Type	CLS16-4D1A1R
Facteur K	0.1 cm <sup>-1</sup>
Plage de mesure AE-001	De 0.04 à 500 µS/cm
Connexion	AISI 316L TC 1½"

Tableau 2-4 : les caractéristiques du conductimètre et la conductivité -sonde [12].

- **Transmetteurs de Pression**

Le transmetteur de pression SA-11 est conçu spécialement pour les exigences des industries alimentaires et agroalimentaires ainsi que les industries pharmaceutiques.

La pression sur la boucle doit être constante et la poussée doit être conforme aux valeurs de consigne de la pression.

La valeur de la pression sur la ligne de retour est contrôlée par ce transmetteur de pression, ce dernier est spécifique pour les applications hygiéniques [12].



Figure 2-11 : Transmetteur de pression [12].

TRANSDUCTEUR DE PRESSION [PT-001]	
Marque	Wika
Type	SA-11
Matériau en contact du produit	AISI 316 L
Connexion	1 ½" T.C.
Plage de mesure	0 – 10 bar
Température du fluide	-30 – 120 °C

Tableau 2-5 : Les caractéristiques du transducteur de pression [12].

- **Débitmètre Ultrasonique**

Les capteurs se prêtent idéalement à la mesure sans contact de l'eau purifiée ou légèrement chargés, indépendamment de la pression ou de la conductivité électrique.

Le système ultrasonique à clavier Prosonic Flow permet une mesure de débit précise et économique de l'extérieur, sans interruption du process.

La mesure se fait dans les deux sens et n'engendre aucune perte de charge [12].



Figure 2-12 : Débitmètre Ultrasonique [12].

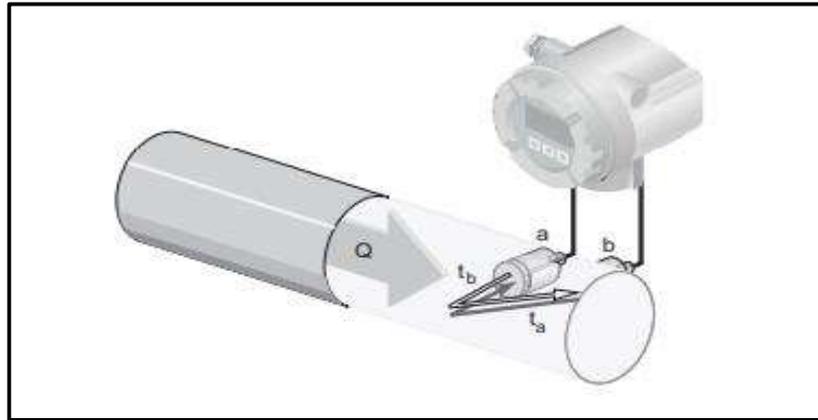
Débitmètre Ultrasonique	
Type	Prosonic Flow 91W
Gamme de mesure	Typique $v=0\dots15\text{m/s}$
Signal de sortie courant	Active : $4\dots20\text{mA}$ , $R_L < 700$

Tableau 2-6 : Les caractéristiques du Débitmètre Ultrasonique

➤ **Principe de mesure**

Le système de mesure fonctionne d'après le principe de différence de temps de transit. Avec ce principe, des signaux acoustiques (ultrasons) sont émis par deux capteurs. Les signaux sont émis de manière bidirectionnelle, c'est-à-dire capteur correspondant fonctionne tant comme récepteur que comme émetteur, selon la phase d'émission ou réception des signaux acoustiques.

Comme le signal acoustique se propage moins rapidement à contre-sens que dans le sens d'écoulement, il résulte d'un trajet aller-retour d'une onde une différence de temps de transit. Cette différence de temps de transit est directement proportionnelle à la vitesse d'écoulement [12].



**Figure 2-13 : Principe de mesure de la différence de temps de transit [12].**

- $Q=v.A$
- a Capteur
- b Capteur
- Q Débit volumique
- v Vitesse d'écoulement ( $v \sim \Delta t$ )
- $\Delta t$  Différence de temps de transit ( $\Delta t=t_a - t_b$ )
- A section de conduite.

A partir de la différence de temps de transit mesurée et de la section de conduit, le système de mesure calcule le débit volumique du produit. Outre la différence du temps de transit, on détermine simultanément la vitesse du son du produit.

En raison de cette grandeur de mesure supplémentaire il est possible de surveiller différents produits ou encore la qualité de mesure [12].

- **Sondes de Température**

A l'entrée et à la sortie de l'échangeur de chaleur il y'a deux sondes de température pour le réglage du chauffage /refroidissement.

La sonde est spécifique pour les applications hygiéniques.

Ces sondes de température sont fournies avec un certificat d'étalonnage et les certificats des matériaux [12].



Figure 2-14 : Sonde de température [12].

SONDE DE TEMPERATURE [TT-002 – TT-003]	
Type	sonde de température - AISI 316 L 0-200°C - 4-20 mA lg. 100 mm
Fournisseur	Endress+Hauser
Modèle	TMR35

Tableau 2-7 : Les caractéristiques de la sonde de température [12].

- **Cellule de charge et l'Emetteur**

Contrôle le niveau de l'eau purifiée stockée dans le réservoir.

La cellule de charge est localisée au niveau du pied du reservoir, elle est responsable de l'envoi de signal vers l'emmeteur qui tradura ce dernier en un signal analogique [4-20mA] [12].



Figure 2-15 : Cellule de charge [12].

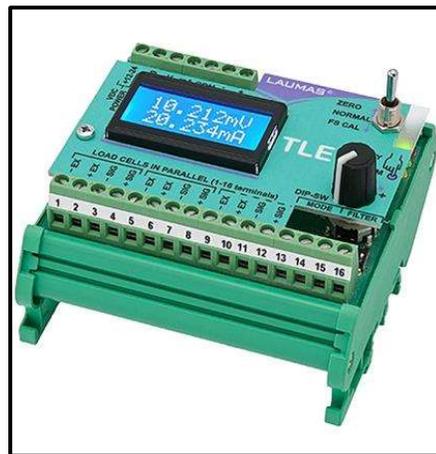


Figure 2-16 : Emetteur [12].

CELLULE DE CHARGE + EMETTEUR [WT-001]	
Marque	Laumas
Type de cellule + émetteur	CBL 2500 + V10000 - TLE

Tableau 2-8 : Les caractéristiques de la cellule de charge et l'émetteur [12].

### 2.2.5 Identification de la partie Commande du système

La partie commande est le système qui permet à l'opérateur d'établir un programme qui va traiter les informations liées à l'automatisme. La partie commande reçoit les consignes de l'opérateur et adresse des ordres à la partie opérative, elle joue le rôle d'un "cerveau" du système. Dans notre station, le système comporte :

#### 2.2.5.1 Automate SIEMENS SIMATIC S7-300

Le S7-300 est un automate modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme. Il désigne un produit de la société SIEMENS est synonyme de la nouvelle gamme des automates programmable.

La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 est une brique dans le concept de l'automatisation totale pour la fabrication et la conduite des processus [16].



Figure 2-17 : API S7-300 [16].

### ✓ Structure de l'API S7-300 :

Le SIEMENS S7-300 offrant la gamme des modules suivants :

- Module d'alimentation PS avec 2A.5A ou 10A
- Unité centrale CPU (315-2 PN/DP)
- Module d'extension IM pour configuration de plusieurs lignes du SIMATIC S7-300
- Module des signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques
- Module de fonction FM pour fonctions spéciales (ex : pilotage d'un moteur pas à pas).

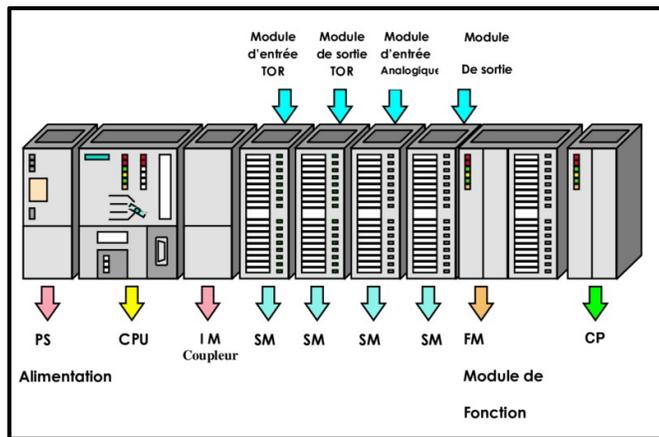


Figure 2-18 : Les modules de l'API S7-300 [16].

### ✓ Caractéristiques d'API S7-300

Les caractéristiques de l'automate API S7-300 sont :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage au différent emplacement.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée [16].

### 2.2.5.2 L'interface Homme-Machine (IHM)

Nous avons choisi le pupitre TP 900 COMFORT de la famille SIEMENS. Ce terminal est entièrement neuf, elle offre des pupitres à commande tactile (touche panels) et à clavier (key panels).



Figure 2-19 : L'interface Homme-Machine (IHM) TP 900 COMFORT [17].

#### ➤ Caractéristiques techniques :

- La technologie de l'écran TFT avec 16 millions de couleurs
- La diagonale de l'écran est de 9 In
- La résolution d'image est de 800x480 Pixel
- La tension d'alimentation 24VDC
- Le courant d'entrée 0.75A
- La puissance active absorbée 18W [17].

## 2.3 Liste des entrées / Sorties

Les interfaces E/S analogiques et numériques sont :

### A- Entrées analogiques

- Sondes de température
- Transducteurs de pression
- Débitmètres
- Sonde de conductivité
- Emetteur de cellule de charge.

### B- Sorties analogiques

- Vannes modulantes
- La pompes centrifuge
- Le variateur.

### C- Entrées numériques

- ON/OFF bouton d'urgence
- ON/OFF bouton de fonctionnement.

### D- Sorties numériques

- Vannes pneumatiques.

## 2.4 Conclusion

Afin de faciliter l'illustration de notre travail et de démontrer le processus de stockage/distribution de EP, nous avons tenu à identifier les différents composants, ainsi que leur fonctionnement de la partie opérative vers la partie commande, en passant par plusieurs composants et différents capteurs/actionneurs.

Afin de donner une image technique qui va permettre l'assimilation de notre travail dans le chapitre suivant.

# **Chapitre 3**

## **Automatisation et supervision de système**

### 3.1 Introduction

Il est à noter qu'au niveau de la station de traitement d'eau purifiée, lors de la distribution finale de cette eau, cette dernière passe par 9 lignes dont chacune a une utilisation spécifique.

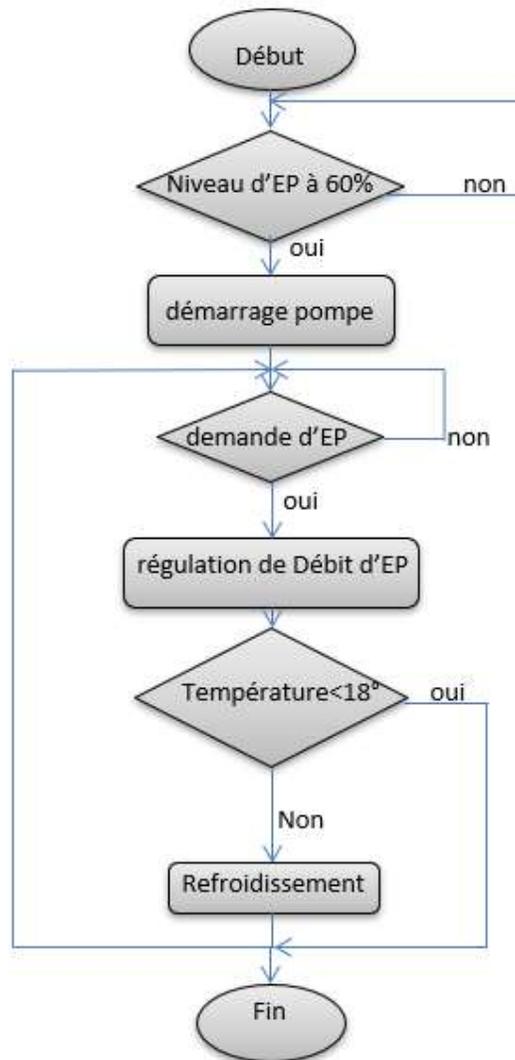
Notre travail s'est focalisé sur l'automatisation de la 10<sup>ème</sup> ligne (nouvellement créée) de distribution d'eau purifiée qui sera destiné à la fabrication d'un nouveau médicament.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la programmation et la simulation de la partie commande du système de stockage et distribution d'Eau Purifiée que nous avons effectuée à l'aide de l'API S7-300.

Pour ce faire, on va écrire un organigramme qui sera traduit en langage Ladder pour pouvoir simuler le processus à l'aide du logiciel TIA Portal.

### 3.2 Fonctionnement du système de stockage et distribution d'Eau Purifiée

Pour bien comprendre le fonctionnement du programme développé pour ce système, nous avons élaboré l'organigramme suivant :



**Figure 3-1 : Organigramme de Fonctionnement du système de stockage et distribution d'EP.**

Au début, le niveau d'EP doit être de 60% de la capacité du réservoir pour permettre le démarrage de la pompe.

Si toute fois il y a une demande en EP de l'un des 9 points d'usage EP, une perturbation du débit aura lieu, obligeant le maintien du débit à un niveau constant par la pompe.

Afin que l'EP puisse être opérationnelle, cette dernière doit être inférieure à 18°C et attend qu'il y ait une nouvelle demande en EP.

### 3.3 Programmation

Nous allons essayer d'exploiter les informations qui ont été déjà abordées dans les chapitres précédents pour automatiser le système de stockage et distribution avec un nouveau point d'usage avec l'automate programmable S7-300, en utilisant le logiciel TIA Portal pour la programmation, et le logiciel PLCSIM et WINCC pour la simulation.

#### 3.3.3 Programmation des blocs

La manipulation du programme principal de notre station de distribution d'EP est subdivisée selon les Quatre types de gestion :

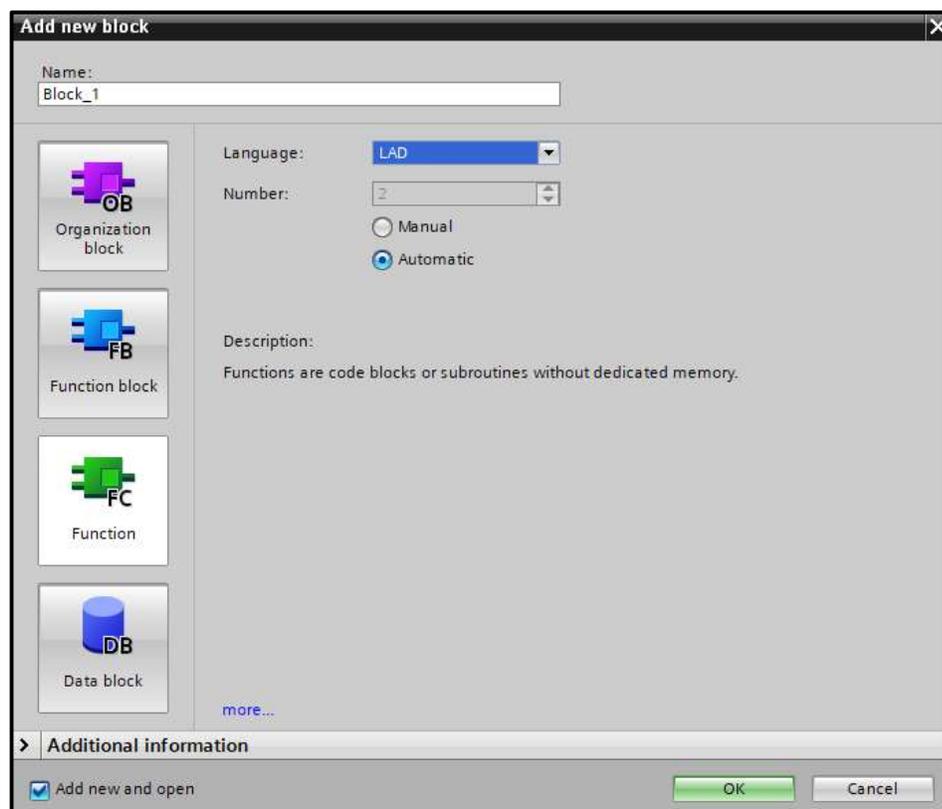


Figure 3-2 : Interface des Block de Programme.

3.3.3.1 Bloc de fonctions (FB)

La programmation de chaque bloc de fonction est réalisée à l'aide de langage contact (LADDER). On peut citer quelques fonctionnalités pour la coordination de la station de distribution d'EP.

- **Température de l'eau purifier :**

On réalise un programme pour la lecture des mesures des capteurs, afin de les convertir en nombre réel de la mesure.

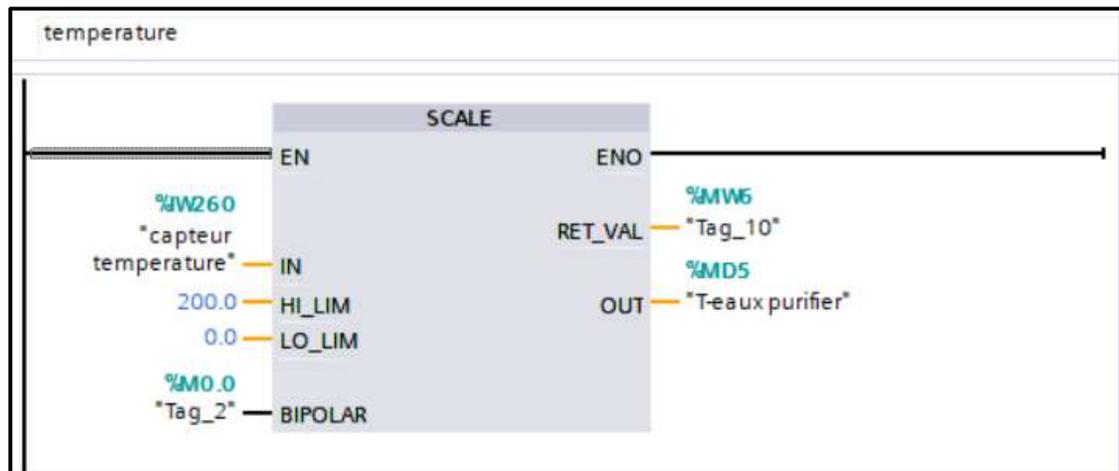


Figure 3-3: Lecture Température d'Eau Purifiée.

On réalise un programme pour la lecture des mesures, afin de faire la conversion du signal 4.20 mA en nombre réel de la mesure.

- **Débit**

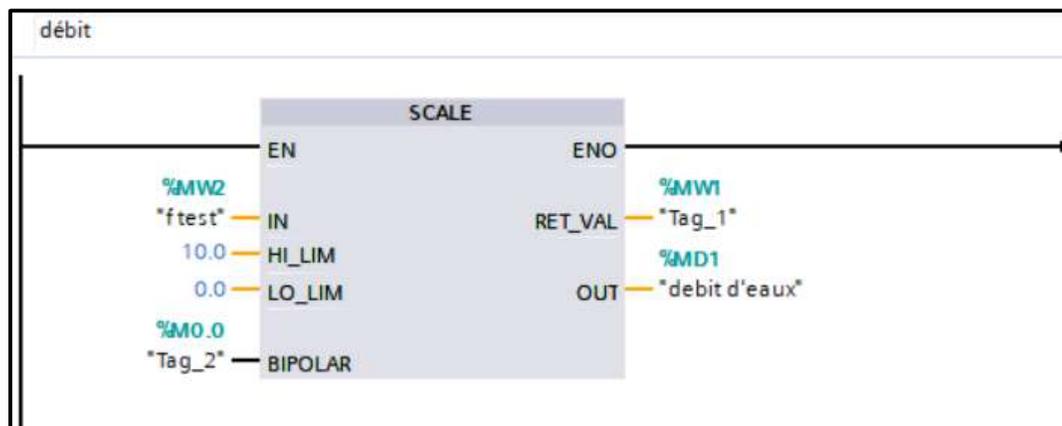


Figure 3-4 : Lecture du débit.

### - Niveau d'EP

Nous avons utilisé les cellules de charge pour connaître le niveau d'eau dans le réservoir vu l'impossibilité d'utilisation d'une sonde de niveau dans notre cas (EP ne doit pas être en contact avec les capteurs).

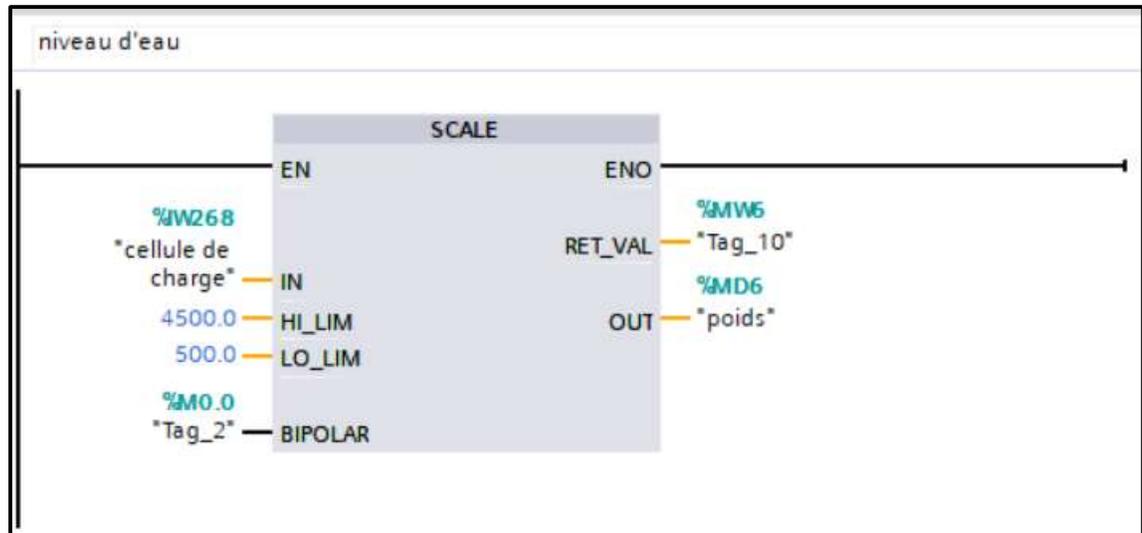


Figure 3-5 : Lecture niveau d'eau.

#### 3.3.3.2 Bloc d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation de l'automate (CPU) et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent les opérations suivantes :

- Traitement cyclique du programme
- Comportement au démarrage de l'automate
- Traitement du programme déclenché par alarme
- Traitement des erreurs.

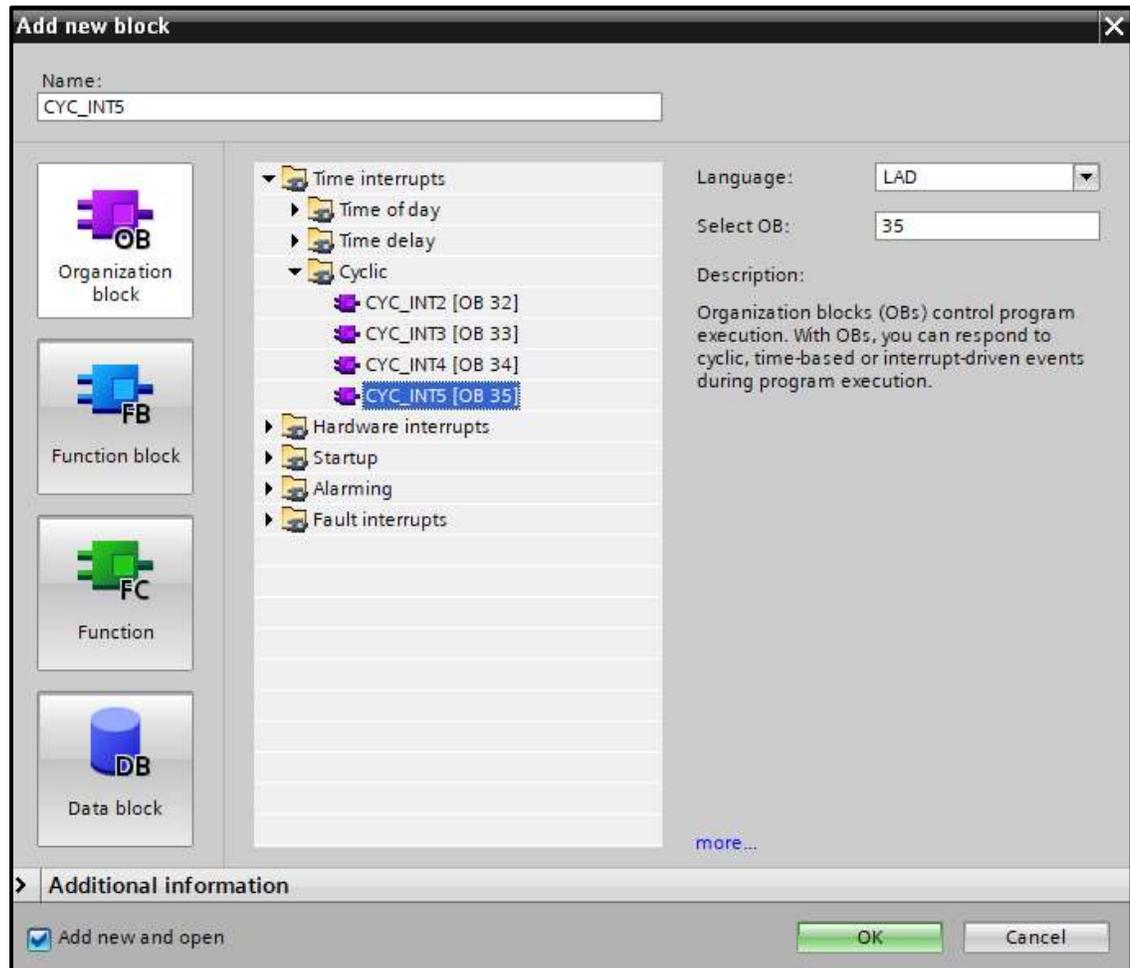


Figure 3-6 : Choix du bloc d'organisation.

- **PID contrôleur**

L'ajout d'un nouveau bloc d'organisation est nécessaire (OB35) qui va gérer le traitement du programme d'une façon cyclique, dans notre cas tous les 100ms, OB1 s'arrête OB35 s'exécute.

Nous allons utiliser un contrôleur continue (FB41-CONT\_C) (Voir annexe C).

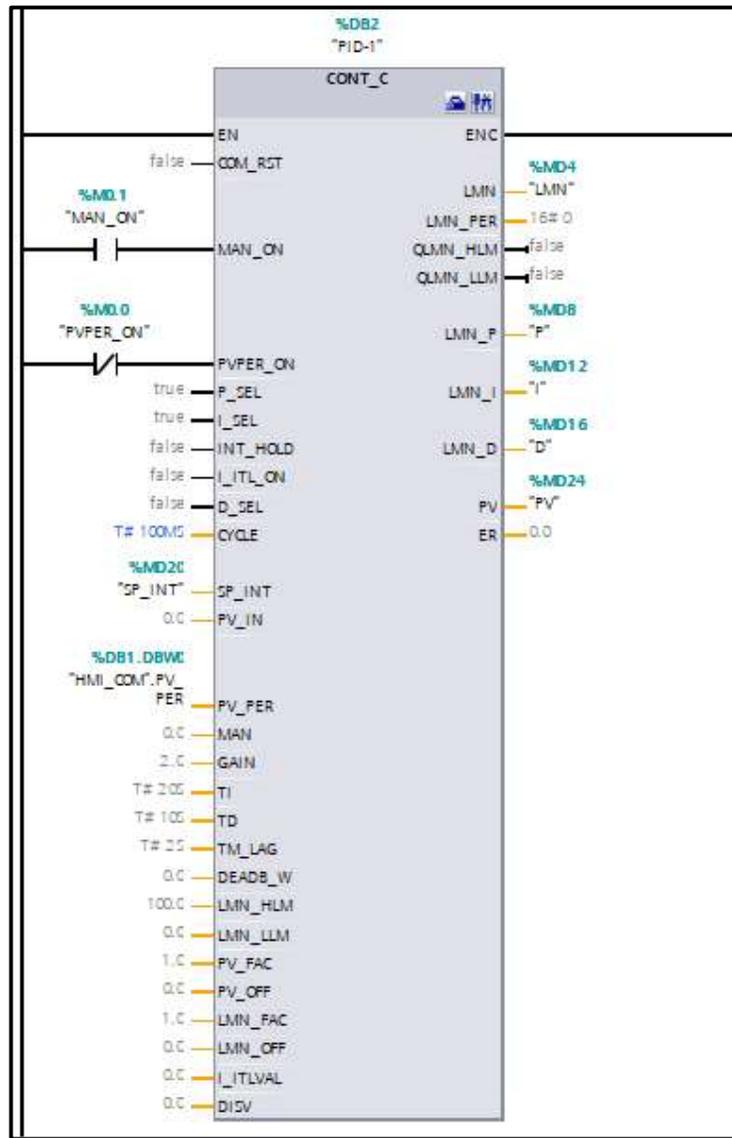


Figure 3-7 : Bloc de contrôleur PID.

### 3.3.3.3 Blocs de données (DB)

Le bloc de données est destiné à l'affectation des différents opérandes, ils sont employés afin de tenir à disposition l'espace mémoire pour les variables de données. Voici ci-dessous un exemple de blocs de données.

	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	PV_PER	Word	0.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	INS-1	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	up	Bool	4.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	down	Bool	4.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure 3-8 : Bloc de données.

### 3.3.3.4 Fonctions (FC)

Une fonction contient un programme qui est toujours exécuté quand un autre bloc de programme appelle cette fonction.

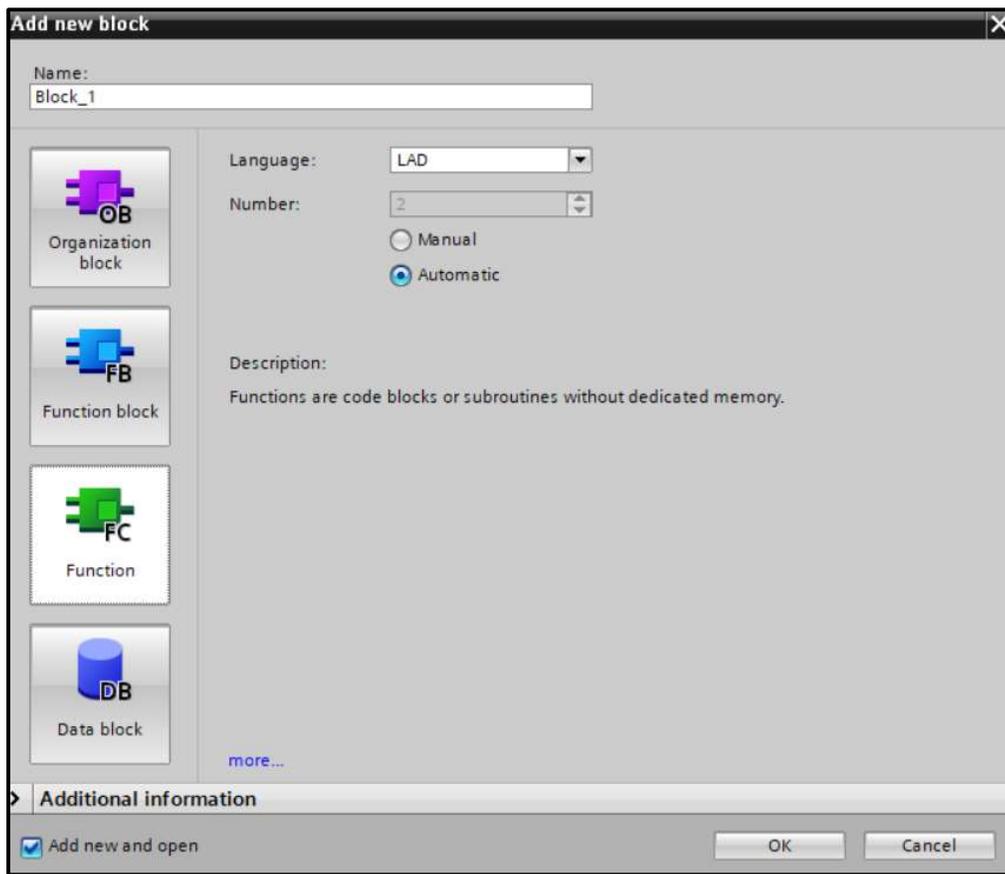


Figure 3-9 : Ajout d'une fonction.

Les fonctions peuvent par exemple servir dans les cas suivants :

- Fonctions mathématiques qui fournissent un résultat en fonction des valeurs d'entrée
- Fonctions technologiques comme les commandes uniques avec combinaisons binaires

Une fonction peut également être appelée plusieurs fois à divers endroits du programme.

**Exemple**

Calcul de tour minute d'un moteur.



Figure 3-10 : Exemple de Fonction.

### 3.4 La supervision

La réalisation de la supervision est faite grâce au logiciel de supervision WinCC intégré dans TIA PORTAL. La gestion de la supervision est débutée par le choix des HMIs (figure3.11), ensuite une création d'un bloc de données pour affecter les différentes variables HMI servant au bon fonctionnement de la commande et surveillance, enfin la conception des différentes vues et blocs d'affichages des HMI répartis devant les équipements de la station dont le but est de visualiser leurs états et contrôler leurs fonctionnements.

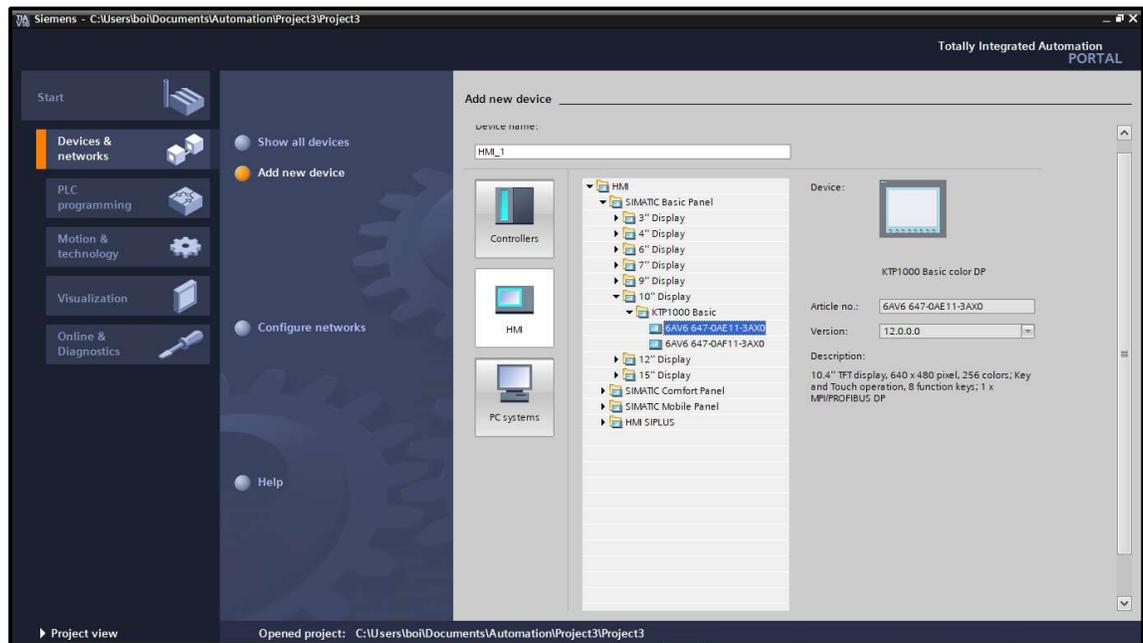


Figure 3-11:Vue IHM TP900 confort.

#### 3.4.3 Répartition des vues et fonctionnalité

Pour réaliser un bon contrôle et une bonne visualisation de la station de pompage d'eau traitée l'opérateur a besoin de comprendre l'ensemble fonctionnel.

## 3.4.3.1 Les vues

- **Synoptique**

Le synoptique est une présentation générale, qui permet de saisir d'un simple coup d'œil un ensemble d'informations liées à notre station (Figure3.12).

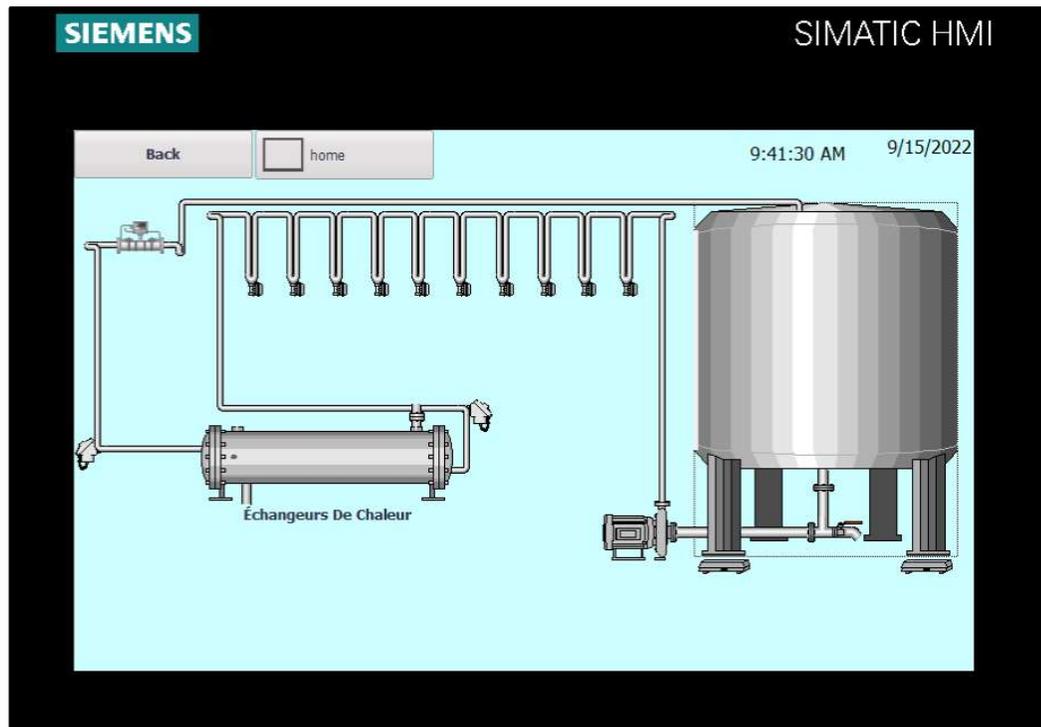


Figure 3-12:Synoptique de la station.

- **Groupe vannes**

Groupe vannes est une présentation des états et la disponibilité des vannes, dans notre cas il nous ait possible d'ouvrir trois vannes à la fois pour que le débit réponde à la norme.

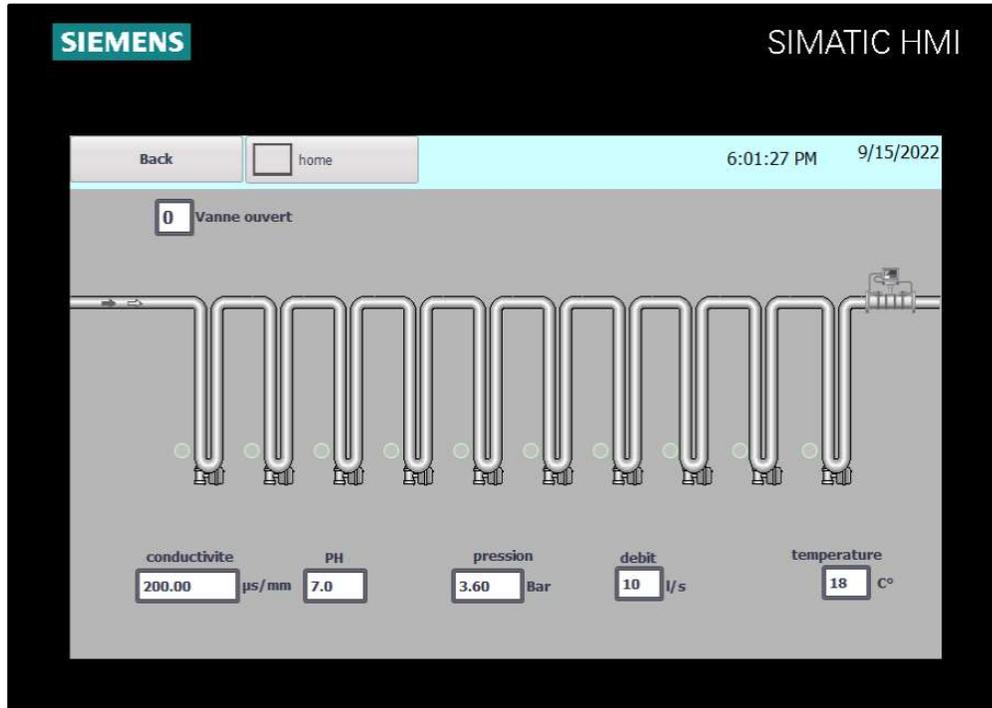


Figure 3-13:Vue groupe vannes.

On peut apprécier l'état des différentes vannes avec les couleurs indiquant l'activité (Blanche = Disponible / Vert = En marche et Orange = Non Accessible car 3 vannes sont déjà en marche).

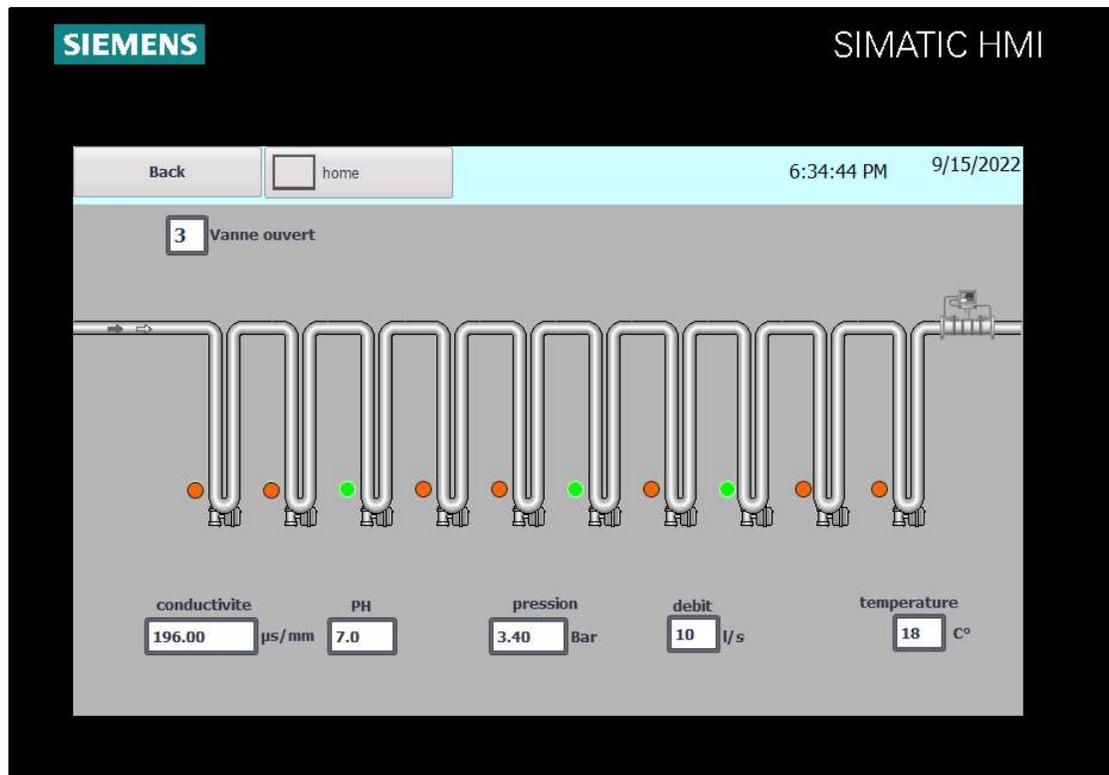


Figure 3-14:Vue groupe vanne en marche.

- Affichages de température

La température doit rester constante par conséquent cette dernière doit être surveillée.

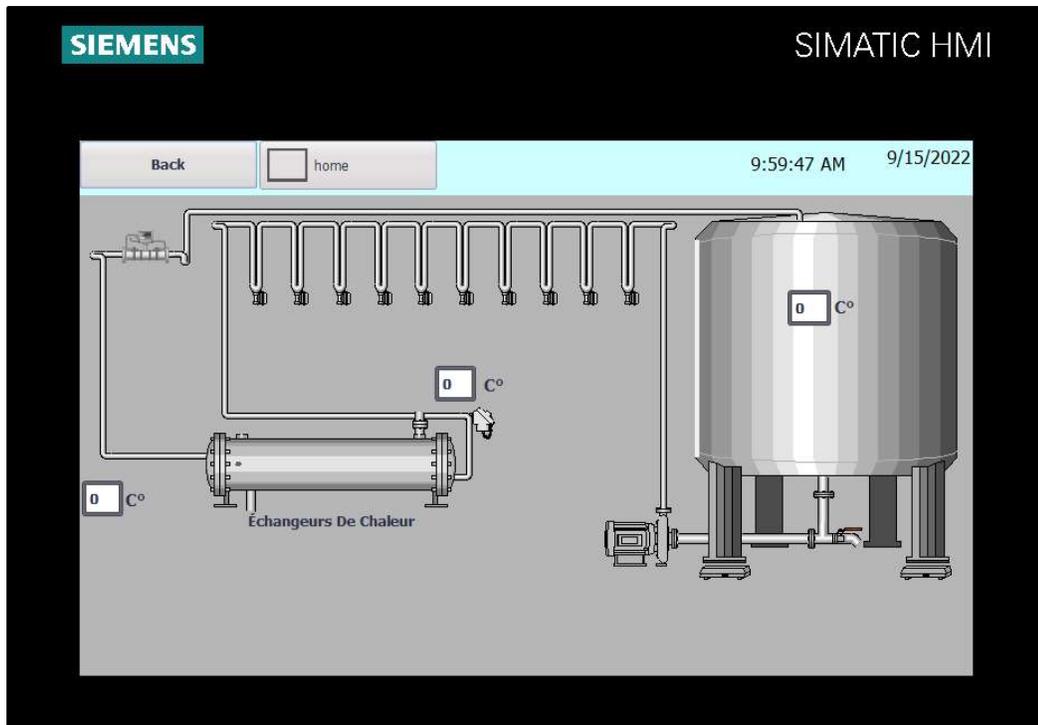


Figure 3-15: Visualisation des températures.

La figure 3.16 ci-dessous donne un exemple de courbes de température au niveau de l'échangeur de chaleur.

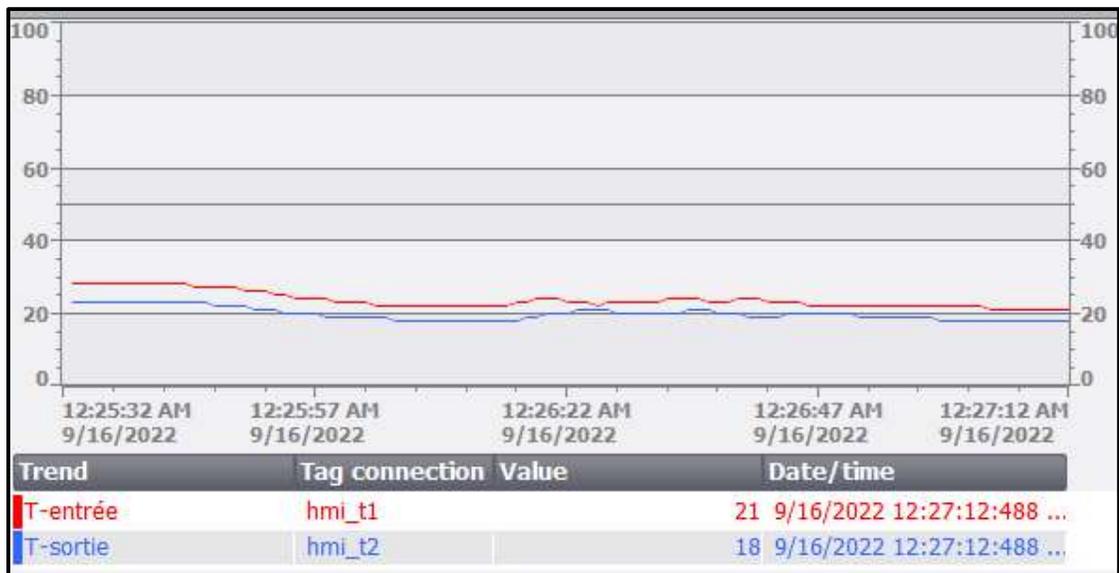


Figure 3-16: Vue des courbes de température d'EP.

- **Affichages de régulation de débit d’EP “ PID”**

Le débit d’EP est maintenu par un contrôleur PID on peut changer les différents paramètres ainsi que visualiser les différentes courbes.

La figure ci-dessous illustre un exemple relatif au débit EP.

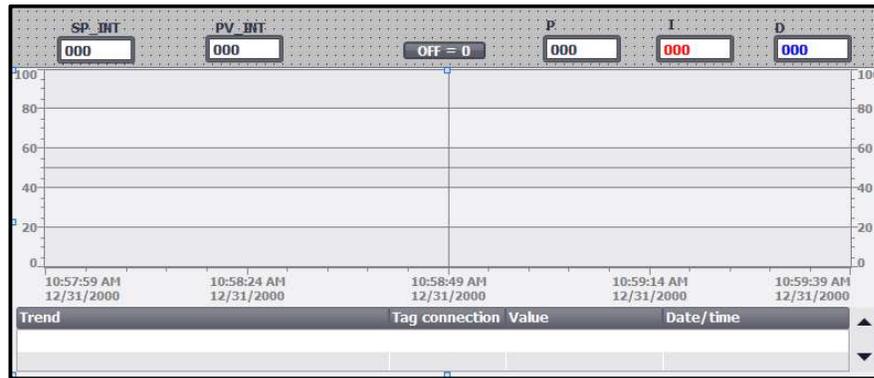


Figure 3-17: Vue de contrôleur PID.

La figure ci-dessous donne un exemple de courbes de débit d’EP avec perturbation.

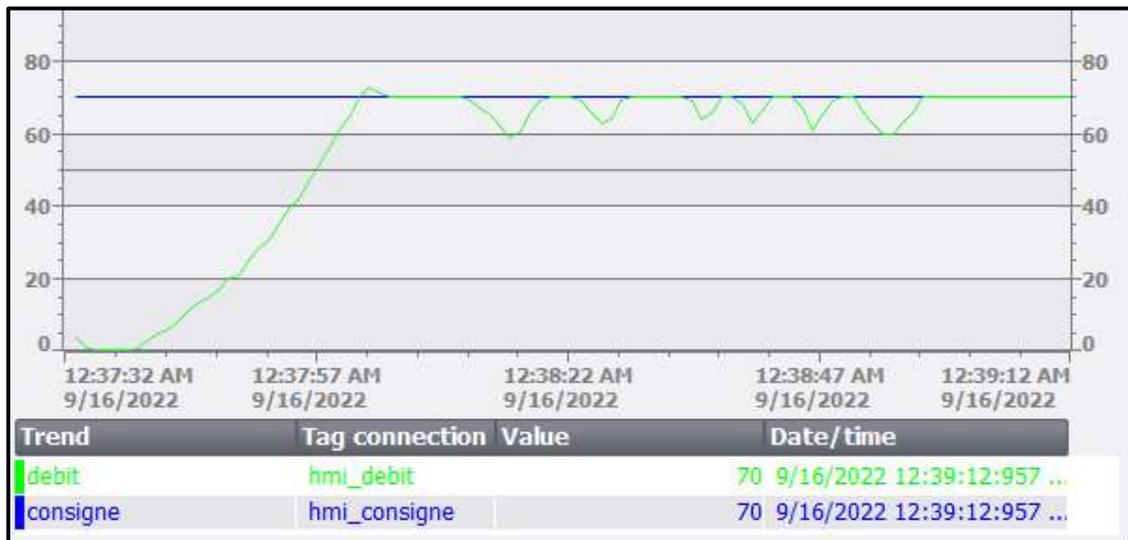


Figure 3-18: Courbe avec perturbation débit.

### **3.5 Conclusion**

Dans ce chapitre nous nous sommes efforcés de réaliser la conception d'un programme pour l'automatisation et la supervision d'un système de distribution d'eau purifiée.

L'objectif principal dans ce chapitre était la réalisation d'un programme pour commander et contrôler par un automate programmable de SIEMENS S7-300 un système de distribution d'eau purifiée, et enfin la supervision du processus à l'aide d'un écran IHM.

# **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Notre projet de fin d'étude porte sur l'étude d'installation, d'automatisation et de supervision du système de stockage et distribution dans une boucle de production d'eau purifiée (EP) dans la station de traitement des eaux pharmaceutique après la rénovation et l'agrandissement au niveau des points d'usage d'eau pharmaceutique.

Nous avons effectué notre stage au sein du site de production de SAIDAL Cherchell sur une période de 2 mois.

Afin de mieux répondre aux besoins de notre travail, nous nous sommes intéressés aux différents volets relatifs aux traitements des eaux pharmaceutiques, types des eaux ainsi que les différentes méthodes et technologies de traitement

En faisant connaissance avec la station de traitement des eaux pharmaceutique au niveau du site de SAIDAL-Cherchell, il nous a été donné de constater que notre plus grande problématique réside dans le fait de recréer un programme automatisé pour le stockage et la distribution sur 10 lignes.

En effet, pour les besoins de SAIDAL pour la fabrication d'un nouveau médicament il nous fallait recréer un nouveau programme automatisé pour le stockage et distribution comportant un nouveau point d'usage.

Il nous a été impératif de répertorier les Entrées et Sorties afin d'entamer la programmation.

Dans un premier temps nous avons élaborer un organigramme illustrant le fonctionnement du système existant de distribution EP.

Par la suite nous nous sommes focalisés sur la programmation proprement dite en utilisant un API S7-300 programmé avec le logiciel TIA PORTAL et testé le logiciel par émulateur PLCsim.

Les tests de la simulation effectuée ont démontré la réussite de la distribution EP sur les dix lignes voulues.

Notre travail au sein de site de production nous a beaucoup appris sur la réalité du travail sur terrain et aux différentes problématiques qui peuvent interférées dans le quotidien d'un automaticien dans la réalisation de ces tâches.

## **CONCLUSION GENERALE**

Pour finir ce modeste travail, et en côtoyant de façon intrinsèque avec l'équipe de SAIDAL-Cherchell nous a permis de beaucoup apprendre sur le secteur de l'automatisation ainsi que l'industrie pharmaceutique et traitement des eaux.

# **Bibliographie**

## Références Bibliographiques

- [1] Le groupe SAIDAL.Nous connaitre. **[en ligne]**.(2021).Disponible sur : <https://www.saidalgroup.dz/category/le-groupe-saidal/>>.
- [2] Sara LOUAAR, Houda HADJADJ. « Procédé de fabrication et contrôle de qualité d'un sirop « SULPUREN® 0,5% » Du groupe pharmaceutique SAIDAL - Constantine1 ». Mémoire de de master : chimie Option. Université de Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 14/07/2021, 88P.
- [3] Wikipédia. Filiales. **[en ligne]**. (modifie le 20 novembre 2021). Disponible sur :<[https://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe\\_Saidal](https://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe_Saidal)>
- [4] Salles propres. Les exigences des différentes pharmacopées en matière d'eau pharmaceutique. **[en ligne]**. Disponible sur : <<http://sallespropres.fr/Archives-article/Fiche/954/Les-exigences-des-differentes-pharmacopees-en-matiere-d-eau-pharmaceutique>>.
- [5] Khiar Chahinez, « ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DES EAUX A USAGE PHARMACEUTIQUE. COMPARAISON AVEC LES EAUX POTABLE ET MINERALE ». UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU,03/07/20.
- [6] De l'étude du contexte à l'emploi de technologies de traitement des eaux adaptées. **[en ligne]**. Disponible sur : <<https://www.a3p.org/de-letude-du-contexte-a-lemploi-de-technologies-de-traitement-des-eaux-adaptees/>>.
- [7] Eaux des établissements de santé lexique pratique. **[en ligne]**. Disponible sur : <<http://greeqs.free.fr/siteeqs/outils/classeur/guides/5-lexique-pratique-eau-sante.pdf>>.
- [8] Schneider Electric, Purification de l'eau pour les procédés pharmaceutiques et biochimiques. **[en ligne]**. Disponible sur : <<https://www.eurotherm.com/fr/life-sciences-cpg-processes-applications-fr/the-water-purification-process/>>.
- [9] Bram-Cor,Osmose Inverse . **[en ligne]**.(2022) Disponible sur : <<https://www.bram-cor.com/fr/fr-applications-industrielles/fr-systemes-de-traitement-de-eau-pharmaceutique/fr-cros-systeme-osmose-inverse>>.
- [10] Traitement et conditionnement des eaux industrielles. **[en ligne]**. Disponible sur : <<https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/traitement-et-conditionnement-des-eaux-industrielles/eaux-de-fabrication/eaux-ultrapures-pour-les-ind>>.

- [11] L' eau dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique . [en ligne]. Disponible sur :<[https://international-bwt.fr/IMG/pdf/l\\_eau\\_dans\\_l\\_industrie\\_pharma.pdf](https://international-bwt.fr/IMG/pdf/l_eau_dans_l_industrie_pharma.pdf)>.
- [12] Documentation interne SAIDAL BRAM-COR.
- [13] Control valve type Z3. [en ligne].Disponible sur : <<https://www.helyon.com/en/control-valve-type-z3/>>.
- [14] T-VALVE ZERO DEAD LEG SED DIAPHRAGM VALVE. [en ligne].Disponible sur : <https://www.romynox.nl/en/pharma-en/diaphragm-valves/diaphragm-valves-sed/diaphragm-valve-t-valve-zdl-detail>;
- [15] Le régulateur de pression proportionnel, [en ligne]. Disponible sur : [https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/11\\_pression\\_prop](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/11_pression_prop);
- [16]<https://siemenssimatic.com/Post/1048?fbclid=IwAR1V5HLGYTTvvJt2orxqNkyrAdkkpXZdUye7Uv0MSHYOpkSakKPY9jqjB9I>
- [17] Siemens, RFID-technique de capturé, [en ligne]. Disponible sur : <[https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/rfid/sce-102-101-rfid-sensor-rf210r-io-link-et200sp-s7-1500-r1901-fr.pdf?fbclid=IwAR3ZITanrVJ2ViYAO\\_0EtmIQYm4GE3b\\_5-ApeG5zj0su8fbMZI28FCQTaRw](https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/rfid/sce-102-101-rfid-sensor-rf210r-io-link-et200sp-s7-1500-r1901-fr.pdf?fbclid=IwAR3ZITanrVJ2ViYAO_0EtmIQYm4GE3b_5-ApeG5zj0su8fbMZI28FCQTaRw)>.

# **Annexes**

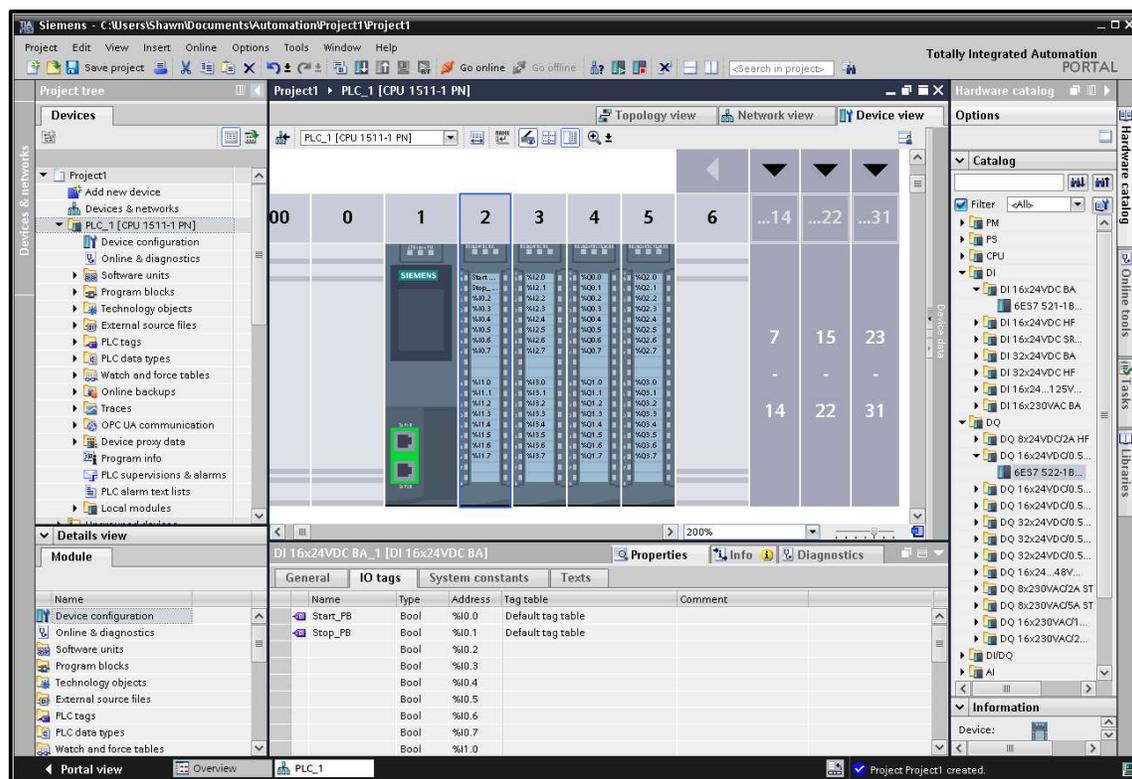
# Annexes

## Annexe A

### Logiciel de programmation et de simulation

- **Logiciel TIA (Totally Integrated Automation) Portal**

Le logiciel TIA PORTAL que nous avons utilisé apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes tiers. Avec ses six principaux caractéristiques systèmes (ingénierie, communication, diagnostic, sécurité des données, sécurité des personnes et des machines), il offre des solutions complètes pour chaque segment d'automatisation sur la base d'une gamme de produits complète.



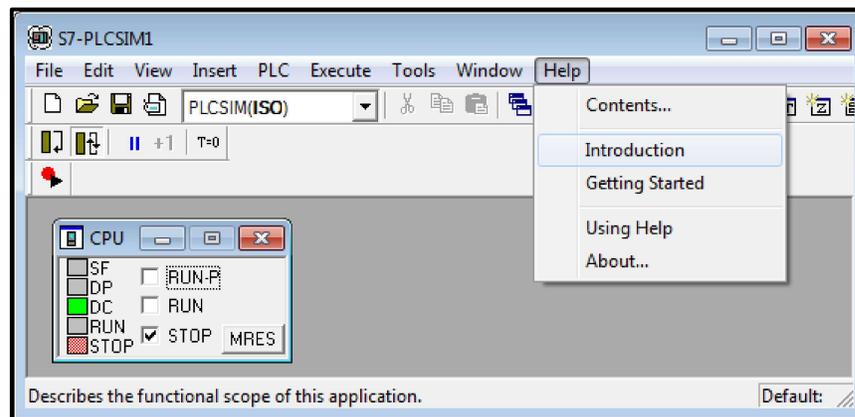
- **Win CC**

SIMATIC WinCC est un système de supervision de processus modulable qui offre des fonctions performantes de surveillance d'automatismes. WinCC offre des fonctionnalités SCADA complètes sous Windows pour tous les secteurs depuis la configuration monoposte jusqu'aux configurations multipostes distribuées avec serveurs redondants et solutions multi sites avec clients Web.

- **PLCsim**

Le logiciel de simulation d'automate S7-PLCSIM, intégré dans l'atelier logiciel STEP 7 Professional, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM associé à l'atelier logiciel STEP 7 permet de réduire, de manière significative, les temps de mise en service de vos installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automates.



## ANNEXE B

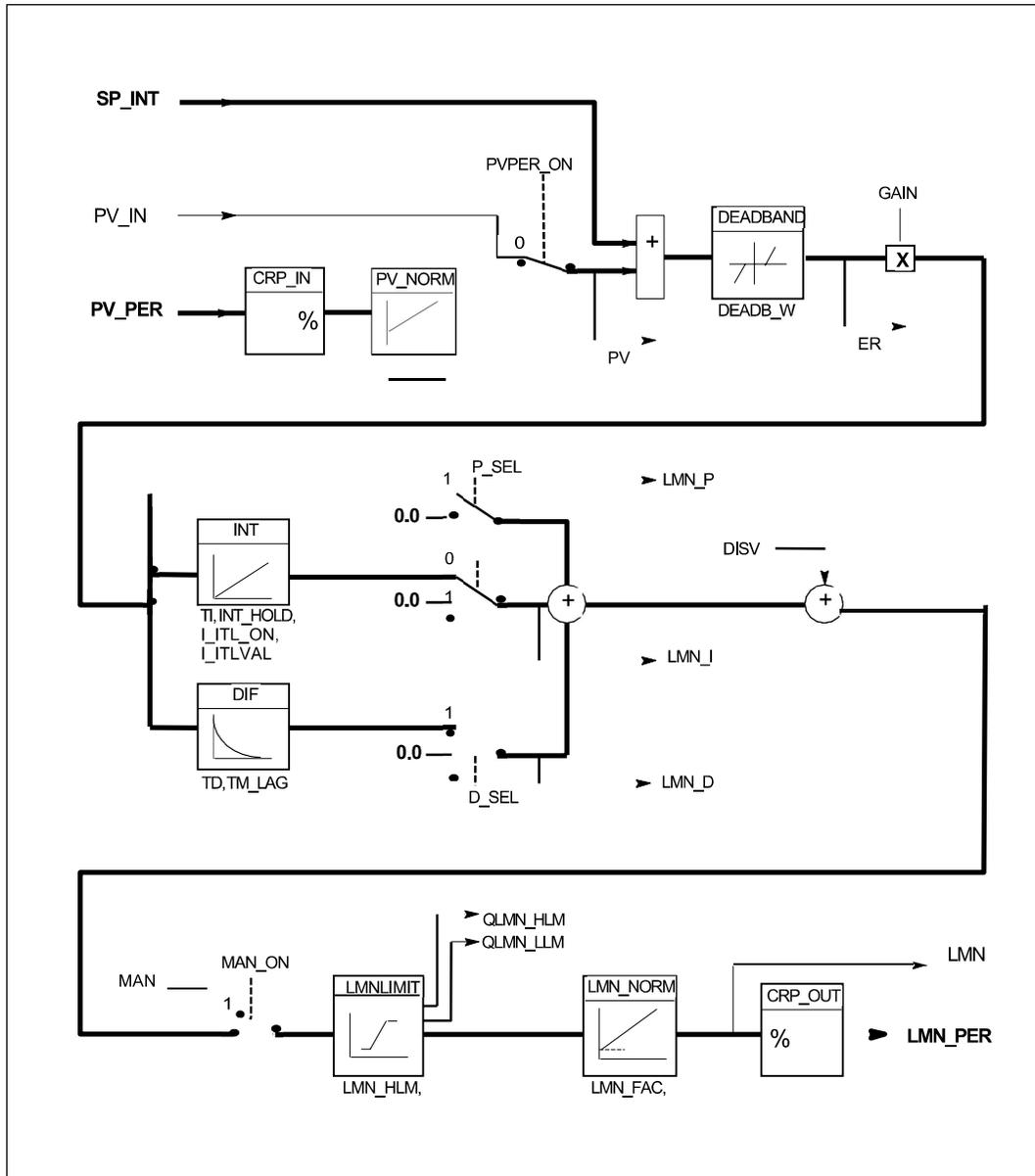


Variateur de fréquence Mitsubishi F700

## Annexes

Attribut	Valeur
Gamme de puissance	11 kW
Phase	3
Tension d'alimentation	400 V c.a.
Courant	25 A
Fréquence de sortie	0.5 → 400Hz
Série	FR-F740
Indice IP	IP20
Type de communication Fieldbus	Profibus, Profinet
Filtre inclus	Oui
Largeur hors tout	220mm
Longueur hors tout	260mm
Profondeur hors tout	170mm

# Annexe C



Block Diagram of CONT\_C

Tableau 3-1 Paramètres d'entrée (INPUT) pour FB 41 « CONT\_C »

Paramètre	Type de données	Plage de valeurs	Faire défaut	Description
COM_RST	BOOL		FAUX	<b>REDÉMARRAGE COMPLET</b> Le bloc a une routine de redémarrage complète qui est traitée lorsque l'entrée « redémarrage complet » est définie.
MAN_ON	BOOL		VRAI	<b>VALEUR MANUELLE « ON »</b> Si l'entrée « valeur manuelle activée » est définie, la boucle de contrôle est interrompue. Une valeur manuelle est définie comme valeur manipulée.
PVPER_ON	BOOL		FAUX	<b>PÉRIPHÉRIQUE VARIABLE DE PROCESSUS ACTIVÉ</b> Si la variable de processus est lue à partir des E/S, la PV_PER d'entrée doit être connectée aux E/S et l'entrée « périphérique de variable de processus activé » doit être définie.
P_SEL	BOOL		VRAI	<b>ACTION PROPORTIONNELLE « ON »</b> Les actions PID peuvent être activées ou désactivées individuellement dans l'algorithme PID. L'action P est activée lorsque l'entrée « action proportionnelle sur » est définie.
I_SEL	BOOL		VRAI	<b>ACTION INTÉGRALE « ON »</b> Les actions PID peuvent être activées ou désactivées individuellement dans l'algorithme PID. L'action I est activée lorsque l'entrée « action intégrale sur » est définie.
INT_HOLD	BOOL		FAUX	<b>MAINTIEN INTÉGRAL DE L'ACTION</b> La sortie de l'intégrateur peut être « gelée » en réglant l'entrée « integral action holdup ».
I_ITL_ON	BOOL		FAUX	<b>INITIALISATION DE L'ACTION INTÉGRALE</b> La sortie de l'intégrateur peut être connectée à l'entrée I_ITL_VAL en définissant l'entrée « initialisation de l'action intégrale sur ».
D_SEL	BOOL		FAUX	<b>ACTION DÉRIVÉE SUR</b> Les actions PID peuvent être activées ou désactivées individuellement dans l'algorithme PID. L'action D est activée lorsque l'entrée « action dérivée sur » est définie.
CYCLE	HEUR E	$\geq 1$ ms	T#1	<b>TEMPS D'ÉCHANTILLONNAGE</b> Le temps entre les appels de bloc doit être constant. L'entrée « temps d'échantillonnage » spécifie le temps entre les appels de bloc.
SP_INT	RÉEL	-100.0...100.0 (%) ou phys. valeur 1)	0.0	<b>POINT DE CONSIGNE INTERNE</b> L'entrée « point de consigne interne » est utilisée pour spécifier un point de consigne.
PV_IN	RÉEL	-100.0...100.0 (%) ou phys. valeur 1)	0.0	<b>VARIABLE DE PROCESSUS DANS</b> Une valeur d'initialisation peut être définie à l'entrée « variable de processus dans » ou une variable de processus externe au format à virgule flottante peut être connectée.

PV_PER	MOT		L#16#00 00	PÉRIPHÉRIQUE VARIABLE DE PROCESSUS La variable de processus au format E/S est connectée au contrôleur à l'entrée « périphérique variable de processus ».
--------	-----	--	---------------	---

Tableau 3-1 Paramètres d'entrée (INPUT) pour FB 41 « CONT\_C », suite

Paramètre	Type de données	Plage de valeurs	Faire défaut	Description
Un	RÉEL	-100.0...100.0 (%) ou phys. valeur 2)	0.0	VALEUR MANUELLE L'entrée « valeur manuelle » est utilisée pour définir une valeur manuelle à l'aide des fonctions de l'interface opérateur.
GAGNER	RÉEL		2.0	GAIN PROPORTIONNEL L'entrée « valeur proportionnelle » spécifie le gain du contrôleur.
Ti	HEURE	>= CYCLE	T#20s	HEURE DE RÉINITIALISATION L'entrée « temps de réinitialisation » détermine la réponse temporelle de l'intégrateur.
Td	HEURE	>= CYCLE	T#10s	TEMPS DÉRIVÉ L'entrée « temps dérivé » détermine la réponse temporelle de l'unité dérivée.
TM_LAG	HEURE	>= CYCLE/2	T#2	DÉCALAGE TEMPOREL DE L'ACTION DÉRIVÉE L'algorithme de l'action D inclut un décalage temporel qui peut être attribué à l'entrée « décalage temporel de l'action dérivée ».
DEADB_W	RÉEL	>= 0,0 (%) ou phys. valeur 1)	0.0	LARGEUR DE BANDE MORTE Une bande morte est appliquée à l'erreur. L'entrée " largeur de bande morte » détermine la taille de la bande morte.
LMN_HLM	RÉEL	LMN_LLM ... 100,0 (%) Ou phys. valeur 2)	100.0	VALEUR MANIPULÉE LIMITE ÉLEVÉE La valeur manipulée est toujours limitée par une limite supérieure et inférieure. L'entrée « valeur manipulée limite haute » spécifie la limite supérieure.
LMN_LLM	RÉEL	-100.0... LMN_HLM (%) Ou phys. valeur 2)	0.0	VALEUR MANIPULÉE LIMITE BASSE La valeur manipulée est toujours limitée par une limite supérieure et inférieure. L'entrée « valeur manipulée limite basse » spécifie la limite inférieure.
PV_FAC	RÉEL		1.0	FACTEUR VARIABLE DE PROCESSUS L'entrée « facteur variable de processus » est multipliée par la variable de processus. L'entrée est utilisée pour adapter la

				plage de variables du processus.
PV_OFF	RÉEL		0.0	DÉCALAGE VARIABLE DE PROCESSUS L'entrée « décalage de la variable de processus » est ajoutée à la variable de processus. L'entrée est utilisée pour adapter la plage de variables du processus.
LMN_FAC	RÉEL		1.0	FACTEUR DE VALEUR MANIPULÉ L'entrée « facteur de valeur manipulée » est multipliée par la valeur manipulée. L'entrée est utilisée pour adapter la plage de valeurs manipulée.
LMN_OFF	RÉEL		0.0	DÉCALAGE DE VALEUR MANIPULÉ Le « décalage de valeur manipulée » est ajouté à la valeur manipulée. L'entrée est utilisée pour adapter la plage de valeurs manipulée.