

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-BEJAIA



Faculté de Technologie
Département d'Automatique,
De Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie électrique.

Option : Automatique & Informatique industriel

Thème

**Contribution à l'automatisation et supervision d'une
station de traitement d'eau.**

Présenté par :

CHANOUN Ghiles

SEBANE Farid

Membres de jury :

Mr. CHARIKH Hocine	Président.
Mr. CHEBI Hocine	Examineur.
Mr. ADJATI Arezki	Promoteur.
Mr. SAHLI Farid	Encadreur

Année Universitaire : 2017/2018.

Remerciement

Au terme de ce modeste travail nous tenons, tout d'abord à remercier, le Dieu miséricordieux pour nous avoir donnée la force et la patience de mener à terme ce projet.

Nous tenons aussi à exprimé toute notre gratitude, remerciement du fond du cœur à nos cher parents qui nous ont suivi et soutenue tout au long de nos études. Nos remerciements vont également notre encadreur Mr ADJATI AREZKI pour son soutien, disponibilité et ses conseils judicieux,

On tient à remercier profondément les membres de jury, qui nous ont faits l'honneur de juger et d'examiner ce modeste travail.

On remercie également toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet de fin d'études.

Ghiles & Farid

Dédicaces

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labour. Qu'on dédie du fond du cœur. Et qu'on remercie en exprimant la gratitude Et la reconnaissance.

Je dédie ce modeste travail :

Mes très chers parents qui m'ont. Suivi guidé. Soutenu et encouragé tout au long de ma vie. Ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci infiniment mes parents.

A mes frères et sœur.

A mon ami et mon binôme GHILES.

Un spécial remerciement à tous mes amis (es)

A mon encadreur bien sûr : " Mr ADJATI AREZKI" qui nous a Guidé et nous a orienté tout au long de l'élaboration de notre mémoire.

SEBANE Farid

Dédicaces

*En signe de respect et de reconnaissance,
Je dédie ce modeste travail à :*

*À mes très chers parents qui m'ont soutenu
durant les moments les plus pénibles depuis mes
premiers pas à l'école.*

À mes sœurs et mes grands-parents.

À mon ami et mon binôme Farid.

*Ainsi, qu'à mes chers amis (es) pour leur précieux
aide et tous les moments de bonheurs.*

À mon encadreur bien sûr

*Mr ADJATI AREZKI qui nous a Guidé et
nous a orienté tout au long de l'élaboration de notre
mémoire.*

*Puissent-ils trouver en ce document le fruit de leurs
efforts.*

CHANOUN Ghiles

Liste des abréviations

API : Automate Programmable Industriel.

RAM : Random Access Memory.

PET : Poly Ethylène Téréphtalate.

CPU : Computer Procès Unit.

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

PR : Partie Relation.

TOR : Tout Ou Rien.

ROM : Read Only Memory.

EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory.

GRAF CET : Graphe fonctionnel de commande étape transition

STEP7 : Logiciel de programmation et de simulation.

Win CC Flexible : Logiciel de la supervision.

RS : Liaison pour la communication.

LED : Diode Electro Lumineuse.

PG : Console de programmation.

CONT : Schéma à contact.

LIST : Liste d'instruction.

MPI : Multi Point Interface.

IHM : Interface Homme Machine.

PC : Portable Computer.

OB : Bloc d'Organisation.

CIP : cleaning in place.

LOG : Logigramme.

Table des matières

Présentation de l'entreprise

1. Historique de l'entreprise.....	i
1.1. Présentation de l'unité.....	i
1.2. Situation géographique.....	i
1.3 Activité de l'entreprise.....	i
1.4. Structure interne de l'unité de TCHINA D'EL-KSEUR.....	ii
2. Equipement industriel.....	ii
2.1 Présentation des différentes chaines de production.....	ii
2.2 Organisation de fonctionnement de la chaine utilisée.....	iii

Introduction générale

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés

I.1 Introduction.....	2
I.2 Les systèmes automatisés.....	2
I.2.1 Définition.....	2
I.2.2 Objectifs d'un système automatisé.....	2
I.2.3 Structure d'un système automatisé de production (SAP).....	3
I.2.4. Description de différentes parties d'un système automatisé.....	3
I.2.4.1 Partie opérative (PO).....	3
I.2.4.2 Partie Relation.....	4
I.2.4.3 Partie commande.....	4
I.3. Généralités sur les automates programmables.....	5
I.3.1. Présentation des automates programmables.....	5
I.3.2 Programmation des automates.....	5
I.3.3 Avantages des automates programmables.....	5
I.4 Architecture d'un automate programmable.....	5
I.4.1. Description de l'automate.....	5
I.4.2 Structure interne des automates programmables.....	6

I.4.2.1 Le processeur.....	7
I.4.2.2 Les mémoires.....	8
I.4.2.3 Les modules d'entrées/sorties.....	8
I.4.2.4 L'alimentation.....	9
I.4.2.5 Liaisons de communication.....	9
I.5 Langages de programmation.....	9
I.5.1 Le langage SFC (SéquentialFunctionChart), ou GRAFCET.....	9
I.5.1.1 Structure graphique du GRAFCET et représentation.....	10
a) Etape.....	10
b) La transition.....	10
c) Réceptivités.....	10
d) Les actions associées.....	11
I.5.1.2 GRAFCET hiérarchisé.....	11
I.5.1.3 Règles d'évolution du GRAFCET.....	11
a) Règle 1 : Situation initiale.....	11
b) Règle 2 : Franchissement d'une transition.....	11
c) Règle 3 : Evolution des étapes actives.....	11
d) Règle 4 : Evolution simultanée.....	11
e) Règle 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape.....	12
I.5.2 Le langage LD (LadderDiagram).....	12
I.5.3 Le langage IL (Instruction List).....	13
I.5.4 Le langage FBD (Function Block Diagram).....	13
I.5.5 Le langage ST (StructuredText).....	13
I.6 Critères de choix d'un automate.....	14
I.7 Conclusion.....	14

Chapitre II : Identification et Description des Procédés de Traitement des Eaux

II.1 Introduction.....	15
II.2 L'eau dans l'industrie.....	15
II.3 Généralités sur le Traitement des Eaux.....	15
II.3.1 Différents procédés de traitements des eaux.....	15
II.3.2 La filtration.....	16
II.3.3 Filtre à sable.....	16

II.3.4 Adoucissement.....	17
II.3.5 Les membranes.....	17
II.3.6. Phénomènes d’osmose directe et d’osmose inverse.....	17
II.3.7. Unité osmose de CEVITAL.....	18
II.4. Description du processus de l’installation.....	19
II.4.1 Fonctionnement d’un filtre.....	19
II.4.1.1 Filtration.....	19
II.4.1.2 Régénération.....	19
II.4.1.3 Rinçage.....	19
II.4.2 La procédure de prétraitement.....	19
II.4.3 Procédure du contre lavage.....	20
II.4.4 Modules d’osmose inverse.....	20
II.4.4.1 Modules spirales.....	20
II.4.4.2 Modules tubulaire.....	21
II.4.4.3 Modules plans et en plaques.....	21
II.4.4.4 Modules en fibre creuse.....	22
II.4.5 Description de l’unité de traitement par osmose inverse (filtration membranaire).....	22
II.4.6 Description de lavage des membranes (C.I.P).....	22
II.4.7 Schéma de la station.....	23
II.5 Spécification techniques des équipements.....	23
II.5.1 Actionneurs.....	24
II.5.1.1 Les pompes.....	24
a) Pompes d’alimentation.....	24
b) Pompes à haute pression (HP).....	24
c) Pompes de dosages.....	24
d) Pompes de refoulement.....	25
II.5.1.2 Les vannes.....	25
a) Vannes manuelles.....	25
b) Vannes pneumatiques Tout Ou Rien (TOR).....	25
II.5.2 Elément pour fonction de mesure.....	26
a) Le débitmètre électromagnétique.....	26
b) Conductimètre.....	26
c) Transmetteur de ph et redox.....	27

d) Indicateur de pression.....	27
e) Les mélangeurs statiques.....	27
II.6 Conclusion.....	28

Chapitre III : Automatisation de la station de traitement d'eau

III.1 Introduction.....	29.
III.2 Description du processus.....	29
III.2.1 Phase de prétraitement.....	29
III.2.2 Phase de contre lavage	29
III.3 Analyse fonctionnelle.....	29
III.3.1 Définition du SADT.....	29
III.3.2 SADT du système étudié.....	30
III.3.3 Analyse fonctionnelle descendante SADT du système.....	31
III.4 Analyse Chronologique.....	31
III.5 Elaboration des GRAFCET de la station.....	31
III.5.1 Variables d'entrées.....	31
III.5.2 Variables de sorties.....	32
III.5.3 Grafcet évolué.....	33
III.5.4 GRAFCET de sécurité de la station.....	34
III.5.5 Grafcet de coordination des tâches « GCT ».....	34
III.5.6 Grafcet de chaque tâche	35
III.5.7 La procédure de contre lavage.....	37
III.5.8 Le GRAFCET de la procédure de contre lavage.....	38
III.5.9 Présentation de la CPU.....	38
III.5.10 Caractéristique technique de la CPU S7-300.....	38
III.5.11 Description du logiciel STEP 7.....	42
III.6 Conclusion.....	42

Chapitre IV Programmation, simulation et supervision de la station

IV.1 Introduction.....	43
IV.2 Présentation de l'automate S7-300.....	43
IV.2.1 Présentation de la CPU.....	43
a) LED de visualisation d'état et de défaut.....	44
b) Commutateur de mode de fonctionnement.....	44
c) Pile de sauvegarde ou accumulateur	45

d) Carte mémoire	45
e) Interface MPI (interface multipoint)	45
IV.2.2 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager.....	45
IV.2.3. Editeur de programme et les langages de programmation	45
IV.2.4 Paramétrage de l'interface PG-PC.....	46
IV.2.5 Stratégie de programmation.....	46
IV.2.6 Les variables.....	47
IV.2.6.1 Entrées.....	48
IV.2.6.2 Sorties.....	48
IV.2.6.3 Mémento.....	48
IV.3 Les blocs.....	48
IV.3.1 Blocs de données (DB).....	48
IV.3.2 Blocs fonctionnelles (FB).....	48
IV.3.3 Bloc d'organisation (OB).....	48
IV.3.4 Bloc fonction (FC).....	49
IV.4. Réalisation du programme de la station du traitement d'eaux.....	49
IV.4.1 Création du projet dans SIMATIC Manager	49
IV.4.2 Configuration matérielle	50
IV.4.3 Création de la table des mnémoniques	51
IV.4.4 Programme de la station de traitement d'eaux.....	52
a) La mise à l'échelle de la pression.....	52
b) La mise à l'échelle de sonde niveau.....	52
IV.4.4.1 création du programme.....	53
a) Les blocs FB.....	53
b) Le bloc FC	53
IV.5 Création de la supervision.....	54
IV.5.1 Introduction	54
IV.6 Outils de la supervision	54
IV.7 Description du logiciel Win CC Flexible.....	54
IV.7.1 Eléments du Win CC Flexible.....	55
Barre des menus.....	55
a) Barre d'outils.....	55
b) Zone de travail.....	55

c) Boîte d'outils.....	56
d) Fenêtre des propriétés.....	56
IV.8 Etapes de mise en œuvre	56
IV.8.1 Etablir une liaison directe	56
IV.8.2 Variables	57
IV.8.3 Les vues.....	57
IV.8.4. Configuration des éléments des vues.....	58
IV.8.4.1 Configuration des vannes.....	58
IV.8.4.2 Configuration des pompes.....	58
IV.8.4.3 Configuration des boutons.....	59
IV.8.4.4 Configuration agitateurs.....	59
IV.8.5 Mesure de sécurité.....	59
IV.9 Compilation et simulation.....	60
IV.9.1 PLCSIM.....	60
IV.9.2 RUNTIME.....	60
IV.10 Les vus de la supervision.....	61
IV.10.1 Vue générale de la station.....	61
IV.10.2 Vue des filtres à sables.....	62
IV.10.3 Vue des alarmes.....	62
IV.11 Conclusion.....	62
conclusion générale	
conclusion générale.....	63

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD.....	12
Tableau III.1 : table des variables des entrées utilisées sous STEP7.....	31
Tableau III.2 : table des variables des sorties utilisées sous STEP7.....	32
Tableau III.3 : zones de mémoire et périphérique de la CPU.....	39
Tableau III.4 : Fonctions de test et de diagnostic.....	40
Tableau III.5 : Interfaces de communication MPI.....	41
Tableau III.6 : Tensions et courants.....	41
Tableau III.7 : Fonctions intégrées de la CPU.....	41
Tableau IV.1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement.....	44
Tableau IV.2: Représentation des éléments des vues.....	44

Liste des figures

Présentation du complexe CEVITAL

Figure I.1 : Structure interne de l'unité TCHINA d'EL-KSEUR.....	ii
Figure I.2 : Schéma synoptique des différents éléments constituant la ligne PET.....	iii

Chapitre I

Figure I.1 : Architecture d'un système automatisé.....	3
Figure I.2 : Exemple des éléments de la partie opérative	3
Figure I.3 : La technologie câblée.....	4
Figure I.4 : La technologie programmée.....	4
Figure I.5 : Automate Programmable Industriel SIEMENS.....	6
Figure I.6 : Structure interne d'un API.....	7
Figure I.7 : Représentation d'un GRAFCET.....	10
Figure I.8 : Exemple utilisant les fonctions logiques de base.....	12

Chapitre II

Figure II.1 : Coupe schématique d'un filtre à sable.....	16
Figure II.2 : Principe des phénomènes d'osmose et d'osmose inverse.....	17
Figure II.3 : Exemple d'un osmoseur industriel.....	18
Figure II.4 : schéma d'un seul filtre.....	19
Figure II.5 : Module spirale.....	20
Figure II.6 : Modules tubulaire.....	21
Figure II.7 : Modules plans.....	21
Figure II.8 : Structure de module en fibre creuse.....	22
Figure II.9 : Vue globale de station.....	23
Figure II.10 : Vue des bâches de stockage.....	23
Figure II.11 : Exemple de pompes à haute pression.....	24
Figure II.12 : Exemple de groupe de dosage.....	25
Figure II.13 : Exemple de Vannes manuelles.....	25

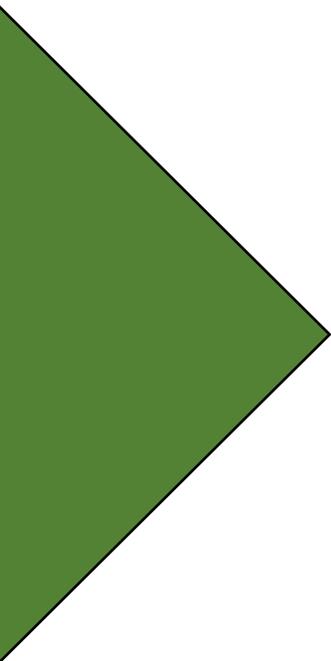
Figure II.14 : Vanne pneumatique.....	26
Figure II.15 : Débitmètre électromagnétique.....	26
Figure II.16 : Conductimètre.....	27
Figure II.17 : Indicateur de pression.....	27
Figure II.18 : mélangeur statique.....	28

Chapitre III

Figure III.1 : Représentation d'une fonction avec SADT.....	30
Figure III.2 : SADT A-0.....	30
Figure III.3 : Analyse fonctionnelle descendante SADT du système (A-0).....	31
Figure III.4 : Ordre des grafjets.....	33
Figure III.5 : GRAFCET sécurité de la station.....	34
Figure III.6 : GRAFCET de coordination des tâches du point de vue système.....	35
Figure III.7 : GRAFCET de la tâche prétraitement du point de vue système.....	35
Figure III.8 : GRAFCET de la tâche traitement du point de vue système.....	36
Figure III.9 : GRAFCET de la tâche d'alimentation en eau traité.....	37
Figure III.10 : GRAFCET de la tâche contre lavage des filtres	38
Figure III.11 Les tâches de base de la création d'une solution d'automatisation.....	42

Chapitre IV

Figure IV.1 : vue générale de l'automate S7-300.....	43
Figure IV.2 : Paramétrage PG-PC.....	46
Figure IV.3 : Page de démarrage de STEP 7.....	49
Figure IV.4 : Configuration des appareils.....	50
Figure IV.5 : Table des mnémoniques du projet.....	51
Figure IV.6 : le SCALE de La mise a l'échelle de la pression.....	52
Figure IV.7: mise à niveau de l'eau osmose.....	52
Figure IV.8 : bloque fonctionnelle.....	53
Figure IV.9: bloque de la fonction de contre lavage.....	54
Figure IV.10 : Eléments du Win CCFlexible.....	55
Figure IV.11 : L'éditeur de liaison.....	56
Figure IV.12 : L'éditeur de Variable.....	57
Figure IV.13 : Animation d'une vanne.....	58
Figure IV.14 : évènement liée à un bouton	59
Figure IV.15: L'éditeur d'alarme analogique.....	59
Figure IV.16: Interface de simulation PLCSIM	60
Figure IV.17: Vue générale de la station.....	61
Figure IV.18: Vue des filtres à sables	62
Figure IV.19: Interface de simulation PLCSIM	62



Préambule

Présentation de l'entreprise

Préambule

Présentation de l'entreprise

1. Historique de l'entreprise

1.1. Présentation de l'unité

La conserverie d'EL-KSEUR est créée en avril 1977 par la société de gestion et d'étude du développement des industries agroalimentaires « SO.GE.D.I.A » dans le but d'absorber l'excédent en produits agricoles. En 1982, elle est devenue l'entreprise nationale des jus et des conserves « l'E.N.A.JU.C. »), puis en 1998 Conserves et jus d'EL KSEUR « CO.J.E.K ». Elle est devenue une filiale du groupe « Cevital » en 2007.

1.2. Situation géographique

L'unité C.O.J.E.K. est située dans la commune d'EL KSEUR, à 25Km du chef-lieu de Bejaia et à quelques mètres de la zone ferroviaire, elle est implantée dans une région à vocation agricole à droite de la route nationale N°26 liant ALGER à BEJAIA. Tous ces caractères lui confèrent un emplacement stratégique favorable facilitant les opérations d'approvisionnement et de distribution des produits.

1.3 Activité de l'entreprise

L'unité fabrique et commercialise plusieurs produits, à savoir les jus en bouteilles de verre et de plastique, des conserves d'abricot et de figes et le triple concentré d'orange.

La capacité de production est de 20 000 à 32 000 bouteilles/heure de jus, respectivement pour la ligne de verre 0,25L et la ligne de PET 2L, et de 4 à 6 tonnes/heures pour les conserves.

1.4. Structure interne de l'unité de TCHINA D'EL-KSEUR

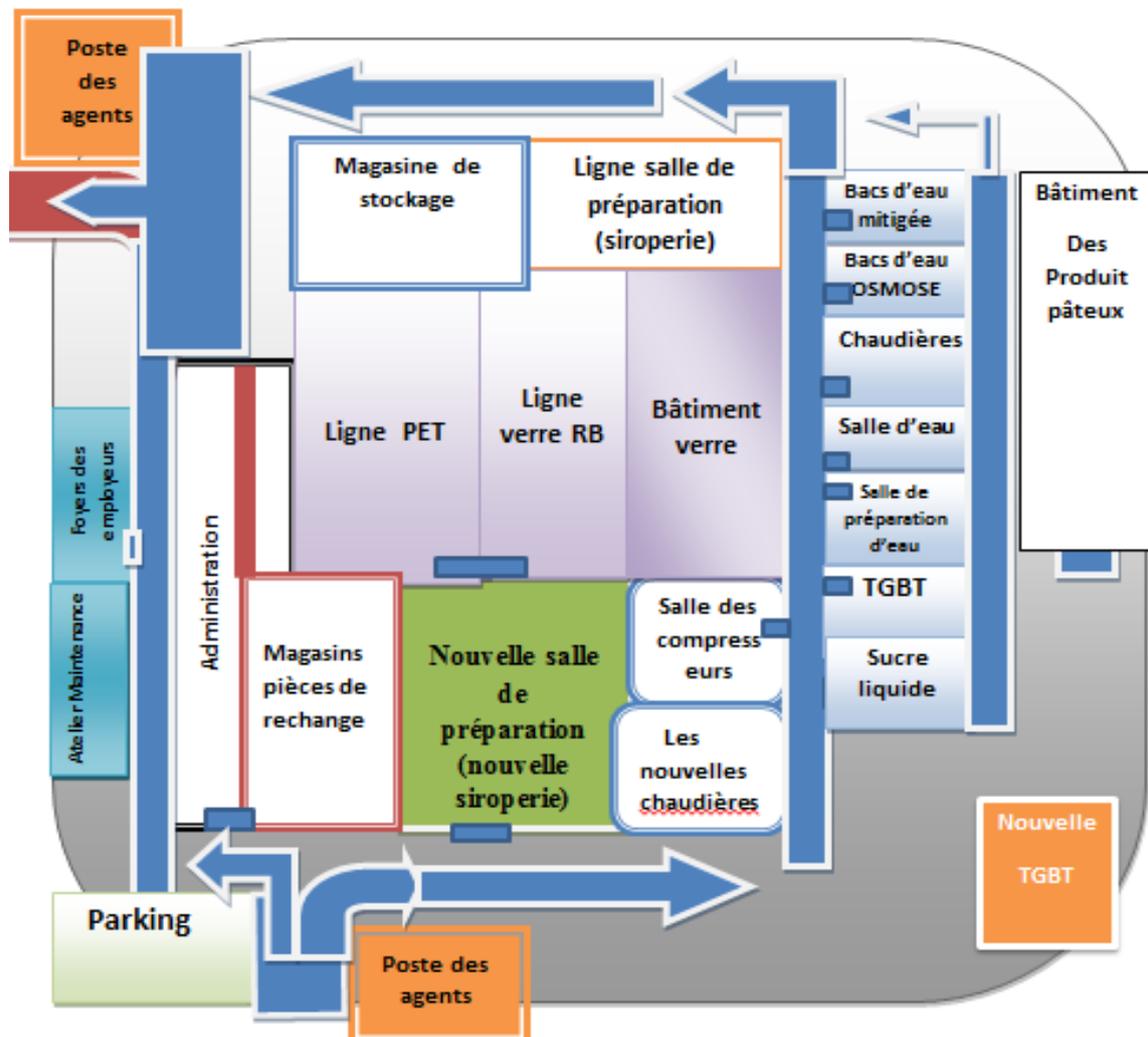


Figure (1) : Structure interne de l'unité TCHINA d'EL-KSEUR

2. Equipement industriel

2.1 Présentation des différentes chaînes de production

L'unité dispose de cinq (05) chaînes de production qui sont comme suit :

- Chaîne de décrassage (Orange, abricot, figue, pomme).
- Chaîne des produits pâteux (confiture en boîte) de 0,5kg et 1kg.
- Chaîne des eaux fruitées en bouteille verre (RB) de 25cl.
- Chaîne des eaux fruitées en bouteille plastique (PET) de 33cl et de 2L.
- Chaîne de triple concentré d'orange en boîte de 5 kg.

2.2 Organisation de fonctionnement de la chaîne utilisée

L'organisation de la chaîne de production est représentée par la figure suivante, et les étapes colorées font l'objet de notre étude.

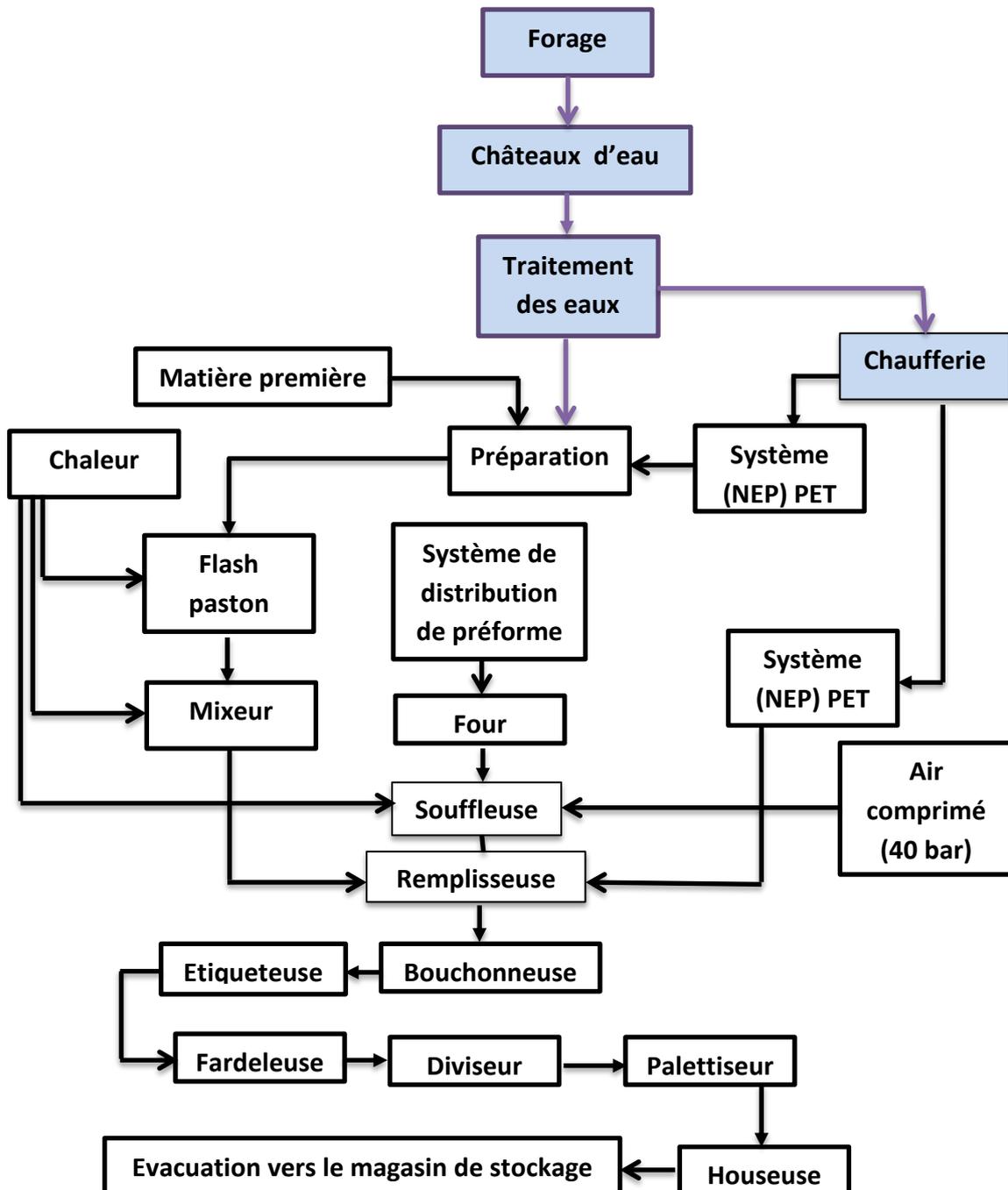
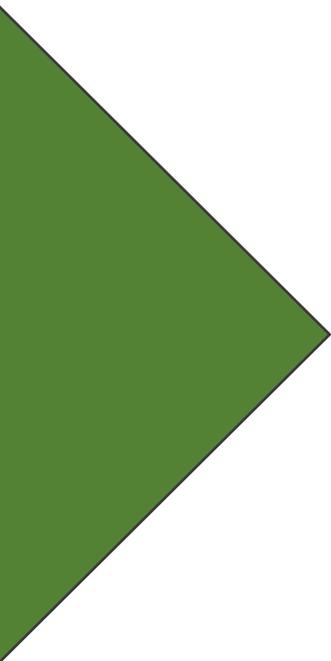


Figure (2): Schéma synoptique des différents éléments constituant la ligne PET.



Introduction générale

Introduction générale

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours un sujet controversé, vu que la machine a tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, il ne peut hélas, assurer les tâches que fait la machine dans plusieurs domaines.

Avant de procéder à l'automatisation, il faut d'abord identifier l'ensemble du système et fixer les limites de l'intervention. Dans le présent travail, le système à automatiser est une station de filtration d'eau brute provenant du forage dont dispose l'entreprise (CEVITAL) qui présente l'inconvénient d'être fortement polluée, ce qui nécessite sa filtration, notamment par utilisation de produits appropriés avant son utilisation dans divers procédés.

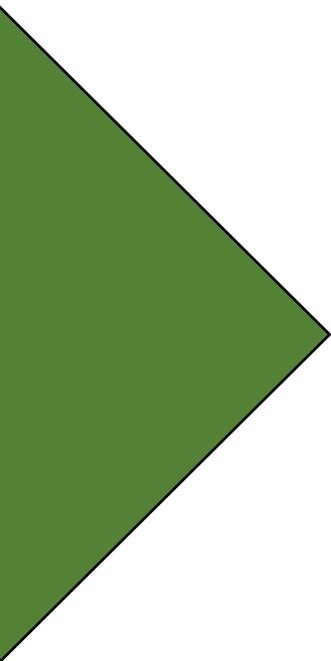
En raison de l'état de l'eau pompée du forage qui est chargée d'impuretés et surtout de fer qui peut nuire aux équipements, des filtres à sable sont utilisés dans cette station pour un prétraitement qui précède un traitement membranaire qui fait que l'on dispose d'une eau de qualité, pure et déminéralisée.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux. En effet après une présentation de l'entreprise où s'est déroulée notre formation, nous allons entreprendre dans le premier chapitre des généralités de l'automatisme.

Le deuxième chapitre portera quelques généralités sur le traitement des eaux ainsi que la description du processus de filtration et des différents équipements (instruments et actionneurs) constituant la station. Dans le troisième chapitre nous allons aborder l'élaboration de l'analyse fonctionnelle pour comprendre le fonctionnement de l'installation décrite par les divers GRAFCET.

Le dernier chapitre a pour but de traiter la partie programmation et la supervision de ce projet. Les étapes de la programmation de la station, qui est l'objectif principal de notre travail, y seront détaillées et expliquées.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale.



Chapitre I

Généralités sur les systèmes automatisés

Chapitre I

Généralités sur les systèmes automatisés

I.1. Introduction

Afin d'effectuer l'automatisation de cette station qui va décrire au mieux le cahier de charge, il est impératif de connaître les différentes techniques d'automatisation et les éléments intervenants dans le processus de filtration.

I.2. Les systèmes automatisés

I.2.1. Définition.

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, et d'effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou bien encore gagner en efficacité et en précision. [1]

I.2.2. Objectifs d'un système automatisé

Les objectifs principaux d'un système automatisé sont divers, les plus essentiels sont :

- ✦ Accroître la productivité du système c'est à dire augmenter la quantité du produit élaboré pendant une durée donnée.
- ✦ Améliorer la flexibilité de production.
- ✦ Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée.
- ✦ S'adapter à des contextes particuliers.
- ✦ Augmenter la sécurité.[2]

I.2.3. Structure d'un système automatisé de production (SAP)

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initiale à une situation finale, se fait sans intervention de l'homme et que ce comportement est répétitif. [3]

Un système automatisé réalise un certain nombre d'actions appelées « tâches ».

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC) et d'une partie opérative (PO), afin de faire fonctionner le système, l'opérateur va donner des consignes à partir de la partie relation qui est le dialogue homme-machine.

I.2.4. Description de différentes parties d'un système automatisé

La figure ci-après résume la structure d'un système automatisé.

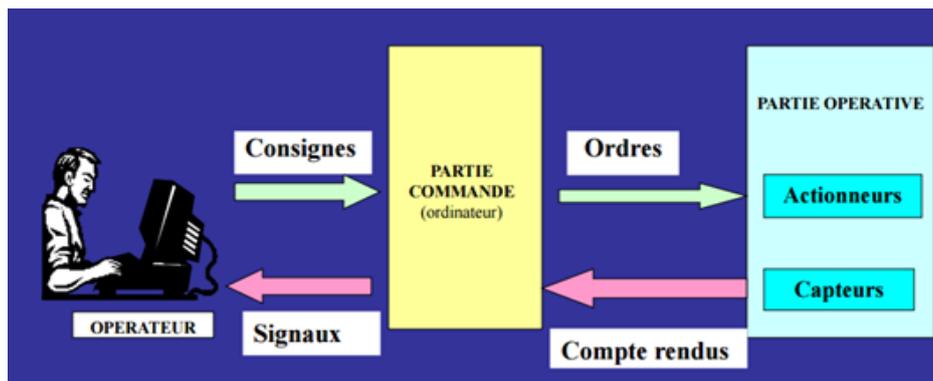


Figure I.1 : Architecture d'un système automatisé [4]

I.2.4.1. Partie opérative (PO)

La partie opérative est le processus physique à automatiser. Elle opère sur la matière d'œuvre et les produits entrants pour la transformation.

Elle comporte généralement :

- ✦ Des outillages et moyens divers qui mettent en œuvre le processus d'élaboration.
- ✦ Des actionneurs destinés à mouvoir ou à mettre en œuvre ces moyens : moteurs électrique, vérins et capteurs associés [3]

Quelques éléments de la partie opérative sont présentés dans la figure ci-après :



Vérin Pneumatique



Moteur électrique

Figure I.2 : Exemple des éléments de la partie opérative [4]

I.2.4.2. Partie relation

Elle permet de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants lumineux ou sonores, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM). Elle permet également à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle...etc.) [3]

I.2.4.3. Partie commande

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement qui émet des ordres vers la partie opérative et en reçoit des informations en retour, afin de coordonner ses actions et les restituer vers cette même partie opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. Elle peut être réalisée selon 2 types de technologie:

a) Logique câblée

Correspondant à un traitement parallèle de l'information, c'est à dire que l'on peut avoir une sollicitation simultanée de plusieurs constituants:

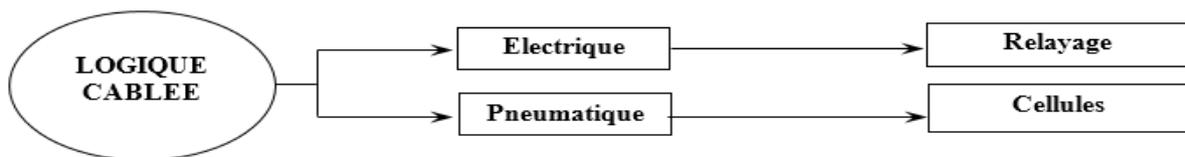


Figure. I.3 : Technologie câblée

Le fonctionnement de l'installation est défini par câblage entre les différents éléments. Une modification de ce fonctionnement impose une modification du câblage.

b) Logique programmée

Correspond à une démarche séquentielle, c'est-à-dire, une seule opération élémentaire exécutée à la fois.



Figure I.4 : Technologie programmée.

Dans notre travail nous allons cibler la technologie à base des automates programmables industriels.

I.3. Généralités sur les automates programmables

I.3.1. Présentation des automates programmable

De nos jours, les constructeurs de commandes et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables ou (Programmable Logic Controllers) (PLC).

Pour de nombreux problèmes de commande, il convient donc de déterminer le mode de commande, le milieu approprié, et à cet égard le choix se porte de plus en plus sur l'automate programmable. Il s'agit d'ailleurs non seulement d'une question de prix, mais bien d'avantage de gain de temps, de souplesse accrue dans la manipulation, de haute fiabilité, de localisation et d'élimination rapide des erreurs. [4]

I.3.2 programmation des automates

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- ✦ Une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- ✦ Le PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485 ou d'un réseau de terrain.

I.3.3 Avantages des automates programmables

- **Evolutivité** : très favorable à l'évolution et très utilisé en reconstruction d'armoire.
- **Fonctions** : assure les fonctions conduites, dialogue, communication et sûreté.
- **Taille des applications** : gamme importante d'automate.
- **Vitesse** : temps de cycle de quelque ms.
- **Modularité** : haute modularité. présentation modularité en rack
- **Architecture de commande** : centralisée ou décentralisée avec l'apparition d'une offre importante en choix de réseaux, bus de terrain, blocs E/S déportées.
- **Maintenance** : échange standards et aide au diagnostic intégrée.

I.4 Architecture d'un automate programmable

I.4.1. Description de l'automate

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés selon l'architecture suivante : [5]

- ✦ un module d'unité centrale (CPU), qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des

circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.

- ✦ un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues $\pm 5V$, $\pm 12V$ ou $\pm 15V$.
- ✦ un ou plusieurs modules de sorties 'Tout Ou Rien'(TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui possèdent en même temps des entrées et des sorties;
- ✦ un ou plusieurs modules de communication comprenant des interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS-422/RS-485 et des interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ou des interfaces d'accès à un réseau Ethernet.

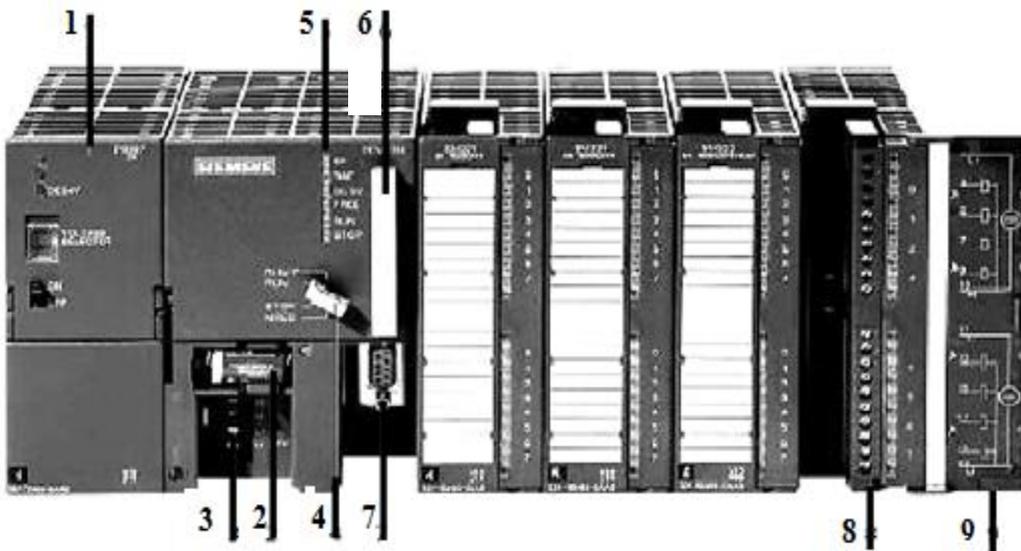


Figure I.5 : Automate Programmable Industriel SIEMENS [3].

- | | | |
|-------------------------------|--|------------------------|
| 1. Module d'alimentation | 2. Pile de sauvegarde | 3. Connexion au 24V cc |
| 4. Commutateur de mode | 5. LED de signalisation d'état et de défauts | 6. Carte mémoire |
| 7. Interface multipoint (MPI) | 8. Connecteur frontal | 9. Volet en face avant |

I.4.2 Structure interne des automates programmables

En général, un automate programmable se compose essentiellement d'une unité centrale, un module d'entrées/sorties, un module d'alimentation, un module de stockage et de liaisons et des auxiliaires. [5]

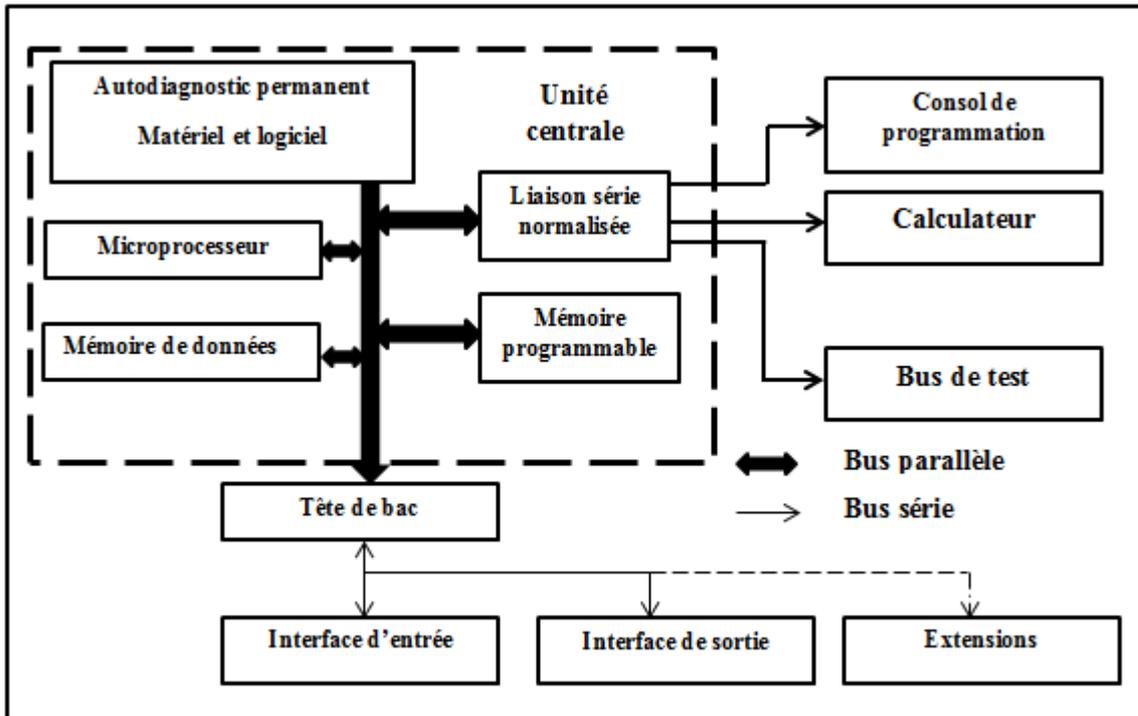


Figure I.6 : Structure interne d'un API. [4]

I.4.2.1 Le processeur

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions entre autre:

- ✦ Gestion des entrées/sorties.
- ✦ Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- ✦ Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres, ce sont des mémoires rapides permettant la manipulation des informations qu'elles retiennent, ou leur combinaison avec des informations extérieures.

Les principaux registres existants dans un processeur sont :

- ✦ **L'accumulateur** : C'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.

- ✦ **Le registre d'instruction** : Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.
- ✦ **Le registre d'adresse** : Ce registre reçoit, parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.
- ✦ **Le registre d'état** : C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine.
- ✦ **Les piles** : Une organisation spéciale de registres constitue une pile, ces mémoires sont utilisées pour contenir le résultat de chaque instruction après son exécution. Ce résultat sera utilisé ensuite par d'autres instructions, et cela pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur [7].

I.4.2.2 Les mémoires

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM.
- Le programme dans des EEPROM.
- Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

I.4.2.3 Les modules d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processeur, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- **Modules TOR (Tout Ou Rien)**: l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.
- **Modules analogiques** : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).

- **Modules spécialisés** : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

I.4.2.4 L'alimentation

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures du réseau électrique.

La tension d'alimentation peut être de 5V, 12V ou 24V. D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extension et pour les modules entrées/sorties. Un onduleur est nécessaire pour éviter les risques de coupures non tolérées.

I.4.2.5 Liaisons de communication

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant les signaux électriques.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

I.5 Langages de programmation

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, qui sont :

I.5.1 Le langage SFC (Séquentiel Function Chart), ou GRAFCET

C'est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étapes (états stables), reliées entre elles par des liaisons orientées où se trouvent des conditions booléennes attachées à chaque transition. Les actions dans les étapes sont décrites avec les langages ST, IL, LD ou FBD.

Les principales règles graphiques sont :

- un programme SFC doit contenir au moins une étape initiale.
- une étape ne peut pas être suivie directement par une autre étape.
- une transition ne peut pas être suivie d'une autre transition.

I.5.1.1 Structure graphique du GRAFCET et représentation

Une structure GRAFCET est un graphe cyclique composé alternativement de transitions et d'étapes, reliées entre elles par des liaisons orientées.

Des actions peuvent être associées à des différentes étapes.

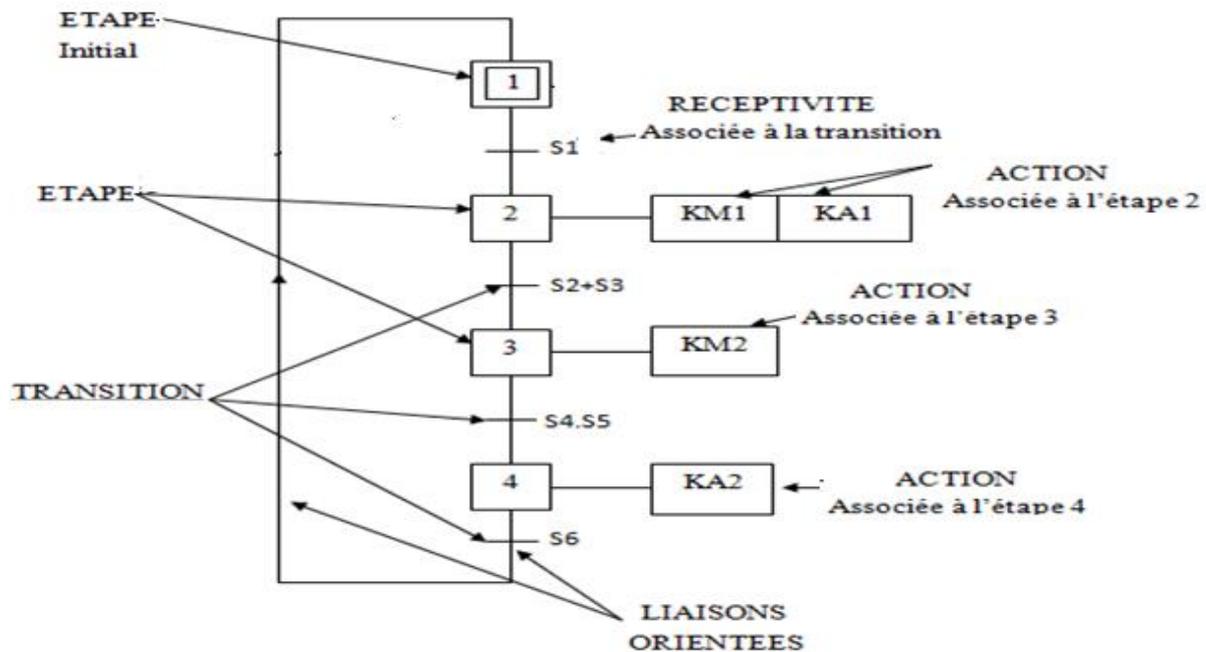


Figure I.7 : Représentation d'un GRAFCET.

a) Etape

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système, elle caractérise un comportement invariant (dans le sens de reproductibilité) du système considéré. Elle est schématisée par un carré simple pour l'étape et un carré double pour une étape initiale.

b) La transition

La transition permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. Son franchissement permet l'évolution du système et représente une possibilité de changement d'état du système.

c) Réceptivités

Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition. Une réceptivité s'exprime comme étant une expression booléenne ou numérique.

d) Les actions associées

Les actions sont des sorties du système logique qui servent à émettre des ordres vers la partie opérative. Ces actions peuvent être des actions continues, des actions conditionnelles ou des actions mémorisées.

I.5.1.2 GRAFCET hiérarchisé

Les GRAFCET hiérarchisés forment une structure de type maître esclave dans laquelle le GRAFCET maître donne des ordres à un ou plusieurs GRAFCET esclaves (on parle alors de GRAFCET de tâche ou de sous-programme GRAFCET) et les GRAFCET esclaves renvoient un accusé d'exécution en fin de tâche.

A la différence d'une macro-étape les GRAFCET de tâche peuvent appeler des différents endroits le GRAFCET maître. Cependant ils exécuteront une nouvelle tâche seulement lorsqu'ils auront terminé celle en cours.

I.5.1.3 Règles d'évolution du GRAFCET

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles qui précisent les causes et les effets du franchissement des transitions.

a) Règle 1 : Situation initiale

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Les étapes initiales sont actives au début du fonctionnement.

b) Règle 2 : Franchissement d'une transition

Une transition est dite valide lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives et la transition est validée et que la réceptivité associée à cette transition est vraie.

c) Règle 3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

d) Règle 4 : Evolution simultanée

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

e) Règle 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape

Si au cours d'un fonctionnement la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

I.5.2 Le langage LD (Ladder Diagram)

C'est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts en entrées et des relais en sorties. Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation.

Tableau I.1: Composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD

	Contact normalement ouvert		Contact normalement fermé
	Contact agissant sur front montant		Contact agissant sur front descendant
	Contact comparatif infériorité		Contact comparatif supériorité
	Contact inférieur ou égal		Contact supérieur ou égal
	Contact égalité		Contact différent de
	Ouverte (0 si inactive)		Fermée (1 si inactive)
	Enclenchement		Déclenchement

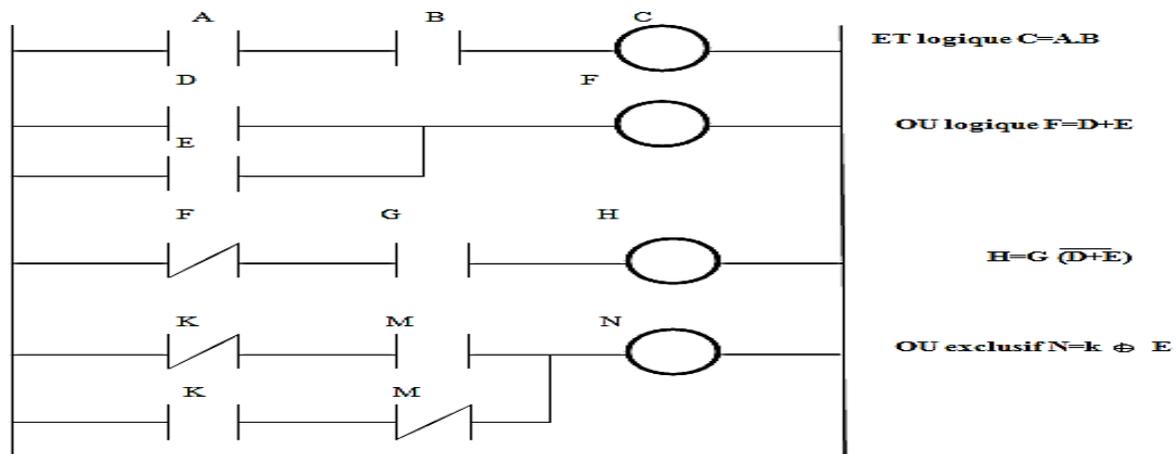


Figure I.8 : Exemple utilisant les fonctions logiques de base

I.5.3 Le langage IL (Instruction List)

C'est un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant.

Un programme IL est une liste d'instructions qui doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes, séparés par des virgules (',').

Une étiquette suivie de deux points (':') peut précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier élément de la ligne. Des lignes vides peuvent être insérées entre des instructions. Un commentaire peut être posé sur une ligne sans instruction [6].

I.5.4 Le langage FBD (Function Block Diagram)

C'est un langage graphique qui permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels. Les principales fonctions sont:

- L'énoncé RETURN (peut apparaître comme une sortie du diagramme, si la liaison connectée prend l'état booléen TRUE, la fin du diagramme n'est pas interprétée.
- Les étiquettes et les sauts conditionnels sont utilisés pour contrôler l'exécution du diagramme. Aucune connexion ne peut être réalisée à droite d'un symbole d'étiquette ou de saut.
- Saut à une étiquette (le nom de l'étiquette est « LAB »).

I.5.5 Le langage ST (Structured Text)

Un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage SFC.

Un programme ST est une suite d'énoncés qui se termine par un point-virgule (« ; »). Les noms utilisés dans le code source (identificateurs de variables, constantes, mots clés du

langage...) sont délimités par des séparateurs passifs ou des séparateurs actifs, qui ont un rôle d'opérateur. Des commentaires peuvent être librement insérés dans la programmation.

I.6 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe où les contacts commerciaux et les expériences vécues sont déjà un point de départ. Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir se retourner en cas de perte de vitesse de l'une d'entre elles.

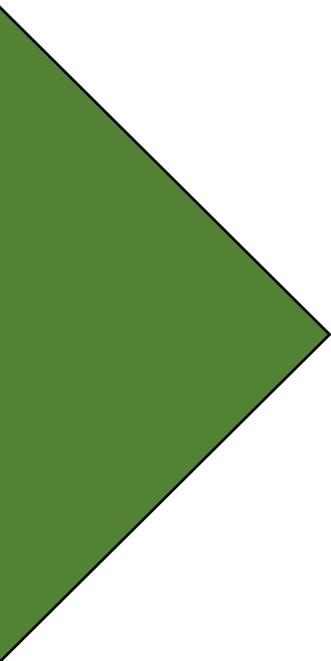
Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi une source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables. Il faut ensuite quantifier les besoins :

- **Nombre d'entrées / sorties** : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- **Type de processeur** : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- **Fonctions ou modules spéciaux** : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de soulager le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- **Fonctions de communication** : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une description générale sur l'automatisme et sa mise œuvre ainsi qu'une représentation des automates programmables industriels et leurs caractéristiques, leurs architectes interne et externe, leurs langages de programmations, ainsi que leurs critères.



Chapitre III

**Identification et Description des Procédés
de Traitement des Eaux**

Chapitre II

Identification et Description des Procédés de Traitement des Eaux

II.1. Introduction

L'eau réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques. Elle peut devenir solvant, fluide thermique ou simplement liquide facile à manipuler. Mais elle peut causer des désagréments, si elle est directement utilisée dans la fabrication de certains produits.

Afin d'éviter ces obstacles, l'eau doit être traitées, au préalable, par des opérations élémentaires et des méthodes communément utilisées.

II.2 L'eau dans l'industrie

L'eau est omniprésente dans l'industrie. Il n'y a pas de produit qui n'est pas au moins rincé avec de l'eau au cours de sa production, et elle est une composante essentielle de la production de bien des produits alimentaires et chimiques, par exemple.

Les qualités thermodynamiques de l'eau ont font un fluide caloporteur de choix. L'eau possède une enthalpie d'évaporation et une chaleur spécifique très élevée [8].

Dans le milieu industriel, l'eau non potable, provenant de forages, de nappes phréatiques, de rivières, ou de lacs est directement utilisée. Dans le cas de Tchina El Kseur (CEVITAL), l'eau provient d'un forage situé près du domaine Messaoudi de la commune d'El-Kseur.

II.3 Généralités sur le Traitement des Eaux

II.3.1 Différents procédés de traitements des eaux

Selon la nature de pollution d'une eau, des procédés divers sont utilisés pour traiter cette eau et la rendre utilisable. Entre autre, il existe :

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

II.3.2 La filtration

La filtration est une méthode utilisée pour éliminer les impuretés d'une eau, en la faisant passer à travers un milieu filtrant.

Aujourd'hui, la filtration regroupe un grand nombre de technologies, dont les technologies de filtrations membranaires qui permettent même de déminéraliser l'eau et la technologie de filtration particulaire qui regroupe l'ensemble des méthodes de filtration permettant d'enlever de l'eau, les particules d'une taille supérieure à environ $1\mu\text{m}$. [8]

Deux types de filtre sont principalement utilisés pour le traitement des eaux, à savoir le filtre à sable et le filtre sous pression.

II.3.3 Filtre à sable

Appelé généralement filtre à sable même si le media filtrant n'est pas forcément du sable. Il peut aussi s'agir d'anthracite ou de sable vert 'Glaucinite', ou un autre media filtrant. Les filtres avec une couche de sable vert permettent de réduire les concentrations de fer et de manganèse dissous, ainsi que d'hydrogène sulfuré.

Les filtres à sable contiennent aussi souvent du gravier qui n'est pas un media filtrant, mais sert à former une couche poreuse au fond du filtre.

Ils sont aussi économiquement intéressants pour des débits de moins de quelques m^3/h d'eau très chargé en particules. [9]

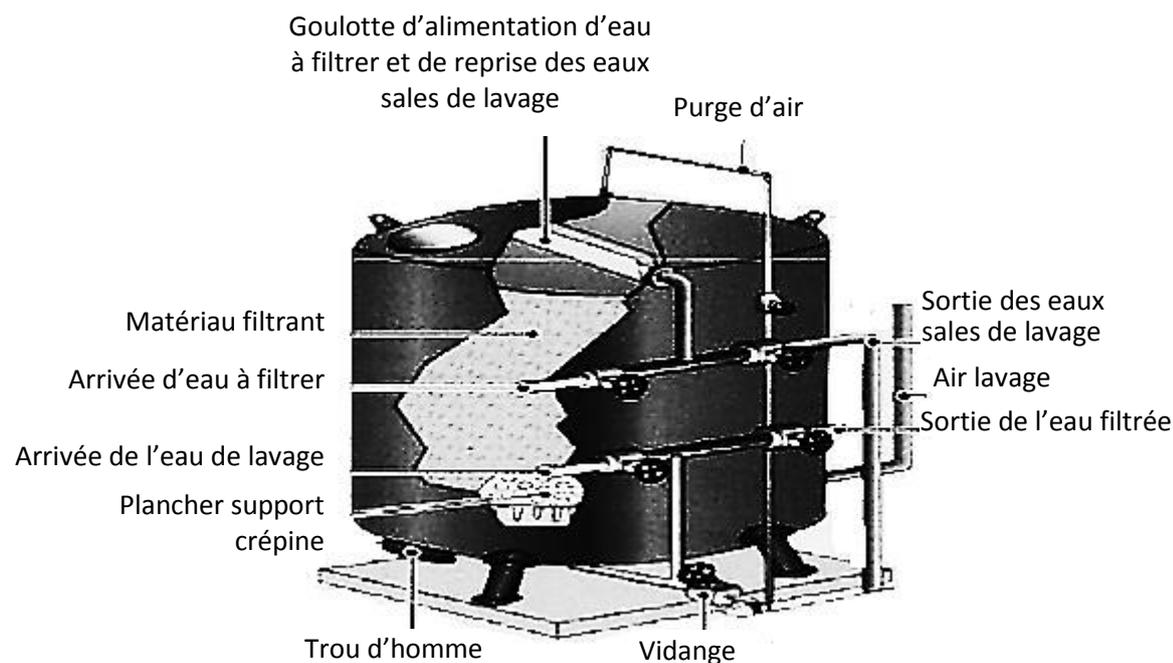


Figure II.1 : Coupe schématique d'un filtre à sable. [9]

II.3.4 Adoucissement

L'adoucissement est un traitement physico-chimique dont l'objectif est de limiter l'entartage des canalisations et des équipements de distribution de l'eau, c'est-à-dire, le dépôt de carbonate de calcium et de magnésium.

Il constitue le plus souvent un prétraitement dans la filière des traitements nécessaires à l'obtention d'une eau purifiée et déminéralisée pour l'utiliser dans la dilution des solutions concentrées de dialyse rénale ou d'eau pour le fonctionnement de certains appareils à usage médical ou bien en blanchisserie dans la production de vapeur et d'eau chaude et dans les installations de chauffage central et de production de glace technique, pour ne citer que ceux-là. [10]

II.3.5 Les membranes

La membrane est définie comme une couche mince semi-perméable qui joue le rôle d'une barrière sélective qui sépare les substances dissoutes ou non, sous l'action d'une force chimique (concentration) ou physique (pression).

En général, les constituants qui sont plus petits que les pores de la membrane sont capables de passer à travers la membrane sous l'effet d'une pression appliquée tandis que les substances et les molécules de taille plus importante sont retenues par la membrane.

Il existe différents types de membranes, minérales ou inorganiques, les membranes organiques, les membranes composites et les membranes échangeuses d'ions.

II.3.6. Phénomènes d'osmose directe et d'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de filtration tangentielle qui permet l'extraction d'un solvant, le plus souvent l'eau, par permutation sélective à travers une membrane dense sous l'action d'un gradient de pression.

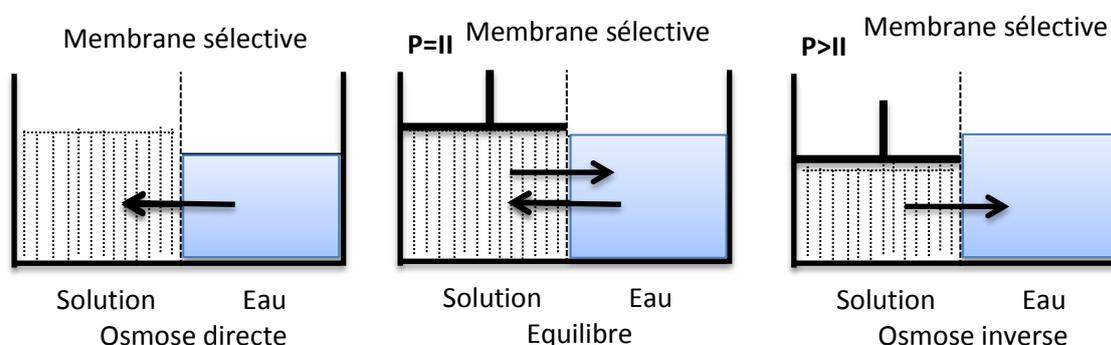


Figure II.2 : Principe des phénomènes d'osmose et d'osmose inverse.

Elle s'oppose au phénomène naturel d'osmose qui tend à transférer le solvant d'une solution diluée vers une solution concentrée mises en contact par une membrane sélective sous l'action du gradient de concentration (Figure I.2).

Lorsqu'une pression est appliquée sur le compartiment le plus concentré, le flux de solvant diminue jusqu'à s'annuler pour une pression égale à la pression osmotique de la solution. Lorsque la pression appliquée est supérieure à cette pression osmotique, le flux s'inverse : c'est le phénomène d'osmose inverse.

L'eau aspirée subit tout d'abord un prétraitement par chloration avec de l'hypochlorite de sodium, ensuite, une injection de coagulant floculant est effectuée afin d'agglomérer les particules en suspension sous forme de floes et permettre leur décantation. L'eau décantée passe dans les filtres à sables pour éliminer les particules en suspension. Le chlore résiduel est éliminé par le méta bisulfite de sodium, ainsi le micro filtre, le pompe à haute pression et les membranes d'osmose inverse (OI) se trouvent protégées.

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

II.3.7. Unité osmose de CEVITAL

La vapeur d'eau utilisée par la cogénération et par les différentes unités de production du complexe, provient intégralement de l'unité osmose qui est constituée de quatre compartiments destinés à produire de l'eau évaporée dans les chaudières. [11]



Figure II.3 : Exemple d'un osmoseur industriel

II.4. Description du processus de l'installation

II.4.1 Fonctionnement d'un filtre

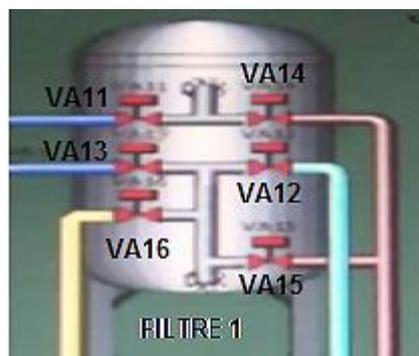


Figure II.4 : Schéma d'un seul filtre [11].

II.4.1.1 Filtration

Le filtre à sable se compose de trois couches de sables différentes séparées par des parois métalliques d'une épaisseur de 2 cm qui contient des petits filtres.

Le filtrage se fait par l'ouverture des deux vannes VA11 et VA12 détectées par des détecteurs de fin de courses. Le débit varie selon l'état du filtre, donc l'eau va passer par les différentes couches et parois et va sortir par VA12 vers les membranes.

II.4.1.2 Régénération

La régénération se fait par l'ouverture de la vanne VA13 où l'eau suivra le chemin inverse du filtrage et sortira par la vanne VA14 vers les rejets.

II.4.1.3 Rinçage

Après la régénération, il est impérativement important d'éliminer tous les déchets qui existent au niveau des parois d'où l'obligation d'un rinçage. L'eau passera par la vanne VA15 vers les rejets par la vanne VA17.

II.4.2 la procédure de prétraitement

Arrivée à la station, l'eau brute est détectée par un transmetteur de niveau et un transmetteur de pression. Ceux-ci enclencheront l'ouverture des vannes de la filtration à partir d'une pression de 6 bars.

La pompe d'alimentation est enclenchée d'abord puis les pompes doseuses injectent du flocculant et de l'hypochlorite de sodium à l'eau qui est distribuée dans les quatre filtres à sables. L'eau ainsi filtrée est acheminée vers le mixeur statique du filtre de sécurité, en lui injectant le méta bisulfite de sodium.

Chaque groupe de dosage est équipé d'un transmetteur qui indique le niveau des produits chimiques contenus dans les réservoirs. Une fois que leurs niveaux atteignent 20% de leurs capacités, un remplissage manuel s'effectue, et à défaut, l'arrêt de la filtration s'enclenche automatiquement, afin de protéger les pompes doseuses.

II.4.3 Procédure du contre lavage

Un basculement des vannes de l'installation permet de passer en mode contre-lavage. En effet, l'eau est prélevée et mise sous pression au sens contraire de la filtration avec un débit largement supérieur à celui de la filtration afin de laver le media filtrant et d'éviter le colmatage des filtres.

Si la différence de pression du filtre ($DPT \geq P_{consigne}$), l'ouverture des vannes du contre-lavage du filtre sera enclenchée. Pendant que le filtre effectue son contre-lavage durant 15 minutes, le reste des filtres continuent la filtration. Le contre-lavage fonctionne filtre par filtre.

A la fin de la durée destinée au contre-lavage et au rinçage du premier filtre, les vannes de ce dernier se ferment pour passer à la filtration, pendant que le deuxième filtre passe en contre lavage à son tour et ainsi de suite jusqu'au quatrième filtre, l'eau qui y est issue est directement rejetée.

II.4.4 Modules d'osmose inverse

II.4.4.1 Modules spirales

A l'origine, ces modules étaient destinés exclusivement pour le dessalement, mais leur conception compacte et leur bas prix sont deux raisons convaincantes pour opter à une large utilisation dans l'industrie même en conception immergée (laiterie, jus, pulpe...). [12]

Ces modules sont facile à maintenir, disponibles sur le marché et sont résistants au colmatage, ils sont choisis malgré la faible conversion causée par la surface de la membrane.

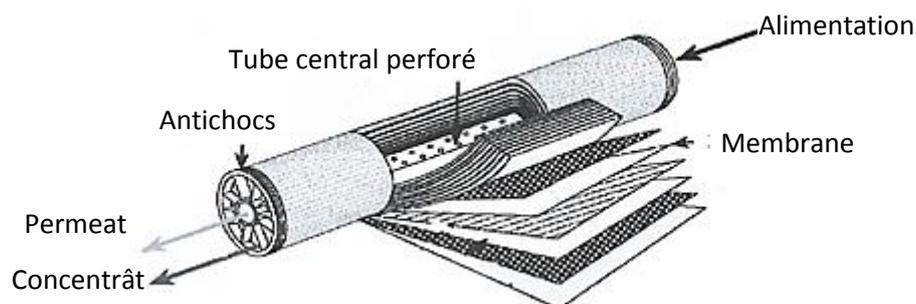


Figure II.5 : Module spirale [12]

II.4.4.2 Modules tubulaire

Ayant une conception simple, ils sont très utilisés dans les laboratoires pédagogiques, à cause de la facilité de calculer le nombre de Reynolds et établir l'état théorique des coefficients de transfert de masse.

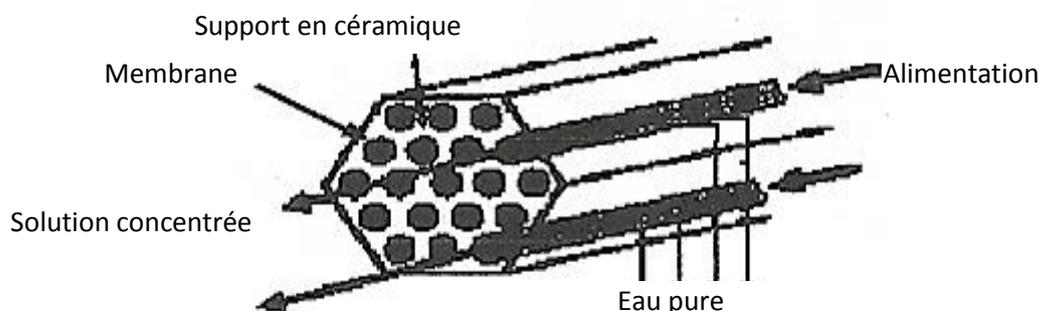


Figure II.6 : Modules tubulaire [12]

L'avantage des modules tubulaires réside sur le fait qu'ils tolèrent les solides en suspension avec des températures élevées mais exigent en contrepartie beaucoup d'espace et consommant autant d'énergie, ils sont moins souples et couteux et nécessitent un rinçage périodique qui est considéré comme couteux par rapport aux coûts des produits chimiques. [12]

Avec une conception similaire aux modules tubulaires, les modules en fibre possèdent un diamètre intérieur ne dépassant pas 2 mm, ce qui les rend mécaniquement faible avec l'absence du support.

II.4.4.3 Modules plans et en plaques

Composé d'un système de feuilles plates offrant une conception très robuste mais couteuse, raison de leur abondant par la marché européen après une euphorie qui a duré plus de 15 ans.

Certains systèmes modernes tolèrent une très forte pression atteignant les 100 bars. [12]

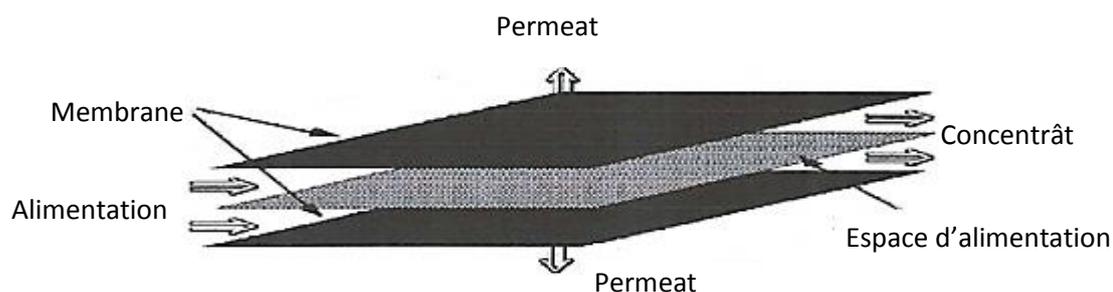


Figure II.7 : Modules plans [12]

II.4.4.4 Modules en fibre creuse

Ce type de modules nécessite un prétraitement adéquat où les fibres creuses sont mises en faisceau et assemblées de façon à réaliser l'étanchéité aux deux extrémités du module. Le liquide à traiter circule perpendiculairement à l'axe des fibres, tandis que le concentrat est recueilli dans une enceinte qui enveloppe le faisceau et permet son évacuation à l'une des extrémités du module. Le perméat s'écoule à l'intérieur de chacune des fibres puis dans un collecteur. [12]

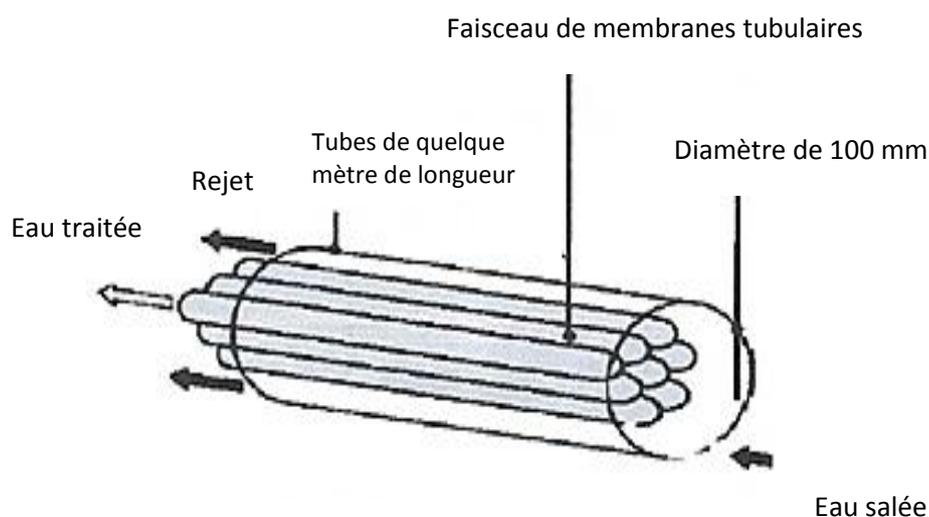


Figure II.8 : Structure de module en fibre creuse [12]

II.4.5 Description de l'unité de traitement par osmose inverse (filtration membranaire)

L'eau est injectée par la pompe haute pression à travers dix membranes puis vient la déminéralisation. L'eau salée est injectée vers le rejet et l'eau filtrée est dirigée vers le réservoir CIP jusqu'à atteindre 90% de son volume, puis injectée vers la cuve de l'eau obtenue par osmose.

II.4.6 Description de lavage des membranes (C.I.P)

Lorsque la pression exercée ou la pression différentielle sur les membranes ou la conductivité augmente, pour les mêmes conditions d'exercices (salinités, température de l'eau... etc.), il est nécessaire de laver les membranes avec une solution acide ou basique suivant la nature des membranes, l'eau obtenue par osmose est acheminée vers les membranes après ouverture des vannes du CIP.

II.4.7 Schéma de la station

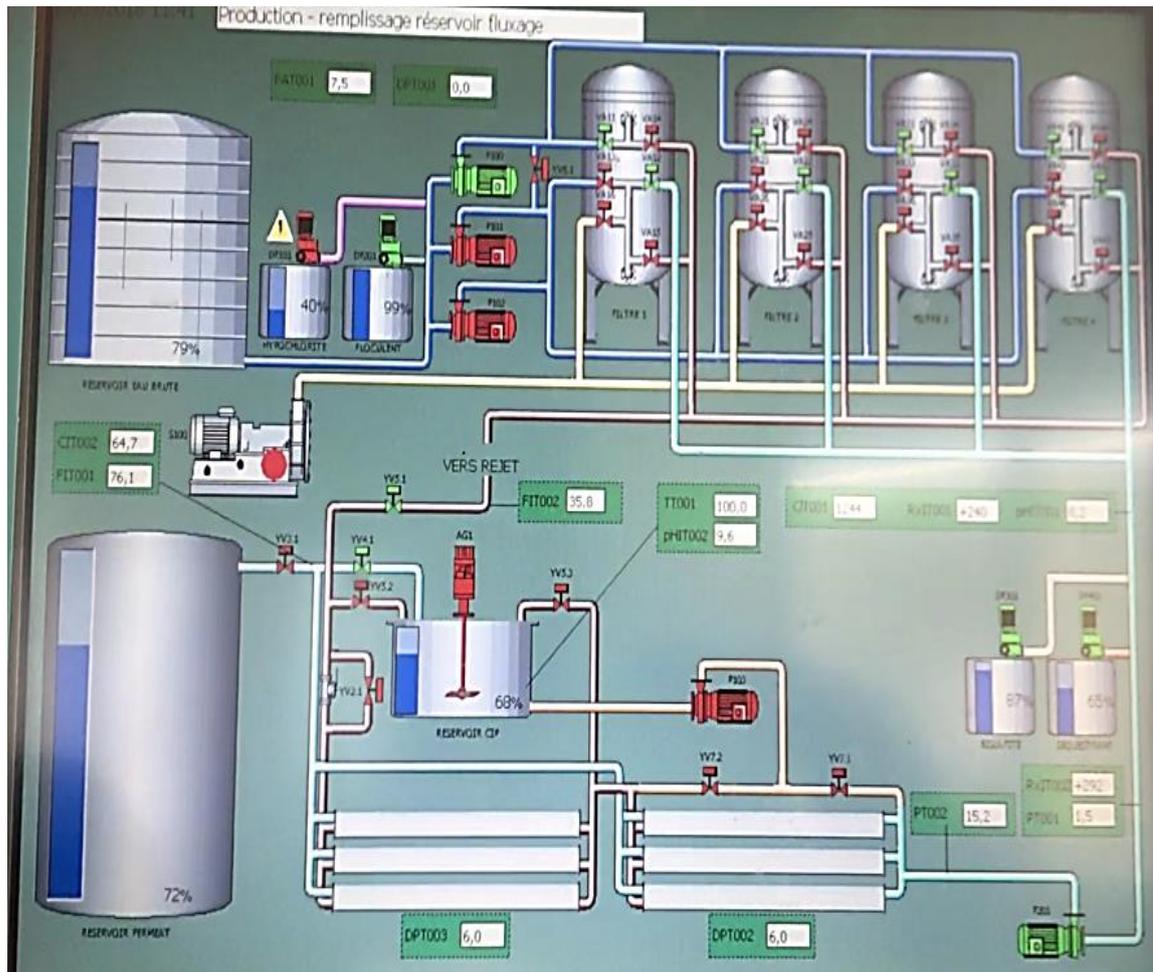


Figure II.9 : Vue globale de station [11].

II.5 Spécification techniques des équipements

L'unité se compose d'une bache de stockage d'eau brute réalisée en génie civil d'une capacité de 1000 m³ et un réservoir en acier d'une capacité de 200 m³.



Figure II.10 : Vue des bâches de stockage

II.5.1 Actionneurs

Pour permettre un fonctionnement selon les exigences, la station utilise des divers actionneurs dont l'essentiel est :

II.5.1.1 Les pompes

Les pompes assurent le déplacement d'un fluide d'un point à un autre, lorsque la pesanteur n'assure pas cette tâche. Plusieurs pompes sont nécessaires pour assurer un bon fonctionnement de la station.

a) Pompes d'alimentation

Ce type de pompe est utilisé pour alimenter la station en eau brute, ce sont des pompes centrifuges à un étage avec orifice d'aspiration axial avec un débit de $140 \text{ m}^3/\text{h}$. Elle est autorégulatrice et génère un débit et non une pression [11]

b) Pompes à haute pression (HP)

La pompe à haute-pression d'alimentation des modules d'osmose inverse est destinée à envoyer l'eau sous haute pression du mixer statique (eau filtré) vers la membrane. Les valeurs de la pression d'alimentation se situent dans la gamme 40 bars en moyenne égale à environ 2,5 fois la pression osmotique avec un débit de $70 \text{ m}^3/\text{h}$. [11]



Figure II.11 : Exemple de pompes à haute pression

c) Pompes de dosages

Elles sont utilisées pour doser les produits chimiques (hypochlorite de sodium, floculant, méta bisulfite de sodium et le séquestrant) avec une pression maximale de 10 bars et une capacité de dosage maximale de $7,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$. [11]

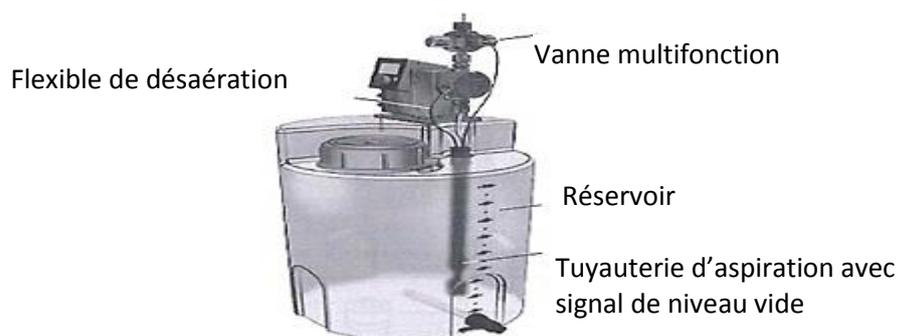


Figure II.12 : Exemple de groupe de dosage[11]

d) Pompes de refoulement

Ce type de pompe est utilisé pour envoyer de l'eau sous pression du réservoir d'eau filtrée vers les filtres avec un débit qui est de $114,1 \text{ m}^3/\text{h}$ et une hauteur de 26.5 m. [11]

II.5.1.2 Les vannes

Les vannes sont utilisées pour contrôler le débit d'un fluide dans les canalisations. Le terme synonyme d'une vanne est robinet. Il est parfois utilisé pour des modèles de petites dimensions, montés sur des canalisations. [11]

a) Vannes manuelles

Les vannes à commande manuelle utilisées dans la station sont des vannes à papillon de types DN50 et des vannes avec robinet.



Figure II.13 : Exemple de vannes manuelles [1]

b) Vannes pneumatiques Tout Ou Rien (TOR)

Ces vannes sont utilisées pour contrôler le débit des fluides en tout ou rien. Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1, c'est-à-dire ouverte ou fermée.

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie ou la précision de la régulation n'est pas importante. [11]



Figure II.14 : Vanne pneumatique

II.5.2 Elément pour fonction de mesure

a) Le débitmètre électromagnétique

Le débitmètre électromagnétique est utilisé pour mesure du débit des liquides, dans les différents domaines tel que : l'agro-alimentaire, pharmaceutique et industrie. Il sert à mesurer le débit de tous les liquides d'une conductivité minimale $\geq 5\mu\text{S}/\text{cm}$ (acides, bases, vernis, eau...etc.). [4]

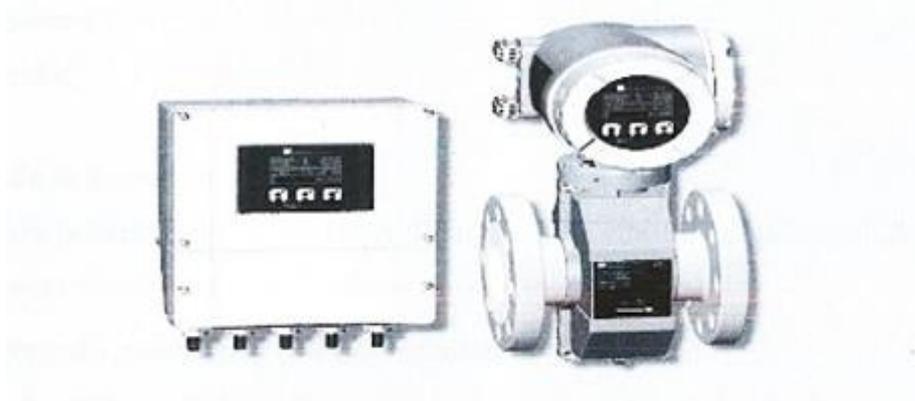


Figure II.15 : Débitmètre électromagnétique [11]

b) Conductimètre

C'est un capteur qui permet de mesurer la capacité d'une solution à conduire le courant entre deux électrodes. La polarisation des électrodes est rendue négligeable par l'utilisation d'une tension alternative de fréquence pouvant varier de 50 à 4000 Hz et par l'utilisation de tension efficace inférieure à environ 250 mV [11].



Figure II.16 : Conductimètre [11]

c) Transmetteur de PH et redox

L'appareil mesure et régule selon la configuration le PH ou le potentiel redox de solutions aqueuses. Les principaux domaines d'application sont les secteurs de l'eau et des eaux usées en général. Le convertisseur de mesure possède deux entrées analogiques. [11]

d) Indicateur de pression

Les indicateurs de pression sont employés pour la mesure de pression des liquides et des gaz dans le cas où ces derniers ne sont pas fortement visqueux ou cristallisés [11].



Figure II.17 : Indicateur de pression [11]

e) Les mélangeurs statiques

Les mélangeurs statiques sont conçus pour assurer les mélanges des liquides dans le traitement des eaux, des industries chimiques et agro-alimentaires. Ils sont utilisés dans les process en continu, et assurent des mélanges rapides et particulièrement efficaces entre les fluides, garantissant ainsi une solution homogène à la sortie [11].

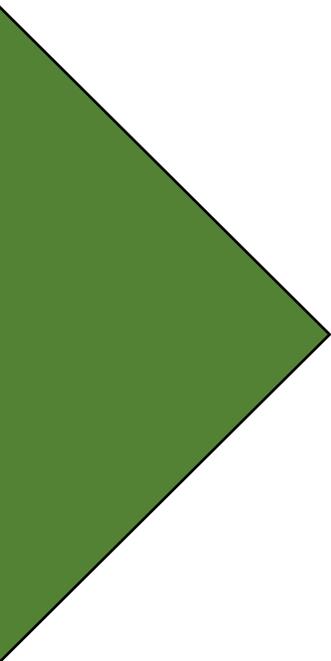


Figure I.18 : Mélangeur statique[11].

II.6 Conclusion

L'eau brute issue de forage, puisage ou de récupération d'eau de pluie n'est pas présumée et jamais considérée comme potable. Pour pouvoir employer cette eau, il est indispensable de la filtrer par avance afin d'en extraire les particules indésirables, comme les poussières, les larves d'insectes, les algues..., qui accélèrent le croupissement, développent les odeurs, provoquent la turbidité et encrassent les réseaux, les pompes et les robinets de soutirage.

Donc, l'exploitation de l'eau dans l'industrie, notamment celle puisée du forage d'EL-Kseur, fortement concentrée en fer, doit subir une filtration par une élimination des polluants, entre autre le sable, les produits chimiques utilisés par les agriculteurs avant de l'utiliser dans les processus industriels.



Chapitre III

Automatisation de la station de traitement
d'eau

Chapitre III

Automatisation de la station de traitement d'eau

III.1 Introduction

Le but de ce chapitre est d'obtenir un fonctionnement optimal de la station de pompage et de distribution d'eau traitée qui répond à l'analyse fonctionnelle que nous allons entreprendre. Ainsi nous allons décrire l'analyse fonctionnelle des systèmes.

III.2 Description du processus

La procédure d'obtention d'une eau traitée nécessite un savoir-faire élevé. Cette procédure est partagée en trois séquences à savoir la phase de prétraitement, le traitement puis le contre lavage.

III.2.1 Phase de prétraitement

C'est la portion, qui va de la pompe d'alimentation aux filtres à sable. A ce point, l'eau d'alimentation est prétraitée d'une manière adéquate pour optimiser la performance des membranes et leur durée de vie.

III.2.2 Phase de traitement (osmose inverse)

C'est une phase principale dans le système de traitement, elle se compose de deux lignes R.O.1 et R.O.2 de 100 m³/h chacune. L'eau provenant des filtres à sables est pressurisée et envoyée aux modules R.O. par la pompe à haute pression. Dans les modules R.O, l'eau est séparée en eau déminéralisée (produit) et en concentrée (eau de décharge).

III.2.3 Phase de contre lavage

Après l'installation et le remplissage des filtres par le quartzite et la pyrolusite, il est nécessaire de contre-laver ces filtres avant de les mettre en fonction, du fait que la pyrolusite relâche une poussière noirâtre. Cette opération est réalisée par la commande de mettre tous les filtres en position contre lavage.

III.3 Analyse fonctionnelle

III.3.1 Définition du SADT

En anglais « Structured Analysis and Design Technique », connue aussi sous le label IDEF0 « Integration Definition for Function Modeling ».

C'est une méthode d'origine américaine, développée pour Softech par Doug Ross en 1977 puis introduite en Europe à partir de 1982 par Michel Galinier.

Elle se répandit vers la fin des années 1980 comme l'un des standards de description graphique d'un système complexe par analyse fonctionnelle descendante, c'est-à-dire que l'analyse chemine du général dit « niveau A-0 » vers le particulier et le détaillé.

Le SADT est une démarche systématique de modélisation d'un système complexe ou d'un processus opératoire.

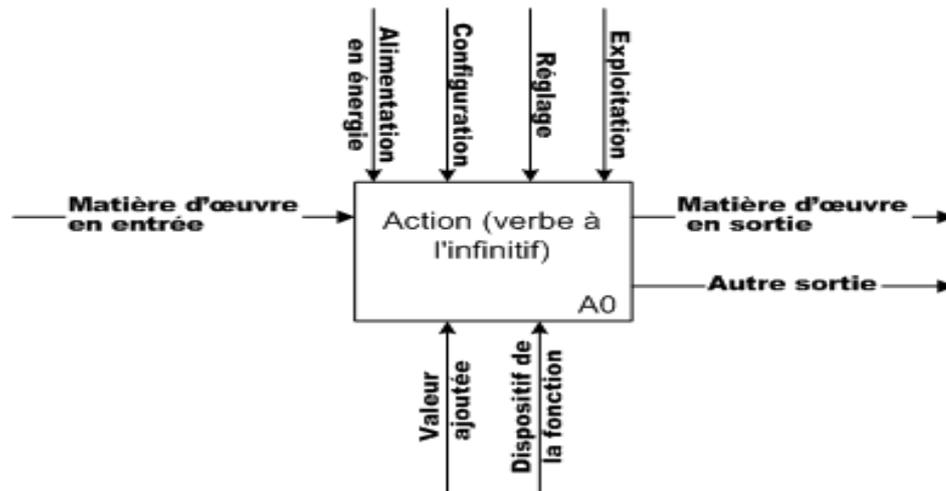


Figure III.1 : Représentation d'une fonction avec SADT

III. 3.2 SADT du système étudié

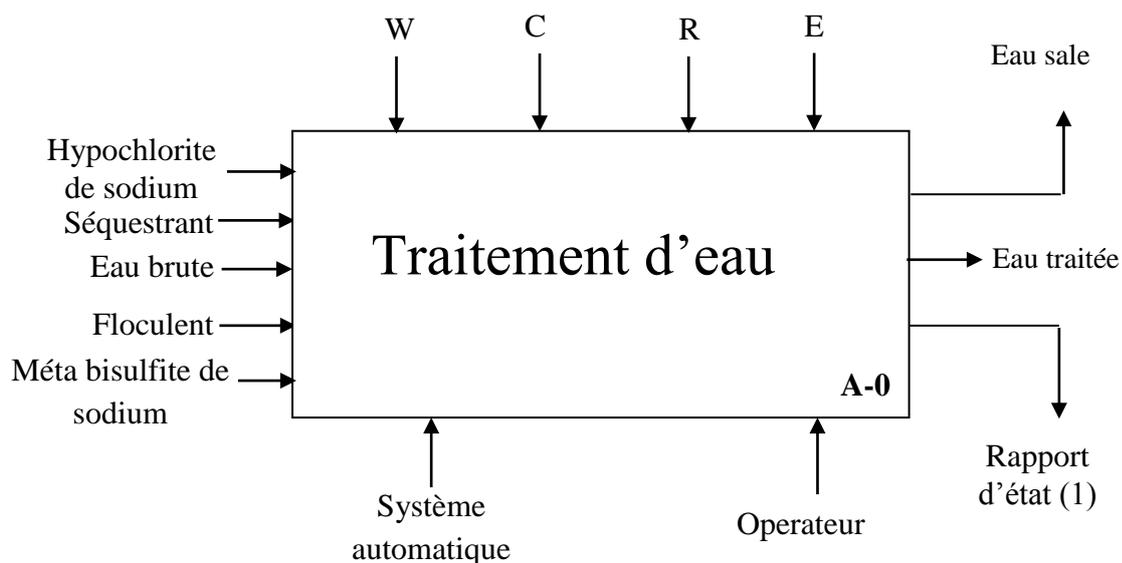


Figure III.2 : SADT A-0

III.3.3 Analyse fonctionnelle descendante SADT du système.

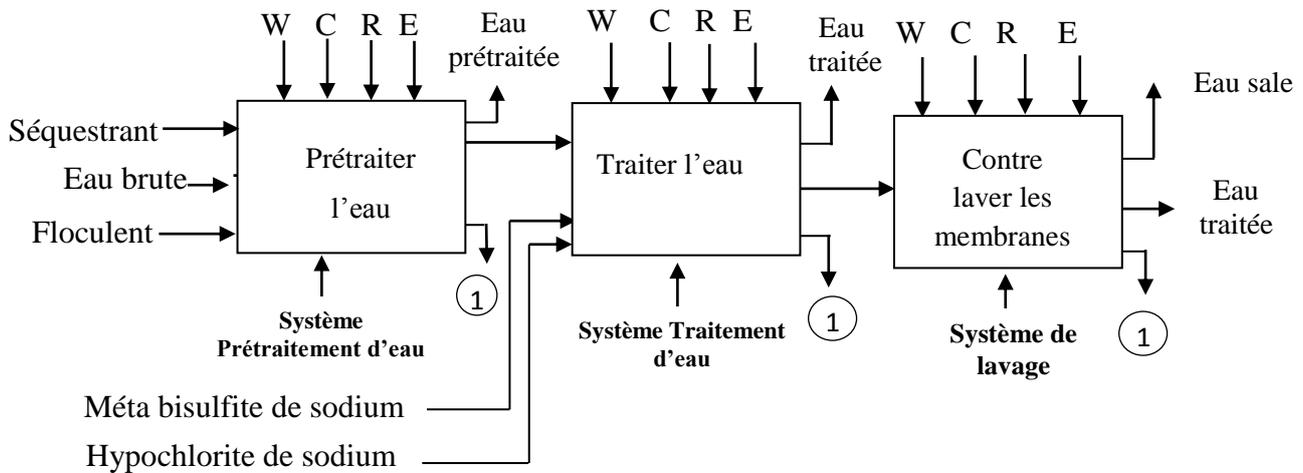


Figure III.3 : Analyse fonctionnelle descendante SADT du système (A0).

III.4 Analyse Chronologique

Pour cette analyse chronologique, nous pouvons utiliser deux méthodes de confection de Grafcet, soit en utilisant un Grafcet classique ou appelé direct, soit par un Grafcet évolué.

Dans notre projet nous allons faire notre programme par la seconde méthode.

III.5 Elaboration des GRAFCET de la station

Les GRAFCET de la station sont établis et simulés dans le logiciel STEP 7 professionnel et Win CC flexible, le tableau suivant montre les symboles et les variables utilisées dans ce logiciel.

III.5.1 Variables d'entrées

Tableau III.1 : table des variables des entrées utilisées sous STEP7

Symbole	Variab	Type	Commentaire
Contre lavage	M1.0	BOOL	Bouton de démarrage contre-lavage
Arrêt d'urgence	M1.1	BOOL	Bouton de l'arrêt d'urgence
Arrêt contre lavage	M1.2	BOOL	Bouton de l'arrêt contre-lavage
Départ cycle	E0.0	BOOL	Bouton de démarrage de la station
CDE	E0.3	BOOL	Capteur de débit de l'eau brute
CDP1	E0.4	BOOL	Capteur de débit du groupe dosage floculent
CDP2	E0.5	BOOL	Capteur de débit du groupe dosage Hypochlorite

CDP3	E1.3	BOOL	Capteur de débit du groupe dosage séquestrant.
CDP4	E1.4	BOOL	Capteur de débit du groupe dosage méta-bisulfite
CC	E0.7	BOOL	Capteur de concentration
CNE	MD 52	REEL	Sonde de niveau dans la bache de l'eau brute
CNCIP	MD 62	REEL	Sonde de niveau dans la bache de CIP
CNO	MD 50	REEL	Sonde de niveau dans la bache de l'eau osmosée
DP	MD 60	REEL	Capteur analogique de différence de pression

III.5.2 Variables de sorties

Les différentes variables de sortie utilisées sous ce logiciel sont rangées dans le tableau ci-après.

Tableau III.2 : table des variables des sorties utilisées sous STEP7.

Symbole	Variable	Type	Commentaire
P100	A12.0	BOOL	Pompe d'alimentation en eau brute
PHP200	A13.5	BOOL	Pompe à haute pression
DP1	A12.1	BOOL	Groupe de dosage en flocculent
DP2	A12.2	BOOL	Groupe de dosage en hypochlorite
DP3	A13.3	BOOL	Groupe de dosage en séquestrant
DP4	A13.4	BOOL	Groupe de dosage en méta-bisulfite
AGIT	A16.2	BOOL	Agitateur au niveau de la cuve CIP
COMP	A20.0	BOOL	Compresseur
P101	A16.3	BOOL	Pompe d'alimentation de membrane
P102	A20.1	BOOL	Pompe de contre-lavage
VA11	A12.3	BOOL	Vanne TOR du filtre A (filtration)
VA12	A16.4	BOOL	Vanne TOR du filtre A (contre-lavage)
VA13	A16.5	BOOL	Vanne TOR du filtre A (contre-lavage)
VA14	A12.4	BOOL	Vanne TOR du filtre A (filtration)
VA15	A17.4	BOOL	Vanne TOR du filtre A (contre-lavage)
VA21	A12.5	BOOL	Vanne TOR du filtre B (filtration)
VA22	A16.6	BOOL	Vanne TOR du filtre B (contre-lavage)

VA23	A16.7	BOOL	Vanne TOR du filtre B (contre-lavage)
VA24	A12.6	BOOL	Vanne TOR du filtre B (filtration)
VA25	A17.5	BOOL	Vanne TOR du filtre B (contre-lavage)
VA31	A12.7	BOOL	Vanne TOR du filtre C (filtration)
VA32	A17.0	BOOL	Vanne TOR du filtre C (contre-lavage)
VA33	A17.1	BOOL	Vanne TOR du filtre C (contre-lavage)
VA34	A13.0	BOOL	Vanne TOR du filtre C (filtration)
VA35	A17.6	BOOL	Vanne TOR du filtre C (contre-lavage)
VA41	A13.1	BOOL	Vanne TOR du filtre D (filtration)
VA42	A17.2	BOOL	Vanne TOR du filtre D (contre-lavage)
VA43	A17.3	BOOL	Vanne TOR du filtre D (contre-lavage)
VA44	A13.2	BOOL	Vanne TOR du filtre D (filtration)
VA45	A17.7	BOOL	Vanne TOR du filtre D (contre-lavage)
VY1	A13.6	BOOL	Vanne TOR branché vers le CIP
VY2	A13.7	BOOL	Vanne TOR branché vers la cuve de stockage de l'eau
VY3	A16.0	BOOL	Vanne TOR branché vers le premier stade des membranes
VY4	A16.1	BOOL	Vanne TOR branché vers le deuxième stade des membranes

III.5.3 Grafcet évolué

Dans les cas où le grafcet transcrit est trop long pour être confectionné, une solution de découper ce grafcet en tâches a germé et a donné l'idée d'introduire un grafcet dit « évoluer ».

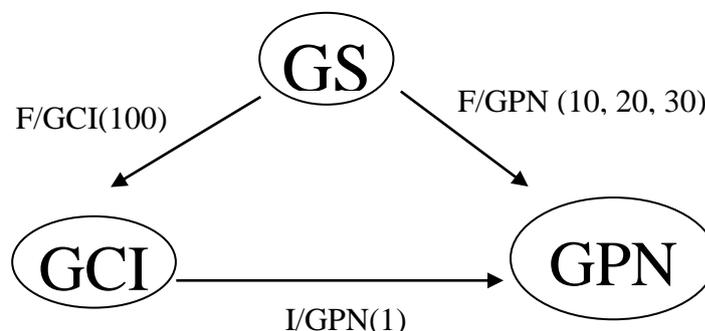


Figure III.4 : Ordre des grafcets

Ce grafcet évolué comporte trois grafcets essentiels à savoir le grafcet de coordination de tâche, un grafcet d'initialisation et de commande et un grafcet de sécurité tel que les différents ordres entre grafcets sont tel que :

F/GPN(10,20,30) : Ordre de forçage issu du grafcet de sécurité à l'encontre du grafcet de production qui consiste à activer les étapes initiales des différentes tâches 10,20,30 et désactiver toutes les autres étapes.

F/GCI(100) : Ordre de forçage issu du grafcet de sécurité à l'encontre du grafcet d'initialisation et de commande qui consiste à activer l'étape initiale X100 et désactiver toutes les autres étapes.

I/GPN(1) : Ordre d'initialisation issu du grafcet d'initialisation et de commande à l'encontre du grafcet de production normale qui consiste à activer son étape initiale et désactiver toutes les autres étapes

III.5.4 GRAFCET de sécurité de la station

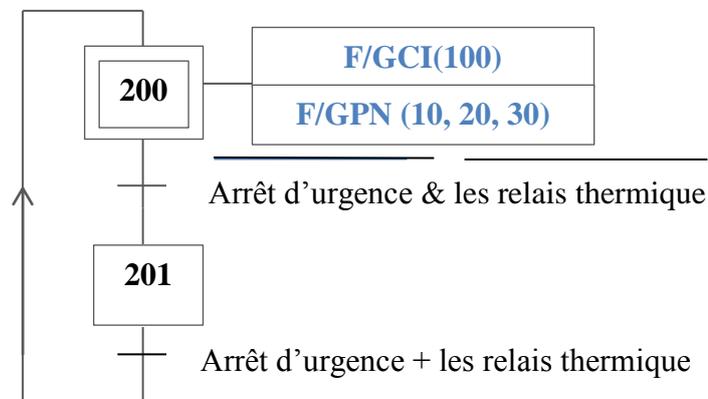


Figure III.5 : Grafcet de sécurité de la station

Le grafcet de sécurité initialise tous les autres sous grafcet à leurs étapes initiales après que la condition départ cycle est vraie.

III.5.5 Grafcet de coordination des tâches « GCT »

C'est le grafcet pour lequel le système est conçu, il trace l'évolution des différentes tâches ainsi que la coordination entre elles.

Un grafcet ou des grafcets dit de production normale «GPN1, GPN2,... » Peuvent être donné à la place du GCT.

Des étapes d'attente et d'autres dites de transition sont placées entre les différentes tâches du GCT.

Remarque : nous allons présenter les grafcet de la station du point de vue système et les grafcet du point de vu commande sont présentés aux annexes.

Les tâches sont coordonnées par le grafcet suivant :

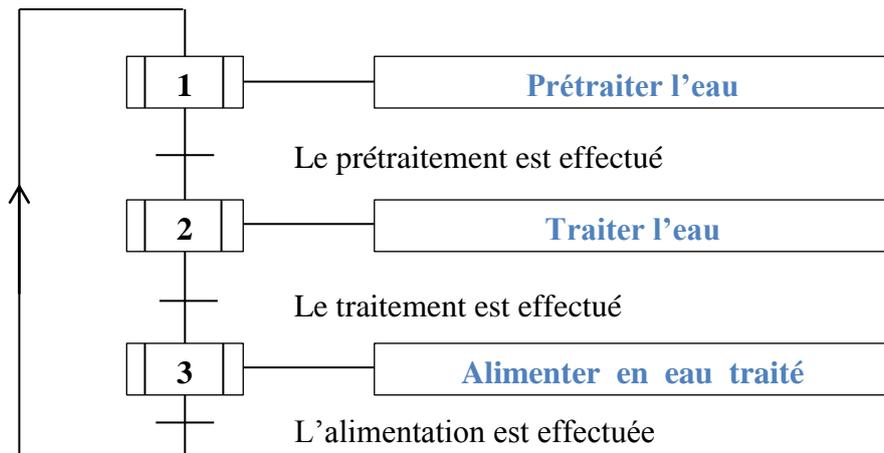


Figure III.6 : GRAFCET de coordination des tâches du point de vue système.

Après avoir présenté le grafcet de coordination des tâches. Nous allons étaler chaque tâche et donner son grafcet correspond.

III.5.6 Grafcet des tâches

Chaque tâche est représentée indépendamment traçant son évolution chronologique suivant un cahier de charge précis et elles sont représentées par des grafcets linéaires ou les différentes étapes s'exécutent une à une après que la réceptivité associée soit vérifiée.

a) Tâche 1 : Prétraitement d'eau

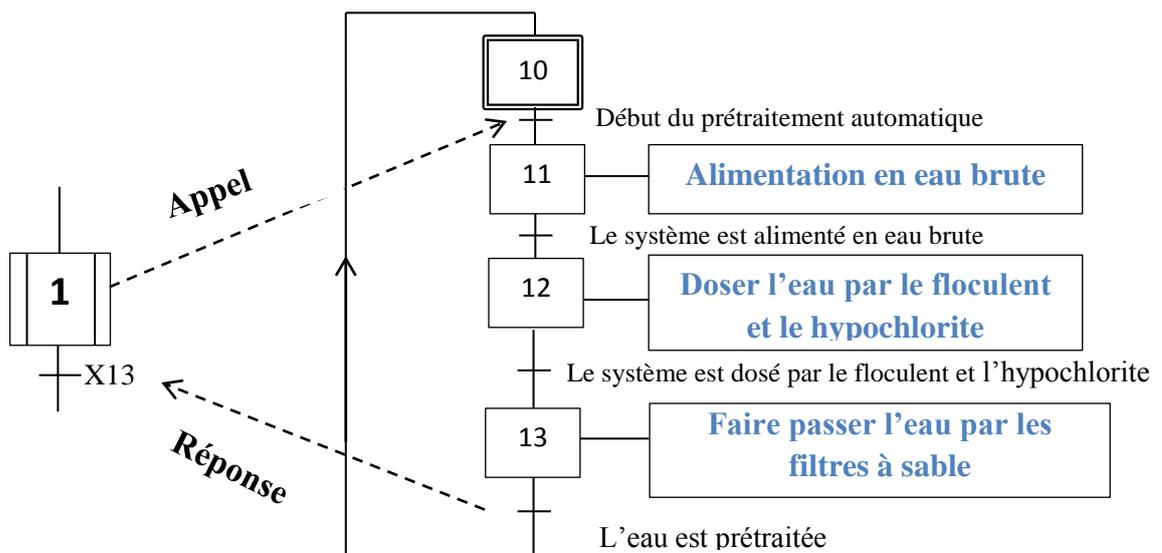


Figure III.7 : GRAFCET de la tâche prétraitement du point de vue système

b) Tâche 2 : Traitement d'eau.

La tâche 2 représente les étapes nécessaires pour le traitement de l'eau.

En faisant appel au grafcet de tâche n°2, le process commence par un dosage de cette eau par un séquestrant et du méta-bisulfite, viens après la pressurisation de l'eau puis elle est dirigée vers les membranes, obtenant ainsi une eau traitée.

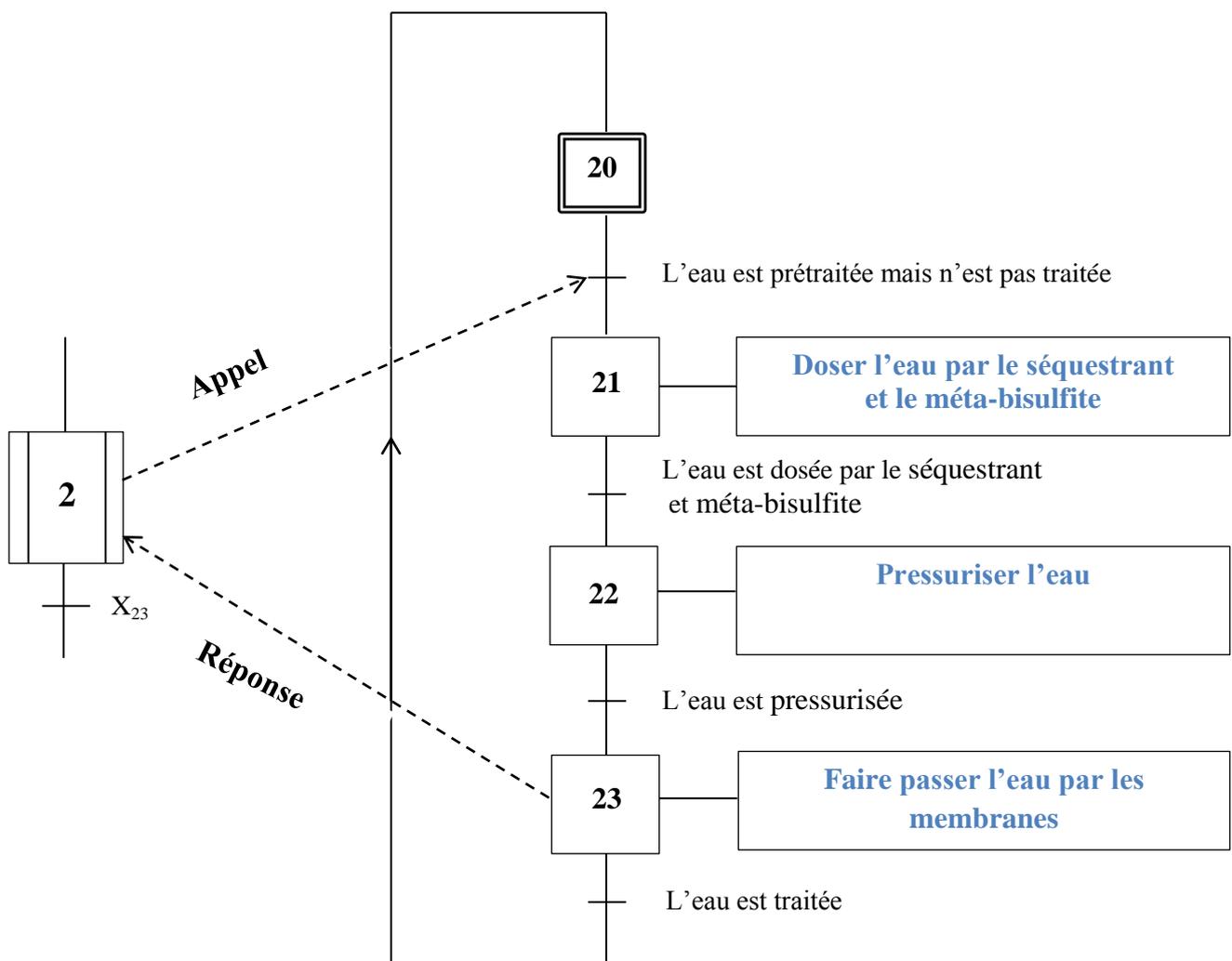


Figure III.8 : GRAFCET de la tâche de traitement du point de vue système

c) Tâche 3 : Traitement d'eau.

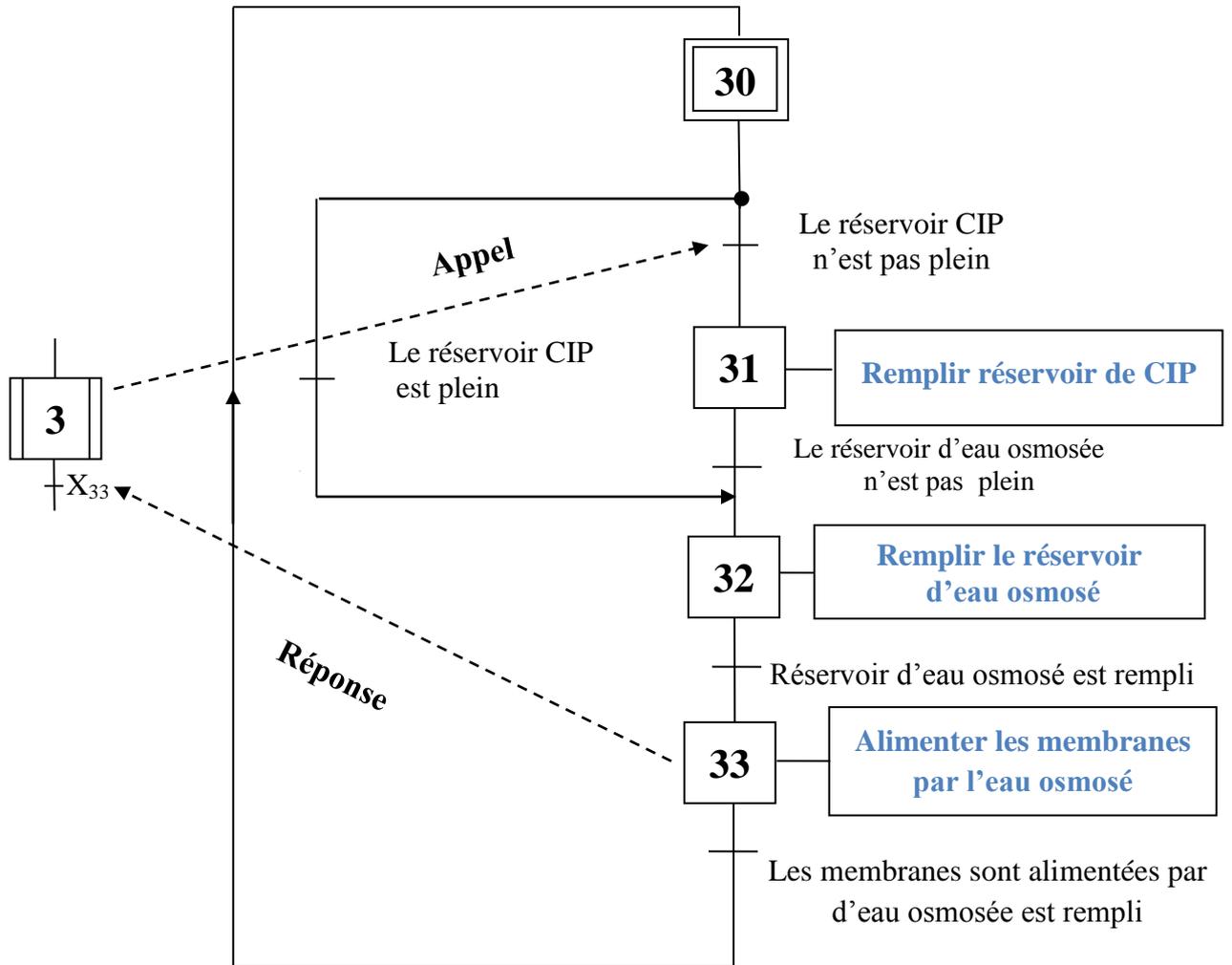


Figure III.9 : Grafcet de la tâche d'alimentation en eau traité

III.5.7 La procédure de contre lavage

- ✦ Il est possible d'interrompre une phase de contre lavage et de passer à la phase suivante en appuyant sur la touche "avancement de phase".
- ✦ Le contre lavage des filtres se fait automatiquement en chaîne, filtre après filtre. Dans le cas de substitution du matériel filtrant sur un filtre, il est impérativement de suivre les opérations suivantes :
 - Mettre en position "arrêt" le filtre choisi en appuyant sur la touche correspondante
 - Vidanger le filtre en ouvrant les vannes en aval.
 - Décharger le filtre en utilisant le trou d'homme prévu à cet effet.
 - Choisir le filtre à contre-laver en augmentant les temps d'établissement pour les différentes phases de manière à laver correctement le lit filtrant.

III.5.8 Le GRAFCET de la procédure de contre-lavage

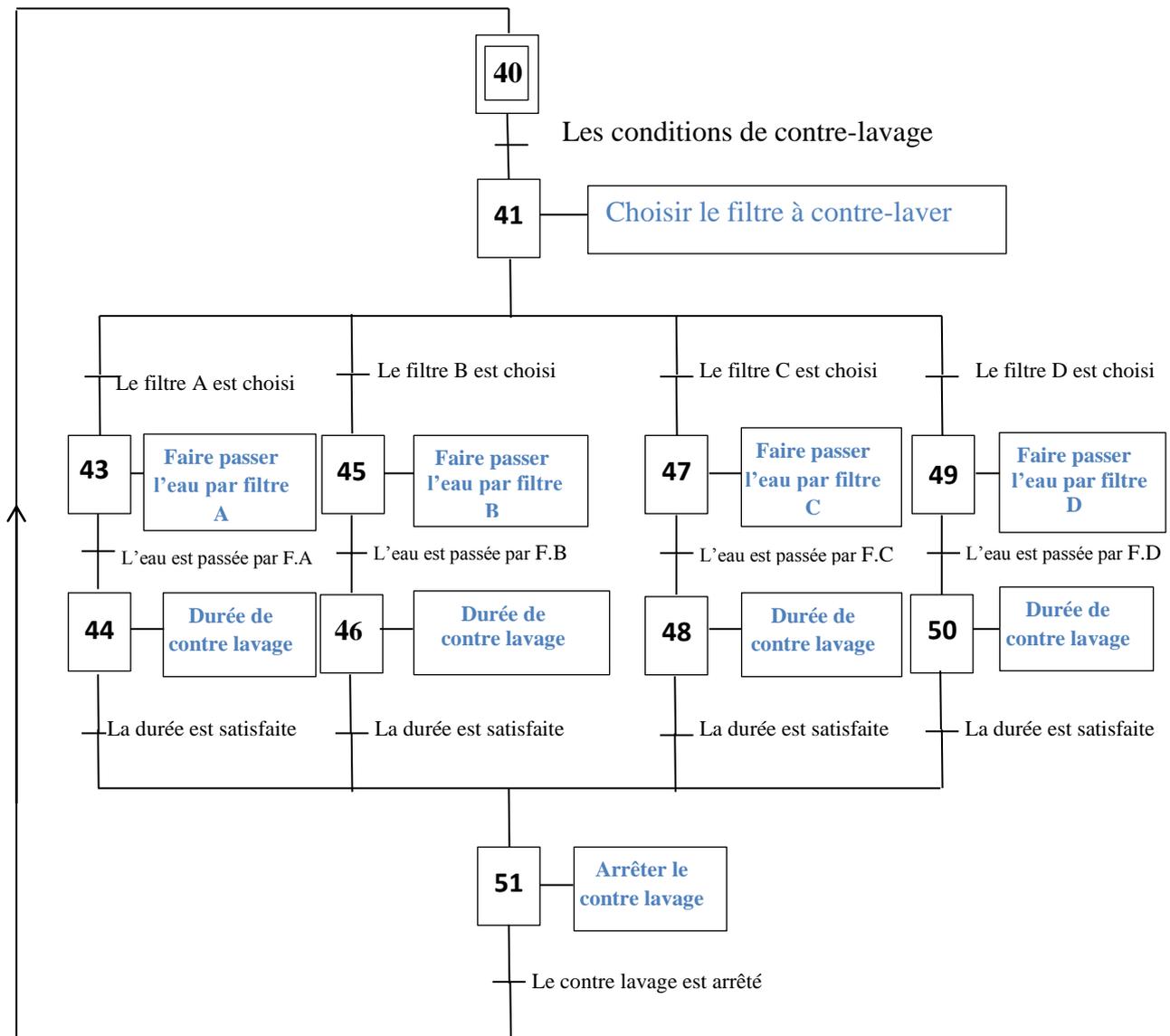


Figure III.10 : GRAFCET de la tâche contre-lavage des filtres

III.5.9 Présentation de la CPU

La CPU 314IFM de la classe des automates de type S7 est utilisée dans cette conception.

III.5.10 Caractéristique technique de la CPU S7-300

La CPU S7-300 IFM possède des entrées/sorties intégrées, leur câblage se fait par le biais de connecteurs frontaux 20 ou 40 points.

a) Tableaux techniques

Tableau III.3 : Zones de mémoire et périphérique de la CPU

Mémoires	
Mémoire de travail intégrée uniquement	32 Ko
Mémoire de chargement intégrée	48 Ko de RAM 48 Ko de FEPRM
Impossibilité d'extension pour la mémoire de travail ainsi que la mémoire de chargement	
Mémentos	
Nombre	2048bits
Rémanence : réglable Par défaut	De MB 0 à MB 143 De MB 0 à MB 15
Mémentos de cadence	Un octet de memento
Blocs de données	
Nombre	Maximum 127 (DB 0 réservé)
Taille	Maximum 8 Ko
Rémanence : réglable Par défaut	Maximum 2 DB, 144 octets de données Pas rémanence
Blocs	
Blocs d'organisation(OB)	13
Taille	Maximum 8 Ko
Profondeur d'imbrication : Par classe de priorité Supplémentaire à l'intérieur d'un OB d'erreur	8 4
Bloc de fonctionnement (FB)	128

Taille	Maximum 8 Ko
Temporisations / compteurs	
Temporisation S7	128
Rémanence par défaut	Aucune temporisation rémanence
Rémanence réglable	T 0 à T 7
Plage de temps	10ms à 9990s
Compteur S7	64
Rémanence par défaut	Z 0 à Z 7
Rémanence réglable	Z 0 à Z 63
Plage de comptage	0 à 999
Zones d'adressage (entrées / sorties)	
Numérique	0.0 à 125.7 / 0.0 à 125.7
Spéciales	126.0 à 126.3 / 124.0 et 124.1
Analogiques	256 à 751 / 256 à 751
Analogiques intégrées	128 à 135 / 128 à 129
Mémoire image (non réglable)	128 octets / 128 octets
Sauvegarde	
Avec pile	Toutes les données
Sans pile	144 octets

Tableau III.4 : Interfaces de communication MPI

Interfaces de communication MPI	
Vitesse de transmission	19, 2 à 187,5 kBauds

Tableau III.5 : Fonctions de test et de diagnostic

Fonction de test et diagnostique	
Etat / forçage de variables	Oui
Variables	Entrées, sorties, DP, temporisation, compteurs, mémentos
Nombres Etat de variables Forçage de variables	Maximum 30 Maximum 14
Forçage permanent Variables nombres	Oui Entrées, sorties Maximum 10
Nombres de points d'arrêts	2
Tampon de diagnostic Nombres d'entrées (non réglable)	Oui 100

Tableau III.6 : Tensions et courants.

Tensions, courants	
Tension d'alimentation	24 Vcc
Plage admissible	20,4 à 28,8 V
Consommation (en marche à vide)	Typique 1.0 A

Tableau III.7 : Fonctions intégrées de la CPU

Fonctions intégrées	
Compteur	1 ou 2 selon la configuration utilisateur
Fréquencemètre	Maximum 10KHz
Positionnement	1 voie

III.5.11 Description du logiciel STEP 7 [13]

Le STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 S7-400. 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.

Les tâches de base qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- ✦ La création et gestion de projet.
- ✦ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- ✦ La gestion des mnémoniques.
- ✦ Le chargement de programmes dans les systèmes cibles.
- ✦ Le test de l'installation d'automatisation.
- ✦ diagnostic lors des perturbations dans l'installation.

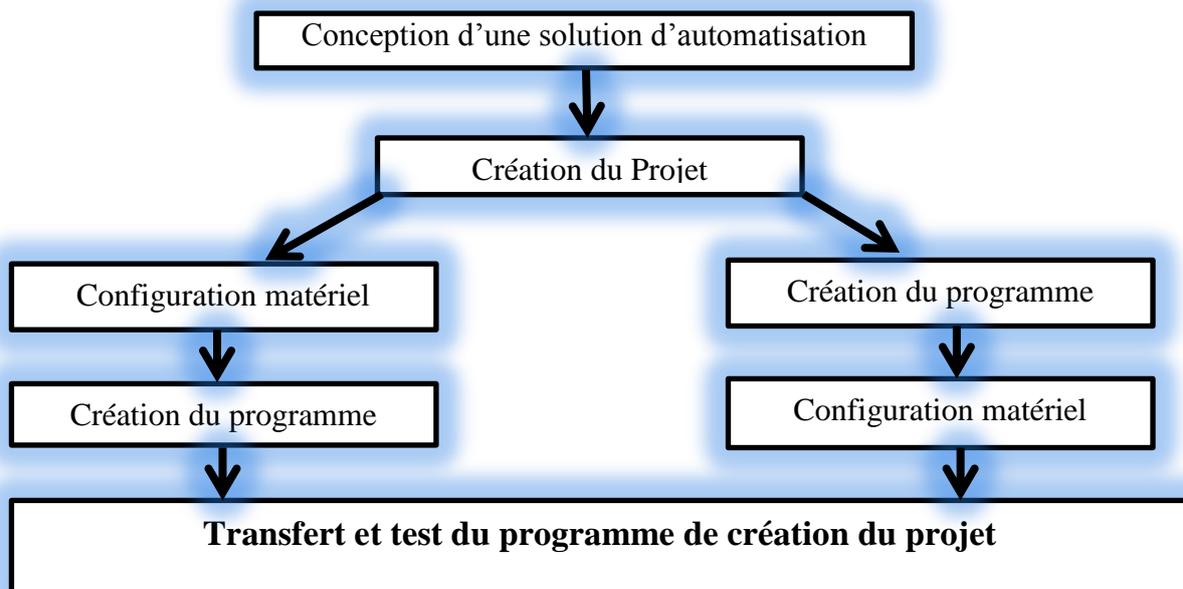
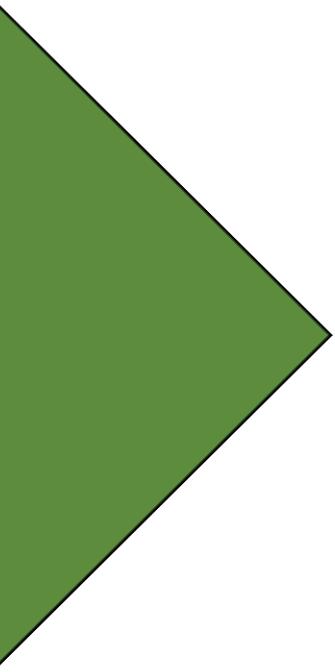


Figure III.11 : Les tâches de base de la création d'une solution d'automatisation

III.6 Conclusion

Dans ce chapitre on a pu faire une analyse fonctionnelle du fonctionnement de la station traitement d'eau et son automatisation. La méthode utilisée pour contre-laver les filtres à sables est décrite.

La CPU 314 IFM est présenté avec ses caractéristiques techniques et la présentation du logiciel de programmation que nous allons exploiter dans le chapitre IV.



Chapitre IV

**Programmation, simulation et supervision de la
station**

Chapitre IV

Programmation, simulation et supervision de la station

IV.1 Introduction

L'automate programmable industriel API est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Ce chapitre sera consacré à la description d'une manière détaillée de l'automate S7-300 de CPU 314 IFM. Un aperçu est donné sur le logiciel de programmation STEP 7 utilisé pour l'élaboration de notre programme.

IV.2 Présentation de l'automate S7-300[13]

L'automate programmable S7-300 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants :

- CPU (computer procès unit).
- Un module d'alimentation.
- Des modules d'entrées sorties (TOR ou Analogique).

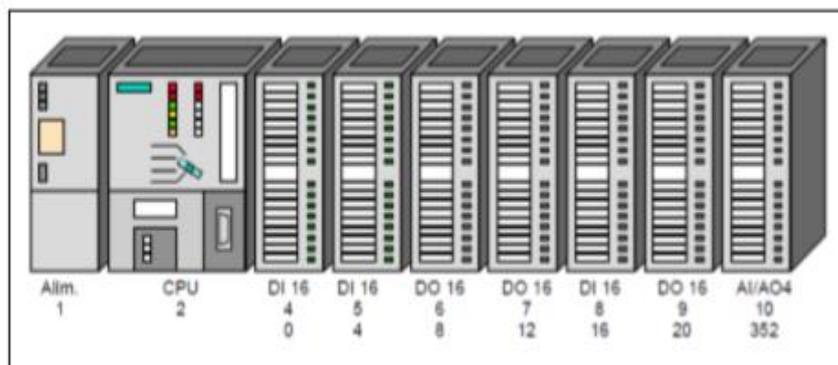


Figure IV.1 : vue générale de l'automate S7-300.

IV.2.1. Présentation de la CPU

La CPU de l'automate programmable utilisé dans ce projet est S7-314 IFM. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées.

a) LED de visualisation d'état et de défaut**Tableau IV.1** : LED de visualisation d'état et de défaut

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

b) Commutateur de mode de fonctionnement

Le changement de Mode se fait à l'aide d'une clef.

Tableau IV.2 Positions du commutateur du mode de fonctionnement

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

c) Pile de sauvegarde ou accumulateur

L'utilisation de l'accumulateur ou de la pile de sauvegarde est nécessaire pour l'horloge à temps réel, 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 de quelques semaines au maximum. La pile de sauvegarde n'est pas rechargeable mais son autonomie peut aller jusqu'à une année.

d) 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.

e) Interface MPI (interface multipoint)

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée par 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.

IV.2.2 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager [14]

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 qui gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quel que soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

IV.2.3. Editeur de programme et les langages de programmation

Le logiciel STEP7 offre quatre langages de programmation :

- Schéma à contact ou LADDER "cont"
- Logigramme ' LOG'
- Liste d'instructions 'LIST'
- GRAFCET ' GRAPH '

IV.2.4 Paramétrage de l'interface PG-PC [14]

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multipoint Interface ; protocole de réseau propre à SIEMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

Dans notre cas le **PG-PC** est illustré par la figure ci-dessous

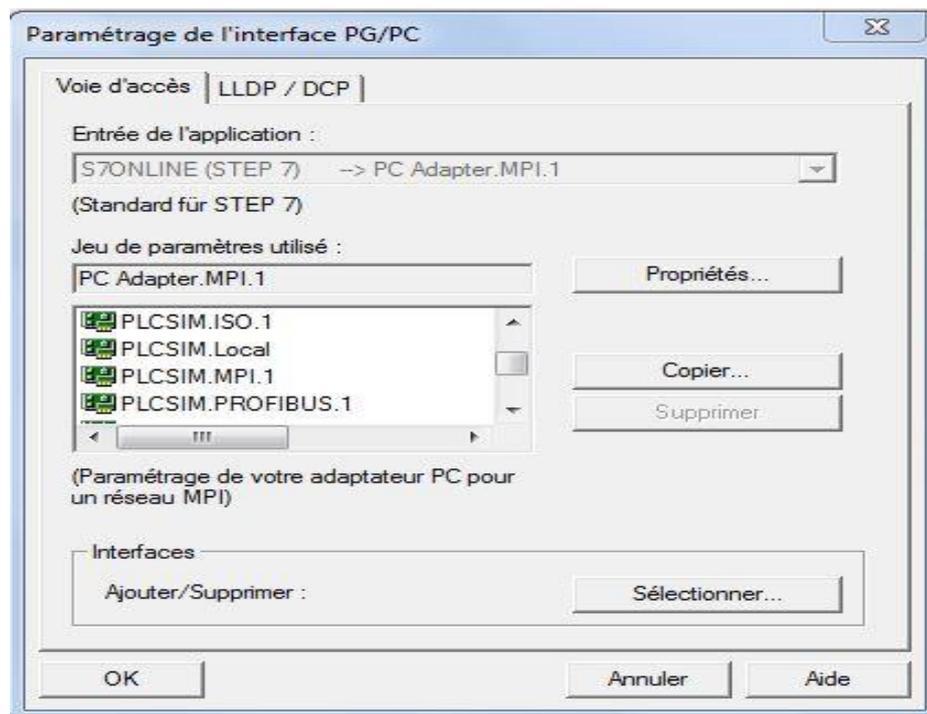


Figure IV.2. Paramétrage PG-PC

IV.2.5. Stratégie de programmation [3]

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ✓ Création du projet SIMATIC STEP7
- ✓ 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.

- ✓ 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.

✓ Création du programme utilisateur :

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.

✓ Exploitation des données:

Créer des données de références et les utiliser afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "contrôle commande".

✓ Test du programme et détection d'erreurs :

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

✓ Chargement du programme dans le système cible :

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

✓ Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel :

La détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la « Mémoire tampon de diagnostic », accessible depuis le SIMATIC Manager.

IV.2.6 Les variables

Dans tous programmes, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation pour cela la table des variables est créée.

L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. Ce type d'adressage est appelé « relatif ».

Après le nom, on définit le type de donnée de la variable, puis l'adresse.

On remplit la table des variables en respectant notre cahier de charge, pour les entrées et les sorties.

Les variables peuvent être de type :

IV.2.6.1 Entrées

Pour savoir l'état et le déroulement du process, l'automate récolte des informations issues de l'installation et cela via des entrées de l'automate qui sont connectées aux différents capteurs et boutons de l'installation pour ensuite les traiter et générer la commande.

IV.2.6.2 Sorties

Après le traitement des données d'entrées et pour commander l'installation, l'automate doit générer et envoyer des signaux par ces sorties. Les sorties de l'automate sont connectées aux différentes vannes et actionneurs de l'installation.

IV.2.6.3 Mémento

Zone de mémoire dans la mémoire système d'une CPU. Il est possible d'y accéder en écriture et en lecture (par bit, octet, mot et double mot). La zone des mémentos permet à l'utilisateur d'enregistrer des résultats intermédiaires.

IV.3 Les blocs

Pour réaliser la tâche d'automatisation, on doit charger dans l'automate les blocs qui contiennent les différents programmes et données. Les blocs existants sont (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme [4].

IV.3.1. Blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas des instructions, ces données seront utilisées par d'autres blocs.

IV.3.2 Blocs fonctionnelles (FB)

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

IV.3.3 Bloc d'organisation (OB)

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

- Les blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC) qui contiennent les programmes,

- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

Nous avons utilisé le bloc d'organisation OB1 qui est appelé par le système d'exploitation, il fait appel aux autres blocs qui constituent le programme, lorsqu'un bloc fonctionnel est appelé dans l'OB1, un bloc de donnée associé sera créé automatiquement.

IV.3.4 Bloc fonction (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisés. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locale. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ces données [4].

IV.4. Réalisation du programme de la station du traitement d'eaux

IV.4.1. Création du projet dans SIMATIC Manager

Pour créer un nouveau projet STEP 7, il faut sélectionner l'icône SIMATIC Manager, la fenêtre principale s'affiche pour sélectionner un nouveau projet et le valider.

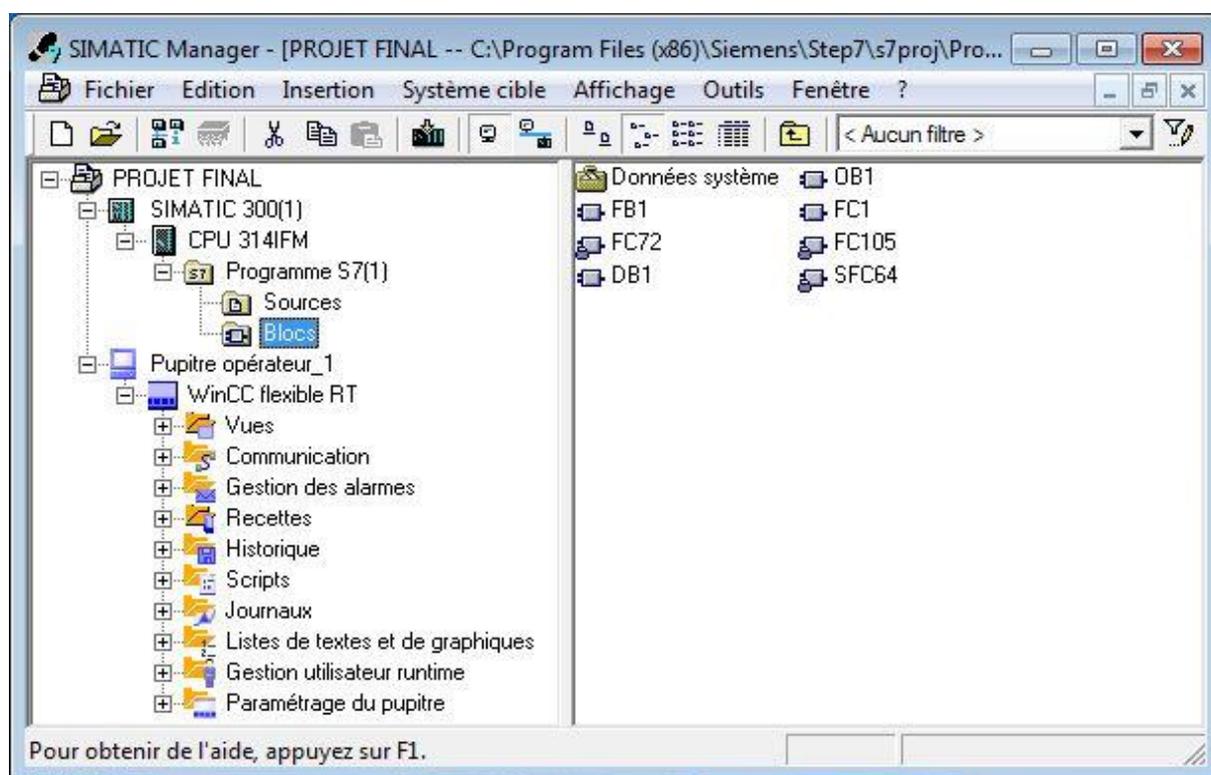


Figure IV.3 : Page de démarrage de STEP 7

Deux approches sont possibles, soit par la création du programme puis la configuration matérielle, ou bien l'inverse.

IV.4.2 Configuration matérielle

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-réglés d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.

Le choix du matériel

Après identification générale des entrées /sorties on a recensé au total:

- Des entrées numériques : 10
- Des sorties numériques : 35
- Des entrées analogiques : 8

En conséquences, il faut choisir les modules qui peuvent contenir ce nombre d'entrées et de sorties.

- **Emplacement 1** : module d'alimentation PS 307 2A.
- **Emplacement 2** : CPU 314IFM.
- **Emplacement 3** : réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

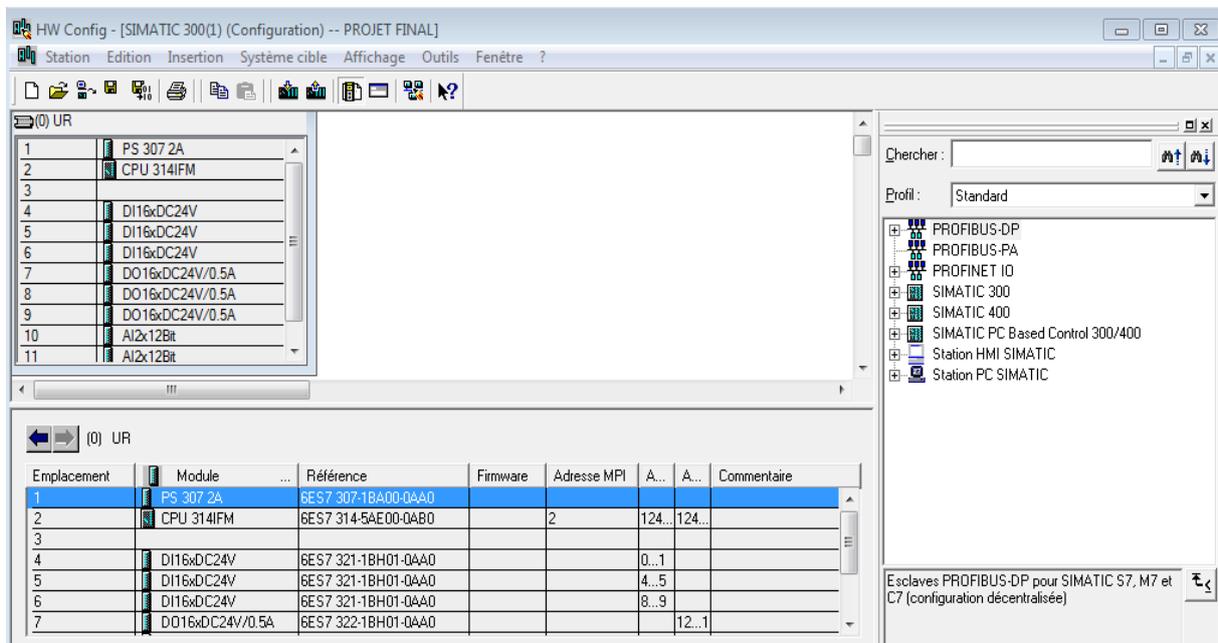


Figure IV.4 : Configuration des appareils (modules de l'automate utilisé).

Un module d'entrées numériques :

- **Emplacement 4** : DI16 x DC24V

Trois modules de sorties numériques :

- **Emplacement 5:** DO16 x DC24V/0.5A
- **Emplacement 6:** DO16 x DC24V/0.5A
- **Emplacement 7:** DO16 x DC24V/0.5A

Quatre Modules à 2 entrées analogiques :

- **Emplacement 8 :** AI x 12 bits
- **Emplacement 9 :** AI x 12 bits
- **Emplacement 10 :** AI x 12 bits
- **Emplacement 11 :** AI x 12 bits

IV.4.3. Création de la table des mnémoniques

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables à utiliser lors de la programmation, pour cela la table des mnémoniques doit être créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler.

La table des mnémoniques est éditée en respectant notre cahier des charges, pour les entrées et les sorties. La Figure IV.5 présente une partie de la table des mnémoniques.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		AGITATEUR	A 16.2	BOOL	moteur qui a le role d'agitation d'un fluide
2		ARRET	E 0.2	BOOL	bouton d'arret
3		ARRET URGENCE	M 1.1	BOOL	bouton d'arret d'urgence
4		CC	E 0.7	BOOL	capteur de concentration
5		CDDP1	E 0.4	BOOL	capteur de debit de produit flocluent(debimetre)
6		CDDP2	E 0.5	BOOL	capteur de debit de produit hypochlorite(debimetre)
7		CDE	E 0.3	BOOL	capteur de debit d'eau(debimetre)
8		CP	E 1.0	BOOL	capteur de pression(defirence de pression
9		CNCIP	E 0.6	BOOL	capteur de niveau du reservoir CIP
1		CNOS	E 0.1	BOOL	capteur de niveau de la cuve d'eau osmosé
1		COMPRISSEUR	A 20.0	BOOL	compresseur
1		DP1	A 12.1	BOOL	groupe dosage produit flocluent
1		DP2	A 12.2	BOOL	groupe dosage produit hypochlorite
1		DP3	A 13.3	BOOL	groupe dosage produit sequestrant
1		DP4	A 13.4	BOOL	groupe dosage produit metabisulfite
1		G7_STD_3	FC 72	FC 72	

Figure IV.5 : Table des mnémoniques du projet

IV.4.4. Programme de la station de traitement d’eaux

a) La mise à l’échelle de la pression

Afin que la pompe à haute pression soit excitée, il faut que la pression atteigne les 15 bars

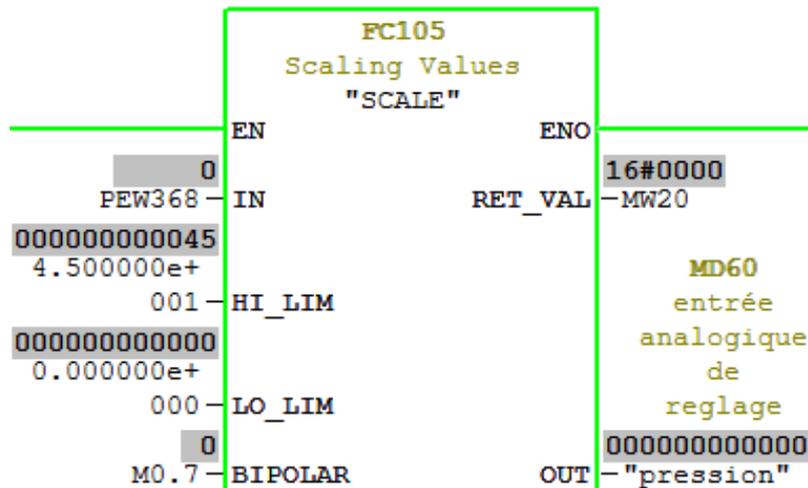


Figure IV.6 : SCALE de la mise à l’échelle de la pression

b) La mise à l’échelle de sonde niveau

La mise à niveau de l’eau osmosée est représentée par :

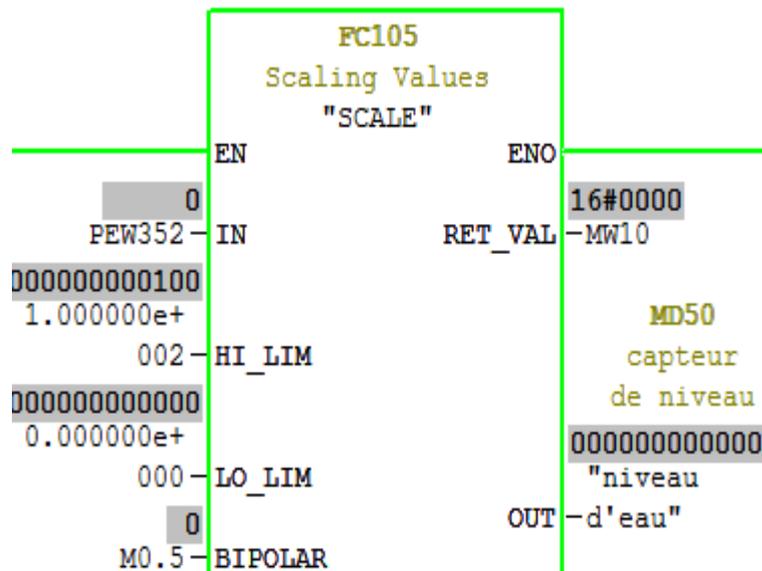


Figure IV.7 : Mise à niveau de l’eau osmosée.

De la même façon, nous allons créer des blocs SCALE de 6 silos à savoir 4 silos de groupe de dosage ,1 silo CIP et la bache de l’eau brute.

IV.4.4.1. Création du programme

Nous avons, choisi le langage de programmation GRAFCET et créer un bloc fonctionnel.

a) Les blocs FB

L'alimentation des silos de l'eau osmosée est représentée par un GRAFCET évolué. Ce grafcet est rangé dans le bloc FB (bloc fonctionnel), voir annexe dont :

- Mise à zéro (0) ou à un (1) d'une variable associée à : pompe, vanneetc.
- Génération d'une temporisation.

Le passage d'une étape à la suivante s'effectue après satisfaction de la condition inscrite dans la transition par exemple :

- Changement d'état d'une variable associé à un capteur ou à un bouton.
- Ecoulement d'une temporisation.

Les transitions sont programmées en langage CONT.

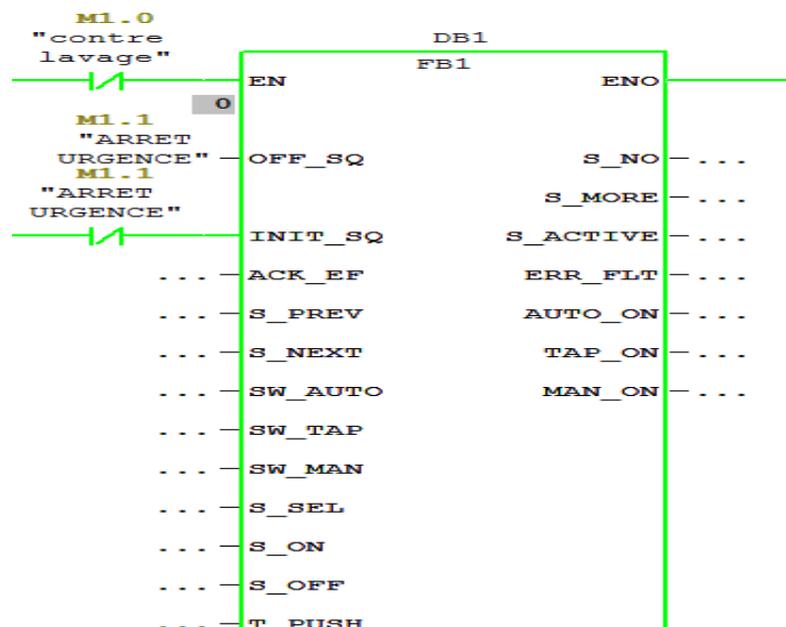


Figure IV.8 : Bloc fonctionnel

b) Le bloc FC

Nous avons choisi que la programmation de la procédure "contre lavage" soit effectuée par le langage LADDER. Le bloc FC accomplit la tâche de contre lavage. Ce bloc contient plusieurs réseaux voir annexe.

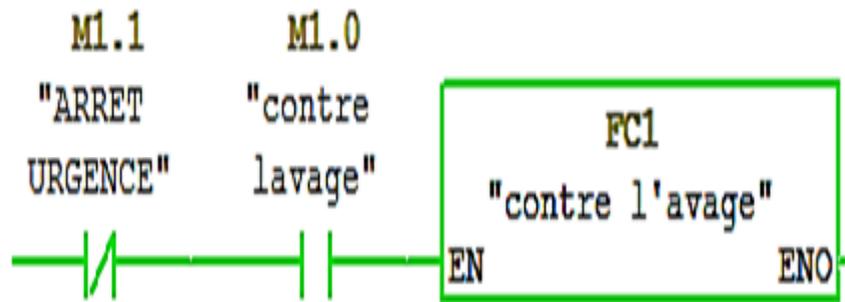


Figure IV.9 : Bloc de la fonction de contre lavage

IV.5 Création de la supervision

IV.5.1 Introduction

Pour bien contrôler le processus, l'opérateur a besoin d'avoir le maximum de transparence, ce qu'il lui permet de bien superviser et contrôler l'installation, cela est possible avec l'interface homme machine (IHM). Le contrôle de processus est assuré par le système d'automatisation.

Le pupitre de supervision une fois sous réseau permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (pompes, vannes) et des capteurs (pression, niveau, température, pression).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur les pompes et les vannes.

IV.6. Outils de la supervision

Un système de supervision et de contrôle est constitué d'une partie matérielle et d'une partie logicielle. La partie matérielle permet de relever les paramètres et d'interagir physiquement avec l'installation, alors que le logiciel est le cerveau du système.

IV.7. Description du logiciel Win CC Flexible

Win CC Flexible est un logiciel compatible avec l'environnement STEP 7, il propose pour la configuration de divers pupitres opérateurs, une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration.

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter et ajuster, éventuellement, le processus toujours via l'automate.

IV.7.1. Eléments du Win CC Flexible

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.

On peut configurer par exemple l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur, "vue". Pour la configuration de l'alarme, on utilise par exemple l'éditeur, "Alarmes analogiques".

Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont représentés par la figure IV.10 :

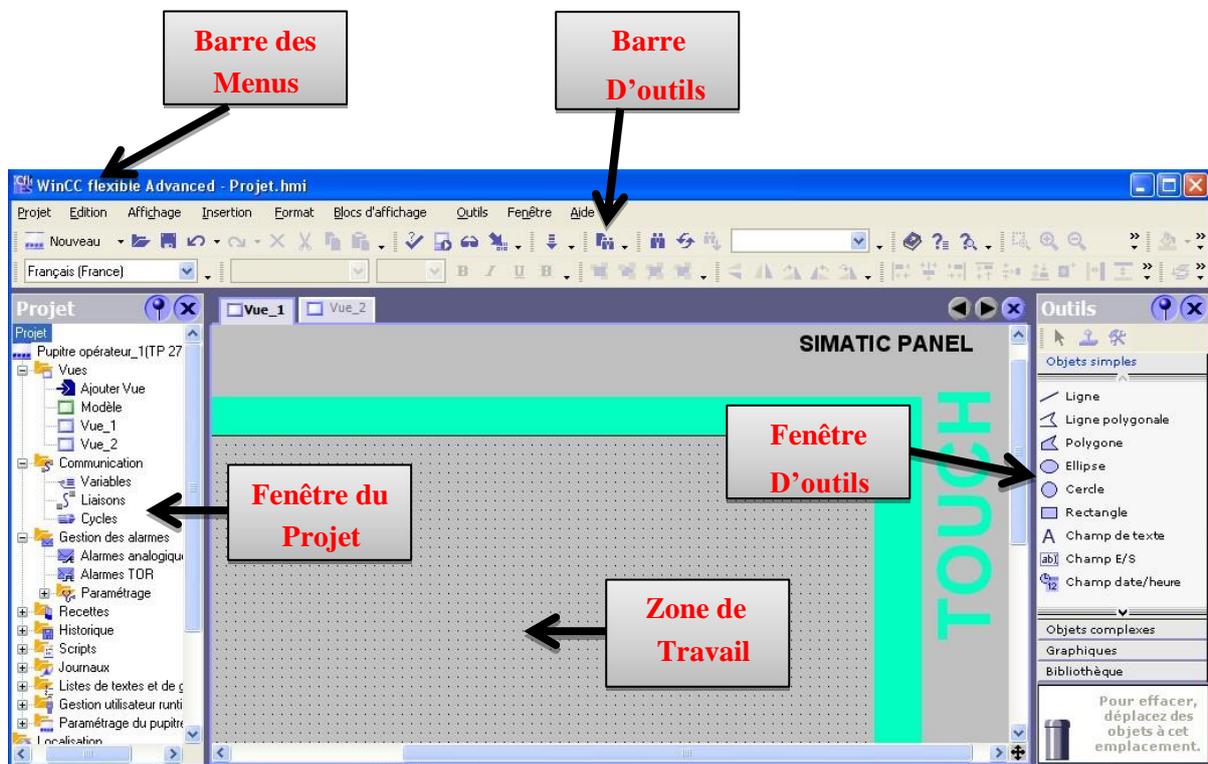


Figure IV.10 : Eléments du Win CC Flexible

- a. Barre des menus** : Contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation du Win CC Flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.
- b. Barre d'outils** : La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur à besoin.
- c. Zone de travail** : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et à consulter les résultats.

d. Boîte d'outils : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simple ou complexes qu'on insère dans les vues, par exemple des objets graphiques et des éléments de commande.

e. Fenêtre des propriétés : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.

IV.8. Etapes de mise en œuvre

Pour créer une Interface Homme / Machine, il faut avoir au préalable pris connaissance des éléments du processus ainsi que du logiciel de programmation de l'automate utilisé.

Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide de logiciel Win CC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

IV.8.1. Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre Win CC et notre automate. Ceci dans le but que Win CC peut lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Après avoir créé notre projet Win CC, nous cliquons sur l'onglet liaison afin de créer une nouvelle liaison que nous nommerons << liaison_1 >> Nous indiquons ensuite les différents paramètres qui sont :

- Interface : MPI / DP : L'automate est relié par un MPI ;
- Adresse : permet de spécifier l'adresse de la station, dans ce cas l'adresse MPI.

L'éditeur, « liaison » affiche la connexion à l'automate configurée, comme suit :

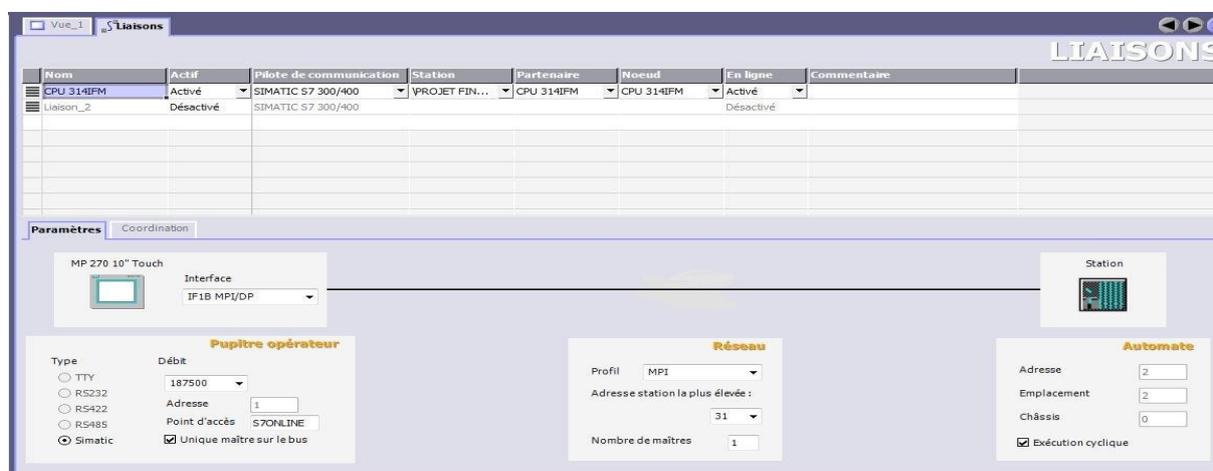


Figure IV.11 : Editeur de liaison.

IV.8.2. Variables

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

L'éditeur « Variable » affiche toutes les variables du projet, comme suit :

Nom	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Eléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commentaire
AGITATEUR	CPU 314IFM	Bool	AGITATEUR	Q 16.2	1	1 s	moteur qui a le role d'agitation d'un fluide
ARRET URGENCE	CPU 314IFM	Bool	ARRET URGENCE	M 1.1	1	1 s	bouton d'arrêt d'urgence
DP1	CPU 314IFM	Bool	DP1	Q 12.1	1	1 s	groupe dosage produit flocculent
DP2	CPU 314IFM	Bool	DP2	Q 12.2	1	1 s	groupe dosage produit hypochlorite
DP3	CPU 314IFM	Bool	DP3	Q 13.3	1	1 s	groupe dosage produit sequestrant
DP4	CPU 314IFM	Bool	DP4	Q 13.4	1	1 s	groupe dosage produit metabisulfite
niveau d'eau	CPU 314IFM	Real	niveau d'eau	MD 50	1	100 ms	capteur de niveau d'eau
P100	CPU 314IFM	Bool	P100	Q 12.0	1	1 s	pompe d'alimentation en eau brute
P101	CPU 314IFM	Bool	P101	Q 16.3	1	1 s	
PHP 200	CPU 314IFM	Bool	PHP 200	Q 13.5	1	1 s	pompe a haute pression
pression	CPU 314IFM	Real	pression	MD 60	1	100 ms	entrée analogique de réglage de pression
VA11	CPU 314IFM	Bool	VA11	Q 12.3	1	1 s	vanne automatique du filtre A (tout ou rien)
VA14	CPU 314IFM	Bool	VA14	Q 12.4	1	1 s	vanne automatique du filtre A (tout ou rien)
VA21	CPU 314IFM	Bool	VA21	Q 12.5	1	1 s	vanne automatique du filtre B (tout ou rien)
VA24	CPU 314IFM	Bool	VA24	Q 12.6	1	1 s	vanne automatique du filtre B (tout ou rien)

Figure IV.12 : Editeur de Variable

IV.8.3 Les vues

Pour le contrôle et la commande du process, trois vues sont configurées, elles permettent de lire les valeurs du process et ainsi de le commander.

Le tableau suivant représente les différents éléments des vues :

Tableau IV.3: Représentation des éléments des vues.

Composantes	Non actif	Actif
Vanne logique		
Pompes doseuse		
Compresseur		
Pompe d'alimentation d'eau		

IV.8.4. Configuration des éléments des vues

IV.8.4.1 Configuration des vannes

➤ Animation

Chaque vanne est associée à une sortie de l'automate, lorsque la variable de sortie est à « 0 » la vanne est représentée en rouge (vanne fermée), lorsque elle est à « 1 » la vanne est en vert clignotant (vanne ouverte).

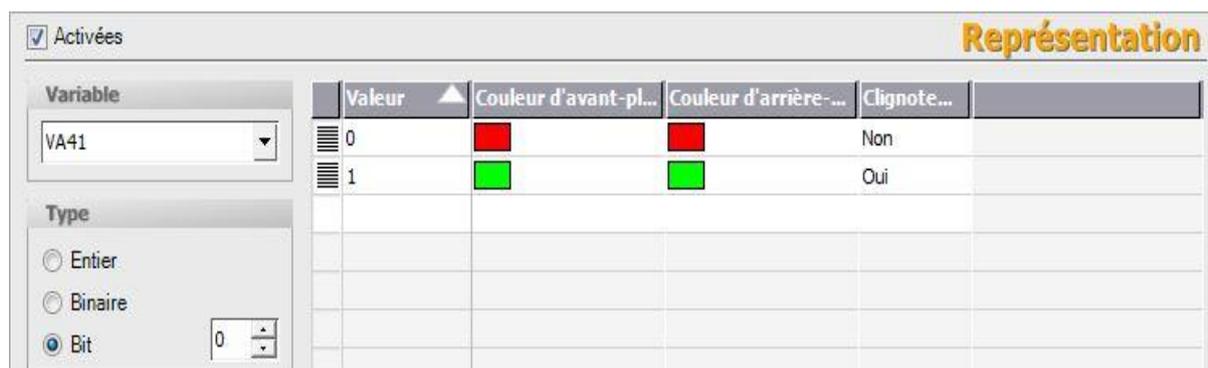


Figure IV.13 : Animation d'une vanne.

IV.8.4.2 Configuration des pompes

➤ Animation

Chaque pompe est associé à une sortie de l'automate, lorsque la variable de sortie est à « 0 » la pompe est représentée en rouge (pompe en arrêt), lorsque la variable est à « 1 », la pompe est en vert clignotant (pompe en marche).

IV.8.4.3 Configuration des boutons

➤ Animation

Chaque bouton est animé par une couleur, il est en rouge (non appuyé), ou bien en vert (appuyé).

➤ Evènement

Chaque bouton est associé à un memento, en appuyant sur un bouton, l'état de ce memento change dans l'automate soit à « 1 » ou à « 0 ».

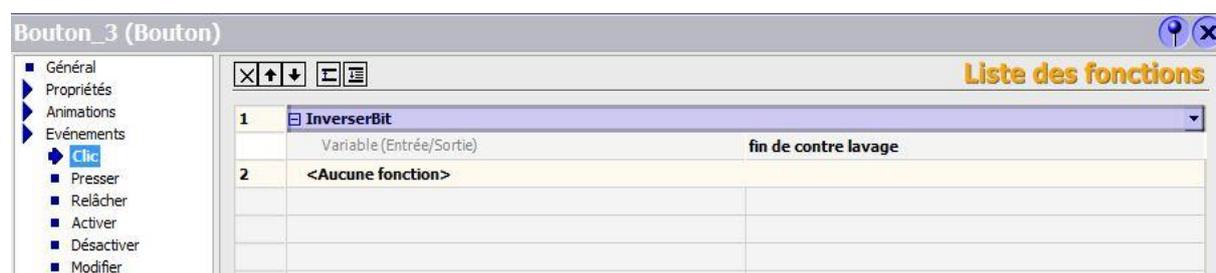


Figure IV. 14 : Evènement lié à un bouton.

IV.8.4.4 Configuration agitateurs

➤ Animation

L'agitateur est associé à une sortie de l'automate, ce dernier génère un « 1 » alors l'agitateur est fonctionnel et représenté en vert clignotant, l'automate génère un « 0 » alors ce dernier est en arrêt et représenté en rouge.

IV.8.5 Mesure de sécurité

Afin d'assurer un bon fonctionnement de la station, il est indispensable que les produits chimiques soient disponibles et ceux-ci sont détectables par des témoins sur le tableau de commande.

Texte	Numéro	Classe	Variable sur...	Valeur limite s...	Déclencheur
le niveau est bas du flocculent	2	Erreurs	floculent	20	Si front desce...
le niveau est bas du hypochlorite	3	Erreurs	hypochlorite	20	Si front descendant
le niveau est bas du metabisulfite	4	Erreurs	metabisulfite	20	Si front descendant
le niveau est haut de l'eau osmosé	7	Erreurs	niveau_d_eau	95	Si front montant
le niveau est bas d'eau osmosé	8	Erreurs	niveau_d_eau	20	Si front descendant
le niveau est bas de l'eau brute	5	Erreurs	niveau_sequestrant	20	Si front descendant
le niveau est haut de l'eau brute	6	Erreurs	niveau_sequestrant	90	Si front montant
le niveau est bas du sequestrant	1	Erreurs	sequestrant	20	Si front descendant

Figure IV. 15 : Editeur d'alarme analogique.

Le pupitre de l'opérateur déclenche une alarme lorsque l'un des produits atteint le niveau minimal. L'éditeur d'alarme est utilisé et affiche les variables utilisées comme le montre la figure IV.15.

IV.9 Compilation et simulation

IV.9.1 PLCSIM

L'application de simulation S7-PLCSIM V12 permet d'exécuter et de tester notre programme qu'on a simulé sur ordinateur. La simulation est complètement réalisée dans l'environnement du logiciel STEP 7, cette application permet de tester des programmes destinés aux CPU S7, et de remédier à d'éventuelles erreurs [15].

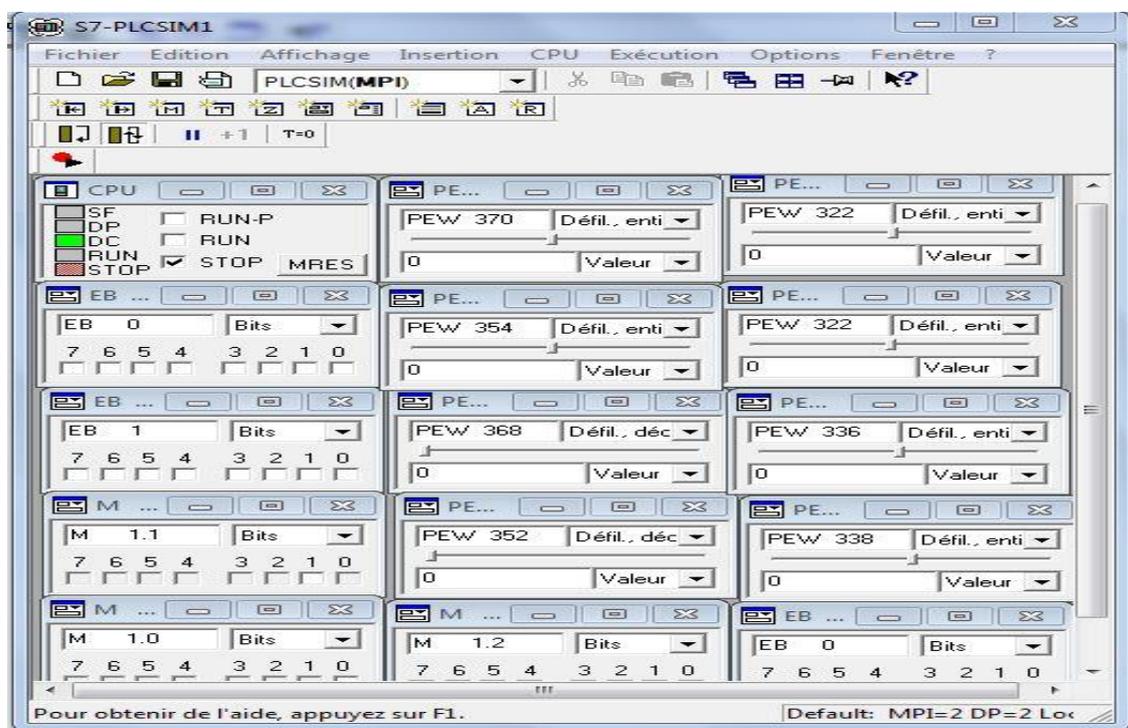


Figure IV.16: Interface de simulation PLCSIM.

IV.9.2 : Runtime

Après avoir créé le projet et terminé sa configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu 'compiler', après la compilation, le système crée un fichier de projet compilé.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur SIMATIC WinCC RT Advanced.

Avec le Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus et les tâches suivantes sont alors exécutées : [4]

- Communication avec les automates
- Affichage de vue à l'écran.
- Commande du processus, par exemple, spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Affichage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et des événements d'alarme.

IV.10. les vues de la supervision

IV.10.1. Vue générale de la station

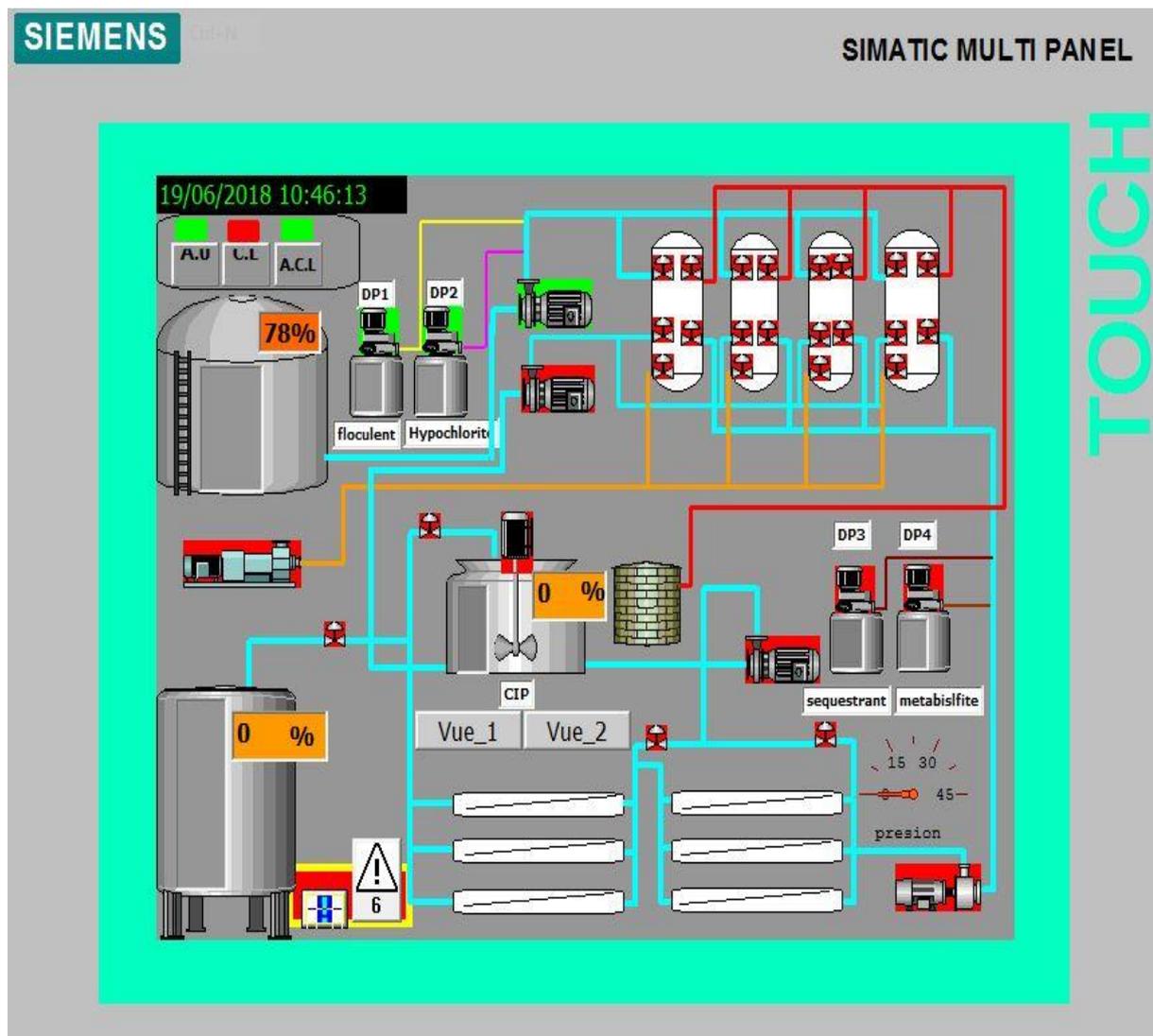


Figure IV.17 : Vue générale de la station.

IV.10.2. Vue des filtres à sable

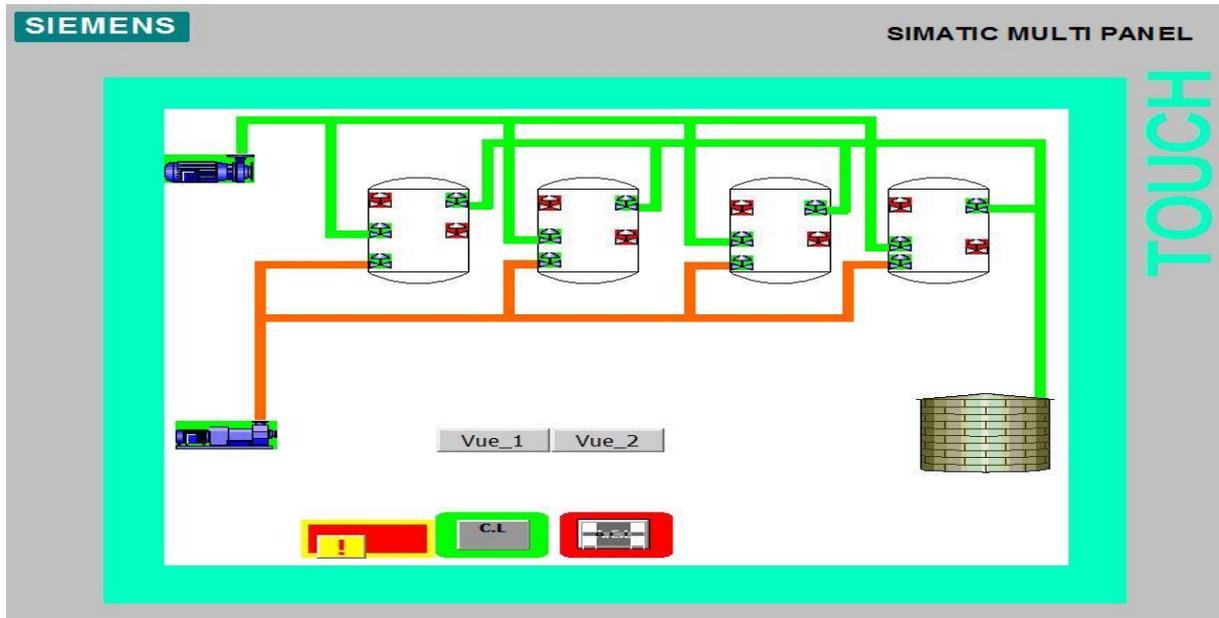


Figure IV.18: Vue des filtres à sables

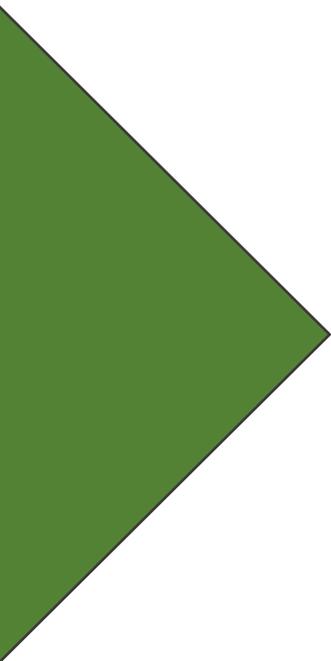
IV.10.3. Vue des alarmes

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
8	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas d'eau osmosé	0
3	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas du hypochlorite	0
2	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas du flocculent	0
4	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas du metabisulfite	0
5	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas de l'eau brute	0
1	10:44:10	19/06/2018	A	le niveau est bas du sequestrant	0

Figure IV.19: Vue des alarmes

IV.11 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents programmes qui nous permettent d'effectuer la tâche d'automatisation pour le traitement d'eau et le contre-lavage, ainsi que les configurations des vues HMI pour la supervision et les communiquer à l'automate. Ce qui va nous permettre de minimiser l'effort physique et de gagner le temps.



Conclusion générale

Conclusion générale

Notre travail est porté sur l'automatisation et la supervision d'une station de traitement des eaux au sein du complexe CEVITAL, en utilisant l'automate programmable de type SIEMENS doté d'un logiciel de programmation STEP 7 et d'un logiciel WinCC.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation, puis identifier les éléments et ses constituants.

Afin d'automatiser la station, l'étude et l'élaboration de son analyse fonctionnelle ainsi que sa modélisation par un GRAFCET ont été effectuées.

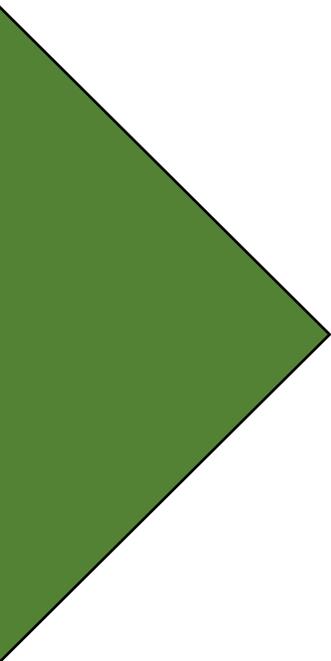
Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, critères de choix, avantages, ainsi que les langages de programmation utilisables. La communication et le transfert d'information via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

Pour la programmation et la réalisation d'une IHM pour la supervision de notre station, nous avons utilisé le logiciel SIMATIC STEP 7 pour programmer le fonctionnement de la station et de récupérer les états des variables qui nous intéressent pour créer notre interface homme-machine (IHM).

Pour la conception de l'IHM en vue de la supervision du système, nous avons utilisé le logiciel SIMATIC WinCC, qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

La période passée au sein de l'unité traitement d'eaux « CEVITAL » nous a permis de nous forger et de faire une liaison entre la théorie et la pratique, de compléter nos connaissances acquises avec la réalité du terrain dans lequel nous sommes appelés à travailler.

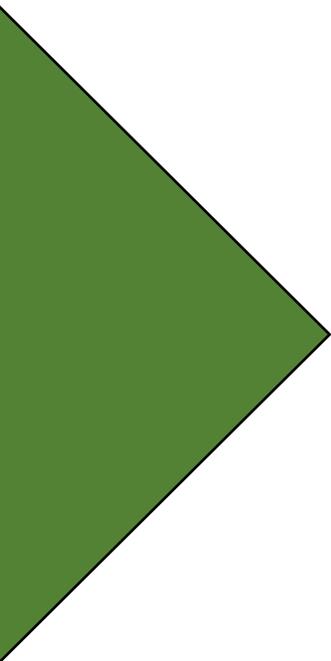
Le déplacement sur site nous a nettement aidés à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-goût des responsabilités.



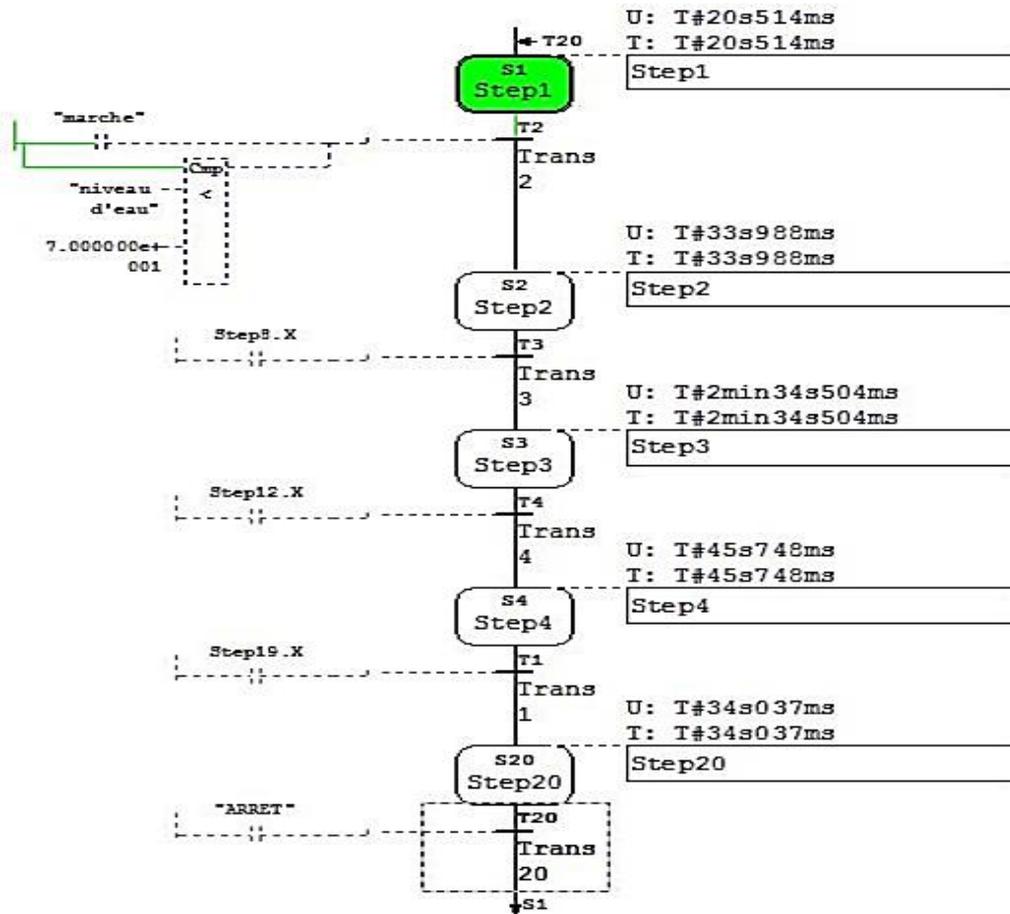
Bibliographie

Bibliographie

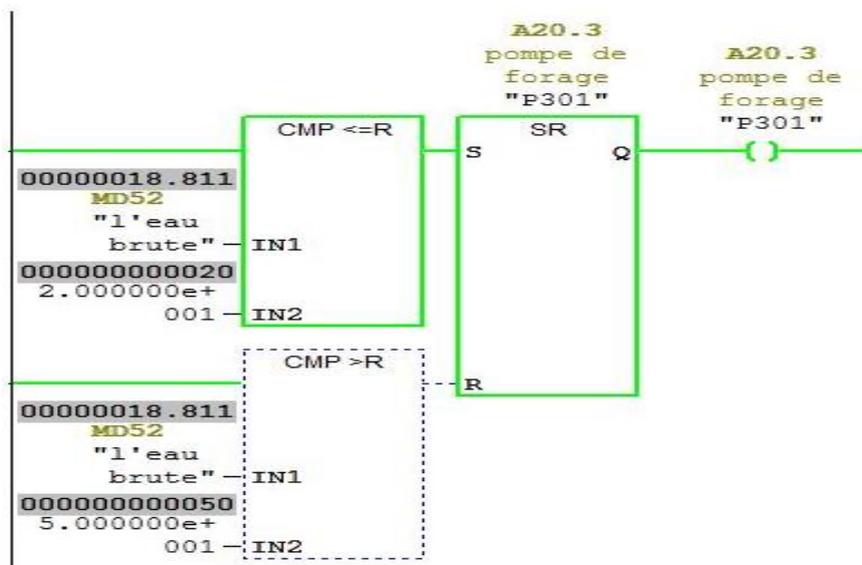
- [1] Manuel de CEVITAL www.cevital.com ;
- [2] H. LECOCQ, 2005 « Caractéristiques et méthodologie de programmation » Faculté des Sciences Appliquées, LIEGE ;
- [3] A.GONZAGA, 2004 « Les automates programmables industriels ». Tec et Doc ;
- [4] A. SIMON, 1983 « Automates programmable, programmation, automatisme et logique programmée », Edition l'ELAN ;
- [5] G Michel, 1987 « Les API, Architecture et application des automates programmables industriels ». DUNOD, Paris ;
- [6] www.siemens.com; Décembre 2009 ;
- [7] H. BERGER, 2003, « Automating with SIMATIC », second edition ;
- [8] E. RIBONI et C. SAINT-MARTIN, 2008, « Purification de l'eau dans l'industrie », Suisse ;
- [9] FILTRATION « CVBA », www.filtration.be ;
- [10] F.SADGHIR, « Eau pour usage pharmaceutique », École de pharmacie Genève ;
- [11] Documentation CEVITAL ;
- [12] A.BOURGONE, juin 2004, « Technologie propres et eau dans l'industrie » ;
- [13] Manuel SIEMENS, 2000, « Programmation avec STEP7 » ;
- [14] D.HUBERT, 2008, « Introduction aux automatismes industriels », technique d'ingénieur Réf : BM6112 ;
- [15] M. BERTRAND, 2010, « Automates programmable industriels ». PDF, Technique d'ingénieur. Réf : S8015 ;



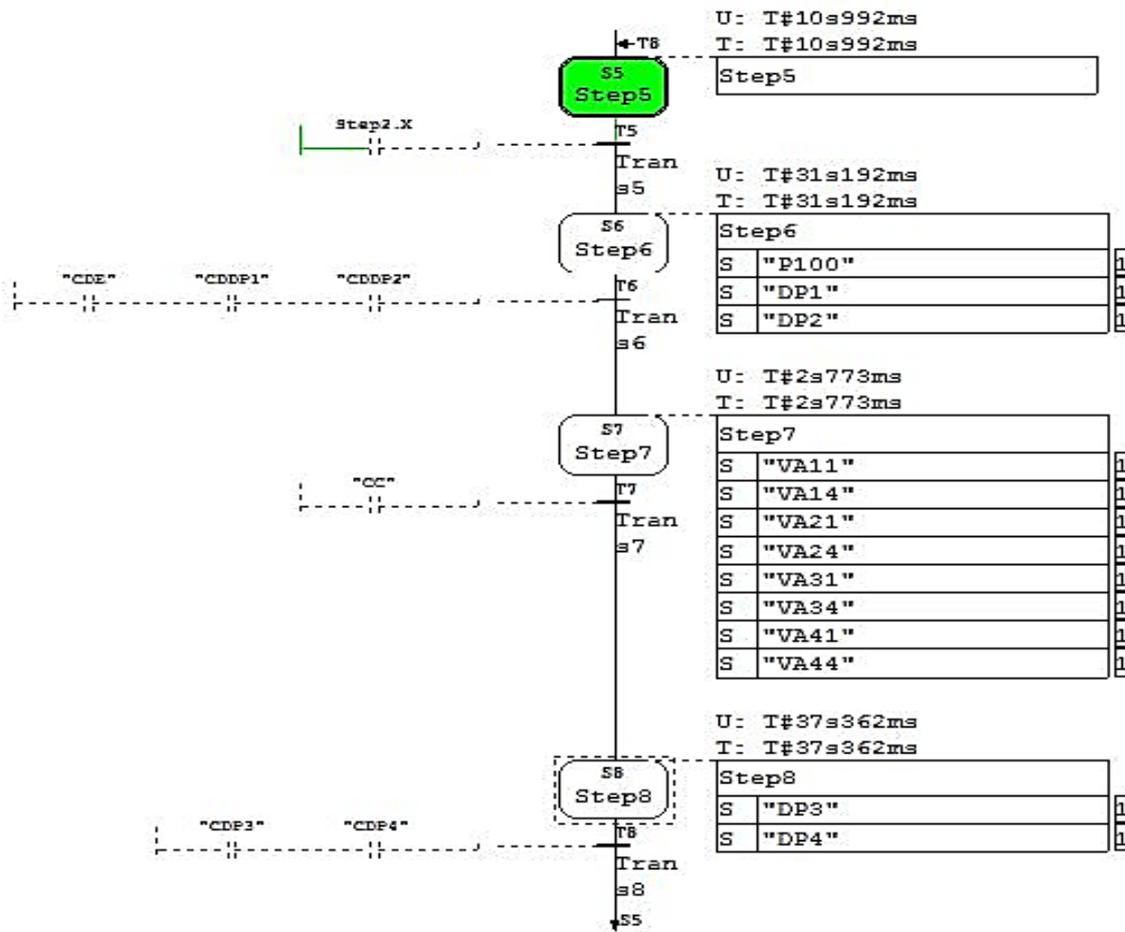
Annexes



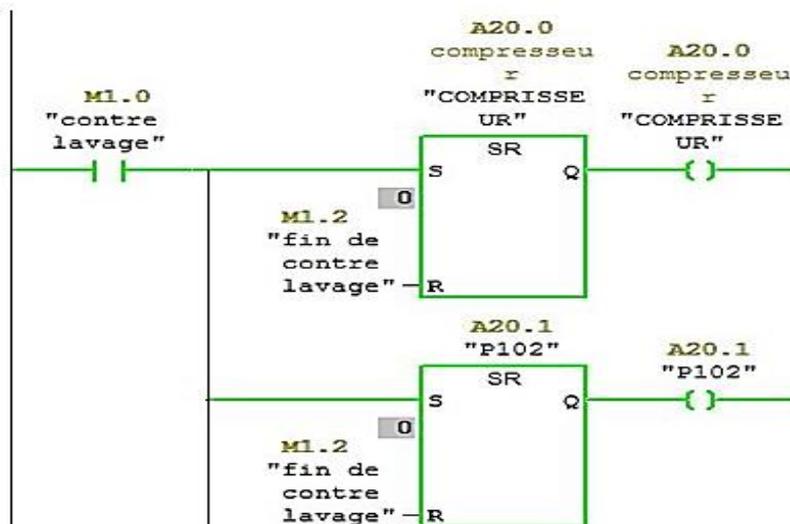
GRAFCET maitre de la station



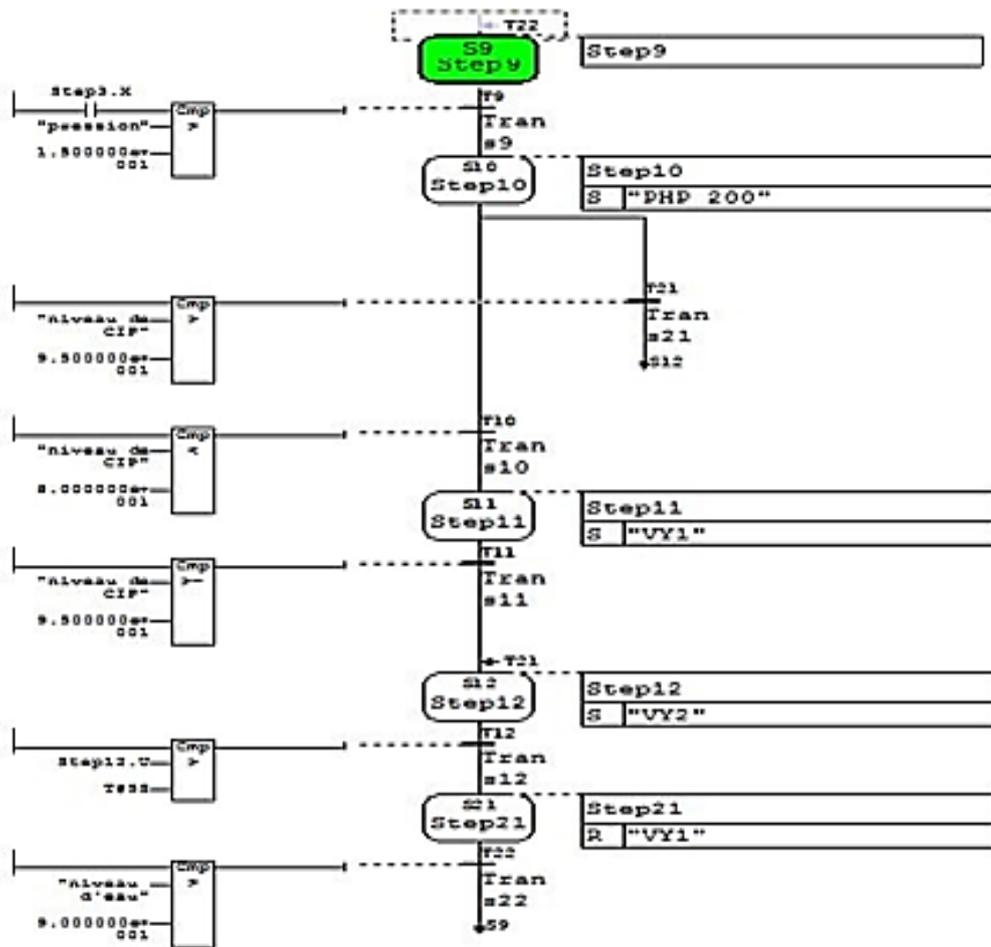
Démarrage de la pompe d'alimentation de l'eau brute



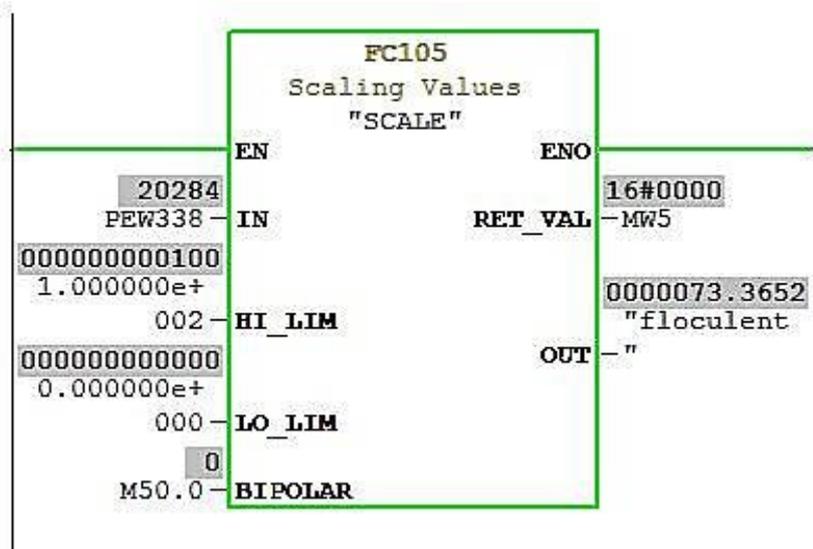
GRAFCET de premier esclave de la station (prétraitement)



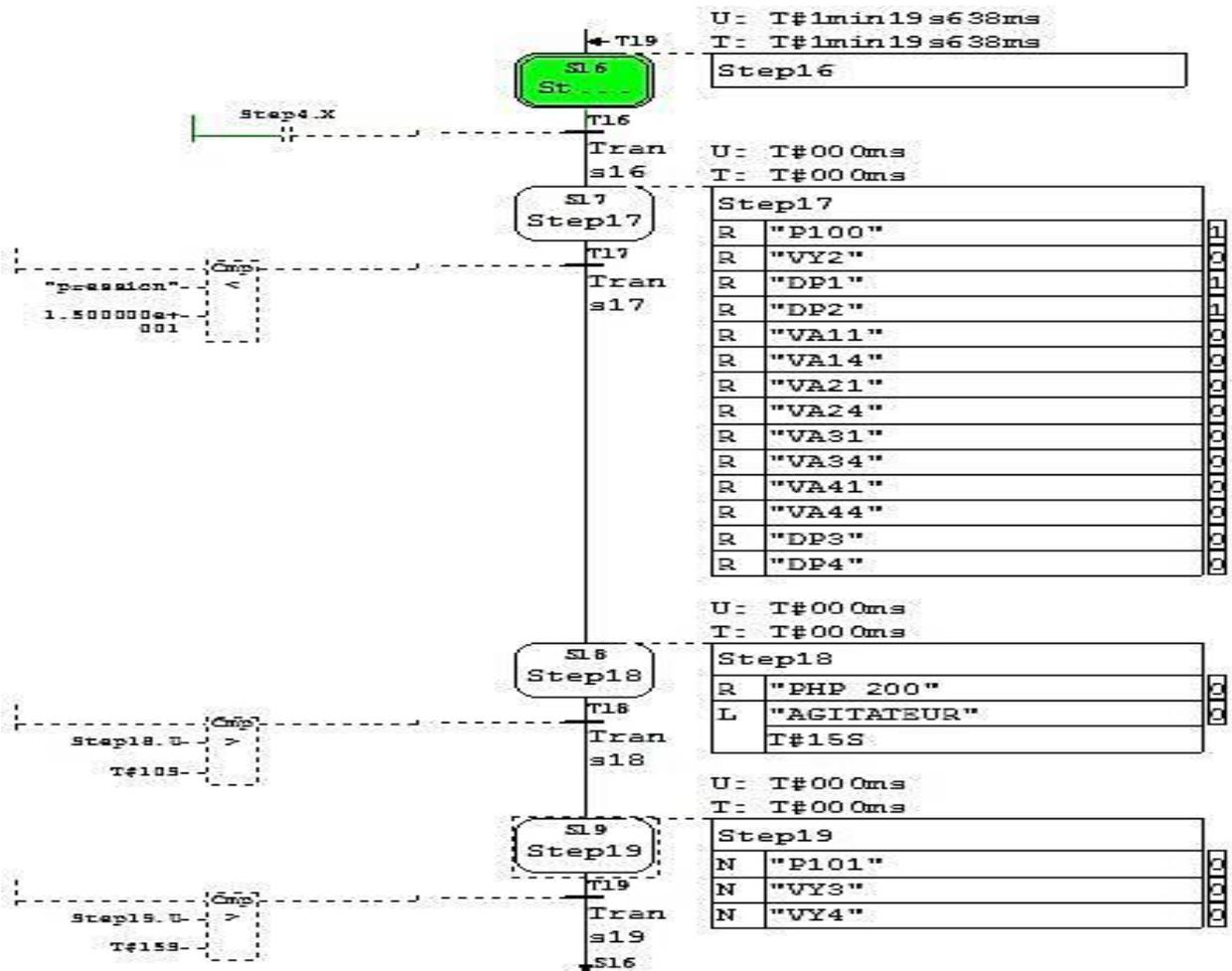
Démarrage de la pompe de contre lavage.



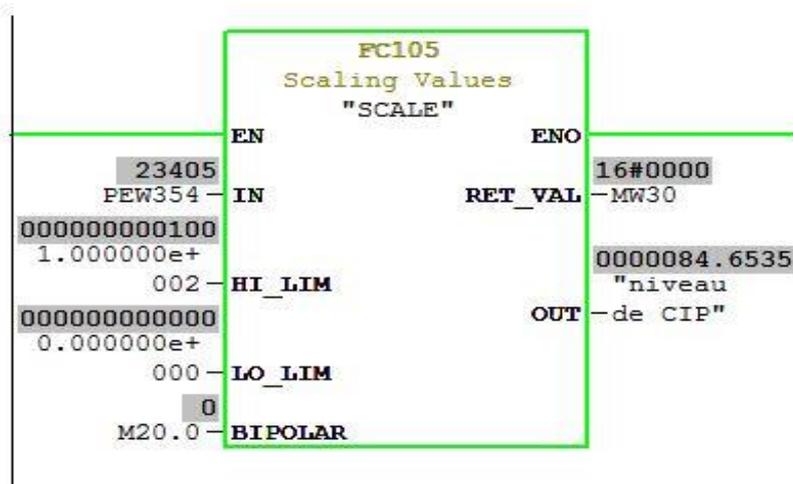
GRAFCET de deuxième esclave de la station (traitement)



Mise à l'échelle de niveau floculent



GRAFNET de troisième esclave de la station (alimentation en eau osmosé)



Mise à l'échelle de niveau CIP

Résumé

Le présent document est donc établi dans le but d'effectuer une étude, Consiste à contribution à l'automatisation et supervision d'une station de traitement d'eau, au sein du complexe CEVITAL, Unité TCHINA EL-KSEUR, pour atteindre notre objectif, nous avons commencés par prendre connaissance de l'installation, puis identifier les éléments et ses constituants.

Nous avons essayé de porter un plus pour cette unité, en éliminant les tâches répétitives de l'ouvrier qui travaille au niveau du forage (fonctionnement de la pompe d'une manière manuelle), et de la rendre fonctionne d'une manière autonome. Puis nous avons opté pour faire une supervision de la station afin la commander à distance et de la superviser.

Abstract

This document is therefore established for the purpose of carrying out à study, Consists of the contribution to the automation and supervision of à water station, within the complex CEVITAL, TCHINA EL-KSEUR unit, to achieve our objective, we have started by getting acquainted with the installation, then identify the éléments and its consitituents.

We have tried to carry a plus for this station, éliminating the repititive tasks of the worker working at the borehole (pump opération in a manual way), and to make it work in autonomous way. Then we opted to supervise the station in order to remotely control and supervise it.