

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etude  
de MASTER PROFESSIONNEL**  
Spécialité : **Automatique industrielle**

*Présenté par*  
**Khaous Mouloud  
Matki Mhena Nourdine**

Mémoire dirigé par **M. Bensidhoum** et co-dirigé par **M. Mentache**

Thème

**Etude et amélioration d'une station de  
traitement d'eau par voie physico-  
chimique**

*Mémoire soutenu publiquement le 12/07/2018 devant le jury composé de :*

**Melle Ouerdia Chellali**  
MCB, UMMTO, Président

**M Mohand Outahar Bensidhoum**  
MCA, UMMTO, Rapporteur

**Mme Ouiza Boukendour**  
MAA, UMMTO, Examineur



# Remerciements

*Ce travail a été effectué à l'unité de maintenance de la S.N.V.I.*

*Tout d'abord nous tenons à remercier madame la chef du département de l'unité Mme CHIKHI d'avoir accepté de nous accueillir au sein de leur entreprise, et qui nous a permis de réaliser ce stage de fin d'étude.*

*Nous remercions également notre promoteur Mr BEN SI DHOUM pour ses conseils et son aide tout au long de notre projet.*

*Nos sincères remerciements à Mr MENTACHE pour sa disponibilité et son soutien pendant notre stage de fin d'étude.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'étudier notre travail.*

*Que tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation trouvent ici notre plus profonde gratitude.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'établissement de ce travail.*

*Enfin, nous souhaitons dédier ce mémoire à nos parents. Rien n'aurait été possible sans leur soutien, confiance et générosité*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenue*

*Mon frère Zinedine*

*Mes sœurs NORA et LIZA*

*Ma très chère grand mère nouara*

*Mes oncles et mes tentes et leurs familles*

*Mes cousins et cousines*

*Tous mes amis(es) en particulier LEYLA, BOUALEM, LILA, SAID et ADEL*

*Mon chère binôme MOULOUD et sa famille*

*A tous ceux qui ont su croire en moi*

*A tous ceux qui me sont chers*



*MHENA*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenue*

*Mon frère MEZIANE*

*Mes sœurs MALIKA, FARIZA, FAZIA et KARIMA*

*Ma très chère fiancée FATIHA*

*Mes oncles et mes tentes et leurs familles*

*Mes cousins et cousines*

*Tous mes amis(es) en particulier Hamid, NASSIME, SAID , RAFIK,  
LOTFI et AREZKI*

*Mon chère binôme MHENA et sa famille*

*A tous ceux qui ont su croire en moi*

*A tous ceux qui me sont chers*



*Mouloud*



**Listes des abréviations :**

**1-LSL 506 01** : détecteur de niveau cuve à boue

**2-LSM 506 01** : détecteur de niveau cuve à boue

**3-LSH 506 02** : détecteur de niveau cuve à boue

**4-LSAH 506 03** : détecteur de niveau cuve à boue

**5-C1** : Capteur début de course

**6-C2** : Capteur fin de course

**7-LSL 101 01** : détecteur de niveau acide sulfurique

**8-LSH 101 02** : détecteur de niveau acide sulfurique

**9-LSAH 101 03** : détecteur de niveau acide sulfurique

**10-LSL 109 01** : détecteur de niveau coagulant

**11-LSH 109 02** : détecteur de niveau coagulant

**12-LSAH 109 03** : détecteur de niveau coagulant

**13-LSL 107 01** : détecteur de niveau préparation floculant

**14-LSH 107 02** : détecteur de niveau préparation floculant

**15-LSAH 107 03** : détecteur de niveau préparation floculant

**16-LSL 106 01** : détecteur de niveau préparation lait de chaux

**17-LSH 106 03** : détecteur de niveau préparation lait de chaux

**18-LSAH 106 04** : détecteur de niveau préparation lait de chaux **LSL 302 05** :  
détecteur de niveau fosse relevage

**19-LSH 302 06** : détecteur de niveau fosse relevage

**20-LSAH 302 07** : détecteur de niveau fosse relevage

**21-LAH 200 01** : détecteur de niveau coagulation /neutralisation

**22-LSL 302 01** : détecteur de niveau fosse de stockage tampon

**23-LSH 302 03** : détecteur de niveau fosse de stockage tampon

**24-LSAH 302 04** : détecteur de niveau fosse de stockage tampon

**25-PD 101 03** : Pompe doseuse acide sulfurique

**26-PD 109 01** : Pompe doseuse coagulant

**27-PC 106 01** : Pompe centrifuge préparation lait de chaux

**28-PD 107 02** : Pompe doseuse préparation floculant

**29-PC 302 03** : Pompe centrifuge fosse de stockage tampon

**30-PC 302 02** : Pompe centrifuge fosse de relevage

**31-PV 318 01** : Pompe péristaltique fosse de stockage tampon

**32-EC 318 01** : Ecrémateur mobile

**33-PC 505 01** : Pompe centrifuge 1

**34-PC 505 02** : Pompe centrifuge 2

**35-PB 506 01** : Pompe a boue cuve à boue

**36-AR 505 01** : Moteur pont racleur

**37-AH 203 01** : Agitateur floculation

**38-AH 206 01** : Agitateur coagulation/neutralisation

**39-EV 302 01** : Electrovanne rampe d'agitation fosse de stockage tampon

**40-EV 506 01** : Electrovanne de brassage a boue cuve à boue

**41-EV3** : Electrovanne sortie du vérin

**42-EV4** : Electrovanne retour du vérin

**43-EV5** : Electrovanne air comprimé filtre a presse VM 506 01 Vanne manuel TOR

**44-VM 506 02** : Vanne manuel TOR

**45-VM 506 03** : Vanne manuel TOR

**46-VM 302 03** : Vanne manuel TOR

**47-VM 302 06** : Vanne manuel TOR

**48-VM 101 05** : Vanne manuel TOR

**49-VM109 02** : Vanne manuel TOR

**50-VM 106 02** : Vanne manuel TOR

**51-VM 106 03** : Vanne manuel TOR

**52-VM 107 05** : Vanne manuel TOR

**53-VM 107 01** : Vanne manuel TOR

**54-VM 505 04** : Vanne manuel TOR

**55-VM 505 05** : Vanne manuel TOR

**56-CV 505 01** : Clapet anti retour

**57-CV 505 02** : Clapet anti retour

**58-CV 302 01** : Clapet anti retour

**59-CV 302 03** : Clapet anti retour

**60-RO 506 01** : Fosse de stockage tampon

**61-RO 302 01** : Fosse de relevage

**62-RO 203 01** : Cuve coagulation /neutralisation

**63-RF 107 01** : Cuve floculation

**64-RF 106 01** : Cuve Préparation lait de chaux

**65-RF 109 01** : Cuve coagulant

**66-RF 101 01** : Cuve acide sulfurique

**67-RF 318 03** : Cuve stockage des huiles

**68-FP 506 01** : Filtre à presse

**69-RO 505 01** : Décanteur

**70-RF 506 01** : Cuve à boue

**71-RF 107 01** : Cuve préparation floculant



# Liste des figures

Figure 1 : Organigramme des unités de la SNVI.....	6
Figure 2 : Organigramme des unités de la SNVI.....	7
Figure I.1 : Pompe centrifuge.....	9
Figure I.2 : Pompe volumetrique.....	11
Figure I.3: Pompe doseuse.....	13
Figure I.4: Pompe péristaltique.....	14
Figure I.5 : Electro-agitateur.....	15
Figure I.6 : Décantation.....	16
Figure I.7: Filtre à presse.....	17
Figure I.8 : Electrovanne 3/2 pour gaz et liquides.....	18
Figure I.9: Electrovanne 2/2 avec membrane assistée.....	18
Figure I.10 : capteur de niveau.....	19
Figure I.11 : capteur de position.....	20
Figure I.12: Clapet.....	20
Figure I.13 : Vanne à bille.....	21
Figure I.14: Vanne papillon à oreilles de centrage.....	21
Figure I.15: Vanne passage direct laiton.....	22
Figure I.16 : écrémeur mobile.....	23
Figure II.1 : Fosse relevage/Fosse tampon.....	24
Figure II.2 : Coagulation/Neutralisation.....	25
Figure II.3 : Floculation.....	26
Figure II.4: Décantation.....	27
Figure II.5 : Déshydratation des boues.....	28
Figure II.6 : Déshuilage.....	28
Figure II.7: Cuve acide sulfurique.....	29
Figure II.8 : Cuve coagulant.....	29
Figure II.9 : Cuve préparation lait de chaux.....	30

Figure II.10 : Cuve de préparation floculant. ....	30
Figure II.11 : installation d'une nouvelle pompe centrifuge .....	34
Figure II.12 : Déshuilage.....	35
Figure II.13 : nouveau capteur.....	36
Figure III.1 : Symbolisation du GRAFCET. ....	37
Figure III.2 : Présentation générale d'un GRAFCET.....	41
Figure III.3 : L'automate programmable SIEMENS.....	47
Figure III.4: Structure interne d'un API.....	47
Figure III.5 : CPU 312.....	50
Figure III.6 : SM 321 DI32xDC24V .....	51
Figure III.7 : SM 321 DI32xDC24V .....	52
Figure III.8: SM 331 DO8xDC24V/0,5A.....	52
Figure III.9 alimentation.....	53
Figure III.10 : une partie de la table mnémonique. ....	55
Figure III.11 : Fenêtre du S7-PLCSIM.....	56
Figure III.12 : Visualisation du programme. ....	57
Figure.IV.1 : Structure d'un système de supervision. ....	61
Figure IV.2 : vue d'accueil.....	62
Figure. IV.3 : vue globale.....	63
Figure. IV.4 : vue d'alarme .....	64
Figure IV.5 : vue d'alarme suite aux niveaux très haut des cuves et défauts des pompes .....	65
Figure. IV.6 : remplissage de la cuve stockage tampon. ....	65
Figure IV.7 : coagulation /neutralisation.....	66
Figure IV.8 : décantation /remplissage cuve à boue.....	66

# *Sommaire*

<b>Présentation de l'entreprise</b> .....	<b>1</b>
1) Présentation SNVI : .....	1
2) Historique :.....	1
3) Mission de l'entreprise :.....	1
4) Activité de l'entreprise :.....	2
4.1) Activité étude et recherche :.....	2
4.2) Activité production :.....	2
5) Activité de distribution et maintenance : .....	2
5.1) Direction Marketing et Ventes (DMV) : .....	3
5.2) Direction Centrales Après-Vente (DCAV) :.....	3
6) Organigramme Général de SNVI : .....	4
7) Division Véhicules Industriels (D.V.I) :.....	5
<b>INTROCUCTION GENERALE</b> .....	<b>6</b>
INTROCUCTION GENERALE .....	6
<b>Chapitre I : Instrumentation de la station</b>	
I. 1 Introduction.....	8
I. 2 Description de la station :.....	8
I.2.1 Activité : .....	8
I.2.2 Origines et caractéristiques des effluents à traiter : .....	8
I.3 Les actionneurs :.....	9
I.3.1 Pompe centrifuge :.....	9
a - Définition :.....	9
b- Constitution :.....	9
c- Le principe de fonctionnement : .....	9
d- Utilisations : .....	10

e- Caractéristiques :	10
f- Avantages et inconvénients de la pompe centrifuge :	11
I.3.2 La pompe volumétrique :	11
a- Définition :	11
b- Le principe de fonctionnement et constitution :	12
c- Avantages et inconvénients de la pompe volumétriques rotative :	12
d- Avantages et inconvénients de la pompe volumétrique alternative :	13
I.3.3 Pompe doseuse :	13
a- Définition :	13
c- Caractéristique :	14
I.3.4 Pompe péristaltique :	14
a-Définition :	14
b- Fonctionnement :	14
c- Avantages et inconvénients de la pompe péristaltique :	15
Avantages.....	15
Inconvénients .....	15
I.3.5 Electro-agitateurs :	15
a- Définition :	15
I.4 La décantation :	<b>16</b>
I.5 Filtre à presse :	<b>16</b>
a- Définition :	16
b- Principe :	17
I.6 Les électrovannes :	17
a- Définition :	17
I.6.1 Electrovanne 3/2 pour gaz et liquides :	17
a- Caractéristiques techniques :	<b>18</b>
I.6.2 Electrovanne 2/2 avec membrane assistée :	<b>18</b>
a- Caractéristiques techniques :	<b>18</b>
I.7 Les capteurs :	19

I.7.1 Les capteurs de niveau LS : .....	<b>19</b>
I.7.2 Les capteurs de position : .....	20
a- Principe de fonctionnement : .....	20
I.8 Clapet : .....	<b>20</b>
a-Définition : .....	20
I.9 Les vannes : .....	<b>21</b>
I.9.1 La vanne à bille : .....	21
a-Exécution: .....	21
I.9.2 VANNE PAPILLON A OREILLES DE CENTRAGE : .....	21
a-Définition : .....	22
b-Description : .....	22
c-Caractéristiques : .....	22
I.9.3 VANNE PASSAGE DIRECT LAITON : .....	22
a-Définition .....	22
I.10 Ecrémeur mobile : .....	<b>23</b>
a-Définition : .....	23
I.11 Conclusion : .....	<b>23</b>
<b>Chapitre II Fonctionnement de la station</b>	
II.1 Introduction : .....	<b>22</b>
II.2 Procédé de traitement de la station : .....	<b>22</b>
II.2.1 Fosse relevage/ fosse tampon : .....	22
II.2.2 Traitement physico-chimique : .....	23
II.2.2.1 Coagulation/Neutralisation : .....	23
II.2.2.2 Floculation : .....	24
II.2.2.3 Décantation : .....	24
II.2.2.4 Stockage et déshydratation des boues : .....	25
II.3 Traitement des huiles : .....	<b>26</b>
II.3.1- Déshuilage : .....	26
II.4 Stockage et injection des réactifs : .....	<b>27</b>

II.4.1 Acide sulfurique (94-98 %) :	27
II.4.2 Coagulant (sulfate d'alumine 40 %) :	27
II. 4.3 Lait de chaux :	28
II.4.4 Polymère de floculation :	28
II.5 Consignes de sécurité :	<b>29</b>
II.5.1 Risques chimiques des réactifs :	29
II.5.2 Risques d'électrocution :	30
II.5.3 Risques de chute :	31
II.6 Problématiques :	<b>31</b>
II.6.1 Solutions :	32
II.7 Conclusion :	<b>34</b>

### **Chapitre III : Modélisation par GRAFCET et étude d'automate programmable**

III.1 Introduction :	<b>37</b>
III.2 Définition du GRAFCET :	<b>37</b>
III.2.1 Les outils de base du GRAFCET :	37
III.2.2 Règles d'évolution du GRAFCET :	38
III.2.3 Niveau d'un GRAFCET :	39
III.2.4 Divergence et convergence en ET logique :	39
III.2.5 Divergence et convergence OU :	40
III.2.6 Mise en équation d'un GRAFCET :	40
III.3 Les automates programmables :	<b>46</b>
III.3.1-Définition générale :	46
III.3.2 Architecture des automates programmables industriels :	46
III.3.3 Structure interne des automates programmables :	47
III.3.4 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS S7-300 :	48
III.3.5 Choix d'automate programmable :	49
III.4 Choix de l'automate S7 300 :	<b>49</b>
III.4.1 Constituants de l'automate S7 300 :	49

III.4.2 L'unité centrale (CPU) :	50
III.4.3 Configuration matérielle choisie :	50
III.4.3.1 choix d'une CPU	50
III.4.3.2 sélectionné des modules d'entrées/sorties	51
III.4.3.3 sélectionné d'une Alimentation	53
III.5 Logiciel de programmation STEP 7 :	<b>54</b>
III.5.1 Description de STEP 7 :	54
III.6 Langage de programmation :	<b>54</b>
III.6.1 Structure d'un programme S7 :	54
III.6.2 Les blocs utilisateurs :	55
III.7 les mnémoniques :	<b>55</b>
III.8 Etat de fonctionnement de la CPU	56
III.9 Visualisation d'une partie de notre programme :	<b>57</b>
III.8 CONCLUSION :	<b>58</b>

## **Chapitre IV : Supervision avec Win CC**

IV.1 Introduction	<b>59</b>
IV.2 Présentation du logiciel Win CC flexible 2008	<b>59</b>
IV.3 Définition de la supervision industrielle :	<b>59</b>
IV.4 Constitution d'un système de supervision :	<b>60</b>
IV.4.1 Module de visualisation (affichage)	60
IV.4.2 Module d'archivage	60
IV.4.3 Module de traitement	60
IV.4.4 Module de communication	61
IV.5 Les vues du projet	<b>62</b>
IV.5.1 vue d'accueil	62
IV.5.2 vue globale de pupitre de commande	63
IV.5.3 : vue d'alarme	64
IV.6 Tests et simulation	64

IV.7 Conclusion : .....	67
<b>Conclusion générale : .....</b>	<b>68</b>

# **Présentation de l'entreprise**

# Présentation de l'entreprise

---

## **1) Présentation SNVI :**

La SNVI (société nationale de véhicules industriels) c'est une société Algérienne spécialisée dans la production de véhicules industriels de camions et autobus, et d'autres.

## **2) Historique :**

La société a été créée par le décret 81-342 du 12 Décembre 1981 sous la Société SONACOME restructuration (La Société Nationale De Construction Mécanique).

La Société Nationale De Construction Mécanique (SONACOME) a été créée par ordonnance n°67-150 du 09/08/1967 ayant pour vocation d'exploiter et de gérer les usines de construction mécanique du secteur public.

Son schéma d'organisation regroupe dix divisions dont la DVI future SNVI. [5]

## **3) Mission de l'entreprise :**

L'entreprise Nationale des véhicules industriels (SNVI) issue de restructuration de la SONACOME est chargée dans le cadre du plan national du développement économique et social de :

- La recherche.
- Le développement.
- L'importation.
- La distribution.

Elle se spécialise dans le secteur des véhicules industriels et leurs composants dont :

- Les camions.
- Les autobus, minicars.
- Les camions spéciaux.
- Le matériel tracté (remorques, semi-remorques, et autres...).

## Présentation de l'entreprise

---

D'une manière générale, tous véhicules destinés au transport routier de personnes et marchandises d'une charge utile supérieure à 1.5 tonne.

D'autres parts, la SNVI est chargée d'assurer et de promouvoir les activités d'après-vente des véhicules industriels par la mise en place de leurs moyens de maintenance.

### **4) Activité de l'entreprise :**

La SNVI a pour activités principales :

- A- La recherche.
- B- La production.
- C- La distribution et la maintenance.

#### **4.1) Activité étude et recherche :**

Cette activité est assurée par l'Unité d'Etude et Recherche <<UER>>. Elle a pour missions :

- L'innovation et le lancement de nouveaux produits.
- L'amélioration de la qualité et la fiabilité.
- L'acquisition et la maîtrise de nouvelles technologies.
- La diversification des sources d'approvisionnement.

#### **4.2) Activité production :**

Cette activité est assurée par (4) quatre unités opérationnelles qui sont :

- Division Véhicules Industriels (D.V.I).
- Unité Carrosserie Rouïba (U.C.R).
- Unité Fonderie Rouïba (U.F.R).
- Unité Carrosserie Tiaret (U.C.T).

### **5) Activité de distribution et maintenance :**

Cette activité est assurée sous les directives de deux (2) direction importantes :

#### **5.1) Direction Marketing et Ventes (DMV) :**

Pour améliorer son potentiel de distribution, la SNVI a mis en place une unité gestion produit. Implantée à Rouïba sur le complexe, cette unité a pour missions principales :

- Réception et contrôle véhicules.
- Mise en carrosserie des véhicules.
- La préparation de ces véhicules.
- Livraison vers les unités commerciales.
- Gestion des stocks.

#### **5.2) Direction Centrales Après-Vente (DCAV) :**

L'importante activité de la DCAV, est assurée par onze (11) unités commerciales réparties à travers le territoire national dont notre unité d'Ouargla.

La DCAV est chargée d'assurer :

- La vente des véhicules neufs.
- La vente de pièces de rechange.
- Le service après-vente.
- La réparation et la rénovation des parcs régionaux de ces produits.

6) Organigramme Général de SNVI :

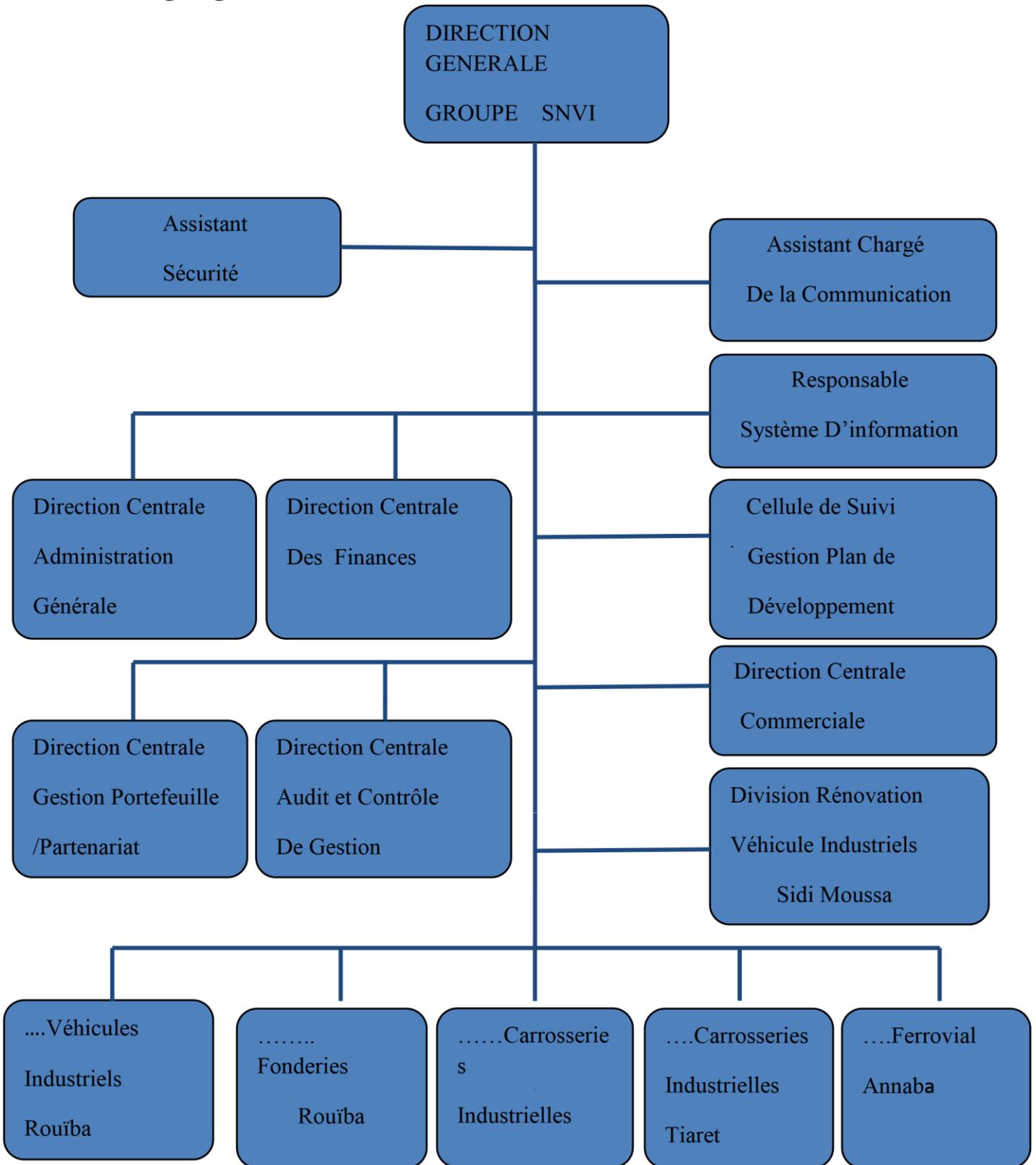


Figure 1 : Organigramme des unités de la SNVI

# Présentation de l'entreprise

---

## 7) Division Véhicules Industriels (D.V.I) :

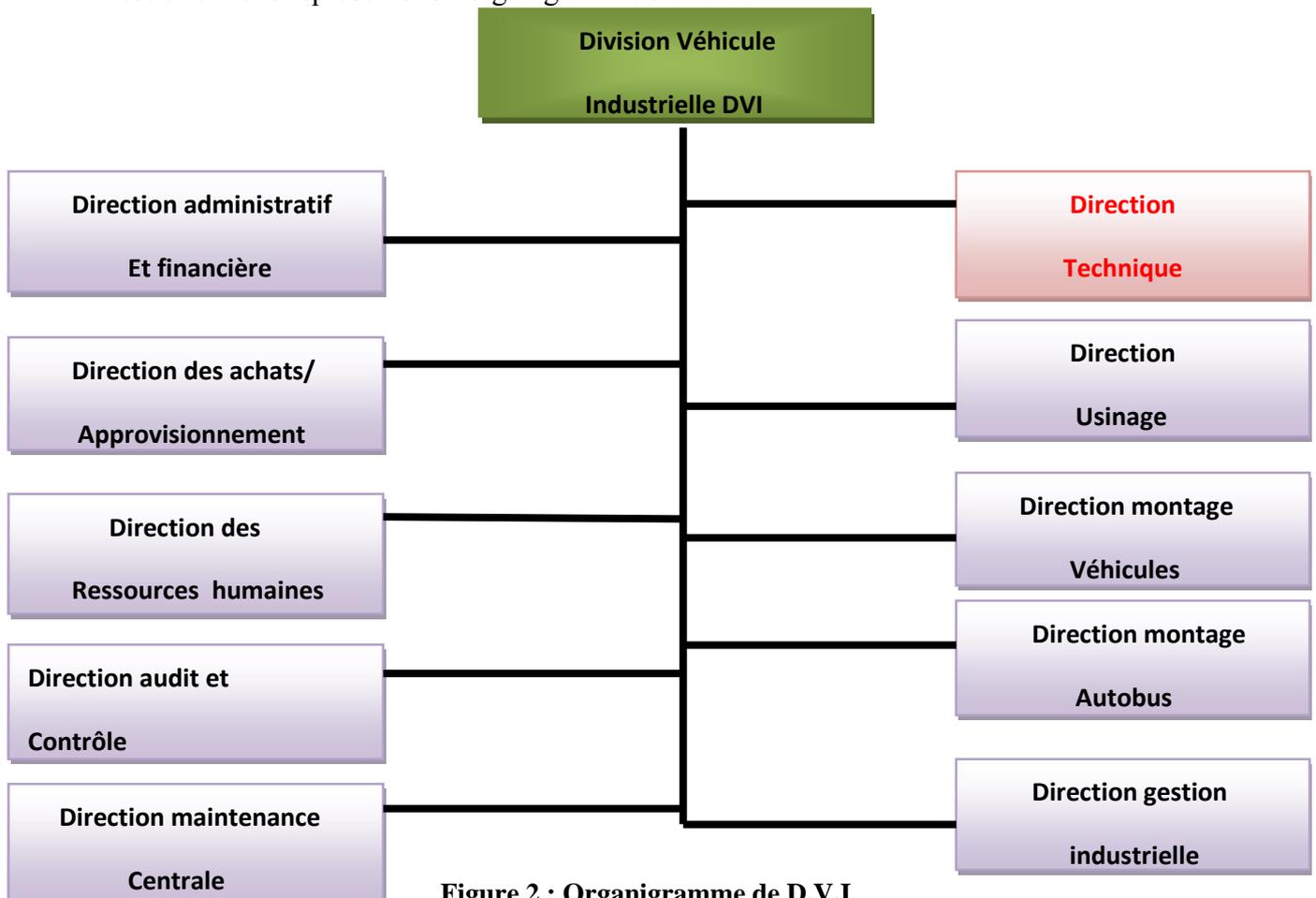
Cette unité ayant pour activité d'origine, le montage de camions et d'autobus, leurs ventes ainsi que la distribution de pièces de rechange.

Elle a été restructurée par la SONACOME pour la fabrication intégrée des camions, autobus et pièces de rechange.

Elle regroupe les différentes directions :

- Direction gestion industrielle.
- Direction des achats/approvisionnements.
- **Direction Technique.**
- Direction administratif et financière.
- Direction usinage.
- Direction des ressources humaines.
- Direction montage véhicules.
- Direction maintenance centrale.
- Direction montage autobus.
- Direction audit et contrôle.

A cet effet nous représentons l'organigramme suivant :



# **Introduction**

## **générale**

# Introduction générale

---

## **Introduction générale :**

Dans un monde industriel en pleine évolution où la compétitivité est l'objectif essentiel, l'automatisation est une nécessité.

Autrefois réservés aux applications spécialisées exigeant des volumes de traitement importants, les automates programmables sont maintenant opérationnels dans nombre de domaines, de l'aéronautique jusqu'à l'électroménager. Grace à la simplicité de leur mise en œuvre et de leur implantation, ils occupent une place importante dans les technologies utilisées en automatisation.

La société Nationale de Véhicules Industriels (SNVI) est une importante usine spécialisée dans l'industrie automobile depuis son implantation qui a opté pour des installations automatisées ; en introduisant les automates programmables Industriels.

Dans ce contexte, le sujet qui nous a été proposé par le département maintenance de la SNVI consiste à améliorer et automatiser la station de traitement des eaux par voie physicochimique issue de l'atelier mécanique à l'aide d'un API S7-300.

La problématique qui nous a été posée au sein de l'unité V.I.R.(Véhicules Industriels Rouïba) du groupe « SNVI » est l'étude de la commande automatique de la station de traitement d'eau, sachant qu'elle fonctionne en mode semi-automatique, Cette dernière présente plusieurs problématiques surtout en termes de maintenance vue que la pompe de soutirage des boues de la décantation vers le stockage des boues tombe souvent en panne, le système de déshuilage et Perfectionnement du fonctionnement de l'agitateur de floculation. Les opérateurs interviennent souvent, ce qui cause des retards pour la production engagée.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée de l'automatisation de cette station en utilisant l'automate S7 300 qui présente de meilleurs avantages vue sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication.

Le contenu de ce travail s'articule autour de quatre chapitres.

- Dans le premier chapitre, nous décrirons la station et ses différents éléments qui la constituent.

# Introduction générale

---

- Dans le second chapitre, nous décrivons le cycle de fonctionnement du processus de la station de traitement d'eau.
- Le troisième chapitre traitera la modélisation de procédé par l'outil GRAFCET et la programmation par STEP 7.
- Le quatrième chapitre sera destiné sur l'élaboration du programme de supervision sous le logiciel Win CC flexible 2008 et nous achèverons avec une conclusion générale.

**Chapitre I :**  
**Instrumentation**  
**de la station**

**I. 1 Introduction :**

Afin de comprendre d'une manière simple les composantes de la station de traitement d'eau, on a opté pour effectuer une étude brève sur les différents actionneurs, électrovannes et capteurs de cette station qui fait l'objet de ce chapitre.

**I. 2 Description de la station :****Activité :**

La société SNVI est spécialisée dans la conception et la fabrication de véhicule industriel. La présente installation a pour objet le traitement des rejets liquides de l'atelier mécanique.

**Origines et caractéristiques des effluents à traiter :**

Les effluents à traiter sont les suivants :

- eaux des machines à laver.
- eaux des lignes de phosphatation.
- eaux des cabines de peinture.
- eaux des bacs de lavage.
- huiles émulsifiées des vidanges des machines-outils.

Les volumes et débits des effluents à traiter sont les suivants :

- eaux de rinçage (rejet continu) : 7 à 10 m<sup>3</sup> / heure.
- huiles de vidange (rejet périodique) : 12 m<sup>3</sup> / semaine.
- autres rejets (rejet périodique) : 66 à 70 m<sup>3</sup> / semaine.

La capacité retenue pour le dimensionnement des installations sera de 10 m<sup>3</sup> /h.

**Les actionneurs :****Pompe centrifuge :****a - Définition :**

La pompe centrifuge est une machine tournante qui grâce à un rotor à aubes convenablement orientées augmente l'énergie cinétique et projette à l'aide de la force centrifuge le liquide à la périphérie sur la volute. A la sortie et à l'aide d'un divergent, une grande partie de l'énergie cinétique se transforme en pression motrice. [7]

**Figure I.1 : Pompe centrifuge****b- Constitution :**

Les pompes centrifuges sont de construction très simple en version de base. Elles sont essentiellement constituées d'une pièce en rotation le rotor appelée aussi roue ou hélice qui tourne dans un carter appelée corps de pompe ou volute.

Ces machines comprennent donc :

- un distributeur (arrivée du liquide)
- l'ouïe d'aspiration
- le corps de la pompe ou volute
- le refoulement qui va s'élargir
- l'ouïe de refoulement

**c- Le principe de fonctionnement :**

On peut décomposer le fonctionnement en deux étapes :

**• L'aspiration :**

Le liquide est aspiré au centre du rotor par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est de conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée du rotor. La pompe étant amorcée, c'est à dire pleine de liquide, la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

**• L'accélération :**

Le rotor transforme l'énergie mécanique appliquée à l'arbre de la machine en énergie cinétique. A la sortie du rotor, le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie. La section offerte au liquide étant de plus en plus grande, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression.

**d- Utilisations :**

- Industrie alimentaire, pharmaceutique, nucléaire
- Transfert de solutions agressives
- Dépotage de camions, citernes et containers
- Cosmétiques
- Solvants

**e- Caractéristiques :**

- Performance en 50 Hz
- Débit : 1 à 10 m<sup>3</sup> /h
- hauteur : 10m
- diamètre : 95 mm
- Température de service : -70°C à 120°C

## f- Avantages et inconvénients de la pompe centrifuge :

-Tableau I.1 : avantages et inconvénients de la pompe centrifuge

Avantages et inconvénients	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine de construction simple nécessite peu d'entretien.</li> <li>• Prix d'achat modéré, coût de maintenance faible.</li> <li>• Bon rendement (70% à 80%).</li> <li>• Adaptées à toute sorte de liquide.</li> <li>• Vitesse de rotation allant de 750 à 3000 tours/min, donc facilement entraîné par un moteur électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossible de pomper des liquides trop visqueux (les roues tournent sans entraînés le fluide).</li> <li>• Production d'une pression différentielle faible (0.5 à 10 bars).</li> <li>• La pompe ne s'amorce pas d'elle-même.</li> </ul>

## La pompe volumétrique :

## a- Définition :

Le déplacement du fluide est dû aux transports d'un volume  $V_0$  à chaque rotation. Les pompes volumétriques ou à capacité variable sont des pompes dans lesquels l'écoulement du fluide résulte de la variation d'une capacité occupée par le fluide. [6]

On distingue deux grands types de pompes volumétriques :

- Les pompes alternatives
- Les pompes rotatives

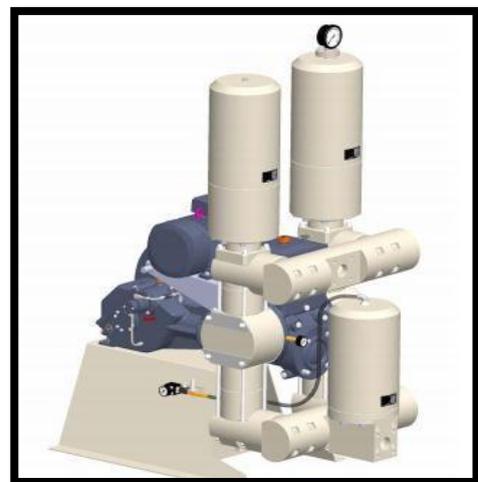


Figure I.2 : Pompe volumétrique

**b- Le principe de fonctionnement et constitution :****➤ Les pompes alternatives ou à piston (pompe à boue) :**

Les pompes à piston constituent l'un des plus anciens types de pompes et demeurent parmi les plus répandues. Comme son nom l'indique la pompe à piston utilise les variations de volumes occasionnées par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces machines ont donc un fonctionnement alternatif et nécessite un jeu de soupapes ou de clapets pour obtenir tantôt l'aspiration dans le cylindre tantôt son refoulement.

**➤ Les pompes rotatives :**

Le principe de ces pompes est le suivant : Deux rotors tournent en roulant l'un sur l'autre sans glisser pour éviter les frottements et déplacent un volume de fluide.

Il existe différentes pompes rotatives :

- Pompes à engrenages.
- Pompes à vis.
- Pompes à rotor hélicoïdal excentré.
- Pompes à palettes rigides ou souples.
- Pompes péristaltiques.

**c- Avantages et inconvénients de la pompe volumétriques rotative :**

**-Tableau I.2 : Avantages et inconvénients de la pompe volumétriques rotative**

<b>Avantages et inconvénients de la pompe volumétriques rotative</b>	
<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit régulier.</li> <li>• Possibilité d'adjoindre un by-pass.</li> <li>• Pompe réversible. Un seul boîtier d'étanchéité par tresse ou garniture mécanique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porte-à-faux du rotor sur l'arbre.</li> <li>• Pas de particule solides.</li> <li>• Vitesse et durée de vie fortement diminuées avec les produits abrasifs.</li> </ul>

**d- Avantages et inconvénients de la pompe volumétrique alternative :**

**-Tableau I.3 : Avantages et inconvénients de la pompe volumétriques alternative.**

<b>Avantages et inconvénients de la pompe volumétrique alternative</b>	
<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de pièces en rotation.</li> <li>• Simplification de l'étanchéité.</li> <li>• Fonctionnement sec sous dommage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse assez faibles.</li> </ul>

**Pompe doseuse :****a- Définition :**

Les pompes doseuses servent à injecter de façon précise et répétable de petites quantités de liquides ou de fluides plus ou moins visqueux contenant éventuellement des morceaux solides ou semi-solides suivant un cycle défini. Elles sont utilisées dans les domaines de la pharmacie, de l'agriculture, de l'agroalimentaire, du cosmétique, du diagnostic médical, du dosage industriel, de l'impression jet d'encre, des piles à combustible, de l'industrie des semi-conducteurs ou de l'analyse d'eau. [8]



**Figure I.3:Pompe doseuse**

**b- Principe de fonctionnement :**

Un moteur standard monté sur une base fait tourner un arbre à vis, sans fin, à une vitesse constante. Par l'entremise d'un réducteur de vitesse à engrenage à vis sans fin et l'excentrique, un mouvement alternatif de va-et-vient est transmis au piston. La longueur de la course détermine la capacité de la pompe et peut être ajustée manuellement de façon à fournir une gamme de pompage de 0 à 100 % du débit de la pompe. Cependant, ce dit piston ne pompe pas de produit chimique mais plutôt une huile exceptionnellement stable, avec d'excellentes qualités de lubrification. Ceci donne un parfait véhicule de pompage.

**c- Caractéristique :**

Débit : 1 m<sup>3</sup>/h

Hauteur d'aspiration max : 5 m

Température de service max : + 60 C

Température de service min : + 5 C

Pression max : 2,5 bars

Hauteur max : 5m

**Pompe péristaltique :****a-Définition :**

Une pompe péristaltique (appelée aussi parfois pompe à galets) est une pompe utilisée pour les liquides et les gaz. Le liquide est contenu dans un tube flexible, il est entraîné par un système pressant le tube à l'intérieur de la pompe. Ce processus, qui a pour nom le péristaltisme, est naturel dans divers systèmes biologiques comme celui du tube digestif . [5]



Figure I.4 : Pompe péristaltique

**b- Fonctionnement :**

La pompe péristaltique est constituée d'une tête, le plus souvent de forme circulaire, à l'intérieur de laquelle se trouve un tube flexible où progresse le fluide à pomper. Ce tube est déformé par un rotor doté de rouleaux ou galets, qui le compriment contre la tête circulaire. Les galets qui obturent des portions du tuyau durant leur rotation vont déplacer le fluide retenu dans le même sens. L'aspiration du fluide à l'entrée de la pompe est possible du fait de l'élasticité du tuyau.

Le fluide à aucun moment n'est en contact avec le rotor. Il est uniquement en contact avec l'intérieur du tube, ce qui évite tout risque de contamination avec le mouvement de la pompe,

voire de corrosion ou d'abrasion de celui-ci par les fluides agressifs ou chargés. L'évacuation du fluide est soumise à pulsations du fait du passage des galets.

### c- Avantages et inconvénients de la pompe péristaltique :

**-Tableau I.4 : Avantages et inconvénients de la pompe péristaltique.**

Avantages et inconvénients de la pompe péristaltique	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe douce pour les liquides alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.</li> <li>• Elles peuvent fonctionner à des températures allant jusqu'à 135°C.</li> <li>• Des débits assez importants peuvent être atteints, jusqu'à 60000 l/h.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elles créent des pulsations lors du passage du galet sur le tube mais des alternatives existent, notamment de pulsations.</li> <li>• L'usure du tube au niveau des galets est fonction de la vitesse de rotation choisie et de la pression de refoulement de l'installation. Il faut donc remplacer régulièrement ces tubes en cas d'utilisation prolongée ou mal adaptée.</li> </ul>

### Electro-agitateurs :

#### a- Définition :

Les agitateurs sont des accessoires utiles pour mélanger et dissoudre les fluides, dosés d'une manière homogène. Exemple : les suspensions doivent circuler en permanence ou du moins périodique, afin que la distribution des substances reste homogène.

Pour opérer un mixage manuel, occasionnel ou simple, il est recommandé d'utiliser un mélangeur, les agitateurs électriques complètent le programme pour les opérations de mixage automatique en continu.



**Figure I.5 : Electro-agitateur**

**La décantation :**

C'est un procédé de séparation solide liquide, utilisé dans la plupart des usines d'épuration et de traitement des eaux, ayant pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. On distingue trois principales classes selon la nature de la suspension :

- la décantation discontinue : Dans ce type de décantation (dite discrète ou individuelle) les particules conservent leurs individualités et leurs propriétés physiques (forme, dimension, densité) exp : cas du sable, des cendres volantes et des particules de charbon.
- la décantation flocculant : Ce type de décantation est caractérisé par l'agglomération des particules au cours de leur chute. Les propriétés physiques des particules sont donc modifiées pendant le processus. [5]



**Figure I.6 : Décantation**

- La décantation en zone (cas d'une suspension trop dense  $> 10$  g/l) : Dans ce type de décantation, les particules sédimentent en masse en formant des couches de particules se reposant les unes sur les autres. D'où l'apparition d'une interface nette entre le solide décanté et le liquide.

## Filtre à presse :

### a- Définition :

Le filtre à presse est une machine permettant de séparer un mélange solide-liquide.



Figure I.7: Filtre à presse

### b- Principe :

Le liquide est extrait d'une chambre revêtue d'une toile filtrante par injection de la matière sous pression. En pratique, on distingue deux types de pressage :

- le pressage sur plateau<sup>1</sup>, d'usage général
- le pressage sur tapis roulant<sup>2</sup>, plutôt utilisé pour les boues

Un filtre presse fait typiquement passer une boue contenant 10 % de matière sèche à une galette (poudre humide pressée) comportant environ 50 % de matière sèche, à raison d'un débit de 10 à 50 m<sup>3</sup>/h par unité de traitement. La pression appliquée au pressage est de quelques dizaines de bars. Une réduction de la teneur en liquide permet :

1. D'accélérer le séchage de cristaux ou de poudres ;
2. De gagner du volume au stockage des matières sèches ;
3. De limiter la migration des matières en suspension.

## Les électrovannes :

### a- Définition :

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique. [5]

Nous avons deux types d'électrovannes :

**Electrovanne 3/2 pour gaz et liquides :**

- Electrovanne 3/2 avec commande manuelle
- Assistée, à piston
- Fonction NF et NO
- Pour liquides et gaz neutres

**a- Caractéristiques techniques :**

Diamètre : DN 8.0 - 40 mm

Température ambiante : max. +55 °C

Fluides : Fluides neutres, Air comprimé, eau et huile hydraulique.

Température du fluide : 0 à +80 °C

Temps de réponse : 0,1- 4 secondes

Pièces internes de l'électrovanne : Inox, laiton, plastique (PPS)

Facteur de marche : 100% marche continue

**Electrovanne 2/2 avec membrane assistée :**

- Utilisation simple - une bobine pour tous les diamètres
- Anti-coup de bélier et faible bruit
- Fonction NF et NO
- Commande manuelle en option
- Longueur d'installation courte



Figure I.8 : Electrovanne 3/2 pour gaz et liquides



Figure I.9: Electrovanne 2/2 avec membrane assistée.

**a- Caractéristiques techniques :**

- Diamètre : DN 13 - 40 mm
- Température ambiante : max. +55 °C
- Fluides : Fluides, neutres, Air comprimé, eau, huile hydraulique.
- Température du fluide : -10° à +80°C
- Temps de réponse : 0,1- 4 secondes
- Pièces internes de l'électrovanne : Inox, laiton, plastique (PPS)
- Facteur de marche : 100% marche continue

**Les capteurs :**

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille. On fait souvent (à tort) la confusion entre capteur et transducteur : le capteur est au minimum constitué d'un transducteur.

Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Par opposition, l'instrument de mesure est un appareil autonome se suffisant à lui-même, disposant d'un affichage ou d'un système de stockage des données. Le capteur, lui, en est dépourvu.

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation. [5]

**Nous avons 2 types :****Les capteurs de niveau LS :**

Ce sont des capteurs de présence ou d'absence de liquide, en utilisant le principe de conduction du liquide qui fait passer le courant d'une borne vers l'autre.

Il y a des cuves qui possèdent deux capteurs (LS niveau haut, LS niveau bas) et d'autres 3 capteurs (LS niveau haut, LS niveau moyen, LS niveau bas) utilisés comme sécurité pour la pompe.



**Figure I.10 : capteur de niveau**

**Les capteurs de position :**

Les détecteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. On parle aussi de détecteurs de présence.

Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et muni d'un système de commande ou tête de commande. [5]

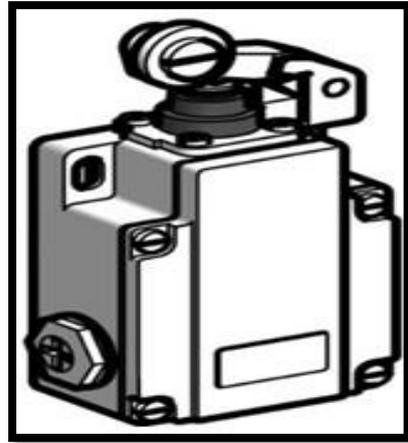


Figure I.11 : capteur de position

**a- Principe de fonctionnement :**

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve).

Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.

De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multidirectionnel associée à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier, à tige).

**Clapet :****a-Définition :**

Un clapet anti-retour est un dispositif mécanique qui impose la circulation d'un liquide dans un seul sens (alimentation de vérin ou d'une pompe à bras). [5]



Figure I.12: Clapet

**b-Exécution:**

- Pour montage sur conduite horizontale ou verticale
- Étanchéité à partir de : EPDM 2m, FKM 3m de colonne d'eau
- Poids spécifique du piston 2 kg/dm<sup>3</sup> env.
- Longueur hors-tout EN 558-1

**Les vannes :**

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide.

**La vanne à bille :**

C'est une vanne avec une bille percée à l'intérieur. Cette bille est liée à une manivelle. En tournant cette dernière, la bille tourne.

**a-Exécution:**

- Montage et démontage radial
- Joint de la bille en PTFE
- Inserts de fixation intégrés



Figure I.13 : Vanne à bille

**VANNE PAPILLON A OREILLES DE CENTRAGE :****a-Définition :**

Cette vanne est une vanne d'arrêt, elle doit être totalement ouverte ou totalement fermée.

En cas d'utilisation comme vanne de régulation (ouverture partielle), s'assurer que les conditions de service (débit...) n'engendrent pas de phénomène de cavitation susceptible d'endommager la vanne. [5]



Figure I.14: Vanne papillon à oreilles de centrage

**b-Description :**

- Vanne papillon à oreilles de centrage -Corps en fonte à graphite lamellaire FGL 250.
- Arbre en acier inox 420.
- Papillon en fonte FGS 400-15 revêtu polyamide.
- Hauteur de col permettant le calorifugeage. Ecartement et platine ISO.

**c- Caractéristiques :**

Ø : 32 à 250

P. maxi : 10b à 16b

T° : -10°C à +120°C

**VANNE PASSAGE DIRECT LAITON : a-****Définition**

La vanne à passage direct est une vanne à passage intégral dont l'étanchéité métal/métal permet de répondre à des conditions de service spécifiques (hautes pressions, hautes températures). Elle peut donc être utilisée pour de nombreuses applications comme l'industrie tertiaire, les industries chimiques et pétrolières.



Figure I.15: Vanne passage direct laiton

**b-Description :**

- Vanne laiton à opercule. Corps en laiton.
- Tige de manœuvre en laiton. Joints PTFE.
- Volant de manœuvre.
- Raccordement femelle/femelle

**Ecrémeur mobile :****a-Définition :**

L'écrémeur est monté sur le réservoir du liquide permettant de pomper les huiles flottantes

A l'aide d'une pompe péristaltique dans le stockage des huiles. [5]



**Figure I.16 : écrémeur mobile**

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons étudié et présenté les différents composants constituant la station. Au cours de cette étude il nous a été proposé de procéder à certaines modifications en vue d'une amélioration du fonctionnement.

Pour satisfaire le cahier de charge, nous procéderons à la modélisation du processus en utilisant le GRAFCET et nous élaborerons une solution qui sera implémentée en STEP7 et supervisée par le Win CC.



**Chapitre II :**  
**Fonctionnement**  
**de la station**

## II.1 Introduction :

Pour comprendre le principe du fonctionnement de la station de traitement d'eau, on a effectué les différentes étapes à suivre pour le fonctionnement qui fera l'objet de ce chapitre.

## II.2 Procédé de traitement de la station :

### II.2.1 Fosse relevage/ fosse tampon :

Les effluents issus du bâtiment mécaniques arrivent gravitairement dans la fosse de reprise enterrée, en génie civil. Une pompe auto-amorçante permet le transfert des effluents vers la fosse tampon.

Ce stockage tampon a une capacité de 70 m, permettant ainsi d'écrêter les pics de pollution et de lisser le débit. Afin d'éviter la sédimentation des matières les plus lourdes, cette fosse est équipée d'une rampe de brassage à l'air.

Une pompe auto-amorçante permet à partir de la fosse tampon l'alimentation de la station de traitement par voie physico-chimique. [5]

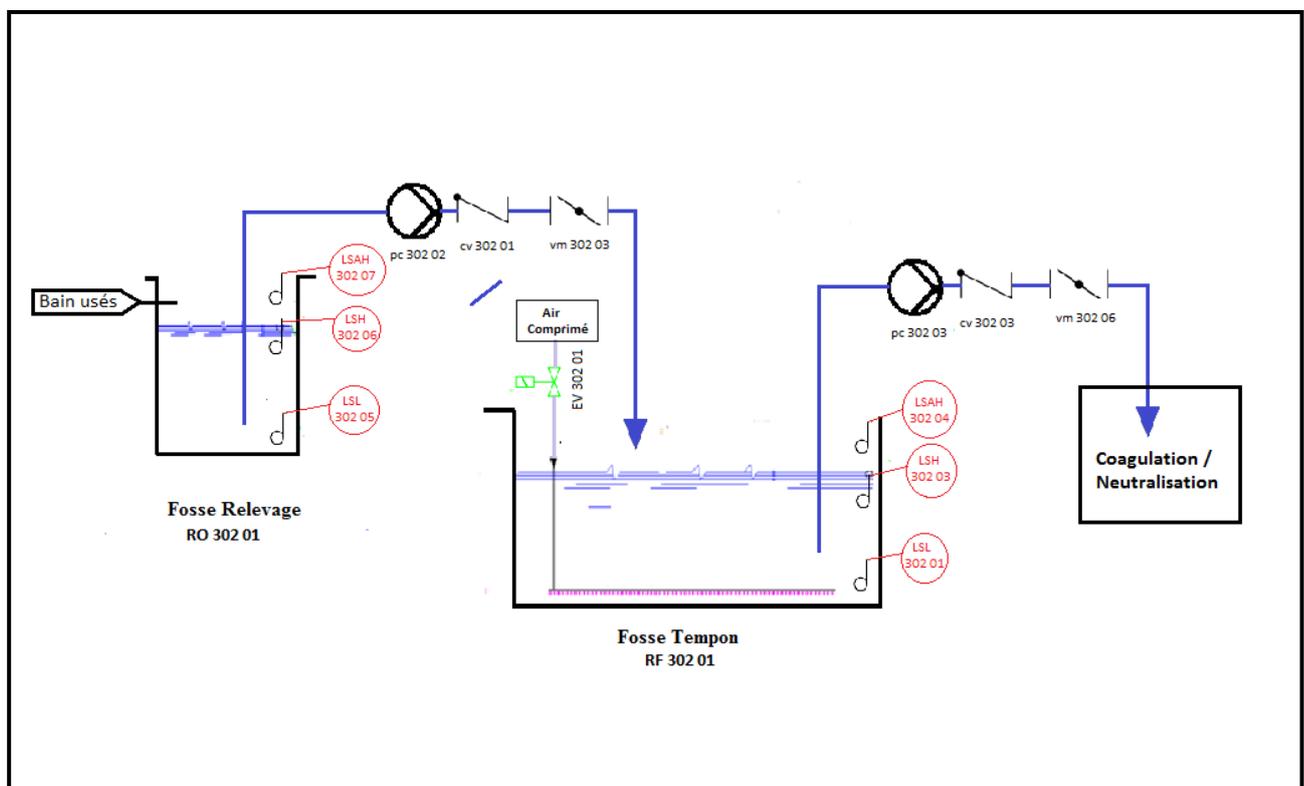


Figure II.1 : Fosse relevage/Fosse tampon.

## II.2.2 Traitement physico-chimique :

### II.2.2.1 Coagulation/Neutralisation :

Une partie des matières en suspension étant de nature colloïdale, une coagulation est effectuée afin de les déstabiliser et faciliter la séparation ultérieure des phases boues et eau claire.

Le coagulant est stocké dans une cuve de 2 m<sup>3</sup>, il est injecté dans le réacteur de coagulation/neutralisation RO 203 01 par une pompe doseuse de manière volumétrique.

La neutralisation ainsi que la précipitation des hydroxydes métalliques sont assurées par injection de lait de chaux et d'acide sulfurique.

Le lait de chaux à 600 g/l est préparé et stocké dans une cuve de 3 m<sup>3</sup>. Une pompe centrifuge alimente un circulant en lait de chaux. Le lait de chaux est injecté dans le réacteur de coagulation/neutralisation RO 203 01 par l'ouverture d'une vanne papillon.

L'acide sulfurique est stocké dans une cuve de 2 m<sup>3</sup>, il est injecté dans le réacteur de coagulation/neutralisation RO 203 01 par une pompe doseuse de manière volumétrique. [5]

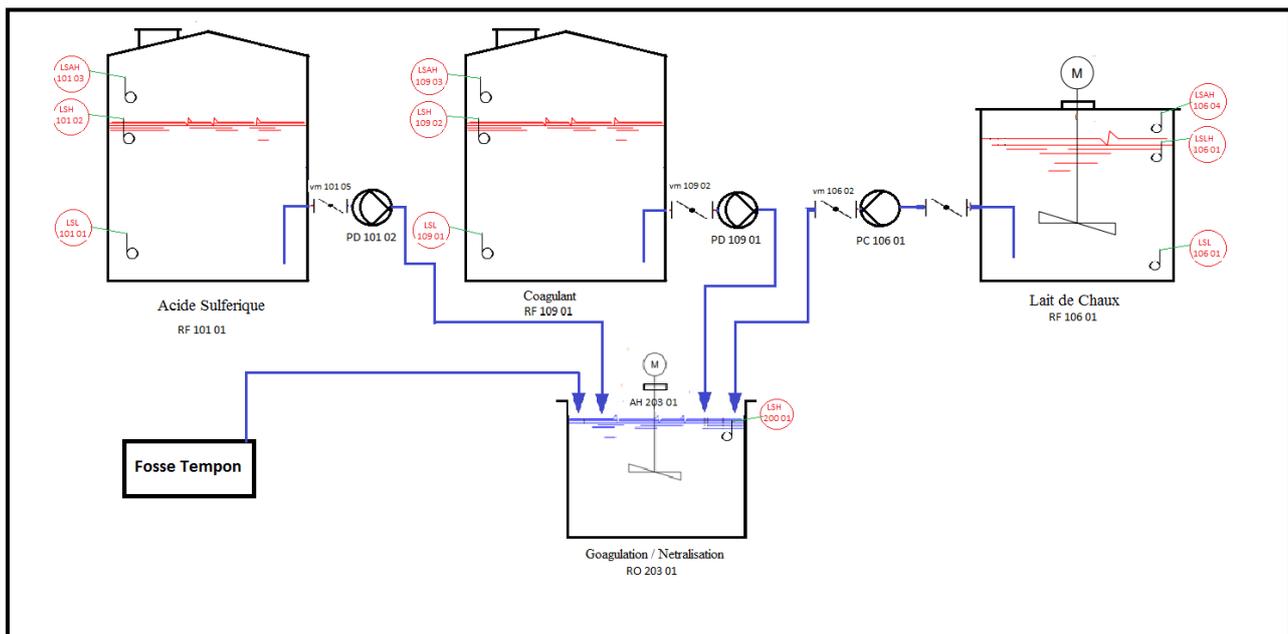


Figure II.2 : Coagulation/Neutralisation.

### II.2.2.2 Floculation :

Ce traitement a pour but le grossissement des particules afin de faciliter la séparation des phases solides et liquides.

L'effluent arrive gravitairement du réacteur de coagulation/neutralisation. La floculation est réalisée par injection d'une solution de floculant préparée, par pompe doseuse de manière volumétrique.

Le floculant est préparé et stocké dans une cuve de 1 m<sup>3</sup>. [5]

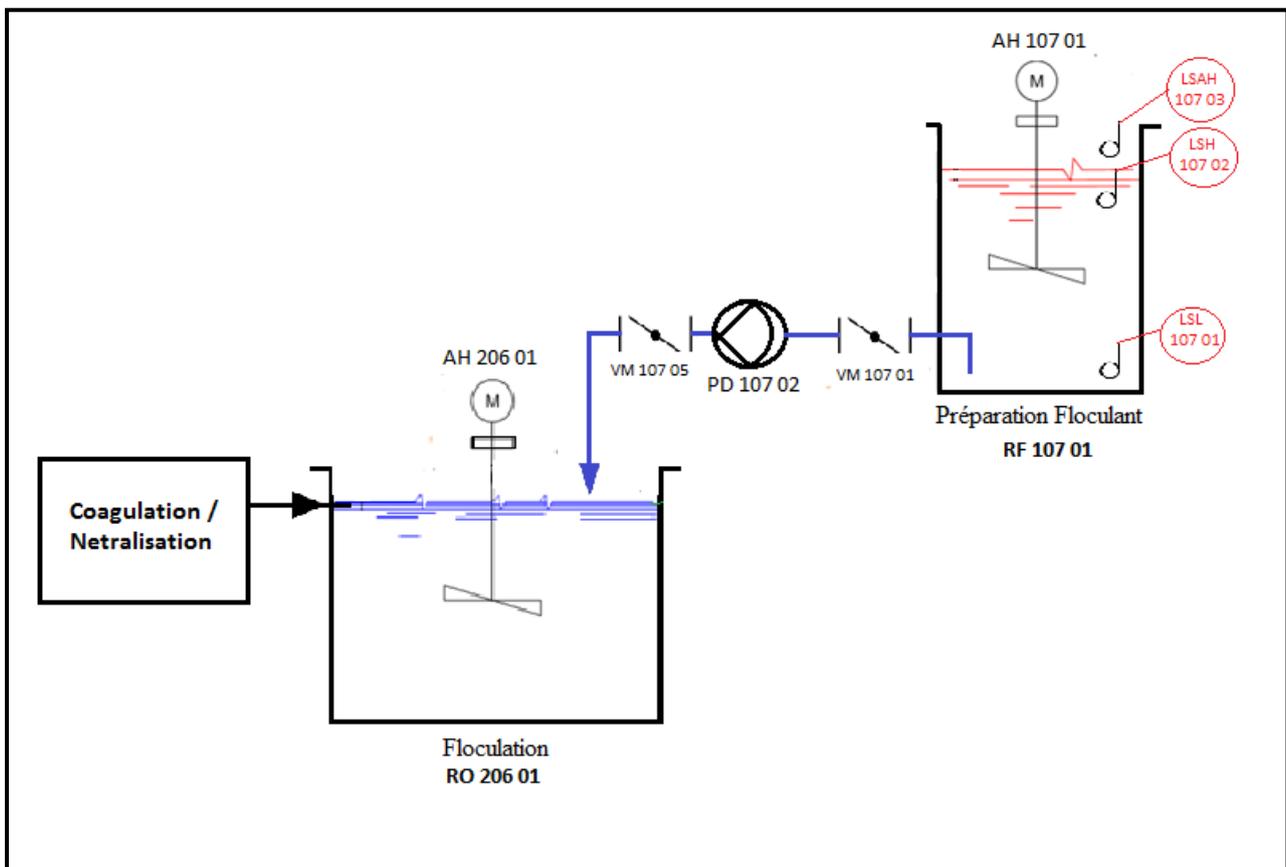


Figure II.3 : Floculation.

### II.2.2.3 Décantation :

La décantation a pour but la séparation des phases boues et eau claire : Les particules lourdes tombent au fond du décanteur. Elles sont soutirées périodiquement et envoyées vers le poste de traitement des boues à l'aide d'une pompe pneumatique de soutirage des boues.

L'eau clarifiée s'écoule gravitairement dans une fosse.

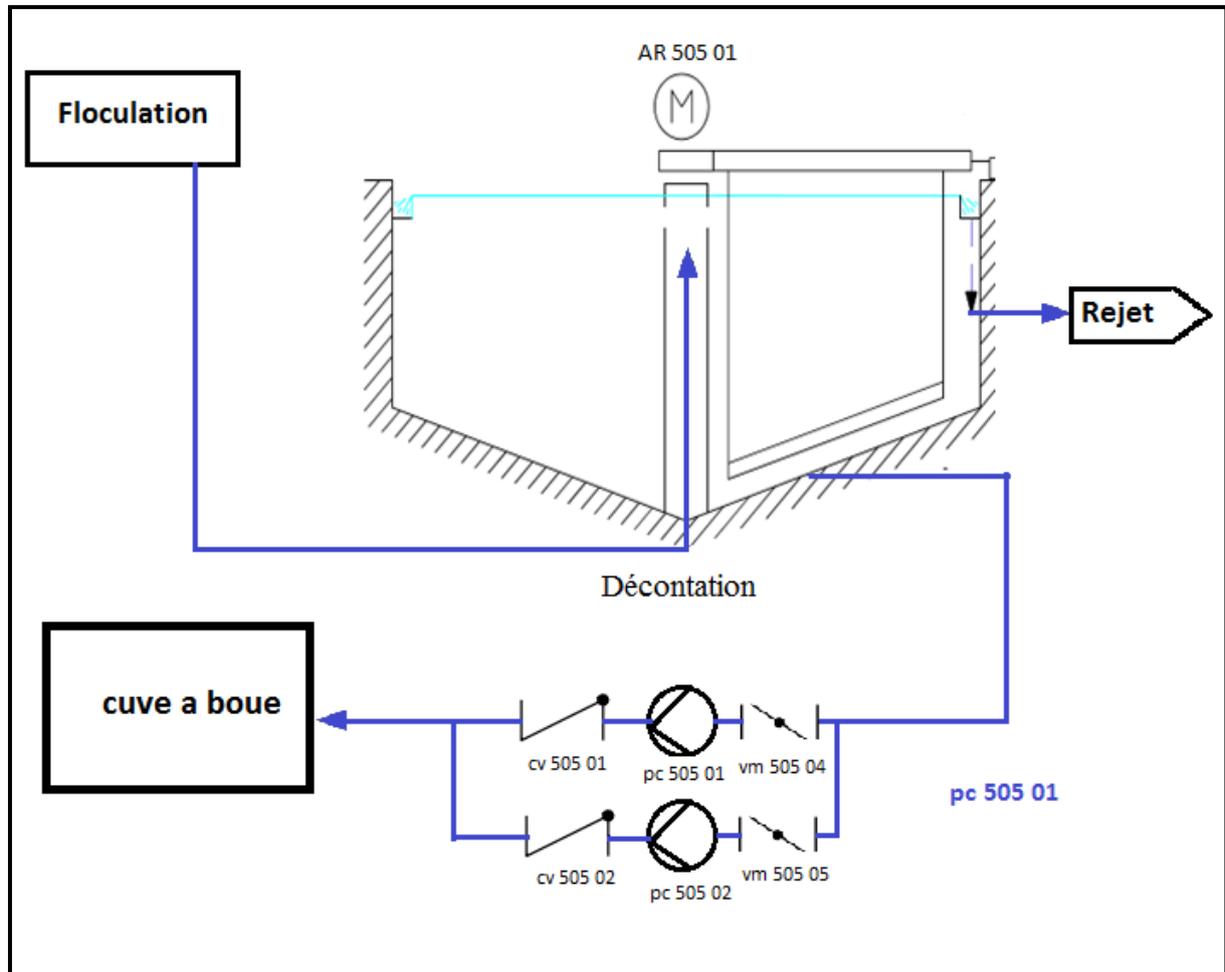


Figure II.4: Décantation.

#### II.2.2.4 Stockage et déshydratation des boues :

Les boues décantées sont stockées dans une cuve tampon, RO506 01, de 5m, équipée d'une agitation à l'air comprimé. Elles sont reprises par une pompe (PB506 01) qui alimente le filtre-presse et qui est asservie à des contacts de niveau situés dans la cuve à boues.

Le filtre presse présente une capacité de 200 litres environ. Le remplissage du filtre est contrôlé par une temporisation de 6mn. L'opérateur vient débâter le filtre presse et le refermer pour permettre une nouvelle pressée.

Les boues déshydratées sont récupérées sous forme de gâteaux stockés dans une benne. Les filtrats du filtre-presse sont dirigés vers la fosse tampon RF 302 01. [5]

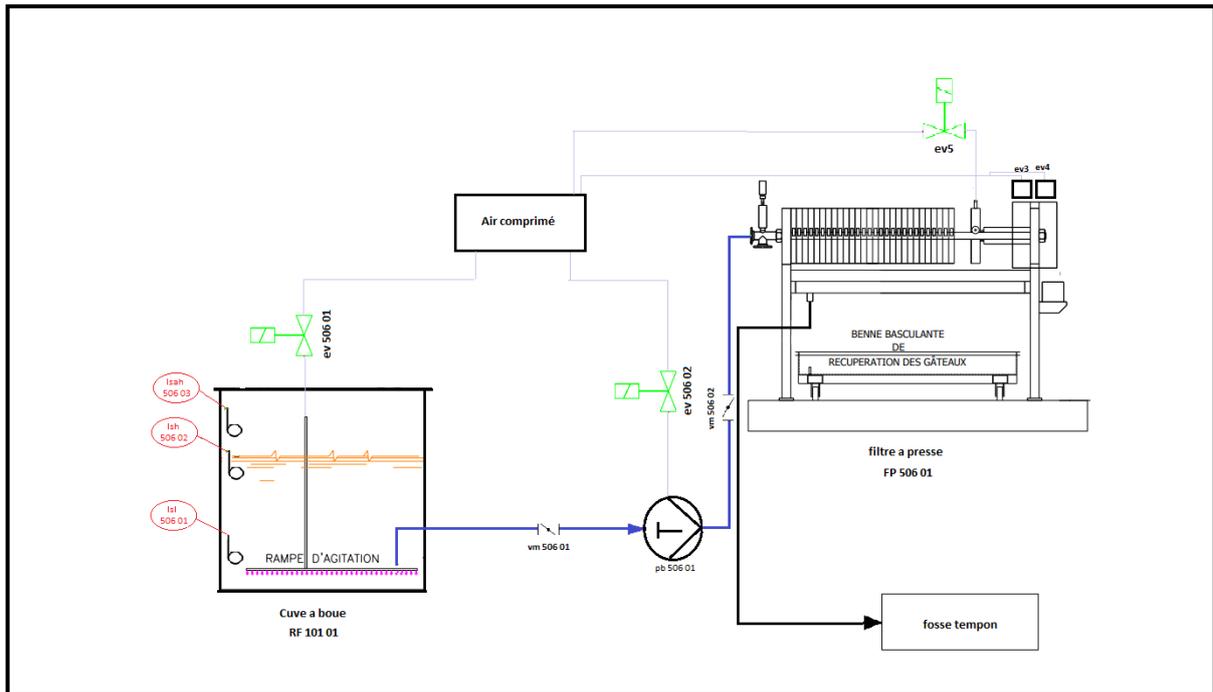


Figure II.5 : Déshydratation des boues.

### II.3 Traitement des huiles :

#### II.3.1- Déshuilage :

Le déshuileur statique permet de concentrer d'avantage les huiles. Cette concentration repose sur la différence de densité entre les hydrocarbures et l'eau.

Les hydrocarbures récupérés sont collectés dans un conteneur de 1 m<sup>3</sup> à l'aide d'un écrémeur mobile et d'une pompe péristaltique.

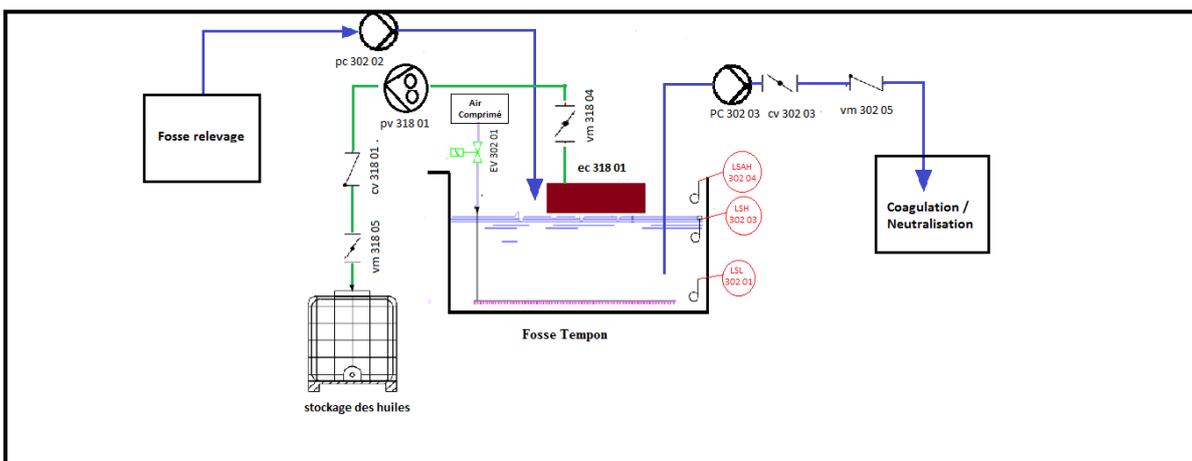


Figure II.6 : Déshuilage.

## II.4 Stockage et injection des réactifs :

### II.4.1 Acide sulfurique (94-98 %) :

L'acide sulfurique est stocké dans une cuve de 2m<sup>3</sup> en rétention. Une pompe doseuse permet d'alimenter la coagulation/neutralisation et la fosse de stockage des huiles. [5]

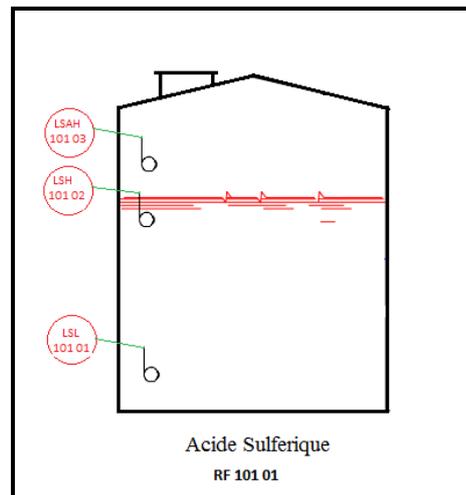


Figure II.7: Cuve acide sulfurique.

### II.4.2 Coagulant (sulfate d'alumine 40 %) :

Le coagulant est stocké dans une cuve de 2m<sup>3</sup> en rétention. Une pompe doseuse permet d'alimenter la coagulation/neutralisation. [5]

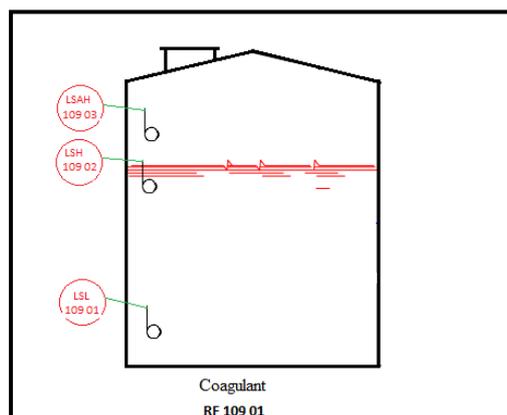


Figure II.8 : Cuve coagulant.

### II. 4.3 Lait de chaux :

Le lait de chaux est préparé dans une cuve agitée (3 m) à partir de chaux vive. Une pompe centrifuge permet d'alimenter le circulating de lait de chaux.

La préparation (à 600 g/l) est distribuée dans le réacteur de coagulation/neutralisation à l'aide d'une vanne pneumatique.

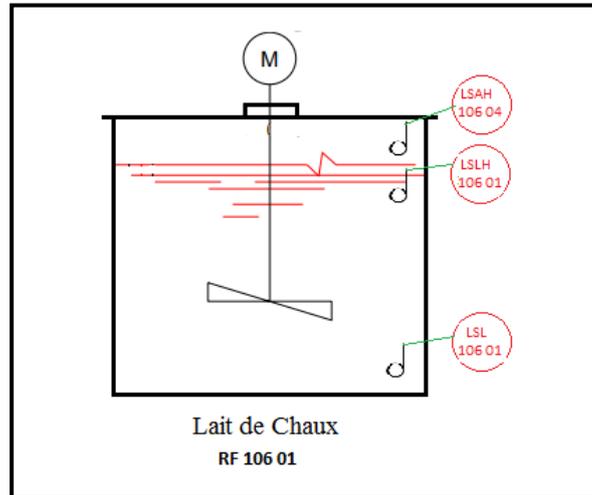


Figure II.9 : Cuve préparation lait de chaux.

### II.4.4 Polymère de floculation :

Le floculant est préparé dans une cuve agitée (1 m) à partir de polymère en émulsion. Une alimentation en eau équipée d'une électrovanne permet la préparation.

La préparation (à 1g/L) est distribuée dans le réacteur de floculation à l'aide de pompe doseuse. [5]

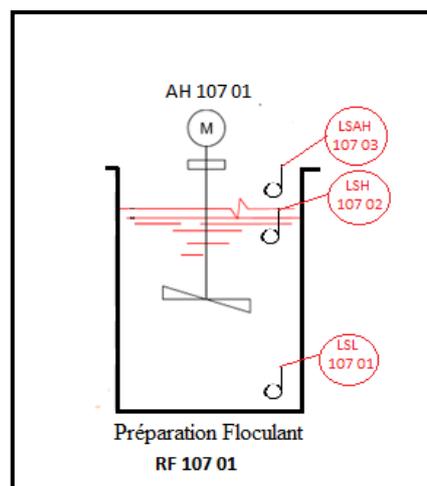


Figure II.10 : Cuve de préparation floculant.

## II.5 Consignes de sécurité :

### II.5.1 Risques chimiques des réactifs :

Le traitement des effluents à la station nécessite les réactifs dangereux suivants :

- Acide sulfurique.
- Coagulant.
- Lait de chaux
- flocculant.

Le flocculant n'est pas classé comme produit dangereux.

Toute manipulation et intervention sur des produits chimiques doivent être effectuées par un personnel qualifié, habilité, désigné, et connaissant les risques chimiques et les précautions à prendre.

- Se procurer, consulter et mettre à disposition du personnel :
  - les fiches techniques et de sécurité recueillies auprès des fournisseurs de produits.
  - éventuellement, les fiches toxicologiques INRS des substances ou les fiches internationales de sécurité des substances (disponibles sur internet) Voir sur les fiches de sécurité, les phrases R indiquant la nature des risques particuliers, les phrases S indiquant les conseils de prudence.
- Etiqueter les postes de stockage et identifier les équipements et les tuyauteries afin de prévenir les erreurs de manipulation.

Afficher les conseils de prudence, les opérations de premiers secours, les numéros de téléphone en cas d'urgence.

- Informer et former les opérateurs sur les risques chimiques des réactifs, les précautions à prendre lors des manipulations d'approvisionnement et d'intervention sur les équipements véhiculant les réactifs.
- Informer et former les opérateurs sur les risques chimiques des effluents, les précautions à prendre lors des manipulations et d'intervention sur les équipements véhiculant les effluents.

- Veiller à ce que le personnel soit muni d'équipements de protection individuelle appropriés :
  - Appareil respiratoire approprié ou masque intégral à cartouche gaz/vapeurs acides si nécessaire.
  - Gants en caoutchouc.
  - Lunettes de sécurité et protection faciale complète lorsque nécessaire.
  - Vêtements de protection et bottes en caoutchouc avec le bas des pantalons par-dessus.
- Les douches et lave œil de sécurité placées à proximité des zones de manipulations doivent être toujours prête à l'emploi.

### **II.5.2 Risques d'électrocution :**

- Toute intervention sur les appareils mécaniques doit être faite à l'arrêt.
- Toute intervention sur un appareil et dans l'armoire doit être effectuée par un personnel qualifié, habilité au type de l'intervention et connaissant les règles générales de sécurité.
- Les risques concernant le fluide véhiculé doivent être connus par l'opérateur.
- Le personnel intervenant doit être équipé de protections corporelles nécessaires correspondant au type de l'intervention.
- Le personnel intervenant doit connaître la construction et le fonctionnement électromécanique de l'appareil.
- Avant chaque intervention sur un appareil électrique, l'opérateur doit s'assurer qu'il est à arrêt et mis hors tension : commutateur de commande sur « 0 » ou « ARRET » et consigné afin qu'il ne puisse pas être remis en route par un autre opérateur.
- Avant chaque intervention sur une tuyauterie ou un équipement sur une tuyauterie, l'alimentation en liquide doit être arrêtée, les vannes d'isolement doivent être fermées.

- Pour une intervention sur un appareil utilisant de l'air comprimé, l'alimentation en air comprimé doit être coupée et cadenassée.

### **II.5.3 Risques de chute :**

Si une intervention ne peut être faite depuis une passerelle d'accès, s'assurer que toutes les mesures de sécurité soient prises pour éviter la chute de l'intervenant ou d'objet dans une cuve :

- Couvrir la surface ouverte de la cuve avec une couverture fiable.
- S'assurer que l'intervenant soit assisté par une deuxième personne.
- S'assurer que l'intervenant soit attaché avec un harnais de sécurité.

Si une intervention s'impose à l'intérieur d'une cuve :

- S'assurer que l'intervenant soit qualifié pour ce type d'intervention.
- S'assurer que la cuve soit bien vidangée et que toute alimentation en eau et en effluents soit coupée et cadenassée.
- S'assurer que toute alimentation électrique soit coupée et cadenassée.
- S'assurer que toute alimentation en air comprimé soit coupée et cadenassée.
- S'assurer que l'intervenant soit assisté d'une deuxième personne.
- S'assurer que l'intervenant soit attaché et équipé des équipements nécessaires pour une intervention en rappel.

### **II.6 Problématiques :**

La station présente plusieurs défaillances qui sont les suivantes :

- ✚ La station de filtrage présente une défaillance au niveau de la pompe centrifuge PC 505 01, elle tombe souvent en panne.
- ✚ Amélioration du système du déshuilage.

✚ Perfectionnement du fonctionnement de l'agitateur AH 206 01.

### II.6.1 Solutions :

La station de filtrage présente une défaillance au niveau de la pompe centrifuge pc 505 01, cette dernière est souvent en panne à cause des boues.

Pour remédier à ce problème on a proposé d'installer une deuxième pompe centrifuge

Pc 505 02 permettre au système de toujours fonctionner même en cas de panne.

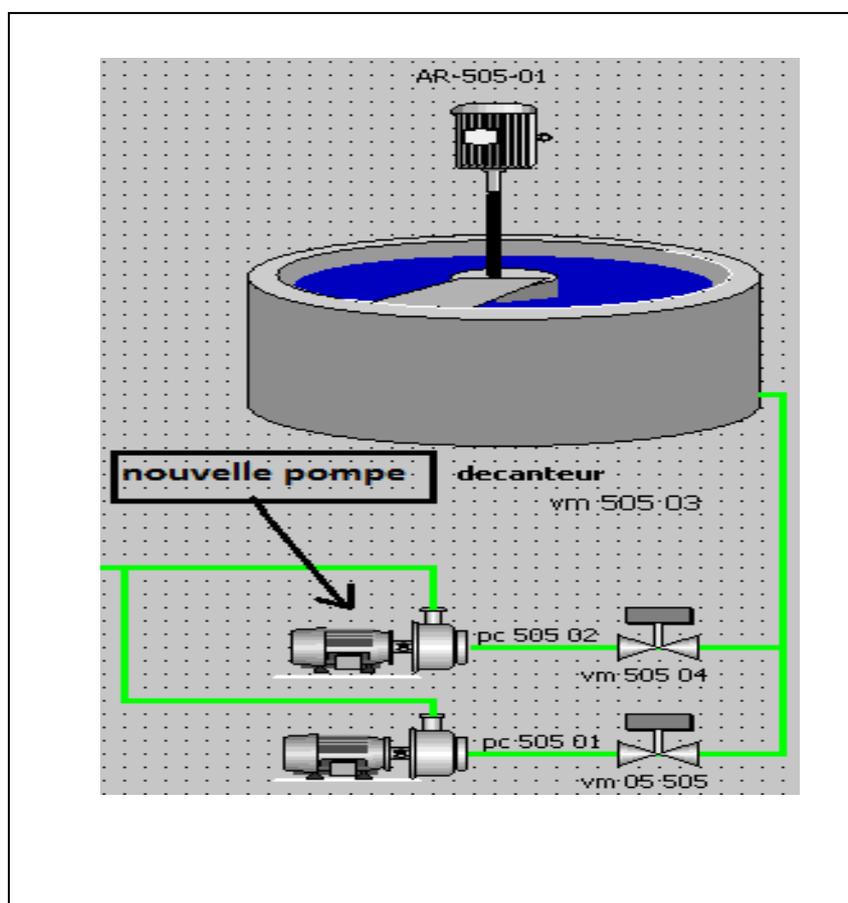


Figure II.11 : installation d'une nouvelle pompe centrifuge

Le système de déshuilage présente un problème d'efficacité, car il n'extraie pas l'intégralité de l'huile présente dans le mélange de la fosse de stockage tampon quand le niveau des effluents (eau, boue et huile) descend.

Pour remédier à ce problème on place une pompe péristaltique avec un écrémeur mobile qui suit la descente du niveau de mélange et permet à tout instant d'extraire l'huile présente sur la surface de ce dernier.

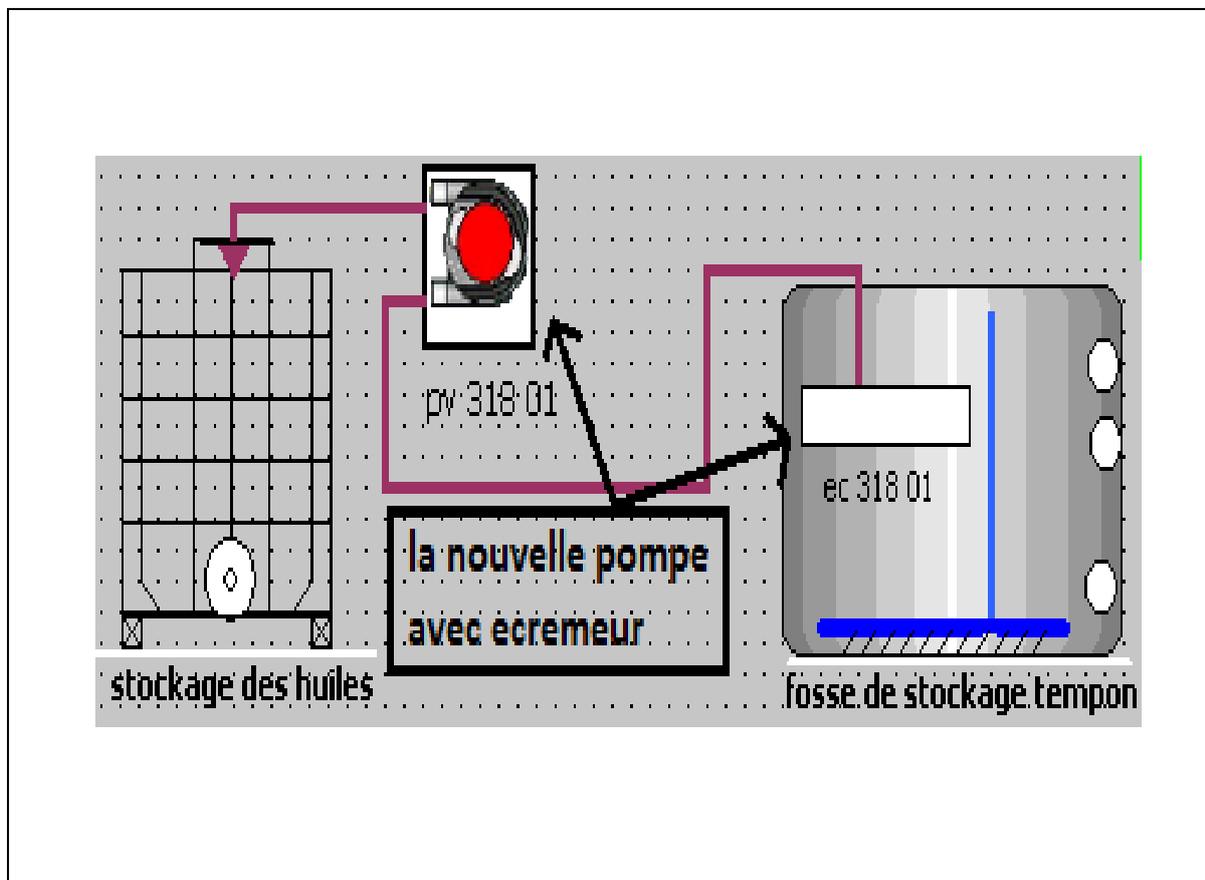


Figure II.12 : Déshuilage

L'agitateur AH206 01 présent au niveau de la cuve de floculation présente un problème d'enchaînement car il fonctionne au même temps avec l'agitateur AH 203 02, ce qui représente une perte. Pour remédier à ce problème on a placé un capteur LSH 200 01 dans la cuve de coagulation/neutralisation pour détecter le passage des effluents (eau et boue) vers la cuve de floculation, pour l'activer au bon moment.

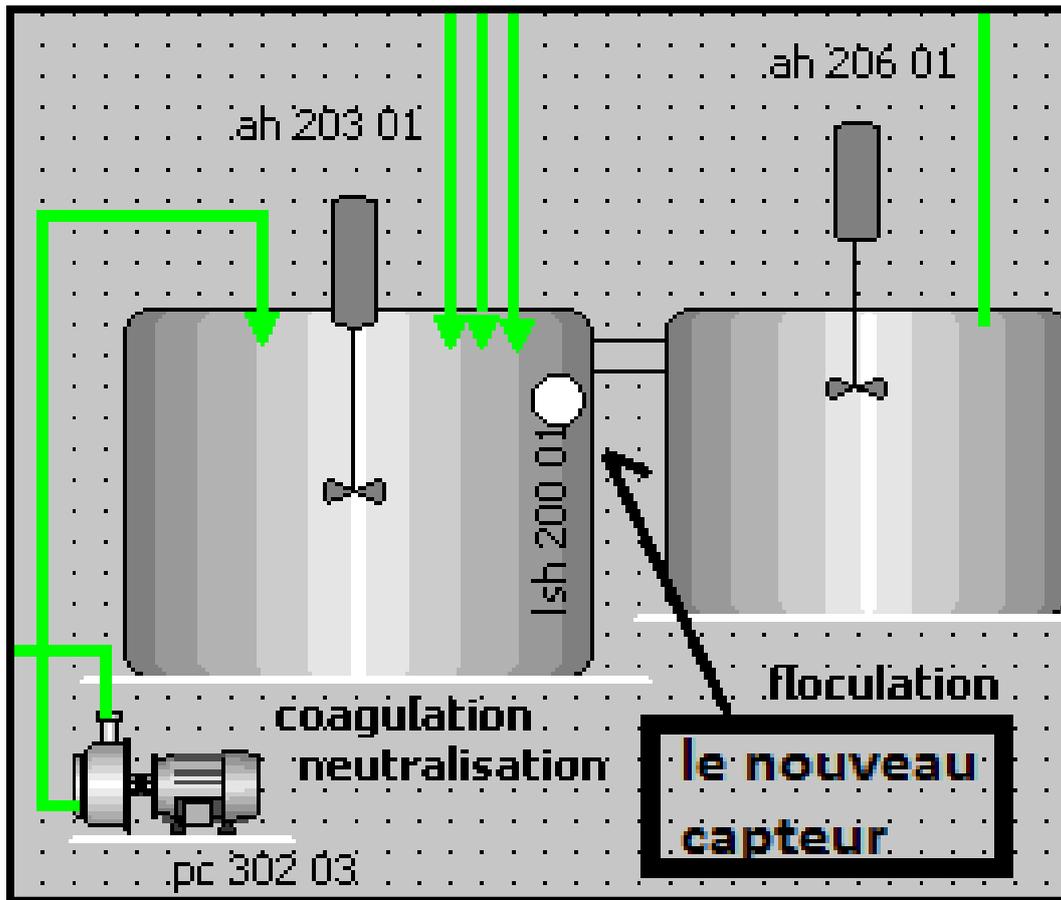


Figure II.13 : nouveau capteur

## II.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié le fonctionnement de la station. Vu la complexité du fonctionnement du procédé, une modélisation s'avère nécessaire. Pour la réaliser, on fait appel à la représentation graphique GRAFCET et une programmation par STEP7 qui fera l'objet du chapitre suivant.

**Chapitre III :**

**Modélisation par**

**GRAFCET et**

**étude d'automate**

**programmable**

### III.1 Introduction :

La programmation d'A.P. I est la tâche la plus difficile pour un automaticien. Générer le programme d'un automate implique la modélisation de la partie opérative qui se fait le plus souvent en utilisant un outil graphique pour ordonner la suite des tâches.

### III.2 Définition du GRAFCET :

Le GRAFCET << Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions>> est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

[7]

#### III.2.1 Les outils de base du GRAFCET :

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

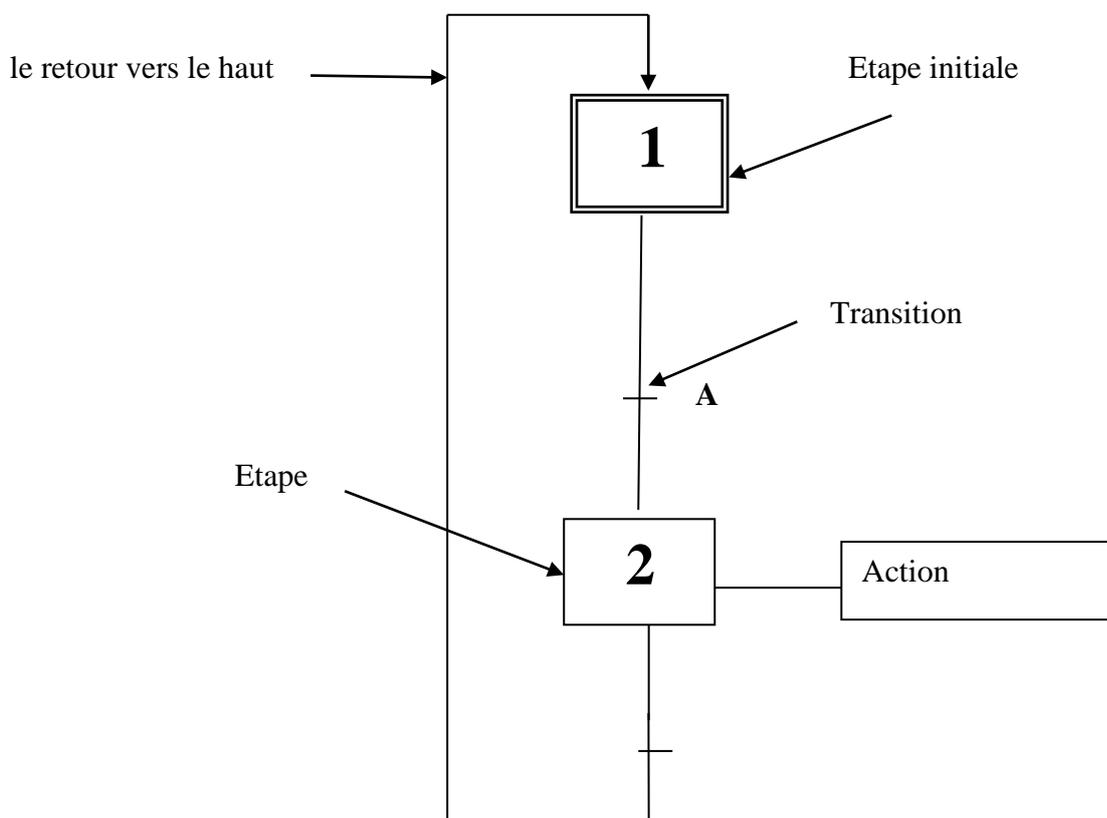


Figure III.1 : Symbolisation du GRAFCET.

**a- Etape-Action :**

Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes.

**b-Transition-Réceptivité :**

La transition est une condition de passage qui est définie par l'état des capteurs. Elle permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui décrit l'évolution du système.

**c-Liaisons :**

Une liaison est un arc orienté, ne pouvant être parcouru que dans un sens. A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.

**III.2.2 Règles d'évolution du GRAFCET :**

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique. Son fonctionnement est régi par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET.

**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. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

**Règle 2 : Franchissement d'une transition.**

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée est vraie donc elle est obligatoirement franchie.

**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.

**Règle 4 : Evolutions simultanées.**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

**Règle 5 : Activation et désactivation simultanées d'une étape.**

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

**Remarque :**

L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée ; Une liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition et une transition à une étape.

**III.2.3 Niveau d'un GRAFCET :****•Grafcet de niveau 1**

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations prévenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations.

**•Grafcet de niveau 2**

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des prés-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions réceptivités est écrite en abréviations et non en mots.

**III.2.4 Divergence et convergence en ET logique :**

Lorsque l'on souhaite réaliser plusieurs séquences simultanément, on utilise la structure à séquences simultanées. Cette structure est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle se représente à l'aide d'un double trait horizontal.

**III.2.5 Divergence et convergence OU :**

Lorsque plusieurs étapes ne peuvent être franchies simultanément, on parle de structure à sélection ou d'une divergence en « OU » exclusif. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle se présente à l'aide d'un simple trait horizontal.

**III.2.6 Mise en équation d'un GRAFCET :**

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, on traduit le GRAFCET par des équations combinatoires, en précisant les conditions d'activation et de désactivation ainsi que les initialisations et les arrêts d'urgence d'une étape et de l'action associée.

Pour décrire l'activité de l'étape  $i$ , nous utilisons la notation suivante :

$X_i=1$  si l'étape  $i$  est active

$X_i=0$  si l'étape est inactive

Pour décrire la réceptivité, nous utilisons la notation suivante :

$T_i=0$  si la réceptivité est fausse

$T_i=1$  si la réceptivité est vraie

Pour une étape initiale, nous utilisons la notation suivante :

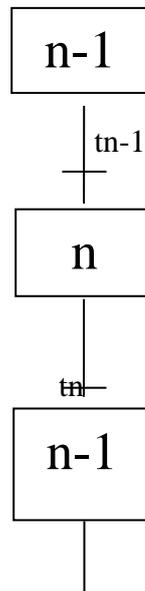
$Init=1$  si l'étape initiale est en mode arrêt

$Init=0$  si l'étape initiale est en mode marche

Pour les variables d'arrêt d'urgence dur (AU Dur) et arrête d'urgence doux (AU Doux) telles que :

$AUDur=1$  Désactivation de toute les étapes

$AUDoux=1$  Désactivation des actions, les étapes restent actives



**Figure III.2 : Présentation générale d'un GRAFCET.**

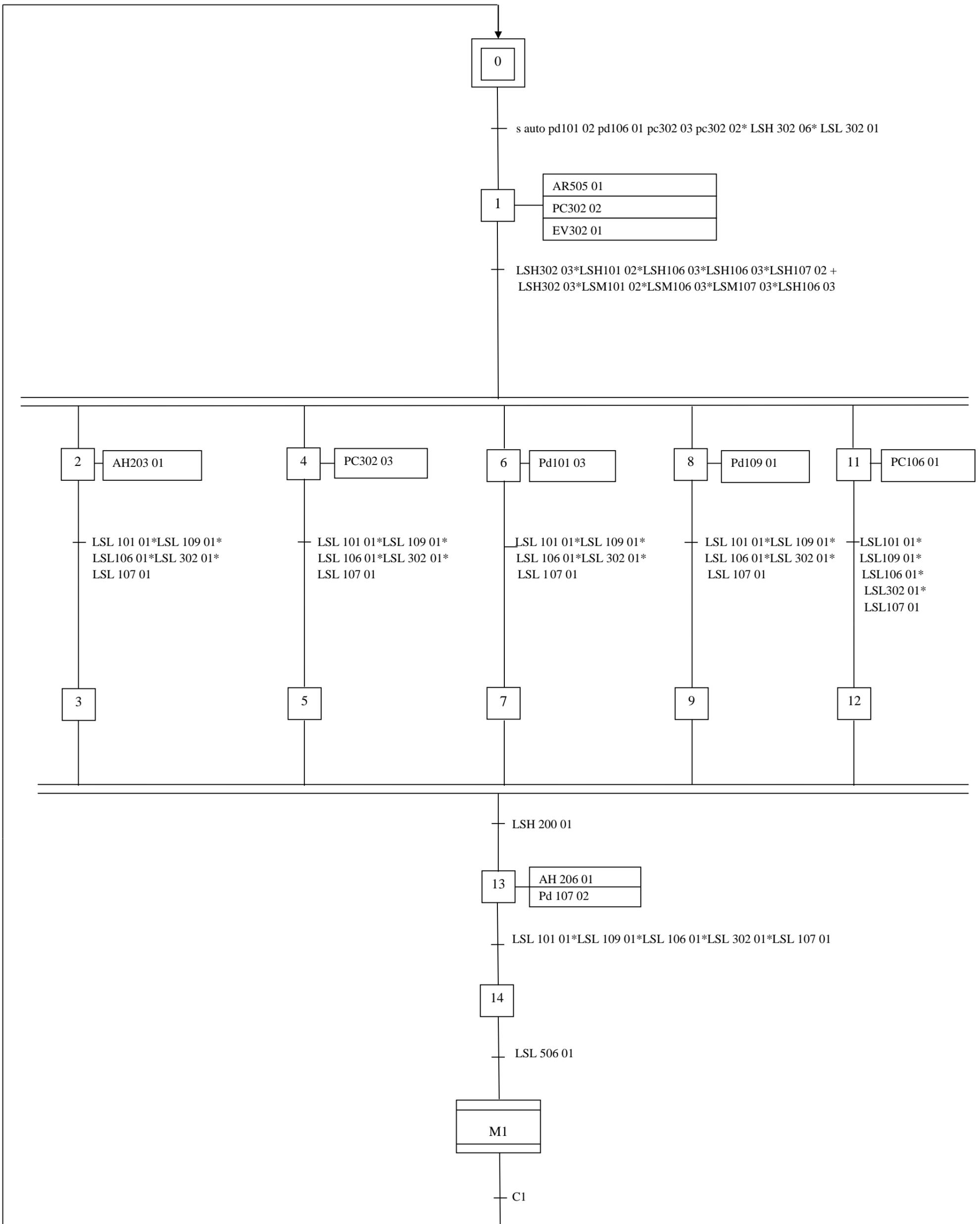


Figure III.5 : Grafct du traitement niveau 2.

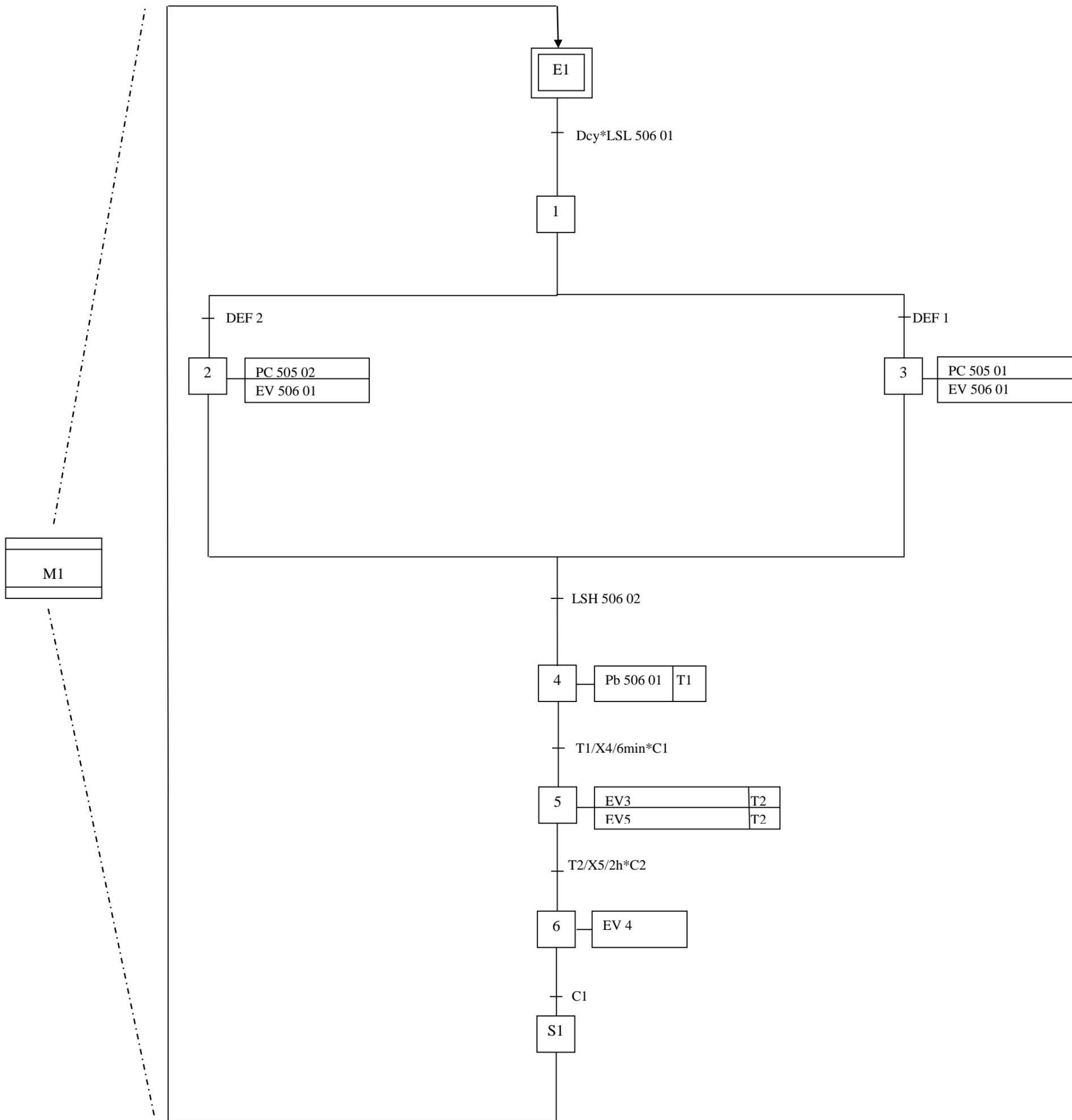


Figure III.6 : Grafset cycle filtration niveau 2.

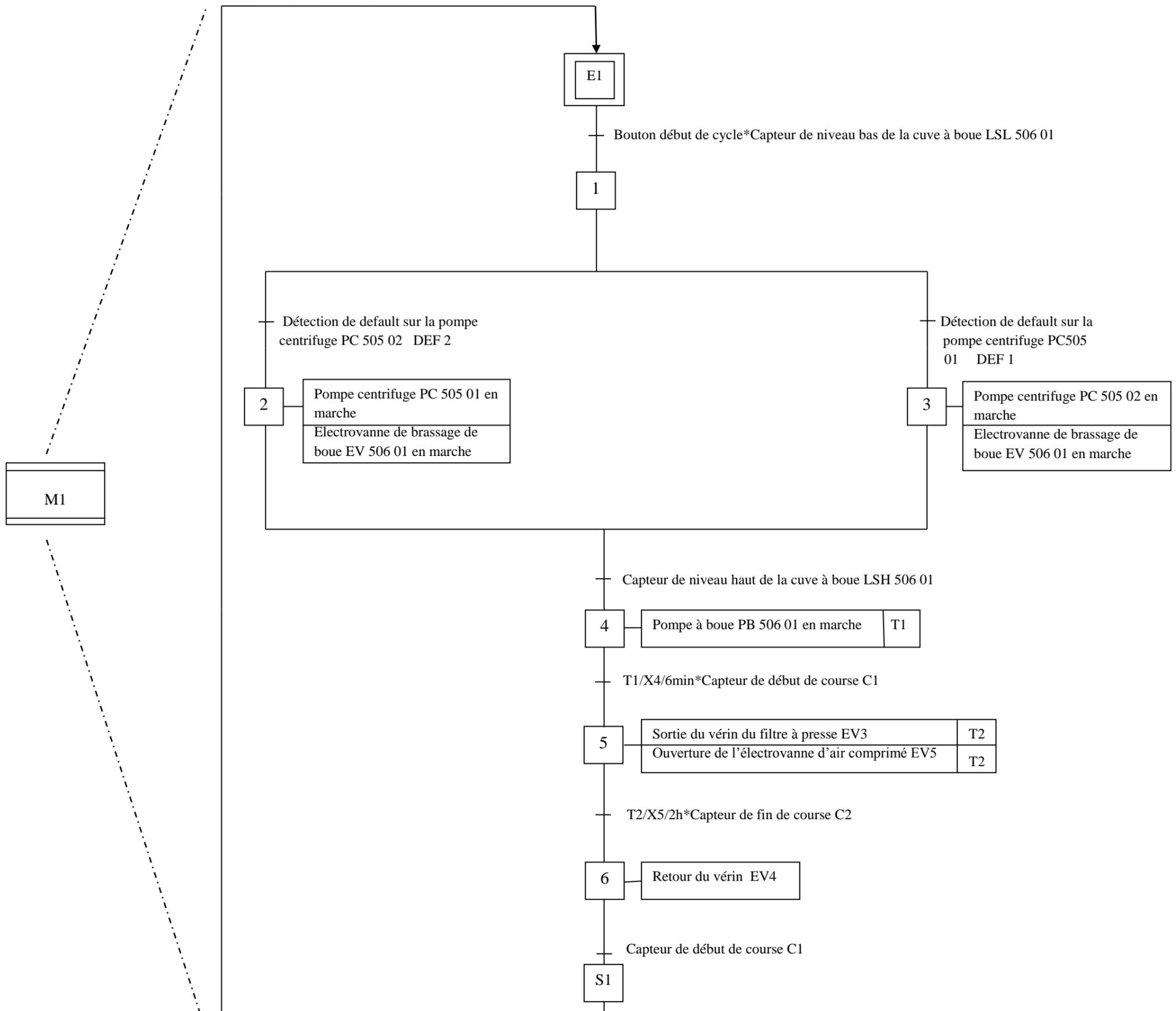


Figure III.4 : Grafset cycle filtration niveau 1.

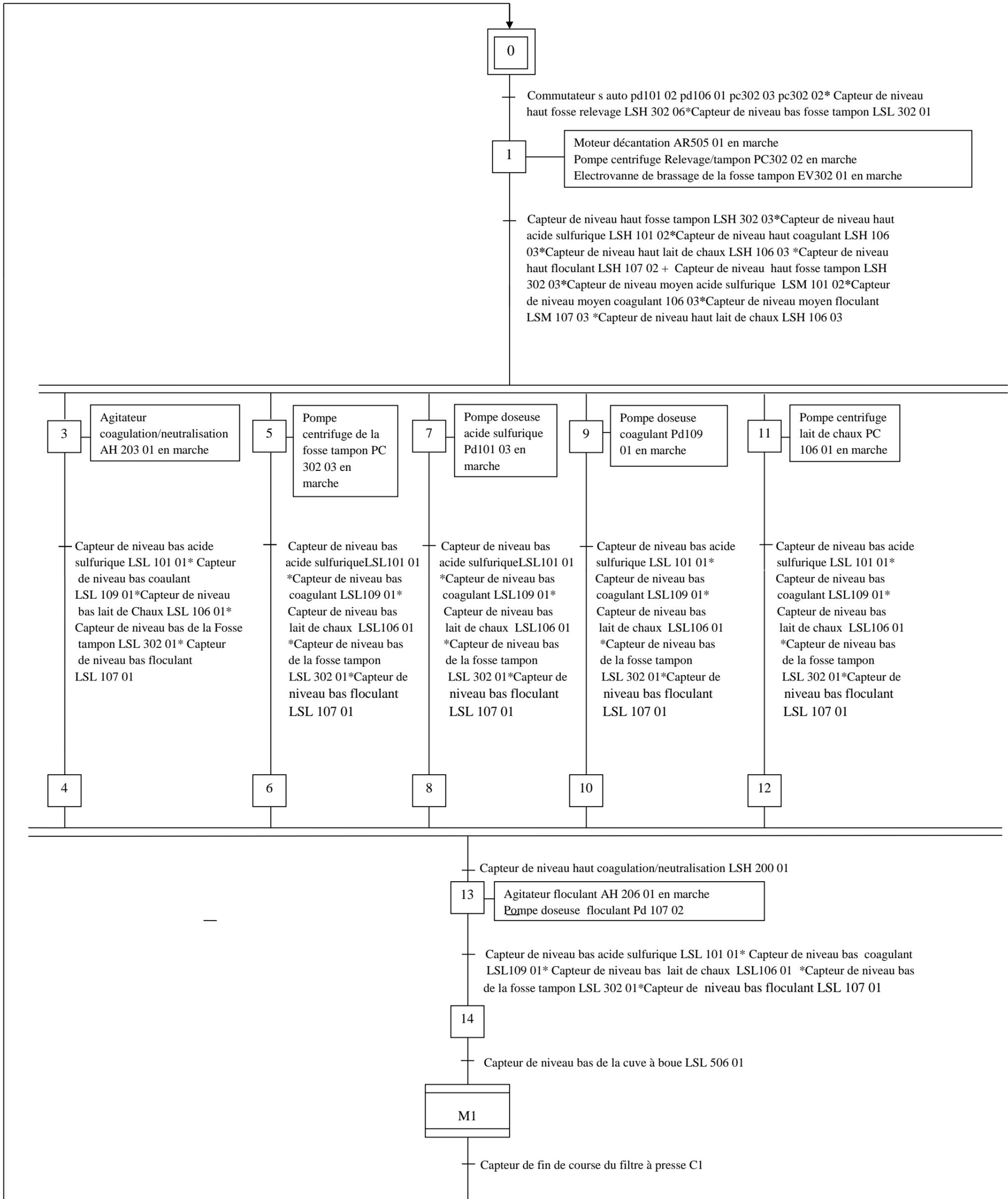


Figure III.3 : Grafcet traitement niveau 1.

### **III.3 Les automates programmables :**

#### **III.3.1-Définition générale :**

L'automate programmable industriel (A.P.I) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique programmable. Il s'adapte à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de module d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel.

#### **III.3.2 Architecture des automates programmables industriels :**

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités.
- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/-5V, +/-12V ou +/-15V.
- Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative.
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou rien' (TOR) ou analogique pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande.
- Un ou plusieurs modules de communication.

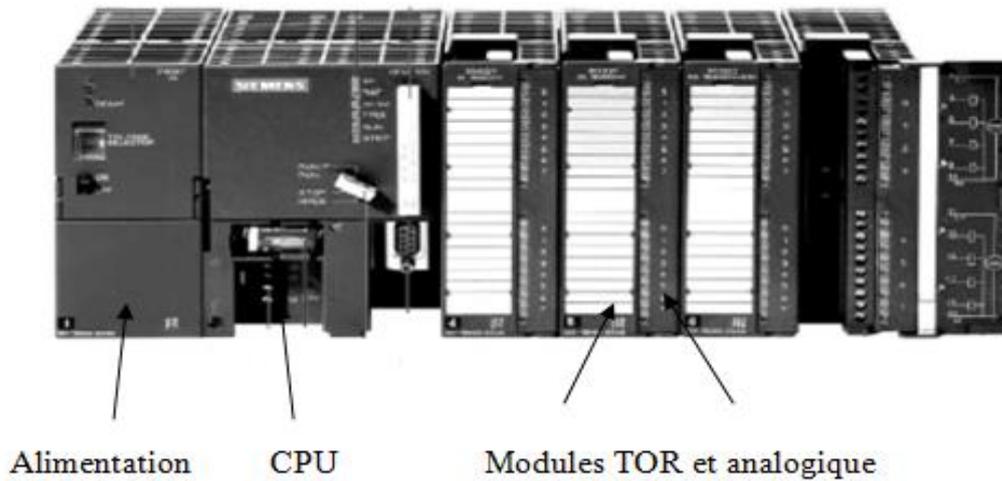


Figure III.3 : L'automate programmable SIEMENS

III.3.3 Structure interne des automates programmables :

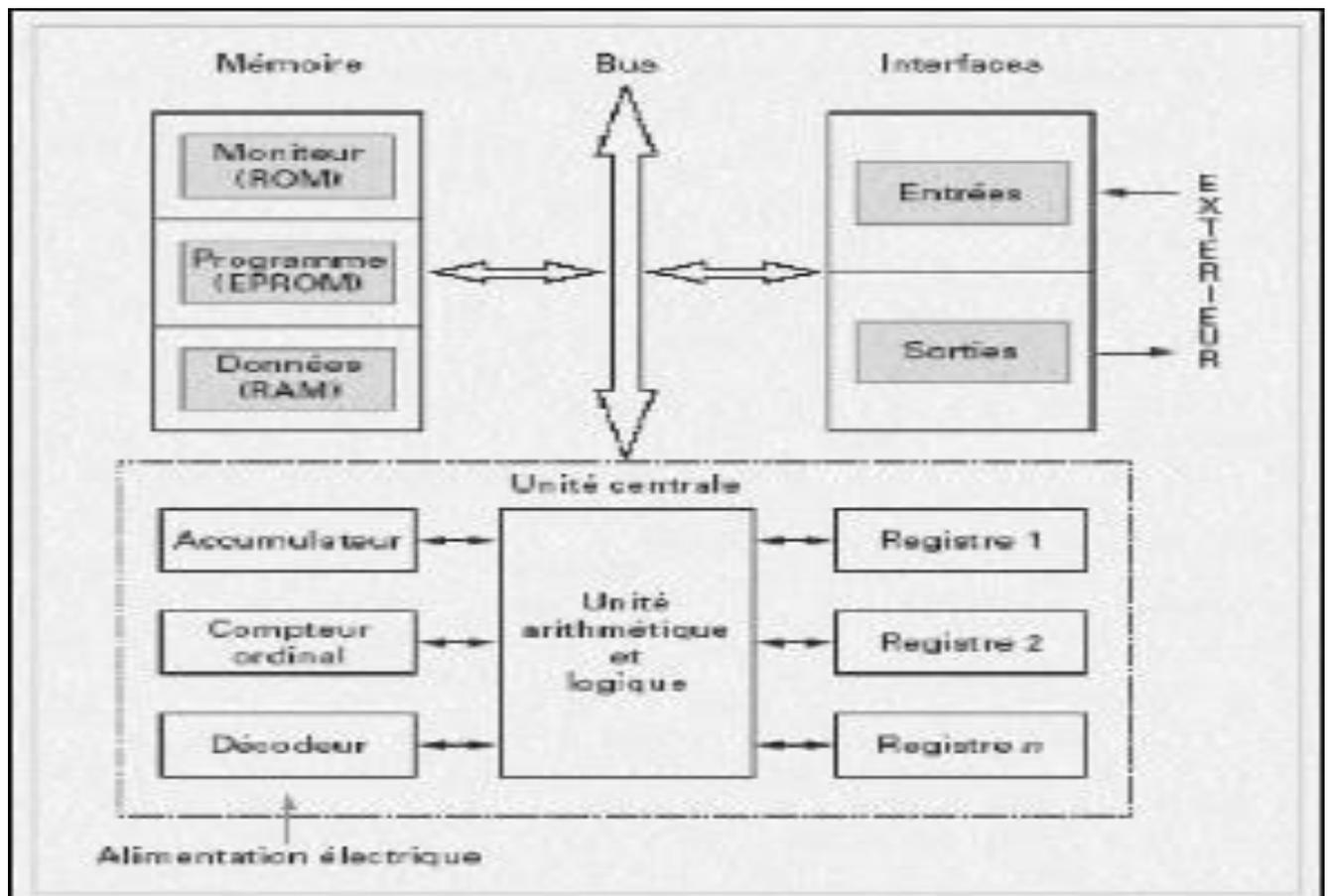


Figure III.4: Structure interne d'un API

**-Unité centrale :** à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques et arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...)

**-Les modules d'entrées/sorties :** Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, 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.

**-Les mémoires :** Un système à microprocesseur 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.

- dans la RAM, les données système lors du fonctionnement. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie.

**-L'alimentation :** elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V...etc.)

**-Liaisons de communication :** elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

### III.3.4 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS S7-300 :

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.

- Une gestion cohérente des données.

- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre.

La gamme S7 300 est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFEBUS et Industriel Ethernet.

**III.3.6 Choix d'automate programmable :**

Afin de faire un choix de l'automate adéquat, il y a lieu de prendre en compte plusieurs critères à savoir :

**► Critère fonctionnel et technologique**

Il caractérise le nombre d'entrées et de sorties disponibles, la rapidité de traitement de l'information au niveau de la CPU et la nature des signaux traités et délivrés par l'automate.

**► Critère opérationnel**

Il caractérise les contraintes d'exploitation des systèmes automatisés après la mise en marche dans l'entreprise ce qui signifie l'aptitude de l'automate à travailler dans des conditions réelles en restant fiable.

**► Critère économique**

Il caractérise le cout d'investissement nécessaire pour l'acquisition de l'automate ainsi que le cout de sa maintenance après sa mise en marche et aussi la disponibilité de l'automate sur le marché.

**III.4 Choix de l'automate S7 300 :**

L'automate S7 300 est un mini automate modulaire. Ses modules peuvent être déterminés selon le nombre d'entrées/ sorties.

Il est choisi aussi pour les avantages suivants :

- Une large gamme de CPU allant de la CPU 312 à la CPU 319.
- Une gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules (1024 entrées/ sorties).
- Possibilité de communication avec d'autres automates grâce aux interfaces multipoint (MPI), au profibus, à l'industriel Ethernet.

**III.4.1 Constituants de l'automate S7 300 :**

L'automate programmable S7 300 est un système d'automatisation modulaire offre la gamme du module suivants :

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A ;

- Unité centrale CPU 315 travaille avec une mémoire de 48Ko, sa vitesse d'exécution est de 0.3 ms/ 1K instructions ;
- Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée de S7 300
- Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques ;
- Module de fonction (FM) pour des fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone) ;
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau ;
- Châssis d'extension (UR).

### III.4.2 L'unité centrale (CPU) :

La tension provenant des capteurs est appliquée aux bornes du module d'entrée. Le processus de l'unité centrale traite le programme qui se trouve dans la mémoire et interroge l'état des entrées pour savoir si la tension est présente ou non. En fonction de l'état des entrées et du programme en mémoire, le processus instruit le module des sorties afin qu'il applique la tension aux connecteurs correspondants. Les actionneurs ou les voyants lumineux sont activés en fonction de l'état de la tension.

### III.4.3 Configuration matérielle choisie :

Dans ce qui suit, nous présentons les différents modules constituant le système d'automatisation que nous avons dimensionné.

#### III.4.3.1 choix d'une CPU

La CPU (Central Procession Unit) que nous allons choisir doit avoir :

- + Mémoire de travail 16 Ko ; 0,2ms/kinst ; port MPI ; configuration à une rangée jusqu'à 8 modules ; communication S7



Figure III.5 : CPU 312

✚ Des interfaces de communication PROFIBUS-DP pour la communication avec l'interface homme machine et pour prévoir des applications futures.

Nous avons choisi la CPU312 (voir Figure III .5) de référence 6ES7312- 5AC82-0AB0 qui dispose [9] :

- Une mémoire de travail 16 KO pour le code et les données.
- 8 KO la taille max de bloc de données.
- Possibilité d'ajouter une microcarte mémoire de 8 MO servant de mémoire de chargement.
- Vitesse de traitement 0,2ms/kinst.
- Interface de communication MPI.
- Courant de consommation 1A.
- Courant d'appel 2.5A.

#### III.4.3.2 sélectionné des modules d'entrées/sorties

Le choix des modules d'entrées/sorties doit être réalisé en considérant deux facteurs essentiels

Le nombre d'E/S et leurs natures. L'étude réalisée sur la station nous a permis de dimensionner 49 entrées et 21 sorties de type **TOR**. Pour cela nous avons choisi trois modules tout ou rien :

##### a- Les modules d'entrés :

➤ **SM 321 DI32xDC24V**

➤ **Caractéristiques [10] :**

- Nombre d'entrées : 32.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Tension nominal d'entrée : 24VDC.
- Courant consommé : 190mA.
- Référence : 6ES7 322-8BF00-0AB0



Figure III.6 : SM 321 DI32xDC24V

**Remarque :** le deuxième module d'entré est le même que le premier.

**b- les modules de sorties****➤ SM 322 DO16xDC24V/0.5A****Caractéristiques [11] :**

- Nombre de sorties : 16
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC
- Tension nominal de sortie : 24VDC
- Courant nominal de sortie : 0.5A
- Courant consommé : 150mA
- Référence : 6AG1 322-1BH01-2AA0

**Figure III.7 : SM 321 DI32xDC24V****➤ SM 331 DO8xDC24V/0,5A:****Caractéristiques [12] :**

- 2 entrées formant 1 groupe de voies.
- Possède type de mesure 1-5V.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Résolution réglable : 9, 12 ou 14bit.
- Courant consommé : 50mA.
- Référence : 6ES7 331-7KB02-0AB0

**Figure III.8: SM 331 DO8xDC24V/0,5A**

### III.4.3.3 sélectionné d'une Alimentation

Après avoir fait la somme des courants absorbés par les modules entrées/sorties, la CPU et en prévoyant une marge de sécurité de 10%, nous avons constaté qu'il nous faut une alimentation qui peut fournir un courant de 2.2A (voir Tableau III.1).



Figure III.9 alimentation

CPU ET MODULE	Référence	Courant consommé
<b>CPU312</b>	6ES7312- 5AC82-0AB0	1100(mA)
<b>SM 321 DI32xDC24V</b>	6ES7 322-8BF00-0AB0	190(mA)
<b>SM 321 DI32xDC24V</b>	6ES7 322-8BF00-0AB0	190(mA)
<b>SM 322 DO16xDC24V/0.5A</b>	6AG1 322-1BH01-2AA0	150(mA)
<b>SM 331 DO8xDC24V/0,5A:</b>	6ES7 331-7KB02-0AB0	50(mA)
<b>Courant total consommé par les modules</b>		2020(mA)
<b>Courant total consommé par les modules avec une marge de 10%</b>		2220(mA)

Tableau III.1 : Bilan de courant.

Parmi ces trois alimentations : PS 307 2A, PS 307 5A, et PS 30710A, nous avons choisi la PS 307 5A (voir Figure IV .11) de référence 6ES7307-1EA01-0AA0 car, elle couvre les besoins énergétiques de l'automate. Ce module d'alimentation délivre à sa sortie une tension nominale de 24 VDC stabilisée, et fournit un courant de 5A [14].

#### Caractéristiques :

- Tension d'entrée : 120/230VAC
- Courant d'entrée : 2.3/1.2A
- Tension nominal de sortie : 24VDC
- Courant nominal de sortie : 5A
- Courant de surcharge de courte durée : 20A

### III.5 Logiciel de programmation STEP 7 :

#### III.5.1 Description de STEP 7 :

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Ce logiciel offre la possibilité d'assistance dans toutes les phases de création d'une solution d'automatisation à savoir :

- La création et la gestion de projet.
- La configuration matérielle.
- La gestion des mnémoniques.
- La création du programme.
- Le chargement de programme dans l'automate.

### III.6 Langage de programmation :

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG font partie intégrante du logiciel de base.

- Le mode à contact (CONT) : c'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions fait penser aux circuits.

- Le mode logigramme (LOG) : c'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour présenter les opérations logiques.

- Le mode List (LIST) : c'est un langage de programmation textuel proche du langage machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent dans une large mesure, aux étapes de traitement du programme par la CPU.

#### III.6.1 Structure d'un programme S7 :

Le logiciel de programmation STEP 7 permet d'organiser le programme et le subdiviser en différents blocs.

**III.6.2 Les blocs utilisateurs :**

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

**III.7 les mnémoniques :**

Un mnémotique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposée. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation déterminée (variables, types de données, bloc). L'objet « mnémotique » est automatiquement créé sous un programme S7.

lsm 107 03	E	11.2	BOOL	niveau moyen floculant
lsm 109 03	E	11.1	BOOL	niveau moyen coagulant
lsm 101 03	E	11.0	BOOL	niveau moyen acide sulfurique
bp pv 318 01	E	10.7	BOOL	bp pompe péristaltique pv 318 01
lsh 200 01	E	10.6	BOOL	niveau haut COAGULATION / NEUTRALISATION
commutateur s ...	E	10.5	BOOL	commutateur s manuel pompe centrifuge 302 03
commutateur s ...	E	10.4	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 107 02
commutateur s ...	E	10.3	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 109 01
commutateur s ...	E	10.2	BOOL	commutateur s manuel pompe centrifuge 106 01
commutateur s ...	E	10.1	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 101 02
lsl101 01	E	9.5	BOOL	niveau bas acide sulfurique
lsl 302 05	E	9.4	BOOL	niveau bas fosse de relevage
lsl 302 01	E	9.3	BOOL	niveau bas fosse tempon
lsl 109 01	E	9.2	BOOL	niveau bas coagulant
lsl 107 01	E	9.1	BOOL	niveau bas floculant
lsh 318 03	E	9.0	BOOL	niveau haut fosse de stockage des huiles
lsh 302 06	E	8.7	BOOL	niveau haut fosse vde relevage
lsh 302 03	E	8.6	BOOL	niveau haut fosse tempon
lsh 109 02	E	8.5	BOOL	niveau haut coagulant
lsh 107 02	E	8.4	BOOL	niveau haut floculant
lsh 106 03	E	8.3	BOOL	niveau haut lait de chaux
lsh 101 02	E	8.2	BOOL	niveau haut acide sulfurique
lsl 106 01	E	8.0	BOOL	niveau bas lait de chaux
lsah 302 07	E	3.7	BOOL	niveau tres haut fosse relevage
lsah 302 04	E	3.6	BOOL	niveau tres haut fosse tempon
digencteur mote...	E	3.1	BOOL	degencteur moteur pont racleur
dgct moteur Pc 5...	E	3.0	BOOL	digencteur moteur Pompe centrifuge505 02
dgct moteur Pc 5...	E	2.7	BOOL	digencteur moteur Pompe centrifuge505 01
commutateur s a...	E	2.5	BOOL	commutateur s auto pompe centrifuge
commutateur s a...	E	2.4	BOOL	commutateur s auto pd 101 02 pd 109 01 pc 106 01 pc 302 03 pc 302 02

Figure III.10 : une partie de la table mnémotique.

### III.8 Etat de fonctionnement de la CPU

#### a- Etat de marche(RUN-P) :

La CPU exécute le programme tout en vous permettant de le modifier, de même que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque de programme durant son exécution.

#### b- Etat de marche(RUN) :

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche(RUN),vous ne pouvez ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque.

#### c- Etat arrêt(STOP) :

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt(STOP) de CPU réel, les sorties ne prennent pas de valeurs de sécurité prédéfinies, mais elles conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU a passé à l'état arrêt(STOP).

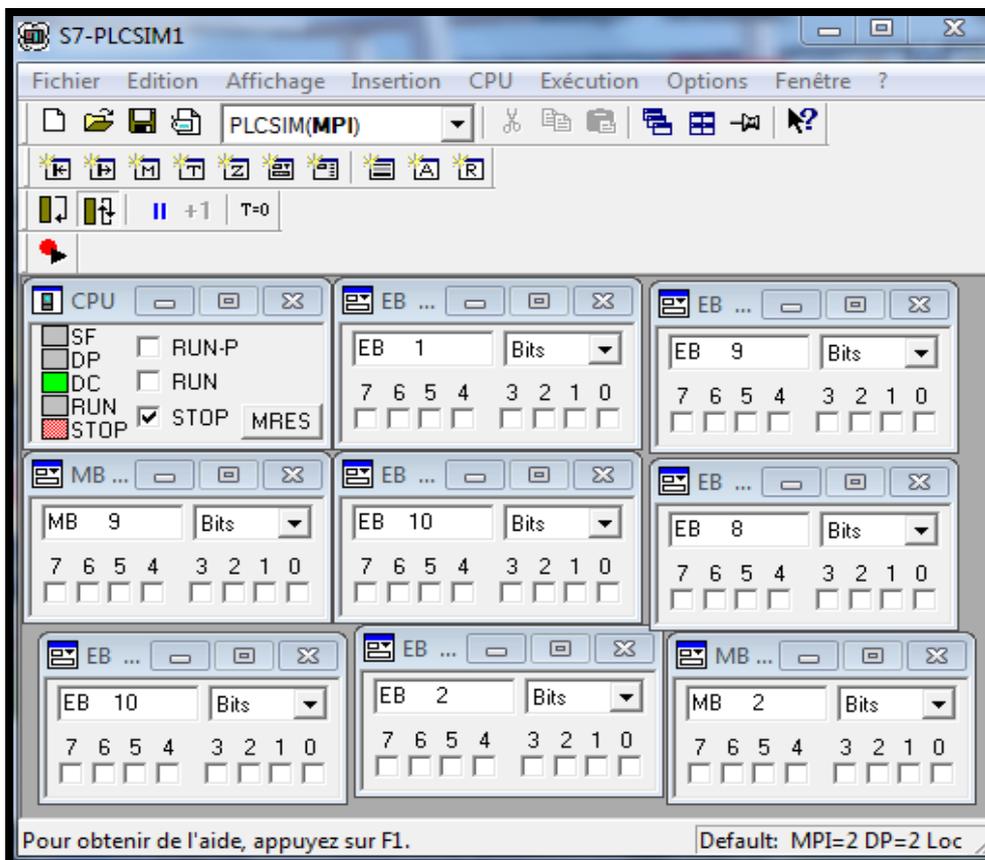


Figure III.11 : Fenêtre du S7-PLCSIM.

Vous pouvez charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt(STOP) à celui de marche(RUN) démarre l'exécution du programme à partir de la première opération

**III.9 Visualisation d'une partie de notre programme :**

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode RUN-P le STEP7 nous permet de visualiser l'état du programme, en cliquant sur l'icône.

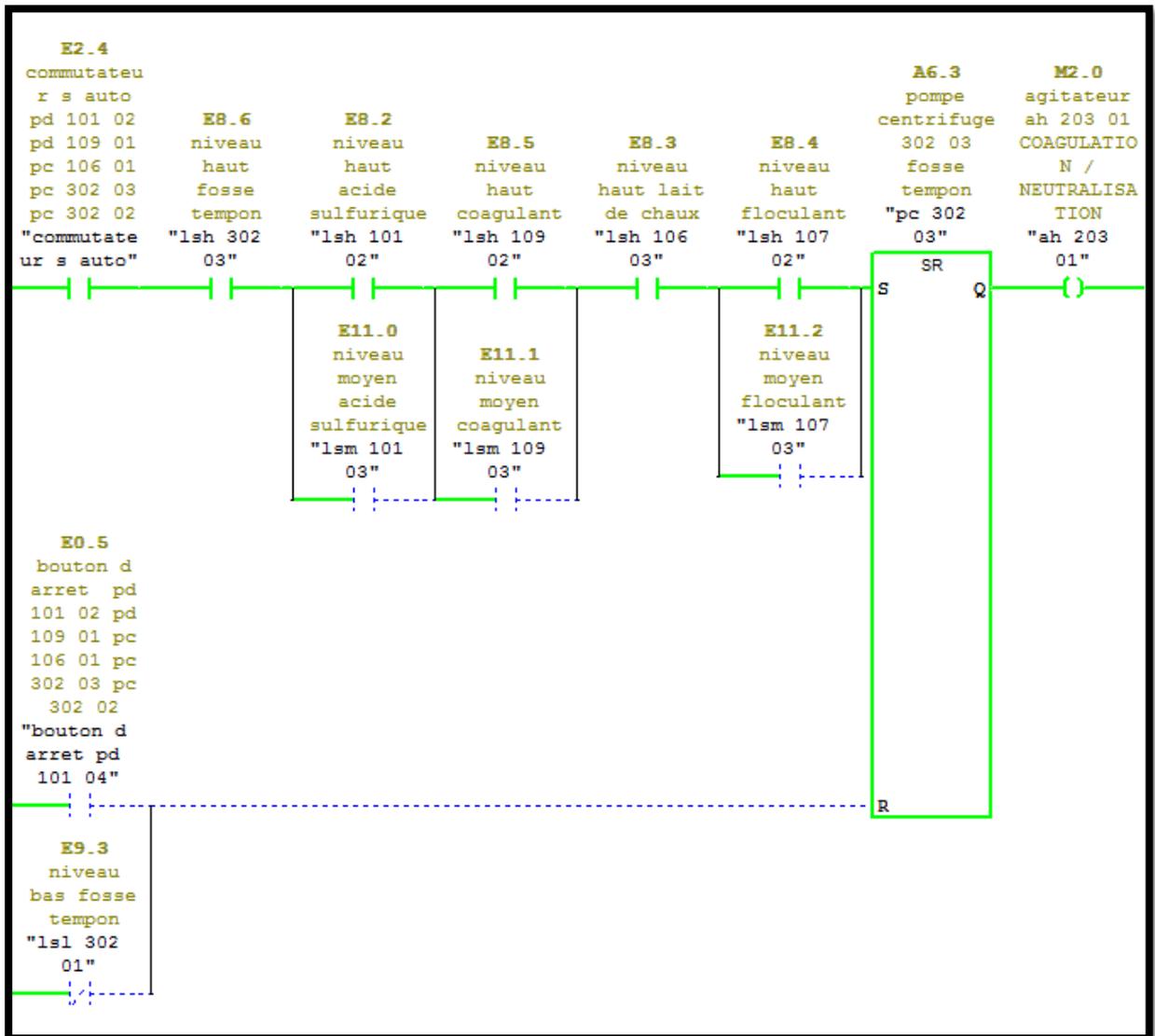


Figure III.12 : Visualisation du programme.

**III.8 CONCLUSION :**

Le but de notre travail consistait à concevoir une solution d'automatisation pour migrer de mode manuel vers la logique programmée. Pour cela, nous avons fait l'analyse des modes de fonctionnement de la station qui nous ont permis de définir la configuration matérielle de la station de commande. Nous avons aussi réalisé un programme qui peut être implémenté dans l'automate grâce au logiciel step7 et expliqué le principe de programmation des différents blocs utilisés à travers des GRAFCET.

Dans le prochain chapitre nous utiliserons le logiciel WinCC flexible pour mettre en œuvre une interface de supervision et de commande de la station.

**Chapitre IV :**

**Supervision avec**

**Win CC**



## IV.1 Introduction

L'exploitation visuelle dans les milieux industriels est nécessaire. Une présentation du logiciel WinCC flexible de SIEMENS sera abordée en vue de configurer une interface Homme/ Machine pour le diagnostic et la visualisation à distance. Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour la station de traitement d'eau.

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

Il a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et les mettre en forme(traitement), afin de les présenter à l'opérateur(supervision).

## IV.2 Présentation du logiciel Win CC flexible 2008

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés pour les amener à leur point de fonctionnement optimal.

[17]

## IV.3 Définition de la supervision industrielle :

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle. Elle permet grâce à des synoptiques préalables, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

La supervision permet de nombreuses fonctions :

- ▶ Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement important.
  
- ▶ Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.

- ▶ Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et de taches telles que la synchronisation.
  
- ▶ Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
  
- ▶ Elle surveille les procédés industriels à distance.
  
- ▶ Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre et ce grâce au logiciel Win CC flexible Runtime qui lui intégré.

#### **IV.4 Constitution d'un système de supervision :**

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

##### **IV.4.1 Module de visualisation (affichage)**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires à l'évaluation du procédé.

##### **IV.4.2 Module d'archivage**

Son rôle est de mémoriser les données (alarmes et événement) pendant une longue période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de la production.

##### **IV.4.3 Module de traitement**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

#### IV.4.4 Module de communication

Il assure l'acquisition et le transfert de données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphérique. Il donne la possibilité :

- ▶ De modifier la configuration même après mise en service.
- ▶ D'avoir la compatibilité avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le Web (contrôle-commande à distance).

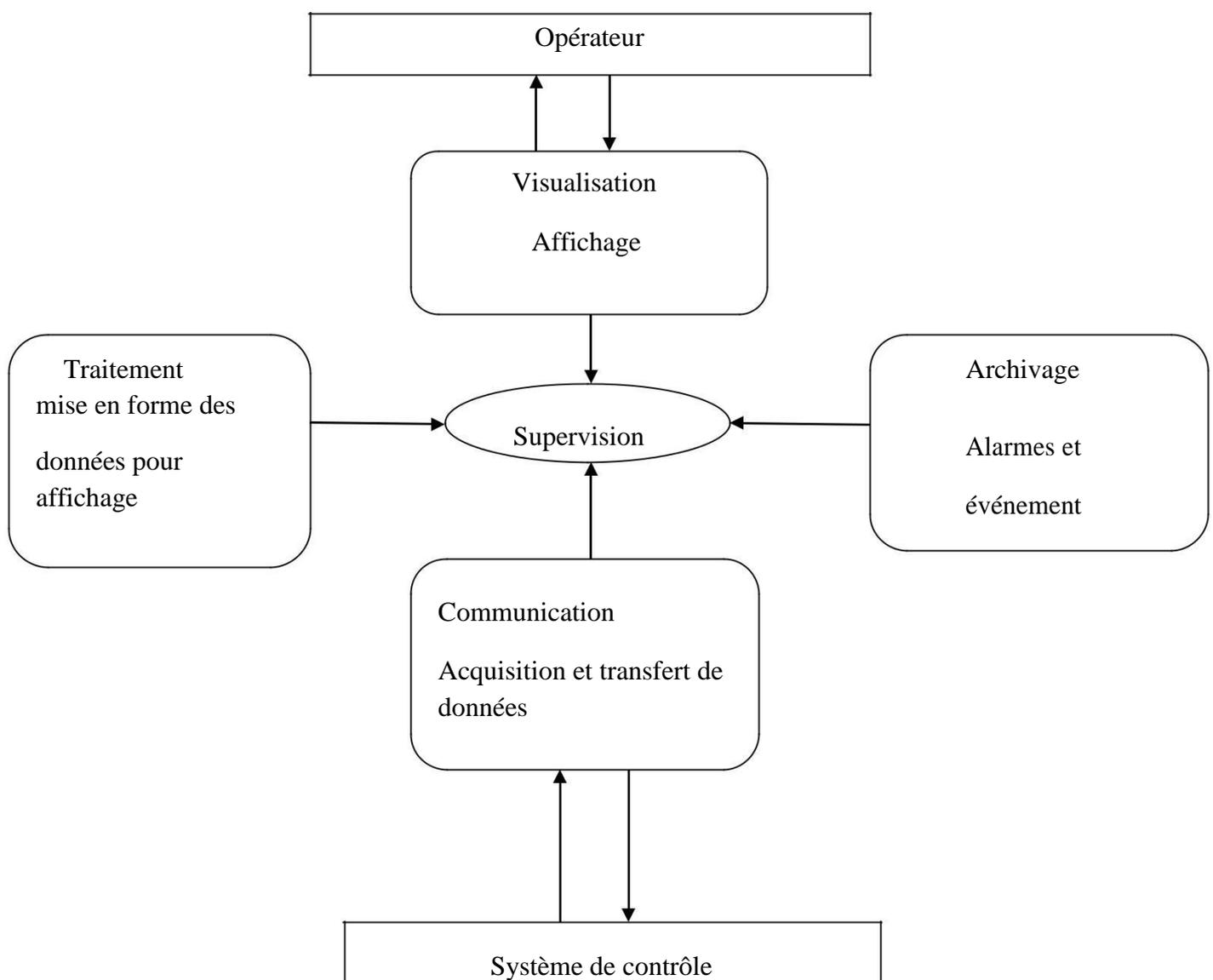


Figure.IV.1 : Structure d'un système de supervision.

## IV.5 Les vues du projet

### IV.5.1 vue d'accueil

Cette vue permet d'accéder directement à la vue de pupitre.



Figure IV.2 : vue d'accueil.

IV.5.2 vue globale de pupitre de commande

Cette vue permet de visualiser tous les états de la station. La figure.IV.3 nous montre la vue globale de la station à l'état initial.

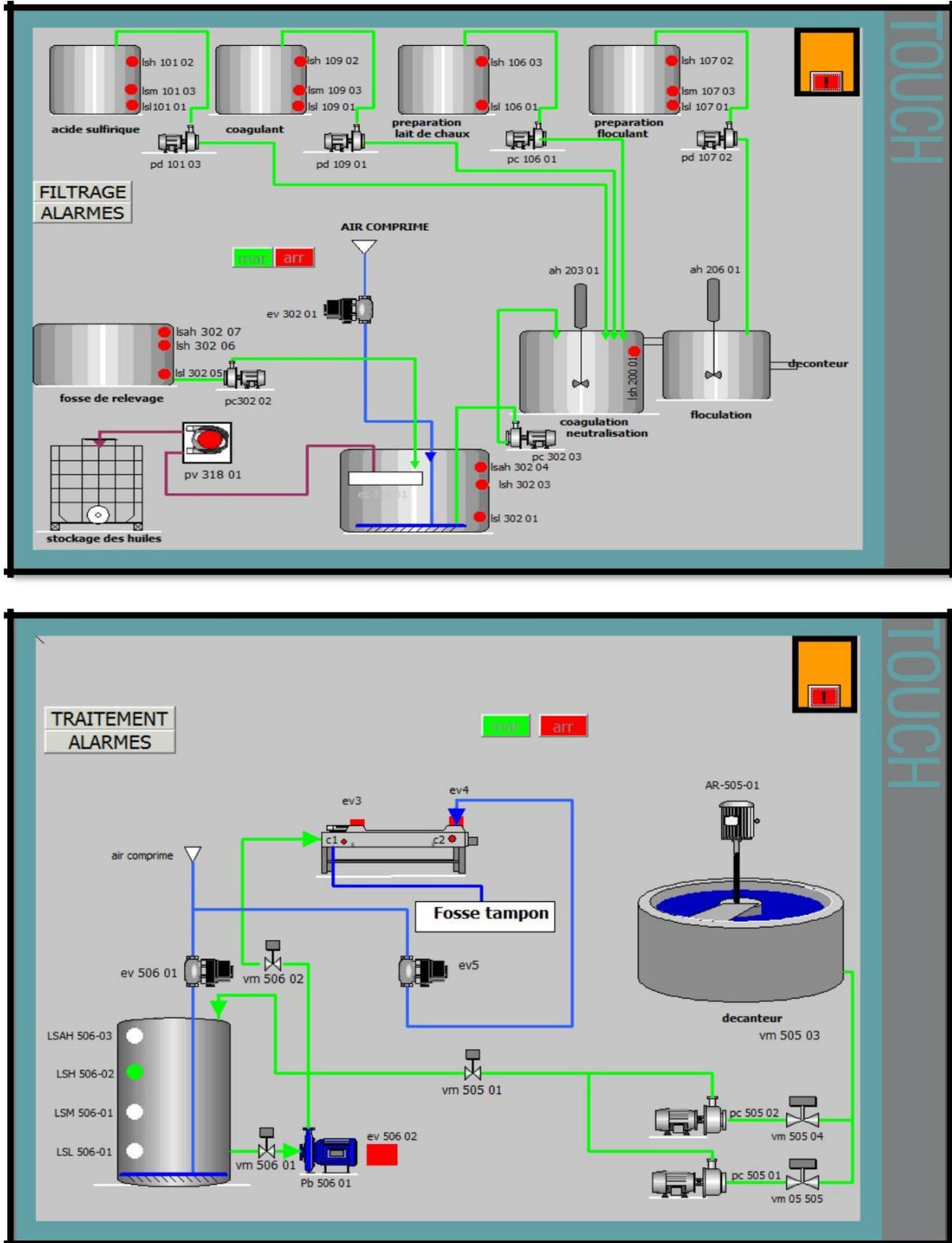


Figure. IV.3 : vue globale

### IV.5.3 : vue d'alarme

Lorsqu'une alarme survient dans le système, elle sera affichée sur cette vue, ainsi que tous les détails relatifs à son déclenchement.

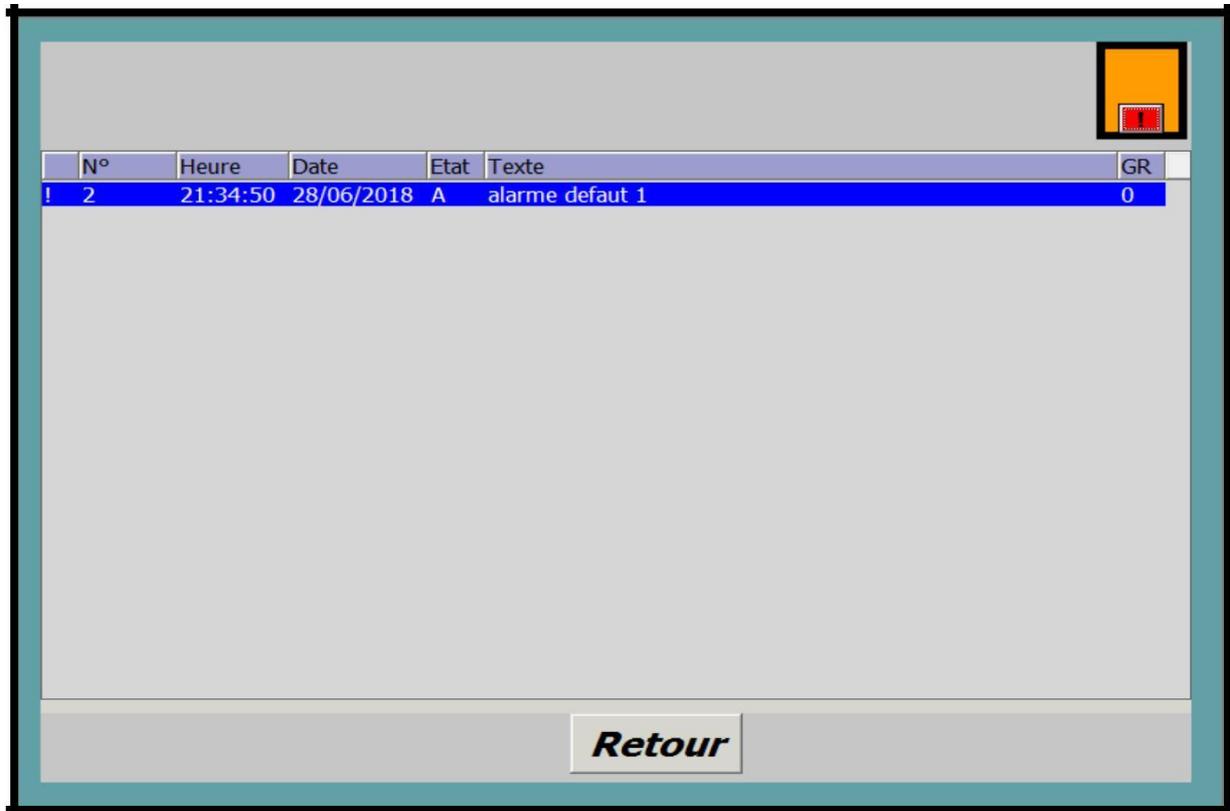


Figure. IV.4 : vue d'alarme

### IV.6 Tests et simulation

Pour faire de simulation de programme il faut d'abord lancer le simulateur PLCSIM et faire charger la station, ensuite on lance le simulateur de WINCC et on simule le fonctionnement du process.

- ✚ **Alarme** : s'il y'a un problème une alarme se déclenche et s'affiche automatiquement dans le tableau ci-dessous.

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
! 8	10:21:48	26/06/2018	A	niveau tres haut coagulant	0
! 7	10:21:48	26/06/2018	A	niveau tres haut fosse relevage	0
! 6	10:21:48	26/06/2018	A	niveau tres haut lait de chaud	0
! 5	10:21:48	26/06/2018	A	niveau tres haut coagulant	0
! 4	10:21:48	26/06/2018	A	niveau tres haut acide sulfurique	0
! 3	10:21:48	26/06/2018	A	alarme default 2	0
! 2	10:21:48	26/06/2018	A	alarme default 1	0
! 1	10:21:48	26/06/2018	A	alarmes niveau tres haut	0

Figure IV.5 : vue d’alarme suite aux niveaux très haut des cuves et défauts des pompes

 Remplissage de la cuve stockage tampon :

Le remplissage de la cuve tampon après l’activation du niveau haut de la fosse relevage lsh302 06

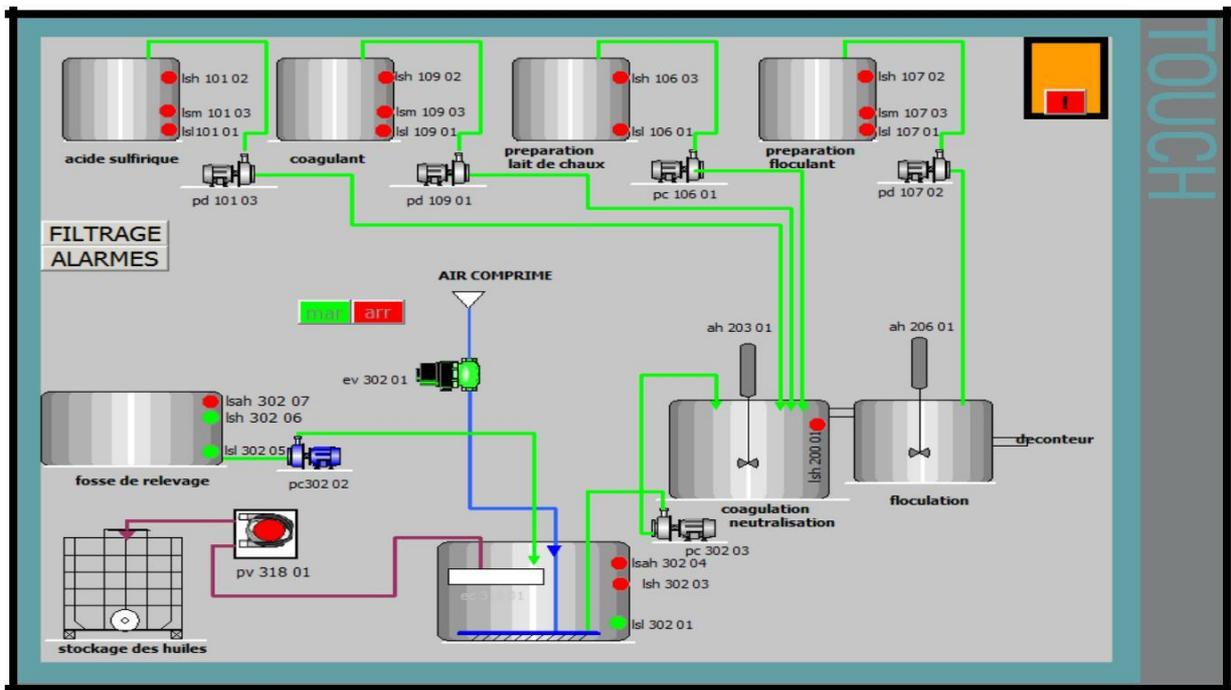


Figure. IV.6 : remplissage de la cuve stockage tampon.

**Traitement physico-chimique :**

Une fois la fosse tampon pleine, le traitement a laide des produits chimique commence (acide sulfurique, coagulant, lait de chaux, floculant)

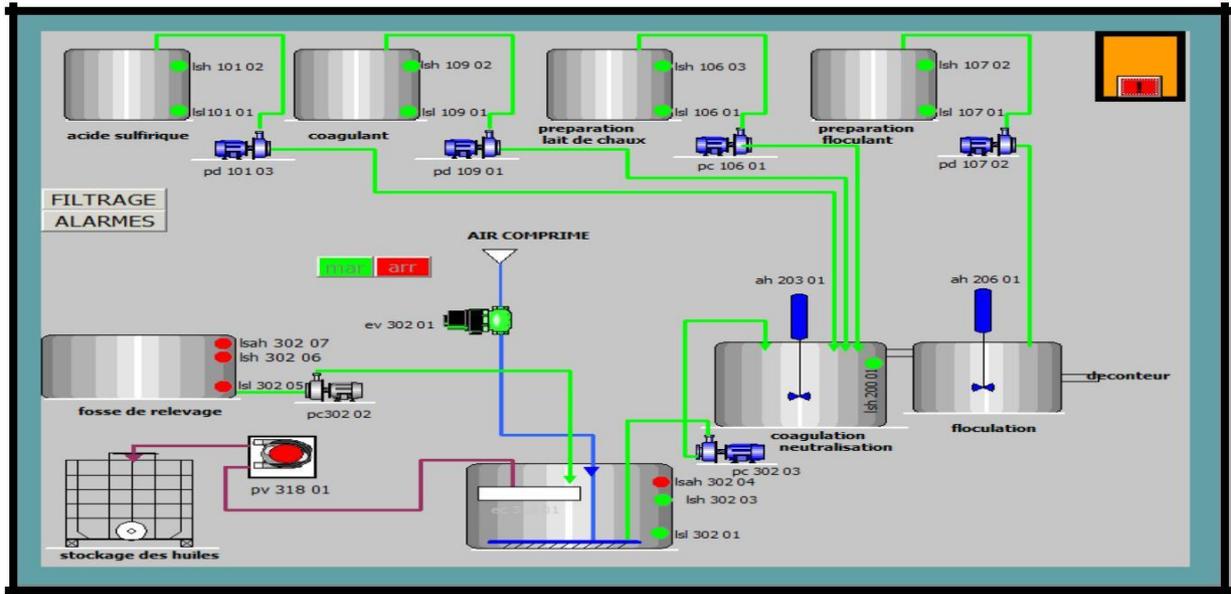


Figure IV.7 : coagulation /neutralisation

**Décantation /remplissage cuve a boue :**

Une fois la floculation finie, le début de la décantation pour poser les boues au fond du décanteur, puis remplir la cuve a boue.

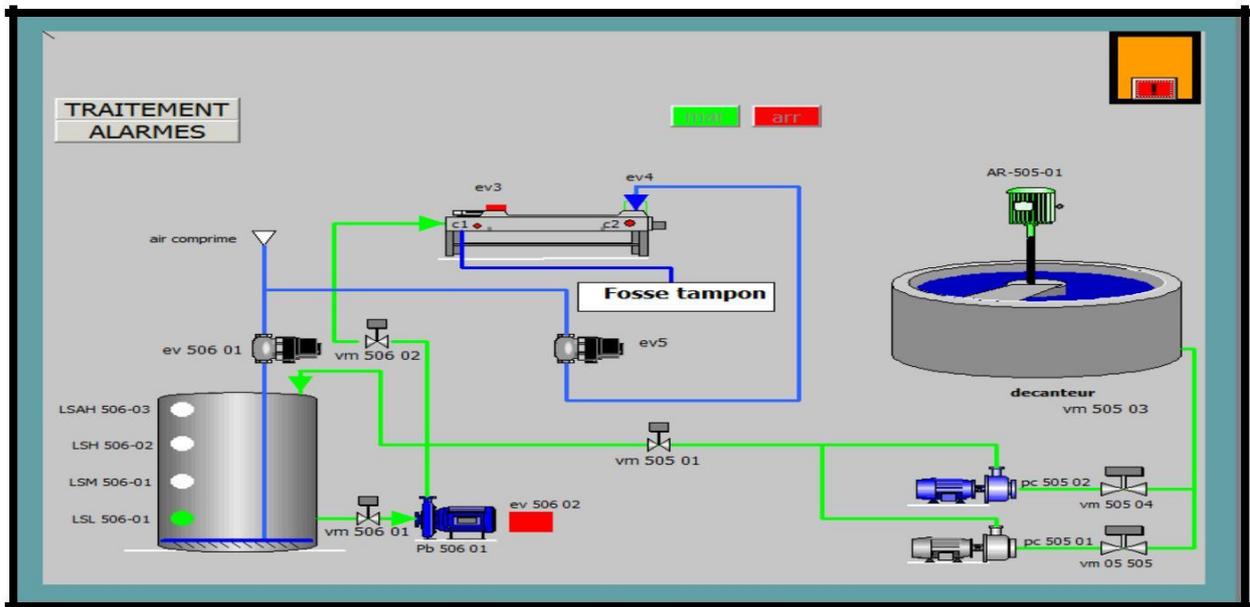


Figure IV.8 : décantation /remplissage cuve à boue

**Filtration des boues :**

Début du cycle filtration après le remplissage de la cuve de stockage des boues.

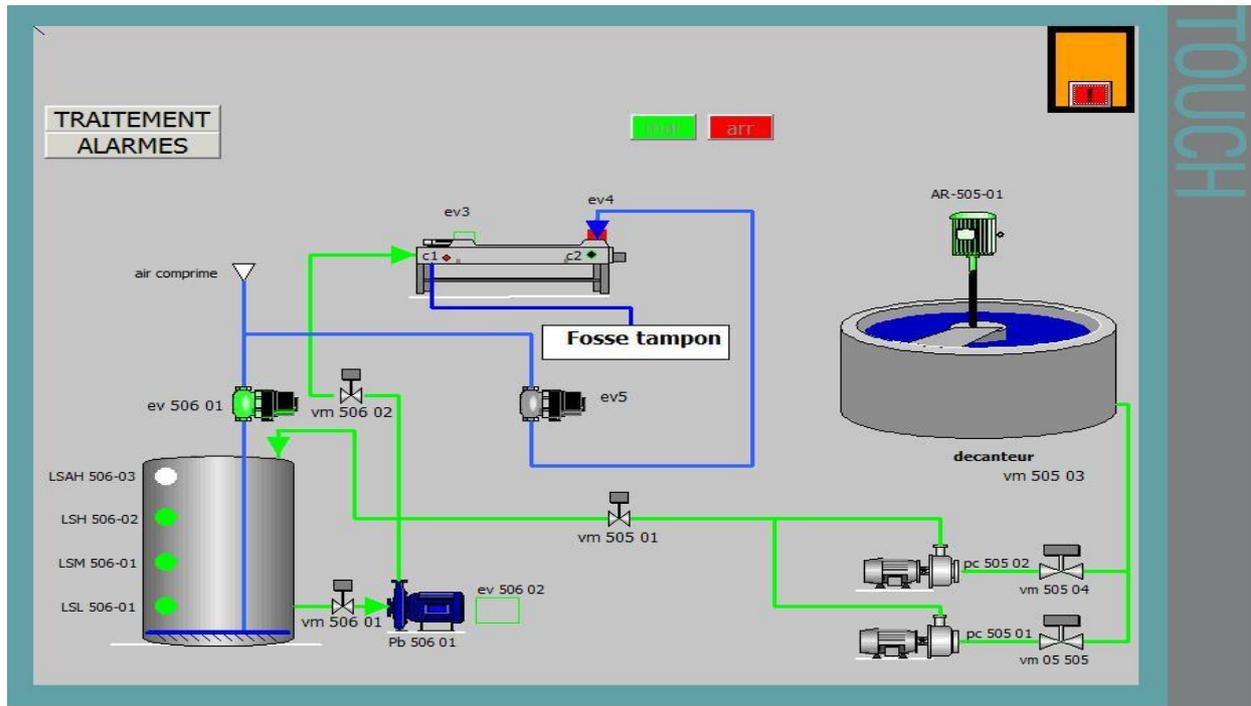


Figure IV.9: remplissage filtre à presse

**IV.7 Conclusion :**

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision de la station, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie puis nous avons élaboré sous le logiciel WinCC flexible les écrans permettant de suivre l'évolution du procédé online, et d'intervenir directement sur la commande du processus.

Le logiciel de supervision met à notre disposition de vrais outils industriels pour surveiller, contrôler et conduire notre procédé.

La supervision est devenue indispensable dans les processus industriels, son utilité apparait dans la diminution de temps d'arrêt, signalisation des pannes. Ainsi que l'augmentation de la fiabilité de la machine et sa durée de vie.



# **Conclusion générale**

# Conclusion générale

---

## **Conclusion générale :**

Ce travail de fin d'études s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et supervision d'un procédé de traitement des eaux par voie physico-chimique. La réalisation de ce projet c'est fait au sein du département maintenance de la société SNVI. A l'origine la décantation et le filtrage été semi-automatisé, notre but d'automatiser cette partie.

A cette fin, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation de la station, pour l'identification de ses éléments et l'ensemble des instruments et des actionneurs dont nous avons besoin dans le dimensionnement de la solution d'automatisation. Par Alléur nous avons aussi étudié les étapes de fonctionnement de la station. Au cours de ce travail, une modélisation du fonctionnement de la station a été mise en œuvre. Un programme personnalisé basé sur l'automate S7-300 a été développé par la suite afin de résoudre les problèmes.

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'informations via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

La prise de connaissance du SIMATIC STEP 7, nous a permis de programmer le fonctionnement de la station et d'en récupérer les états des variables qui nous intéressent pour la conception de notre interface homme-machine (IHM). En vue de la supervision du système, nous avons exploité les performances du logiciel Win CC flexible 2008, qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

Dans notre travaille nous avons effectué une étude et amélioration d'une station de traitement d'eau par voie physico-chimique

La période passée au sein de l'unité maintenance « SNVI » nous a permis d'apprendre les rudiments d'une communication hiérarchique et d'une transmission d'information efficace et selon les procédures. Le déplacement sur les lieux du site nous a nettement aidé à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions futures.



# **Bibliographie**

- ✦ [1] RENE HUSSON, Automatique du cahier des charges à la réalisation de systèmes, EDITIONS EYROLLES 1992, 61, Bld Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05.
- ✦ [2] A.Dziadowiec,M.Lescure\_cours d'automatique N°9577 ,1993.
- ✦ [3] RenéDavid,Hassan Alla Du Grafcet au réseau de petri.Edition HERMES,paris.
- ✦ [4] : Site SNVI : <http://snvi-dz.blogspot.com/2011/11/societe-nationale-des-vehicules.html> (Le 16 juin 2018).
- ✦ [5] : Manuel Opérateur STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS PAR VOIE PHYSICO-CHIMIQUE.
- ✦ [6] : [www.cvm.qc.ca/Empreintes/RetourEnforce/301/pompevolumetrique](http://www.cvm.qc.ca/Empreintes/RetourEnforce/301/pompevolumetrique) (Le 16 juin 2018).
- ✦ [7] : Guide de fonctionnement, installation, démarrage et entretien .pompe centrifuges [www.prominent.com](http://www.prominent.com)(Le 18 juin 2018).
- ✦ [8] : pompe doseuse et ses composantes. [www.pompetravaini.it](http://www.pompetravaini.it)(Le 18 juin 2018).
- ✦ [9] : SIMATIC S7-GRAPH pour S7-300/400 ... - Extras Springer <https://extras.springer.com>(Le 22 juin 2018).
- ✦ [10] ; Programmer avec STEP 7 - Siemens-Support zu. <https://support.industry.siemens.com>(Le 24 juin 2018).
- ✦ [11] : Automate programmable S7-300 Caractéristiques des ... - Siemens AG.
- ✦ [12] : SIEMENS\_ Fiche technique du produit référence 6ES7312- 5AC82-0AB0. [https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/ référence 6ES7312- 5AC82-0AB0.](https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/referenc6ES7312-5AC82-0AB0)
- ✦ [13] : SIEMENS\_ Fiche technique du produit 6ES7 322-8BF00-0AB0. [https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7 322-8BF00-0AB0](https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7322-8BF00-0AB0)(Le 24 juin 2018).
- ✦ [14] : SIEMENS\_ Fiche technique du produit 6AG1 322-1BH01-2AA0. [https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6AG1 322-1BH01-2AA0](https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6AG1322-1BH01-2AA0)(Le 25 juin 2018).
- ✦ [15] : SIEMENS\_ Fiche technique du produit 6ES7 331-7KB02-0AB0. [https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7 331-7KB02-0AB0](https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7331-7KB02-0AB0)(Le 26 juin 2018).
- ✦ [16] : SIEMENS\_ Fiche technique du produit 6ES7307-1EA01-0AA0.
- ✦ [17] :SIMATIC WinCC flexible 2008 - HMI Software – Siemens. <https://w3.siemens.com>(Le 26 juin 2018).

# **Annexe**

dgct moteur Pc 5...	E	3.0	BOOL	digencteur moteur Pompe centrifuge505 02
dgct moteur Pc 5...	E	2.7	BOOL	digencteur moteur Pompe centrifuge505 01
commutateur s a...	E	2.5	BOOL	commutateur s auto pompe centrifuge
commutateur s a...	E	2.4	BOOL	commutateur s auto pd 101 02 pd 109 01 pc 106 01 pc 302 03 pc 302 02
commutateur pc ...	E	2.3	BOOL	
commutateur pc ...	E	2.2	BOOL	
commutateur pc ...	E	2.1	BOOL	
commmutateur s...	E	2.0	BOOL	commmutateur sauto pc 302 02
LSL 506-01	E	1.7	BOOL	niveau bas cuve a boue
LSH 506-02	E	1.6	BOOL	niveau haut cuve a boue
LSAH 506-03	E	1.5	BOOL	niveau tres haut cuve a boue
LSM 506-01	E	1.4	BOOL	niveau moyen cuve a boue
C2	E	1.3	BOOL	capteur fin de course
C1	E	1.2	BOOL	capteur debut de course
b d arret pv 318 01	E	1.1	BOOL	bouton d arret pompe péristaltique pv 318 01
bp acquit default ...	E	1.0	BOOL	bp acquittement default pompe cent 2
bp acquit default ...	E	0.7	BOOL	bp acquittement default pompe cent 1
BOUTON MARCHE	E	0.6	BOOL	
bouton d arret p...	E	0.5	BOOL	bouton d arret pd 101 02 pd 109 01 pc 106 01 pc 302 03 pc 302 02
b d arret pd 107 02	E	0.4	BOOL	bouton d arret pd 107 02
b arret p cent2	E	0.2	BOOL	b d arret pompe centrifuge 2
b arret p cent1	E	0.1	BOOL	b d arret pompe centrifuge 1
b arret p racleur	E	0.0	BOOL	pont racleur
ev 302 01	A	7.5	BOOL	electrovanne fosse tempon
ah 203 020	A	7.4	BOOL	agitateur ah 203 02 FLOCCULATION
ah 203 010	A	7.3	BOOL	agitateur ah 203 01 COAGULATION / NEUTRALISATION
pv 318 01	A	7.2	BOOL	pompe péristaltique
pd 101 02	A	7.0	BOOL	pompe doseuse 101 02 acide sulfurique
pd107 02	A	6.7	BOOL	pompe doseuse 107 02 floculant
pc 302 02	A	6.6	BOOL	pompe centrifuge 302 02 relevage tempon
pc 302 03	A	6.3	BOOL	pompe centrifuge 302 03 fosse tempon
pc 106 01	A	6.2	BOOL	pompe centrifuge 106 01

alarmes	MW	9	WORD	
b d arret AR-505...	M	6.1	BOOL	bouton d'arret moteur pont racleur
bp ar 505-01	M	6.0	BOOL	bouton marche moteur pont recleur
test	M	4.0	BOOL	
arret	M	2.2	BOOL	pd 101 02 pd 109 01 pc 106 01 pc 302 03 pc 302 02
ah 203 02	M	2.1	BOOL	agitateur ah 203 02 FLOCULATION
ah 203 01	M	2.0	BOOL	agitateur ah 203 01 COAGULATION / NEUTRALISATION
pompes	FB	4	FB	4
lsm 107 03	E	11.2	BOOL	niveau moyen floculant
lsm 109 03	E	11.1	BOOL	niveau moyen coagulant
lsm 101 03	E	11.0	BOOL	niveau moyen acide sulfurique
bp pv 318 01	E	10.7	BOOL	bp pompe péristaltique pv 318 01
lsh 200 01	E	10.6	BOOL	niveau haut COAGULATION / NEUTRALISATION
commutateur s ...	E	10.5	BOOL	commutateur s manuel pompe centrifuge 302 03
commutateur s ...	E	10.4	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 107 02
commutateur s ...	E	10.3	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 109 01
commutateur s ...	E	10.2	BOOL	commutateur s manuel pompe centrifuge 106 01
commutateur s ...	E	10.1	BOOL	commutateur s manuel pompe doseuse 101 02
lsl101 01	E	9.5	BOOL	niveau bas acide sulfurique
lsl 302 05	E	9.4	BOOL	niveau bas fosse de relevage
lsl 302 01	E	9.3	BOOL	niveau bas fosse tempon
lsl 109 01	E	9.2	BOOL	niveau bas coagulant
lsl 107 01	E	9.1	BOOL	niveau bas floculant
lsh 318 03	E	9.0	BOOL	niveau haut fosse de stockage des huiles
lsh 302 06	E	8.7	BOOL	niveau haut fosse vde relevage
lsh 302 03	E	8.6	BOOL	niveau haut fosse tempon
lsh 109 02	E	8.5	BOOL	niveau haut coagulant
lsh 107 02	E	8.4	BOOL	niveau haut floculant
lsh 106 03	E	8.3	BOOL	niveau haut lait de chaux
lsh 101 02	E	8.2	BOOL	niveau haut acide sulfurique
lsl 106 01	E	8.0	BOOL	niveau bas lait de chaux
lsah 302 07	E	3.7	BOOL	niveau tres haut fosse relevage
lsah 302 04	E	3.6	BOOL	niveau tres haut fosse tempon
digencteur mote...	E	3.1	BOOL	degencteur moteur pont racleur

pd107 02	A	6.7	BOOL	pompe doseuse 107 02 floculant
pc 302 02	A	6.6	BOOL	pompe centrifuge 302 02 relevage tempon
pc 302 03	A	6.3	BOOL	pompe centrifuge 302 03 fosse tempon
pc 106 01	A	6.2	BOOL	pompe centrifuge 106 01
pd 109 01	A	6.1	BOOL	pompe doseuse pd 109 01 coagulant
ev5	A	5.2	BOOL	Electro-vanne air comprimé filtre a presse
def2	A	5.1	BOOL	defaut pompe centrifuge 505 02
def1	A	5.0	BOOL	defaut pompe centrifuge 505 01
pc 505 02	A	4.7	BOOL	pompe centrifuge 505 02
pb 506 01	A	4.6	BOOL	POMPE A BOUE
EV4	A	4.5	BOOL	Electro-vanne retour du verin
EV3	A	4.4	BOOL	Electro-vanne sortie du verin
ev 506 02	A	4.3	BOOL	EV POMPE A BOUE
ev 506 01	A	4.2	BOOL	EV DE BRASSAGE A BOUE
pc 505 01	A	4.1	BOOL	pompe centrifuge 505 01
AR-505-01	A	4.0	BOOL	moteur pont racle

# Résumé

Ce travail effectué à la Société nationale des véhicules industriels (SNVI) aura pour objectif d'étudier et de proposer des solutions aux problèmes de la station de traitement d'eau par voie physico-chimique.

Toutes les eaux usées nécessitent un traitement en utilisant des produits chimiques (Acide sulfurique, Coagulant, Lait de chaux et floculant) afin de les purifier en passant par plusieurs étapes

La programmation à l'aide de STEP 7 en utilisant un automate S7 300 et faire une supervision du système en utilisant le Win CC flexible 2008.

**Mots clés :** Traitement d'eau par voie physico-chimique, traitement des eaux résiduaires, filtration des boues, Société nationale des véhicules industriels (SNVI).