

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira de Bejaïa  
Faculté de Technologie  
Département ATE



# Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electronique

**Spécialité : Automatique**

Thème

---

**Etude, automatisation et supervision d'un système de désinfection  
par une production d'ozone électrolytique dans une boucle de  
distribution d'eau purifiée**

**Sarl POLYZI / GEO-PHARM**

---

Réalisé par :



Mr. MOKRANE A/Aziz



Mr. OUACHEK Mahmoud

Devant le jury composé de :

Président :	Mr TAFININE Farid
Examinatrice :	Mme BELLAHSENE Nora
Encadrant :	Mr LEHOUCHE Hocine
Co-encadrant:	Mr ABDELLI Khellaf

**Promotion 2015**

# *Remerciement*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères, tout d'abord au « BON DIEU » pour le courage, la patience et la santé qu'il nous a offerts tout au long de nos études.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos promoteurs Mr: **LEHOUCHE Hocine**, et Mr: **ABDELLI Khellaf** pour avoir acceptés de diriger ce travail. Nous leur témoignons toute notre reconnaissance pour leurs conseils, leurs orientations et leur patience.*

*Nous exprimons notre gratitude à Mr: **CHERRAK Attif**, Directeur Général de la société **GEOPHARM**, pour sa disponibilité, son aide, et d'avoir mis toute la documentation nécessaire, à notre disposition. Ainsi que tous le personnel de la direction technique de sarl **POLYSI** en particulier : **Halim** et **Nour-eddine**.*

*Nos vifs remerciements aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

## DÉDICACES

*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 Ma très chère mère on mon cher Père 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 ma petite sœur SOFIA à qui je souhaite beaucoup de courage pour ses études, ma grand-mère, ainsi que toute ma grande famille.*

*À mon cher Ami et binôme Mahmoud, 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 amies qui sont toujours là près de moi, mes camarades, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*M. A/Aziz*

## DÉDICACES

*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, Lamine, Karim, Manel, mes grands parents, ainsi que toute ma grande familles.*

*À mon cher Ami et binôme A/Aziz, 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.*

*O. Mahmoud*

## Liste des Abréviations

---

**AI:** Analog Input

**AO:** Analog Output

**ALARME :** Désigne l'apparition d'un évènement anormal qui provoque seulement l'apparition d'un message sur la supervision et n'a aucun effet sur le fonctionnement de l'installation."

**API :** Automate programmable industriel

**AR :** Arrêt

**AU :** Arrêt d'urgence

**BP :** Bouton poussoir

**CONT :** Contact

**CPU :** Central Processing Unit

**Cde :** Commande

**Dde :** Demande

**DB :** Bloc de données

**DEFAULT :** Désigne l'apparition d'un évènement anormal qui provoque une action (repli, arrêt, etc....) sur l'installation.

**DI:** Digital Input

**DO:** Digital Output

**EPU :** Eau purifiée

**EPPI :** Eau Pour Préparation Injectable

**E/S :** Entrées/sorties

**EV :** Électrovanne

**EEPROM:** Electrically-Erasable Programmable Read Only Memory

**EPROM:** Erasable Programmable Read Only Memory

**FB :** Bloc Fonctionnel

**FBD :** Function Block Diagram

**FC :** Fonction

## Liste des Abréviations

---

**GRAFCET** : Graphe Fonctionnel de Commandes Etapes Transitions

**GTC** : Gestion Technique Centralisée

**IHM** : Interface Homme Machine

**LD**: Ladder Diagramme

**LED**: Light-emitting diode

**LIST**: Liste

**LOG** : Logigramme

**MA** : Marche

**MPI** : Multipoint Interface

**OB** : Bloc d'organisation

**P** : Pompe

**PD** : Pompe doseuse

**PC** : Partie Commande

**PO** : Partie Opérative

**Producteur** : Osmoseur

**RAZ**: Remise à zéro

**RAM**: Random Access Memory

**SFB** : Bloc fonctionnel système

**SFC** : Fonction système

**ST** : Texte Structuré

**TOR** : Tout ou rien

**VA** : Vanne automatique

**WinCC** : Windows Contrôle Center

# Liste des Figures

---

## CHAPITRE I : Description de la Station de Traitement des Eaux

Figure1.1 : Plan de Chainage de l'Installation .....	5
Figure1.2 : Visualisation de la Page Prétraitement .....	6
Figure1.3 : filtre PERMO FLASH .....	7
Figure1.4 : Adoucisseurs PERMO/A5X .....	8
Figure1.5 : Visualisation de la Page Producteur .....	9
Figure1.6 : Osmoseur .....	10
Figure1.7 : Visualisation de la Boucle EPU.....	11
Figure1.8 : Générateur d'Ozone.....	13
Figure1.9 : Analyseur d'Ozone .....	14
Figure1.10 : Vue Générale de la boucle d'eau purifiée EPU .....	15
Figure1.11 : Visualisation de la Boucle EPPI.....	17
Figure1.12 : Capteur de Pression Cerabar M utilisé dans la boucle EPU .....	19
Figure1.13 : Capteur de niveau Le Liquiphant M utilisé dans la boucle EPU.....	20
Figure1.14 : Capteur de température de Thermophant® utilisé dans la boucle EPU .....	20
Figure1.15 : Capteur d'Ozone (Capteur électrochimique).....	21
Figure1.16 : Pompe Centrifuge .....	22
Figure1.17 : Pompe Doseuse DDA .....	22
Figure1.18 : Exemple d'installation d'une Pompe doseuse .....	23
Figure1.19 : Vanne Pneumatique 02 Voies.....	23
Figure1.20 : Vanne Pneumatique 03 voie.....	24

## CHAPITRE II: Automatisation et Supervision à Base des API

Figure2.1 : Structure d'un Système Automatisé.....	27
Figure2.2 : Automate Programmable Industrielle.....	28
Figure2.3 : API (type compact).....	29
Figure2.4 : API d'un type modulaire .....	29
Figure2.5 : Structure interne d'un API.....	30
Figure2.6 : Cycle d'un API .....	33

## Liste des Figures

---

Figure2.7 : GRAFCET (SFC). .....	35
Figure2.8 : Schéma par blocs ou FB. ....	35
Figure2.9 : Exemple de Gestion de bloc générateur Ozone sous langage à contact. ....	36
Figure2.10 : Exemple de Gestion de bloc générateur Ozone sous langage List .....	37
Figure2.11 : Exemple de langage structuré.....	37
Figure2.12 : Vu d'ensemble du logiciel. ....	38
Figure2.13 : Architecture d'un Réseau de Supervision.....	40
Figure2.14 : L'interface Homme/Machine dans un processus automatisé. ....	41
Figure2.15 : Vue d'Ensemble du Logiciel WINCC Flexible.....	42

### CHAPITRE III: Programmation et Simulation du Procédé

Figure3.1 : Vue de l'Automate S7-314-1AG14-0AB0 .....	44
Figure3.2 : Raccordement électrique de l'ozoneur. ....	46
Figure3.3 : GRAFCET de fonctionnement de l'ozonation .....	47
Figure3.4 : Sélection de type de CPU .....	48
Figure3.5 : Insertion du Bloc Organisationnel et Type de Langage de Programmation.....	49
Figure3.6 : Configuration Matérielle HW Config.....	50
Figure3.7 : Editeur des Mnémoniques .....	50
Figure3.8 : Structure de Programme .....	52
Figure3.9 : Création du bloc FC10.....	53
Figure3.10 : Appellation de la fonction .....	53
Figure3.11 : Insertion du bloc de transfert et affectation des entrées .....	54
Figure3.12 : Affectation des sorties .....	54
Figure3.13 : Réseau de la gestion de la mesure d'analyseur d'ozone AE615 .....	55
Figure3.14 : Bloc de Donner DB100 'Analogique' .....	55
Figure3.15 : Réseau de la gestion du bloc générateur d'ozone .....	56
Figure3.16 : Création de liaison .....	57
Figure3.17 : Table des variables .....	58
Figure3.18 : Création d'Analyseur d'Ozone sur Wincc flexible .....	59
Figure3.19 : Création de la vanne verticale sur Wincc flexible .....	59
Figure3.20 : Visualisation des alarmes sur generateur d'ozone.....	60

## Liste des Figures

---

Figure3.21 : Le simulateur des programmes PLCSIM .....	61
Figure3.22 : Visualisation de la simulation du bloc FC10.....	62
Figure3.23 : visualisation de la simulation du bloc FC17 sur site .....	62
Figure3.24 : Vue final de la boucle EPU l'Ozoneur activé.....	65

## Liste des Tableaux

---

Tableau3.1 : LED de visualisation d'état et de défaut .....	44
Tableau3.2 : Positions du commutateur de fonctionnement du mode de fonctionnement .....	45
Tableau3.3: Module E/S Analogique et TOR .....	49

# Sommaire

---

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

## CHAPITRE I : Description de la Station de Traitement des Eaux

I.1. Introduction .....	2
I.2. Présentation de l'Entreprise d'Accueil POLYZI .....	2
I.3. Présentation de l'Entreprise Cliente GEOPHARM .....	3
I.4. Chainage de l'Installation.....	4
I.5. Description Fonctionnelle de la Station .....	6
I.5.1. Descriptif Général des Etapes de Prétraitement .....	6
1. Poste de Reprise Surpression .....	6
2. Pré-filtration .....	7
3. Refroidissement (E041) .....	7
4. Pré-filtration / Adoucissement Eau Brute .....	7
5. Poste de Microfiltration et Dechloration .....	8
6. Contrôle de la Dureté / Taux de Chlore de L'eau Adoucie .....	8
I.5.2. Descriptif Général des Etapes de Producteur .....	9
1. Dosage Soude / Alcanisation (PD202) .....	9
2. Producteur Biosmose (Osmoseur) .....	9
3. Poste de Désinfection .....	10
I.5.3. Descriptif Général des Etapes Boucle EPU.....	11
1. Cuve de Stockage (T300) :.....	11
2. Pompe de Distribution EPU .....	12
3. Refroidissement (EC410) .....	12
4. Générateur d'Ozone .....	12
5. Analyseur d'Ozone .....	13
6. Générateur UV .....	15
7. Ozonation Continue .....	15
8. Désinfection choc de la Boucle EPU .....	16
9. Instrumentation Retour de Boucle EPU.....	17
10. Fonctionnement des Points de Puisage .....	17

# Sommaire

---

I.5.4. Descriptif Général des Etapes Boucle EPPI .....	17
1. Pompe de Distribution EPPI .....	18
2. Echangeur Chaud (EC778) .....	18
3. Echangeur Froid (EC710) .....	18
4. Désinfection Thermique .....	18
I.6. Description des Capteurs et Actionneurs du Système .....	19
I.6.1. Capteurs .....	19
1. Capteur de pression .....	19
2. Capteur de niveau .....	19
3. Capteur de température .....	20
4. Capteur électrochimique (Capteur d'Ozone) .....	21
I.6.2. Actionneurs .....	22
1. Pompe Centrifuge .....	22
2. Pompe Doseuse .....	22
3. Vanne pneumatique .....	23
I.7. Conclusion .....	24

## CHAPITRE II: Automatisation et Supervision à Base des API

II.1. Introduction .....	25
II.2. Structure d'un Automatisation .....	26
II.2.1. Analyse de la Partie Opérative (PO).....	26
II.2.2. Analyse de la Partie Commande (PC) .....	26
II.2.3. Analyse de la Partie Dialogue .....	27
II.3. Automate Programmable Industriel (API).....	27
II.3.1. Définition .....	28
II.3.2. Structure D'un API .....	29
II.3.2.1. Aspect Extérieur .....	29
II.3.2.2. Structure Interne .....	30
1. L'Unité Centrale .....	30
2. Les Cartes Entrées/Sorties (les Interfaces) .....	31
3. Le Bloc d'Alimentation .....	31

# Sommaire

---

4. Bus .....	32
II.3.3. Cycle d'un API .....	32
II.3.4. Critères de choix d'un Automate .....	33
II.4. Programmation Des API.....	34
II.4.1. Langages de Programmation .....	34
II.4.1.1. Langages Graphiques .....	34
1. GRAFCET ou SFC .....	34
2. Schéma par blocs ou FBD .....	35
3. Langage à Contacts ou LD (Ladder diagram) .....	35
II.4.1.2. Langages Textuels .....	36
4. Liste d'instructions ou IL .....	36
5. Texte structuré ou ST .....	37
II.4.2. Description du logiciel STEP 7 .....	38
II.5. La Supervision .....	39
II.5.1. Définitions .....	39
II.5.2. Fonctions de la Supervision.....	39
II.5.3. Architecture d'un Réseau de Supervision .....	40
II.5.4. Interface homme/machine (IHM) .....	40
II.5.5. Description du Logiciel WINCC Flexible .....	41
II.6. Conclusion .....	42

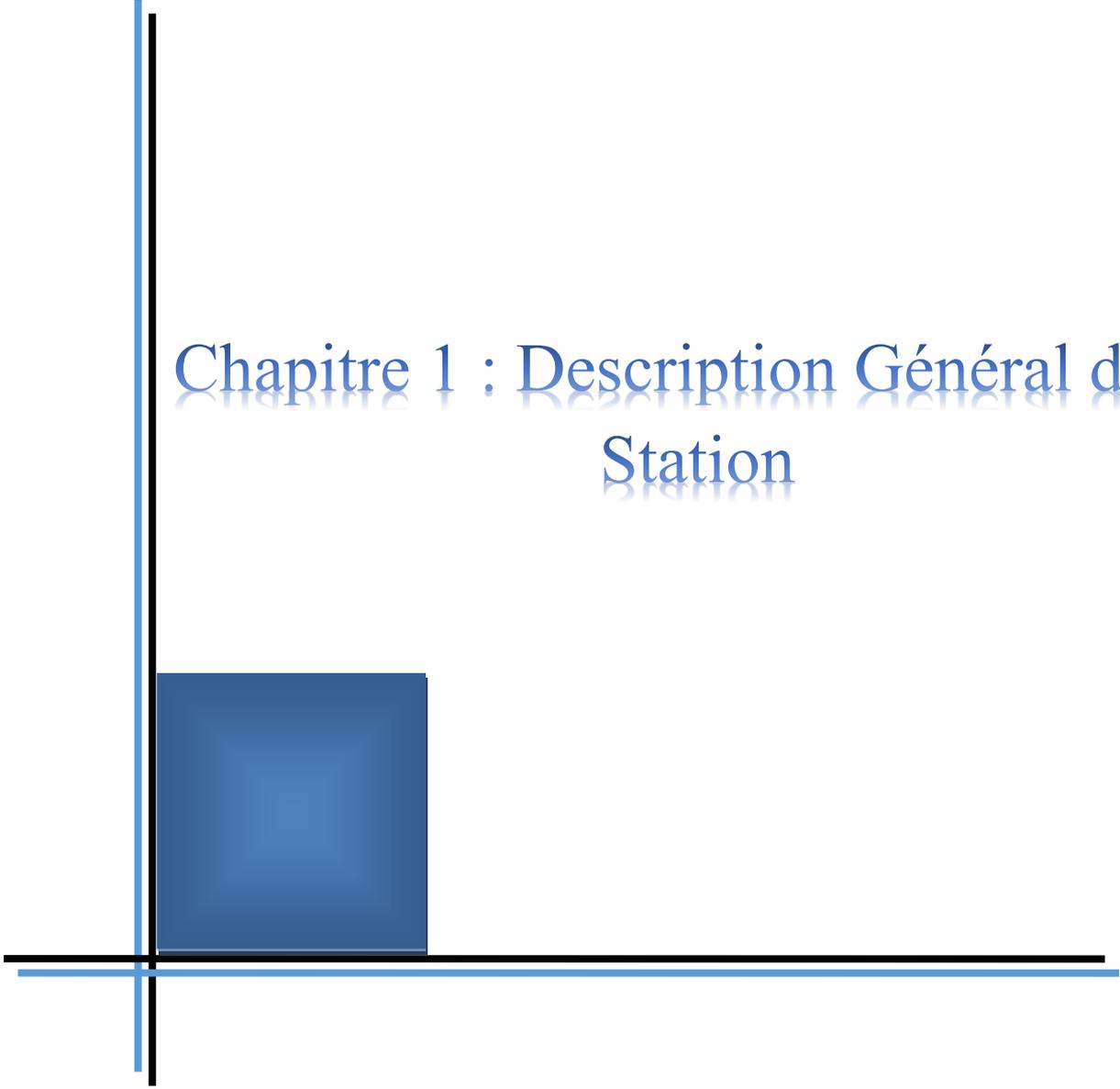
## CHAPITRE III: Programmation et Simulation du Procédé

III.1. Introduction .....	43
III.2. Description de l'Automate Utilisé .....	43
III.3 Raccordement électrique .....	46
III.4. Réalisation du programme de la boucle ozonation .....	47
III.4.1. Synoptique de fonctionnement de l'ozoneur .....	47
III.4.2. Conception du programme .....	48
III.4.2.1. Création du projet SIMATIC STEP7 .....	48
III.4.2.2. Configuration Matérielle HW Config .....	49
III.4.2.3. Définition des Mnémoniques .....	50

# Sommaire

---

III.4.2.4. Elaboration du programme .....	51
1. Objet de programmation .....	51
2. Création FC10 .....	52
3. Insertion des réseaux dans le bloc FC17.....	56
III.5. Réalisation de la Supervision de la station .....	57
III.5.1.Connexion avec l'automate .....	57
III.5.2.Création des variables .....	58
III.5.3. Création de Vues .....	58
1. Création de l'analyseur d'ozone .....	58
2. Création de vanne .....	59
III.5.4. Alarme et Défaut .....	60
III.6. Teste et Simulation .....	61
III.6.1. Sous STEP7 .....	61
1. Simulation du bloc FC10 .....	62
2. Simulation du bloc FC17 .....	62
III.6.2. Sous WINCC flexible .....	63
III.7.Conclusion .....	65
Conclusion générale .....	66
Bibliographie.....	67
Annexe	



# Chapitre 1 : Description Général de la Station

## *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 pannes 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 complètement automatisées, ce qui amoindrit 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'entreprise cliente GEOPHARM. L'entreprise d'accueil SARL POLYZI, nous a confié la tâche d'installation, d'automatisation et de supervision d'un générateur d'ozone dans une boucle de production d'eau purifiée EPU dans la station de traitement des eaux.

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 désinfection par une production d'ozone électrolytique dans une boucle de distribution 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 et l'entreprise cliente où nous avons effectué l'étude, et nous décrirons le processus de fabrication d'eau purifiée et l'identification du matériel utilisé dans la station. Ainsi que les capteurs et actionneurs existants dans le système étudié.
- Le second chapitre, la présentation de généralités sur l'automatique, les automates programmables industriels (API), la supervision, et nous y décrira les différents logiciels utilisés.
- Le dernier chapitre traitera la conception et la méthodologie à suivre pour réaliser : une programmation sous le logiciel STEP7, supervision sous le logiciel WINCC flexible, simulation et test de ce projet.

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

## I.1. Introduction:

La société GEOPHARM a confié au groupement BWT FRANCE PERMO POLYZI la réalisation d'une station d'eau purifiée « production de 1.8 m<sup>3</sup>/h ». Cette fourniture est une installation clé en main (gestion de la globalité du projet, y compris les raccordements hydrauliques et électriques de l'ensemble des appareillages et instrumentations à l'automatisme général de la station, réalisation des protocoles de qualification d'installation et opérationnel ainsi que le déroulement des tests QI/QO sur site).

L'eau purifiée produite est conforme à la Pharmacopée Européenne 5ème édition et à l'USP XXVIII

## I.2. Présentation de l'Entreprise d'Accueil POLYZI : [1]

SARL POLYZI est spécialisée dans le domaine des traitements des eaux, et reste le représentant exclusif de la grande société française BWT FRANCE PERMO (N°1 du traitement de l'eau en Europe), elle est créée en février 1997 avec des fonds privés. Comme l'eau est un élément vital dans la vie, plus particulièrement indispensable au bon fonctionnement des industries, POLYZI propose et élabore des solutions innovantes dans le traitement des eaux basé sur les dernières technologies et assure la garantie de ses produits et de ses installations. Depuis sa création, une chaîne ininterrompue de compétences à travers des intervenants qualifiés et capables de fournir :

- Montage
- Conception
- Audit
- Mise en service
- Fourniture de pièces détachées
- Produits formulés
- Ingénieries
- Qualification
- Maintenance

L'objectif est d'apporter des satisfactions bien précises aux besoins des consommateurs et d'industries avec une meilleure qualité/prix

La SARL POLYZI, propose toutes les solutions nécessaires pour le traitement des eaux sur tous les secteurs, soit en:

- **Industrie** : Industries pharmaceutique, Agro-alimentaires, Cosmétiques...
- **Résidentiel** : maison.
- **Collectivités** : Hôtels, Hôpitaux, Stades...
- **Conditionnement** : Tour de Refroidissement, chaudières vapeur...

### **I.3. Présentation de l'Entreprise Cliente GEOPHARM : [2]**

Créée en 1996, GEO-PHARM est une société à caractère industriel et commercial qui intervient dans le cadre de la réglementation régissant le domaine de la fabrication et l'importation des produits pharmaceutiques à usage humain.

Elle dispose d'une superficie totale de 6000 m<sup>2</sup>, située à la Zone Industrielle Es-senia Oran qui est actuellement aménagée en structure fonctionnelle dans les missions de distribution et de conditionnement de produits pharmaceutiques. Ses activités principales sont :

#### ➤ **Importation :**

Dans le cadre de l'importation, la société est en partenariat avec des laboratoires étrangers pour la réalisation de son programme d'approvisionnement annuel dans les conditions prévues mutuellement et dans le respect du cahier des charges émanant du ministère de la santé. Nos principaux laboratoires partenaires sont :

- ✓ Hemofarm (groupe Stada)
- ✓ Tabuk (Saudi)
- ✓ AlphaWissarman.
- ✓ Crovis
- ✓ NovaPharma
- ✓ LIIsapharma

#### ➤ **Production :**

Pour une première phase la société s'est lancée dans fabrication de forme sèche et liquide

La société projette d'entrer en production de la forme injectable courant de l'exercice 2016

L'investissement entrepris illustre incontestablement notre volonté manifeste et certaine pour la réalisation de notre projet industriel afin de nous inscrire comme acteur effectif contribuant au développement de l'industrie pharmaceutique dans notre pays.

## I.4. Chainage de l'Installation: [3]

L'installation est constituée d'une ligne de production d'eau purifiée, d'un stockage et d'un circuit de distribution :

- Pompe de surpression équipée d'un variateur de vitesse
- Un poste de désinfection chimique mobile.
- Un Filtre 100  $\mu\text{m}$
- Un échangeur à double plaques
- Une unité de prétraitement afin de traiter l'eau avant osmose inverse, le but étant d'avoir une eau conforme aux spécifications de l'osmose inverse en entrée osmoseur :
- Un skid adoucissement constitué de :
  - ✓ 1 pré-filtration à 10  $\mu\text{m}$ .
  - ✓ 2 adoucisseurs en parallèle.
  - ✓ 1 déchloration sur charbon actif
  - ✓ 1 microfiltration à 1  $\mu\text{m}$
  - ✓ 1 contrôleur de dureté et de chlore.
- Une unité de production d'eau purifiée comprenant :
  - ✓ Un poste de biosmose inverse (8 membranes sur le premier étage, 6 membranes sur le deuxième étage – membranes de 4 pouces)
  - ✓ Un poste d'ajustement de pH par dosage de soude.
  - ✓ L'instrumentation de contrôle des paramètres critique pour la qualité de l'eau purifiée.
- Un stockage d'eau purifiée froide de capacité 8m<sup>3</sup>
- Une boucle de distribution EPU froide équipée de :
  - ✓ Une pompe de reprise
  - ✓ Un échangeur tubulaire à double plaques
  - ✓ un générateur d'ozone et un analyseur d'ozone
  - ✓ Un générateur d'UV
  - ✓ 12points de puisage dont :
    - ❖ 1 point pour l'alimentation du Distillateur existant
    - ❖ 1 point chaud à 60°C asservie à un échangeur tubulaire à double plaques
- Une boucle de distribution EPPI équipée de :
  - ✓ Une pompe de reprise
  - ✓ Un échangeur tubulaire froid à double plaques
  - ✓ Un échangeur tubulaire chaud à double plaques
  - ✓ 4points de puisage
  - ✓ Instrumentations des paramètres critiques retour de boucle

**Figure1.1 : Plan de Chainage de l'Installation**

## I.5. Description Fonctionnelle de la Station : [4]

### I.5.1. Descriptif Général des Etapes de Prétraitement :

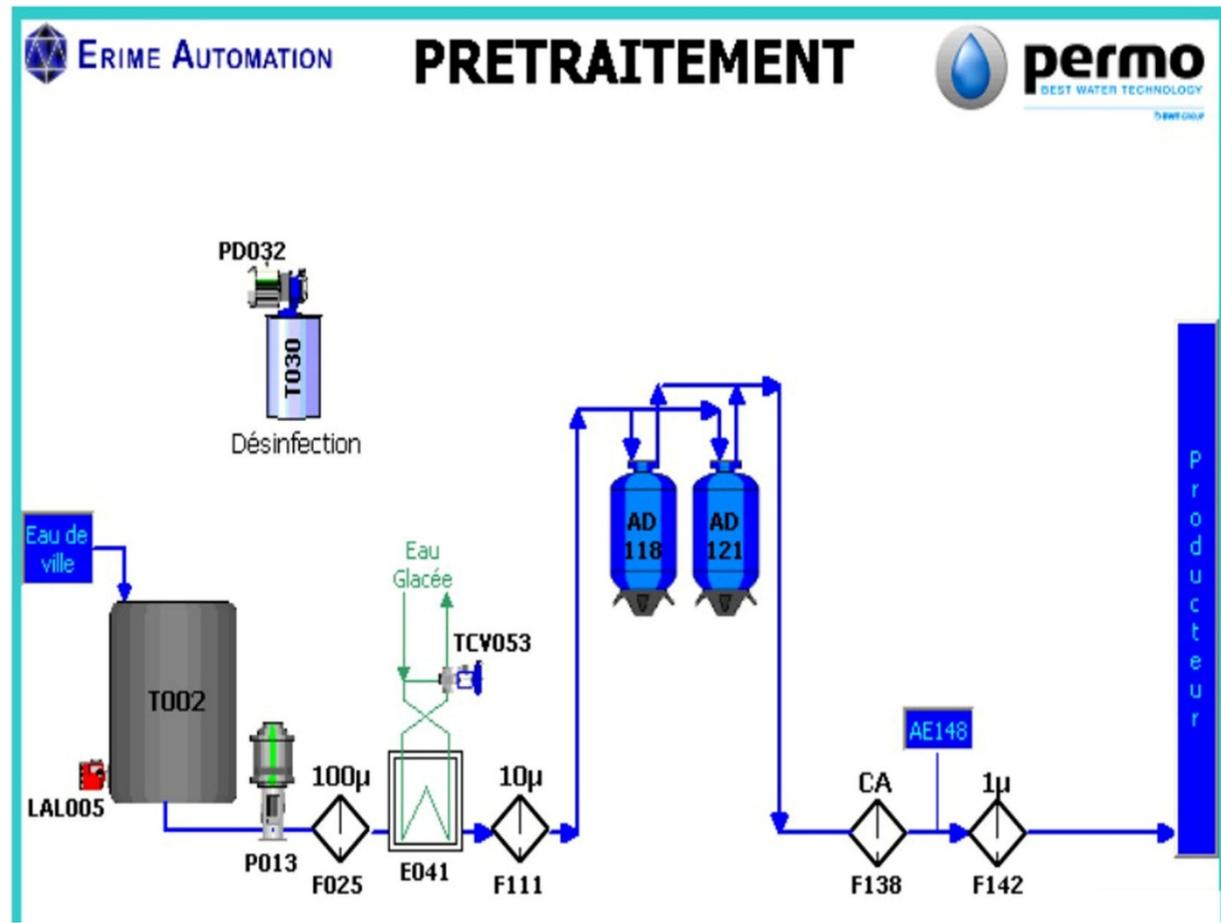


Figure1.2 : Visualisation de la Boucle Prétraitement

#### 1. Poste de Reprise Surpression :

La pompe de surpression fonctionne en permanence et de manière autonome, en régulant la vitesse de la pompe en fonction du capteur de pression.

Cette pompe de surpression est protégée par un contact de niveau bas de la bêche de stockage et renvoie un contact sec de défaut pompe vers l'automate dès le passage sous le niveau LAL. Ce défaut stoppe la pompe et met en repli le producteur (arrêt immédiat).

## 2. Pré-filtration :

PERMO FLASH est un filtre autonettoyant à lavage à contre-courant. Ce filtre est composé d'un tamis d'une finesse de filtration de 100 microns, retenant les particules telles que le sable, oxyde de fer, copeaux...

L'eau brute est admise à l'entrée du filtre et traverse l'élément filtrant de l'extérieur vers l'intérieur. L'eau débarrassée des particules est alors dirigée vers l'installation.



**Figure1.3 : filtre PERMO FLASH**

## 3. Refroidissement (E041) :

L'eau est refroidie par l'intermédiaire d'un échangeur à doubles plaques E041.

La régulation d'eau glacée, traversant l'échangeur, est réalisée par une vanne trois voies thermostatique TCV053 associée à un bulbe de température placé en aval du refroidisseur. La température souhaitée est réglée manuellement sur la vanne thermostatique TCV053.

## 4. Pré-filtration / Adoucissement Eau Brute :

Les adoucisseurs permettent d'éliminer la dureté de l'eau de ville. Les adoucisseurs sont précédés de filtration 10µm

Le fonctionnement de l'adoucisseur est contrôlé par un coffret électrique (avec microprocesseur intégré) installé sur chaque bouteille, nommé A5X. Il permet de faire fonctionner plusieurs adoucisseurs avec des informations échangées. Il ne communique pas avec le reste du système.



**Figure1.4 : Adoucisseurs PERMO/A5X**

### **5. Poste de Microfiltration et Dechloration :**

Une filtration de charbon actif permet de retenir le chlore initialement présent dans l'eau de ville. Une filtration à 1 $\mu$ m est mise en place pour retenir les petites particules de charbon actif pouvant éventuellement se retrouver dans l'eau en aval de la filtration sur charbon actif.

Cette filtration constitue une dernière étape de traitement avant l'alimentation du producteur

### **6. Contrôle de la Dureté / Taux de Chlore de L'eau Adoucie :**

L'efficacité du prétraitement est contrôlée par un analyseur de dureté de type PROBOX TH/Cl

Cet appareil est en permanence sous tension. Il est mis en marche à distance dès que l'eau adoucie est utilisée. Le contact sera paramétré sur l'analyseur pour ne basculer qu'à la deuxième mauvaise mesure consécutive. Le défaut analyse est à acquitter directement sur le coffret PROBOX par le lancement d'une nouvelle analyse.

Un défaut analyseur de TH/Cl (défaut mesure et/ou manque produit) provoque un arrêt du producteur.

## I.5.2. Descriptif Général des Etapes de Producteur :

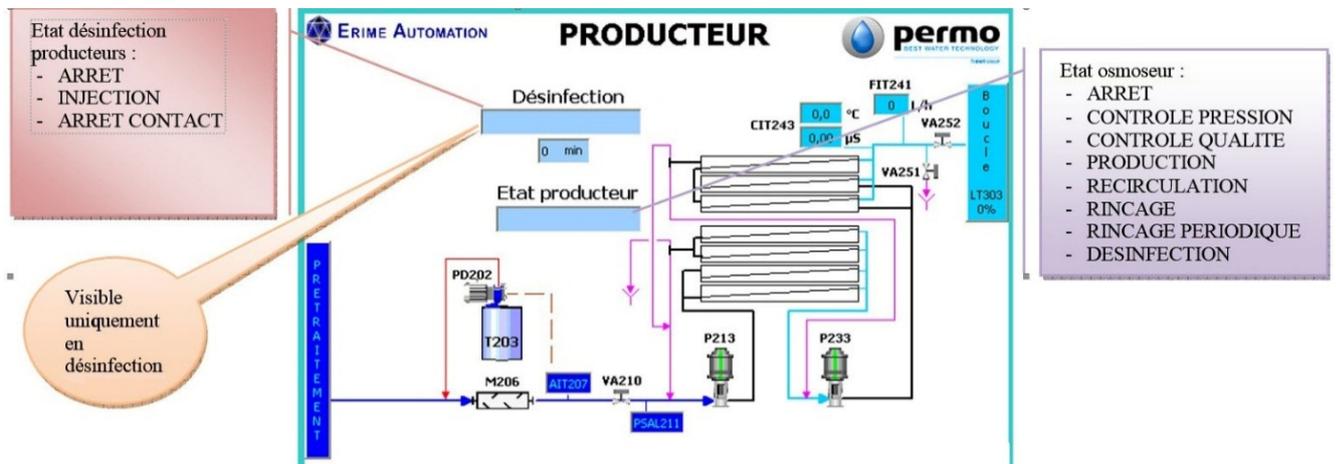


Figure1.5 : Visualisation de la Boucle Producteur

### 1. Dosage Soude / Alcanisation (PD202) :

Elle permet de consommer le CO<sub>2</sub> présent dans l'eau en déplaçant l'équilibre calco-carbonique vers le point optimum. Ce dosage est effectué à l'aide de la pompe doseuse PD202 (sous tension en permanence).

La consigne de pH est à régler lors de la mise en route, puis évolue en fonction de la qualité réelle obtenue. La mesure de pH est réalisée par la sonde AIC207 dans une chambre de mesure en ligne.

La régulation est réalisée par le transmetteur de pH, le lancement de la régulation est asservie au démarrage de l'osmoiseur par l'intermédiaire de l'automate principal.

En cas de manque de soude (contact LAL204=0), un contact local est déclenché et arrête la pompe PD202 (fonctionnement autonome). Ce contact est reporté sur l'automate avec affichage d'un "défaut pompe PD202".

### 2. Producteur Biosmose (Osmoiseur):

L'installation est prévue pour fonctionner en mode automatique 24h/24.

Le producteur fonctionne selon la demande de cuve ; un rinçage périodique, paramétrable sur le pupitre opérateur, est prévu afin de prévenir une contamination bactérienne dans le système de production.

### **Osmoseur :**

La vanne automatique VA210 sert à la mise en eau de l'osmoseur, mise en eau assurée par la pompe P213.

Une fois cette vanne ouverte, la pression est contrôlée via PSAL211. Si la pression s'avère suffisante pendant une temporisation, la pompe osmoseur P213 puis la pompe P233 démarre et les membranes d'osmose sont mises en pression. Si la pression reste en dessous du seuil de défaut pression basse PSAL211 l'osmoseur ne démarre pas (arrêt normal).



**Figure1.6 : Osmoseur**

### **3. Poste de Désinfection :**

L'opération de désinfection est une opération semi-automatique. Cette opération fait l'objet d'une procédure spécifique. 2 points d'injection, le premier en amont du refroidisseur E041 et le second en amont du producteur permettent de désinfecter plus précisément certaines parties du processus.

En cas de désinfection semi-automatique du producteur, la vanne de remplissage VA252 est forcée à la fermeture et VA251 à l'ouverture.

## I.5.3. Descriptif Général des Etapes Boucle EPU:

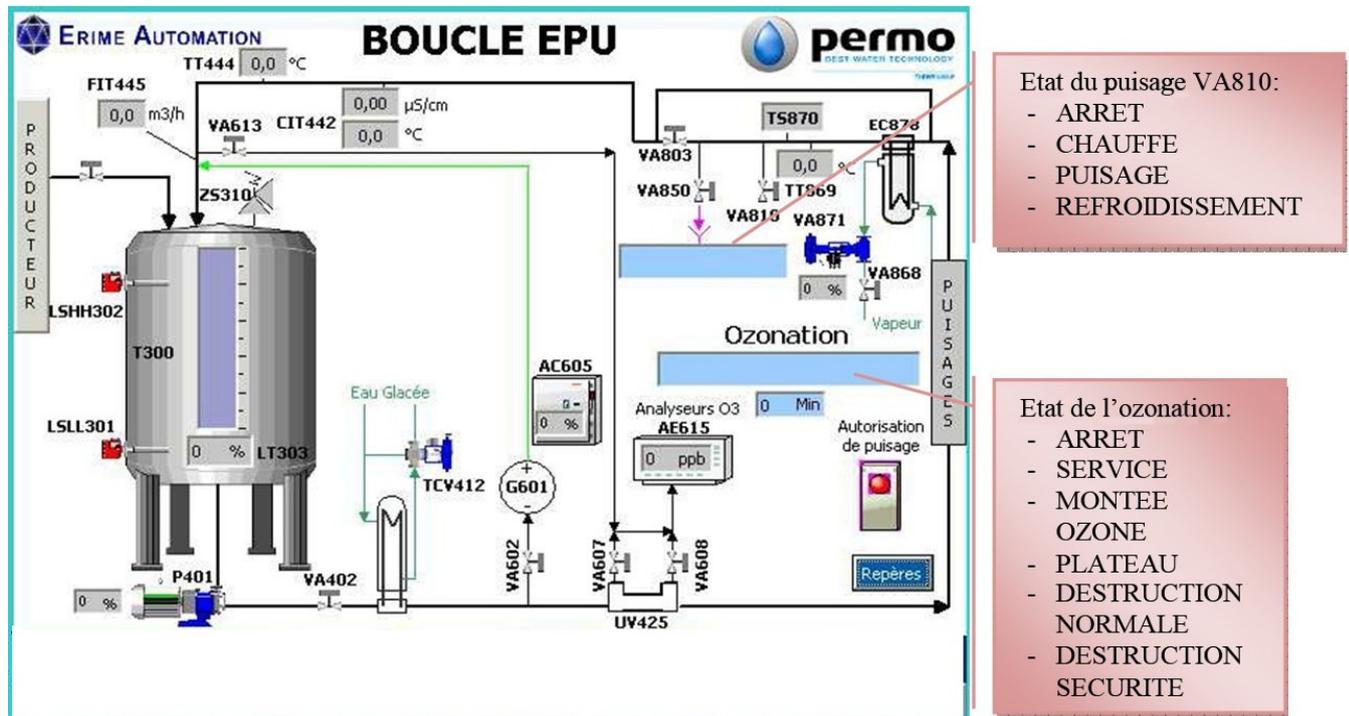


Figure1.7 : Visualisation de la Boucle EPU

### 1. Cuve de Stockage (T300) :

La cuve de stockage permet d'avoir une réserve tampon pour la distribution.

La gestion de l'alimentation et du soutirage se fait par une mesure de niveau analogique sur la cuve.

Le capteur de pression de cuve (LT303) permet à l'automate de délivrer une mesure en continu du niveau. Cette mesure va permettre de différencier 4 niveaux dans la cuve qui vont générer les actions suivantes :

- Niveau d'appel LSL305: C'est le niveau qui va demander l'ouverture de la vanne d'alimentation à la production d'eau. Il se situe au-dessus du niveau bas
- Niveau haut LSH306: ce niveau se situe au-dessus du niveau d'appel. Un dépassement à la montée de ce seuil va entraîner l'arrêt du remplissage de la cuve par émission d'un signal vers la production lui demandant la fermeture de la vanne d'alimentation.
- Niveau LSAH307 : sécurise le niveau haut LSH306
- le niveau très bas LAL 304 protégera la pompe d'une détérioration éventuelle.

## Sécurité TOR

- LSLL301 : niveau très bas : Le contact de niveau très bas va permettre d'arrêter la pompe en câblé pour éviter qu'elle ne tourne à sec.

- LSHH302 : niveau très haut : Le contact de niveau très haut est un contact de sécurité. Il va se déclencher si le niveau continu à monter dans la cuve, malgré la demande de fermeture délivré par le niveau haut d'origine analogique. Une alarme sera alors émise avec report vers la GTC. L'alarme émise précédemment sera maintenu tant qu'elle n'aura pas été acquittée par un opérateur.

En cas de dépression dans la cuve, la soupape de sureté SV309 est équipée d'un contact à la dépression ZS310 pour alarme.

### 2. Pompe de Distribution EPU :

La pompe de distribution permet la circulation de l'eau purifiée en continu dans la boucle. Elle est équipée d'un variateur qui permet la régulation du débit retour de boucle.

La boucle EPU est pilotée par un commutateur Marche/arrêt.

### 3. Refroidissement (EC410) :

L'eau est maintenue à  $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  par l'intermédiaire d'un échangeur tubulaire à plaques EC410. La régulation d'eau glacée, traversant l'échangeur, est réalisée par une vanne trois voies thermostatique TCV412 associée à un capteur de température TIC411 placé en aval du refroidisseur. Le fonctionnement de la vanne 3 voies est complètement autonome; la température souhaitée est réglée manuellement sur la vanne thermostatique TCV412.

### 4. Générateur d'Ozone :

Le générateur permet d'effectuer l'hydrolyse de l'eau pour l'injecter dans la cuve une eau purifiée avec un taux d'ozone dissous. Son mélange dans la cuve permet de maintenir le stockage d'eau purifiée constamment ozonée ainsi améliorer sa qualité bactériologique.

Pour cela, l'eau purifiée est prélevée en continu sur la boucle pour être en suite réinjectée en fond de cuve.

Cette quantité mélangée est faible par rapport au débit véhiculé dans la boucle principale. L'injection en fond de cuve permet d'améliorer le mélange et d'éviter le dégazage partiel de l'eau ozonée.

Le générateur d'ozone composé de la cellule G601 est commandé par plusieurs informations : un contact de marche et une entrée analogique de régulation de puissance. Le générateur est mis en service au démarrage de la pompe de boucle.

Le programme permet de contrôler la puissance de régulation par une commande de sortie analogique 4-20mA. Cette sortie analogique varie selon deux seuils paramétrables :

- Seuil de puissance mini (ozonation de la cuve et phase de désinfection)
- Seuil de puissance maxi (pendant la désinfection)

Lorsque l'appareil est en défaut, il renvoie un contact sec vers l'automate, qui entraîne l'affichage d'un défaut sur l'IHM.



**Figure1.8 : Générateur d'Ozone**

Le fonctionnement et les caractéristiques techniques du générateur d'ozone (voir annexe 01)

### **5. Analyseur d'Ozone :**

L'analyseur AE615 permet de mesurer le taux d'ozone en amont de l'UV (contrôle du taux d'ozone dans la cuve), en aval de l'UV (contrôle de l'absence d'ozone) et en retour de boucle (contrôle du taux d'ozone en désinfection).

Cette analyse est utilisée pendant les opérations suivantes :

- En ozonation continue, l'analyseur d'ozone mesure aval UV.

Pendant la phase de désinfection par l'ozone, la mesure faite par l'analyseur en retour de boucle permettra de réguler le générateur d'ozone et ainsi de vérifier le taux d'ozone requis pour la désinfection dans la boucle. Si la valeur est inférieure à la consigne après une durée définie, une alarme « défaut temps de contact ozonation, désinfection non valide » sera générée.

A la fin du temps de désinfection, après mise remise en fonctionnement de l'UV, l'analyse du taux d'ozone résiduel aval UV n'autorisera les puisages que si la mesure est redescendue en dessous du seuil admissible.



**Figure1.9 : Analyseur d'Ozone**

Vérification de l'ozonation continue :

L'opérateur a la possibilité de vérifier manuellement le taux d'ozone dans la cuve en amont du générateur UV. Pour ce faire, il doit placer la commande de mesure amont UV sur la position « Manuelle », ce qui a pour effet d'inhiber les alarmes et défauts en provenance de l'analyseur ozone, de basculement automatiquement les vannes VA607 (ouverture) et VA608 (fermeture). Cela permet alors de visualiser la teneur en ozone dans la cuve de stockage.

Une fois la lecture effectuée, l'opérateur remet le commutateur dans sa position initiale, les vannes VA607 et VA608 rebasculent automatiquement. Dans le cas d'un non basculement manuel à la position initiale, le basculement se fait de façon automatique au bout de 10 minutes (temporisation en fixe dans l'automate) pour revenir à la position de mesure ozone en aval UV.

### 6. Générateur UV :

Le générateur de rayons ultraviolets permet de détruire l'ozone dissous pour permettre la distribution d'eau non ozonée (taux d'ozone dissous inférieur au seuil de consigne). Il est arrêté pendant la désinfection ozonée.

Le générateur UV est asservi à la commande de marche de la pompe de boucle de distribution. Une temporisation de chauffe est démarrée lorsque l'UV est mis en route avant de prendre en compte l'alarme de l'UV.

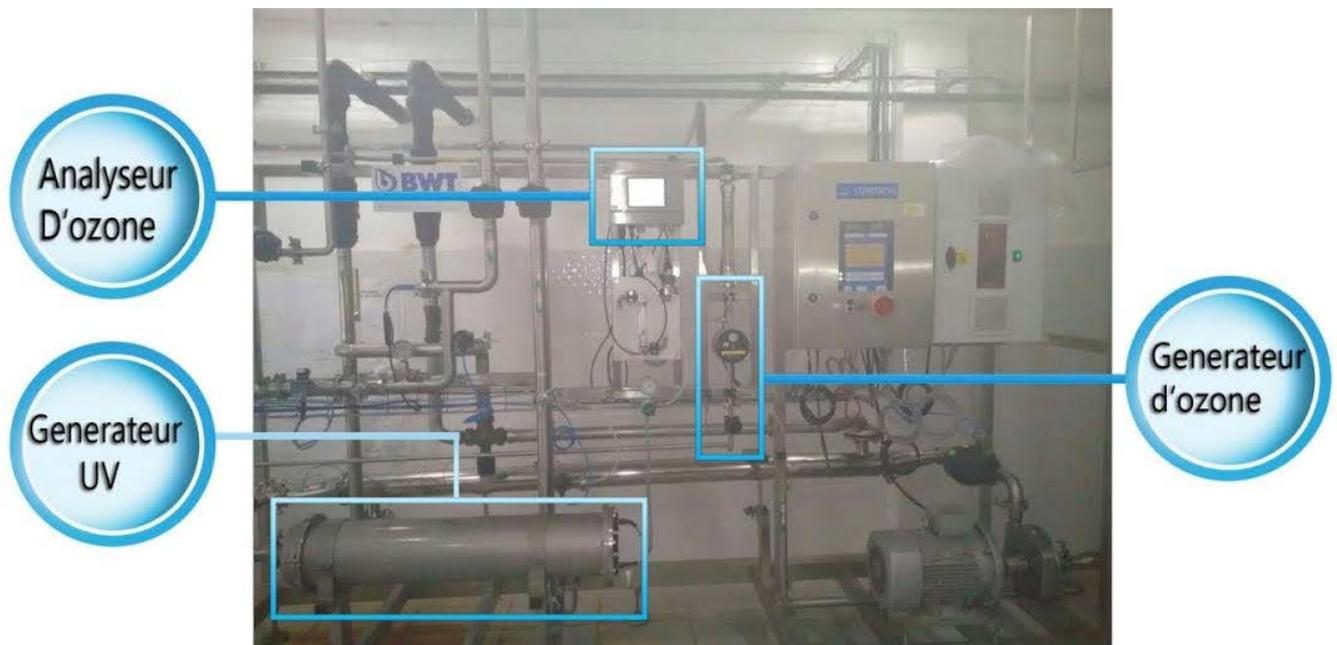


Figure1.10 : Vue Générale du SKID de départ et retour de boucle d'eau purifiée EPU

### 7. Ozonation Continue :

**Etape d'attente:** La pompe de distribution est arrêtée, ainsi que les générateurs d'ozone et d'ultraviolets.

**Etape Ozonation continue:** La pompe de distribution est en marche et régule le débit de retour de boucle.

Les générateurs d'ozone et d'ultraviolets sont en service, et l'analyseur contrôle le taux résiduel en départ boucle par la vanne VA608 en aval de l'UV. La régulation de puissance du générateur d'ozone est à puissance mini (25%) (Afin d'obtenir 10 à 20 ppb dans la cuve). Si le taux d'ozone dépasse le seuil de défaut haut (5 ppb), alors le système passe en destruction ozone sécurité et l'interdiction de puisage est active.

**Etape « destruction ozone sécurité » :** Dans cette phase, on arrête le générateur d’ozone afin de faire chuter le taux d’ozone dans la cuve. A la fin de la temporisation si le taux d’ozone est inférieur au seuil d’ozone haut le système repasse en service. Si le taux d’ozone est supérieur au seuil de défaut haut après une temporisation paramétrable, le système passe en arrêt avec affichage du message “défaut destruction ozone sécurité” (acquiescement obligatoire). Lorsque tous les autres critères de qualités sont validés, l’autorisation de puisage est active.

### 8. Désinfection choc de la Boucle EPU :

Il est prévu une désinfection de la boucle régulière appelée désinfection choc. Cette désinfection choc peut être déclenchée en automatique par horloge. Il est également possible de la « forcer » manuellement à n’importe quel moment de la journée par action sur l’IHM. L’interdiction de puisage est active durant toute la phase de désinfection ozonée. Lors d’une ozonation choc, si l’opérateur passe le commutateur ozonation sur « 0 » (arrêt ozonation), le système passe directement en étape « destruction ozone normale ».

**Etape « montée ozone »:** Si pendant l’étape service il y a l’info de l’horloge ou la commande manuelle de désinfection, le système passe en « montée ozone » :

- démarrage de la temporisation « Temps max de montée ozone »
- la demande d’eau de la cuve n’est plus prise en compte
- le générateur ultraviolet s’arrête.
- le générateur ozone passe en puissance maxi (100%) (par commande 4/20 mA)
- inhibition du seuil d’ozone haut sur AE615
- Analyse de la concentration en O<sub>3</sub> en retour de boucle (vanne VA613 ouverte)

Le système passe à l’étape « contact » lorsque : le taux d’ozone est supérieur à la consigne ozone en générale 100 ppb.

Pour un seuil de consigne non atteint en fin de temporisation, on passe dans l’étape « destruction ozone normale » avec message du défaut ozonation non valide.

**Etape « contact » :** Dans cette étape on continue d’injecter l’ozone mais on régule la puissance du générateur d’ozone afin de maintenir un taux d’ozone au dessus de la consigne ozone. Une régulation entre deux seuils « consigne haute » et « consigne basse » de la puissance du générateur d’ozone permet de maintenir un taux d’ozone pendant la phase contact. Dès le début de la phase contact, le générateur d’ozone est commandé par le 4/20mA à la puissance maxi, dès que le seuil « consigne haute » est atteint, le générateur ozone est réglé en puissance mini jusqu’à que le seuil « consigne basse » soit atteint. Alors le générateur ozone passe en puissance maxi.

A la fin de la temporisation « Temps de contact », passage en phase de « destruction ozone normale».

# CHAPITRE I : Description de la Station de Traitement des Eaux

## Étape « destruction ozone normale » :

Dans cette étape :

- démarrage de la temporisation de « destruction O3 normale »,
- le générateur d'ultraviolet UV redémarre
- la puissance du générateur d'ozone AC605 passe en puissance mini.

A la fin de la temporisation de « destruction O3 normale » :

- si le taux d'ozone est inférieur au seuil d'ozone haut sur AE615, le système repasse en service.
- si le taux d'ozone est supérieur au seuil haut, le système passe en « destruction ozone sécurité ».

## 9. Instrumentation Retour de Boucle EPU:

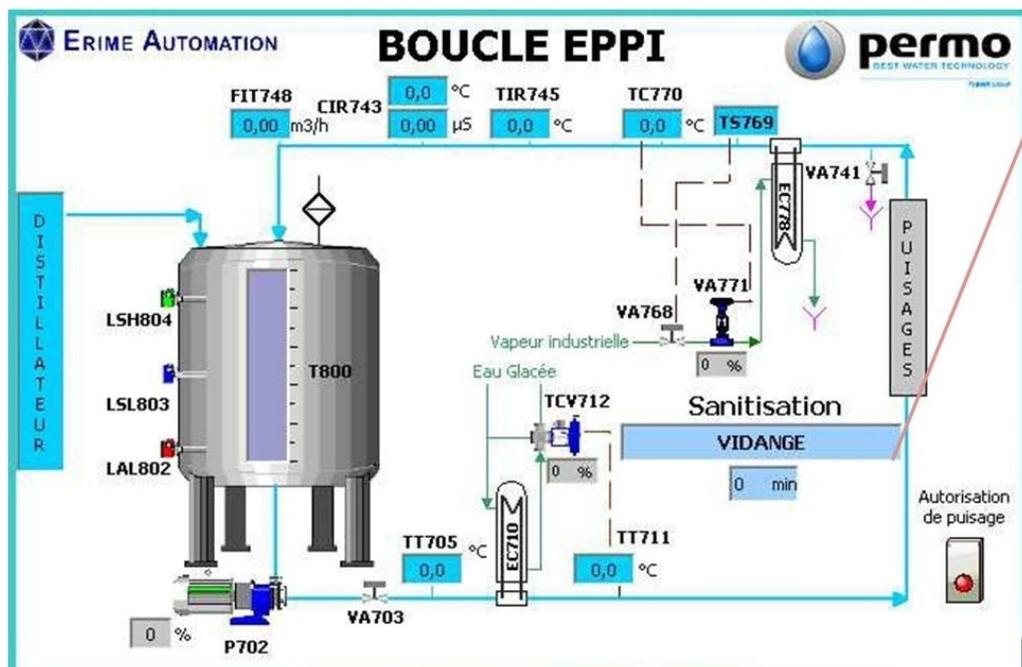
Un capteur de température TT444, une conductivité mètre CIT442 et un débitmètre FIT445 sont installés en retour de boucle. Les appareils renvoient à l'automate un signal 4-20 mA de la mesure. Un seuil d'alarme et défaut "température, conductivité et débit haute retour de boucle" est associé à la mesure. En cas de défaut, l'interdiction de puisage globale est activée.

## 10. Fonctionnement des Points de Puisage :

La boucle de distribution est équipée de 11 points de puisage manuel et 1 point automatique.

L'interdiction de puisage est indiquée par un voyant sur l'armoire de commande.

## I.5.4. Descriptif Général des Etapes Boucle EPPI:



Etat de l'ozonation:

- ARRET
- VIDANGE
- MONTEE T°
- PLATEAU
- DESCENTE
- VALID
- OPERATEUR

Figure1.11 : Visualisation de la Boucle EPPI

## **1. Pompe de Distribution EPPI :**

La pompe de la boucle P702 fonctionne en permanence, elle s'arrête sur défaut niveau bas LALxxx et ne redémarre qu'après réarmement et recouvrement du niveau moyen LSLxxx

La pompe est pilotée par un variateur de fréquence selon une consigne de débit FIT748 afin d'assurer à tout moment une vitesse suffisante en retour de boucle.

## **2. Echangeur Chaud (EC778) :**

L'eau est maintenue à 85°C par l'intermédiaire d'un échangeur tubulaire à double plaques EC778.

La régulation de la vapeur industrielle traversant l'échangeur est réalisée par une vanne de régulation 3 voies avec servomoteur pneumatique VA771, associée à une sonde de température TC770 placée en aval du réchauffeur.

## **3. Echangeur Froid (EC710) :**

Il permet de refroidir la boucle pendant la désinfection thermique sur la phase de descente température.

La régulation de la température se fait en départ de boucle. Elle est assurée par une vanne de régulation sur le circuit d'eau glacée pilotée par l'automate, et une mesure de température TT711 en sortie de l'échangeur.

## **4. Désinfection Thermique :**

La désinfection thermique de la boucle est assurée par un échangeur alimenté en vapeur EC778 et un échangeur froid EC710.

La désinfection thermique de la distribution est une opération automatisée à déclenchement manuel (validation sur pupitre opérateur)

Le cycle de boucle redémarre en automatique lorsque le cycle de désinfection thermique est terminé.

## I.6. Description des Capteurs et Actionneurs du Système : [5]

### I.6.1. Capteurs :

#### 1. Capteur de pression :

Transmetteur de pression avec cellules céramiques et métalliques. Il est utilisé dans notre processus pour la mesure de la pression absolue et relative dans les gaz, vapeurs ou liquides dans tous les domaines des techniques du processus



**Figure1.12 : Capteur de Pression Cerabar M utilisé dans la boucle EPU**

#### ❖ Principe de fonctionnement :

La cellule céramique est une cellule sèche, c'est à dire la pression de processus agit directement sur la robuste membrane céramique et la déplace. Une variation de capacité proportionnelle à la pression est mesurée aux électrodes du support céramique et de la membrane. La gamme de mesure est déterminée par l'épaisseur de la membrane céramique.

#### 2. Capteur de niveau :

Détecteur de niveau destiné pour tous les liquides utilisé dans notre station de purification d'eau. Détection min. ou max. dans les réservoirs ou les conduites de liquides de toute nature, également en zone explosible, en agro-alimentaire ou pharmacie



**Figure1.13 : Capteur de niveau Le Liquiphant M utilisé dans la boucle EPU**

❖ **Principe de fonctionnement :**

La fourche du capteur oscille en résonance propre. Lorsqu'elle est recouverte de liquide, la fréquence des oscillations est réduite. Cette modification de fréquence provoque la commutation du détecteur.

**3. Capteur de température :**

Capteur de température pour la surveillance, l'affichage et la régulation de températures du processus dans la gamme de -50 à 200 °C



**Figure1.14 : Capteur de température de Thermophant® utilisé dans la boucle EPU**

### ❖ Principe de fonctionnement :

Mesure électronique et transformation de signaux d'entrée en mesure de température industrielle. Une cellule en platine se trouvant à l'extrémité de mesure modifie sa résistance en fonction de la température. La valeur de cette résistance est mesurée électroniquement. La relation entre la résistance mesurée et la température est définie dans la norme internationale IEC 60751.

### 4. Capteur électrochimique (Capteur d'Ozone) :

La mesure porte sur la concentration d'une espèce chimique définie. Son principe repose sur une interaction chimique entre le capteur et l'espèce à mesurer. Elles utilisent la propriété des matériaux qui les constituent de pouvoir échanger des espèces (ioniques ou moléculaires) avec le milieu analysé.



Figure1.15 : Capteur d'Ozone (Capteur électrochimique)

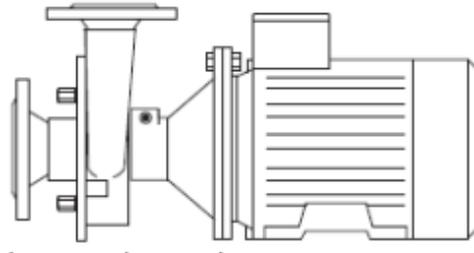
### ❖ Principe de fonctionnement :

Dans sa forme la plus simple, une cellule électrochimique comprend une anode et une cathode métalliques immergées dans une solution d'électrolyte en contact avec ces électrodes. Un circuit électronique est relié à l'anode et à la cathode. Au moyen d'une tension appliquée, le courant circule entre l'anode et la cathode.

## I.6.2. Actionneurs :

### 1. Pompe Centrifuge :

Les pompes centrifuges sont conçues pour l'utilisation dans l'industrie alimentaire, dans le secteur pharmaceutique et biotechnologique de même que dans la technique CIP. Elles peuvent être utilisées pour le refoulement de fluides d'une viscosité dynamique de 1200 mPa s maximum et à des températures de fluides jusqu'à 150° C, le fluide pouvant être légèrement gazeux ou contenir de l'air, homogène ou avec de petites additions.



**Figure1.16 : Pompe Centrifuge**

La pompe ne peut refouler que le fluide pour lequel elle a été conçue

### 2. Pompe Doseuse:

La pompe doseuse DDA est une pompe à membrane auto-amorçante. L'installation est composée d'un corps avec moteur pas à pas et électronique, une tête de dosage avec membrane, des vannes et un coffret de commande.



**Figure1.17 : Pompe Doseuse DDA**

### ❖ Exemple d'installation :

La pompe permet plusieurs options d'installation. Dans l'illustration ci-dessous, la pompe est installée en conjonction avec une tuyauterie d'aspiration, un capteur de niveau et une vanne multifonctions sur un réservoir.



**Figure1.18 : Exemple d'installation d'une Pompe doseuse**

### 3. Vanne pneumatique :

#### ✚ Vanne pneumatique 02 voies :

La vanne à membrane 2/2 voies possède un actionneur pneumatique à piston pouvant être commandé par des gaz neutres.



**Figure1.19 : Vanne Pneumatique 02 Voies**

### ❖ Principe de fonctionnement :

Sens de passage du fluide quelconque ; quel que soit le sens de passage jusqu'à la pression maximale. Les fonctions de commande disponibles sont "normalement fermée", "normalement ouverte" et "double effet". Un indicateur optique de position est monté en standard.

## Vanne pneumatique 03 voies :

Ces vannes se composent d'une vanne trois voies et du servomoteur pneumatique prévu pour montage d'un positionneur intégré.



**Figure1.20 : Vanne Pneumatique 03 voies**

### ❖ Principe de fonctionnement :

Le fluide s'écoule dans la vanne trois voies dans le sens de la flèche placée sur le corps. Le débit passant entre les clapets et les sièges est fonction de la position des clapets de vanne (3).

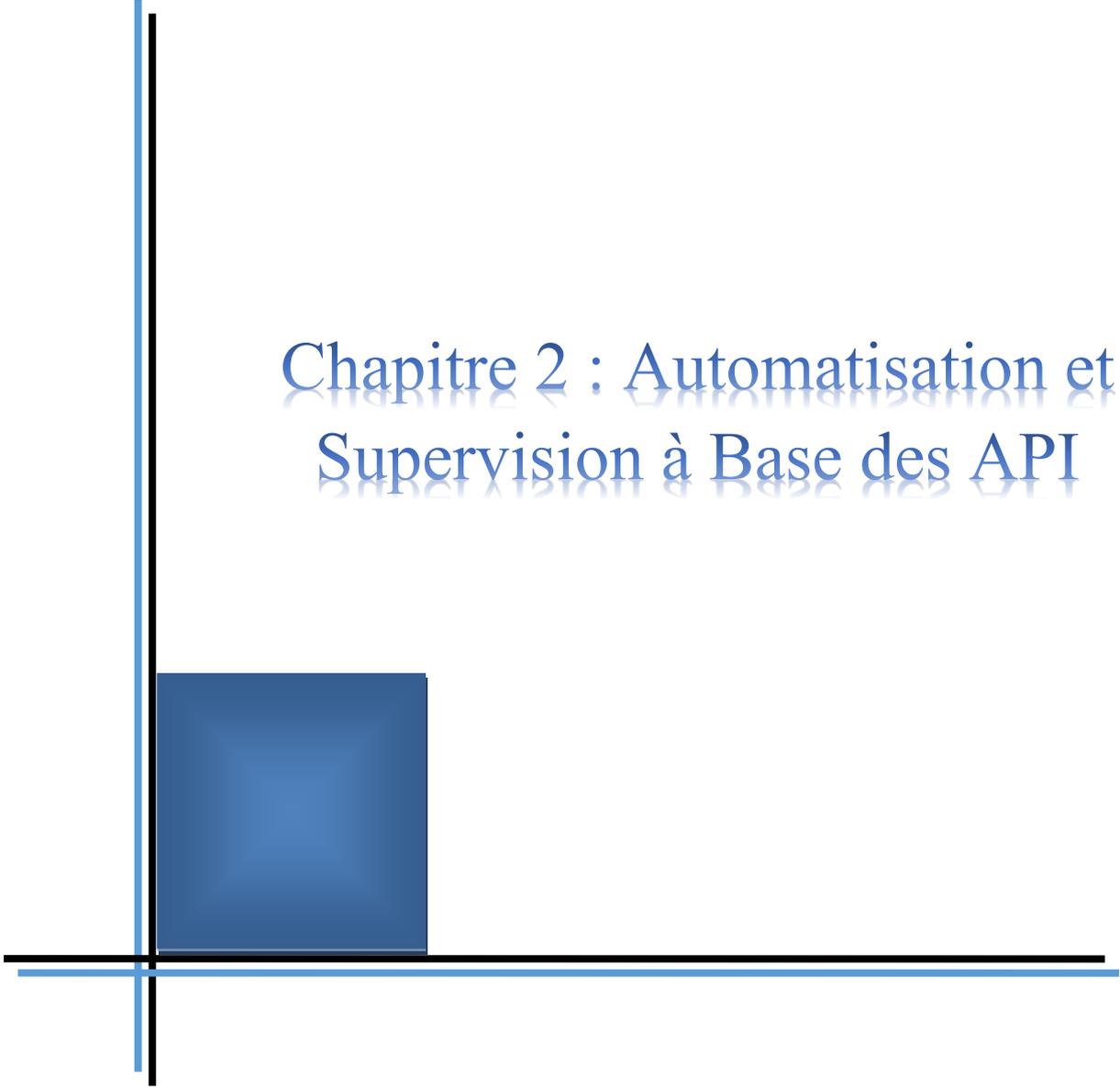
## **I.7. Conclusion :**

Dans ce chapitre, après avoir présenter les deux entreprises d'accueil et cliente, on à démontrés que le processus de fabrication d'eau purifiée dans une station industrielle destinée à l'industrie pharmaceutique, passe par les étapes suivante :

- La première étape qu'on appelle le Prétraitement.
- La deuxième étape est le traitement, assuré par le producteur (l'osmoseur).
- La troisième est le stockage et distribution dans la boucle EPU.

On à également décrit dans ce chapitre certains capteurs et actionneurs utilisés dans le système étudié dans notre projet de fin d'études.

L'étude se concentre dans la troisième étape qui est le maintien de la qualité bactériologique dans la boucle de distribution eau purifiée (EPU) par la mise en place d'un système de désinfection par une production d'ozone électrolytique. nous allons donc nous intéressés dans notre programmation et simulation, uniquement à cette dernière.



## Chapitre 2 : Automatisation et Supervision à Base des API

### II.1. Introduction :

L'automatique (la régulation) représente une partie du domaine de l'automatisme (encore appelé contrôle commande).

Dans le jargon des spécialistes, le contrôle commande regroupe l'ensemble des dispositifs de contrôle des systèmes à base d'informatique : il comprend donc aussi bien les capteurs (composants ou appareils de mesures) que les actionneurs (vérins, moteurs, vannes...) ou les appareils électroniques de contrôle (pupitres, réseaux industriels, armoires électriques, calculateurs...).

L'automatique correspond à la partie mathématique de ce secteur d'activité : c'est elle qui détermine comment sont calculées les grandeurs qui agissent sur le système à contrôler (par exemple, la vitesse d'un moteur ou l'ouverture d'une vanne), en fonction des mesures effectuées sur ce système et des objectifs fixés par les opérateurs.

L'automatique fait partie des sciences de l'ingénieur. Cette discipline traite de la modélisation, de l'analyse, de la commande et, de la régulation des systèmes dynamiques. Elle a pour fondements théoriques les mathématiques, la théorie du signal et l'informatique théorique.

L'automatique : c'est à la fois une science et une technique qui étudie les méthodes scientifiques et les moyens techniques pour la conception et la réalisation des systèmes automatisés.

L'automatisation : c'est l'exécution automatique de tâches domestiques, industrielles, administratives ou scientifiques par des machines sans intervention d'opérateur humaine. On parle alors de système asservi ou régulé.

### II.2. Structure d'un Automatisme :

Plusieurs structures existent, selon qu'il s'agit d'un processus localisé ou non. Deux parties fondamentales distinguent une structure localisée : [6]

- la partie opérative (PO) : machine ou installation de production
- la partie commande (PC) : regroupement de tous les composants de traitement de l'information, utilisé pour faire fonctionner la partie opérative.

Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC (elle fait un compte-rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé. [7]

#### II.2.1. Analyse de la Partie Opérative (PO) : [8]

La partie opérative se compose de trois ensembles :

- l'unité de production dont la fonction est de réaliser la fabrication ou la transformation pour laquelle elle remplit un rôle dans le processus industriel.
- les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur, par exemple). Ces actionneurs peuvent aussi prélever de l'énergie sur l'unité de production pour la retourner vers un récepteur d'énergie extérieur (cas d'un frein, par exemple).
- les capteurs qui créent, à partir d'informations de nature diverse (déplacement, température, etc.), des informations utilisables par la partie commande (ouverture ou fermeture d'un circuit électrique, par exemple).

#### II.2.2. Analyse de la Partie Commande (PC) :

La partie commande se compose de quatre ensembles :

- les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques de l'automate.
- les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des pré-actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part.
- les pré-actionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (démarreur pour un moteur, distributeur pour un vérin, etc.).
- l'unité de traitement qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

### II.2.3. Analyse de la Partie Dialogue :

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (information optiques ou sonores).
- Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton poussoir, par exemple) et informations exploitables par l'automate.

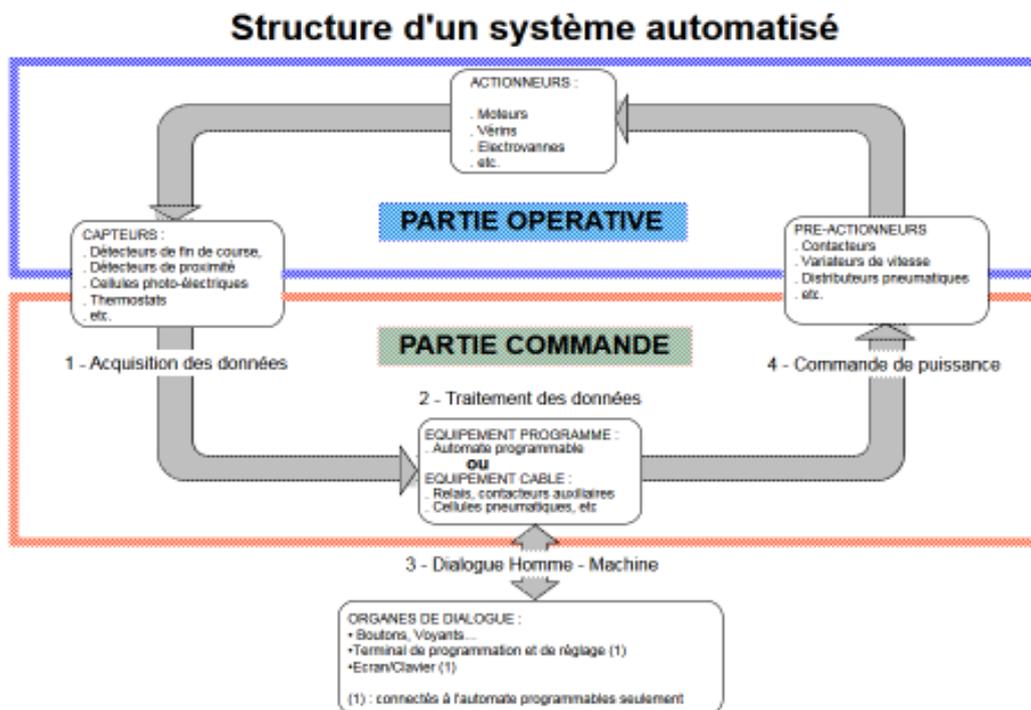


Figure2.1 : Structure d'un Système Automatisé.

### II.3. Automate Programmable Industriel (API) :

En 1968 et à la demande de l'industrie automobile nord-américaine, sont apparus les premiers dispositifs de commande logique aisément modifiable : Les PLC (Programmable Logic Controller) par *Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment*.

En réalité, les premiers automates programmables (Programmable Controller, PC) ont été introduits en 1969 aux Etats-Unis pour satisfaire aux besoins l'industrie automobile, avant même que n'existent les microprocesseurs. [9]

Les premiers processeurs d'automates furent donc construits à l'aide des circuits intégrés disponibles à l'époque. Ce qu'il est important de noter c'est que les automates furent au départ, et restent encore maintenant, des machines conçues par des automaticiens pour des automaticiens, indépendamment donc des constructeurs d'ordinateurs. Leur parfaite adéquation aux besoins industriels en est la conséquence la plus marquante.



**Figure2.2 : Automate Programmable Industrielle.**

### **II.3.1.Définition :**

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les *pré-actionneurs* (partie opérative ou *PO* côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou *PC* côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. Lorsqu'un automate programmable remplit une fonction de sécurité, il est alors appelé automate programmable de sécurité ou APS.

Ce matériel se distingue des calculateurs par le fait qu'il s'agit d'un système électronique programmable spécialement adapté pour les non informaticiens. Il est en général destiné à être mis entre les mains d'un personnel dont la formation a été surtout orientée vers l'électromécanique. [10]

### II.3.2. Structure D'un API :

#### II.3.2.1. Aspect Extérieur :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **Automate de type compact :** Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes (micro automate).



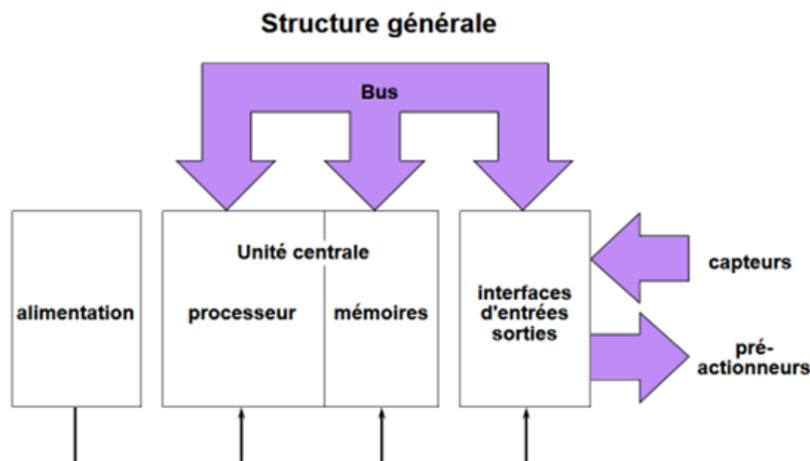
Figure2.3 : API (type compact)

- **Automate de type modulaire :** le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Figure2.4 : API d'un type modulaire

### II.3.2.2. Structure Interne :



**Figure2.5 : structure interne d'un API**

L'automate programmable comprend implicitement quatre parties principales : [11]

#### 1. L'Unité Centrale :

Elle est elle-même divisé en trois secteurs qui sont :

##### A- Le processeur :

Cette unité pilote le fonctionnement de l'automate, elle en est le moteur. Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

##### B- La mémoire :

Le rôle de la mémoire, ainsi nommée parce qu'elle retient une information binaire de forme **TOR** qui lui a été communiquée, et de recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- la conception et l'élaboration du programme font appel à la **RAM** et l'**EEPROM** ;
- la conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une **EPROM**.

### C- Les coupleurs :

Ce sont des cartes enfichables appelées parfois coupleurs de bus. Ces cartes ont pour fonction d'assurer la liaison avec les périphériques, ou de relier un automate à un autre automate, à un calculateur ou encore une imprimante.

## 2. Les Cartes Entrées/Sorties (les Interfaces) :

L'interface d'Entrées comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de Sorties comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré-actionneur. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate.

Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc.

### A- Cartes d'entrées :

Elles sont raccordées aux variables d'entrées et ont pour but de réaliser l'acquisition des données en provenance des capteurs.

### B- Cartes de sorties :

Elles sont raccordées, à travers le relaying, aux éléments effecteurs. Leur but est de transmettre à l'extérieur les ordres élaborés par le l'unité centrale.

## 3. Le Bloc d'Alimentation :

Il reçoit l'énergie du secteur et met à la disposition de l'automate toute l'énergie nécessaire à son bon fonctionnement. Il est souvent pourvu d'un dispositif de sécurité suppléant aux défaillances du réseau électrique.

Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 220 Vac et délivrant une tension de 24 Vcc.

### 4. Bus :

Les bus représentent les chemins au sein de l'API, les informations sont transmises en binaire sous forme de groupe de bit, un bit est un chiffre binaire qui vaut 1 ou 0, un mot est un groupe de bits qui constitue une information.

Le système comprend quatre bus :

- A- Bus de données :** transporte les données utilisées dans le traitement effectué par l'unité centrale (CPU), il est bidirectionnel, le nombre de fils de ce bus varie suivant les microprocesseurs.
- B- Bus d'adresses :** transporte les adresses des emplacements mémoire pour chaque mot puisse être localisé en mémoire, chaque emplacement possède une adresse unique que la CPU utilise pour accéder aux données enregistrées à cet emplacement, que ce soit pour lire ou pour écrire, c'est le bus d'adresse qui fournit les informations stipulant l'adresse à laquelle la CPU doit accéder. Si le bus est constitué de 8 lignes le nombre de mots de 8 bits et par conséquent le nombre d'adresses distinctes est égale à 256.
- C- Bus de contrôle :** transporte les signaux utilisés par la CPU pour le contrôle, il sert à informer les dispositifs mémoires s'ils vont recevoir des données à partir d'une entrée ou s'ils vont envoyer des données et transmettre les signaux de minutage qui permettent de synchroniser les opérations.
- D- Bus système :** sert aux communications entre les ports d'entrées-sorties et l'unité d'entrées sorties.

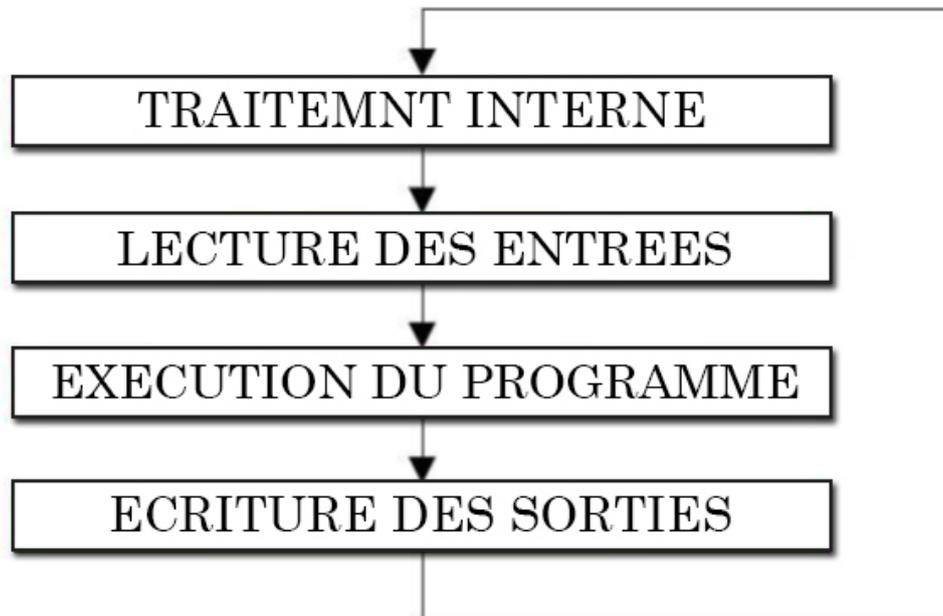
### II.3.3. Cycle d'un API :

Une caractéristique originale et unique des API est le fonctionnement cyclique de l'UC. Le programme est composé d'une suite d'instructions placées dans la mémoire (RAM, EPROM, EEPROM,...). Il peut être par exemple, constitué des phases :

- Traitement interne ;
- Lecture des entrées ;
- Exécution du programme ;
- Ecriture des sorties.

Ce cycle se reproduit ainsi indéfiniment : à chaque cycle, tout le programme est exécuté. La durée d'un cycle est de l'ordre de 20 ms.

Tous automates fonctionnent selon le même opératoire : [12]



**Figure2.6 : Cycle d'un API**

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

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

### II.3.4. Critères de choix d'un Automate :

Après l'établissement du cahier des charges, il revient à l'utilisateur de regarder sur le marché l'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

- Le nombre et la nature des E/S ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après-vente, durée de la garantie, la formation

### II.4. Programmation Des API : [13]

On sait que le programme d'un automate est établi à partir d'ordres élémentaires : les instructions. Ce sont elles qui permettent d'effectuer des opérations à partir d'information délivrée par les capteurs (variable d'entrée) et les axillaires de commande à l'intervention humaine. Les résultats de ces opérations peuvent intervenir sur des variables de sortie ou des variables internes.

Etablir un programme consiste à écrire, à l'aide des instructions de base et des repères attribué aux variables, la suite des expressions décrivant les opérations logique ou numérique à exécuter.

Chaque expression comprend deux parties successives :

- Une zone de teste exprimant les conditions logique correspondant aux opérations à effectuer.
- Une zone d'action exprimant quels ordres est à exécuter par l'automate.

#### II.4.1. Langages de Programmation :

Les langages de programmation sont caractérisés par les primitives de base, le type et la durée des traitements, l'existence de fonctions de comptage, de temporisation, et enfin celle d'extensions numériques et de primitives spéciales. [14]

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme **CEI 1131-3**. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, partagés en deux langages graphiques et textuels, qui sont :

##### II.4.1.1. Langages Graphiques :

###### 1- GRAFCET ou SFC : [15]

Le GRAFCET (graphe de commande étapes-transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les évènements qui les déclenchent.

Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus.

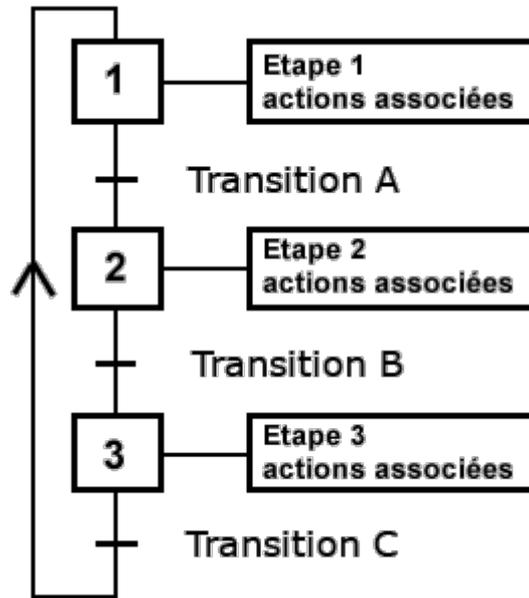


Figure2.7 : GRAFCET (SFC).

**2- Schéma par blocs ou FBD :**

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.

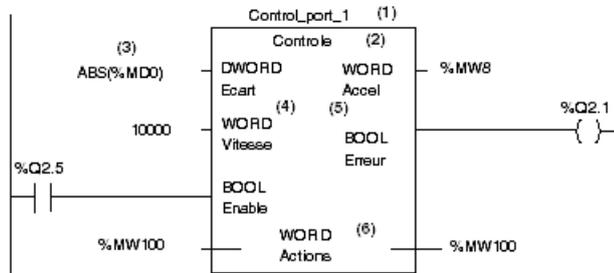


Figure2.8 : Schéma par blocs ou FB.

**3- Langage à Contacts ou LD (Ladder diagram) : [16]**

Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

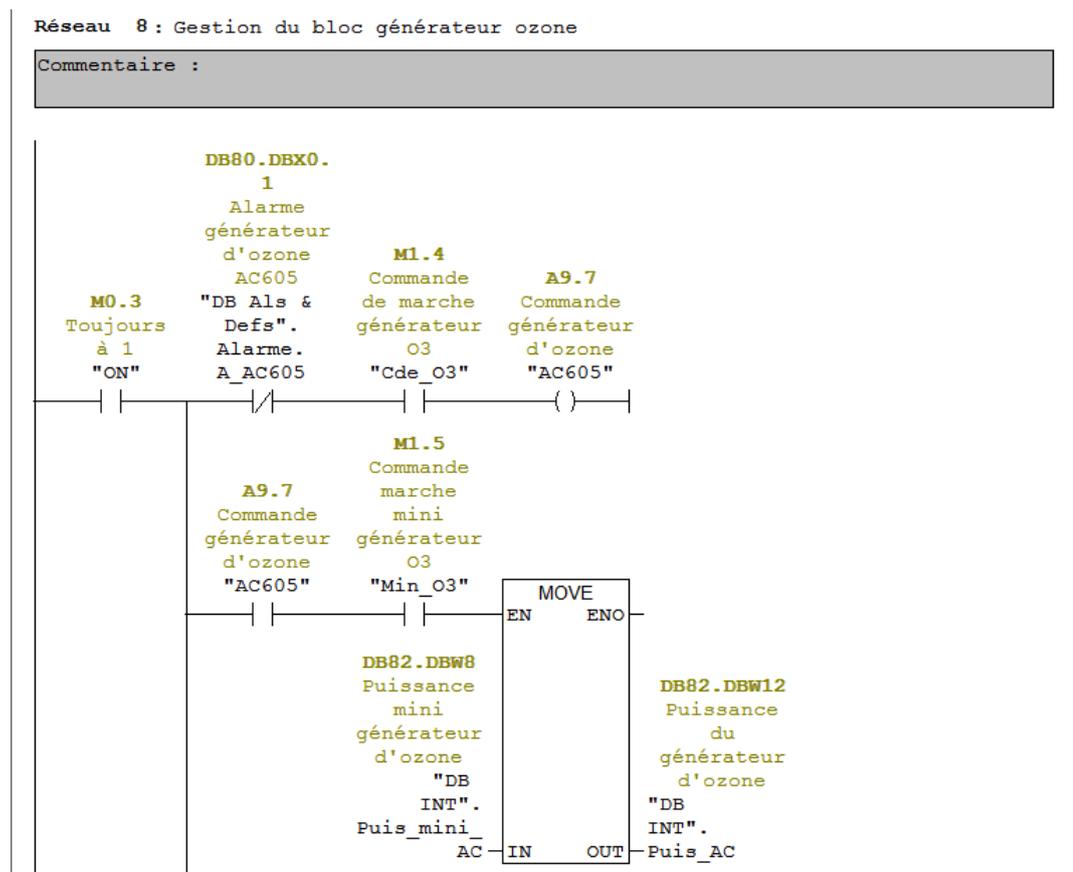


Figure2.9 : Exemple de Gestion de bloc générateur Ozone sous langage à contact.

### II.4.1.2. Langages Textuels:

#### 4- Liste d'instructions ou IL : [16]

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

```
Réseau 8 : Gestion du bloc générateur ozone
Commentaire :
U "ON" M0.3 -- Toujours à 1
= L 0.0
U L 0.0
UN "DB Als & Defs".Alarme.A_AC605 DB80.DBX0.1 -- Alarme générateur d'ozone AC605
U "Cde_O3" M1.4 -- Commande de marche générateur O3
= "AC605" A9.7 -- Commande générateur d'ozone
U L 0.0
U "AC605" A9.7 -- Commande générateur d'ozone
U "Min_O3" M1.5 -- Commande marche mini générateur O3
SPBNB_001
L "DB INT".Puis_mini_AC DB82.DBW8 -- Puissance mini générateur d'ozone
T "DB INT".Puis_AC DB82.DBW12 -- Puissance du générateur d'ozone
_001: NOP 0
U L 0.0
U "AC605" A9.7 -- Commande générateur d'ozone
U "Maxi_O3" M1.6 -- Commande marche maxi générateur O3
SPBNB_002
L "DB INT".Puis_maxi_AC DB82.DBW10 -- Puissance maxi générateur d'ozone
T "DB INT".Puis_AC DB82.DBW12 -- Puissance du générateur d'ozone
_002: NOP 0
U L 0.0
UN "AC605" A9.7 -- Commande générateur d'ozone
SPBNB_003
L 0
T "DB INT".Puis_AC DB82.DBW12 -- Puissance du générateur d'ozone
_003: NOP 0
U L 0.0
SPBNB_004
L "DB INT".Puis_AC DB82.DBW12 -- Puissance du générateur d'ozone
L 276
*I
```

Figure2.10 : Exemple de Gestion de bloc générateur Ozone sous langage List.

### 5- Texte structuré ou ST :

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

```
IF %M0 THEN
  FOR %M0099 := 0 TO $1 DO
    IF %M0000 [%M0089] > 0 THEN
      %M0010 := %M0000 [%M0089]
      %M0011 := %M0099;
      %M1 := TRUE;
      EXIT; (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
```

Figure2.11 : Exemple de langage structuré.

### II.4.2. Description du logiciel STEP 7 :

STEP7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation, La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes. [17]

SIMATIC Manager est une interface graphique assurant le traitement en ligne ou bien hors ligne d'objet, tels que fichiers de programme d'utilisateur, bloc, station matériels et outils.

Il permet l'accès de base aux automates SIEMENS, il permet de programmer individuellement un automate en différent langage, il prend également en compte le réseau des automates ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau pour programmer et éventuellement aux automates d'envoyer les messages entre eux. [16]

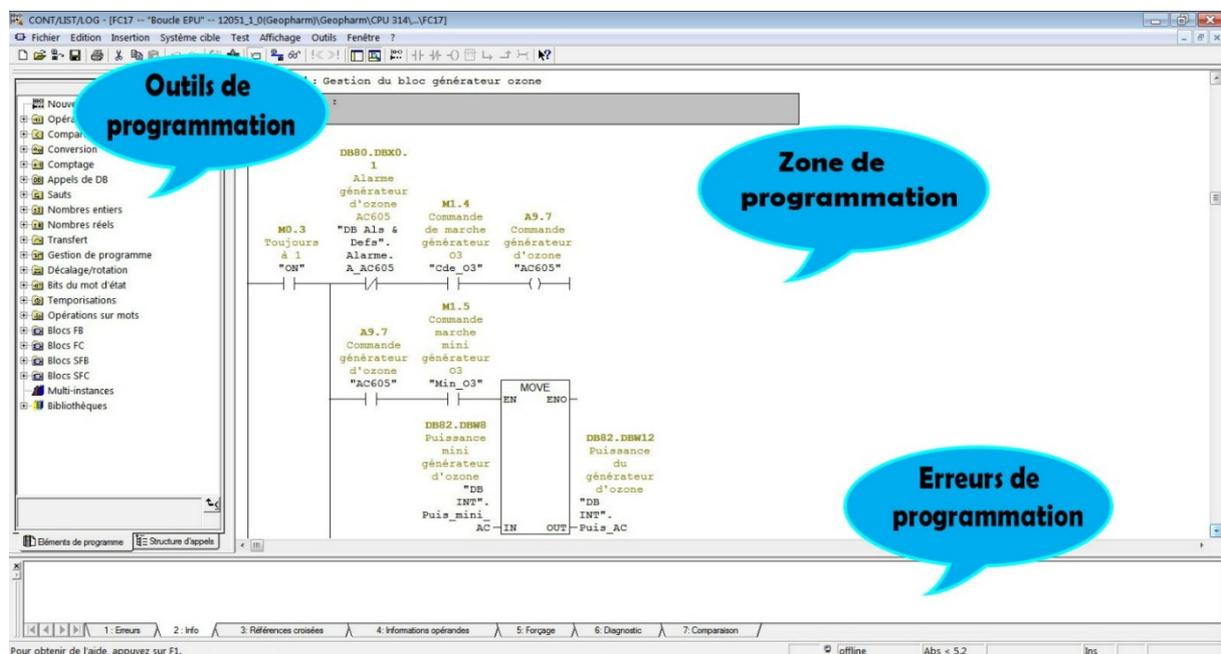


Figure2.12 : Vu d'ensemble du logiciel.

### II.5. La Supervision :

#### II.5.1. Définitions :

- La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. Ou elle assure le rôle commande-contrôle de procédés.
- En informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité. Elle est souvent centralisée dans une salle de contrôle.
- La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

#### II.5.2. Fonctions de la Supervision :

- Synoptique :
  - ✓ Fonction essentielle de la supervision, fournit une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des moyens de production de l'unité.
  - ✓ permet à l'opérateur d'interagir avec le processus et de visualiser le comportement normal.
  - ✓ permet à l'opérateur de visualiser le comportement anormal.
- Courbes:
  - ✓ donne une représentation graphique de différentes données du processus.
  - ✓ donne les outils d'analyse des variables historiées.
- Alarme:
  - ✓ calcule en temps réel les conditions de déclenchement des alarmes.
  - ✓ affiche l'ensemble des alarmes selon des règles de priorité.
  - ✓ donne les outils de gestion depuis la prise en compte jusqu'à la résolution complète.
  - ✓ assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme.
- Historisation du procédé:
  - ✓ permet la sauvegarde périodique de grandeurs (archivage au fil de l'eau)
  - ✓ permet la sauvegarde d'événements horodatés (archivage sélectif)
  - ✓ fournit les outils de recherche dans les données archivées fournit la possibilité de refaire fonctionner le synoptique avec les données archivées (fonction de magnétoscope ou de REPLAY)
  - ✓ permet de garder une trace validée de données critiques (traçabilité de données de production)
- Gestion des gammes de fabrication :
  - ✓ donne un outil de gestion des lots de fabrication
  - ✓ gère les paramètres de réglage des machines pour chacun des lots

### II.5.3. Architecture d'un Réseau de Supervision :

En vue de la réalisation d'une communication entre un API et un PC, des mécanismes d'échange ont été développés dans ce sens pour assurer l'échange de données entre le PC de supervision et un automate programmable. Le choix d'un réseau de communication dépend principalement des besoins en termes de couvertures géographique, de qualité de données et de nombre d'abonnés. Le PC de supervision n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'API qui gère l'ensemble du processus.

Un réseau de supervision est souvent constitué de :

- Un PC utilisé comme poste opérateur, permet l'acquisition des données, l'affichage des synoptique et la conduite de l'unité.
- Un PC comme poste ingénieur, dédié à l'administration du système et au paramétrage de l'application.
- Un réseau d'acquisition de type MPI, reliant les postes opérateur de l'automate.

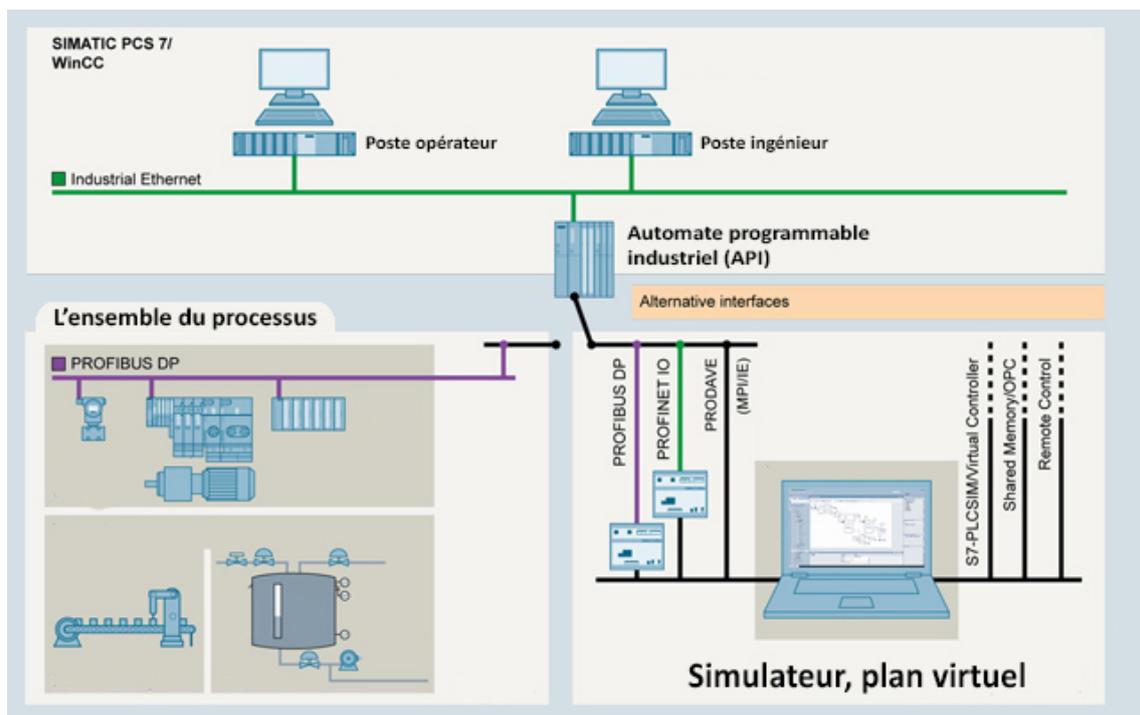
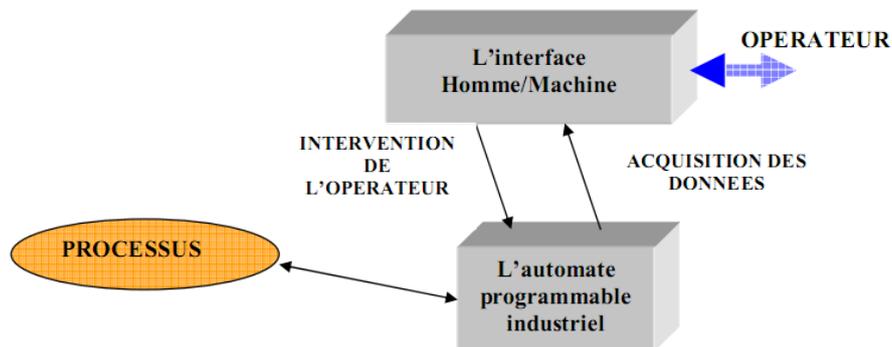


Figure2.13 : Architecture d'un Réseau de Supervision

### II.5.4. Interface homme/machine (IHM) : [18]

Les interfaces homme/machine sont des logiciels spécifiques au contrôle-commande dans SIMATIC, les systèmes de visualisation du processus SIMATIC WINCC et SIMATIC WINCC flexible sont des systèmes de base indépendants des branches et technologies d'utilisation qui comportent toute les fonctions indispensable au contrôle-commande.



**Figure2.14 : L'interface Homme/Machine dans un processus automatisé.**

### II.5.5. Description du Logiciel WINCC Flexible : [19]

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

WINCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WINCC flexible réunit les avantages suivants :

- Simplicité
- Ouverture
- Flexibilité

L'environnement de travail de Win CC Flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visible lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration.

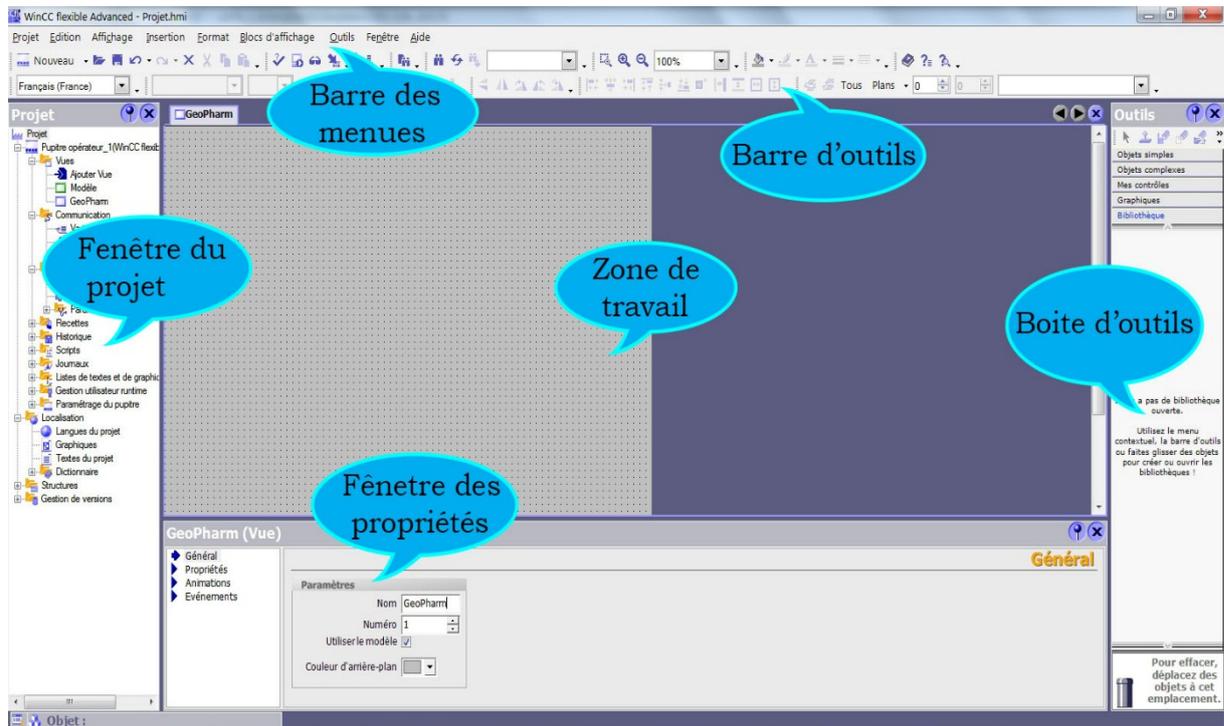


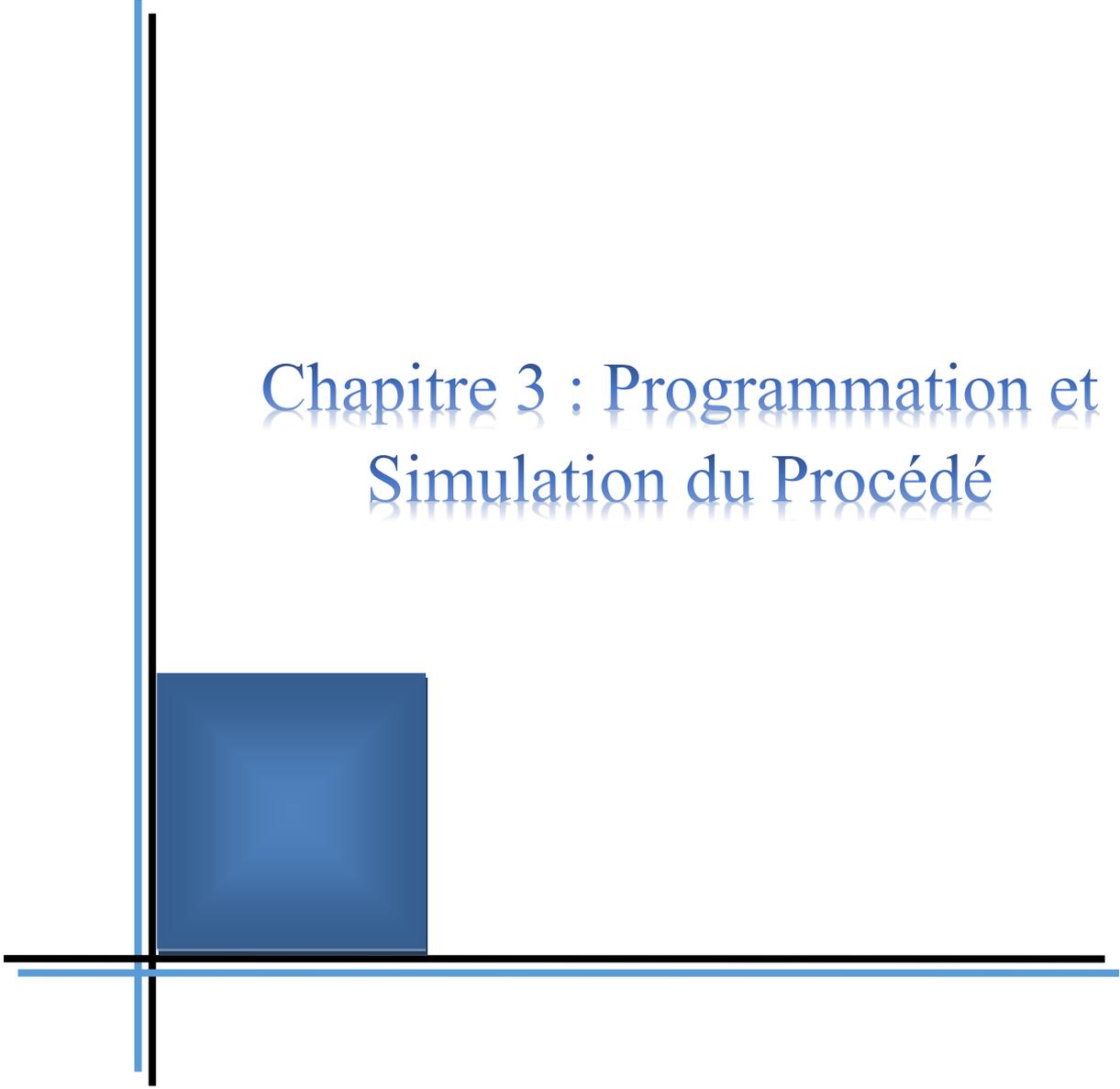
Figure2.15 : Vue d'Ensemble du Logiciel WINCC Flexible.

### II.6. Conclusion :

Le développement scientifique avec l'introduction des premiers automates programmables industrielles (API) dans l'industrie automobile, a laissé sa trace sur les processus de fabrications industriels ainsi donnant naissance au système automatisé de production.

Ces systèmes automatisé sont structuré en trois grandes parties qui sont la partie opérative (PO), la partie commande (PC), la partie dialogue et que chacune d'elles à une fonction bien définie dans la structure. L'automate programmable industriel (API) par ses structures compact pour la commande de petits automatismes et modulaire destiné aux automatismes complexes ou puissants, a le rôle de la gestion entière de la station de purification d'eau.

Cette gestion se fera, par programmation que on va décrire dans le chapitre suivant et ceux avec les logiciels STEP7 et la supervision avec WINCC flexible.



## Chapitre 3 : Programmation et Simulation du Procédé

### III.1. Introduction :

La station de production d'eau purifiée dont nous avons eu à intervenir, marcher uniquement avec le générateur d'UV dans la boucle EPU, avec l'absence du générateur d'ozone. Ce générateur à un grand rôle dans la désinfection et le maintien d'une excellente qualité bactériologique de l'eau purifiée comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent.

Notre travail consisté alors :

1. à effectuer les différents raccordements hydraulique et électriques du générateur d'ozone, de l'analyseur d'ozone, y compris l'ensemble de l'instrumentation pour le fonctionnement du système d'ozonation selon le schéma électrique de l'armoire électrique générale établi à cet effet ;
2. La programmation des entrées sorties TOR et analogiques nécessaires au fonctionnement du système d'ozonation ;
3. L'injection du programme dans l'automate à l'aide du logiciel STEP7 Ver. 5.5, ainsi que la mise à jour du développement des vues de l'IHM avec WINCC FLEXIBLE Ver. 2008 SP3 ;
4. Le paramétrage des étapes de désinfections de l'ozoneur dans l'IHM ;
5. Teste et Simulation.

### III.2. Description de l'Automate Utilisé :

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-314-1AG14-0AB0. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées. Ces caractéristiques techniques seront présentées en annexe (voir annexe 02).



**Figure3.1 : Vue de l'Automate S7-314-1AG14-0AB0**

### 1. LED de visualisation d'état et de défaut :

(Rouge) SF	Défaut matériel ou logiciel
(Rouge) BATF	Défaillance de la pile
(Vert) 5V cc	L'alimentation 5V cc est correcte
(Jaune) FRCE	Le forçage permanent est actif
(Verte) RUN	CPU en RUN
(Jaune) STOP	CPU en STOP ou en ATTENTE ou en démarrage

**Tableau3.1 : LED de visualisation d'état et de défaut**

### 2. Commutateur de mode de fonctionnement :

Le changement de mode se fait à l'aide d'une clé :

Position	Signalisation	Explication
RUN-P	Mode de fonctionnement RUN-PROGRAMME	La CPU traite le programme utilisateur. Le programme peut être modifié. Dans cette position la clef ne peut être retirée.
RUN	Mode de fonctionnement RUN	La CPU traite le programme utilisateur. Le programme ne peut être modifié qu'avec légitimation par mot de passe. La clef peut être retirée.
STOP	Mode de fonctionnement STOP	La CPU ne traite aucun programme utilisateur. La clef peut être retirée.
MRES	Effacement général	Position instable du commutateur, pour effectuer l'effacement général il faut respecter un ordre particulier de commutation

**Tableau3.2 : Positions du commutateur de fonctionnement du mode de fonctionnement**

### 3. Pile de sauvegarde ou accumulateur :

L'utilisation de l'accumulateur ou de la pile de sauvegarde est nécessaire pour l'horloge temps réelle.

La pile de sauvegarde est aussi utilisée pour :

- La sauvegarde du programme utilisateur s'il n'est pas enregistré dans la mémoire morte.
- Pour étendre la zone rémanente de données.

L'accumulateur est rechargé à chaque mise sous tension de la CPU. Son autonomie est de quelques jours voire quelques semaines au maximum. La pile de sauvegarde n'est pas rechargeable mais son autonomie peut aller jusqu'à une année.

### 4. Carte mémoire :

La plus part des CPU possèdent une carte mémoire son rôle est de sauvegarder le programme utilisateur, le système d'exploitation et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU et des modules en cas de coupure du courant.

### 5. Interface MPI (interface multipoint) :

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour la console de programmation(PG), le pupitre operateur(OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187,5 k Bauds.

### III.3 Raccordement électrique :

Une fois que la mise en place de l'ensemble de l'appareillage du système d'ozonation y compris les raccordements hydraulique, son raccordement à l'armoire électrique générale nous incombe.

En 1ere lieu, nous avons effectué le câblage des différents appareils du système, et en 2eme lieu le circuit commande et transmission de données de mesure via le câblage analogique ;



**Figure3.2 : Raccordement électrique de l'ozonneur.**

La partie du schéma électrique qui à servis à cet effet se trouve à l'annexe 03.

## III.4. Réalisation du programme de la boucle ozonation :

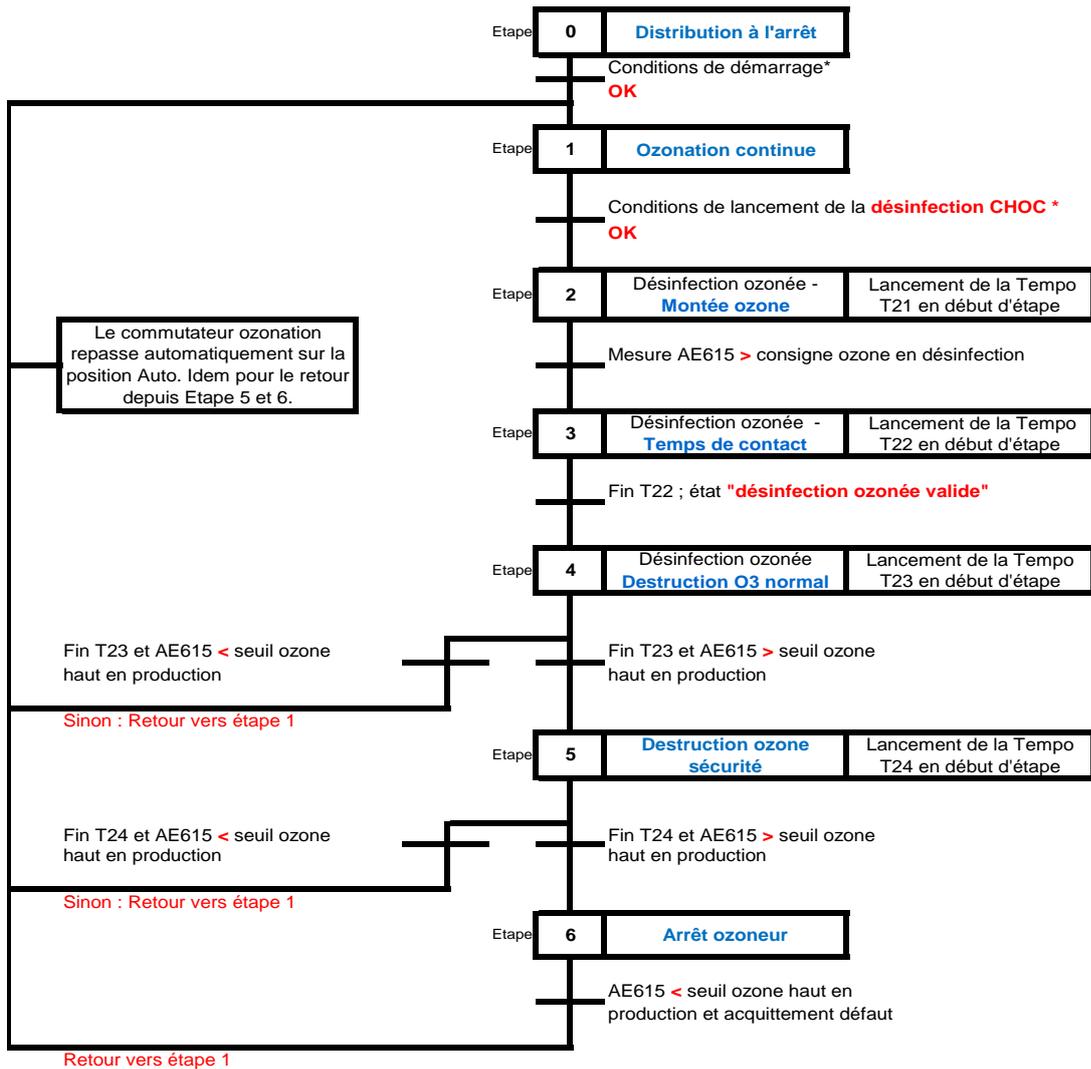
### III.4.1. Synoptique de fonctionnement de l'ozoneur :

Afin de schématiser le fonctionnement du système d'ozonation un grafcet a été établi pour mieux faciliter la programmation de différente étape sous STEP7.

Ci-dessous le grafcet :

#### SYNOPTIQUE DE LA DESINFECTION OZONEE DE LA BOUCLE DE DISTRIBUTION

conformément au descriptif fonctionnel détaillé dans le chapitre 01



#### Notes \* :

Conditions de démarrage :  
Commutateur de boucle sur marche  
Pompe distribution sur auto  
Niveaux LSL301et LSL305 cuve de stockage T300 recouvert

Conditions de lancement de la désinfection CHOC :  
OU échéance automatique (jour/heure)  
OU "LANCEMENT OZONATION MANU" enclenché

Figure3.3 : GRAFCET de fonctionnement de l'ozonation

### III.4.2. Conception du programme :

La mise en place d'une solution d'automatisation avec *STEP7* nécessite la réalisation des tâches fondamentales qu'on va décrire suivantes :

#### III.4.2.1. Création du projet SIMATIC STEP7 :

Afin de créer un nouveau projet *STEP7*, il nous est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet », ou bien créer le projet soit même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet. Après on va sélectionner le type de CPU et l'insertion du bloc organisationnel, et on clic sur créer

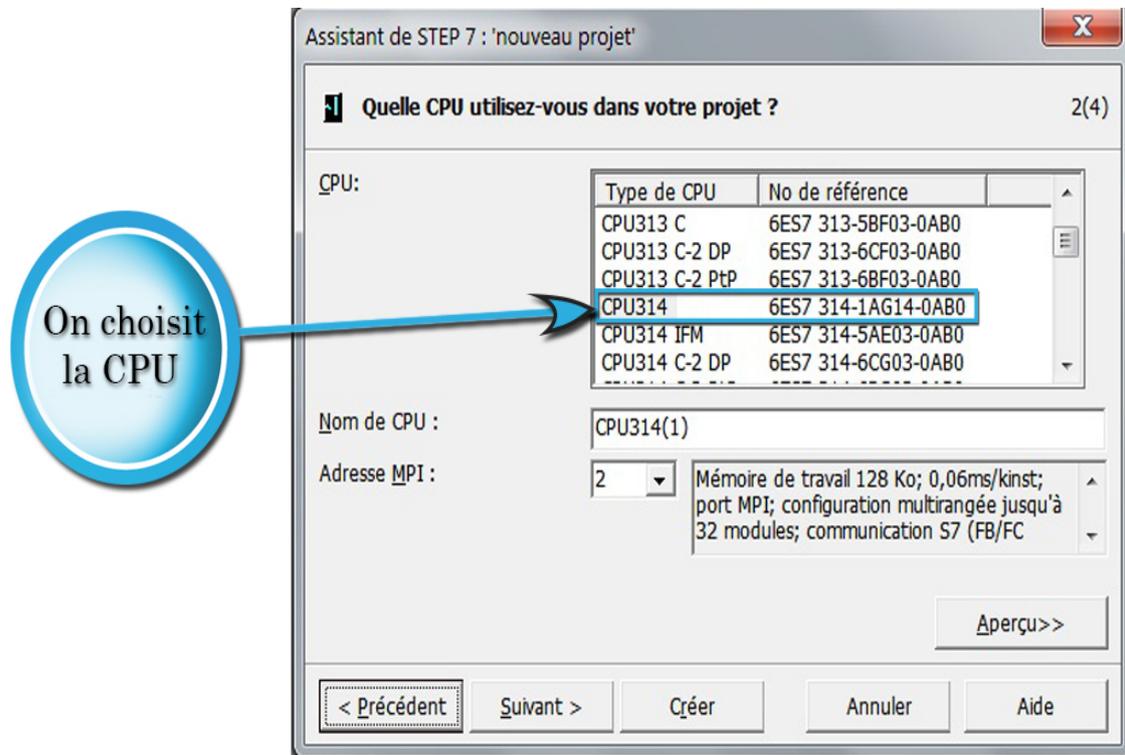
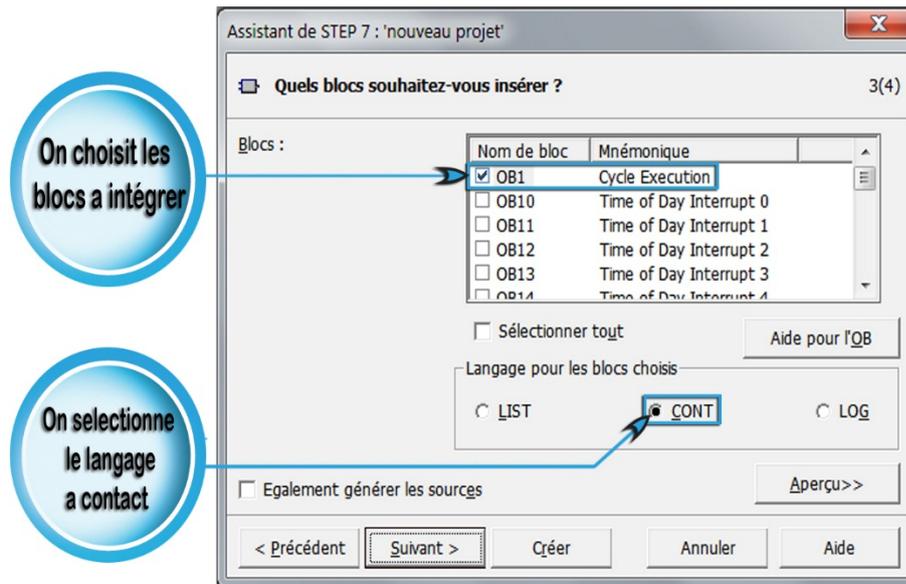


Figure3.4 : Sélection de type de CPU



**Figure3.5 : Insertion du Bloc Organisationnel et Type de Langage de Programmation**

### III.4.2.2. Configuration Matérielle HW Config :

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

On choisit pour les entrées et les sorties :

Analogique IN/OUT put	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 03 modules AI 300 (SM331 AI 8x13 Bit)</li> <li>❖ 01 module AO 300 (SM332 AO 8x12 Bit)</li> </ul>
Digital ou TOR IN/OUT put	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 02 modules DI 300 (SM321 DI 32xDC 24V)</li> <li>❖ 02 modules DO 300 (SM322 DO 32xDC 24V)</li> </ul>

**Tableau3.3: Module E/S Analogique et TOR**

# CHAPITRE III : Programmation et Simulation du Procédé

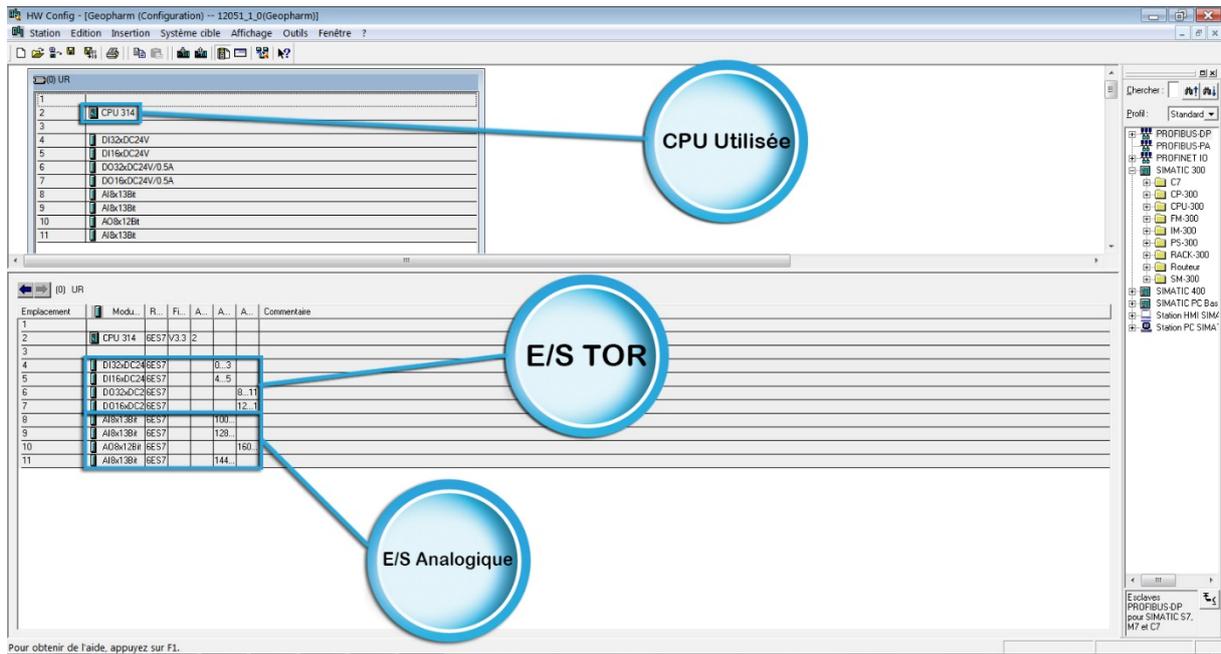


Figure3.6 : Configuration Matérielle HW Config

## III.4.2.3. Définition des Mnémoniques:

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1	AC605	A	9.7 BOOL	Commande générateur d'ozone
2	AC605 A	PAW 164	INT	Commande générateur ozone AC605
3	Actionneurs	FC 11	FC 11	Gestion des blocs actionneurs
4	AE148	A	9.6 BOOL	Commande testomat chlore AE148
5	AE615	PEW 108	INT	Mesure ozone AE615
6	Aiguillage	FC 125	FC 125	
7	Alarmes & Défauts analogique	FC 20	FC 20	Gestion des alarmes & défauts
8		UDT 2124	UDT 2124	UDT du bloc de conversion analogique
9	Analogiques	FC 10	FC 10	Gestion des blocs analogique
10	ASH148 C2	E	1.2 BOOL	Défaut chlore AE148
11	ASH148 TH	E	1.1 BOOL	Défaut TH AE148
12	ASH207	E	3.3 BOOL	Défaut pH haut
13	Att_rinc_cel_O3	M	2.6 BOOL	Attente rinçage cellule ozone
14	AU	E	0.0 BOOL	Arrêt d'urgence
15	AU Dep1	E	2.3 BOOL	Arrêt d'urgence déporté 1
16	AU Dep2	E	2.4 BOOL	Arrêt d'urgence déporté 2
17	BLMOV	FC 118	FC 118	Bloc gérant les différents bits systèmes
18	BLMOV	SFC 20	SFC 20	Copy Variables
19	bloc général	OB 1	OB 1	
20	Bloc_analogique	FC 124	FC 124	Gestion des valeurs analogique
21	Bloc_PID	FB 1	FB 1	Bloc de régulation PID
22	Bloc_tempo	FC 130	FC 130	Tempo retard à la montée
23	Blocs prod & bou...	FC 12	FC 12	Gestion des blocs production et boudes
24	Boucle EPFI	FC 18	FC 18	Gestion de la boucle EPFI
25	Boucle EPFI mar	M	3.1 BOOL	Boucle EPFI en marche
26	Boucle EPU	FC 17	FC 17	Gestion de la boucle EPU
27	Boucle EPU mar	M	2.0 BOOL	Boucle EPU en marche
28	Cde_O3	M	1.4 BOOL	Commande de marche générateur O3
29	Cde_UV	M	1.3 BOOL	Commande de marche générateur UV
30	Chauffe_VA810	M	4.5 BOOL	Mise en chauffe point VA810
31	CR243	PEW 132	INT	Conductivité boucle EPFI CR243
32	CIT243	PEW 100	INT	Conductivité perméat osmoseur CIT243
33	CIT442	PEW 104	INT	Conductivité boucle EPU CIT442
34	CLIGNO	M	0.1 BOOL	Bit clignotant 1S
35	COMPLETE REST...	OB 100	OB 100	Complete Restart
36	Cond_O5	FC 116	FC 116	Gestion de la conductivité osmoseur
37	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
38	CYC_FLT	OB 80	OB 80	Cycle Time Fault
39	Cycle_1min	MD 104	DBIT	Cycle tempo à la minute
40	Cycle_1s	MW 100	INT	Cycle à la seconde
41	DB_ACT	DB 101	DB 101	DB pour les actionneurs
42	DB_Als & Defs	DB 80	DB 80	Gestion des alarmes et défauts
43	DB_ANA	DB 100	DB 100	DB pour les analogiques
44	DB_BOOL	DB 81	DB 81	DB pour les BOOL

Figure3.7 : Editeur des Mnémoniques

La table des mnémoniques entière (voir annexe 04)

### III.4.2.4. Elaboration du programme :

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

#### 1. Objet de programmation :

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC), des blocs de données (DB), et des types de données utilisateur (UDT).

##### ➤ Les Blocs d'Organisations OB :



Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de déterminer le comportement de la CPU.

Les OB sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les événements suivants :

- ✓ Comportement au démarrage
- ✓ Exécution cyclique du programme
- ✓ Exécution du programme déclenchée par des alarmes (cyclique, processus, diagnostic,...)
- ✓ Traitement des erreurs

##### ➤ Les fonctions FC :



Ce sont des blocs de code sans mémoire.

Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérandes globaux.

Elles sont utilisées pour la programmation de fonctions utilisées plusieurs fois. On simplifie de ce fait la programmation.

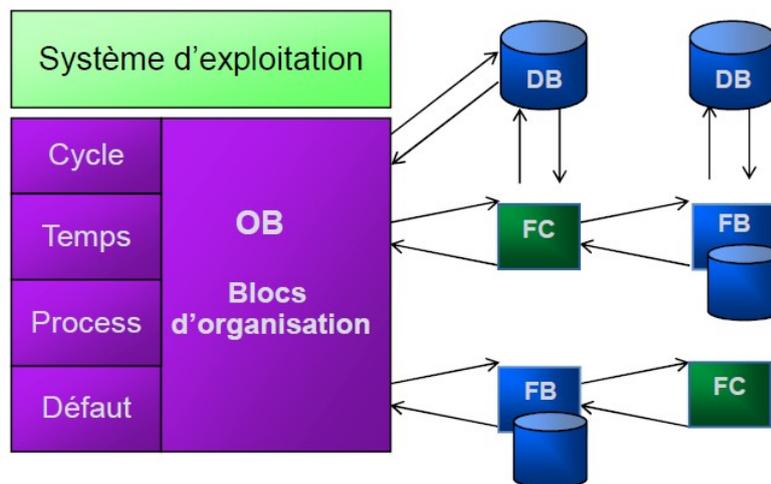
## ➤ Les blocs fonctionnels FB :



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

## ➤ Les blocs de données (DB) :

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.



### Légende :

OB = Bloc d'organisation  
FB = Bloc fonctionnel  
FC = Fonction  
DB = Bloc de données



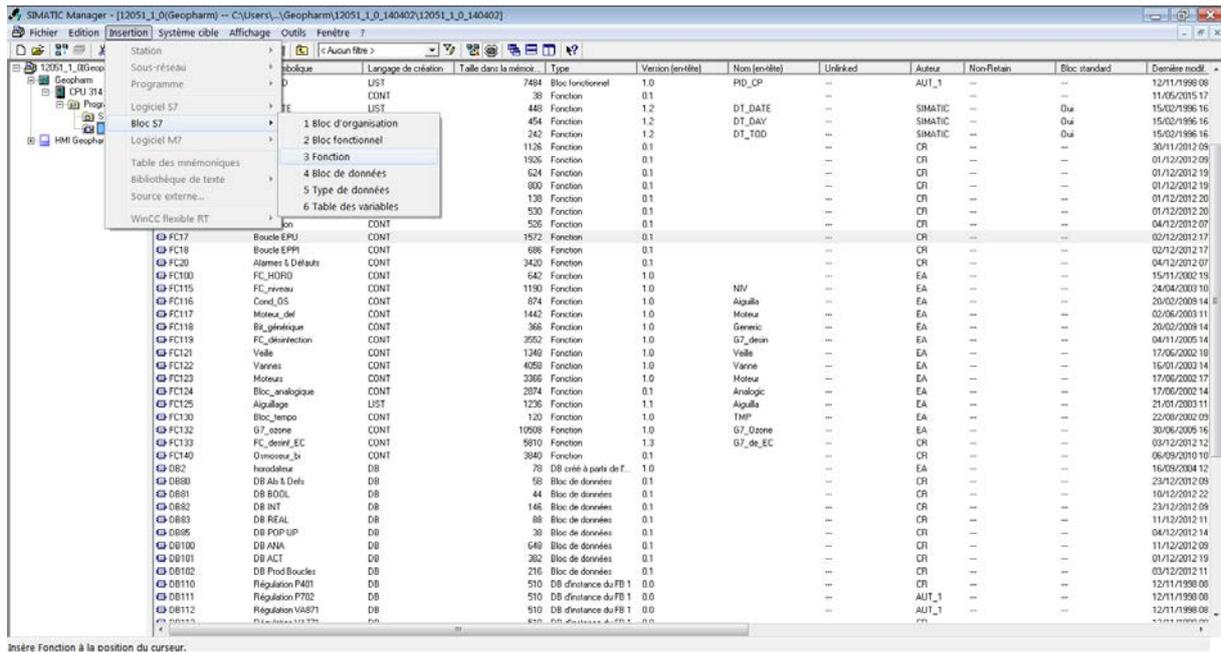
Le degré d'imbrication maximum des blocs dépend de la CPU.

**Figure3.8 : Structure de Programme**

## 2. Création FC10 :

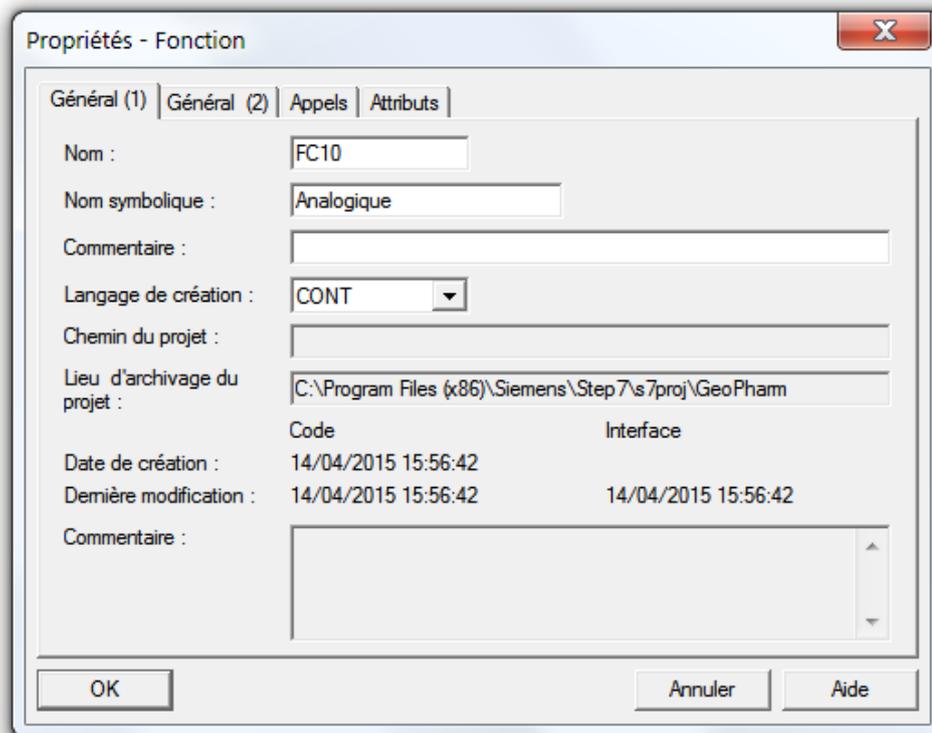
On a créé le bloc FC10 pour récupérer et charger les données de mesure dans le module analogique provenant du débitmètre, conductivité mètre, des capteurs de pression et de température. (Voir annexe 05)

## CHAPITRE III : Programmation et Simulation du Procédé



**Figure3.9 : Création du bloc FC10**

Après les étapes faites auparavant, une fenêtre apparaît, dont on peut avoir un aperçu sur le bloc de fonction FC10, donner un nom de symbole et insérer un commentaire.



**Figure3.10 : Appellation de la fonction**

## CHAPITRE III : Programmation et Simulation du Procédé

Le Bloc FC10 les transforment en sortie en valeurs analogiques, puis les transferts vers le bloc FC124, qui est chargé de la gestion des valeurs analogiques qui les transforment en réels pour les affichées sur HMI.

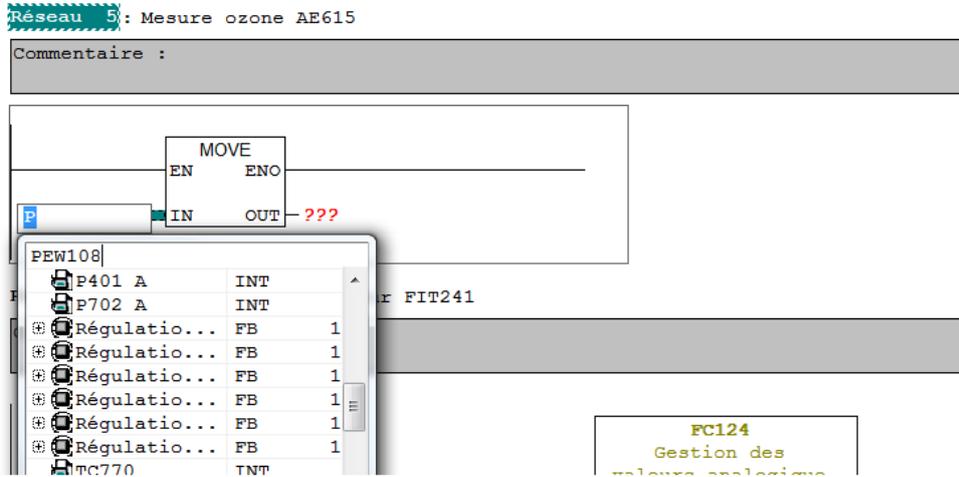


Figure3.11 : Insertion du bloc de transfert et affectation des entrées

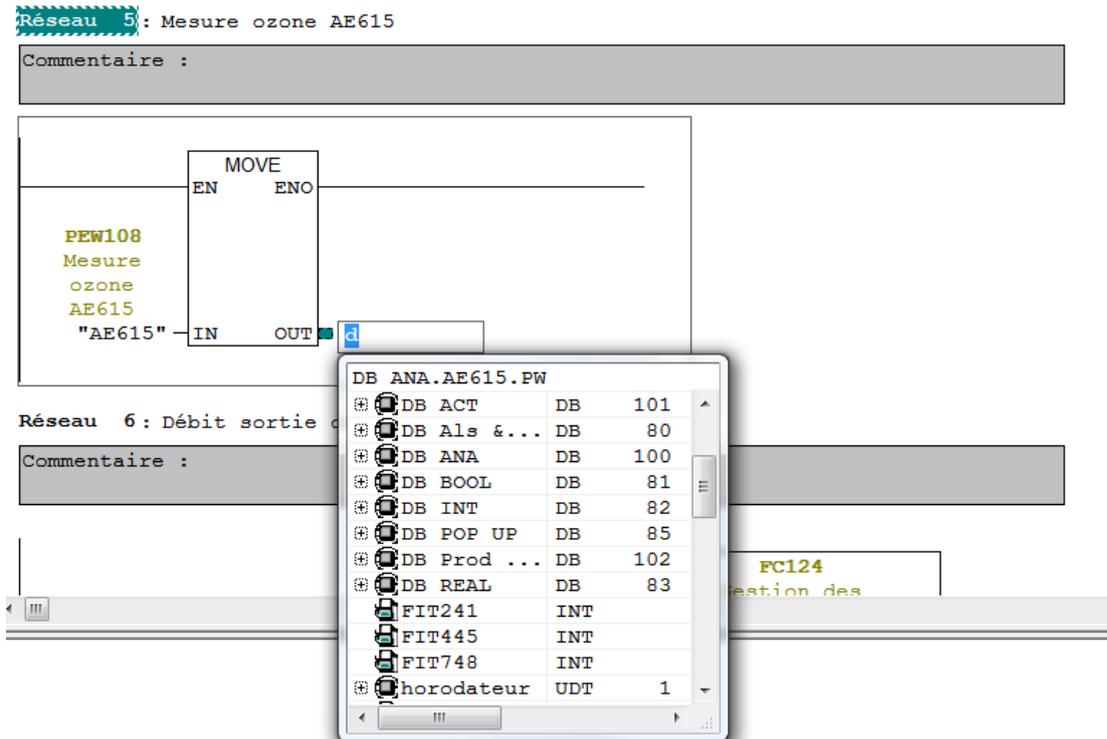
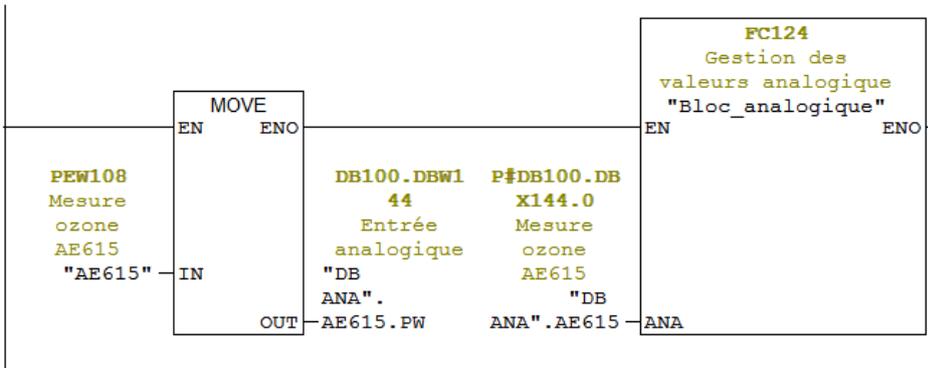


Figure3.12 : Affectation des sorties

## CHAPITRE III : Programmation et Simulation du Procédé

Réseau 5: Mesure ozone AE615

Commentaire :



**Figure3.13 : Réseau de la gestion de la mesure d’analyseur d’ozone AE615**

Comme le FC 124 est un bloc sans mémoire. Les données des valeurs analogiques temporaires sont perdues après l’exécution de la fonction. Pour les mémoriser ont les transferts vers le bloc DB100

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	CIT243	"analogique"		Conductivité perméat osmoseur CIT243
+36.0	TT243	"analogique"		Température perméat osmoseur CIT243
+72.0	CIT442	"analogique"		Conductivité boucle EPU CIT442
+108.0	TT442	"analogique"		Température boucle EPU CIT442
+144.0	AE615	"analogique"		Mesure ozone AE615
+180.0	FIT241	"analogique"		Débit sortie osmoseur FIT241
+216.0	FIT445	"analogique"		Débit retour de boucle EPU FIT445
+252.0	LT303	"analogique"		Niveau de la cuve EPU LT303
+288.0	TT869	"analogique"		Température aval échangeur boucle EPU TT869
+324.0	TT444	"analogique"		Température retour de boucle EPU TT444
+360.0	CIR743	"analogique"		Conductivité boucle EPPI CIR743
+396.0	TT743	"analogique"		Température boucle EPPI CIR743
+432.0	FIT748	"analogique"		Débit retour de boucle EPU FIT748
+468.0	TT705	"analogique"		Température départ de boucle EPPI TT705
+504.0	TC770	"analogique"		Température aval échangeur boucle EPPI TC770
+540.0	TIR745	"analogique"		Température retour de boucle EPPI TIR745
+576.0	TT711	"analogique"		Température sortie échangeur froid boucle EPPI TT711
=612.0		END_STRUCT		

**Figure3.14 : Bloc de Donner DB100 ‘Analogique’**

### 3. Insertion des réseaux dans le bloc FC17:

Lors de notre déplacement sur le site de GEOPHARM, nous avons inséré les réseaux qui concerne notre ozoneur dans le bloc FC17, qui est chargé de la gestion de la boucle EPU et surtout la gestion du bloc générateur ozone, ainsi le paramétrage des données de fonctionnement, et après avoir injecté le programme des entrées/sorties TOR, nous avons pu constater le fonctionnement de la désinfection ozonée conformément au descriptif fonctionnel et au GRAFCET prés établi précédemment. (Voir annexe 05)

Réseau 8 : Gestion du bloc générateur ozone

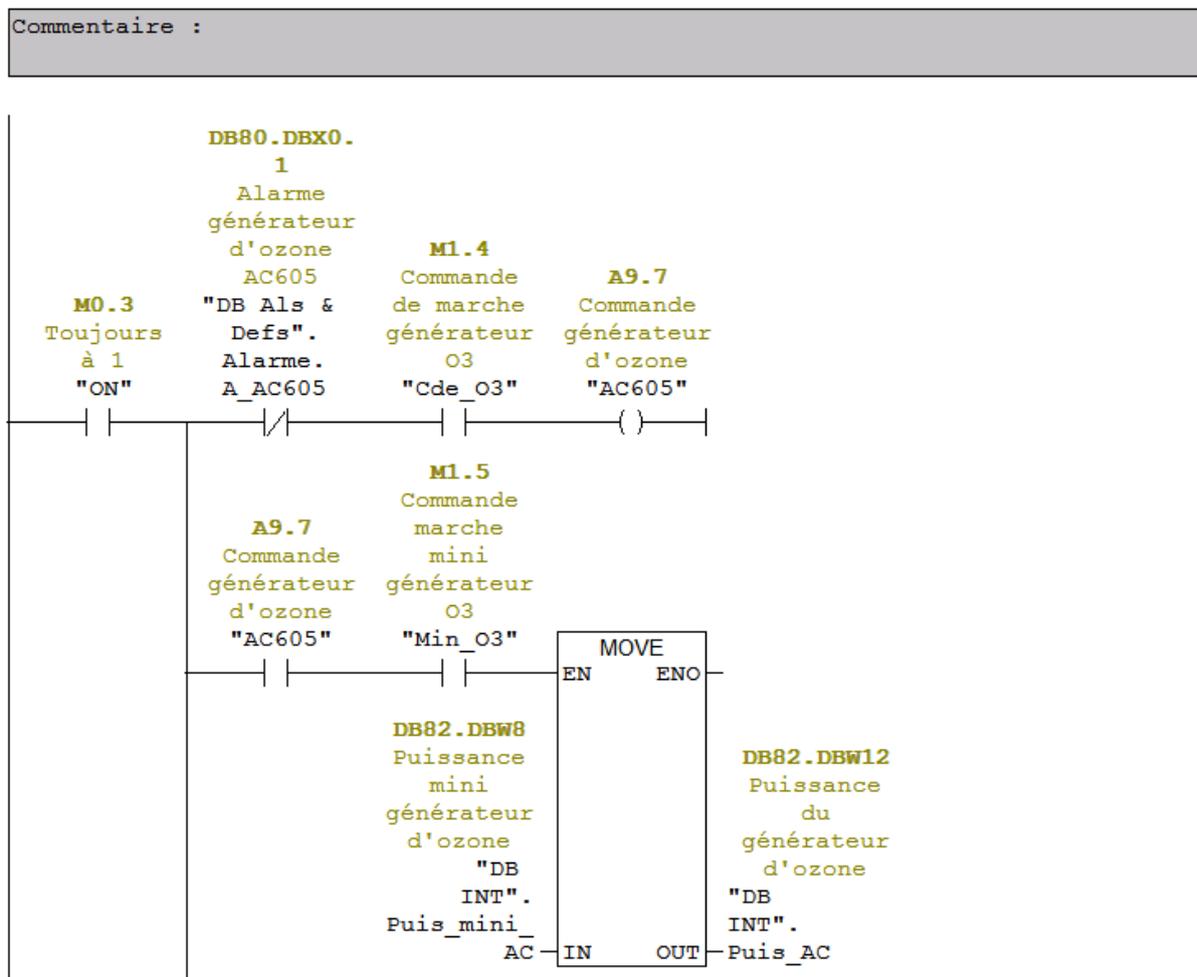


Figure 3.15 : Réseau de la gestion du bloc générateur d’ozone

### III.5. Réalisation de la Supervision de la station :

Afin de créer une HMI, il faut prendre connaissance au préalable des éléments de l'installation ainsi que le système automate utilisé, dans notre station, nous utiliserons la gamme de *SIEMENS*, ainsi que le Wincc Flexible, ce système se chargera des tâches suivantes :

- Représentation du processus
- Commande du processus
- Vue des alarmes
- Archivage de valeurs processus et d'alarmes
- Documentation de valeurs processus et d'alarmes
- Gestion des paramètres de processus et de machine

#### III.5.1. Connexion avec l'automate :

Dans un premier lieu, on doit d'abord créer une liaison directe entre notre projet WINCC et l'automate, Ceci dans le but que le projet WINCC puisse accéder aux données qui sont stockées dans notre automate, cette liaison est faite avec un câble MPI.

Notre liaison sera nommée : **Geo-pharm.**

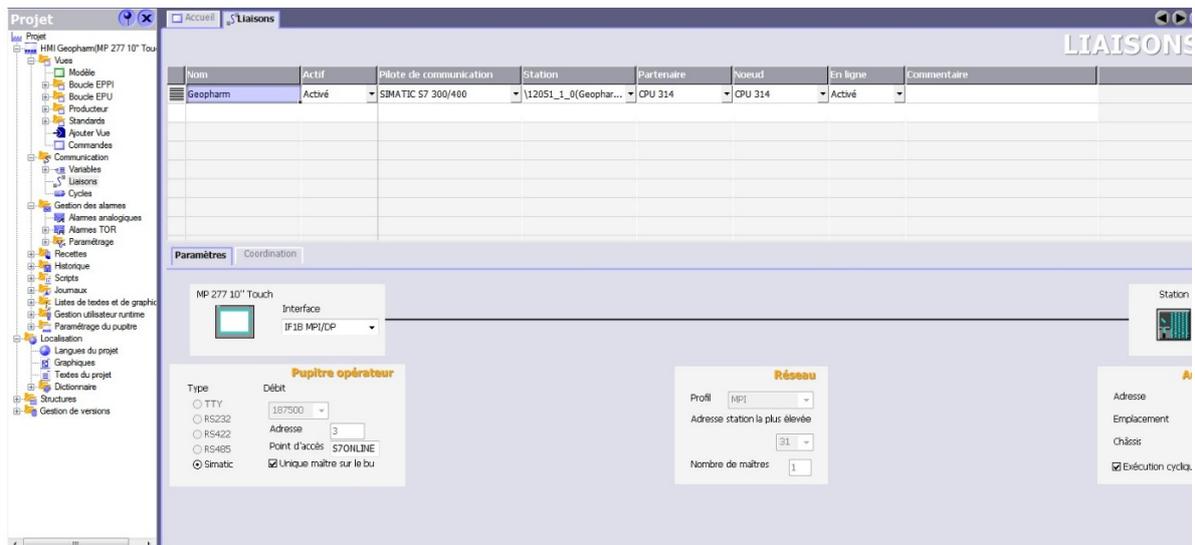


Figure3.16 : Création de liaison

### III.5.2. Création des variables :

Une fois la liaison faite, la correspondance entre les données du projet Step7 et celles de notre projet WINCC est créé automatiquement dès l'appel de la variable par le projet WINCC.

Cette dernière est spécifié par :

- Son Nom.
- Type.
- La liaison à l'automate.
- Mnémonique.
- Taux de rafraichissement de la variable.

Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Élément...	Cycle d'acquisition
DB ACT.P013.mo		Geopharm	Bool	mo	DB 101 DBX 20.4	1	1 s
DB ACT.P013.off		Geopharm	Bool	off	DB 101 DBX 21.3	1	1 s
DB ACT.P013.on		Geopharm	Bool	on	DB 101 DBX 21.2	1	1 s
DB ACT.P013.si		Geopharm	Bool	si	DB 101 DBX 20.2	1	1 s
DB ACT.P213.cda		Geopharm	Bool	cda	DB 101 DBX 30.3	1	1 s
DB ACT.P213.d		Geopharm	Bool	d	DB 101 DBX 30.5	1	1 s
DB ACT.P213.mo		Geopharm	Bool	mo	DB 101 DBX 30.4	1	1 s
DB ACT.P213.off		Geopharm	Bool	off	DB 101 DBX 31.5	1	1 s
DB ACT.P213.on		Geopharm	Bool	on	DB 101 DBX 31.4	1	1 s
DB ACT.P213.si		Geopharm	Bool	si	DB 101 DBX 30.2	1	1 s
DB ACT.P233.cda		Geopharm	Bool	cda	DB 101 DBX 44.3	1	1 s
DB ACT.P233.d		Geopharm	Bool	d	DB 101 DBX 44.5	1	1 s
DB ACT.P233.mo		Geopharm	Bool	mo	DB 101 DBX 44.4	1	1 s
DB ACT.P233.off		Geopharm	Bool	off	DB 101 DBX 45.5	1	1 s
DB ACT.P233.on		Geopharm	Bool	on	DB 101 DBX 45.4	1	1 s

AC605 (Variable)	
<b>Général</b>	<b>Paramètres</b>
Nom: AC605	Longueur: 0
Nom d'affichage:	
Liaison: Geopharm	
Type de données: Bool	
Mode d'acquisition: Cyclique sur ut	

Figure3.17 : Table des variables

### III.5.3. Création de Vues :

Afin de pouvoir contrôler différentes machines, on crée des vues d'éléments qu'on veut commander. Dans notre logiciel on dispose d'objets permettant d'afficher, de réguler et de contrôler des valeurs de notre processus.

#### 1-Création de l'analyseur d'ozone :

Ce type d'outil est un afficheur externe, pour le créer on doit aller dans l'outil graphique et dans l'onglet SIMATIC automation devices, ensuite on va sélectionner le type de display (écran) et lui attribuer une variable.

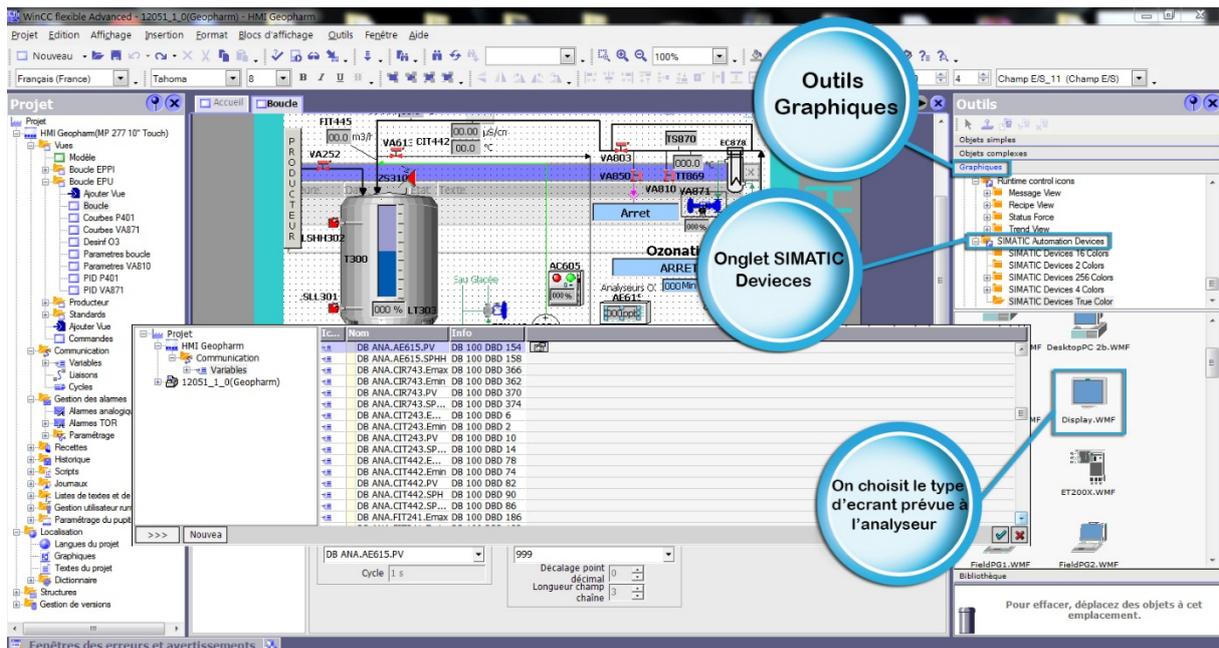


Figure3.18 : Création d'Analyseur d'Ozone sur Wincc flexible

## 2-Création de vanne :

On va dans outils de dessin, et dans bibliothèque on sélectionne le type de vanne que on veut insérer, dans notre cas sa sera une vanne verticale. Une fois cette dernière sélectionné on va lui attribué une variable et son temps de contact.

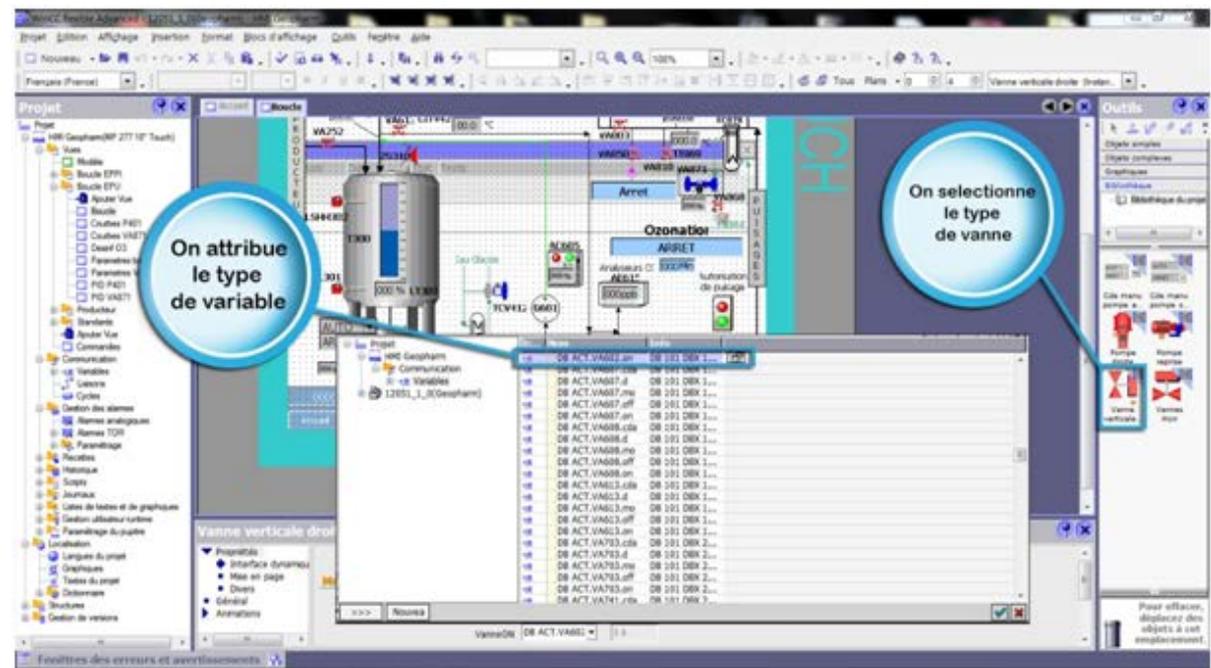


Figure3.19 : Création de la vanne verticale sur Wincc flexible

### III.5.4 Alarme et Défaut :

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'une certaine valeur est atteinte dans l'automate.

WINCC flexible comporte les tableaux suivants pour la configuration des alarmes :

- "Alarmes TOR" permet de créer et de modifier des alarmes TOR.
- "Classes d'alarmes" permet de créer et de modifier des classes d'alarmes.

Les classes d'alarmes déterminent, en substance, l'aspect des alarmes s'affichant sur le pupitre opérateur et leur comportement d'acquiescement.

Dans notre programme ces alarmes sont des valeurs consigne à dépasser ou pas, donc lors d'un dépassement cela va enclencher une alarme qui est prédéfini via le programme STEP7. On aura ainsi deux type d'alarme, l'une qui est défini comme décrit précédemment, et l'autre qui sera direct lu sur le générateur d'ozone, la figure qui suit montre cette dernière.



Figure3.20 : Visualisation des alarmes sur générateur d'ozone

## III.6. Teste et Simulation :

### III.6.1. Sous STEP7 :

Dans un premier temps on va ouvrir la fenêtre S7-PLCSIM qui est un simulateur de fonctionnement d'automate.

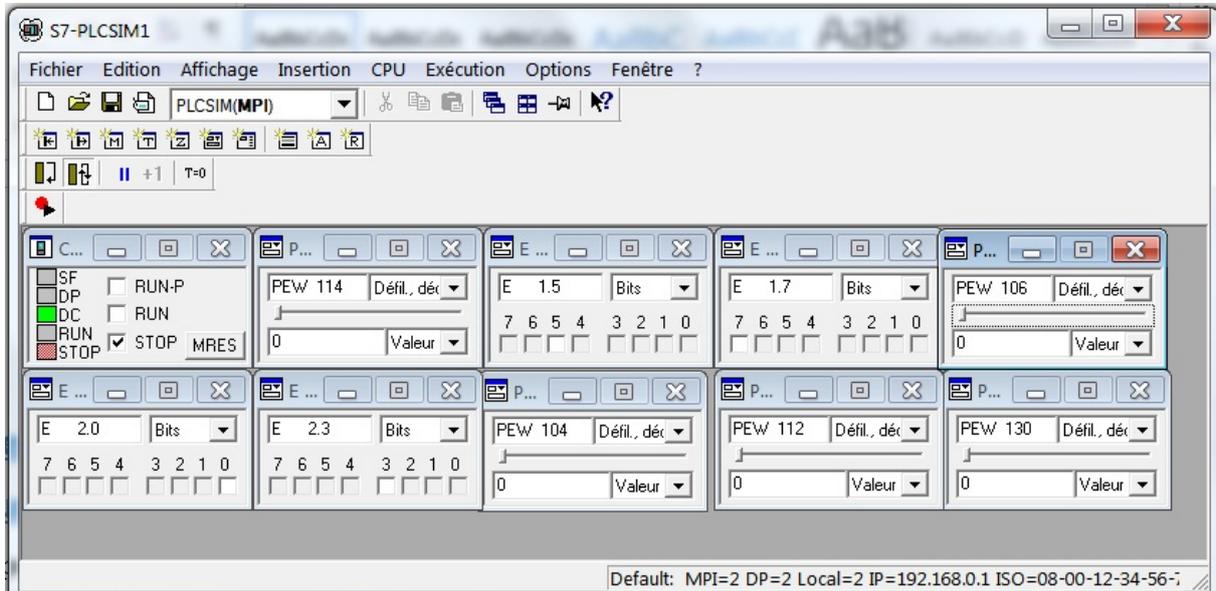
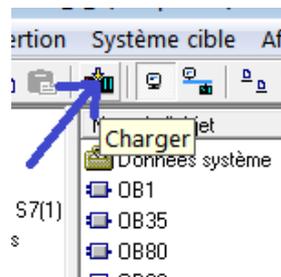


Figure3.21 : Le simulateur des programmes *PLCSIM*

Après cela on doit charger notre programme dans l'automate on cliquant sur l'icône ci-dessous :



Ensuite on clique sur RUN-P pour mettre en marche notre automate.



Le voyant SF étant éteint cela veut dire que notre programme ne contient pas d'erreurs.

Maintenant on va dans le bloc concerné par notre ozoneur pour voir en temps réel l'évolution de notre programme.

## 1. Simulation du bloc FC10 :

Visualisation de la simulation des données de mesures dans le bloc FC 10

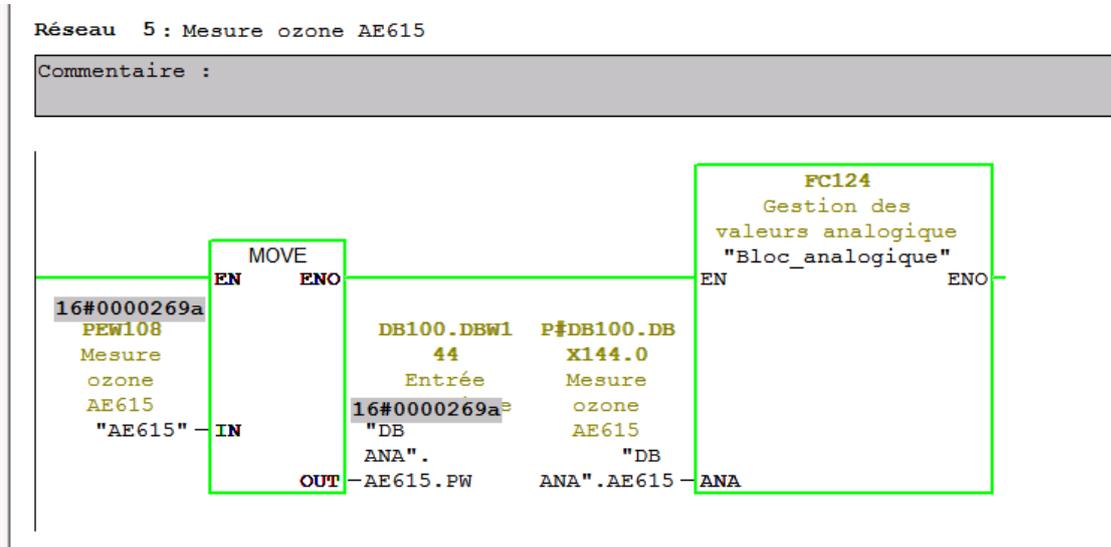


Figure3.22 : Visualisation de la simulation du bloc FC10

## 2. Simulation du bloc FC17 :

La simulation du programme automate du bloc FC17, ne peut se faire sur interface PG/PC car nous n'avons pas la possibilité de forcé les sorties TOR du coup une simulation sur site nous à états imposer.

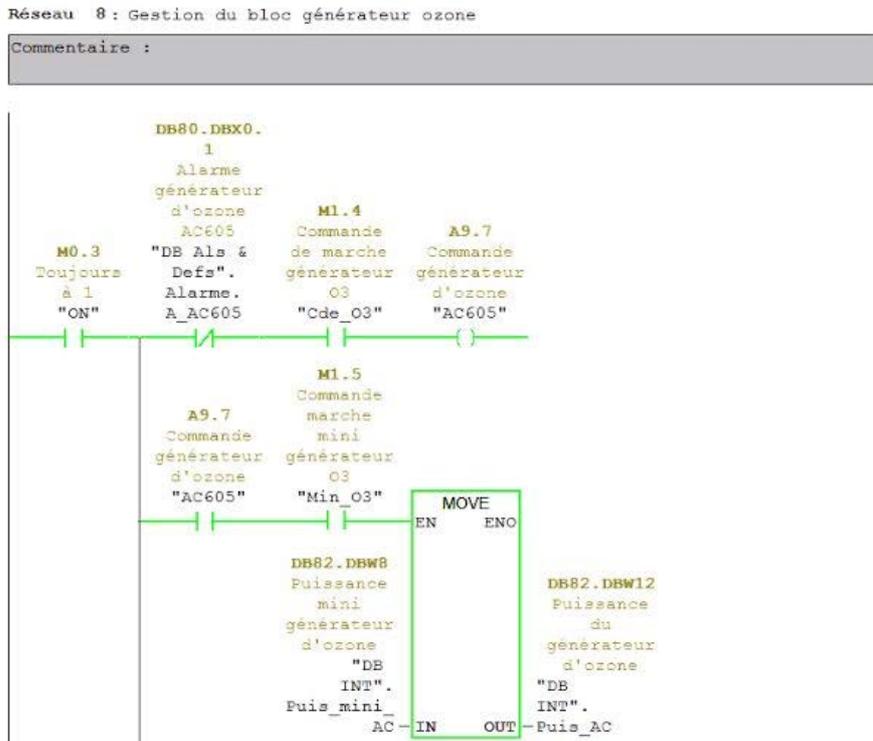
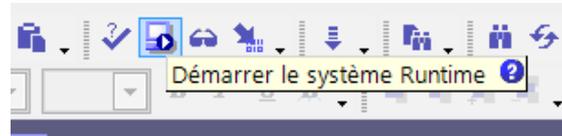


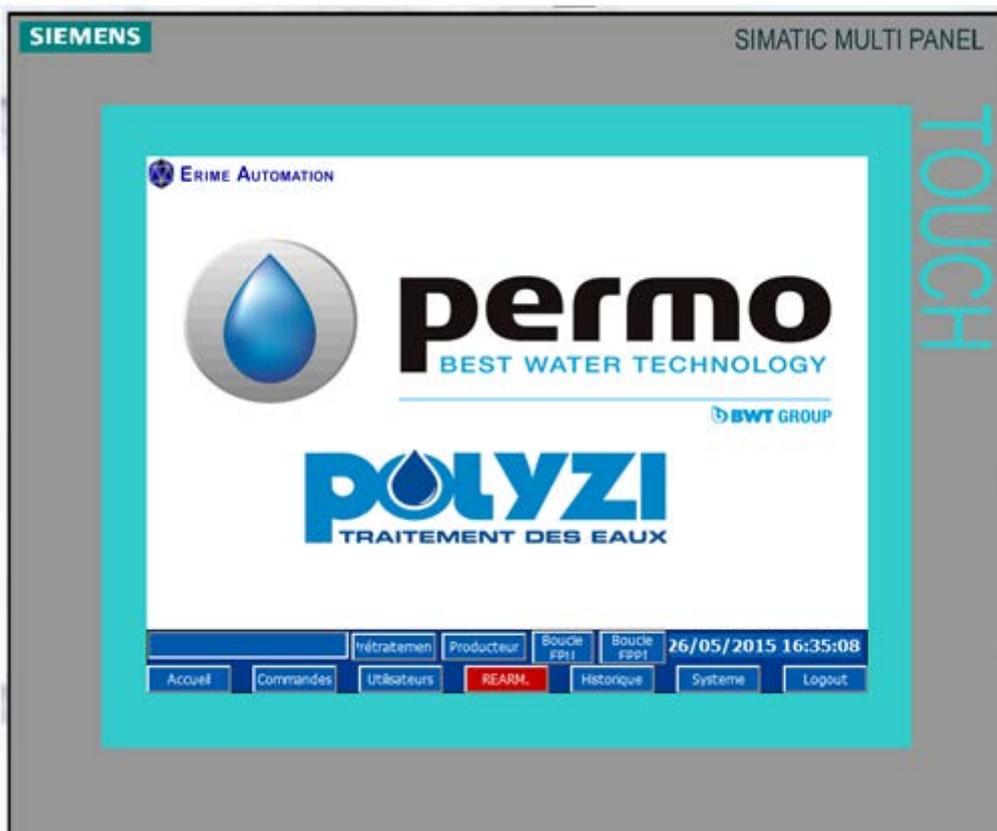
Figure3.23 : visualisation de la simulation du bloc FC17 sur site

### III.6.2. Sous WINCC flexible :

Une fois que la synchronisation avec le STEP 7 assuré on cliquer sur l'icône RUNTIME pour tester les fonctionnalités de l'interface utilisateur.

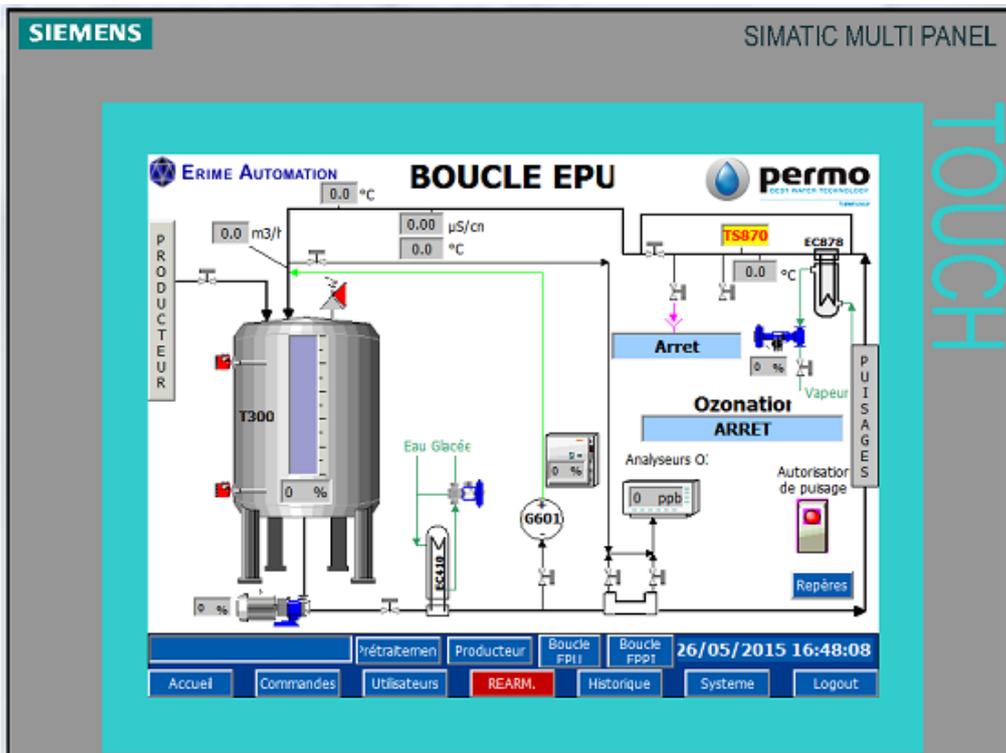


On aura comme première vue de notre programme :



# CHAPITRE III : Programmation et Simulation du Procédé

Maintenant on va s'intéresser à la boucle EPU là où se trouve notre Ozonateur.



On va paramétrer les étapes de désinfections de l'ozonateur comme ci-dessous :

The screenshot shows the 'PARAMETRES/TEMPOS OZONATION' configuration screen. It contains the following data:

Paramètre	Valeur	Unité
Temps de montée ozone:	120	min
Temps de contact:	60	min
Temps de destruction ozone normale:	60	min
Temps de destruction ozone sécurité:	900	s
Temps max ozone < consigne:	60	s
Consigne d'ozone en montée et tps de contact:	100	ppb
Consigne +X%:	95	%
Consigne +Y%:	100	%
Consigne production générateur ozone (Pmin):	20	%
Consigne désinfection générateur ozone (Pmax):	100	%
Seuil très haut ozone aval UV AE615:	5	ppb
Temps avant défaut ozone haut en production:	300	s
Temps rinçage cellule analyseur O <sub>3</sub> :	300	s
Temps retour automatique mesure ozone aval UV:	300	s

Heure de déclenchement ozonati	
Heure	20 : 00
Jour de déclenchemen	
Lundi	NON
Mardi	NON
Mercredi	NON
Jeudi	NON
Vendredi	OUI
Samedi	NON
Dimanche	NON

The interface also shows a navigation bar at the bottom with buttons for 'Accueil', 'Commandes', 'Utilisateurs', 'REARM.', 'Historique', 'Systeme', and 'Logout'. The date and time are 29/05/2015 20:02:40.

Vue final de notre station en marche avec l'ozoneur activé :

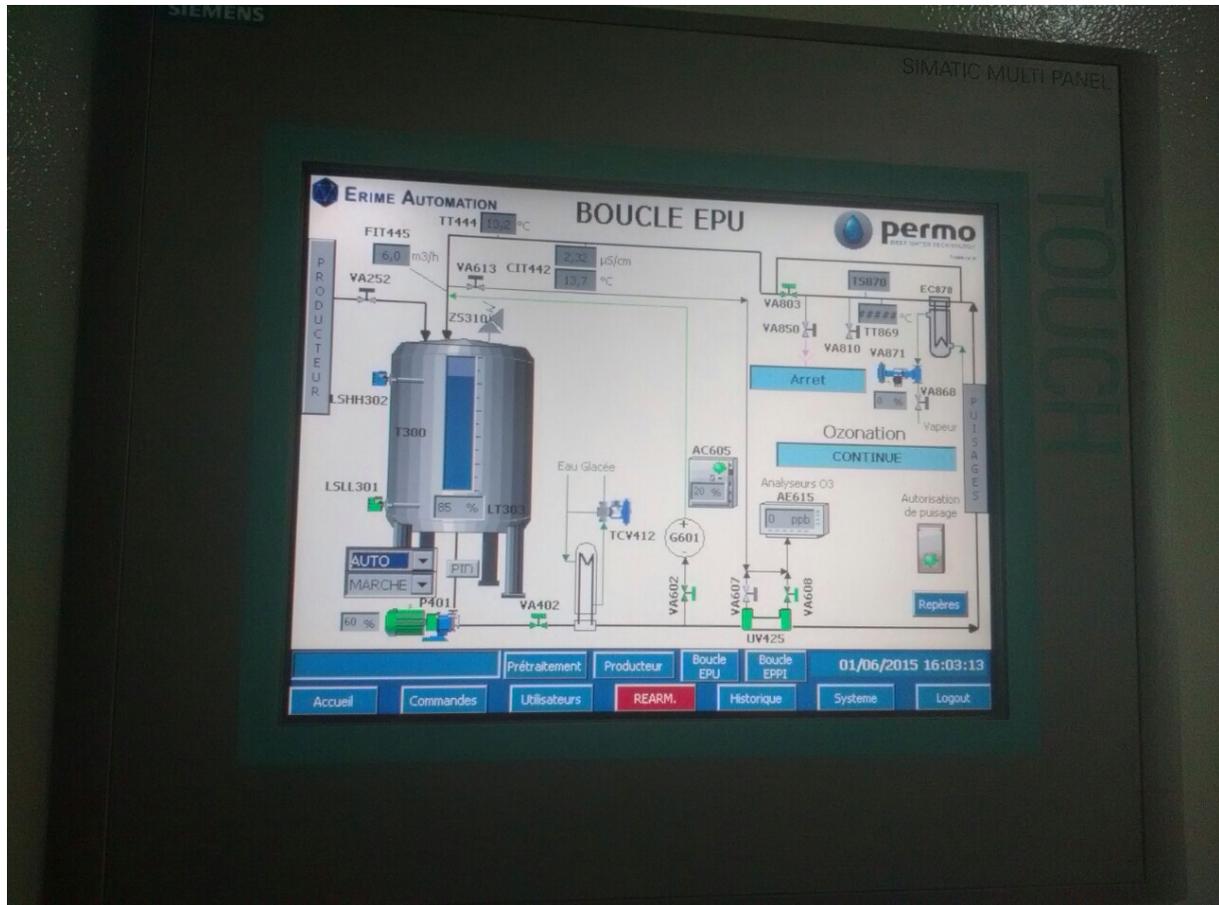


Figure3.24 : Vue final de la boucle EPU l'Ozoneur activé

### III.7.Conclusion :

Après avoir effectué les raccordements hydraulique et électriques adéquats dans la boucle d'ozonation, nous avons présenté les différentes étapes de la création de notre programme STEP7 et sa réalisation, ainsi que la procédure à suivre pour la création d'une Interface Homme Machine pour le contrôle et la commande de la station, et donné un aperçu des blocs utilisés lors de la programmation.

L'utilisation de STEP7 et WINCC flexible, nous a permis de simuler et de tester le programme élaboré et la visualisation des différentes vues à superviser.

On a obtenu le résultat escompté et du faite amélioré la qualité bactériologique de l'eau.

## Conclusion Générale

---

L'objectif de notre travail est le maintien de la qualité bactériologique de l'eau purifiée distribuée dans les ateliers de fabrication de médicament, et la prévention du système contre un éventuel développement de BIOFILMS. Ce dernier est devenu le challenge à relever par les fabricants et les exploitants des stations de traitement des eaux.

C'est dans ce contexte qu'au cours de la conduite de notre projet de fin de cycle, ont été amenés à travailler sur les phases successives de ce projet :

- Etude d'un système de désinfection par une production d'ozone électrolytique dans une boucle de distribution d'eau purifiée (EPU), pour le maintien de la qualité bactériologique de l'eau.
- Développement des automatismes conjointement avec le développement de la partie supervision de la boucle EPU.
- L'aboutissement de ce projet : test et mise en service.

Pour atteindre notre objectif de maintien de la qualité bactériologique de l'eau et de production de médicaments de meilleure qualité, on a ajoutés à la boucle EPU, qui fonctionnent auparavant uniquement avec un générateur d'UV, un générateur et un analyseur d'ozone et après injection du programme et paramétrage des données de fonctionnement nous avons pu constater le fonctionnement de la désinfection ozonée conformément au descriptif fonctionnel, ce qui nous a donné une vision globale sur la gestion d'un projet industriel.

L'ozonation continue effective sur le site de GEOPHARM leur a permis un gain de temps et profit considérable suite à la suppression des désinfections chimiques hebdomadaires et une libération des lots de fabrication moins drastique.

Le travail que nous avons effectué, nous a permis d'apprendre beaucoup sur le métier d'ingénieur ont acquis des connaissances techniques et pratiques, de nous améliorer sur le développement de supervision ainsi la programmation des automates et l'installation de réseau industriel.

Pour finir, ce projet de fin d'étude nous a permis en côtoyant l'équipe technique de l'entreprise d'accueil Sarl POLYZI d'apprendre beaucoup sur le secteur de l'automatisme et de l'informatique industriel.

## Bibliographie

---

- [1] Site Internet SARL POLIZY, <http://www.polyzi.com/pages/accueil.html> ;
- [2] Documents interne de l'entreprise cliente GEOPHARM 2012 ;
- [3] Document BWT PERMO de référence DT1/14/4001932 DF 01 spécifique au descriptif fonctionnel 2012 ;
- [4] Document BWT PERMO de référence DT1/20/4001932 MO 01 spécifique au manuel operateur 2012 ;
- [5] Document BWT PERMO de référence DT3/DT4/DT5/14/4001932 NO 01 spécifique au fiches techniques matériels EPU 2012 ;
- [6] J.PERRIN, M.MAGNTEZ, F.SINIBLADI, « Automatique industrielle : memento », édition Francis Lefebvre, Paris, 1982 ;
- [7] William BOLTON, « Les automates programmables industrielle », édition Dunod, Paris, 2010 ;
- [8] J.C.BOSSY, D.MERAT, « automatisme appliqué », édition éducative, Paris, 1985 ;
- [9] Henri NUSSBAUMER, « Informatique industrielle III », édition Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1987 ;
- [10] Jean-Claude HUMBLLOT, « Automates programmables industriels », édition Hermès, Paris, 1993 ;
- [11] Yves G.PALAU, « Electrotechnique : l'automate programmable » ; édition éducative, Paris, 1983 ;
- [12] Philippe LEBRUN, « Automates programmables industriels », édition Technologue pro, 1999 ;
- [13] André SIMON, « Automates programmables : programmation, automatisme et logique programmée », édition l'élan, Liège, 1983 ;
- [14] Sylvain THELLIEZ, Jean-Marc TOULOTTE, « GRAFCET et logique industrielle programmée », édition EYROLLRES, Paris ,1985 ;
- [15] Daniel DUPONT, David DUBOIS, «Réalisation technologique du GRAFCET », Techniques de l'ingénieur S8032, publication 05 mai 1995 ;
- [16] Manuel Siemens STEP7, « installation programmation », édition Siemens AG, 2010 ;
- [17] Jargot P, Langage de programmation pour API. Norme IEC 1131-3. Techniques de l'ingénieur. S 8 030,2006 ;
- [18] Manuel Programmer avec STEP 7 VS.1, édition 08/2000 ;
- [19] Manuel d'utilisation, WINCC FLEXIBLE 2008 compact/standard /Advance.

## ANNEXE 01 Fonctionnement et caractéristique de la cellule d'ozone

Type d'appareil:	ELAP				
	1-4.CH(R)1 1-5.CH(R)1	2-4.CH(R)1.5 2-5.CH(R)1.5	4-4.CH(R)2 4-5.CH(R)2	8-4.CH3 8-5.CH3	12-4.CH4 12-5.CH4
Principe de fonctionnement:	Electrolyse de l'eau sur la base d'un électrolyte solide (PEM)				
Capacité d'ozone max. par cellule:	1 g O <sub>3</sub> /h (à 13 A nominal)	2 g O <sub>3</sub> /h (à 26 A nominal)	4 g O <sub>3</sub> /h (à 52 A courant d'électrolyse nominal)		
Concentration d'ozone: (en phase d'eau)	en fonction du débit				
Nombre des cellules par appareil:	1		2	3	
=> Capacité d'ozone max. par appareil:	1 g O <sub>3</sub> /h	2 g O <sub>3</sub> /h	4g O <sub>3</sub> /h	8 g O <sub>3</sub> /h	12g O <sub>3</sub> /h
Débit d'eau: (à travers la cellule)					
pendant l'arrêt:	Périodiquement, remplir la cellule d'ozone avec un faible débit d'eau ou avec un faible débit en continu (la cellule d'ozone doit toujours être remplie d'eau)				
pendant la production:	env. 100...300 ℓ/h (200 ℓ/h nominal)				
Qualité d'eau::	deminéralisée, conductivité < 20 µS/cm				
Température de l'eau:	env. 15...25 °C				
Température de service de la cellule:	< 50 °C, nominal 30...40 °C				
Protection de surchauffe:	déclenchement approx. à 55 °C (raccord à fiche)				
Indicateur de température:	0...80 °C analogue				
Dimensions de la cellule:	env. Ø 120 x 110 mm; profondeur de montage min. 200 mm (voir également chap. 12)				
Raccordements d'eau:	R/G 3/8" (voir également chap. 12)				
Raccordement pour la décharge de l'hydrogène:	R/G 1/8" (voir également chap. 12)				
Type d'appareil:	<b>ELAP [avec cellule(s) en inox]</b> 1-4.CH(R)1 / 2-4.CH(R)1.5 / 4-4.CH(R)2 / 8-4.CH3 / 12-4.CH4		<b>ELAP [avec cellule(s) en PVDF]</b> 1-5.CH(R)1 / 2-5.CH(R)1.5 / 4-5.CH(R)2 / 8-5.CH3 / 12-5.CH4		
Résistance à la pression de la cellule:	+ 10 bar		+ 6 bar		
Pression de service de la cellule:	+ 0...10 bar		+ 0...6 bar		
Matériau corps de la cellule: (en contact avec le fluide)	Acier Inox: 1.4571		PVDF (matériaux selon FDA)		
Joint et isolation: (en contact avec le fluide)	PTFE; FEP (matériaux selon FDA)		FEP (matériaux selon FDA)		
Poids de la cellule:	env. 4.3 kg		env. 3.1 kg		

### Principe de l'électrolyse de l'eau

Si une cellule d'électrolyse est soumise à une tension continue supérieure à la tension de décomposition de l'eau, un courant électrique se forme autour des électrodes et des bulles de gaz se forment. Les bulles de gaz attirées par l'anode (+) sont formées d'oxygène, les bulles attirées par la cathode (-) sont formées d'hydrogène.

Ainsi, le courant électrique provoque en quelque sorte la décomposition de l'eau en ses deux éléments de base.

La quantité de gaz produite est directement proportionnelle à la charge qui traverse la cellule (principe de Faraday) → proportionnelle au courant électrique. La valeur de la tension de décomposition / potentiel nécessaire au processus correspond à l'énergie chimique stockée dans les produits hydrogène et oxygène.

### La génération d'ozone

Afin de produire de l'ozone autour de l'anode lors de l'électrolyse de l'eau, il faut un électro-catalyseur. Car plus la surtension augmente, plus l'énergie augmente, et par conséquent également la réactivité chimique de l'oxygène adsorbé, produit intermédiaire issu de la formation d'oxygène.

Un potentiel d'électrodes supérieur à env. 2,3 V, permet théoriquement la formation d'atomes d'oxygène libres.

Les atomes d'oxygène libres sont hautement réactifs: ils réagissent avec l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) et produisent de l'ozone ( $O_3$ ). Les températures dans le générateur d'ozone par électrolyse étant basses, le système décrit permet d'obtenir une concentration d'ozone plus élevée qu'avec des déchargeurs de gaz conventionnels.

## ANNEXE 02 Caractéristique technique de la CPU 314

<b>Caractéristique techniques</b>	
<b>CPU et version</b>	
➤ N° de réf.	6ES7314-1AG14-0AB0
➤ Version de matériel	01
➤ Version de firmware	V3.3
➤ pack de programmation correspondant	STEP 7 à partir de V5.5 + SP1 ou STEP 7 à partir de V5.2 + SP1 avec HSP 218
<b>Mémoire</b>	
<b>Mémoire de travail</b>	
➤ intégrés	128 Ko
➤ Extensible	Non
➤ Taille de la mémoire rémanente pour les blocs de données rémanents, maxi	64 Ko
<b>Mémoire de changement</b>	
➤ enfichable (MMC)	Oui
➤ enfichable (MMC), maxi	8 Mo
➤ Conservation des données sur la micro-carte mémoire (après la dernière programmation), au minimum	10ans
<b>Sauvegarde</b>	
➤ présent	Oui (garantie par la micro-carte mémoire – sans maintenance)
➤ sans pile	Oui (programme et données)
<b>Temps de traitement</b>	
➤ pour opération sur bits, mini	0,06 µs
➤ pour opération sur mots, mini	0,12 µs
➤ pour arithmétique à virgule fixe, mini	0,16µs
➤ pour arithmétique à virgule flottante, mini	0,59 µs
<b>Temporisations, compteurs et leur rémanence</b>	
<b>Compteurs S7</b>	
➤ Nombre	256
<b>Rémanence</b>	
➤ réglable	Oui
➤ par défaut	Z 0 à Z 7
<b>Plage de comptage</b>	
➤ limite inférieure	0
➤ limite supérieure	999
<b>Compteurs CEI</b>	
➤ présent	Oui
➤ type	SFB
➤ nombre	Illimité (limitation par la mémoire de travail uniquement)
<b>Temporisations S7</b>	
➤ nombre	256
<b>Rémanence</b>	
➤ réglable	Oui

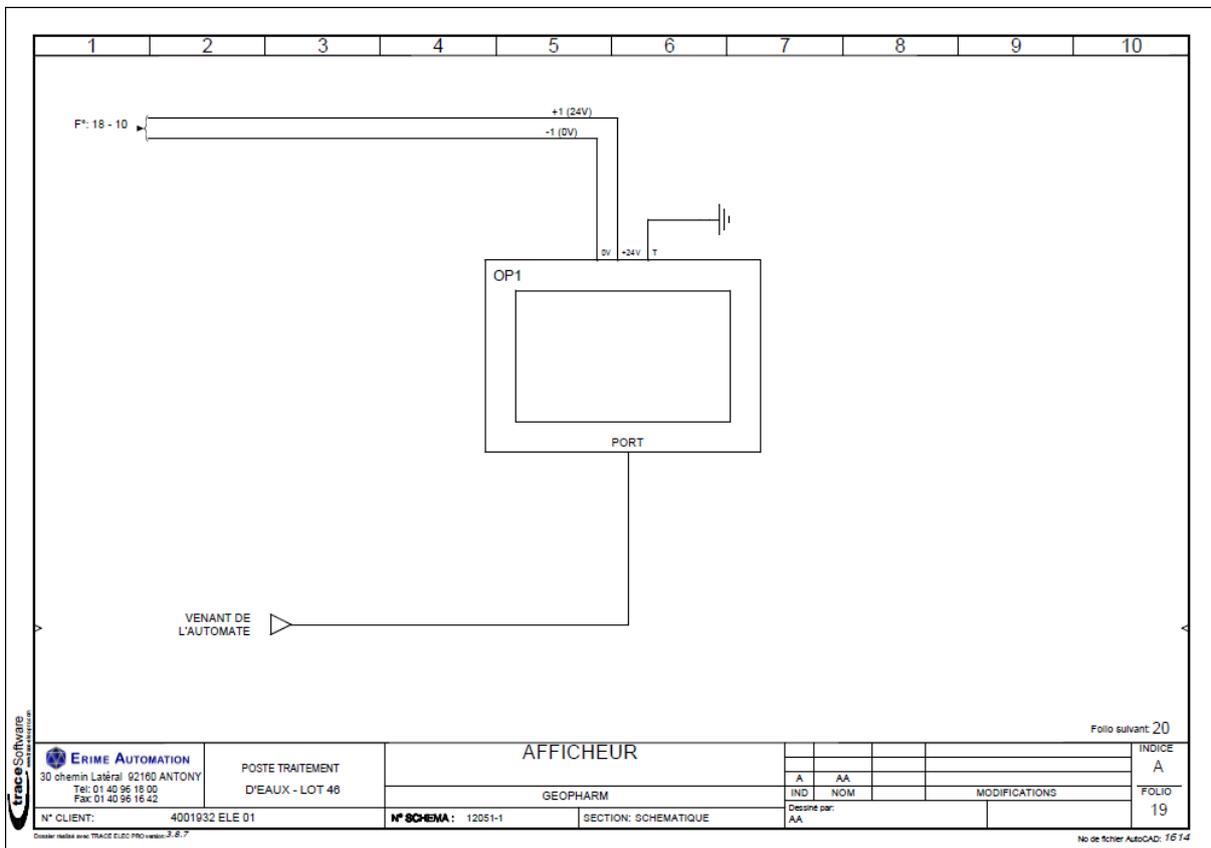
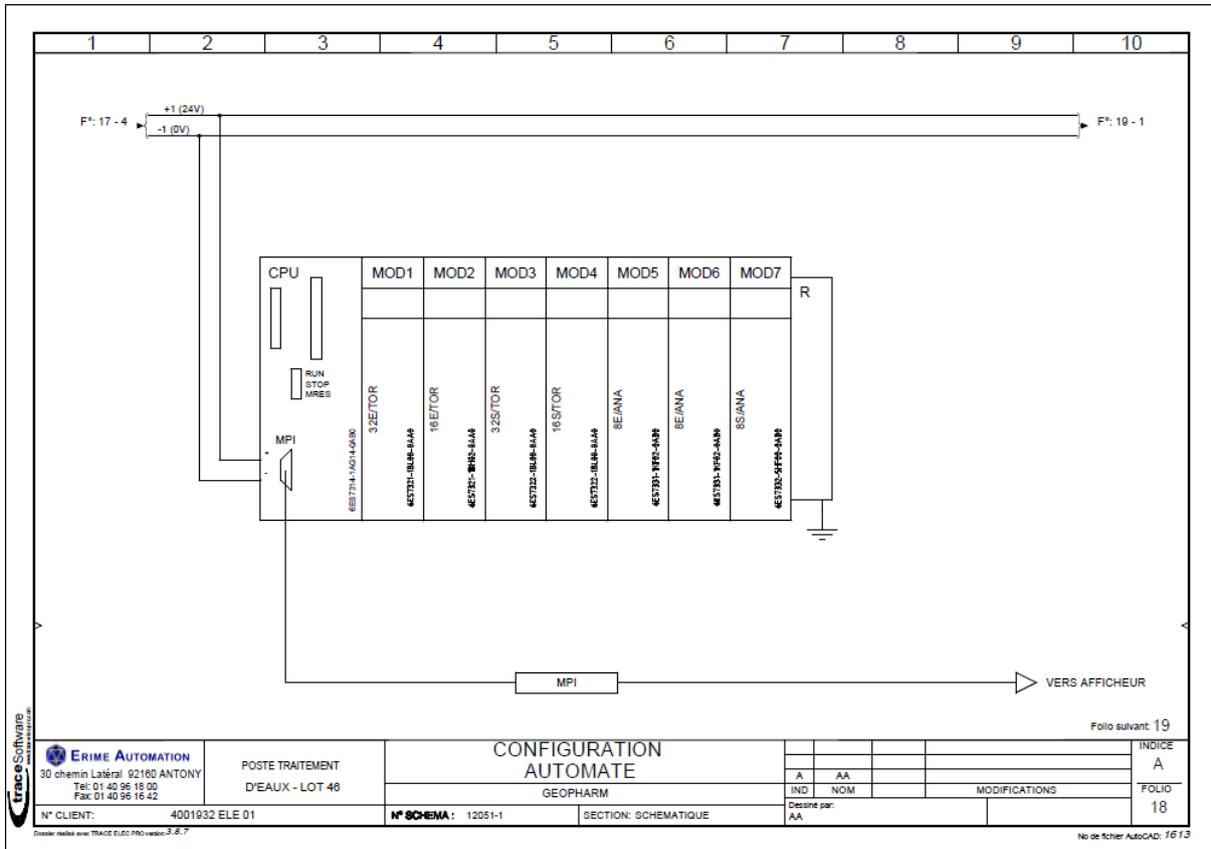
## ANNEXE 02 Caractéristique technique de la CPU 314

➤ Par défaut	Pas de rémanence
<b>Plage de temps</b>	
➤ limite inférieure	10 ms
➤ limite supérieure	9990 s
<b>Temporisation CEI</b>	
➤ présent	Oui
➤ type	SFB
➤ nombre	illimité (limitation par la mémoire de travail uniquement)
<b>Zones de données et leur rémanence</b>	
<b>Mémentos</b>	
➤ nombre maxi	256 octets
➤ Rémanence possible	Oui (Mo 0 à Mo 255)
➤ Rémanence par défaut	MB 0 à MB 15
➤ Nombre de mémentos de cadence	8 (1 octet de mémento)
<b>Blocs de données</b>	
➤ Nombre maxi	1024 (numérotés de 1 à 16000)
➤ Taille maxi	64 Ko
➤ Rémanence, réglable	oui, à l'aide de la propriété Non Retain du DB
➤ Rémanence par défaut	Oui
<b>Données locales</b>	
➤ par classe de priorité, maxi	32 ko par niveau d'exécution, 2 ko par bloc
<b>Blocs</b>	
➤ Nombre total de blocs	1024 (DB, FC, FB) Le nombre maximum de blocs chargeables peut se trouver réduit par la micro-carte mémoire que vous utilisez.
OB	voir liste des opérations
➤ Taille maxi	64 Ko
<b>Profondeur d'imbrication</b>	
➤ par classe de priorité	16
➤ en plus dans un OB d'erreur	4
FB	voir liste des opérations
➤ nombre maxi	1024 (numérotés de 0 à 7999)
➤ taille maxi	64 Ko
FC	voir liste des opérations
➤ nombre maxi	1024 (numérotés de 0 à 7999)
➤ taille maxi	64 Ko
<b>Plages d'adresses (entrées/sorties)</b>	
<b>Zone d'adresses de la périphérie</b>	
➤ entrées	1024 octets
➤ sorties	1024 octets
<b>Mémoire image des E/S</b>	
➤ entrées	1024 octets
➤ sortie	1024 octets
➤ entrées, réglable	1024 octets

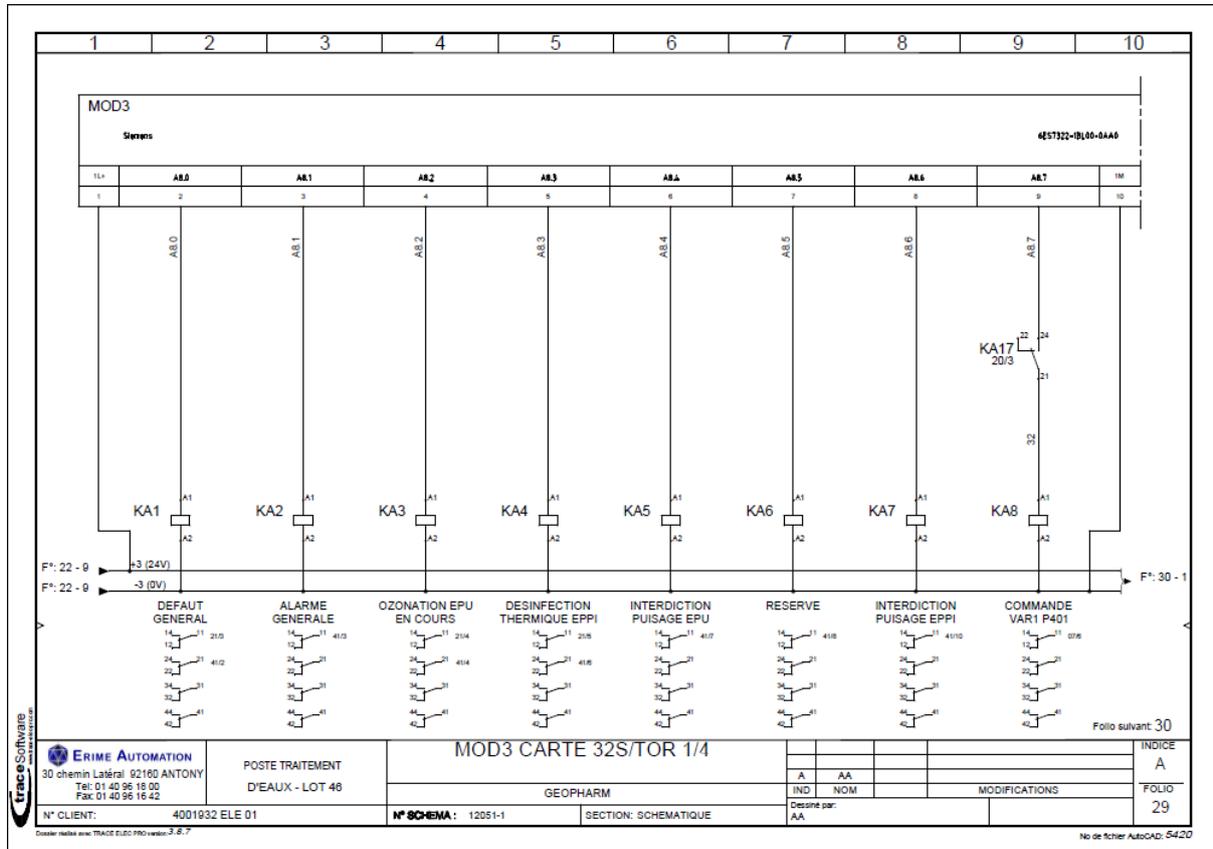
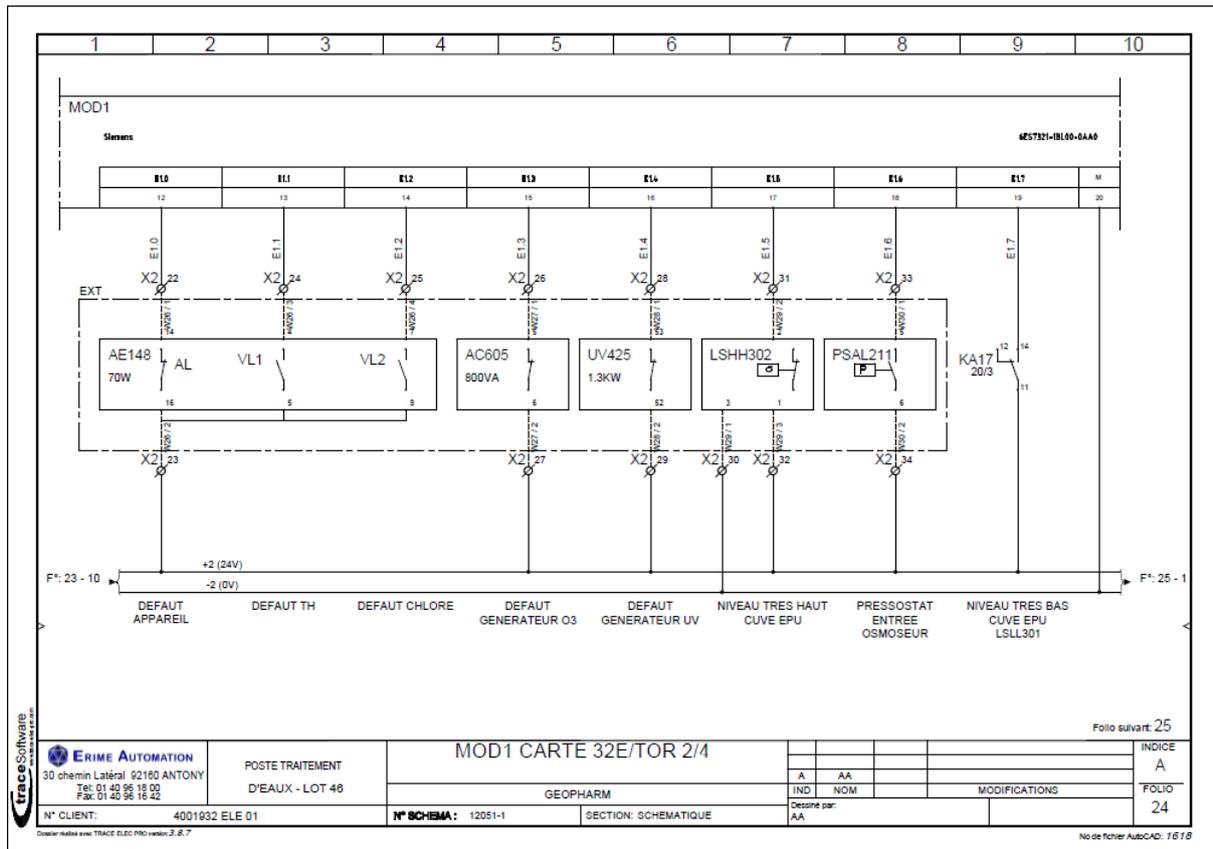
## ANNEXE 02 Caractéristique technique de la CPU 314

➤ sorties, réglable	1024 octets
➤ entrées, par défaut	128 octets
➤ sorties, par défaut	128 octets
<b>Voies TOR</b>	
➤ entrées	1024
➤ sorties	1024
➤ entrées, dont centrales	1024
➤ sorties, dont centrales	1024
<b>Voies analogiques</b>	
➤ entrées	256
➤ sorties	256
➤ entrées, dont centrales	256
➤ sorties, dont centrales	256
<b>Fonction de surveillance</b>	
➤ LED d'état	Oui
<b>Fonctions de communication</b>	
Communication PG/OP	Oui
<b>Interfaces</b>	
1ère interface	
Désignation de l'interface	X1
Type d'interface	Interface RS 485 intégrée
Physique	
➤ avec séparation galvanique	Non
➤ Alimentation au niveau de l'interface (15 V cc à 30 V cc), max.	200 mA
Fonctionnalité	
➤ MPI	Oui
➤ Maître DP	Non
➤ Esclave DP	Non
➤ Couplage point à point	Non
<b>Programmation</b>	
Langage de programmation	
➤ CONT	Oui
➤ LOG	Oui
➤ LIST	Oui
➤ SCL	Oui
➤ CFC	Oui
➤ GRAPH	Oui
➤ HiGraph®	Oui
<b>Tensions, courants</b>	
➤ Tension d'alimentation (valeur nominale)	24 V cc
➤ Plage admissible, limite inférieure (CC)	19,2 V
➤ Plage admissible, limite supérieure (CC)	28,8 V
➤ Consommation (en marche à vide), typ.	140 mA
➤ Courant d'appel, typ.	3,5 A
➤ Courant absorbé (valeur nominale)	650 mA
➤ I2t	1 A2s
➤ Protection externe des conducteurs de l'alimentation (conseillée), mini	2 A

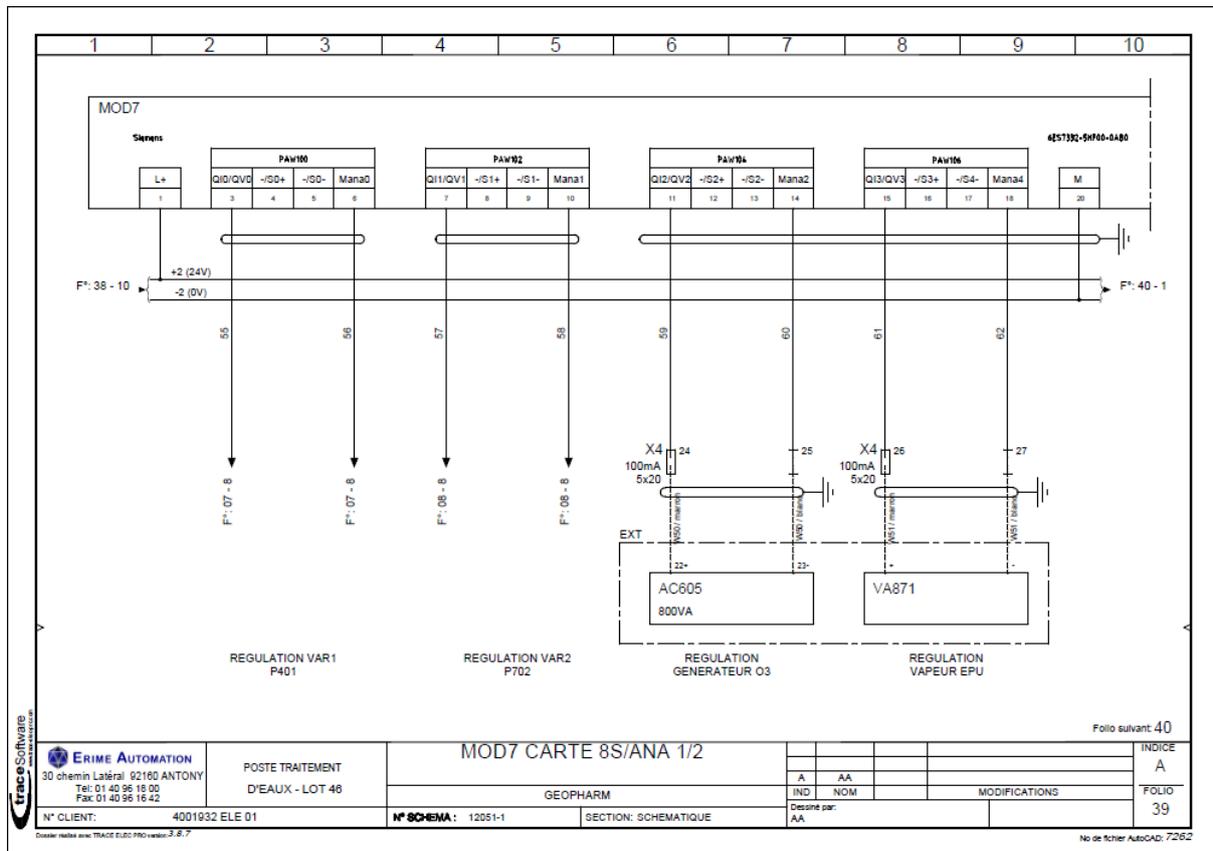
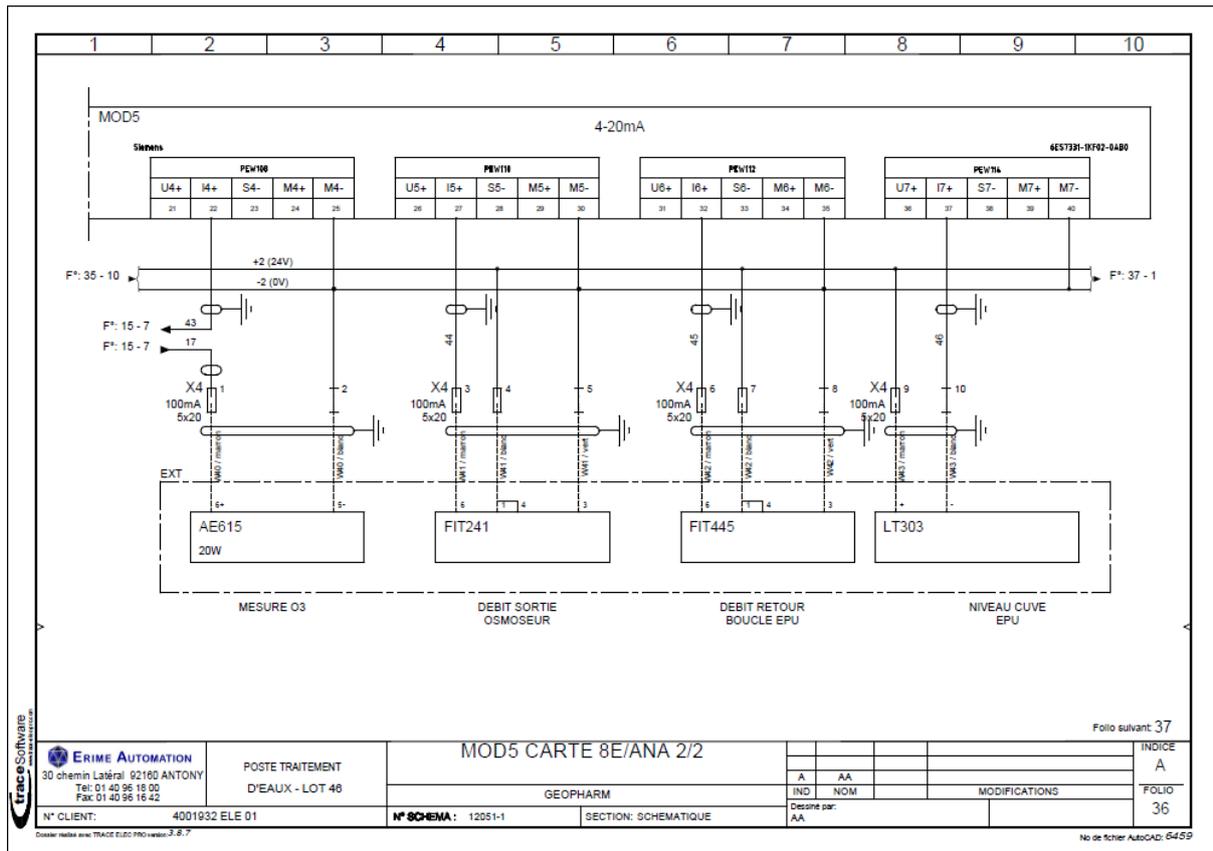
# ANNEXE03 Schéma électrique



# ANNEXE03 Schéma électrique



# ANNEXE03 Schéma électrique



## ANNEXE 04 Tableau des Mnémoniques

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- 12051_1_0(Geopharm)\Geopharm\CPU 314]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de don	Commentaire
1		AC605	A 9.7	BOOL	Commande générateur d'ozone
2		AC605 A	PAW 164	INT	Commande générateur ozone AC605
3		Actionneurs	FC 11	FC 11	Gestion des blocs actionneurs
4		AE148	A 9.6	BOOL	Commande testomat chlore AE148
5		AE615	PEW 108	INT	Mesure ozone AE615
6		Aiguillage	FC 125	FC 125	
7		Alarmes & Défauts	FC 20	FC 20	Gestion des alarmes & défauts
8		analogique	UDT 2124	UDT 2124	UDT du bloc de conversion analogique
9		Analogiques	FC 10	FC 10	Gestion des blocs analogique
10		ASH148 Cl2	E 1.2	BOOL	Défaut chlore AE148
11		ASH148 TH	E 1.1	BOOL	Défaut TH AE1448
12		ASH207	E 3.3	BOOL	Défaut pH haut
13		Att_rinc_cel_O3	M 2.6	BOOL	Attente rinçage cellule ozone
14		AU	E 0.0	BOOL	Arret d'urgence
15		AU Dep1	E 2.3	BOOL	Arret d'urgence déporté 1
16		AU Dep2	E 2.4	BOOL	Arret d'urgence déporté 2
17		Bit_générique	FC 118	FC 118	Bloc géant les différents bits systèmes
18		BLKMOV	SFC 20	SFC 20	Copy Variables
19		Bloc general	OB 1	OB 1	
20		Bloc_analogique	FC 124	FC 124	Gestion des valeurs analogique
21		Bloc_PID	FB 1	FB 1	Bloc de régulation PID
22		Bloc_tempo	FC 130	FC 130	Tempo retard à la montée
23		Blocs prod & boucle	FC 12	FC 12	Gestion des blocs production et boucles
24		Boucle EPPI	FC 18	FC 18	Gestion de la boucle EPPI
25		Boucle EPPI mar	M 3.1	BOOL	Boucle EPPI en marche
26		Boucle EPU	FC 17	FC 17	Gestion de la boucle EPU
27		Boucle EPU mar	M 2.0	BOOL	Boucle EPU en marche
28		Cde_O3	M 1.4	BOOL	Commande de marche générateur O3
29		Cde_UV	M 1.3	BOOL	Commande de marche générateur UV
30		Chauffe_VA810	M 4.5	BOOL	Mise en chauffe point VA810
31		CIR743	PEW 132	INT	Conductivité boucle EPPI CIR743
32		CIT243	PEW 100	INT	Conductivité perméat osmoseur CIT243
33		CIT442	PEW 104	INT	Conductivité boucle EPU CIT442
34		CLIGNO	M 0.1	BOOL	Bit clignotant 1S
35		COMPLETE RESTART	OB 100	OB 100	Complete Restart
36		Cond_OS	FC 116	FC 116	Gestion de la conductivité osmoseur
37		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
38		CYCL_FLT	OB 80	OB 80	Cycle Time Fault
39		Cycle_1min	MD 104	DINT	Cycle tempo à la minute
40		Cycle_1s	MW 100	INT	Cycle à la seconde
41		DB ACT	DB 101	DB 101	DB pour les actionneurs
42		DB Als & Defs	DB 80	DB 80	Gestion des alarmes et défauts
43		DB ANA	DB 100	DB 100	DB pour les analogiques
44		DB BOOL	DB 81	DB 81	DB pour les BOOL
45		DB INT	DB 82	DB 82	DB pour les INT
46		DB POP UP	DB 85	DB 85	DB pour les pop up
47		DB Prod Boucles	DB 102	DB 102	DB pour la production et les boucles
48		DB REAL	DB 83	DB 83	DB pour les REAL
49		Def Arr Boucle EPPI	M 3.2	BOOL	Défaut arret boucle EPPI
50		Def Arr Boucle EPU	M 1.2	BOOL	Défaut arret boucle EPU

## ANNEXE 04 Tableau des Mnémoniques

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- 12051_1_0(Geopharm)\Geopharm\CPU 314]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de don	Commentaire
51		Def chauffe	M 4.6	BOOL	Défaut chauffe
52		Def inter puis EPPI	M 3.3	BOOL	Défauts interdiction de puisage boucle EPPI
53		Def inter puis EPU	M 2.3	BOOL	Défauts interdiction de puisage boucle EPU
54		Def urg	M 1.1	BOOL	Défaut urgent
55		Def_AU	M 0.6	BOOL	Défaut arrêt d'urgence
56		DEF_GEN	M 0.5	BOOL	Bit de défaut général
57		Def_OS	M 1.7	BOOL	Bit de défaut osmoseur avec rinçage
58		Def_SS_rinc_os	M 2.2	BOOL	Bit de défaut osmoseur sans rinçage
59		Dem T800	A 8.5	BOOL	Demande d'eau cuve T800
60		Dem VA810	E 2.6	BOOL	Demande de puisage vanne VA810
61		Désinf EPPI	A 8.3	BOOL	Désinfection EPPI en cours
62		Desinf_EC	UDT 2133	UDT 2133	Désinfection eau chaude
63		desinfection	UDT 2119	UDT 2119	UDT du bloc de désinfection
64		DT_DATE	FC 6	FC 6	DT to DATE
65		DT_DAY	FC 7	FC 7	DT to DAY
66		DT_TOD	FC 8	FC 8	DT to TOD
67		E/S Actionneurs	FC 13	FC 13	Gestion des entrées sorties des blocs actionneurs
68		E/S Production	FC 15	FC 15	Gestion des entrées sortie des blocs producteur
69		F Tmp ASH615	M 2.5	BOOL	Fin de tempo ASH615
70		F tmp chauffe	M 5.0	BOOL	Fin de tempo chauffe VA810
71		F Tmp CSH442	M 4.3	BOOL	Fin de tempo alarme conductivité haute retour de boucle EPU CIT442
72		F Tmp CSH743	M 6.0	BOOL	Fin de tempo défaut conductivité haute retour de boucle EPPI CIT743
73		F Tmp CSHH442	M 4.2	BOOL	Fin de tempo défaut conductivité haute retour de boucle EPU CIT442
74		F Tmp FSL241	M 3.5	BOOL	Fin de tempo défaut débit bas osmoeur FIT241
75		F Tmp FSL445	M 3.7	BOOL	Fin de tempo alarme débit bas retour de boucle EPU FIT445
76		F Tmp FSL748	M 5.7	BOOL	Fin de tempo défaut débit bas boucle EPPI FIT748
77		F Tmp FSL445	M 3.6	BOOL	Fin de tempo défaut débit bas retour de boucle EPU FIT445
78		F tmp refroid	M 5.1	BOOL	Fin de tempo refroidissement VA810
79		F Tmp TSH444	M 4.1	BOOL	Fin de tempo alarme température haute retour de boucle EPU TT444
80		F Tmp TSH705	M 6.1	BOOL	Fin de tempo défaut température haute départ de boucle EPPI TT705
81		F Tmp TSH705 San	M 6.3	BOOL	Fin de tempo défaut T° haute départ de boucle EPPI TT705 en sanitisation
82		F tmp TSH745	M 5.6	BOOL	Fin de tempo défaut température haute boucle EPPI TIR745
83		F tmp TSH745 San	M 6.4	BOOL	Fin de tempo défaut température haute boucle EPPI TIR745 en sanitisation
84		F tmp TSH869	M 5.3	BOOL	Fin de tempo défaut température haute puisage VA810
85		F Tmp TSHH444	M 4.0	BOOL	Fin de tempo défaut température haute retour de boucle EPU TT444
86		F Tmp TSL705	M 6.2	BOOL	Fin de tempo défaut température basse départ de boucle EPPI TT705
87		F tmp TSL745	M 5.5	BOOL	Fin de tempo alarme température basse boucle EPPI TIR745
88		F tmp TSL869	M 5.2	BOOL	Fin de tempo défaut température basse puisage VA810
89		F_rinc_cel_O3	M 3.0	BOOL	Fin de rinçage cellule ozone
90		F_tmp_amont_UV	M 2.7	BOOL	Fin de tempo lecture amont UV
91		F_Tmp_ASH207	M 3.4	BOOL	Fin de tempo défaut pH haut AIT207
92		FAT	M 0.7	BOOL	Bit de FAT
93		FC_desinf_EC	FC 133	FC 133	Bloc de désinfection eau chaude
94		FC_désinfection	FC 119	FC 119	Gestion de la désinfection
95		FC_HORO	FC 100	FC 100	Gestion de l'horodateur
96		FC_niveau	FC 115	FC 115	Bloc de gestion de niveau TOR
97		FIT241	PEW 110	INT	Débit sortie osmoseur FIT241
98		FIT445	PEW 112	INT	Débit retour de boucle EPU FIT445
99		FIT748	PEW 136	INT	Débit retour de boucle EPPI FIT748
100		Flash	M 0.2	BOOL	Bit de flash

## ANNEXE 04 Tableau des Mnémoniques

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- 12051_1_0(Geopharm)\Geopharm\CPU 314]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de don	Commentaire
101		G7_ozone	FC 132	FC 132	Bloc de gestion du G7 d'ozonation continu
102		horloge	UDT 1	UDT 1	UDT horodateur
103		horodateur	DB 2	UDT 1	DB de l'horodateur
104		I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O Point Fault 1
105		Inter puis EPPI	A 8.6	BOOL	Interdiction de puisage EPPI
106		Inter puis EPU	A 8.4	BOOL	Interdiction de puisage EPU
107		LAL005	E 2.5	BOOL	Niveau très bas cuve eau de ville LAL005
108		LAL802	E 3.0	BOOL	Niveau très bas cuve EPPI
109		LSH804	E 3.4	BOOL	Arret demande d'eau distillateur
110		LSHH302	E 1.5	BOOL	Niveau très haut cuve EPU LSHH302
111		LSL803	E 3.2	BOOL	Demande d'eu cuve EPPI
112		LSLL301	E 1.7	BOOL	Niveau très bas cuve EPU LSLL301
113		LT_T800	MW 124	INT	Niveau T800 pour animation
114		LT303	PEW 114	INT	Niveau de la cuve EPU LT303
115		Maxi_O3	M 1.6	BOOL	Commande marche maxi générateur O3
116		Min_O3	M 1.5	BOOL	Commande marche mini générateur O3
117		MOD_ERR	OB 122	OB 122	Module Access Error
118		Mot_defaut	UDT 2117	UDT 2117	UDT du bloc de gestion moteur par retour de défaut
119		moteur	UDT 2123	UDT 2123	UDT du bloc de gestion moteur ou pompe
120		Moteur_def	FC 117	FC 117	Bloc de gestion moteur par retour de défaut
121		Moteurs	FC 123	FC 123	Gestion de pompes
122		OBNL_FLT	OB 85	OB 85	OB Not Loaded Fault
123		OFF	M 0.4	BOOL	Toujours à 0
124		ON	M 0.3	BOOL	Toujours à 1
125		Osmose_bi	UDT 2140	UDT 2140	
126		Osmoseur_bi	FC 140	FC 140	
127		Ozonation	A 8.2	BOOL	Ozonation en cours
128		P013	A 9.1	BOOL	Pompe eau à traiter P013
129		P213	A 9.2	BOOL	Pompe osmoseur P213
130		P233	A 9.3	BOOL	Pompe osmoseur P233
131		P401	A 8.7	BOOL	Pompe boucle EPU P401
132		P401 A	PAW 160	INT	Commande pompe boucle EPU P401
133		P702	A 9.0	BOOL	Pompe boucle EPPI P702
134		P702 A	PAW 162	INT	Commande pompe boucle EPPI P702
135		PD032	A 9.4	BOOL	Pompe doseuse désinfection PD032
136		Prétraitement	FC 14	FC 14	Gestion du prétraitement
137		PROG_ERR	OB 121	OB 121	Programming Error
138		PSAL211	E 1.6	BOOL	Pressostat entrée osmoseur PSAL211
139		PSAL902	E 0.1	BOOL	Pressostat d'iar comprimé
140		Rd AC605	E 1.3	BOOL	Retour défaut générateur ozone
141		Rd AE148	E 1.0	BOOL	Retour défaut analyseur Th Chlore
142		Rd P013	E 0.3	BOOL	Retour défaut pompe P013
143		Rd P401	E 0.2	BOOL	Retour défaut pompe P401
144		Rd P702	E 2.7	BOOL	Retour défaut pompe P702
145		Rd PD032	E 0.6	BOOL	Retour défaut pompe doseuse PD032
146		Rd UV425	E 1.4	BOOL	Retour défaut générateur UV425
147		Rd_PD202	E 0.7	BOOL	Retour défaut pompe doseuse PD202
148		READ_CLK	SFC 1	SFC 1	Read System Clock
149		Reg pH	A 9.5	BOOL	Commande régulation de pH
150		Reg omo EPPI	M 4.7	BOOL	Régulation de niveau pour la pompe de boucle EPPI

## ANNEXE 04 Tableau des Mnémoniques

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- 12051_1_0(Geopharm)\Geopharm\CPU 314]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de don	Commentaire
151		Reg pmp EPU	M 2.1	BOOL	Régulation de niveau pour la pompe de boucle EPU
152		Régulation	FC 16	FC 16	Gestion des régulation PID
153		Régulation P401	DB 110	FB 1	DB régulation PID P401
154		Régulation P702	DB 111	FB 1	DB régulation PID P702
155		Régulation VA712	DB 114	FB 1	DB régulation PID VA712
156		Régulation VA771	DB 113	FB 1	DB régulation PID VA771
157		Régulation VA771 ...	DB 115	FB 1	DB Régulation PID en sanitisation
158		Régulation VA871	DB 112	FB 1	DB régulation PID VA871
159		Rm P213	E 0.4	BOOL	Retour marche pompe P213
160		Rm P233	E 0.5	BOOL	Retour marche pompe P233
161		SET_CLK	SFC 0	SFC 0	Set System Clock
162		Synt Als	A 8.1	BOOL	Synthèse Alarmes
163		Synt Defs	A 8.0	BOOL	Synthèse défauts
164		TC770	PEW 140	INT	Température aval échangeur boucle EPPI TC770
165		TIR745	PEW 142	INT	Température retour de boucle EPPI TIR745
166		Tmp AC	T 4	TIMER	Tempo générateur ozone
167		Tmp arr UV	T 3	TIMER	Tempo avant arret UV
168		Tmp ChauF UV	M 4.4	BOOL	Fin de tempo de chauffe UV
169		Tmp def UV	T 5	TIMER	Tempo avant défaut générateur d'ozone
170		Tmp dem pmp EPPI	T 7	TIMER	Tempo avant démarrage pompe boucle EPPI P702
171		Tmp dem pmp EPU	T 1	TIMER	Tempo avant démarrage pompe boucle EPU P401
172		Tmp Ferm VA402	T 0	TIMER	Tempo avant fermeture VA402
173		Tmp Ferm VA703	T 6	TIMER	Tempo avant fermeture VA703
174		Tmp temp VA810 ok	T 8	TIMER	Tempo température VA810 ok
175		Tmp_def_psal	MW 102	INT	
176		Top_1min	M 1.0	BOOL	Top à la minute
177		TOP_1S	M 0.0	BOOL	Top à la seconde
178		Tps_cycle_1min	MD 108	DINT	Temps restant cycle tempo à la minute
179		TS769	E 3.1	BOOL	Thermostat de sécurité boucle EPPI
180		TS870	E 2.2	BOOL	Thermostat de sécurité boucle EPU TS870
181		TSH869_Delta	MD 112	REAL	Delta température TT869 point chaud
182		TSL869_Delta	MD 116	REAL	Delta température TT869 point chaud
183		TT243	PEW 102	INT	Température perméat osmoseur CIT243
184		TT442	PEW 106	INT	Température boucle EPU CIT442
185		TT444	PEW 130	INT	Température retour de boucle EPU TT444
186		TT705	PEW 138	INT	Température départ de boucle EPPI TT705
187		TT711	PEW 144	INT	Température sortie échangeur froid EPPI TT711
188		TT743	PEW 134	INT	Température boucle EPPI CIR743
189		TT869	PEW 128	INT	Température aval échangeur boucle EPU TT869
190		TT869_VA810_ok	M 5.4	BOOL	Température ok VA810
191		udt_aiguillage2	UDT 2125	UDT 2125	UDT du bloc de gestion double vanne
192		UDT_cond_OS	UDT 2116	UDT 2116	UDT de gestion de conductivité osmoseur
193		UDT_G7_ozone	UDT 2132	UDT 2132	UDT de gestion de G7 d'ozone
194		UDT_niveaux_tor	UDT 2115	UDT 2115	UDT de gestion de niveau TOR
195		udt_veille	UDT 2121	UDT 2121	UDT du bloc de gestion mise en veille ou rinçage cyclique
196		UV425	A 10.0	BOOL	Commande générateur UV425
197		VA210	A 10.1	BOOL	Vanne entrée osmoseur VA210
198		VA251	A 12.1	BOOL	Vanne égout osmoseur VA251
199		VA252	A 12.0	BOOL	Vanne production osmoseur VA252
200		VA402	A 12.2	BOOL	Vanne départ de boucle EPU VA402

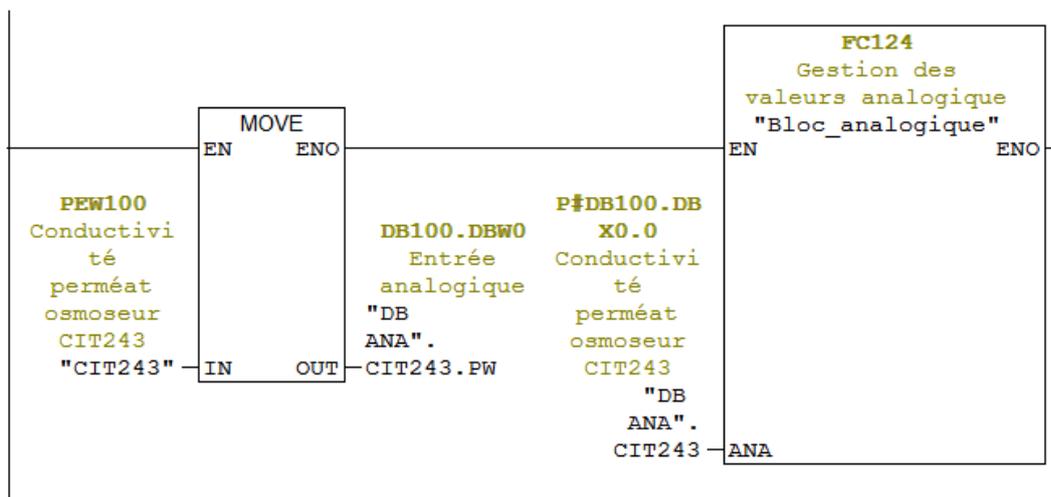
## ANNEXE 05 PROGRAMME

FC10 : Gestion des blocs analogique

Commentaire :

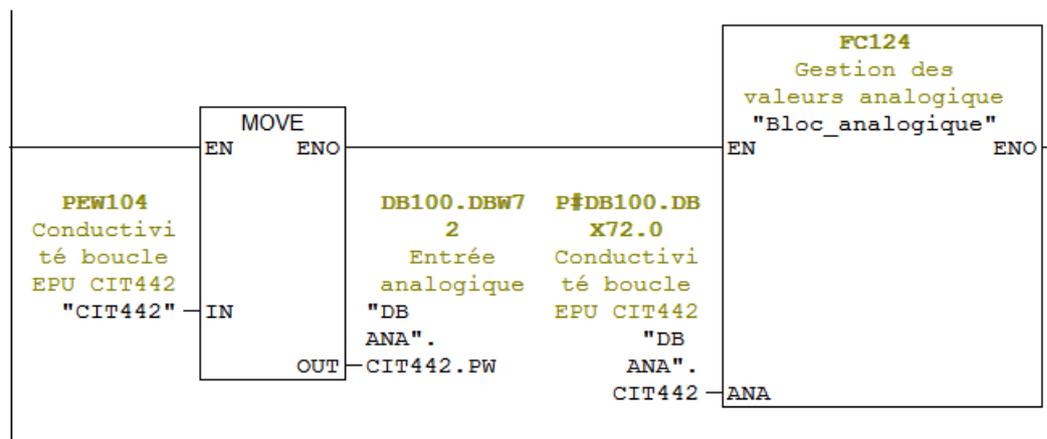
Réseau 1: Conductivité perméat osmoseur CIT243

Commentaire :



Réseau 3 : Conductivité boucle EPU CIT442

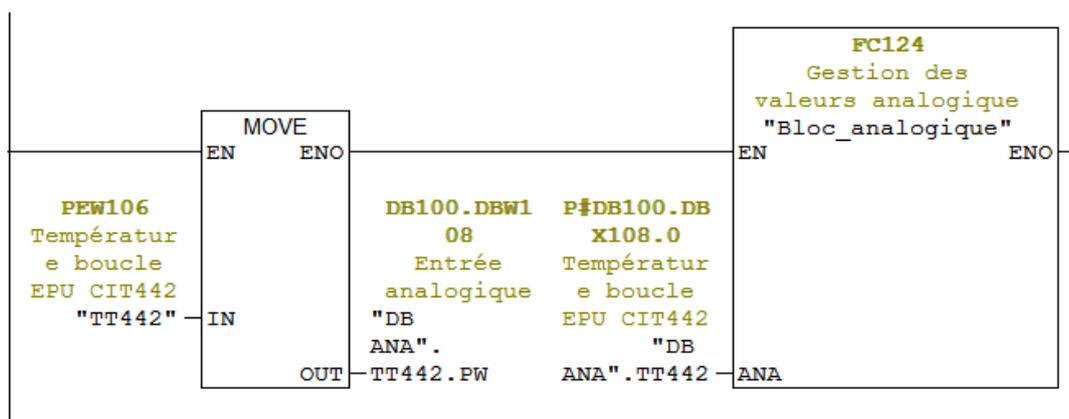
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

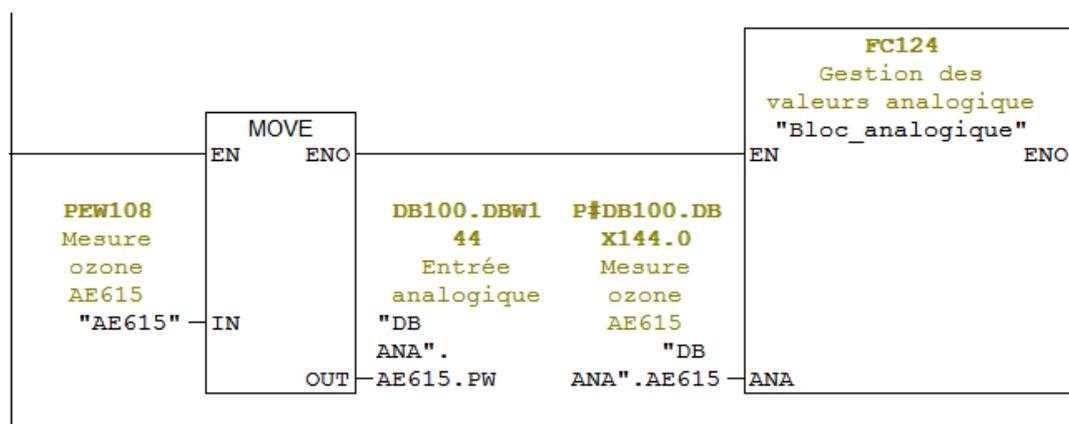
### Réseau 4 : Température boucle EPU TT442

Commentaire :



### Réseau 5 : Mesure ozone AE615

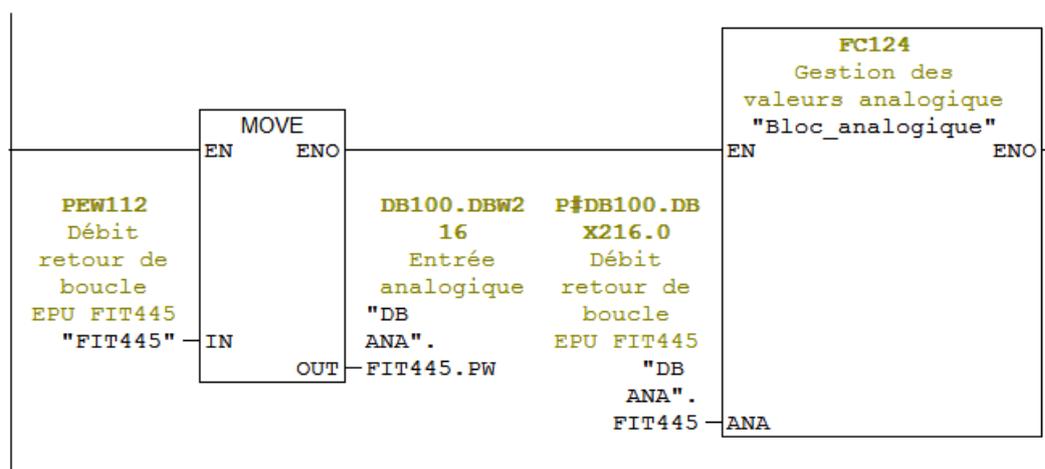
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

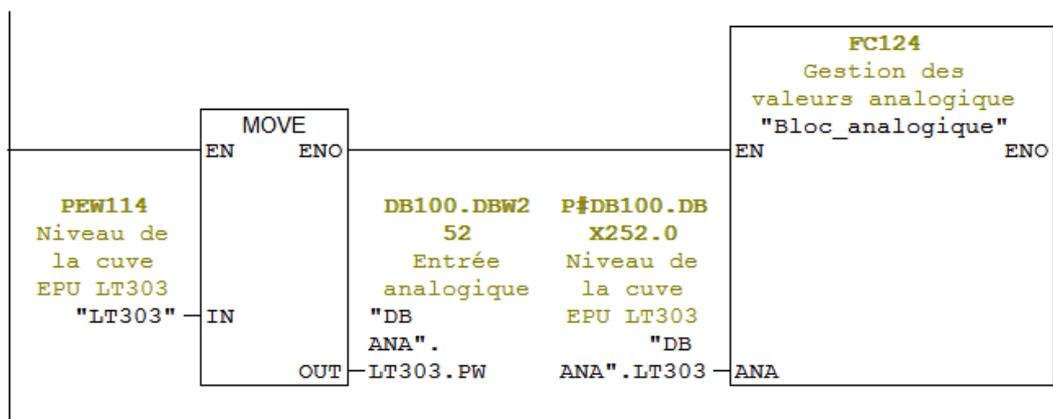
### Réseau 7 : Débit retour de boucle EPU FIT445

Commentaire :



### Réseau 8 : Niveau de la cuve EPU LT303

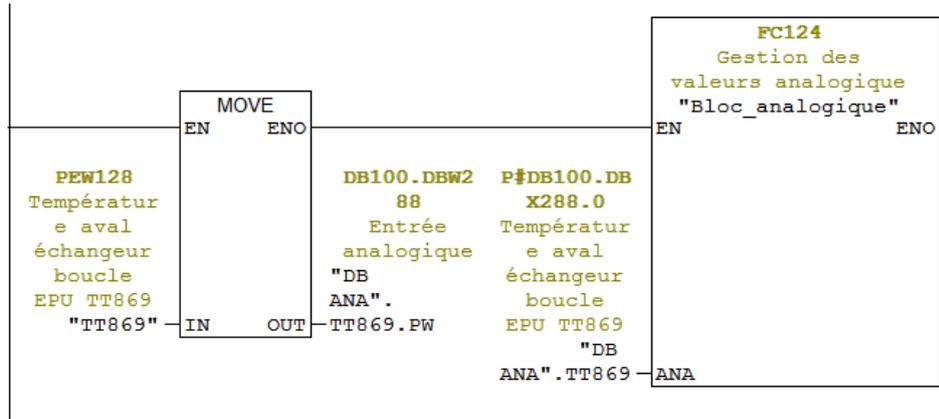
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

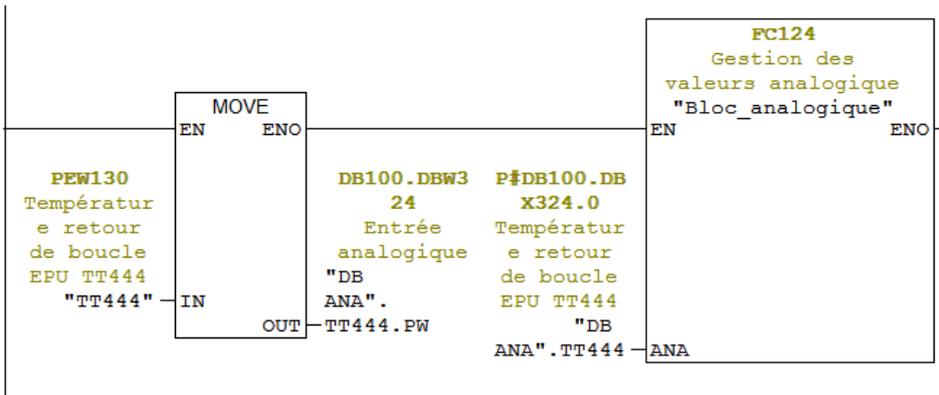
Réseau 9 : Température aval échangeur boucle EPU TT869

Commentaire :



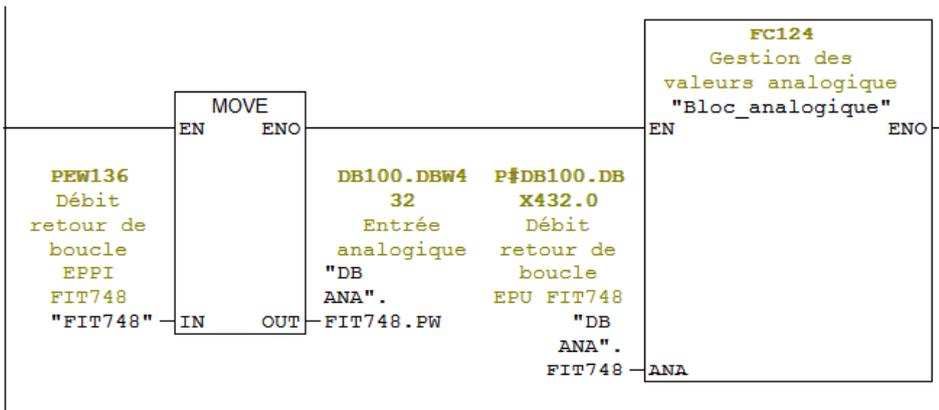
Réseau 10 : Température retour de boucle EPU TT444

Commentaire :



Réseau 13 : Débit retour de boucle EPU FIT748

Commentaire :



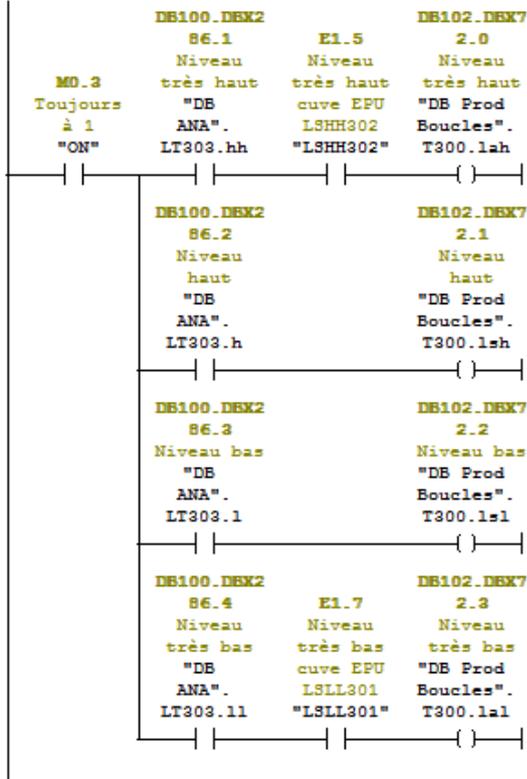
# ANNEXE 05 PROGRAMME

FC17 : Gestion de la boucle EPU

Commentaire :

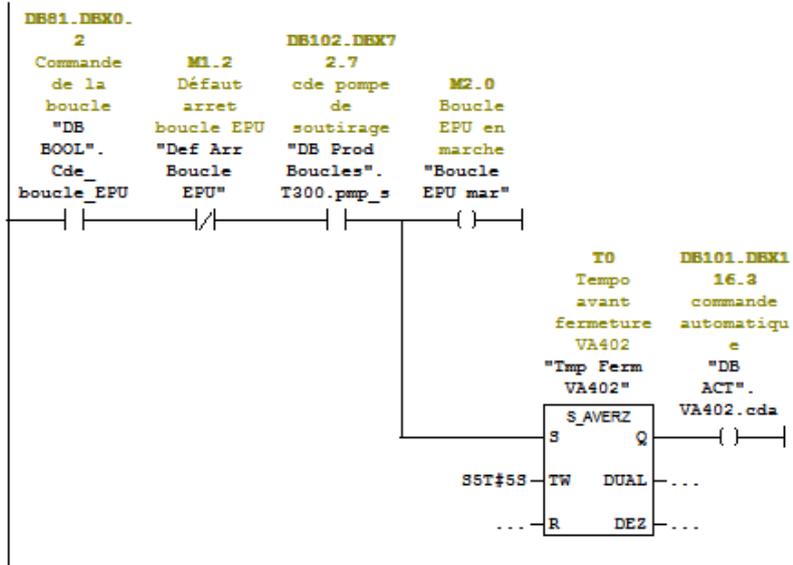
Réseau 1 : Transfert des niveaux de la cuve T300

Commentaire :



Réseau 2 : Commande de la vanne départ de boucle VA402

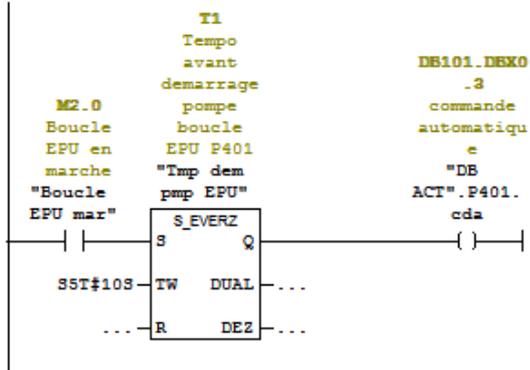
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

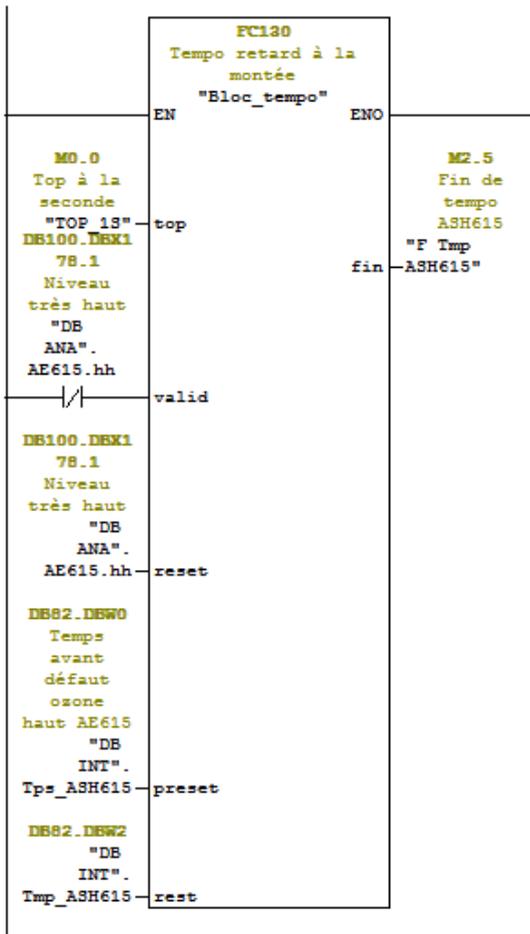
Réseau 3 : Commande pompe P401 de la boucle

Commentaire :



Réseau 4 : Tempo seuil haut ozone

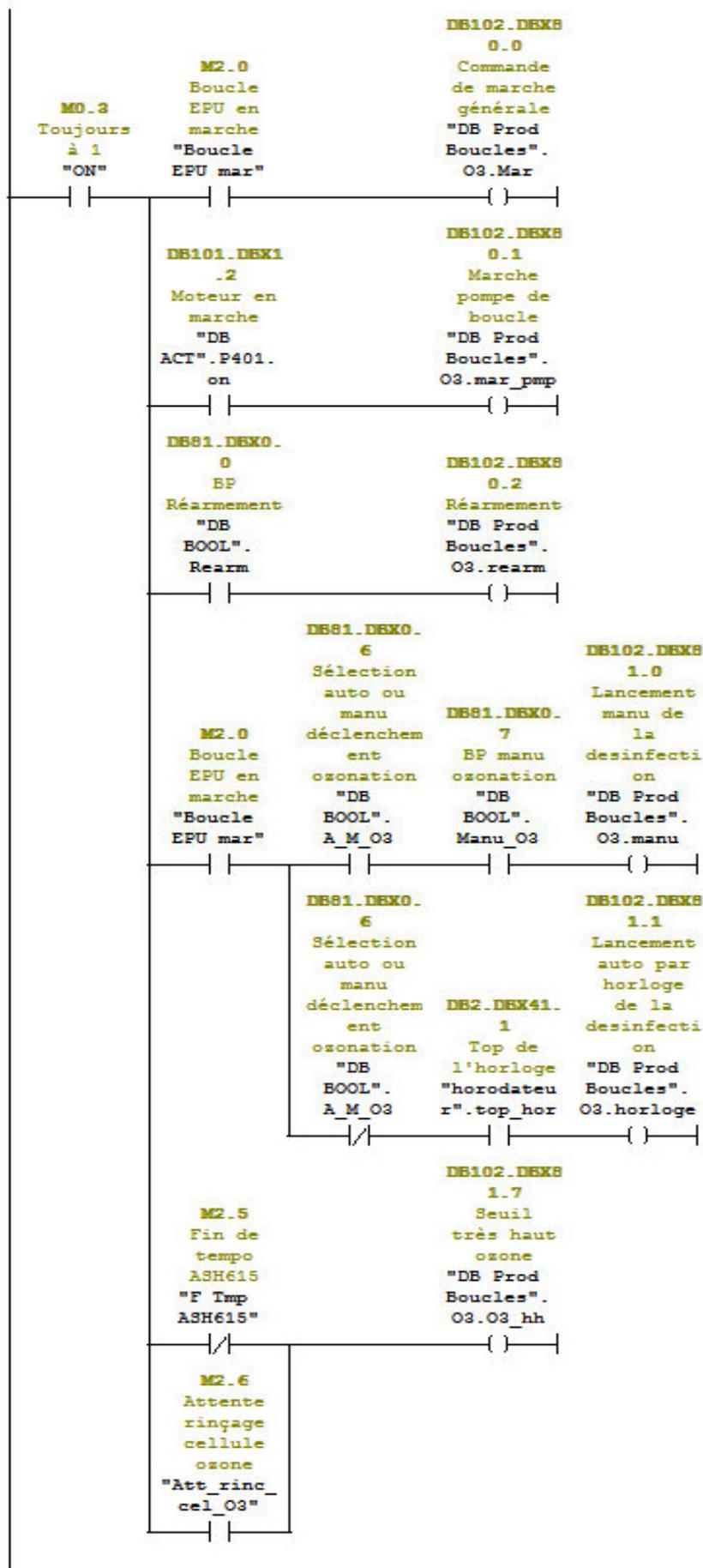
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

Réseau 5 : Gestion de la désinfection en continue des boucles

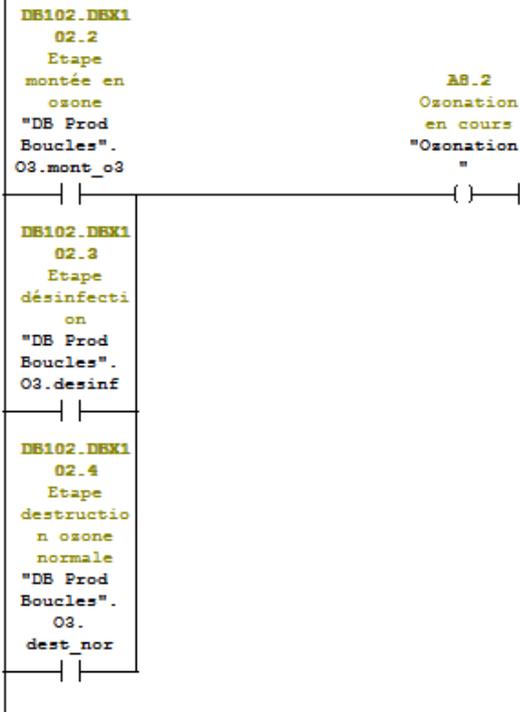
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

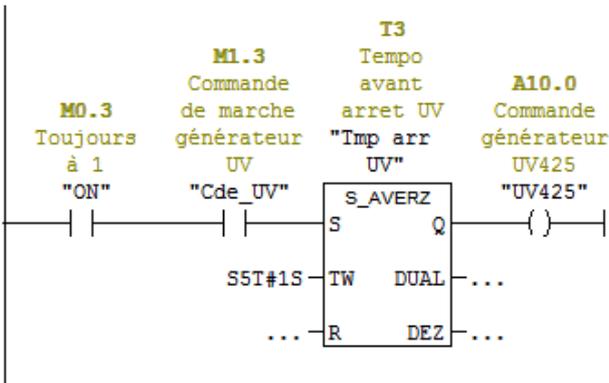
### Réseau 6 : Voyant désinfection ozone

Commentaire :



### Réseau 7 : Gestion du générateur UV425

Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

Réseau 9 : Gestion rinçage cellule O3

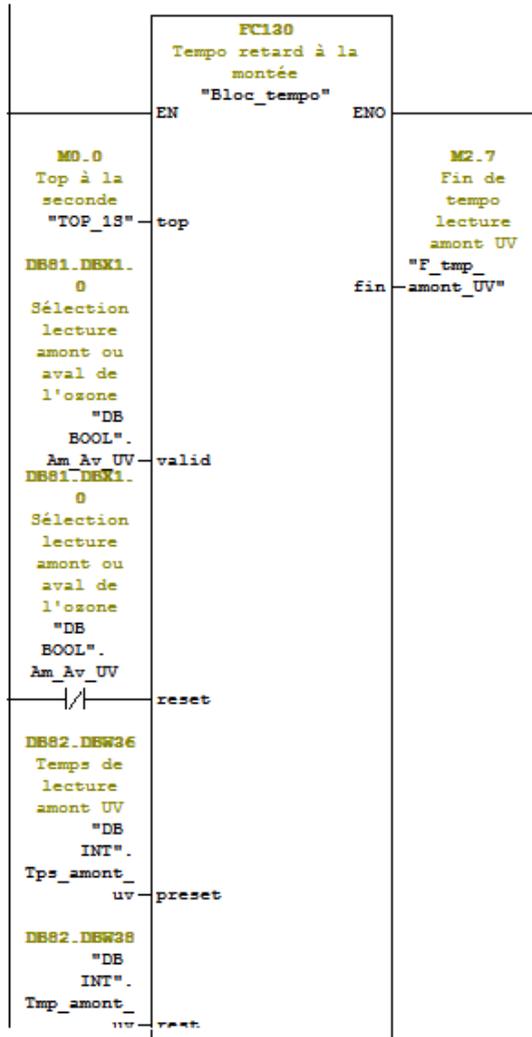
Commentaire :

```

DBS1.DBX1.
  0
  Sélection
  lecture                M2.6
  amont ou              Attente
  aval de               rinçage
  l'ozone               cellule
  "DB                   ozone
  BOOL".               "Att_rinc_
  Am_Av_UV             cel_O3"
  | |-----|-----|
  | |-----|-----| (S) |
  
```

Réseau 10 : Tempo temps de lecture amont UV

Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

---

Réseau 11 : Reset lecture amont de l'ozone

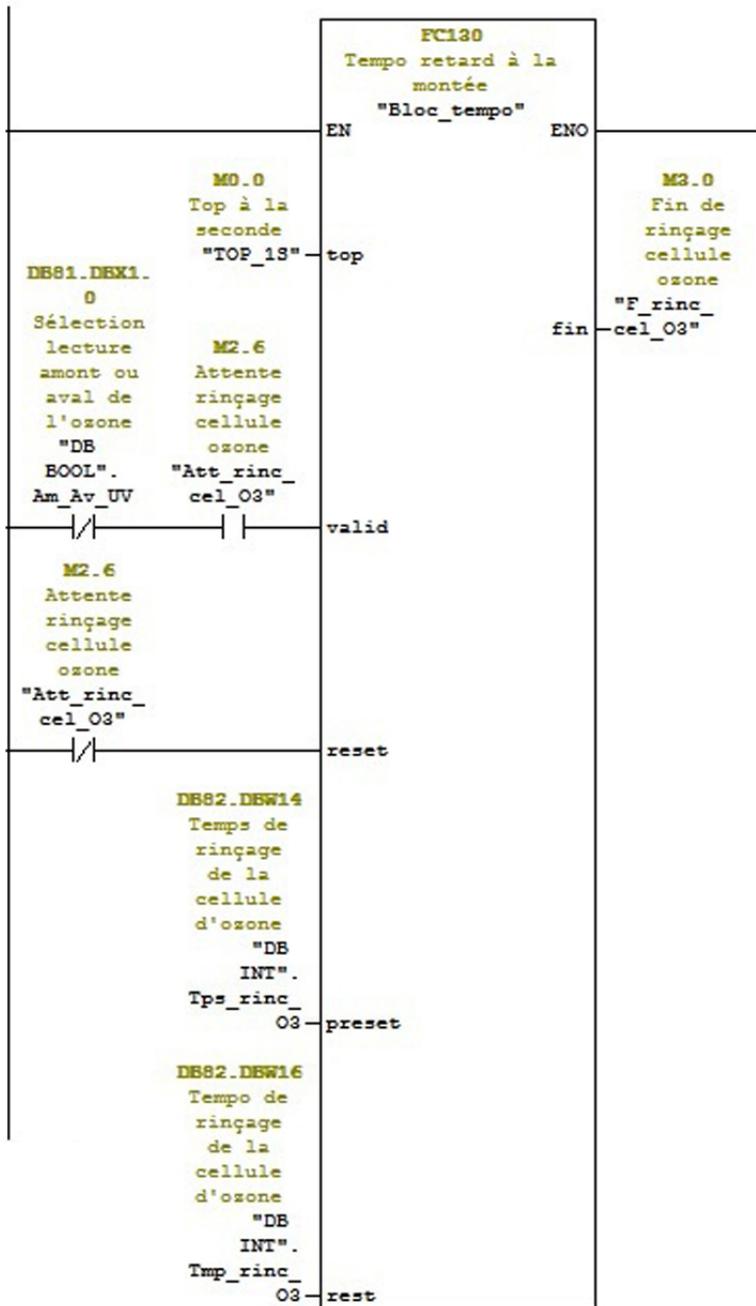
Commentaire :

<b>M2.7</b>	<b>DB01.DEX1.</b>
Fin de	0
tempo	Sélection
lecture	lecture
amont UV	amont ou
"F_tmp_	aval de
amont UV"	l'ozone
	"DB
	BOOL".
	Am_Av_UV
	(R)

# ANNEXE 05 PROGRAMME

Réseau 12 : Tempo de rinçage cellule O3

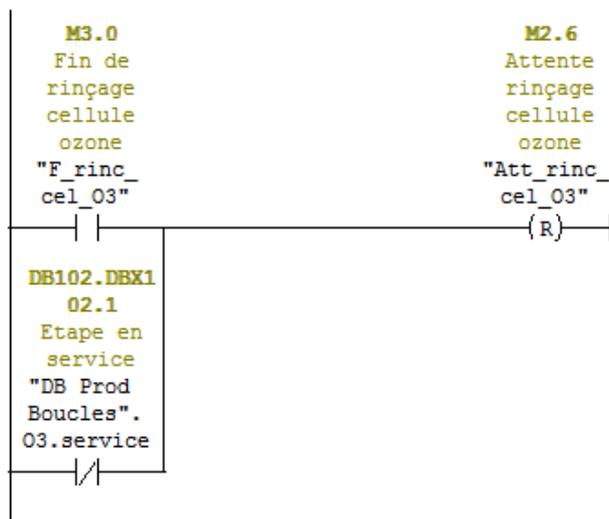
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

### Réseau 13 : Fin de rinçage cellule O3

Commentaire :



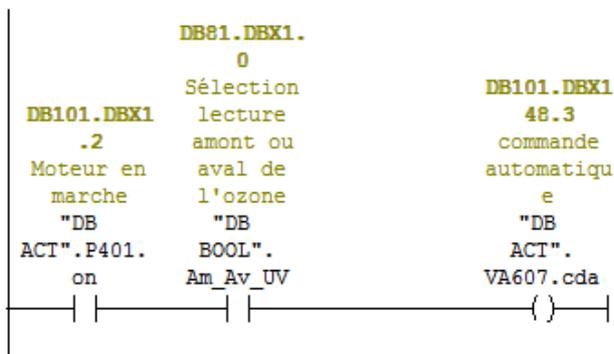
### Réseau 14 : Commande VA602 vanne générateur ozone

Commentaire :



### Réseau 15 : Commande VA170 amont UV607

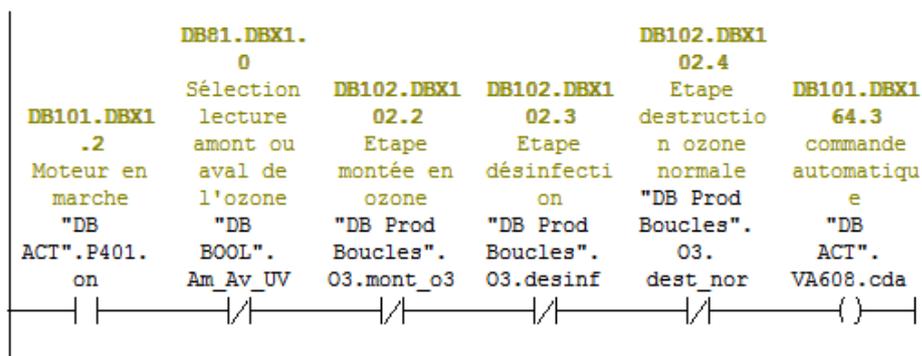
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

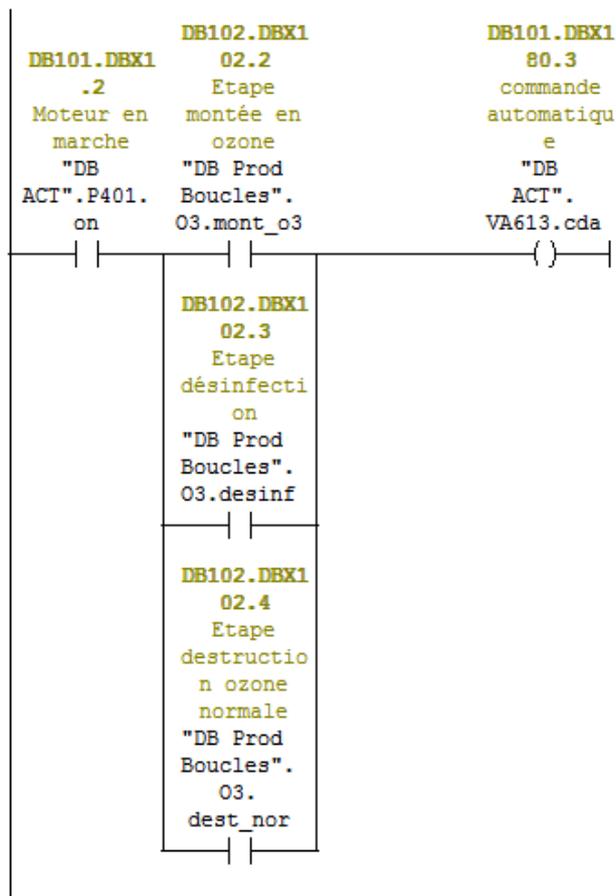
Réseau 16 : Vanne Aval UV VA608

Commentaire :



Réseau 17 : Commande vanne retour de boucle VA613

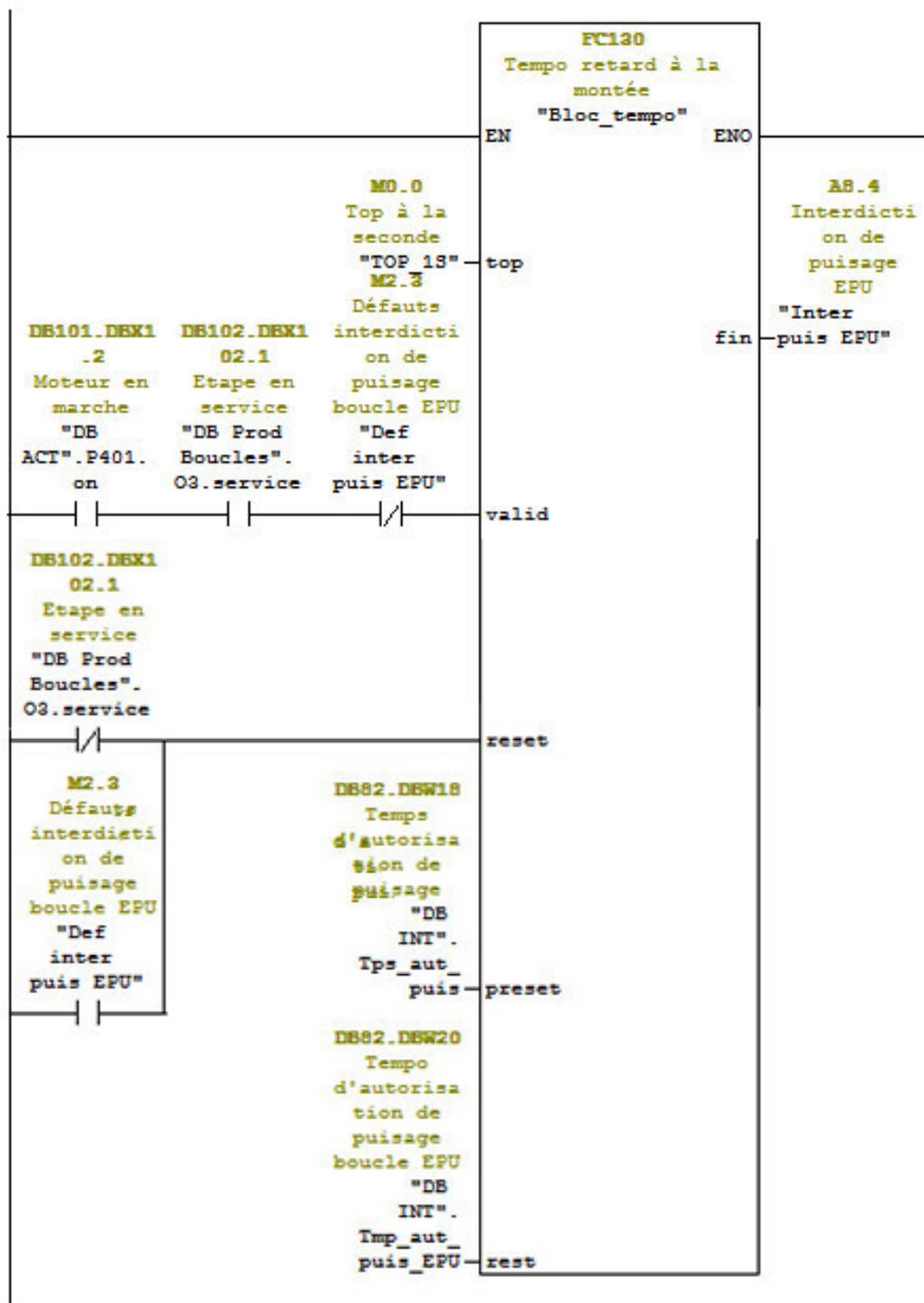
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

Réseau 18 : Autorisation de puisage

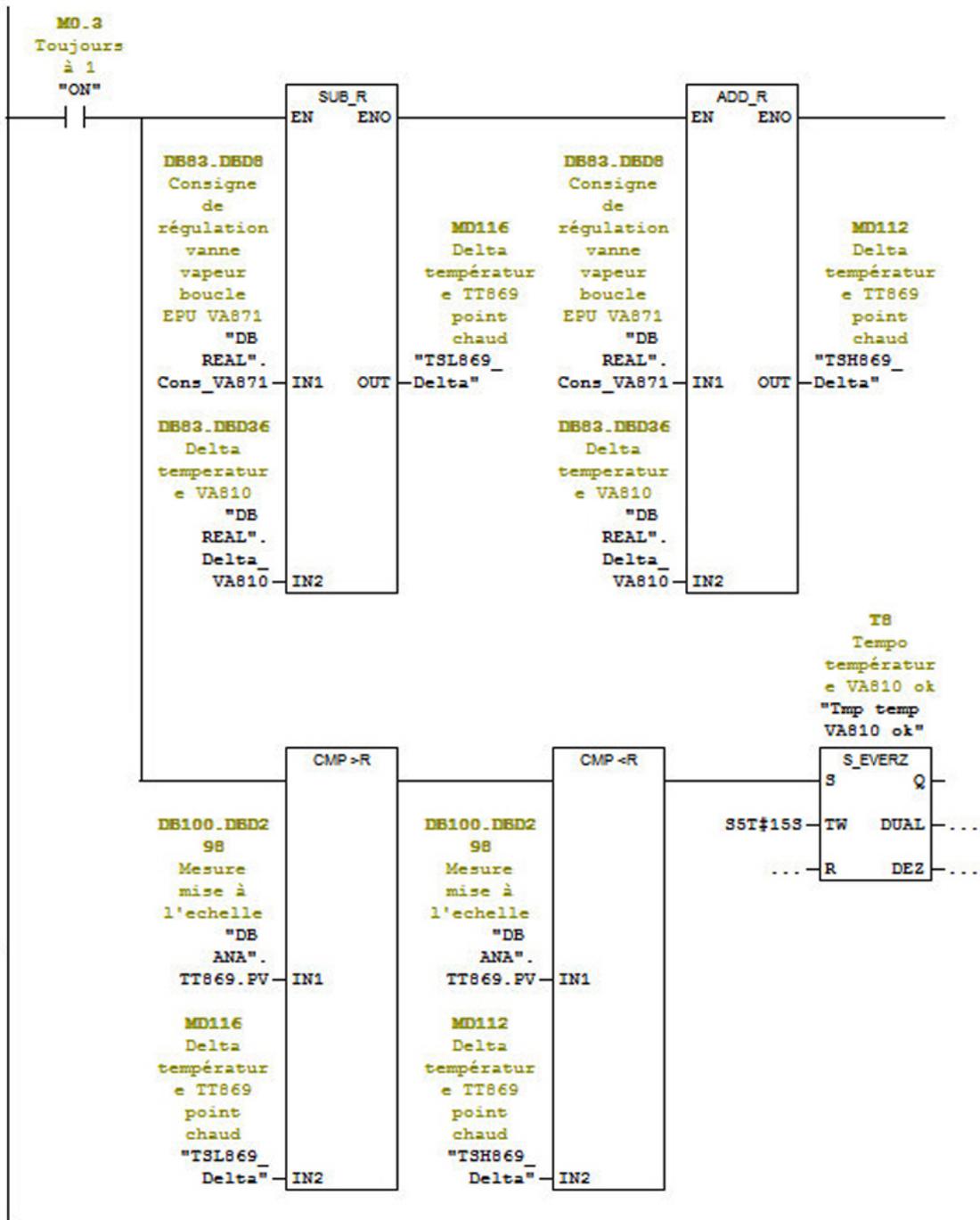
Commentaire :



# ANNEXE 05 PROGRAMME

Réseau 22 : Consigne température ok

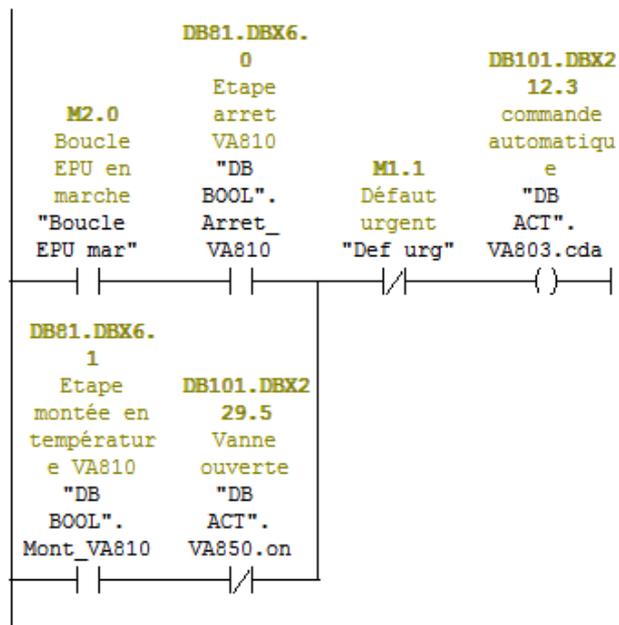
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

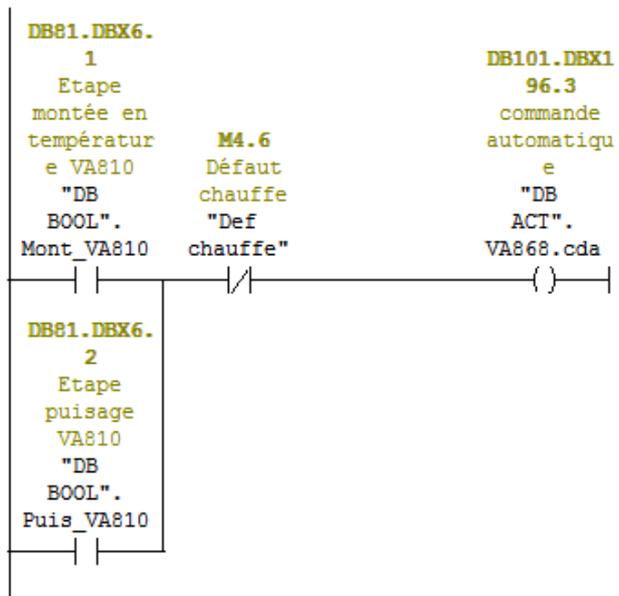
Réseau 28 : Commande vanne VA803

Commentaire :



Réseau 29 : Commande vanne islolement vapeur VA868

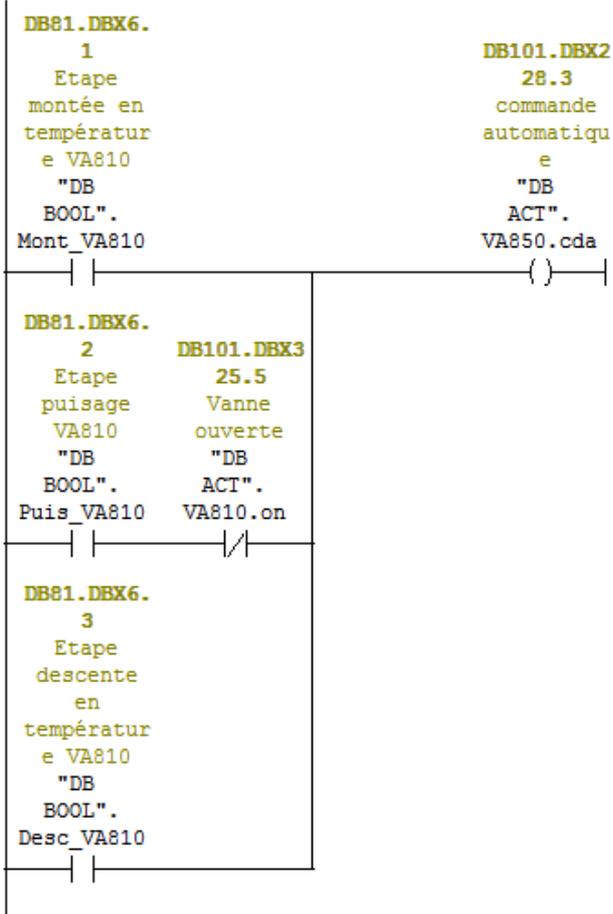
Commentaire :



## ANNEXE 05 PROGRAMME

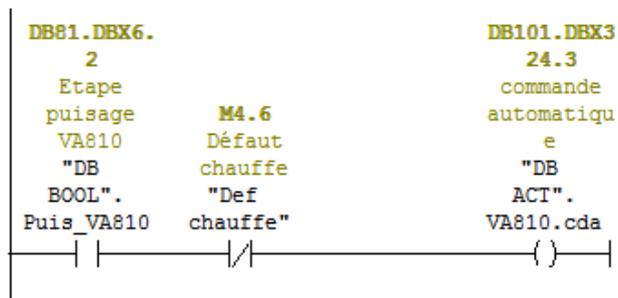
Réseau 30 : Commande VA850

Commentaire :



Réseau 31 : Commande VA810

Commentaire :



Afin de maintenir la qualité bactériologique de l'eau purifiée distribuée dans les ateliers de fabrication de médicament, et la prévention du système contre un éventuel développement de BIOFILMS, le groupement BWT France PERMO - POLYZI, nous a confiés la réalisation des raccordements hydrauliques et électriques de l'ensemble des appareillages et instrumentations liées au système d'ozonation « analyseur et générateur d'ozone », y compris son intégration dans l'automatisme général de la boucle d'eau purifiée (EPU) de la station de traitement des eaux de GEOPHARM.

Au cours de la conduite de notre projet de fin de cycle, nous étions amenés à travailler sur les phases successives d'un projet :

- Etude d'un système de désinfection par une production d'ozone électrolytique dans une boucle de distribution d'eau purifiée (EPU), pour le maintien de la qualité bactériologique de l'eau.
- Développement des automatismes conjointement avec le développement de la partie supervision de la boucle EPU.
- L'aboutissement de ce projet : simulation et mise en service.

Dans ce mémoire de fin de cycle, on a abordé les parties suivantes :

- On a commencé par la description de la station de traitement des eaux ;
- Ensuite on a abordé les systèmes automatisés et la supervision à base des automates programmables industriels (API) ;
- Enfin, on a terminé par une programmation et simulation du procédé étudié.