

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE



Mémoire

de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Automatique

Thème

*Automatisation d'une station de
traitement des effluents*

Réalisé par :

M^{elle} ANNIBA Ourdia

M^{elle} BOUSSENOU Tassadit

M^{elle} AIT HOCINE Ferroudja

Proposé par :

M^r D.AIT SLIMANE

Dirigé par :

M^r A.DIRAMI

Promotion 2008

Notre stage de fin d'études est effectué au niveau de l'unité cuisson de l'ENIEM

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le courage de réaliser ce travail.

Nos chères familles, merci pour votre soutien affectif et financier tout en long de nos études.

Nous adressons tout d'abord nos sincères remerciements à Mr M. CHARIF d'avoir bien voulu

nous aider à réaliser ce travail. Sa présence quotidienne et ses conseils judicieux qui nous a permis de surmonter beaucoup de difficultés.

Nos vifs remerciements vont à notre promoteur Mr A. DIRAMI qui a accepté de nous encadrer et de nous orienter.

Nous remercions également toute l'équipe de maintenance notamment Mr D. AIT SLIMANE

et Mr K. TAIBI, pour leurs prestigieux conseils.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements aux membres jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

En fin, nous tenons à remercier Mr N. AIT HAMOUDA et Mr M. LAZRI.

Dédicaces

Ce modeste travail, je le dédie à mes très chers parents.

A mes frères AMAR, MOHAND et RAMDANE.

A mes sœurs FERROUDJA, DAHBIA et LYNDIA

A mes proches et à toute ma famille.

A tous mes ami(e)s.

OURDIA

Dédicaces

Ce modeste travail, je le dédie à ma très chère mère.

À la mémoire de mon père.

À mes frères REZAK, HAMID et BOUKHALFA.

À ma sœur NADIA.

À tout mes ami(e)s en particulier SOFIANE et RAHMANE.

FERROUDJA

Dédicaces

Ce modeste travail je le dédie tout d'abord à mes chers parents.

A mes frères RACHID et SAMIR,

A ma sœur FERROUDJA.

A mes très chers beaux parents, surtout ma belle mère ZOUINA

Qui n'a jamais cessé de me soutenir

A mon beau frère AMASTENE.

A mes belles sœurs ANIA et THANINA.

A mon très cher mari KHIDER,

A tous mes ami(e)s en particulier KARIMA et LYES

Tassadit

Sommaire

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

Premier Chapitre

Description de l'installation de traitement

Introduction.....	2
I .Présentation de l'installation.....	3
II. Constitution de l'installation.....	3
II .1-Partie opérative.....	3
II.1.1-Bacs de stockage des effluents	3
II.1.2-Les bacs des traitements	4
II.1.3-Bacs de stockage des réactifs.....	6
II.2-Partie commande	6
II.2.1-Les pompes	6
a) Pompes doseuses.....	7
b) Pompes centrifuges.....	7
c) Pompes à boues.....	7
II.2.2-Indicateurs de niveau.....	7
II.2.3-Electrovanne.....	8
II.2.4-Vannes.....	8
II.2.5-Sonde de Ph	8
II.2.6-Les agitateurs.....	10
III. Principe de fonctionnement.....	10
III.1-Synoptique simplifié de fonctionnement.....	11
IV. Exploitation de la station de traitement des effluents.....	12
Conclusion.....	14

Deuxième Chapitre

Fonctionnement de la station de traitement des effluents

Introduction.....	15
I. Marche et arrêt de la station de traitement des effluents.....	15
I.1-Mise en marche.....	15
I.2-Mise à l'arrêt.....	15
II. Etude détaillé des différents blocs de la station et des conditions de marche et d'arrêt de chaque actionneur.....	17
II.1.Alimentation du réacteur de déchromatation.....	17
II.1.1-Pompes de reprise des chromes dilués.....	18
II.1.2-Pompes de reprise des chromes concentrés.....	19
II.1.3-Electrovanne EV d'injection du métabisulfite vers déchromatation.....	20
II.1.4-Electrovanne EV1 d'injection d'acide vers déchromatation.....	21
II.2.Alimentation du réacteur de neutralisation 1 ^{er} étage.....	22
II.2.1-Pompes de reprise des alcalins dilués.....	23
II.2.2-Pompes de reprise des acides concentrés.....	25
II.2.3-Pompes de reprise des acides dilués.....	26
II.2.4-Pompes de reprise des alcalins concentrés.....	29
II.2.5-Electrovanne EV2acd d'injection d'acide vers neutralisation 1 ^{er} étage	30
II.2.6-Electrovanne EV1sde d'injection de soude vers neutralisation 1 ^{er} étage.....	31
II.3.Alimentation du réacteur de neutralisation 2 ^{ème} étage.....	31
II.3.1-Pompes de reprise des eluats	32
II.3.2-Electrovanne EV3acd d'injection d'acide vers neutralisation 2 ^{ème} étage	33
II.3.3-Electrovanne EV2sde d'injection de soude vers neutralisation 2 ^{ème} étage	34
II.4.Alimentation du réacteur de floculation.....	35

II.4.1-Pompes de reprise des eaux neutralisées et pompes d'injection du réactif polyelectrolyte	35
II.5.Alimentation du réacteur de décantation	37
II.5.1-Electrovanne de brassage des boues	37
II.5.2-Pompes à boues	38
III. Conditions de démarrage en mode manuel.....	39
Conclusion	39

Troisième Chapitre

Introduction au Grafcet et modélisation de l'installation

Introduction.....	41
I.Définition.....	41
II.Eléments de base du langage GRAFCET.....	41
II.1.Etapes	41
II.2.Transition	42
II.3.Réceptivité.....	42
Conclusion.....	56

Quatrième Chapitre

Programmation du procédé et simulation

I. Introduction.....	57
II. Position d'un API dans un système automatisé.....	57
II. Cycle de fonctionnement d'un automate programmable	58
IV. Critères de choix d'un API.....	58
V. Etude de l'API S7_ 300.....	58

V.1.L'API S7_300.....	58
V.2.Structure matérielle de l'API S7_300.....	59
V.3.Structure logicielle de l'API S7_300.....	60
V.3.1-Création du projet	61
V.3.2-Type de programmation	62
V.3.3-Blocs utilisés	61
V3.4-Exemple de programmation	63
V3.5-Les mnémonique.....	65
V.4.Simulation du programme de traitement des effluents.....	66
V.4.1-Définition	66
V.4.2-Exemples de simulation du programme.....	67
Conclusion	69

Cinquième Chapitre

Supervision de la station de traitement des effluents

Introduction.....	70
I. Apport de la supervision	70
I.1.Apport pour le personnel	70
I.2.Apport pour l'entreprise.....	70
II. Logiciel de supervision WinCC.....	70
III. Applications disponibles sous WinCC.....	71
III.1.Graphic designer	71
III.2.Tag logging.....	71
III.3.Alarm logging	72
III.4.Global script runtime.....	72
III.5.Report designer.....	72

IV. Supervision de la station de traitement des effluents	72
Conclusion	79

***Conclusion générale**

***Bibliographie**

***Annexes**

Le traitement des eaux usées revêt une importance dès le début des années soixante-dix, compte tenu de la préoccupation générale exprimée partout dans le monde par les organisations écologiques, face aux problèmes de pollution de l'environnement humain. Cela a sensibilisé les responsables à imposer des normes environnementales aux industriels. Ce qui a conduit à la construction d'installation automatisée pour traitement des eaux usées.

Les progrès de l'électronique et de l'informatique, ont donné naissance à l'automate programmable industriel (API). Qui peut s'adapter et de s'intégrer dans un processus industriel.

Il peut accomplir des tâches plus complexes, mais aussi de traitement de données, de circulation d'informations et de simulation.

C'est cette philosophie que l'entreprise national des industries électroménagères(ENIEM) compte appliquer, dans le but d'atteindre ses objectifs et d'assurer son existence, en procédant à l'automatisation de ses chaînes de production et de traitement.

Dans ce cadre, les responsables du département maintenance de l'unité cuisson de l'ENIEM nous ont confié l'automatisation d'une station de traitement des effluents à base d'un API S7-300 de la firme SIEMENS.

Notre travail se divise en cinq chapitres :

Le premier chapitre consiste l'étude des différentes parties de procédé.

Le chapitre deux est consacré à la description générale du fonctionnement du procédé.

Le chapitre trois est réservé à la modélisation du procédé par grafcet.

Le quatrième chapitre comporte le programme de commande développé, et sa validation à l'aide de simulateur S7_PLCSIM.

Le dernier chapitre est consacré à la supervision de la station.

Introduction :

La pollution du milieu naturel est due aux rejets industriels dont les conséquences sont indésirables. Afin d'écartier les conséquences de pollution, les eaux usées sont traitées dans des stations de traitement avant d'être rejetées dans la nature.

L'unité cuisson dispose d'une station destinée à traiter les effluents industriels provenant des traitements de surface des cabines de production.

La collecte des effluents à partir des ateliers émetteurs de pollution est réalisée en gravitaire par un réseau spécialisé comportant sept lignes :

1. Bains usés chromés concentrés.
2. Eaux de rinçage chromées diluées.
3. Bains usés alcalins concentrés.
4. Eaux de rinçages alcalines diluées.
5. Bains usés acides concentrés.
6. Eaux de rinçages acides diluées.
7. Eluats de régénération.

Les réseaux spécialisés de collecte alimentent séparément les fosses terminales dites tampons situées dans le bâtiment de traitement.

A partir de ces stockages régulateurs, les effluents sont repris par pompes centrifuges ou doseuses et envoyés aux divers stades de traitement nécessaires :

- Les lignes 1 et 2 vers déchromatation.
- Les lignes 3, 4,5 et 6 vers neutralisation 1^{ère} étage.
- La ligne 7 vers neutralisation 2^{ème} étage.

Les traitements préalables consistent :

- pour les rejets contenant du chrome en un traitement de déchromatation par réduction du chrome hexavalent en chrome trivalent en milieu acide à l'aide de métabisulfite de sodium, puis passage en gravitaire vers la neutralisation 1^{ère} étage.
- pour les rejets contenant des acides ou bases en une neutralisation dans un 1^{er} étage par auto-neutralisation par mélange et addition de soude ou d'acide sulfurique.

Les traitements complémentaires communs consistent pour la totalité des effluents en :

- une neutralisation finale (2^{ème} étage) (passage en gravitaire du 1^{er} étage au 2^{ème} étage).
- une floculation par addition d'un adjuvant de floculation.
- une décantation sur décanteur lamellaire assurant la séparation des eaux traitées dirigées vers l'exutoire et des boues envoyées sur lits de séchage.

I. Présentation de l'installation [1]

L'installation de traitement est une station qui traite les effluents usés des différentes cabines de production.

Le traitement est réalisé par une chaîne composée d'actionneurs, capteurs, pré-actionneurs qui constituent la partie commande du système assurée par une logique câblée.

II. Constitution de l'installation

L'installation comme le montre la figure I.1 se compose de deux parties : partie opérative et partie commande :

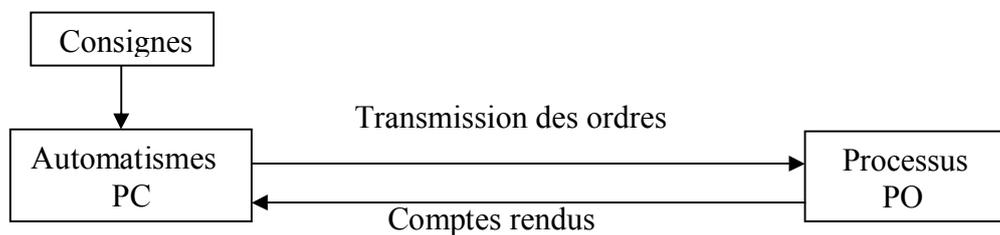


Figure I.1 : constitution de l'installation

II.1- Partie opérative :

Elle illustre le fonctionnement de l'installation et la manière dont les éléments principaux sont disposés pour atteindre le but qui leur a été assigné.

II.1.1-Bacs de stockage des effluents :

Stockages des eaux de rinçage alcalines diluées :

- Une cuve de stockage de 41 m³.
- Cinq niveaux à flotteurs (bas - haut 1 - haut2 - haut3 - très haut alarme).
- Quatre pompes centrifuges (auto-amorçantes et anti-corrosives de reprise : Trois en service et l'autre de secours).

Note : réseau de refoulement vers neutralisation 1 ère étage.

Stockages des bains concentrés acides

- Une cuve de stockage de 35 m³.
- Trois à flotteurs (bas - haut1 - très haut alarme).
- Deux pompes centrifuges (anti-corrosives et auto-amorçantes: l'une en service et l'autre de secours).

Note: réseau de refoulement vers neutralisation 1 ère étage.

Stockages des éluats :

- Une cuve de stockage de 50 m³.
- Trois niveaux à flotteurs (bas - haut1 - très haut alarme).
- Deux pompes centrifuges (anti-corrosives et auto-amorçantes : l'une en service et l'autre de secours).

Note : réseau de refoulement vers neutralisation 2^{ème} étage.

Stockages des eaux de rinçage acides diluées :

- Une cuve de stockage de 49.5 m³.
- Cinq niveaux à flotteurs (bas - haut 1 - haut2 - haut3 - très haut alarme).
- Quatre pompes centrifuges (auto-amorçantes et anti-corrosives de reprise : trois en service et une de secours).

Note : réseau de refoulement vers neutralisation 1^{er} étage.

Stockage des eaux de rinçage chromées diluées :

- Une cuve de stockage de 21.5 m³.
- Quatre niveaux à flotteurs (bas - haut1 - haut2 - très haut alarme).
- Trois pompes centrifuges (anti-corrosives et auto-amorçantes : deux en service et une de secours).

Note : réseau de refoulement vers déchromatation.

Stockage des bains usés alcalins concentrés :

- Une cuve de stockage de 43 m³.
- Trois niveaux à flotteurs (bas- haut1-très haut alarme).
- Deux pompes centrifuges (anti-corrosives et auto-amorçantes : l'une en service et l'autre de secours).

Note : réseau de refoulement vers neutralisation 1^{er} étage.

Stockage des bains usés chromes concentrés :

- une cuve de stockage de 12 m³.
- Trois niveaux à flotteurs (bas - haut1 - très haut alarme).
- Deux pompes volumétrique (anti-corrosives, doseuses : une en service et l'autre de secours).

Note: réseau de refoulement vers déchromatation.

II.1.2-Les bacs des traitements :**Déchromatation**

Bac de traitement de 2 m³ équipé des éléments suivants :

- Un électro-agitateur.
- Une chaîne de mesure de PH et redox.
- Un réseau d'alimentation de réactif (acide sulfurique pour correction du PH).

- Un réseau d'alimentation de réactif (métabisulfite pour correction potentiel redox).
- Un réseau d'alimentation en chromes dilués à partir du pompage.
- Un réseau d'alimentation en chromes concentrés à partir du pompage.

Neutralisation

Bac de traitement neutralisation 1er étage de 16 m3 équipé des éléments suivants :

Un électro-agitateur.

Une chaîne de mesure de pH et redox.

Les réseaux d'alimentation sont : alcalins dilués, alcalins concentrés, acides dilués, acides concentrés, éluats.

Bac de traitement neutralisation 2ème étage de 16 m3 équipé des éléments suivants :

Un électro-agitateur.

Une chaîne de mesure de pH.

Floculation_Décantation

Bac de pompage des eaux neutralisées 13.5 m3 équipé des éléments suivants :

- Cinq niveaux à flotteurs (bas - haut 1 - haut2 - haut3 - très haut alarme).
- Quatre pompes centrifuges anticorrosives de reprise (Trois en service et l'autre de secours)

Bac de floculation de 2 m3 équipé d'un électro-agitateur.

Décanteur lamellaire équipé des éléments suivants :

- Une chambre de réaction avec alimentation tangentielle et sortie par surverse équipé d'une vanne d'extraction manuelle des boues.
- Un séparateur lamellaire composé de :
 - Huit caissons séparateurs à lames minces, montés sur armatures en acier inoxydable.
 - Un ensemble d'extraction automatique des boues.

Pompage des boues

Bac de pompage des boues de 10 m3 équipé des éléments suivants :

- Trois niveaux à flotteurs (bas - haut1 - très haut alarme).
- Deux pompes centrifuges immergées (une en service et l'autre de secours).

Note : réseau de refoulement vers le lit de séchage.

- Six lits de séchage de surface 85 m2 et avec vanne manuelle pour admission des boues (un en service et cinq en attente).

Note : réseau de refoulement vers le bac de pompage des eaux neutralisées.

II.1.3-Bacs de stockage des réactifs :

Métabisulfite du sodium

Deux bacs de stockage et de préparation de volume unitaire 1 m³ sont utilisés. Ils sont équipés de :

- Un électro-agitateur sur chaque bac.
- Un système d'injection en écoulement gravitaire (vers déchromatation), constitué par une vanne automatique pilotée par le régulateur de la chaîne de mesure redox-déchromatation.
- Un détecteur de niveau bas.

Acide sulfurique

Deux bacs de stockage et préparation de volume unitaire 3 m³ .Ils sont équipés de :

- Un système d'injection en écoulement gravitaire (vers déchromatation, neutralisation 1er étage, Neutralisation 2^{ème} étage), constitué de trois vannes automatiques pilotées par le régulateur de la chaîne de mesure pH et redox.
- Un détecteur de niveau bas.

Soude

Deux bacs de stockage de volume 3 m³. Ils sont équipés de :

- Un système d'injection à écoulement gravitaire (vers neutralisation 1 et 2) à partir des bacs de stockage, constitué de deux vannes automatiques pilotées par le régulateur de chaque chaîne de mesure de régulation pH.
- Un détecteur de niveau bas.

Poly-électrolyte

Deux bacs de stockage et préparation de volume 1m³ .Ils sont équipés de :

- Un électro- agitateur de brassage sur chaque bac.
- Quatre pompes volumétriques de dosage et transfert de la dispersion de flocculant (Trois en service et l'autre de secours)
- Un détecteur de niveau bas.

II.2-Partie commande

C'est un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés au processus en fonction des comptes rendus venant du processus et des consignes qu'il reçoit en entrée.

II.2.1-Les pompes :

Les pompes sont des machines destinées à accroître l'énergie des liquides pompés en vue de provoquer leur déplacement dans les circuits comprenant le plus souvent une élévation de niveau ou de pression.

a) Pompes doseuses

Les pompes doseuses sont des pompes dont lesquelles l'accroissement d'énergie du liquide est réalisé dans des chambres dont le volume augmente (phase d'aspiration) et diminue (Phase de refoulement) de telle sorte que l'écoulement procède par volume engendrés successifs. La variation du volume est obtenue soit par un mouvement alternatif, soit par une rotation continue du moteur.

La pompe utilisée est de type PP10- 55 SIMPLEX entraînée par un moteur triphasé de 1500 tr/mn ; 220/380 V et de fréquence de 50Hz pour les chromes concentrés.

b) Pompes centrifuges

Les pompes centrifuges sont des pompes monocellulaires réalisées en matériau résistant aux liquides les plus agressifs et équipées de bagues d'étanchéité aux exigences toujours croissantes. Ce sont des machines tournantes destinées à accroître et à transformer l'énergie du liquide par passage dans un aubage appelé « roue ».

Types de pompes utilisées :

Pompes	Débit	Vitesse	tension	fréquence	Effluents
HMP-N 32 /125-E3/3	14m ³ /h	2900tr/mn	220/380v	50HZ	Alcalins dilués
HMP-S 25/100-E3/5	2m ³ /h	2900tr/mn	220/380v	50HZ	Acides concentrés
HMP-N 25/100-E3/1	4m ³ /h	2900tr/mn	220/380v	50HZ	Eluats
HMP-N 32/125-E3/3	10m ³ /h	2900tr/mn	220/380v	50HZ	Acides dilués
HMP-N 25/100-E3/1	5m ³ /h	2900tr/mn	220/380v	50HZ	Chromes dilués
HMP-N 25/100 ^E 3/5	3m ³ /h	2900r/mn	220/380v	50HZ	Alcalins concentrés

c) Pompes à boues :

Elles sont conçues pour pomper les eaux d'égout et au liquide contenant les particules pleines, exemple : milieu de boues.

II.2.2- Indicateur de niveau :

L'indicateur de niveau est un dispositif destiné à détecter le niveau des liquides dans les différentes cuves. C'est un interrupteur de niveau à mercure enfermé dans une enveloppe en matière plastique librement suspendue à la hauteur exactement désirée au bout d'un câble.

Les flotteurs utilisés sont de type ENH-10 avec une capacité de rupture 250V-10A et 380V-6A et une température de service entre 0°C et 50°C.

II.2.3-Electrovanne :

C'est un actionneur électromagnétique tout ou rien. Elle permet au fluide de circuler dans un circuit hydraulique ou pneumatique. Elle est constituée d'un corps de vanne où circule le fluide et munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile qui vient agir sur l'orifice de passage. Le déplacement du noyau permet ou non le passage du fluide. Le champ de pression dépend directement de la bobine. Le bobinage doit être alimenté d'une manière continue pour maintenir le noyau attiré.

Les électrovannes utilisées sont de types : 330-c

II.2.4-Vannes :

A commande magnétique de type :

-vanne papillon gamma v711.

- vanne d'isolement qui sont des robinets à bille de type 342.

II.2.5-Sonde de pH :

La sonde de pH est un appareil de mesure destiné à mesurer la valeur du pH dans le cas de la neutralisation. Elle contrôle l'état des effluents. En cas d'acidité (pH<5,5), l'électrovanne commandée injecte une base dans la cuve et inversement, dans le cas de basicité (pH>8,5), l'injection d'acide s'enclenche.

Définition du pH :

PH, grandeur mesurant la concentration des ions hydrogène dans une solution. C'est une mesure de l'acidité de la solution. Par définition, le pH, « le poids de l'hydrogène », est l'opposé du logarithme de la concentration des ions H⁺ (protons) : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, [H⁺] étant la concentration des ions H⁺ en moles/litre.

Principe de mesure :

La mesure de pH est liée au couple redox qui fait intervenir les protons et l'hydrogène :



Le potentiel s'exprime par : $E_2 = -59,1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{pH}$

Le potentiel pris par une électrode baignant dans un flux d'hydrogène à la pression atmosphérique est donc proportionnel à l'opposé du PH de la solution. Le facteur de proportionnalité est -59,1mv par unité PH.

L'électrode de mesure de PH :

La première électrode de mesure de pH basée sur le même principe de fonctionnement que les électrodes actuelles fut décrite en 1909 par Haber. Ce dernier avait constaté que certains types de verre, de composition définie, étaient légèrement conducteurs d'électricité et que dans ce cas, le potentiel qui s'établissait à l'interface entre une membrane constituée d'un tel verre et une solution aqueuse dépendait de l'acidité de cette dernière, suivant l'équation de Nernst.

$$E = E_0 + (RT/F) \log ah^+$$

- ah^+ représente l'activité en ions H^+ de la solution étudiée.

-F est la constante de Faraday : 96493 coulombs.

-T est la température absolue.

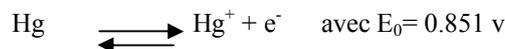
-R est la constante des gaz parfaits.

Les électrodes de référence :

Les plus courantes sont les électrodes au calomel $Hg(s)/Hg_2Cl_2(s)/KCl(aq)$

L'électrode de référence au calomel est l'électrode de référence la plus généralement utilisée. Elle est constituée d'un corps en verre rempli d'une solution saturée de chlorure de potassium. Ce corps est fermé à son extrémité inférieure par un diaphragme de céramique poreuse qui permet un contact direct avec la solution à étudier et établit ainsi une liaison électrique.

Le calomel est le chlorure de mercure : Hg_2Cl_2



Son potentiel est : $E = E_0 - 0.58 \log [Cl^-]$

E_0 : Est le potentiel standard ou normal de l'électrode utilisée, en association avec une électrode de référence de type donné.

Le potentiel pris par l'électrode dépend uniquement de la concentration en ions chlorures. Le potentiel de l'électrode au calomel est donc fixé par la concentration de la solution tampon dans laquelle elle baigne : concentration molaire, ou saturée de chlorure de potassium : KCl.

- Électrodes au chlorure d'argent : $Ag(s) / AgCl(s) / KCl(aq)$.



Avec $[Ag^+], [Cl^-] = K_s$

La figure I.2 représente un exemple d'électrode

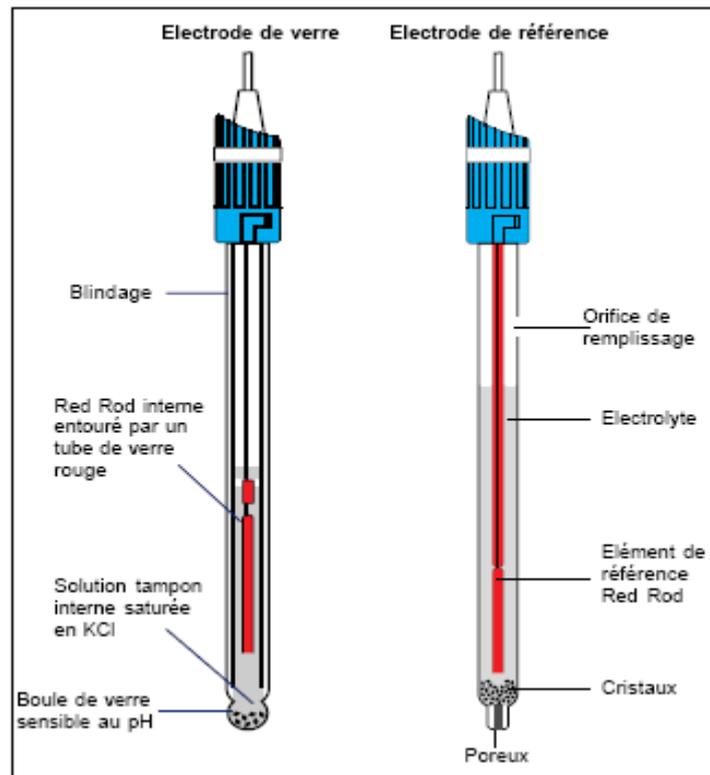


Figure I .2: Exemple d'électrode

II.2.6-Les agitateurs :

Un agitateur ou malaxeur est un dispositif utilisé pour malaxer et homogénéiser les effluents au cours de leur traitement.

Les agitateurs utilisés sont de type VHC-E

II. Principe de fonctionnement de l'installation :

L'installation est destinée au traitement des effluents des cabines de dégraissage, peinture, zingage, chromage et déminéralisation, selon un processus de traitement bien défini.

III.1- Synoptique simplifié de fonctionnement :

Le schéma synoptique de la procédure de traitement est donné par la figure I.3 :

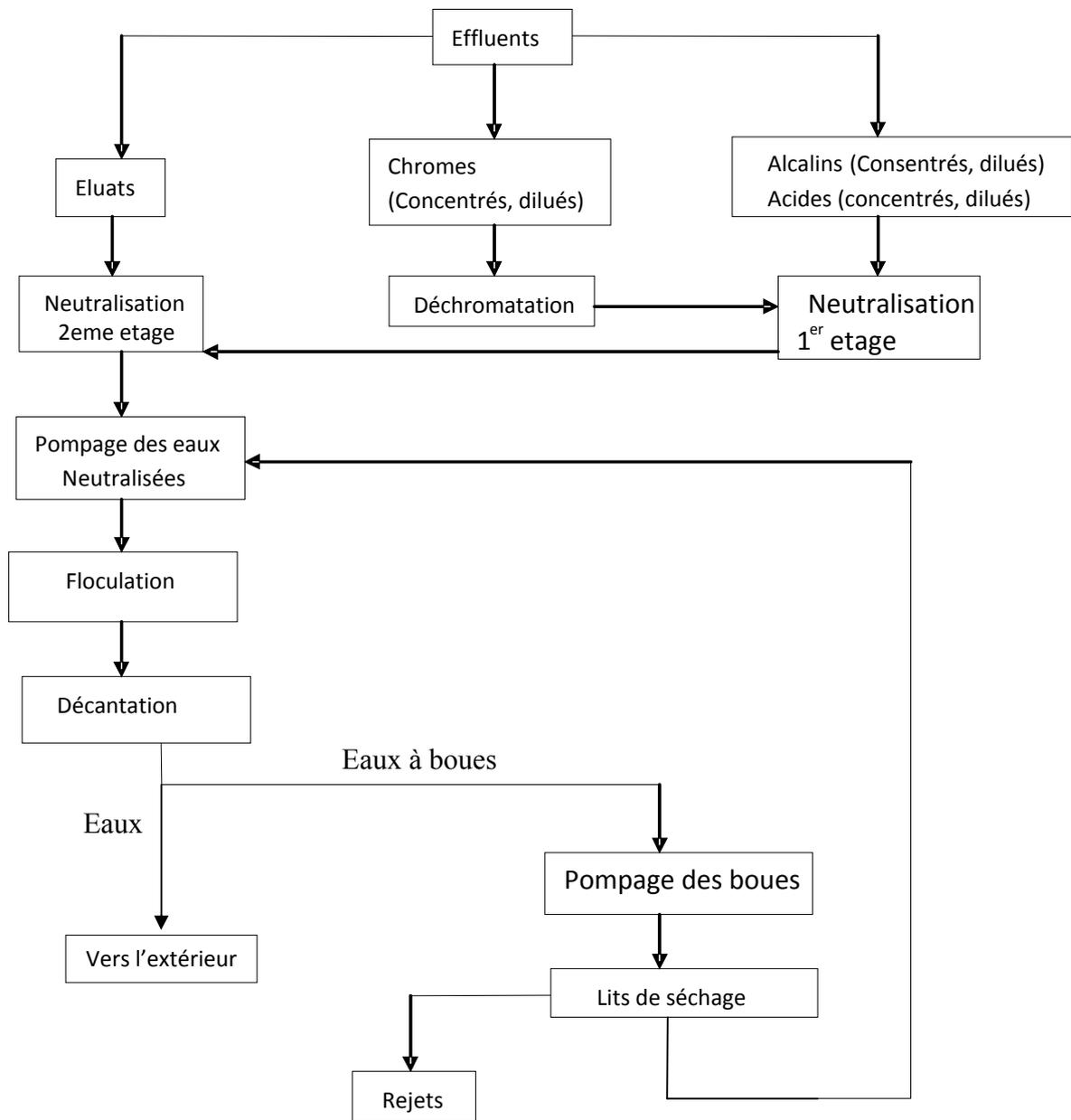


Figure I .3 : Le schéma synoptique de la procédure de traitement

IV.- Exploitation de la station de traitement des effluents :

L'unité génère des quantités importantes de rejets provenant du dégraissage, peinture, chromage, zingage et déminéralisation (Eluats).

Les règles environnementales imposent un traitement de ces rejets, avant la mise en égout pour empêcher des dégâts par pollution de la nature.

Pour faire face à cette obligation, l'entreprise dispose d'une installation de traitement des effluents. Ce processus de traitement se décompose en :

- Relevage des effluents par pompes.
- Mesure de pH.
- Déchromatation.
- Neutralisation (1^{er} étage et 2eme étage).
- Flocculation - décantation.
- Pompage des boues.
- Séchage des boues.

Relevage des effluents par pompe

Les effluents	Les pompes utilisées pour le relevage
Alcalins dilués	Quatre pompes, trois en service et l'autre de secours (P01, P02, P03, P04)
Acides concentrés	Deux pompes, l'une en service et l'autre de secours (P05, P06)
Chromes dilués	Trois pompes, deux en service et l'autre de secours (P07, P08, P09)
Chromes concentrés	Deux pompes, une en service et l'autre de secours (P10, P11)
Acides dilués	Quatre pompes, trois en service et l'autre en secours (P12, P13, P14, P15)
Alcalis concentrés	Deux pompes, une en service et l'autre de secours (P16, P17)
Eluats	Deux pompes, une en service et l'autre de secours (P18, P19)

Mesure de PH :

La chaîne de contrôle de PH se compose de :

- Une sonde de mesure de type TF 856 (modèle 8344 2T).
- La sonde utilisée pour la déchromatation est équipée d'électrode de verre 8404S, d'électrode de référence 8444S, d'électrode de platine 8444S.
- La sonde utilisée pour la neutralisation est équipée d'électrode de verre 8404S, d'électrode de référence 8444S.
- Un convertisseur de mesure pH/redox, avec régulateur incorporé de type MonecA TF 8960.

Déchromatation :

C'est le traitement physico-chimique de réduction des sels de chrome hexavalent toxique en chrome trivalent moins toxique et précipitable en hydroxyde de chrome. La réduction du

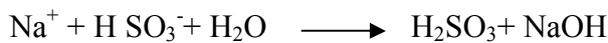
chrome hexavalent présent dans des déchets liquides (exemple : bains de traitement de surface) en chrome trivalent (moins toxique) par ajout de réactifs tel que le métabisulfite de sodium permet une précipitation sous forme d'hydroxydes.

Réaction chimique :

Hydrolyse de metabisulfite



Dissociation du bisulfite



Réduction de Cr^{+6} en milieu acide par le métabisulfite



Cette réaction est quantitative et non réversible que si on a un excès d'acide et un excès de métabisulfite.

La mesure de pH est spécifiée entre 2 à 2,5 ; et le potentiel redox entre +150mv à +300mv.

Note : La plage de mesure de pH déchromatation est : 2 ————— 3 (unités de pH).
La plage de mesure d'EH déchromatation est : 200 ————— 300 (mV).

Neutralisation :

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH à une valeur fixée en fonction des besoins. Dans l'installation on a :

- * La neutralisation 1ère étage qui est un traitement de précorrection du pH, effectué par injection de l'acide ou de la soude.
- * La neutralisation 2ème étage c'est pour ramener les effluents à pH optimum.

Note : La plage de mesure de pH neutralisation 1^{ère} étage et 2^{ème} étage est : 6.5 ————— 8.5 (unités de pH)

Floculation - décantation :

- addition d'un adjuvant de floculation (floculant organique) pour coagulation des matières en suspension.
- Décantation des matières en suspension et séparation (essentiellement sous forme de précipités d'hydroxydes) des effluents traités et des boues produites, dans un décanteur préfabriqué lamellaire.

Pompage des boues :

Pompage des boues provenant du décanteur lamellaire afin d'alimenter les lits de séchage.

Séchage des boues :

Egouttage des eaux sur lits filtrants (association filtration et évaporation) conduisant à un résidu prêt pour enlèvement par ENIEM vers une décharge agréée.

Conclusion :

Nous avons consacré ce chapitre à la présentation des différents éléments de la station afin de se familiariser au fonctionnement du processus de traitement. Nous relevons que dans le processus interviennent des asservissements de pH et de niveau.

Introduction :

Après la description générale de la station qui était le sujet du chapitre précédent ; nous consacrons celui-ci à l'étude de fonctionnement des automatismes de cette dernière, cela implique une association étroite de l'observation, d'analyse fonctionnelle et aussi la prise en compte des facteurs influant sur le fonctionnement de chaque élément de l'installation.

I. Marche et arrêt de la station de traitement des effluents :**I.1. Mise en marche :**

Les étapes à suivre pour la mise en marche sont :

- S'assurer de la présence des réactifs.
- Mettre l'armoire de commande sous tension et s'assurer la présence de courant.
- Mettre les commutateurs des agitateurs déchromatation AG1, neutralisation 1^{er} étage AG2, neutralisation 2^{ème} étage AG3 et floculation AG4 en position marche.
- Mettre tous les autres commutateurs en position marche.
- Vérification hebdomadaire, systématique d'absences des fuites ou suintements sur les pompes, réseaux et robinetterie.
- Ouvrir le circuit d'alimentation des effluents.

I.2. Mise à l'arrêt :

La mise à l'arrêt de la station se fait selon les étapes suivantes :

- Arrêter toutes les arrivées d'effluents dans les fosses de reprise.
- Coupure du courant depuis le sectionneur générale.
- S'assurer par une inspection générale que tous les équipements sont en ordre.

La figure suivante montre le schéma synoptique de la station :

II. Etude détaillée des différents blocs de la station et des conditions de marche et d'arrêt de chaque actionneur

II.1. Alimentation du réacteur de déchromatation

La figure II.1 représente la partie déchromatation.

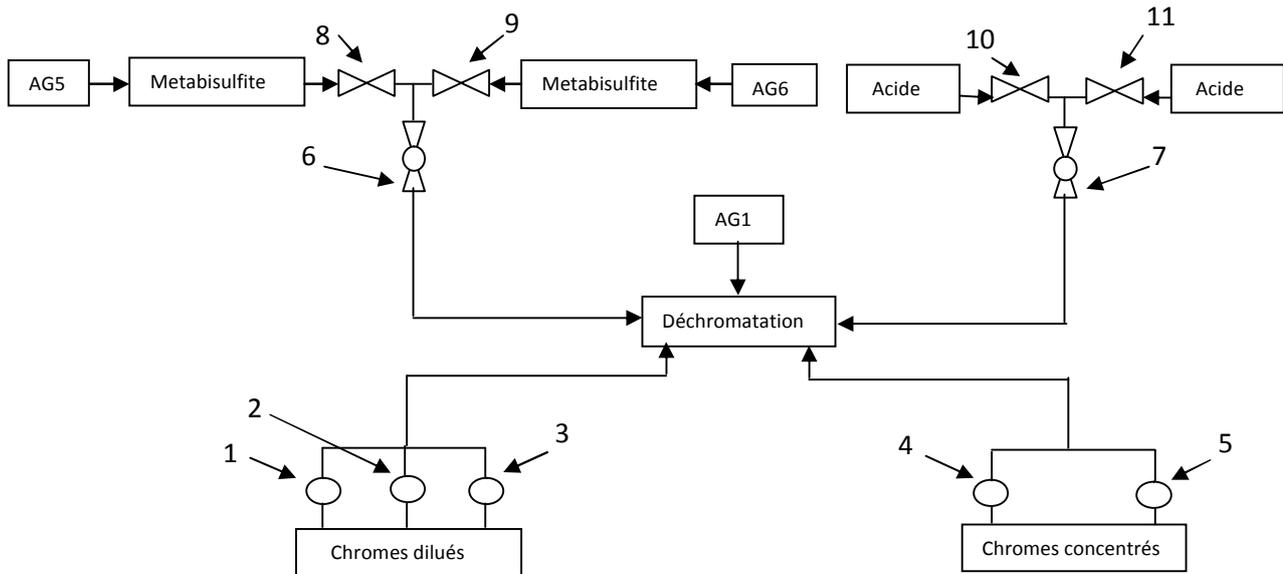


Figure II.1 : Alimentation du réacteur de déchromatation

1. Pompe de reprise des chromes dilués (P07)
2. Pompe de reprise des chromes dilués (P08)
3. Pompe de reprise des chromes dilués (P09)
4. Pompe de reprise des chromes concentrés (P10)
5. Pompe de reprise des chromes concentrés (P11)
6. Electrovanne d'injection du metabisulfite (EV)
7. Electrovanne d'injection d'acide sulfurique (EV1acd)
8. Vanne d'isolement du réactif metabisulfite (V 1)
9. Vanne d'isolement du réactif metabisulfite (V 2)
10. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 3)
11. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 4)

Pour la procédure de déchromatation, le réacteur est alimenté par les pompes de reprise des chromes concentrés et des chromes dilués.

Les électrovannes permettent l'injection des réactifs :

- Metabisulfite par EV.

-Acide sulfurique par EV1acd

II.1.1. pompes de reprise des chromes dilués :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_2 (P07/P08/P09), S2_2 (P08/P09/P07) et S3_2 (P09/P07/P08).

a) Conditions de démarrage des pompes P07, P08 et P09 en mode auto :

- Le sélecteur sur la position S1_2 :

Marche de P07 :

- Commutateur de la pompe P07 sur la position marche.
- Agitateur de déchromatation AG1 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des chromes dilués (NH1_2) fermé.

Marche de P08 :

- Commutateur de la pompe P08 sur la position marche.
- P07 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des chromes dilués (NH2_2) fermé.

Marche de P09 :

- Commutateur de la pompe P09 sur la position marche.
- P07 et P08 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des chromes dilués (NHA_2) fermé.

- Le sélecteur sur la position S2_2 :

Marche de P08 :

- Commutateur de la pompe P08 sur la position marche.
- Agitateur de déchromatation AG1 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des chromes dilués (NH1_2) fermé.

Marche de P09 :

- Commutateur de la pompe P09 sur la position marche.
- P08 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des chromes dilués (NH2_2) fermé.

Marche de P07 :

- Commutateur de la pompe P07 sur la position marche.
- P08 et P09 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des chromes dilués (NHA_2) fermé.

- Le sélecteur sur la position S3_2 :

Marche de P09 :

- Commutateur de la pompe P09 sur la position marche.
- Agitateur de déchromatation AG1 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des chromes dilués (NH1_2) fermé.

Marche de P07 :

- Commutateur de la pompe P07 sur la position marche.
- P09 en marche.
- Contact de niveau haut 2 du bac des chromes dilués (NH2_2) fermé.

Marche de P08 :

- Commutateur de la pompe P08 sur la position marche.
- P07 et P09 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des chromes dilués (NHA_2) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P07, P08 et P09 en mode auto :

- Contact de niveau bas du bac des chromes dilués (NB_2) fermé.
- Défaut de pH déchromatation X1.
- Défaut d'EH déchromatation X2.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.1.2. pompes de reprise des chromes concentrés :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_1 (P10/P11) et S2_1 (P11/P10).

a) Conditions de démarrage des pompes P10 et P11 en mode auto :

- Le sélecteur est sur la position S1_1 :

Marche de P10 :

- Commutateur de la pompe P10 sur la position marche.
- Agitateur de déchromatation AG1 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des chromes concentrés (NH1_1) fermé.

Marche de P11 :

- Commutateur de la pompe P11 sur la position marche.
- P10 en marche
- Contact de niveau haut alarme du bac des chromes concentrés (NHA_1) fermé.

- Le sélecteur est sur la position S2_1 :

Marche de P11 :

- Commutateur de la pompe P11 est sur la position marche.
- Agitateur de déchromatation AG1 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des chromes concentrés (NH1_1) fermé.

Marche de P10 :

- Commutateur de la pompe P10 sur la position marche.
- P11 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des chromes concentrés (NHA_1) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P10 et P11 en mode auto :

- Contact de niveau bas NB1_1 fermé.
- Défaut de pH déchromatation X1.
- Défaut d'EH déchromatation X2.

- Arrêt d'urgence ARU.

II.1.3. L'électrovanne EV d'injection du metabisulfite vers déchromatation :

a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV en mode auto :

Marche d'EV :

- Commutateur de l'électrovanne EV sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermée (V1 ouverte et V2 fermée) ou (V2 ouverte et V1 fermée).
- Agitateurs AG5 ou AG6 en marche.
- Contacts Sd1EH et Sd2EH ouverts.
- Agitateurs AG5 et AG6 en marche.
- Agitateur AG1 de déchromatation en marche.

Arrêt d'EV :

- Contact Sd1EH fermé.
- Contact Sd2EH fermé.
- Défaut d'EH déchromatation X2.
- Contacts de niveau bas du bac1 metabisulfite (NB1M) et de niveau bas du bac2 metabisulfite (NB2M) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.1.4. L'électrovanne EV1 d'injection d'acide vers déchromatation :

a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV1acd en mode auto :

Marche d'EV1acd :

- Commutateur de l'électrovanne EV1 sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermée (V3 ouverte et V4 fermée) ou (V4 ouverte et V3 fermée).
- Contacts Sd1PH et Sd2PH ouverts.
- Agitateur AG1 de déchromatation en marche.

Arrêt d'EV1acd :

- Contact Sd1pH fermé.
- Contact Sd2PH fermé.
- Défaut de pH déchromatation X1.

- Contacts de niveau du bac 1 d'acide sulfurique (NB1A) et de niveau bas du bac 2 d'acide sulfurique (NB2A) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2. Alimentation du réacteur de neutralisation 1^{er} étage

La figure II .2 représente la partie neutralisation en 1^{ère} étage.

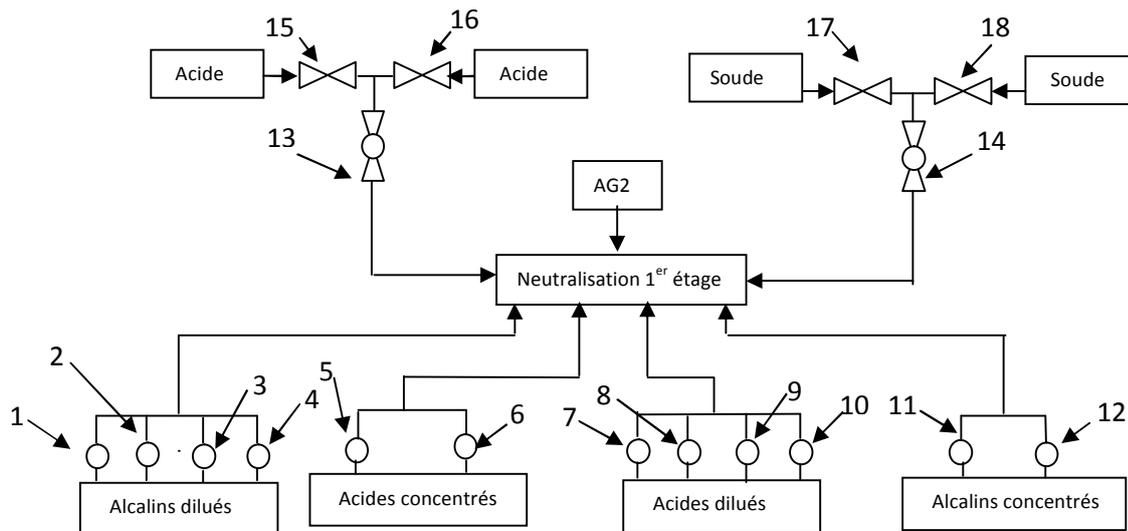


Figure II.2 : Alimentation du réacteur de neutralisation 1^{er} étage

1. pompe de reprise des alcalins dilués (P01)
2. pompe de reprise des alcalins dilués (P02)
3. pompe de reprise des alcalins dilués (P03)
4. pompe de reprise des alcalins dilués (P04)
5. pompe de reprise des acides concentrés (P05)
6. pompe de reprise des acides concentrés (P06)
7. pompe de reprise des acides dilués (P12)
8. pompe de reprise des acides dilués (P13)
9. pompe de reprise des acides dilués (P14)
10. pompe de reprise des acides dilués (P15)
11. pompe de reprise des alcalins concentrés (P16)
12. pompe de reprise des alcalins concentrés (P17)
13. Electrovanne d'injection d'acide sulfurique (EV2acd)
14. Electrovanne d'injection de soude (EV1sde)
15. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 3)
16. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 4)
17. Vanne d'isolement du réactif soude (V 5)
18. Vanne d'isolement du réactif soude (V 6)

Pour la procédure de neutralisation en 1^{er} étage, le réacteur est alimenté par les pompes de reprise des alcalins dilués, des acides concentrés, des acides dilués et des alcalins concentrés.

Les électrovannes permettent l'injection des réactifs :

- Acide sulfurique par EV2acd.
- Soude par EV1sde.

II.2.1. pompes de reprise des alcalins dilués :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_3(P01/P02/P03/P04), S2_3 (P02/P03/P04/P01), S3_3 (P03/P04/P01/P02) et S4_3 (P04/P01/P02/P03).

a) Conditions de démarrage des pompes P01, P02, P03 et P04 en mode auto :

- Le sélecteur est sur la position S1_3 :

Marche de P01 :

- Commutateur de la pompe P01 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des alcalins dilués (NH1_3) fermé.

Marche de P02 :

- Commutateur de la pompe P02 sur la position marche.
- P01 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des alcalins dilués (NH2_3) fermé.

Marche de P03 :

- Commutateur de la pompe P03 sur la position marche.
- P01 et P02 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des alcalins dilués (NH3_3) fermé.

Marche de P04 :

- Commutateur de la pompe P04 sur la position marche.
- P01, P02 et P03 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des alcalins dilués (NHA_3) fermé.

- Le sélecteur est sur la position S2_3 :

Marche de P02 :

- Commutateur de la pompe P02 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des alcalins dilués (NH1_3) fermé.

Marche de P03 :

- Commutateur de la pompe P03 sur la position marche.
- P02 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des alcalins dilués (NH2_3) fermé.

Marche de P04 :

- Commutateur de la pompe P04 sur la position marche.
- P02 et P03 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des alcalins dilués (NH3_3) fermé.

Marche de P01 :

- Commutateur de la pompe P01 sur la position marche.
- P02, P03 et P04 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des alcalins dilués (NHA_3) fermé.

- Le sélecteur est sur la position S3_3 :

Marche de P03 :

- Commutateur de la pompe P03 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des alcalins dilués (NH1_3) fermé.

Marche de P04 :

- Commutateur de la pompe P04 sur la position marche.
- P03 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des alcalins dilués (NH2_3) fermé.

Marche de P01 :

- Commutateur de la pompe P01 sur la position marche.
- P03 et P04 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des alcalins dilués (NH3_3) fermé.

Marche de P02 :

- Commutateur de la pompe P02 sur la position marche.
- P03, P04 et P01 en marche.
- Contact du niveau haut alarme du bac des alcalins dilués (NHA_3) fermé.

- Le sélecteur sur la position S4_3 :

Marche de P04 :

- Commutateur de la pompe P04 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des alcalins dilués (NH1_3) fermé.

Marche de P01 :

- Commutateur de la pompe P01 sur la position marche.
- P04 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des alcalins dilués (NH2_3) fermé.

Marche de P02 :

- Commutateur de la pompe P02 sur la position marche.
- P04 et P01 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des alcalins dilués (NH3_3) fermé.

Marche de P03 :

- Commutateur de la pompe P01 sur la position marche.
- P04, P01 et P02 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des alcalins dilués (NHA_3) fermé.

b) Conditions Les conditions d'arrêt des pompes P01, P02, P03 et P04 en mode auto :

- Contact de niveau bas du bac des alcalins dilués (NB_3) fermé.
- Défaut de pH neutralisation 1^{er} étage X3.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2.2. pompes de reprise des acides concentrés :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_5 (P05/P06) et S2_5 (P06/P05).

a) Conditions de démarrage des pompes P05 et P06 en mode auto :

- Le sélecteur est sur la position S1_5 :

Marche de P05 :

- Commutateur de la pompe P05 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac d'acides concentrés (NH1_5) fermé.

Marche de P06 :

- Commutateur de la pompe P06 sur la position marche.
- P05 en marche
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides concentrés (NHA_5) fermé.

- Le sélecteur est sur la position S2_5 :

Marche de P06 :

- Commutateur de la pompe P06 est sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{ere} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac d'acides concentrés (NH1_5) fermé.

Marche de P05 :

- Commutateur de la pompe P05 sur la position marche.
- P06 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides concentrés (NHA_5) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P05 et P06 en mode auto :

- Contact de niveau bas du bac des acides concentrés (NB_5) fermé.
- Défaut de pH neutralisation 1^{ère} étage X3.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2.3.pompes de reprise des acides dilués :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_4(P12/P13/P14/P15), S2_4 (P13/P14/P15/P12), S3_4 (P14/P15/P12/P13) et S4_4 (P15/P12/P13/P14).

a) Conditions de démarrage des pompes P12, P13, P14et P15: en mode auto :

- Le sélecteur sur la position S1_4 :

Marche de P12 :

- Commutateur de la pompe P12 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{ère} étage AG2 en marche.
- Contact du niveau 1 du bac des acides dilués (NH1_4) fermé.

Marche de P13 :

- Commutateur de la pompe P13 sur la position marche.
- P12 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des acides dilués (NH2_4) fermé.

Marche de P14 :

- Commutateur de la pompe P14 sur la position marche.
- P12 et P13 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des acides dilués (NH3_4) fermé.

Marche de P15 :

- Commutateur de la pompe P15 sur la position marche.
- P12, P13 et P14 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides dilués (NHA_4) fermé.

- Le sélecteur sur la position S2_4 :

Marche de P13 :

- Commutateur de la pompe P13 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{ère} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des acides dilués (NH1_4) fermé.

Marche de P14 :

- Commutateur de la pompe P14 sur la position marche.
- P13 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des acides dilués (NH2_4) fermé.

Marche de P15 :

- Commutateur de la pompe P15 sur la position marche.
- P13 et P14 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des acides dilués (NH3_4) fermé.

Marche de P12 :

- Commutateur de la pompe P12 sur la position marche.
- P13, P14 et P15 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides dilués (NHA_4) fermé.

- Le sélecteur sur la position S3_4 :

Marche de P13 :

- Commutateur de la pompe P13 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{ère} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des acides dilués (NH1_4) fermé.

Marche de P15 :

- Commutateur de la pompe P15 sur la position marche.
- P14 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des acides dilués (NH2_4) fermé.

Marche de P12 :

- Commutateur de la pompe P12 sur la position marche.
- P14 et P15 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des acides dilués (NH3_4) fermé.

Marche de P13 :

- Commutateur de la pompe P13 sur la position marche.
- P14, P15 et P12 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides dilués (NHA_4) fermé.

- Le sélecteur sur la position S4_4 :

Marche de P15 :

- Commutateur de la pompe P15 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des acides dilués (NH1_4) fermé.

Marche de P12 :

- Commutateur de la pompe P12 sur la position marche.
- P15 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des acides dilués (NH2_4) fermé.

Marche de P13 :

- Commutateur de la pompe P13 sur la position marche.
- P15 et P12 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des acides dilués (NH3_4) fermé.

Marche de P14 :

- Commutateur de la pompe P14 sur la position marche.
- P15, P12 et P13 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des acides dilués (NHA_4) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P12, P13, P14 et P15 en mode auto :

- Contact de niveau bas NB_4 fermé.

- Défaut de pH neutralisation 1^{er} étage X3.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2.4.pompes de reprise des alcalins concentrés :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_6 (P16/P17) et S2_1 (P17/P16).

b) Conditions de démarrage des pompes P16 et P17 en mode auto :

- Le sélecteur sur la position S1_6:

Marche de P16 :

- Commutateur de la pompe P16 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{er} étage en marche.
- Contact du niveau haut1 du bac des alcalins concentrés (NH1_6) fermé.

Marche de P17 :

- Commutateur de la pompe P17 sur la position marche.
- P16 en marche.
- Contact du niveau haut alarme du bac des alcalins concentrés (NHA_6) fermé.

- Le sélecteur sur la position S2_6 :

Marche de P17 :

- Commutateur de la pompe P17 est sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 1^{ere} étage AG2 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des alcalins concentrés (NH1_6) fermé.

Marche de P16 :

- Commutateur de la pompe P16 sur la position marche.
- P17 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des alcalins concentrés (NHA_6) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P16 et P17 en mode auto :

- Contact de niveau bas du bac des alcalins concentrés (NB_6) fermé.
- Défaut du pH neutralisation 1^{er} étage X3.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2.5. L'électrovanne EV2acd d'injection d'acide vers neutralisation 1^{ère} étage :

a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV2acd en mode auto :

Marche d'EV2acd :

- Commutateur de l'électrovanne EV2acd sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermée (V3 ouverte et V4 fermée) ou (V4 ouverte et V3 fermée).
- Contacts Sd3PH et Sd4PH ouverts.
- Agitateur AG2 de neutralisation 1^{ère} étage en marche.

Arrêt d'EV2acd :

- Contact Sd3pH fermé.
- Contact Sd4PH fermé.
- Défaut de pH neutralisation 1^{ère} étage X3.
 - Contacts de niveau bas du bac 1 d'acide sulfurique (NB1A) et de niveau bas du bac 2 d'acide sulfurique (NB2A) fermé.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.2.6. L'électrovanne EV1sde d'injection de soude vers neutralisation 1^{ère} étage :

a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV1sde en mode auto :

Marche d'EV1sde:

- Commutateur de l'électrovanne EV1sde sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermée (V5 ouverte et V6 fermée) ou (V6 ouverte et V5 fermée).
- Contacts Sd3PH et Sd4PH ouverts.
- Agitateur AG2 de neutralisation 1^{ère} étage en marche.

Arrêt d'EV1sd :

- Contact Sd3pH fermé.
- Contact Sd4PH fermé.
- Défaut de pH neutralisation 1^{ère} étage X3.
 - Contacts de niveau bas du bac 1 de soude (NBS1) et de niveau bas du bac 2 de soude (NBS2) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.3. Alimentation du réacteur de neutralisation 2^{ème} étage :

La figure II .3 représente la partie neutralisation en 2^{ème} étage :

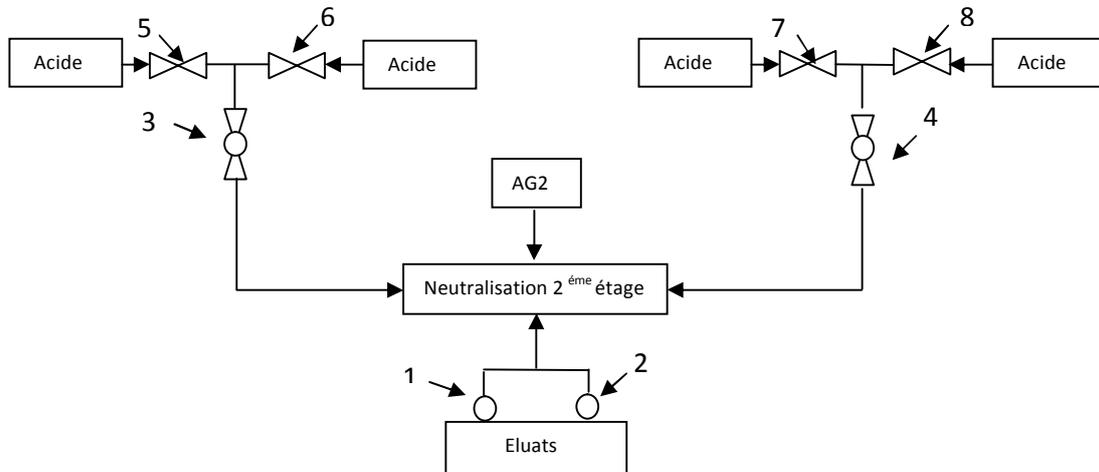


Figure II .3 : Alimentation du réacteur de neutralisation 2^{ème} étage

1. pompe de reprise d'eluats (P18)
2. pompe de reprise d'eluats (P19)
3. Electrovanne d'injection d'acide sulfurique (EV3acd)
4. Electrovanne d'injection de soude (EV2sde)
5. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 3)
6. Vanne d'isolement du réactif acide sulfurique (V 4)
7. Vanne d'isolement du réactif soude (V 5)
8. Vanne d'isolement du réactif soude (V 6)

Pour la procédure de neutralisation en 1^{er} étage, le réacteur est alimenté par les pompes de reprise des alcalins dilués, des acides concentrés, des acides dilués et des alcalins concentrés.

Les électrovannes permettent l'injection des réactifs :

- Acide sulfurique par EV3acd.
- Soude par EV2sde.

II.3.1. pompes de reprise des eluats en mode auto :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_7 (P18/P19) et S2_7 (P19/P18).

a) Conditions de démarrage des pompes P18 et P19 en mode auto :

- Le sélecteur sur la position S1_7 :

Marche de P18 :

- Commutateur de la pompe P18 sur la position marche.
- Agitateur de neutralisation 2^{ème} étage AG3 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac d'eluats (NH1_7) fermé.

Marche de P19 :

- Commutateur de la pompe P19 sur la position marche.
- P18 en marche
- Contact de niveau haut alarme du bac d'eluats (NHA_7) fermé.

- Le sélecteur sur la position S2_7 :

Marche de P19 :

- Commutateur de la pompe P19 est sur la position marche .
- Agitateur de neutralisation 2^{ème} étage AG3 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac d'eluats NH1_7 fermé.

Marche de P18 :

- Commutateur de la pompe P18 sur la position marche.
- P19 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac d'eluats (NHA_7) fermé.

- b) Conditions d'arrêt des pompes P18 et P19 en mode auto :

- Contact du niveau bas du bac d'eluats (NB_7) fermé.
- Défaut de pH neutralisation 2^{ème} étage X4.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.3.2. L'électrovanne EV3acd d'injection d'acide vers neutralisation 2^{ème} étage :

- a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV3acd en mode auto :

Marche d'EV3acd :

- Commutateur de l'électrovanne EV3acd sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermé (V3 ouverte et V4 fermée) ou (V4 ouverte et V3 fermée).

- Contacts Sd5PH et Sd6PH ouverts.
- Agitateur AG3 de neutralisation 2^{ème} étage en marche.

Arrêt d'EV3acd :

- Contact Sd5pH fermé.
- Contact Sd6PH fermé.
- Défaut de pH neutralisation 2^{ème} étage X4.
- Contacts de niveau bas du bac 1 d'acide sulfurique (NB1A) et de niveau bas du bac 2 d'acide sulfurique (NB2A) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.3.3. L'électrovanne EV2sde d'injection de la soude vers neutralisation 2^{ème} étage :

a) Conditions de démarrage et d'arrêt d'EV2sde en mode auto :

Marche d'EV2sde:

- Commutateur de l'électrovanne EV2sde sur la position marche.
- Les vannes d'isolement du réactif, une ouverte et l'autre fermé (V5 ouverte et V6 fermée) ou (V6 ouverte et V5 fermée).
- Contacts Sd13PH et Sd4PH ouverts.
- Agitateur AG3 de neutralisation 2^{ème} étage en marche.

Arrêt d'EV2sde :

- Contact Sd5pH fermé.
- Contact Sd6PH fermé.
- Défaut de pH neutralisation 2^{ème} étage X4.
- Contacts de niveau bas du bac 1 de soude (NBS1) et de niveau bas du bac2 de soude (NBS2) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.4. Alimentation du réacteur de floculation :

La figure II.4 représente la partie floculation.

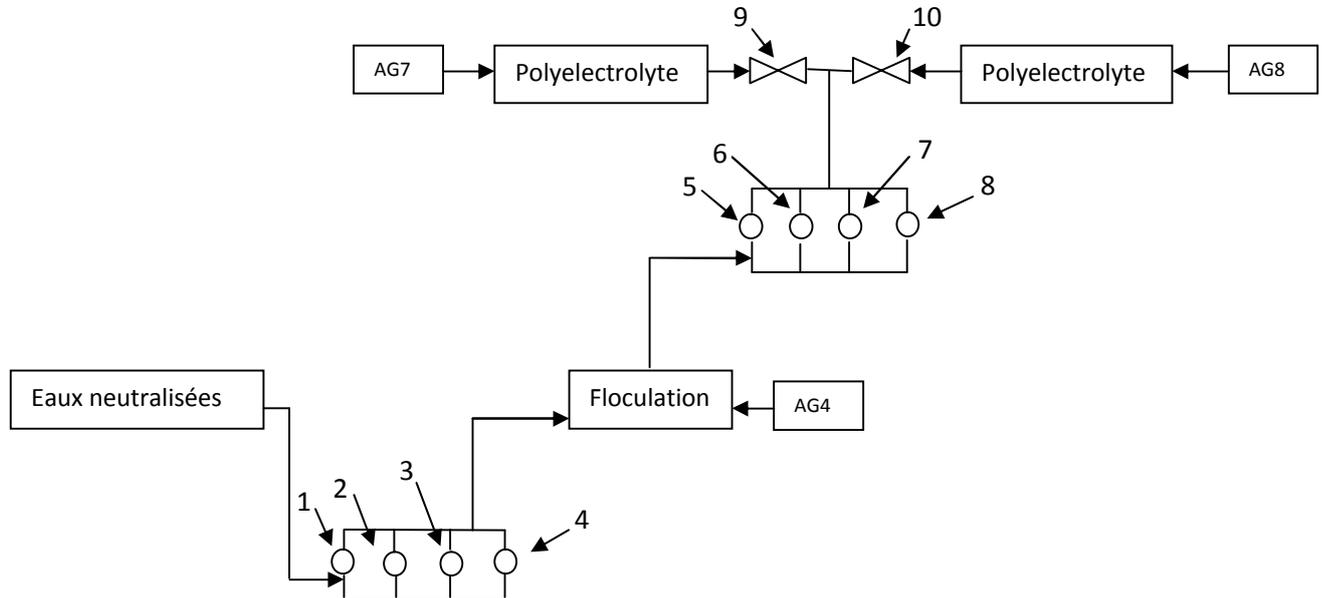


Figure II.4: Alimentation du réacteur de floculation

1. Pompe de reprise des eaux neutralisées (P20)
2. Pompe de reprise des eaux neutralisées (P21)
3. Pompe de reprise des eaux neutralisées (P22)
4. Pompe de reprise des eaux neutralisées (P23)
5. Pompe d'injection du polyelectrolyte (P24)
6. Pompe d'injection du polyelectrolyte (P25)
7. Pompe d'injection du polyelectrolyte (P26)
8. Pompe d'injection du polyelectrolyte (P27)
9. Vanne d'isolement du réactif polyelectrolyte (V7)
10. Vanne d'isolement du réactif polyelectrolyte (V8)

Pour la procédure de floculation, le réacteur est alimenté par les pompes de reprise d'eaux neutralisées.

Les pompes doseuses permettent l'injection du réactif polyelectrolyte.

II.4.1. Pompes de reprise des eaux neutralisées et pompes d'injection du réactif polyelectrolyte :

Le fonctionnement se fait comme suit :

- Les pompes de reprise sont actionnées par les contacts de niveau.

- Les pompes d'injection du polyelectrolyte sont actionnées par la mise en marche des pompes de reprise des eaux neutralisées.

a) Conditions de démarrage des pompes P20, P 21, P22, P23, P24, P25, P26 et P27 en mode auto :

Marche de P20 :

- Commutateur de la pompe P20 sur la position marche.
- Agitateur de floculation AG4 en marche.
- Contact de niveau haut1 du bac des eaux neutralisées (NH1_8) fermé.

Marche de P24 :

- Commutateur de la pompe P24 sur la position marche.
- Agitateurs AG7 et AG8 en marche.
- P20 en marche.

Marche de P21 :

- Commutateur de la pompe P21 sur la position marche.
- p24 en marche.
- Contact de niveau haut2 du bac des eaux neutralisées (NH2_8) fermé.

Marche de P25 :

- Commutateur de la pompe P25 sur la position marche.
- P21 en marche.

Marche de P22 :

- Commutateur de la pompe P22 sur la position marche.
- P25 en marche.
- Contact de niveau haut3 du bac des eaux neutralisées (NH3_8) fermé.

Marche de P26 :

- Commutateur de la pompe P26 sur la position marche.
- P22 en marche.

Marche de P23 :

- Commutateur de la pompe P23 sur la position marche.
- P26 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac des eaux neutralisées (NHA_8) fermé.

Marche de P27 :

- Commutateur de la pompe P27 sur la position marche.
- P23 en marche.

a) Conditions d'arrêt des pompes P20, P 21, P22, P23, P24, P25, P26 et P27 en mode auto :

- Contact de niveau NB_8 fermé.
- Contacts de niveau bas du bac 1 du polyelectrolyte (NB1_8) et de niveau bas du bac 2 du polyelectrolyte (NB2_8) fermés.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.5. Alimentation du réacteur de décantation :

La figure II.5 représente la partie décantation.

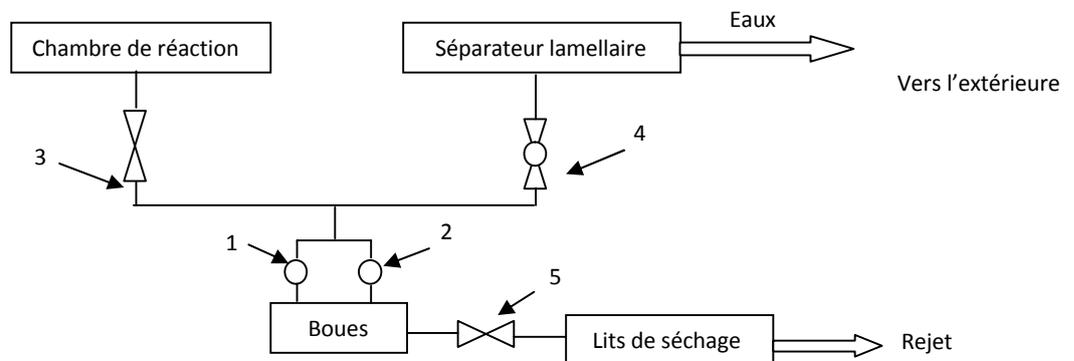


Figure II.5: Alimentation du réacteur de décantation

1. Pompe à boues (P28)
2. Pompe à boues (P29)
3. Vanne d'isolement de la chambre de réaction (V9)
4. Electrovanne à boues EVb
5. Vanne d'isolement du bac à boues (V10)

Pour la procédure de décantation, le décanteur est alimenté par les eaux flocculées et le bac à boues est alimenté par les pompes à boues.

La vanne d'isolement de la chambre de réaction est ouverte et l'électrovanne permet l'alimentation par les boues du bac à boues.

La vanne d'isolement du bac à boues permet d'isoler le lit de séchage.

II.5.1. L'électrovanne brassage des boues :

a) Conditions de démarrage d'EVb en mode auto :

Marche d'EVb :

- Commutateur de l'électrovanne EVb sur la position marche.
- Contact de l'arrivé d'air fermé.
- Contact de niveau bas du bac à boues (NB_9) fermé.

Arrêt d'EVb :

- Contact de niveau haut1 du bac à boues (NH1_9) fermé.
- Arrêt d'urgence ARU.

II.5.2. pompes à boues :

Le fonctionnement se fait par sélection S1_8 (P28/P29) et S2_8 (P29/P28).

a) Conditions de démarrage des pompes P28 et P29 en mode auto :

• Le sélecteur sur la position S1_8 :

Marche de P28 :

- Commutateur de la pompe P28 sur la position marche.
- Contact de niveau haut1 du bac à boues (NH1_9) fermé.

Marche de P29 :

- Commutateur de la pompe P29 sur la position marche.
- P28 en marche
- Contact de niveau haut alarme du bac à boues (NHA_9) fermé.

- Le sélecteur sur la position S2_8 :

Marche de P29 :

- Commutateur de la pompe P29 est sur la position marche.
- Contact de niveau haut1 du bac à boues (NH1_9) fermé.

Marche de P28 :

- Commutateur de la pompe P28 sur la position marche.
- P29 en marche.
- Contact de niveau haut alarme du bac à boues (NHA_9) fermé.

b) Conditions d'arrêt des pompes P28 et P29 en mode auto :

- Contact de niveau bas du bac à boues (NB_9) fermé.
- Arrêt d'urgence ARU.

III. Conditions de démarrage en mode manuel :

Tous les commutateurs des pompes et des électrovannes sur la position marche manuel.

Conclusion

La complexité des systèmes et les techniques utilisées dans l'unité incitent les responsables de l'entreprise à chercher une solution d'automatisation pour une meilleure commande de ces systèmes.

Pour chaque automatisation via automate programmable, il faut avoir une bonne compréhension de fonctionnement du système, ce qui permettra d'identifier et d'attribuer les entrées/sorties adéquates pour notre système et de les utiliser d'une manière efficace en assurant ainsi une commande optimale de production et de traitement.

Introduction :

Chaque système automatisé fait appel à une représentation formelle qu'on appelle un modèle. Il existe plusieurs modèles pour représenter un système de production donnée, tel que le RDP (réseaux de pétri) ou le GRAFCET.

Dans ce chapitre, nous procédons à la présentation de l'outil de modélisation qui est le GRAFCET, ensuite nous donnons un modèle de conduite pour notre station.

I. Définition :

Le GRAFCET est un langage de spécification qui permet la description fonctionnelle du comportement de la partie séquentielle des commandes des systèmes automatiques.

La partie séquentielle de la commande d'un système automatique est caractérisée par ses entrées et sorties logiques et son comportement, le comportement indique la manière dont les variables de sortie dépendent des évolutions des variables d'entrées. Le GRAFCET a pour objet de spécifier ce comportement.

II. Eléments de base du langage GRAFCET :

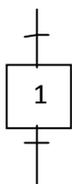
Le GRAFCET est constitué des éléments de base suivants :

II. Etapes :

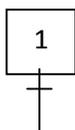
L'étape correspond à une situation élémentaire ayant un comportement généralement stable, c'est-à-dire qu'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape.

Une étape est soit active soit inactive. L'étape est représentée par un carré repéré par un entier positif placé au centre. Il existe aussi des étapes sources et des étapes puits. Une étape est appelée « étape source » si elle n'est reliée en amont à une transition. Une étape est appelée « étape puits » si elle n'est reliée en aval à une transition.

Etape quelconque



Etape source



Etape puits

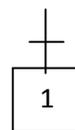


Figure III.1 : représentation graphique des étapes

Étape initiale: elle est représentée par un double carré. Elle indique l'étape qui est active au début du fonctionnement (situation initiale).



Figure III.2 : représentation d'une étape initiale

II.2. Transition :

Une transition est représentée par un trait horizontal. Elle permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité.

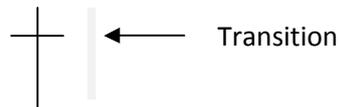


Figure III.3: représentation graphique d'une transition

II.3. réceptivités :

C'est une information provenant de la partie opérative et/ou de l'état du système et qui détermine si l'évolution correspondante à la transition est possible ou non.

Une réceptivité est associée à chaque transition (l'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vraie). C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition et s'exprime comme étant une expression booléenne écrite à l'aide des variables d'entrées, des variables d'étapes X_i , des variables internes (bits mémoires et bits systèmes) et auquel on peut rajouter l'opérateur du front montant ou du front descendant.

II.4. Actions :

L'action indique, dans un rectangle, comment agir sur la variable de sortie, soit par assignation (action continue), soit par affectation (action mémoire). Plusieurs actions peuvent être associées à une étape.

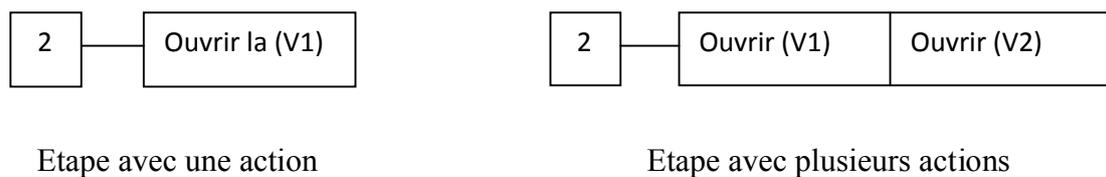


Figure III.4 : étapes associées aux actions

La modélisation de la station est illustrée par les figures suivantes :

I- Introduction :

Les automates programmables industriels(API) sont des appareils électroniques programmables adaptés à l'environnement industriel qui réalise des fonctions d'automatismes pour assurer la commande des pré-actionneurs et actionneurs.

Depuis quelques décennies, les API sont en plein développement. Les entreprises sont toutes dotées de ce matériel performant qui leur rapporte énormément de bénéfices grâce à leurs avantages qui sont : accroissement de la productivité d'un système et amélioration de la flexibilité de production

II- Position d'un API dans un système automatisé :

Un système automatisé est composé essentiellement de deux parties :

- Partie opérative : qui contient les éléments suivants :
 - actionneurs
 - pré-actionneurs
 - capteurs
- partie commande : représentant l'automate qui gère le fonctionnement du procédé.

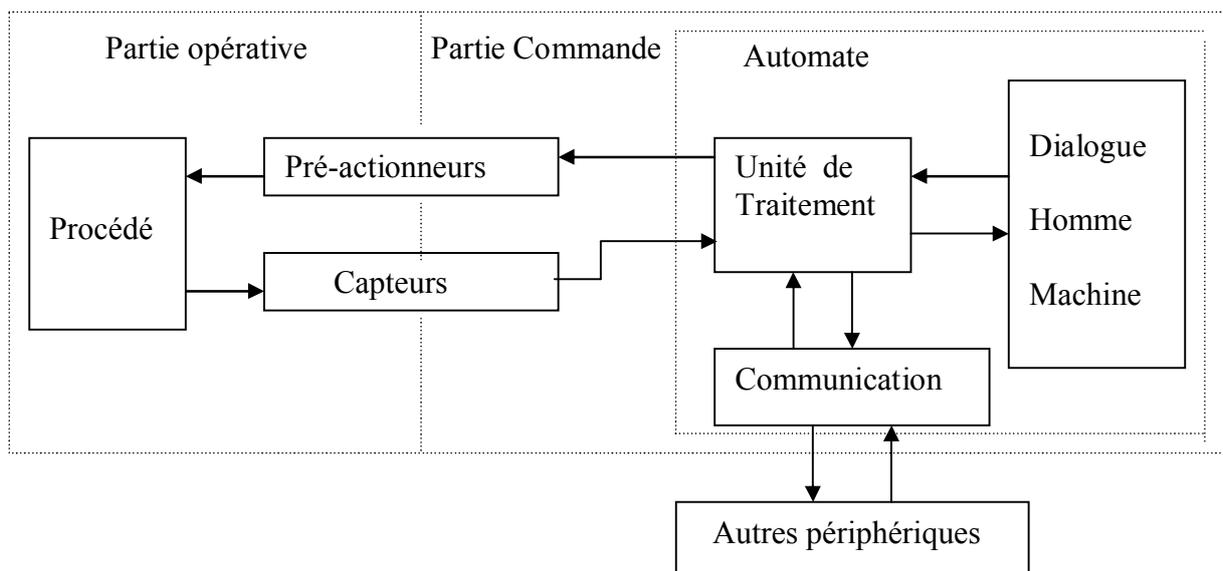


Figure IV-1 : l'automate et ses auxiliaires

III- Cycle de fonctionnement d'un automate programmable industriel :

La figure IV.2 représente le fonctionnement en cycle d'un API :

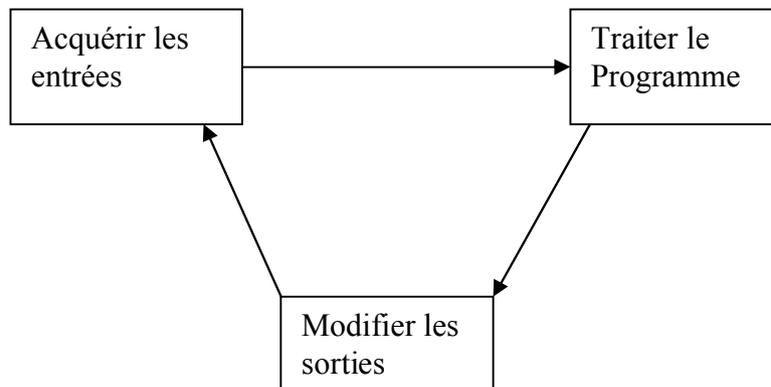


Figure IV.2: Cycle de fonctionnement d'un API

IV- Critères de choix d'un API :

Après avoir établi le cahier de charge d'un système (procédé à automatiser), le choix d'un API revient à considérer certains critères :

- le nombre et la nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, logiques).
- le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur.
- les modules spéciaux : certains modules permettent de soulager le processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé.
- la communication avec d'autres systèmes.
- la fiabilité et la robustesse.
- la protection contre les parasites (champs électromagnétique, baisses de tension, pics de tension).

V- Etude de l'API S7-300

V.1- L'API S7-300 :

L'automate programmable industriel S7-300 est un produit de moyenne gamme de la firme SIEMENS

Le S7-300 est un automate modulaire composé de plusieurs unités séparées et fixées sur un châssis. Ces unités se composent de l'alimentation, de l'unité centrale de traitement,

des modules d'entrées, des modules de sorties, des coupleurs de périphériques ainsi qu'une console de programmation ou un PC adapté pour la gamme. Avec son coupleur de périphérique, il peut gérer jusqu'à 1200 entrées/sorties. [2]

V.2- Structure matérielle de L'API S7-300 :

La structure matérielle de L'API S7-300 se compose des éléments suivants :

- **le module d'alimentation** qui fournit à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement, à partir d'une alimentation en 220v en alternatif ; ce module délivre les tensions continues dont l'automate a besoin (5v, 12v, 24v).

- **l'unité centrale** de traitement qui représente le cœur de l'automate et se compose de deux éléments : le processeur et la mémoire (ROM et RAM).

- **le coupleur de périphériques** : processeur qui assure la communication homme-machine et avec d'autres périphériques.

- **les modules d'entrée** qui permettent à l'automate de recevoir des informations provenant soit des capteurs ou du pupitre de commande. Ce module permet la mise en forme des signaux, l'adaptation, l'isolement et le filtrage. Des LED situées sur le module donnent l'état de chaque entrée. Le nombre d'entrées sans extension est de 128 mais on peut atteindre 512 entrées.

- **le module de sortie** qui permet de raccorder l'automate avec les différents pré-actionneurs et actionneurs. Le nombre de sorties sans extension de 128, avec extension le nombre peut atteindre 512.

- **la console de programmation** contenant le logiciel de programmation (step7) qui permet d'écrire le programme, de le compiler et de le transférer vers l'automate. Elle permet aussi l'exécution pas à pas du programme et le forçage de certaines entrées ainsi que l'entrée des consignes. [3]

La figure IV.3 représente les composants de L'API S7-300

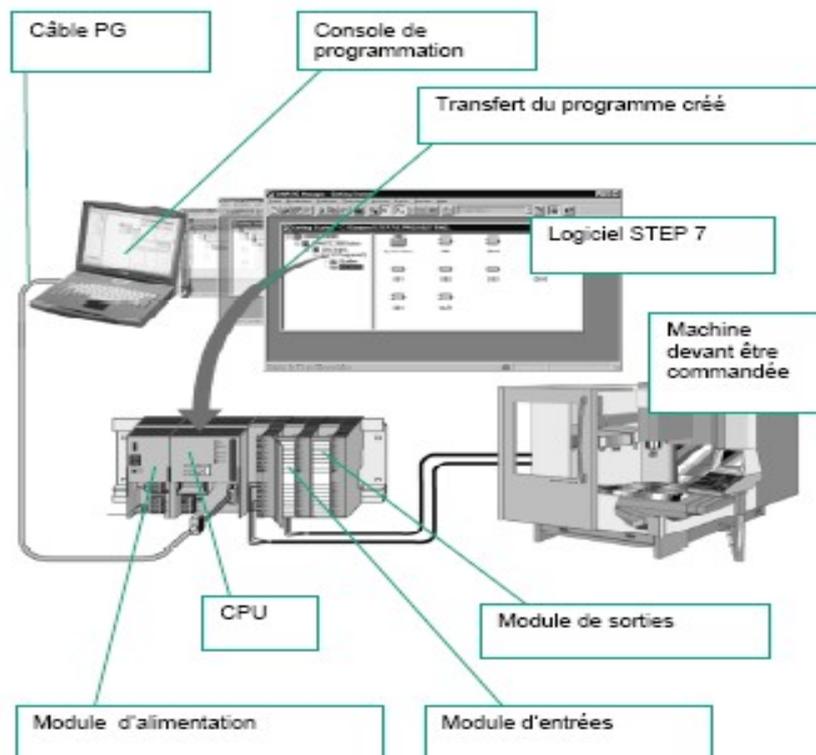


Figure IV.3 : composants de L'API S7-300

V.3-Structure logicielle de l'API S7-300 :

Le logiciel STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC ; il présente divers caractéristiques qui offrent une grande flexibilité lors de la programmation. [4]

L'élaboration d'un système d'automatisation suit les étapes suivantes :

- Création du projet.
- Création de la table des mnémoniques.
- Configuration du matériel.
- Caractéristiques et outils utilisés.
- Chargement et test du programme utilisateur.

V.3.1- Création du projet :

Après l'étape du lancement du logiciel, la fenêtre qui présente l'environnement du SIMATIC MANAGER s'affiche sur notre écran, nous cliquons sur l'item fichier pour ouvrir l'assistant aidant à la création du nouveau projet, cet assistant nous permet de :

- **Choisir le bloc** : Le bloc que nous utilisons est l'OB1 qui contient le programme utilisateur continuellement exécuté par l'automate.
- **Choisir le langage de programmation** : **List_** qui est proche du langage machine, **LOG** qui utilise les boîtes logiques de l'algèbre de Boole, **Cont** qui est un langage graphique ; c'est ce dernier que nous avons utilisé.
- **Choisir la CPU** : en se basant essentiellement sur le nombre d'entrées/sorties du procédé à automatiser (141 entrées et 51 sorties dans notre cas). Il est plus judicieux d'opter pour une CPU accueillant le nombre de modules suffisants. Pour cela nous avons proposé la CPU 312.

Nous avons choisi aussi une alimentation (PS 307 2A), des modules d'entrées logiques, des modules de sorties logiques pour notre configuration matérielle. Ce choix est justifié par le nombre d'entrées/sorties que possède notre installation, ainsi que leur nature, qui sont toutes des entrées logiques.

La configuration matérielle de l'installation est représentée dans la figure IV.4

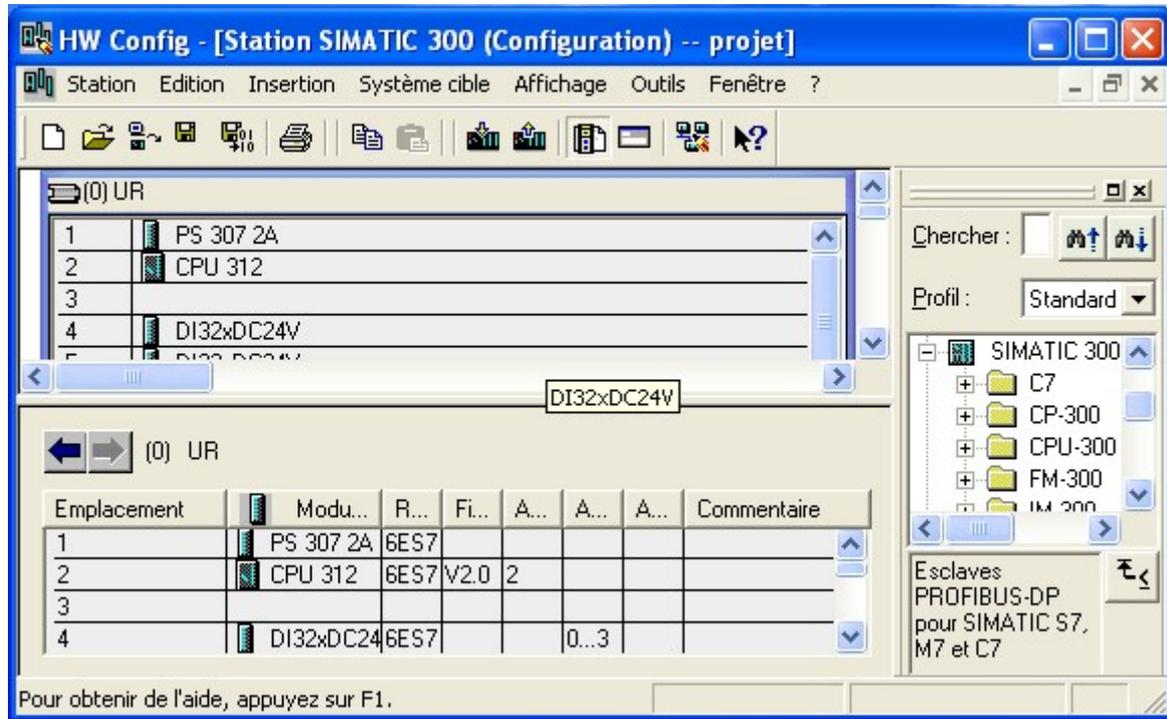


Figure IV.4 : Configuration matérielle des entrées/sorties

V.3.2- Type de programmation

La programmation utilisée est de type structurée qui consiste en la subdivision du programme en petites parties, correspondant aux fonctions (FC) et blocs organisationnels (OB). Ceci rend notre programme simple, clair et facile à modifier. Par contre la programmation linéaire n'offre pas ces avantages.

V.3.3-Blocs utilisés

Bloc d'organisation de traitement de programme cyclique OB1 :

Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. Nous programmons, dans celui-ci des appels correspondant aux fonctions FC.

Les fonctions(FC) :

Une fonction (FC) est un bloc de code « sans mémoire » dont les paramètres de sortie affichent en fin d'exécution les valeurs qu'elle a calculées. Le traitement et la sauvegarde de

ces résultats doivent donc être considérés par l'utilisateur lorsqu'il programme l'appel de la fonction.

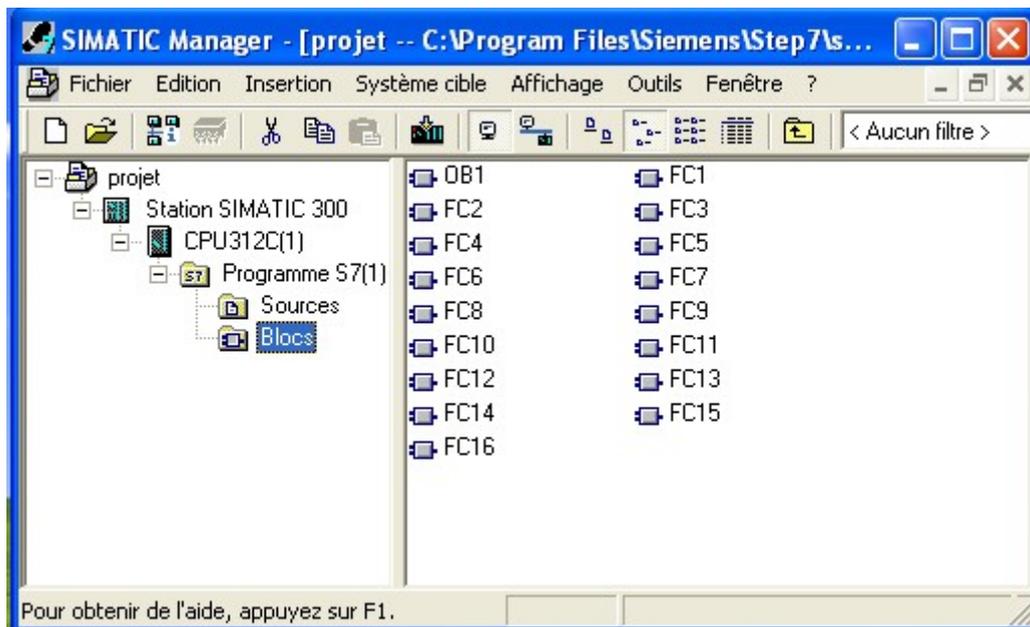


Figure IV.5 : structure du programme de traitement des effluents

VI.2.4- Exemples de programmation

a) Une fonction

La figure IV.6 ci-dessous représente la programmation de la mise en marche de l'électrovanne à boues.

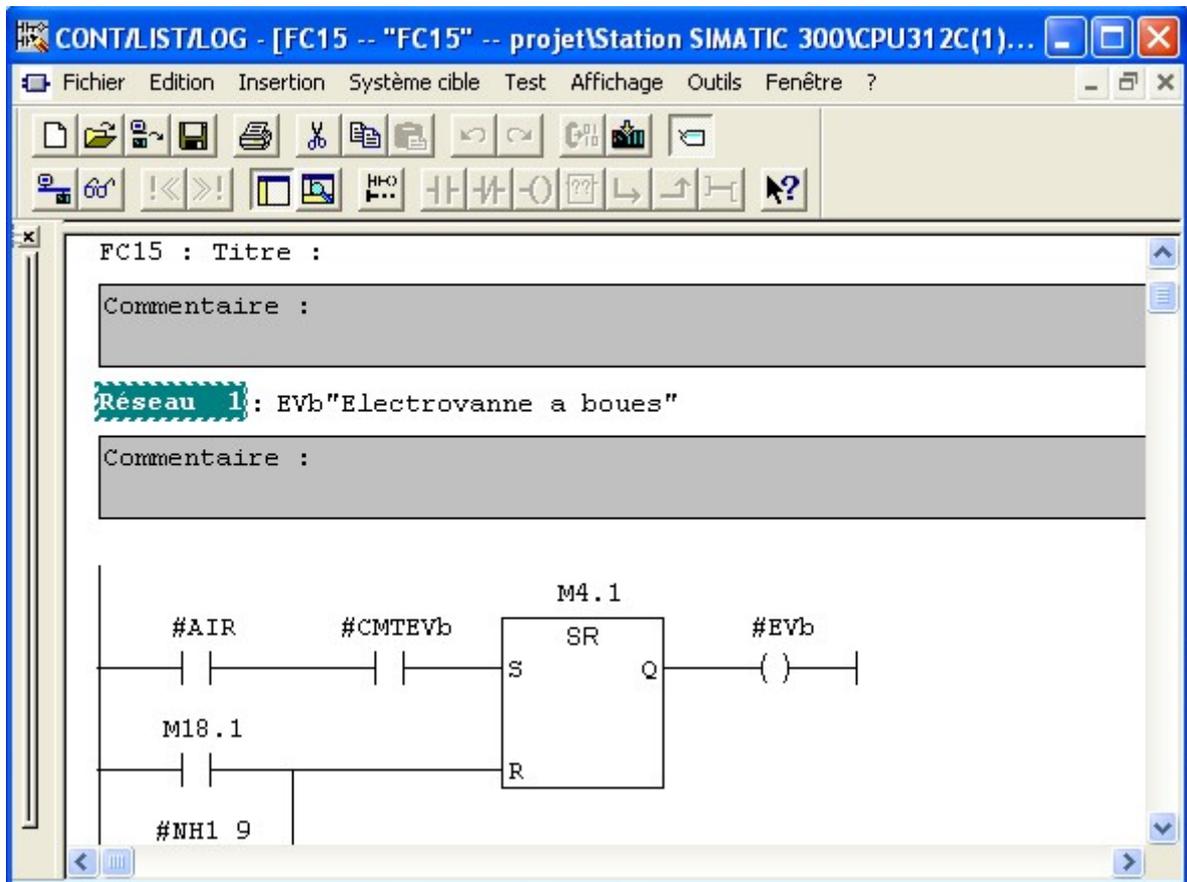


Figure IV.6 : la fonction FC

La figure IV.7 représente la programmation des pompes de reprise des alcalins dilués

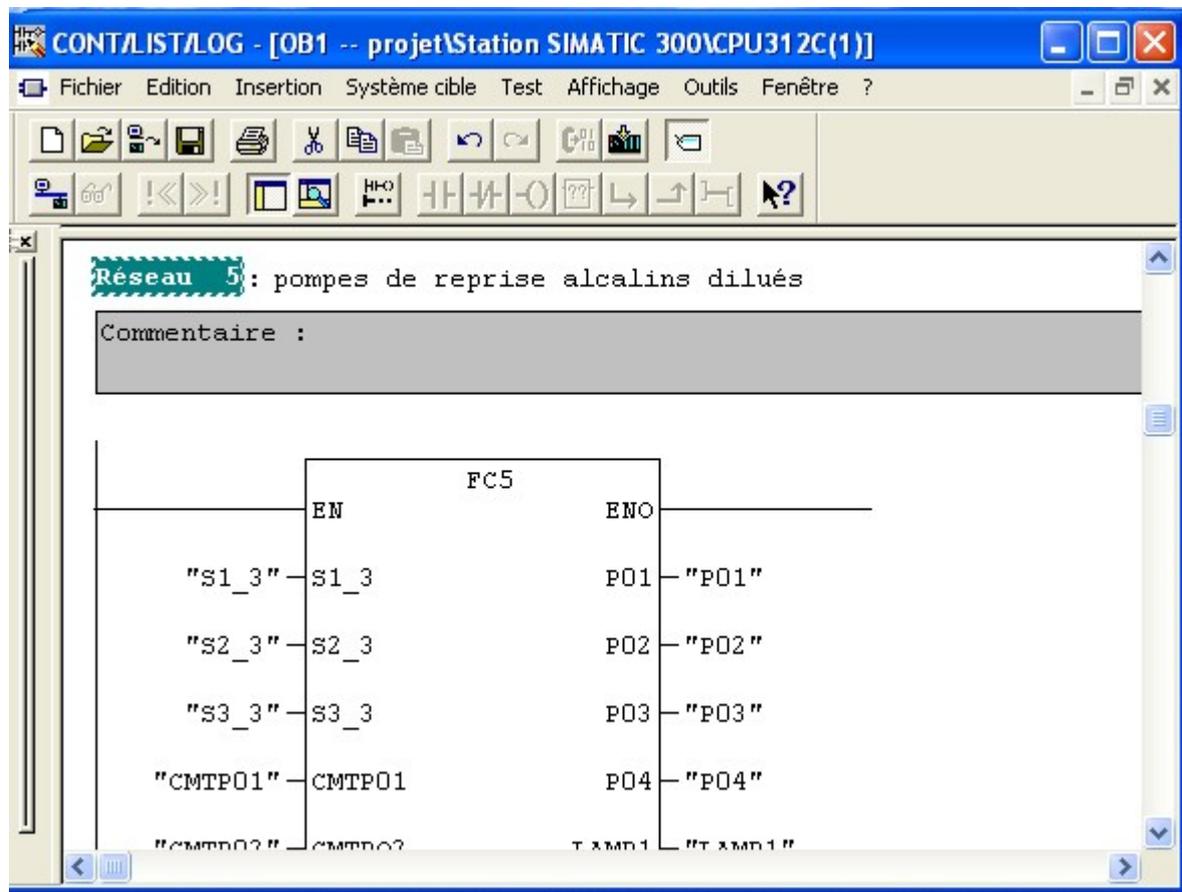
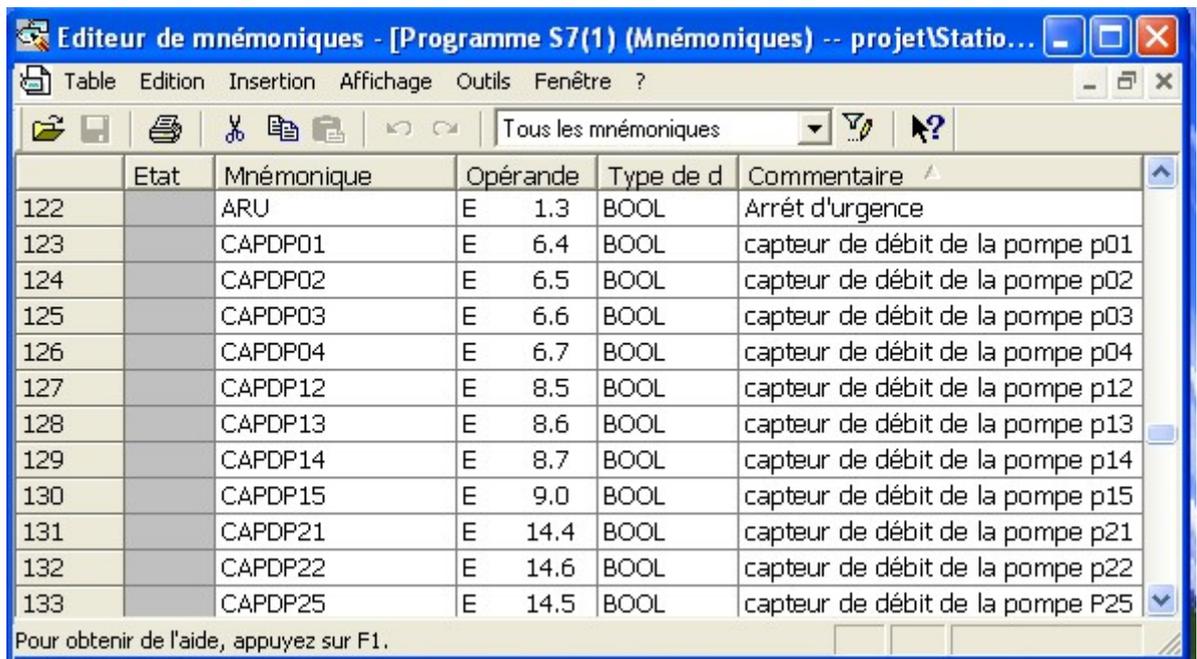


Figure IV.7: la fonction FC (appel dans OB1)

V.3.5- Les mnémoniques

Les mnémoniques permettent de déclarer les différentes entrées/soties en leur associant un nom pour les distinguer facilement et faciliter la programmation, et un commentaire décrivant l'action ou l'état de chaque mnémonique.

La figure IV.8 représente les mnémoniques :



	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
122		ARU	E 1.3	BOOL	Arrêt d'urgence
123		CAPDP01	E 6.4	BOOL	capteur de débit de la pompe p01
124		CAPDP02	E 6.5	BOOL	capteur de débit de la pompe p02
125		CAPDP03	E 6.6	BOOL	capteur de débit de la pompe p03
126		CAPDP04	E 6.7	BOOL	capteur de débit de la pompe p04
127		CAPDP12	E 8.5	BOOL	capteur de débit de la pompe p12
128		CAPDP13	E 8.6	BOOL	capteur de débit de la pompe p13
129		CAPDP14	E 8.7	BOOL	capteur de débit de la pompe p14
130		CAPDP15	E 9.0	BOOL	capteur de débit de la pompe p15
131		CAPDP21	E 14.4	BOOL	capteur de débit de la pompe p21
132		CAPDP22	E 14.6	BOOL	capteur de débit de la pompe p22
133		CAPDP25	E 14.5	BOOL	capteur de débit de la pompe P25

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

Figure IV.8 : une partie de la table des mnémoniques

VI.3- Simulation du programme de traitement des effluents

VI.3.1 Définition

Le logiciel de simulation des modules physiques SIMATIC S7-PLCSIM est une application qui nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation (par exemple, une PG740).

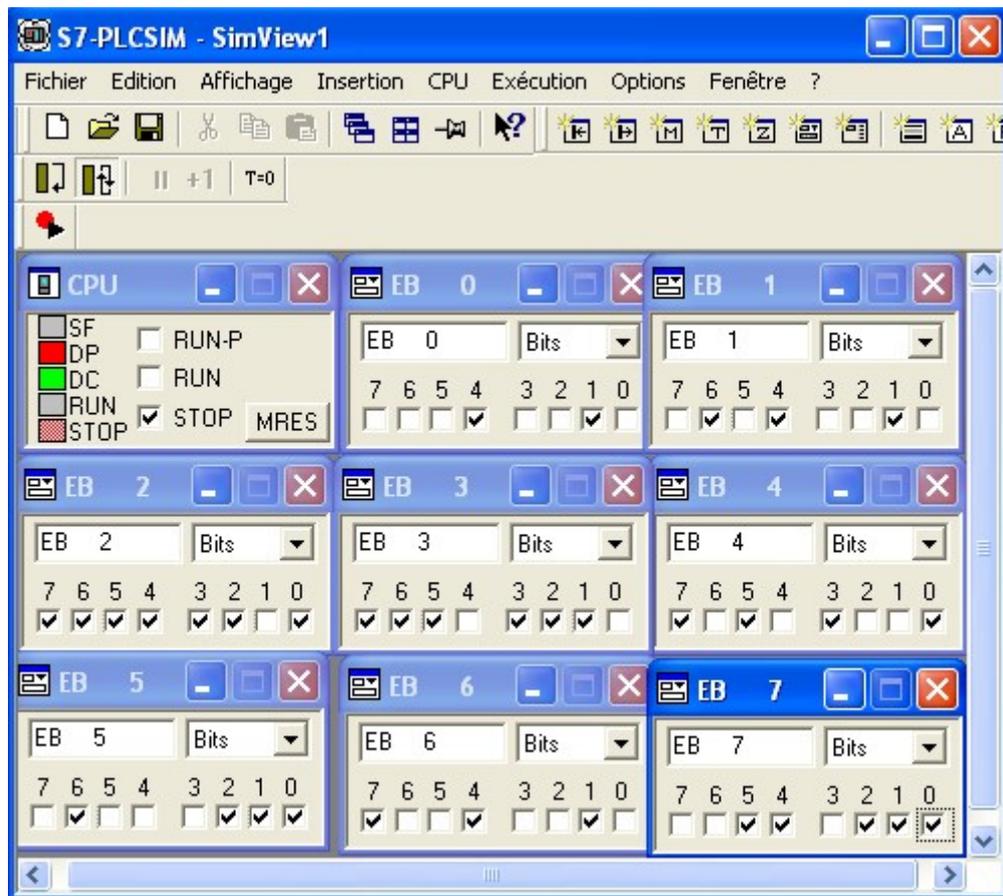


Figure IV.9: la fenêtre du simulateur S7-PLCSM

VI.3.2 Exemples de simulation du programme

Après le chargement dans la CPU, nous avons effectué sa simulation pour le vérifier. La simulation de notre programme est faite dans tous les blocs, soit FC et OB1

Les figures IV.10, IV.11 donnent un exemple de notre simulation :

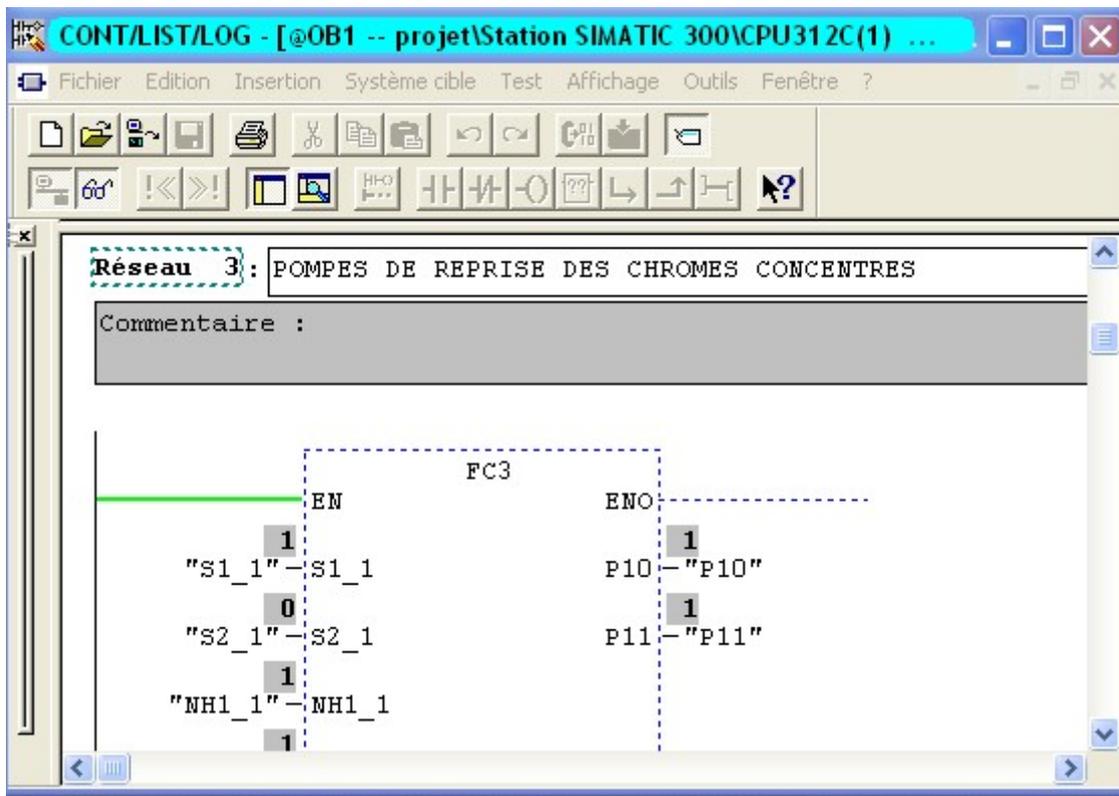


Figure IV.10: Simulation du bloc OB1

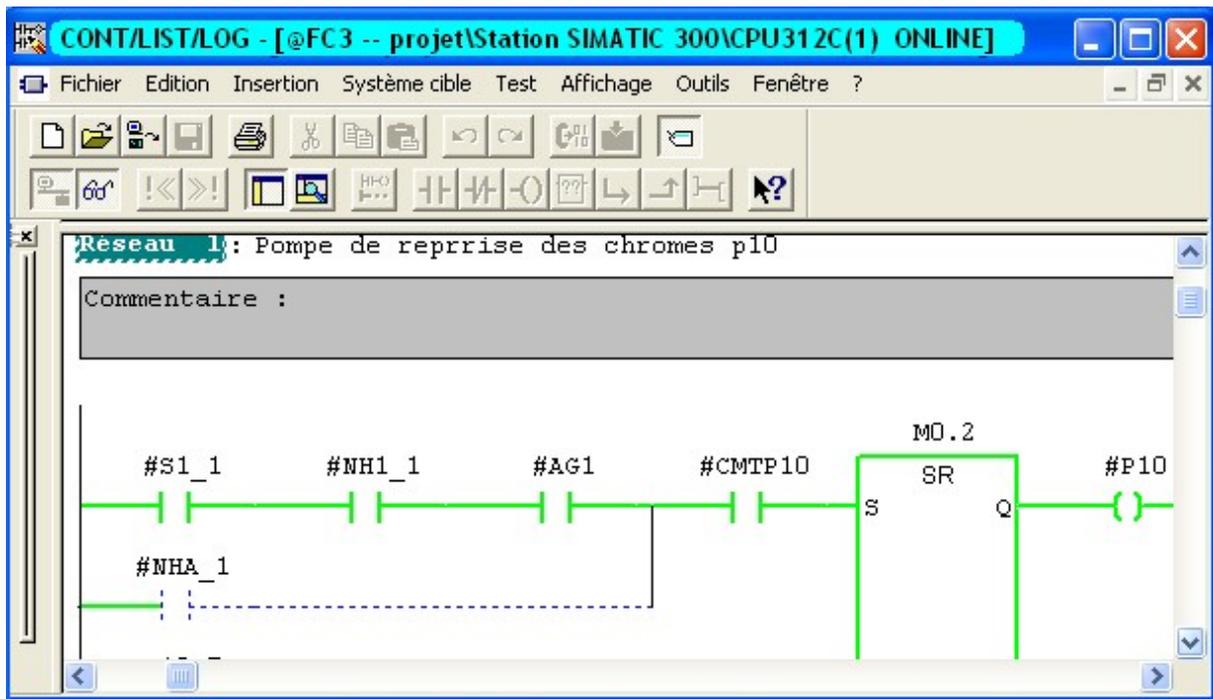


Figure IV.11: Simulation bloc FC

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour le pilotage de notre station traitement des effluents ainsi que son langage de programmation STEP7.

Pour tester la solution programmable que nous avons développée, nous avons eu recours au simulateur des modules physique S7-PLCSIM qui nous a aidés à apporter les modifications nécessaires à notre solution.

Introduction

La supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la bonne conduite du procédé.

Elle a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et de les mettre en forme (traitement).

I. Apport de la supervision

La supervision a eu un impact sur le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises.

I.1 Apport pour le personnel

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles ; elle permet de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

La supervision permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des tâches de routine (vérification des paramètres, inspection de l'installation ...).

I.2 Apport pour l'entreprise

La supervision permet à l'entreprise de :

Respecter les délais en diminuant le nombre de pannes, car la suivie de l'entreprise dépend du respect des délais impartis.

Améliorer et maintenir la qualité de production, qui passe par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement.

Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

II. logiciel de supervision WinCC

WinCC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) ; .Il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran.

WinCC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur, pour systèmes monoposte et multipostes.

Il offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.

La manière de procéder pour créer un projet dans le **WinCC** est résumée dans la figure V.1 :

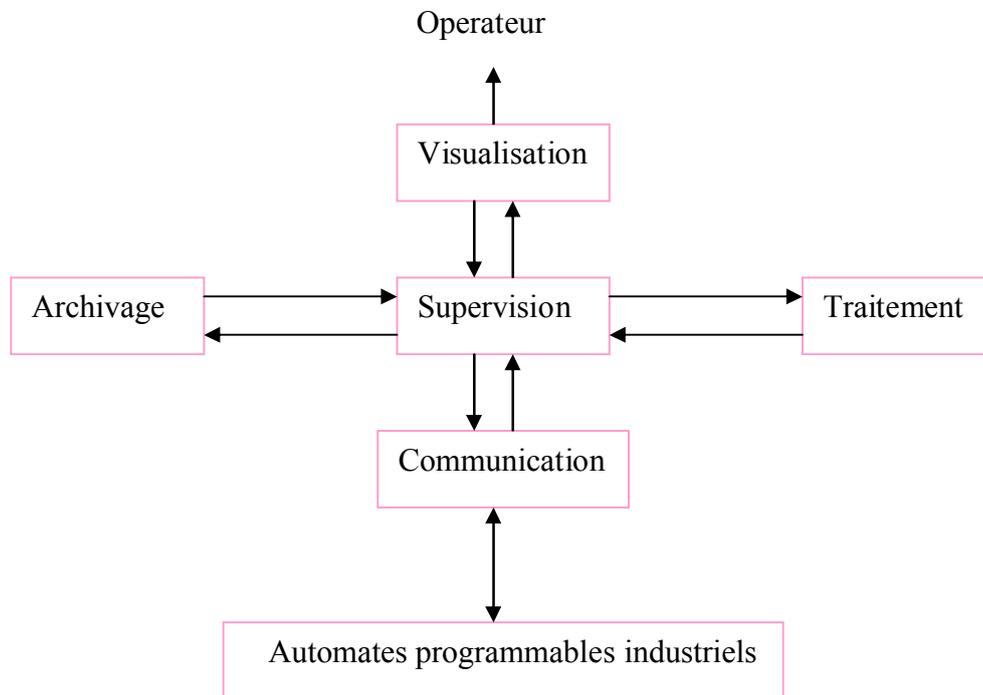


Figure V.1: Création d'un projet sur WinCC

III. Applications disponibles sous WinCC

WinCC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants :

III.1. Graphic designer

Il offre la possibilité de créer des vues de process, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes ; à cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objets, et permet de les créer selon le besoin. Il assure la fonction grâce à Graphics runtime.

III.2. Tag logging

On y définit les archives, les valeurs de process à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

III.3. Alarm logging

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs les fonctions nécessaires, à la prise en charge des alarmes issues du procédé (Traitement, visualisation, acquittement et archivage).

III.4. Global script runtime

Il dispose de deux éditeurs :
L'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic (VBS), à l'aide desquels sont créées des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le WinCC.

III.5. Report designer

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve aussi des modules de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction du besoin. [5]

IV. Supervision de la station (traitement des effluents)

Le programme de supervision que nous avons développé a été élaboré avec le logiciel WinCC, version 5.1 développé par SIEMENS.
Il est caractérisé par sa flexibilité c'est-à-dire qu'il peut être utilisé pour les composants hors SIEMENS. Il nous permet de visualiser le fonctionnement de la station à tout moment de traitement.

Procédure de programmation

Les principales étapes suivies pour créer notre application sous WinCC sont :

1. Créer un projet.
2. Sélectionner et installer L'API.
3. Définir les variables dans l'éditeur de variables.
4. Créer et éditer les vues dans l'éditeur Graphics Designer.
5. Paramétrer les propriétés de WinCC runtime
6. Activer les vues dans le WinCC runtime.
7. Utiliser le simulateur pour tester les vues du process.

Nous présentons ci-dessous la procédure suivie pour réaliser la supervision de notre station. Notre projet crée, appelé « station » est représenté dans la figure V.2 :

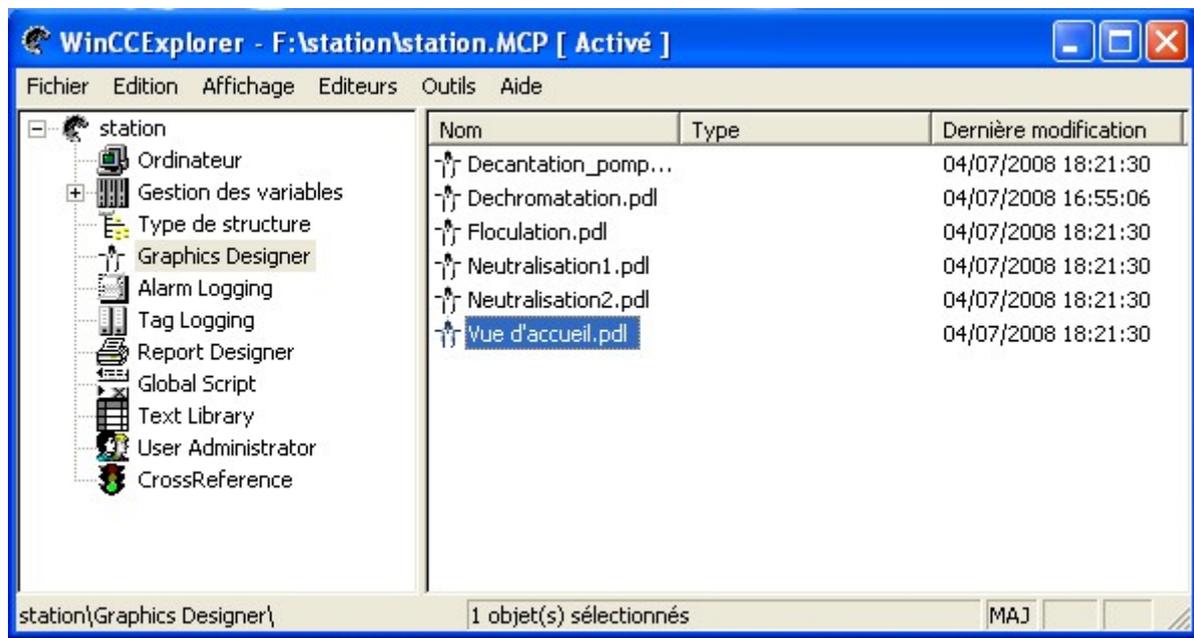


Figure V.2 : Création du projet « station »

Puis nous avons procédé à la configuration du système de supervision pour assurer la communication entre l'API S7-300 avec le WinCC.

Pour cela, nous avons sélectionné à partir de l'éditeur de variable le pilote « SIMATIC S7 Protocol suite » et choisi la liaison « MPI1 » de communication.

L'étape suivante est l'introduction des variables du procédé, correspondantes à des variables manipulées par le programme de l'API S7-300. Ceci est représenté dans la figure V.2 suivante.

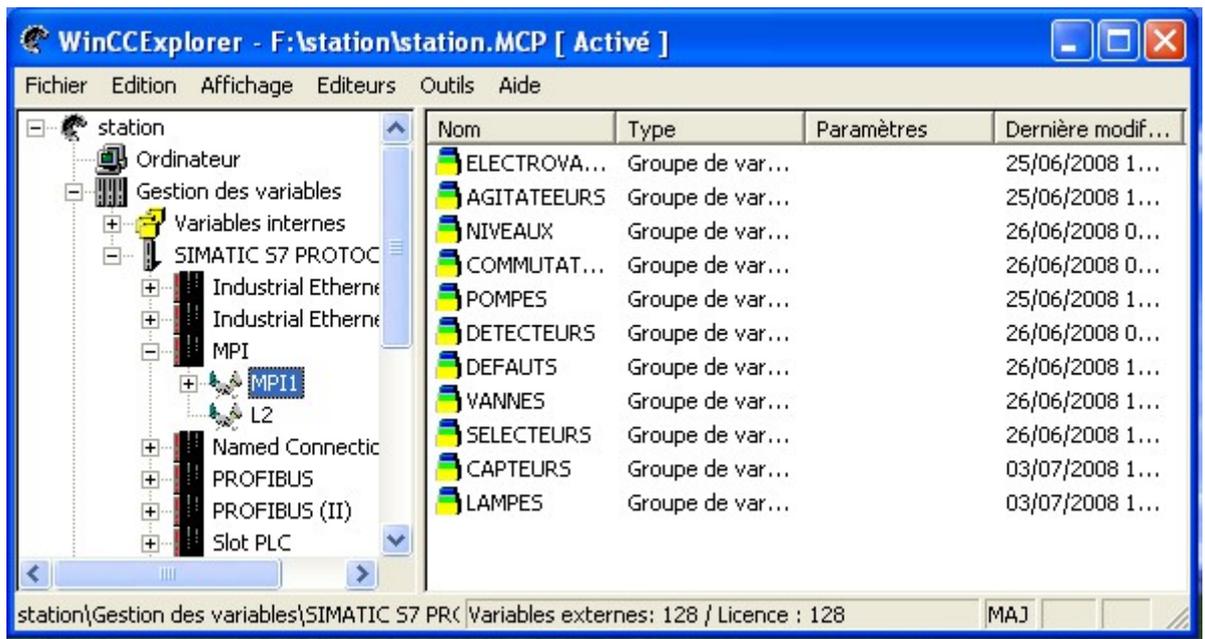


Figure V.3: configuration des paramètres du processus « station »

Après la configuration des paramètres de notre processus, nous procédons ensuite à la création des vues dans l'éditeur « Graphic designer » représenté sur la figure V.3, qui nous permet d'insérer les différents types d'objets dont on a besoin, par le biais de la palette d'objet et la bibliothèque interne du WinCC.

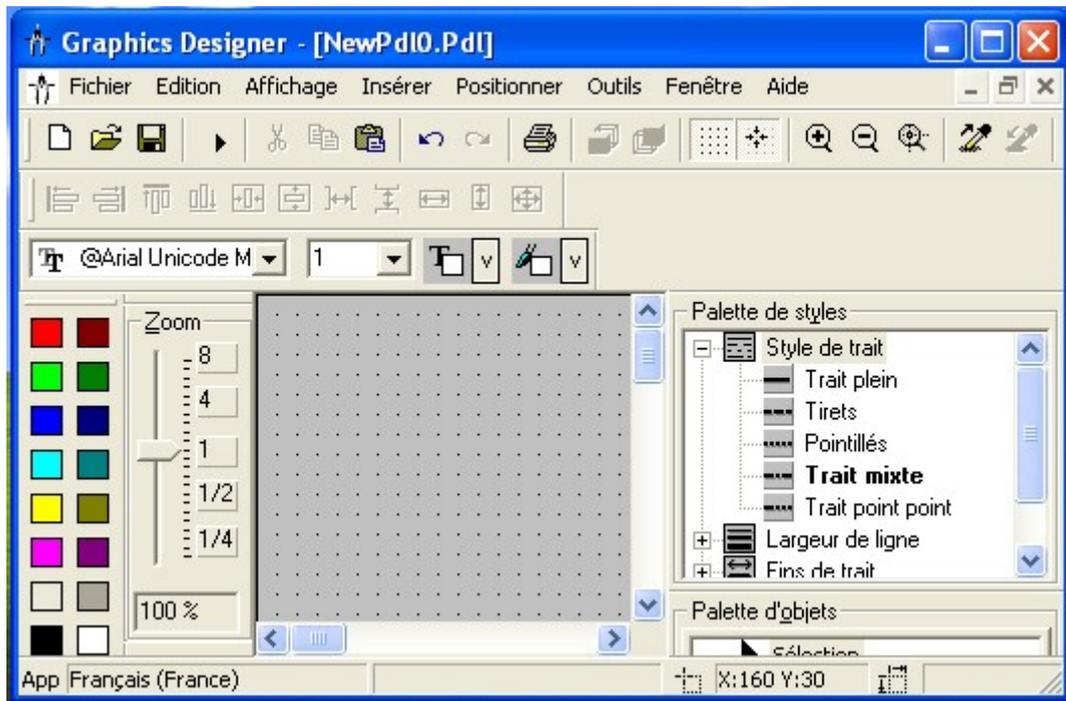


Figure V.4 : Editeur des vues « Graphic designer »

Nous avons créé tout d'abord la vue d'accueil (figure V.5), qui contient les boutons de navigation à partir desquels on peut sélectionner la vue à visualiser.



Figure V.5 : vue d'accueil

Après avoir créé la vue d'accueil, nous ferons de même pour les autres vues qui présentent notre station notamment :

- Déchromatation
- Neutralisation1
- Neutralisation2
- Floculation
- Décantation – pompage à boues

Dans chaque vue sont représentés les éléments de commande et les boutons de navigation d'une vue à une autre.

Les vues sont représentées dans les figures : V.6, V.7, V.8, V.9, V.10

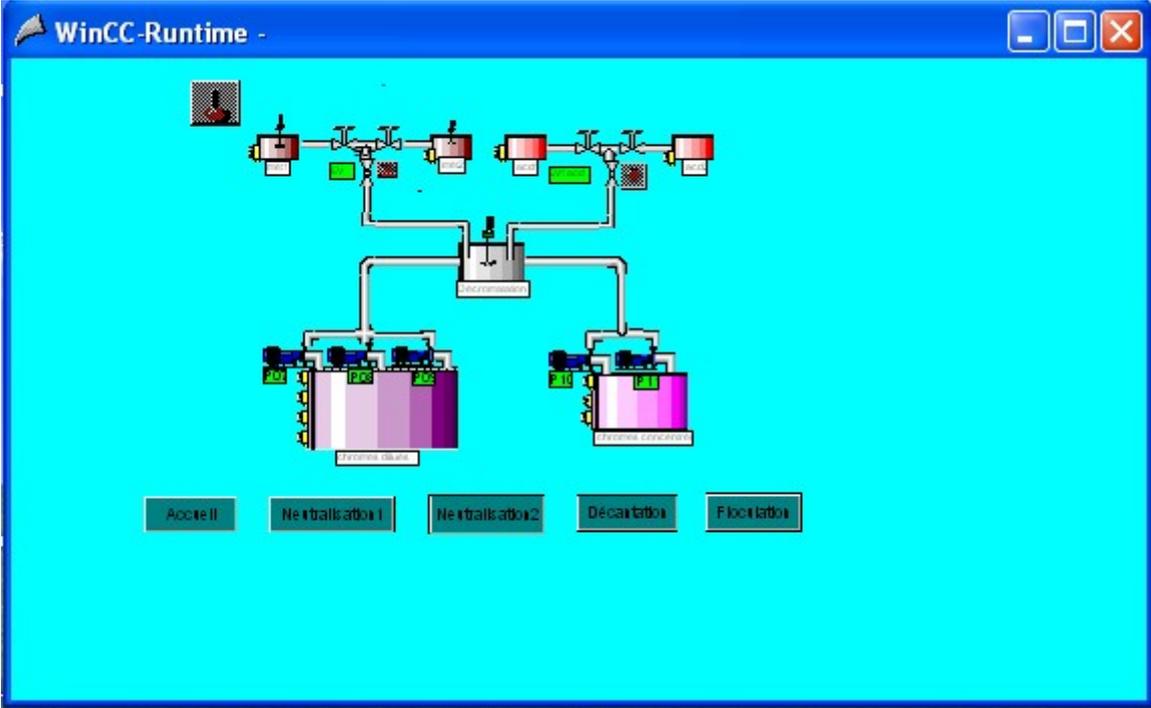


Figure V.6: vue de la dechromatation

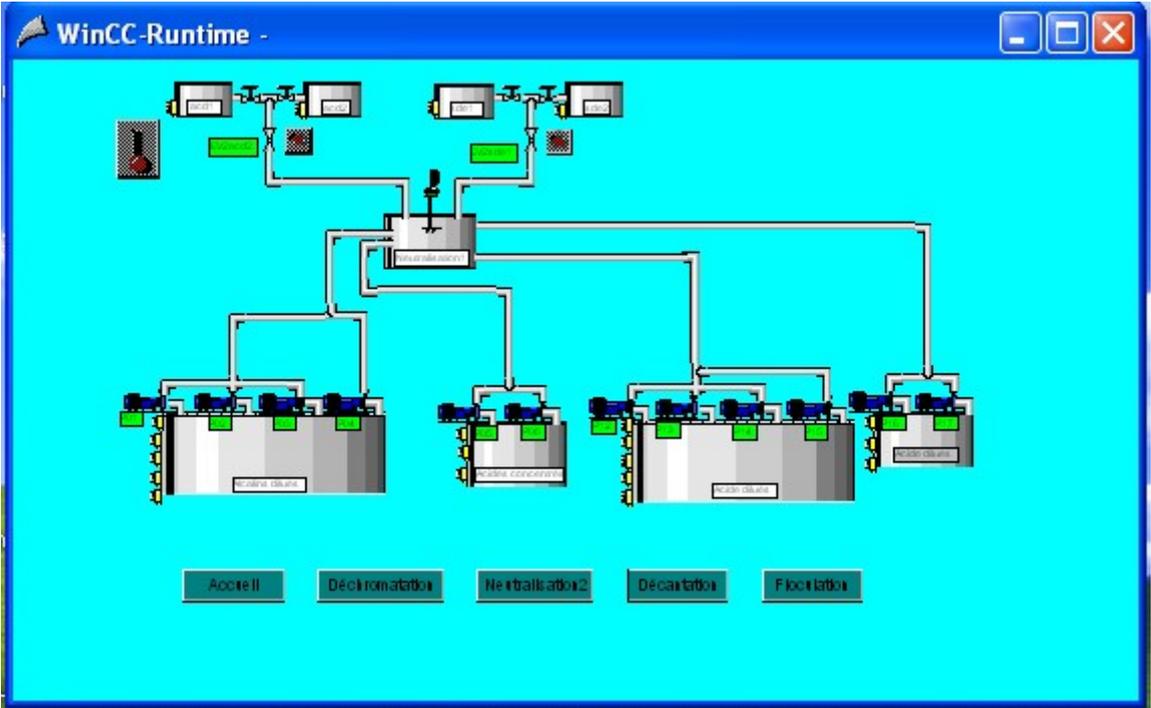


Figure V.7 : vue de la neutralisation 1

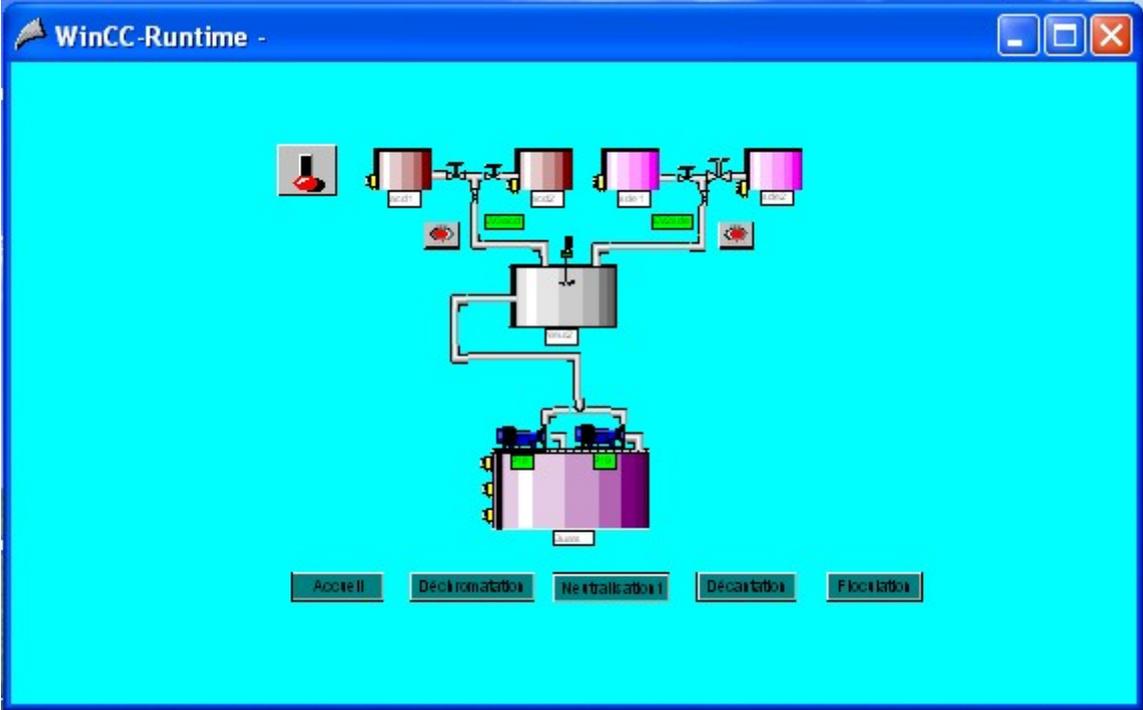


Figure V. 8: vue de la neutralisation2

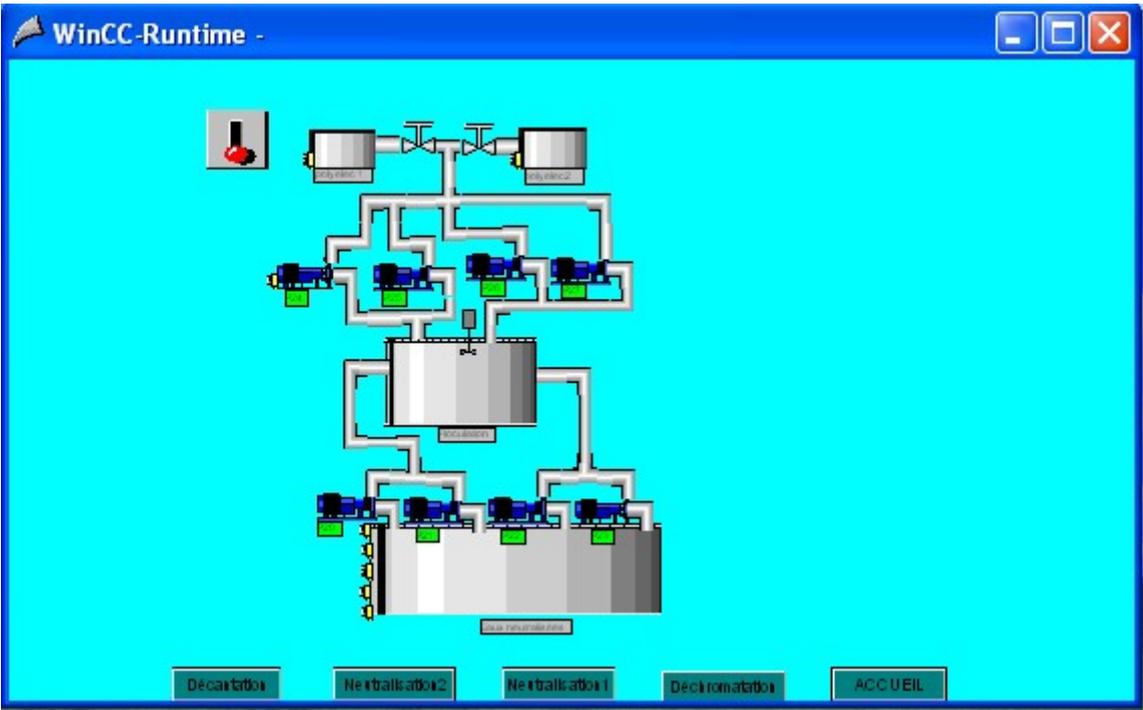


Figure V.9 : vue de la floculation

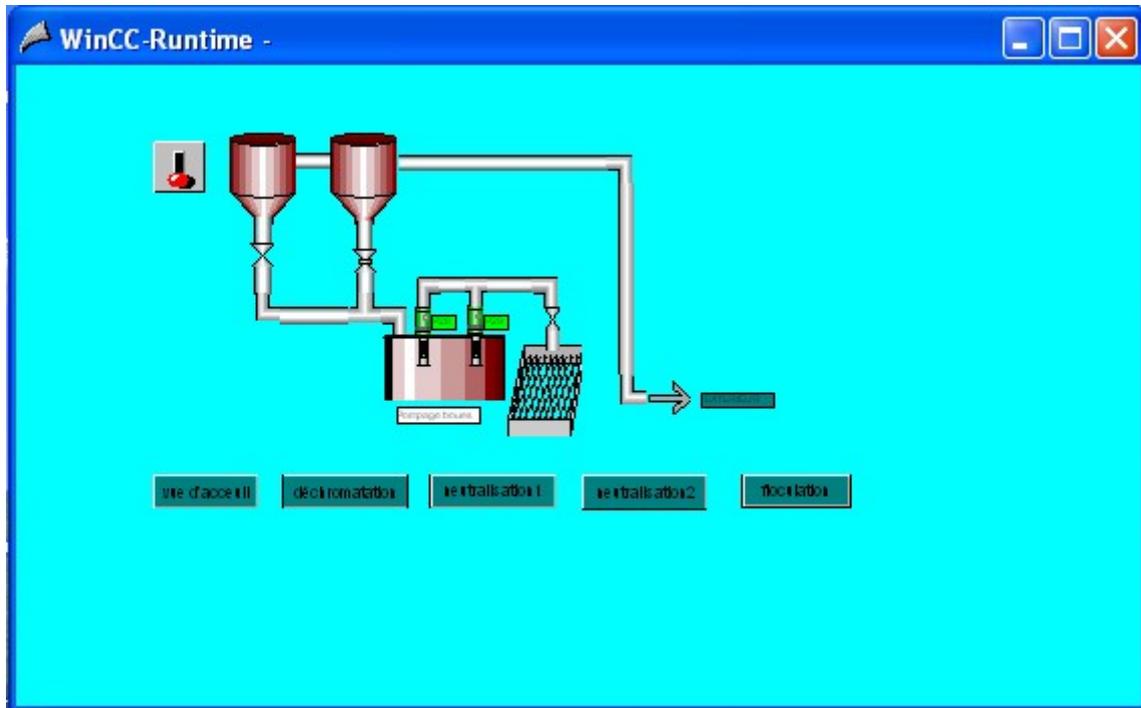


Figure V.9: vue de la décantation- pompage à boues

Les vues sont réalisées et la configuration des boutons de navigations effectuées, nous passerons à la dynamisation des objets en leur affectant les variables correspondantes.

Conclusion :

Dans ce chapitre consacré à la supervision de la station « traitement des effluents ». Nous l'avons décrit en précisant sa place dans l'industrie, voir la visualisation de l'état de l'instrumentation et le contrôle des systèmes.

Nous avons élaboré sous le logiciel WinCC, les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en fonction du temps.

Dans ce projet, nous avons eu la charge d'automatiser à l'aide d'un automate programmable industriel la station de traitement des effluents de l'entreprise nationale des industries électroménagères (ENIEM).

Cette dernière étant d'une technologie ancienne d'où la nécessité de la substituer avec un moyen d'automatisation plus évolué qu'est API.

En premier lieu, nous avons étudié le fonctionnement de la station « traitement des effluents », ensuite nous avons élaboré une modélisation cohérente de notre procès à l'aide du GRAFCET.

Pour le passage à la programmation en langage STEP7 et l'élaboration d'une solution programmable, le modèle en GRAFCET développé nous a été d'une grande utilité.

Le logiciel de simulation des modules physiques S7-PLC/M nous a permis de visualiser et de valider les résultats obtenus.

Dans le but de contrôler le déroulement du processus et d'assurer la bonne conduite de la station par l'intermédiaire de graphismes et de schéma en temps réel, nous avons élaboré une solution de supervision.

Ainsi, l'opérateur de conduite peut intervenir et prendre les décisions appropriées pour remédier aux défauts survenus en un temps minime.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables industriels. Il nous a permis aussi d'enrichir nos connaissances dans le domaine d'automatisation des procédés industriels.

Enfin, nous espérons que notre travail servira à améliorer la maintenance de l'installation et qu'il sera d'un certain apport pour l'entreprise ENIEM et pour les étudiants des promotions à venir.

Bibliographie

[1] documentation de la description générale de l'installation (ENIEM) unité cuisson

[2] **PDF** Documentation technique Siemens 2004 sur les API S7-300

[3] PATRICK JACQUARD, SERGE SANDRE

« AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL » édition PTC, 1993

[4] Documents fournis avec le logiciel de programmation STEP7 de la firme SIEMENS

[5] Documents fournis avec le logiciel de supervision WinCC de la firme SIEMENS

