



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA de BEJAIA

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

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

Option : Instrumentation

Thème

**Etude du système de régulation de la station
d'épuration de l'entreprise Labelle**

Présenté par

M^r SAADI Billal

M^r OUAKKOUCHE Sid Ali

Encadré par

M^r SADJI Mustapha

M^r HOCINI Sofiane

Devant le jury composé de :

M^r TAFININE Farid

M^{me} IDJDARENE Souad

Promotion : 2019-2020

Remerciements

Le grand merci s'adresse au Bon Dieu le tout puissant qui nous a donné la patience et le courage pour achever ce travail.

Nous tenons à remercier aussi notre promoteur Mr Sadjji Mustapha pour son encadrement, sa compréhension, ses conseils et son aide durant la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions les membres de jury qui ont accepté de juger et d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier également l'ingénieur de l'atelier Instrumentation du complexe Labelle SPA, particulièrement notre encadreur Mr Hocini Sofiane.

Nous remercions nos familles, nos proches ainsi que nos amis pour leurs encouragements tout au long de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a mes chers parents qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans mes choix de vie que Dieu les protège et les garde pour moi.

Je le dédie également à mes frères et sœurs qui ont été toujours à mes cotés, A mes neveux et mes nièces,

Et à toute ma famille plus particulièrement ma chère grande mère pour ses encouragements.

Et à toute personne chère à mon cœur sans oublier mes amis.

Billal

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

- A mes frères : ABDEL RAOUF et ABD RAHIM ;

- A mes cousins : SABER, YASSER et LOUNIS ;

- A toute la promotion Master II Instrumentation 2019-2020 ;

- A toute ma famille, mes amis Et à tous ceux qui me sont chers pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

SIDALI



SOMMAIRE

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Présentation du complexe Labelle

1. Introduction 2

2. Historique de l'entreprise (CO.G.B) 2

3. Description et production de l'unité 3

4. Moyens de l'entreprise 4

5. Diagnostic de production de CO.G.B la Belle 4

6. Plan de masse de l'entreprise 6

Chapitre I : Généralités sur la station d'épuration

I.1. Introduction..... 7

I.2. Définition des eaux résiduaires industrielles 7

I.3. La station d'épuration..... 7

I.3.1. Définition 7

I.3.2. Rôle des stations d'épuration 7

I.4. Les eaux résiduaires industrielles de CO.G.B 8

I.5. Processus du traitement des eaux résiduaires 8

I.6. Procédés d'épuration des eaux usées..... 8

I.6.1. Prétraitements..... 9

I.6.2. Traitement primaire..... 10

I.6.3. Traitement secondaire 11

I.6.4. Traitement tertiaire 11

I.6.5. Traitement des boues..... 11

I.7. Conclusion 11

Chapitre II : Les instruments du système de régulation

II.1. Introduction 12

II.2. La régulation : Définition et but 12

II.2.1. Définition 12

II.2.2. But de la régulation automatique 12

II.3. Principes généraux de la régulation..... 12

Sommaire

II.3.1. Eléments d'une boucle de régulation	12
II.3.2. Types de régulation.....	14
II.3.3. Système en boucle ouverte ou boucle fermée.....	14
II.4. Types de régulateurs.....	15
II.4.1. Contacts de seuil	15
II.4.2. Régulateurs PID	16
II.4.3. Régulateur de neutralisation (neutralisation en continu)	17
II.4.4. Régulateur P à 2 plages (neutralisation en batch).....	18
II.4.5. Régulation pas à pas à trois plages	18
II.5. Régulation de la neutralisation des eaux	19
II.6. Boucle de régulation du pH.....	20
II.6.1 Le Transmetteur	21
II.6.1.1. Description de l'appareil.....	21
II.6.1.2. Surveillance des électrodes "SCS"	22
II.6.1.3. Chemoclean	23
II.6.2. Sondes pH.....	23
II.6.3. Convertisseur I/P (courant/pression).....	25
II.6.4. Régulateur TRD855	26
II.6.4.1. Caractéristiques principales :	26
II.6.4.2. Caractéristiques techniques	27
II.6.4.3. Contrôle de la valeur de consigne	27
II.6.5. Visualisateur Vu2550.....	27
II.6.5.1. Construction et emploi	27
II.6.5.2. Caractéristiques de fonctionnement	28
II.6.6. Vanne régulatrice	28
II.7. Conclusion	29

Chapitre III : la régulation du pH

III.1. Introduction	30
III.2. Mesure de PH.....	30
III.2.1. Matériels et réactifs utilisés	30
III.2.2. Mode opératoire.....	30
III.3. Principe du fonctionnement de la boucle de régulation du pH	30

Sommaire

III.3.1. Principe de l'acidification	31
III.3.2. Principe de la neutralisation	31
III.4. Etalonnage	32
III.4.1. Déroulement	32
III.4.2. Fin de l'étalonnage	32
III.4.3. Interruption de l'étalonnage	33
III.4.4. Remarques générales sur l'étalonnage	34
III.5. Etalonnage du pH	34
III.5.1. Reconnaissance automatique du tampon	35
III.5.2. Etalonnage avec des tampons présélectionnés	37
III.5.3. Etalonnage en mode manuel	38
III.5.4. Etalonnage numérique	38
III.6. Conclusion.....	39
Conclusion générale	40
Bibliographie	

Liste des figures

Figure 1: Emplacement géographique de la CO.G.B LABELLE.....	4
Figure 2 : Plan de masse de la CO-GB La belle.....	6
Figure I.1: Procédés d'épuration.....	8
Figure I.2 : Les principales étapes du traitement des eaux usées.....	9
Figure II.1: Eléments d'une chaîne de régulation.....	13
Figure II.2: Système en boucle ouverte.....	14
Figure II.3 : Système en boucle fermée	15
Figure II.4: Caractéristique de régulation du contact de seuil (Fonction maximale).....	16
Figure II.5: Caractéristique de régulation du contact de seuil (Fonction minimale).....	16
Figure II.6: Caractéristique d'un régulateur proportionnel avec le mode de régulation direct.....	17
Figure II.7: Caractéristique d'un régulateur proportionnel avec le mode de régulation inverse.....	17
Figure II.8 : Caractéristique de neutralisation.....	18
Figure II.9 : Courbe caractéristique de réponse d'un régulateur P à 2 plages.....	18
Figure II.10: Régulation du process pas à pas à 3 plages.....	19
Figure II.11: Taux de neutralisation.....	20
Figure II.12: Exemple d'un système de mesure complet.....	22
Figure II.13: Connexion des électrodes de la sonde avec le transmetteur.....	24
Figure II.14: Structure d'un transducteur I/P.....	26
Figure II.15: Vanne régulatrice	29
Figure III.1: La neutralisation.....	31
Figure III.2: Position de maintenance.....	32
Figure III.3: Sélection de l'électrode pH n°1.....	32
Figure III.4: Fenêtre indicatrice de l'absence de la sonde.....	33
Figure III.5: Cas d'une sonde rétractable.....	34
Figure III.6: Interruption de l'étalonnage.....	34
Figure III.7: Fin de l'étalonnage.....	34

Liste des tableaux

Tableau III.1: Reconnaissance du tampon.....	37
Tableau III.2: Etalonnage en mode manuel.....	38
Tableau III.3: Etalonnage numérique.	39

Liste des abréviations

°C: Degré Celcius

API : Interface de programmation applicative

ATC: Compensation de température automatique

Ca (OH) ₂ : Lait de chaux

Cal : Calibration

CaSO₄: Sulfate de calcium

CO.G.B : Corps Gras de Bejaia

ENASUCRE : Entreprise Nationale du Sucre

ENCG : Entreprise Nationale des Corps Gras

ENJUC : Entreprise Nationale des Jus et des conserves

H₂O : Molécule d'oxygène

H₂SO₄ : Acide sulfurique

I/P : courant /pression

IHM : Interface Homme Machine

K_p : coefficient de proportionnalité

M : La mesure

MEAS : Mesure

MLI : Modulation de largeur d'impulsions

MTC: Compensation de température manuelle

pH : Potentiel hydrogène

PID : Proportionnel, intégrale, dérivé

PV: Grandeur de procédé

PVF : Polyfluorure de vinyle

SCS : Système de vérification des électrodes

SIAN : Société industrielle de l'Afrique du nord

SO.GE.D.I.A : Société de Gestion et de Développement des Industries Alimentaires

SPA : société par action

Liste des abréviations

STEP : Station d'épuration

TOR : Tout ou Rien

UP 7 : Unité de production N°7



Introduction Générale

Introduction générale

Introduction générale

La croissance inquiétante de la pollution des eaux par des matières diverses dégradent progressivement l'environnement planétaire. Pour cette raison, des stations d'épurations doivent être installées afin de protéger les ressources d'eau et l'environnement.

Peu importe la station d'épuration, le principe est simple, les effluents sont dégradés grâce à un phénomène biologique naturel par les micro-organismes contenues dans les eaux résiduaires et maintenues en raisonnable quantité dans les stations.

Nous avons été affectées au complexe Corps Gras de Bejaia (CO.G.B) pour y effectuer un stage ayant pour objectif de mener une étude sur le système de régulation de la station d'épuration des eaux usées en vue de neutraliser les eaux .

Le complexe agroalimentaire, Labelle de Bejaia, dispose d'une station de traitement des eaux résiduaires qui subissent un traitement physico-chimique et un traitement biologique afin d'éliminer toutes les substances polluantes contenues dans les eaux résiduaires.

Notre travail porte sur l'étude du système de régulation de cette station.

Ce mémoire est composé d'un préambule suivi de trois chapitres.

En premier lieu, nous présentons le complexe agroalimentaire Labelle de Béjaïa.

Le premier chapitre porte sur la description de la station d'épuration des eaux usées et des diverses étapes du traitement de ces eaux.

Le second chapitre est consacré à la régulation des eaux ainsi qu'aux instruments qui composent le système de régulation de la station.

Le dernier chapitre est consacré à la partie pratique de notre travail qui consiste en la mesure du pH des eaux usées et la régulation de la neutralisation du pH avant le rejet de ses eaux dans le milieu naturel.

Nous terminons par une conclusion.



Présentation Du Complexe Labelle

1. Introduction

Cette partie est dédiée à la CO.G.B la Belle qui s'agit d'une société de droit algérien créée par acte notarié établi le 14/05/2006. Elle est juridiquement une SPA avec un capital de 1 000 000 000 DA avec une répartition de : 70% pour la Belle et 30% pour le groupe CO.G.B [1].

2. Historique de l'entreprise (CO.G.B)

Avant de commencer la présentation de l'entreprise des corps gras de Bejaia, il est intéressant de la situer dans l'histoire.

Début de XX^e siècle : Extraction de l'huile de grignon d'olive et fabrication de savon à base d'huile de grignon par la SIAN (société industrielle de l'Afrique du nord) [1].

En 1940, elle fut l'installation d'une usine conçue pour le raffinage de l'huile de colza et de tournesol. Ce complexe s'est lancé dans la production du savon de ménage « MON SAVON » en 1953.

Cette unité de production a été nationalisée en 1968 afin de porter le nom de la SIAN « Société Industrielle de l'Afrique du Nord », pour devenir en 1973 la SOGEDIA (Société de gestion et de développement des industries alimentaires). Puis elle a été transformée en 1982 pour donner naissance à trois entreprises à savoir :

- ENCG (entreprise nationale des corps gras) ;
- ENAJUC (entreprise nationale des jus et des conserves) ;
- ENASUCRE (entreprise nationale du sucre) ;

Une autre nouvelle unité de production est installée à la zone industrielle de Bejaia en 1988; il s'agit du complexe des corps gras de Bejaia qui est composé de deux unités de production et un seul siège social.

En Août 2006, l'Etat a cédé une grande partie de l'entreprise COGB au profit du groupe Labelle pour finalement devenir «CO.G.B- Labelle».

De nos jours, l'entreprise exerce son activité sous la direction du groupe COGB Labelle qui dispose de différentes entreprises dans le secteur de l'agroalimentaire.

3. Description et production de l'unité

La SPA possède deux unités de production :

- Unité de production N° 7 : où se trouve la direction générale; elle est chargée du raffinage d'huile, de la production de savon de ménage et de savonnettes.
- Unité de production N° 8 : chargée du raffinage d'huile, de la fabrication du savon de ménage, de savonnettes et de graisse végétale aromatisée [1].

Ce complexe (UP7) est implanté dans la zone industrielle de la ville de Bejaia. Il s'étend sur une surface de 108800 m² dont 56500 m² couverte. L'unité est composée d'une raffinerie d'huile pour une production de 400 tonnes/jour, d'une savonnerie pour une production de 150 tonnes/jour, d'un conditionnement d'huile pour une production de 300 tonnes/jour en conditionnement de 5l, 100 tonnes/jour en conditionnement de 1l et d'une margarinerie pour une production de 80 tonnes/jour.

L'entreprise des corps gras de Bejaia (CO.G.B) a ouvert ses portes en 1987, sous tutelle du ministère des industries légères, elle est implémentée dans la zone industrielle à Ihaddaden (Bejaia) et limitée par :

- Le complexe de costumes de Bejaïa au Nord.
- L'EPLA (ex : COPEMAD) au Sud
- L'ENMTP à l'Ouest.

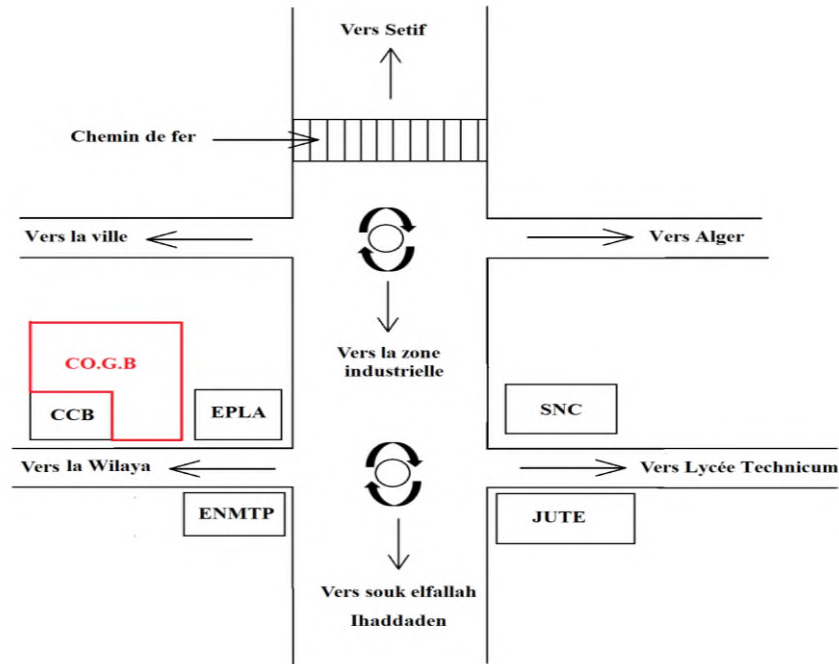


Figure 1: Emplacement géographique de la CO.G.B LABELLE [1].

4. Moyens de l'entreprise

CO.G.B la Belle dispose des moyens matériels qui peuvent se résumer comme suit :

- Nature des moyens : raffinerie, savonnerie, margarinerie et hydrogénation
- Origine des moyens : Europe, Canada.
- Les différentes machines utilisées dans la production : les souffleuses, les convoyeurs à air rafale, les remplisseuses, les bouchonneuses, le déviateur de bouteilles, la fardeleuse, l'encartonneuse, le palettiseur et les banderoleuses.
- Les investissements réalisés par l'entreprise se résument à la rénovation des ateliers, l'acquisition de nouveaux matériels de production, des machines de conditionnement et des moyens de transport.

5. Diagnostic de production de CO.G.B la Belle

Le département de production ou bien l'assistant exploitation regroupe l'ensemble des ateliers qui ont pour mission de suivre le processus de transformation des matières en produits finis, en respectant les normes de production. Avec un effectif estimé à 142 agents qui travaillent 24h/24h, partagé en équipes de 8h/jour, ce département est composé de :

➤ **Service savonnerie**

Son rôle est la fabrication du savon de ménage, savon de toilette ainsi que la glycérine pharmaceutique.

➤ **Service raffinage**

Sa mission est la transformation de l'huile brute alimentaire destinée au conditionnement.

➤ **Service conditionnement des huiles (CDH)**

Ce service est partagé en deux ateliers :

- Atelier plastique : son rôle est la fabrication de bouteilles en plastique;
- Atelier conditionnement : son rôle est la mise en bouteilles de l'huile pour la commercialisation.

➤ **Service margarinerie**

Sa mission est la production d'hydrogène, d'huile hydrogénée et de la margarine.

La CO.G.B a pour objectifs [1]:

- D'améliorer la production qualitativement,
- De distribuer et de commercialiser tout produit relevant de son secteur d'activité,
- De développer l'industrie alimentaire.

6. Plan de masse de l'entreprise

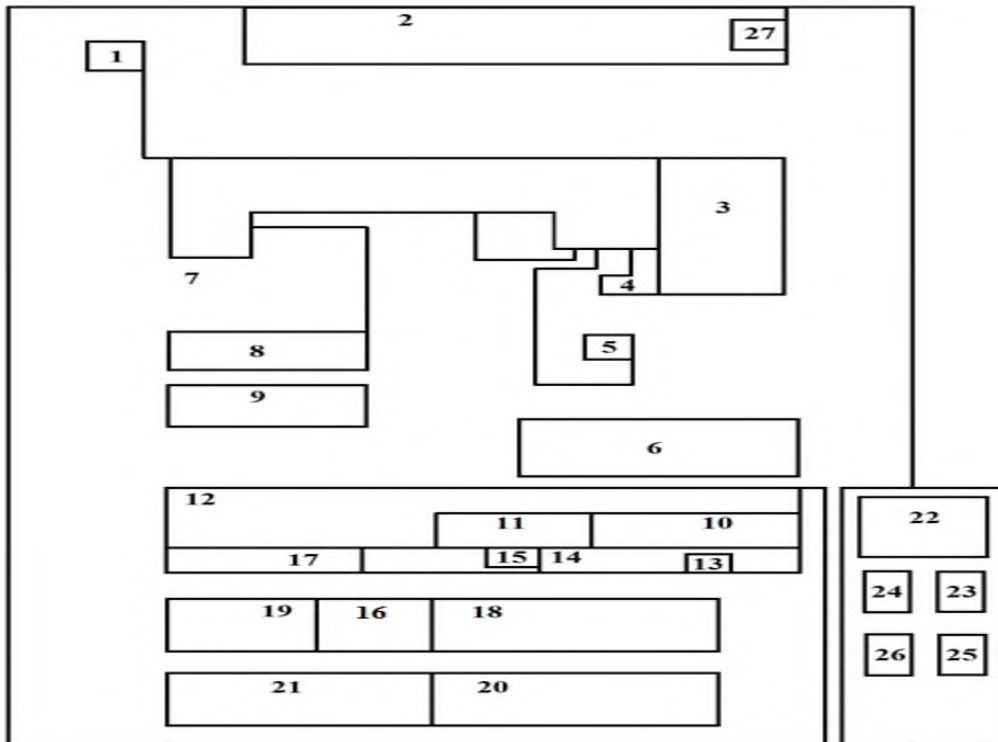
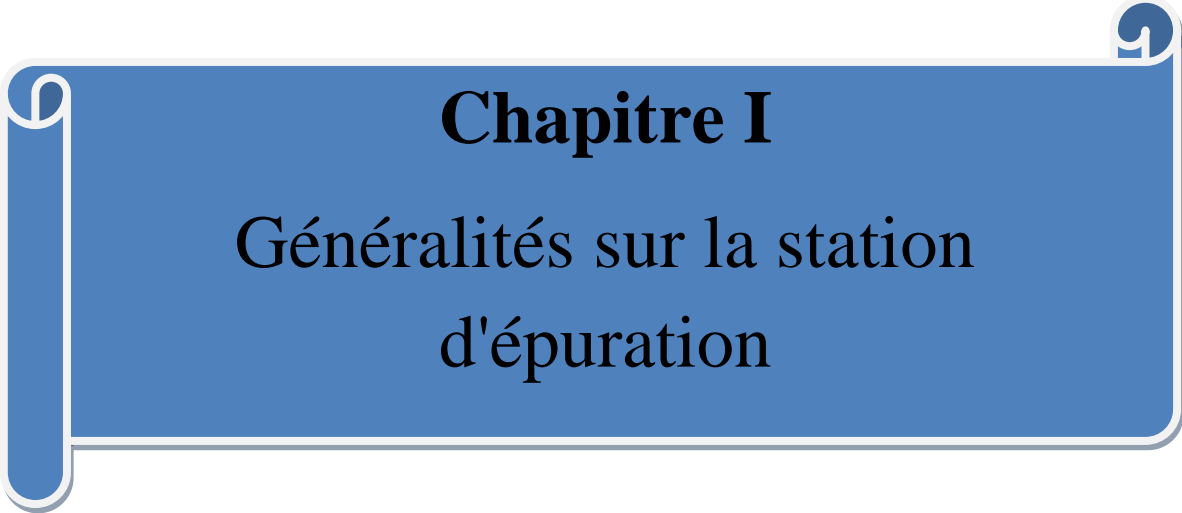


Figure 2 : Plan de masse de la CO-GB La belle [1].

Nomenclature du plan de masse :

1. Gardiennage	10. Remplissage	19. Atelier maintenance
2. Parc auto	11. Chaînes de production	20. Savonnerie
3. Verdure	12. Magasin	21. Magasin
4. Restaurant	13. Vestiaires	22. Magasin
5. Mécanique auto	14. Passage	23. Raffinerie
6. Bacs de réserve	15. Service production	24. Laboratoire
7. Terrain libre	16. Maintenance	25. Service sécurité
8. Unité de production	17. Magasin	26. Réserve d'eau
9. Magasin	18. Chaudière	27. Coopérative



Chapitre I
Généralités sur la station
d'épuration

I.1. Introduction

De nos jours, les eaux usées industrielles subissent différents traitements de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte afin d'éviter la pollution des eaux et des sols. Ces traitements sont effectués dans des stations d'épuration.

I.2. Définition des eaux résiduaires industrielles

Les eaux usées produites lors du raffinage comprennent : la vapeur condensée, les eaux d'épuisement, les solutions caustiques usées, l'eau de purge des tours de refroidissement des chaudières, l'eau de lavage, l'eau de neutralisation des déchets alcalins et acides ainsi que les eaux utilisées dans d'autres procédés. Les eaux contiennent également des matières dissoutes, des solides en suspension et des graisses [2].

I.3. La station d'épuration

I.3.1. Définition

Une station d'épuration est un centre de traitement de l'eau qu'elle soit d'origine industrielle ou qu'elle provienne des activités quotidiennes de l'homme.

La station d'épuration remplit deux missions distinctes [3]:

- recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans leur milieu naturel,
- rendre les eaux naturelles propres et sans danger pour la consommation humaine.

Elle est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel bleu tel un lac [4].

I.3.2. Rôle des stations d'épuration

Les stations d'épurations permettent :

- le traitement des eaux,
- la protection de l'environnement,
- la protection de la santé publique,
- La valorisation éventuelle des eaux épurées et des boues issues du traitement.

I.4. Les eaux résiduaires industrielles de CO.G.B

La station d'épuration de la COGB-Labelle reçoit sans cesse des quantités considérables d'eau usée industrielle provenant de différents ateliers de fabrication du complexe. La nature et la composition de ces eaux sont différentes selon l'atelier d'où elles proviennent. Elles comportent essentiellement de la matière grasse, de la matière en suspension et des sels minéraux [5].

I.5. Processus du traitement des eaux résiduaires

Dans une station d'épuration, les traitements peuvent être réalisés de manière collective ou individuelle. Le fonctionnement de ces stations est presque le même, on peut trouver parfois de légères différences dans la manière de mettre en place ces processus. Le traitement se divise en plusieurs étapes [5].

I.6. Procédés d'épuration des eaux usées

Une station d'épuration est soumise à des procédés d'épuration montrés par la figure 1.

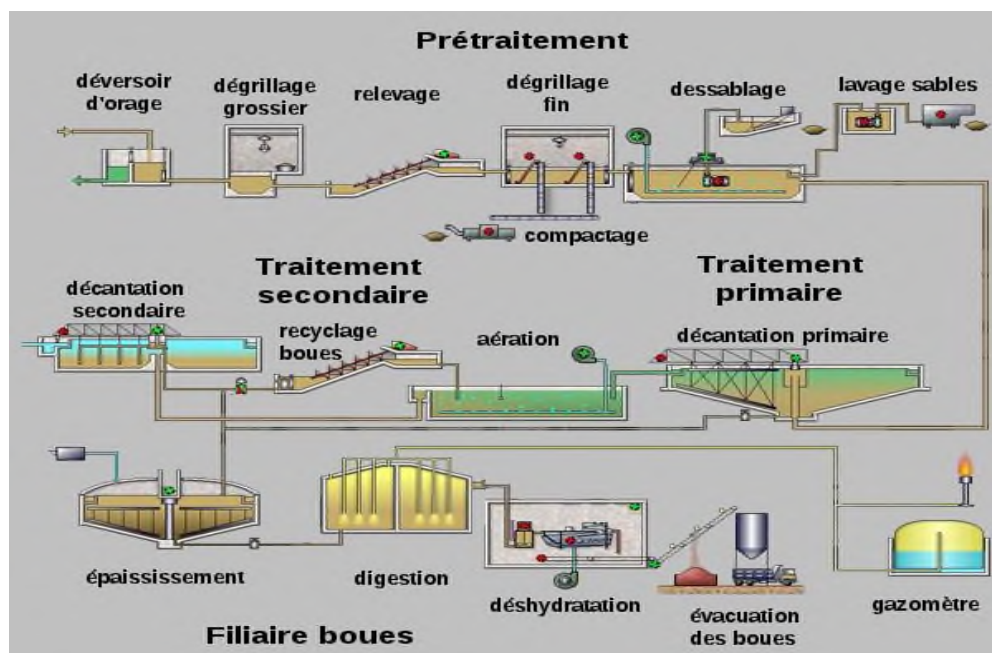


Figure I.1: Procédés d'épuration [6].

Les principales étapes de traitement des eaux usées sont indiquées par la figure 2 suivante :

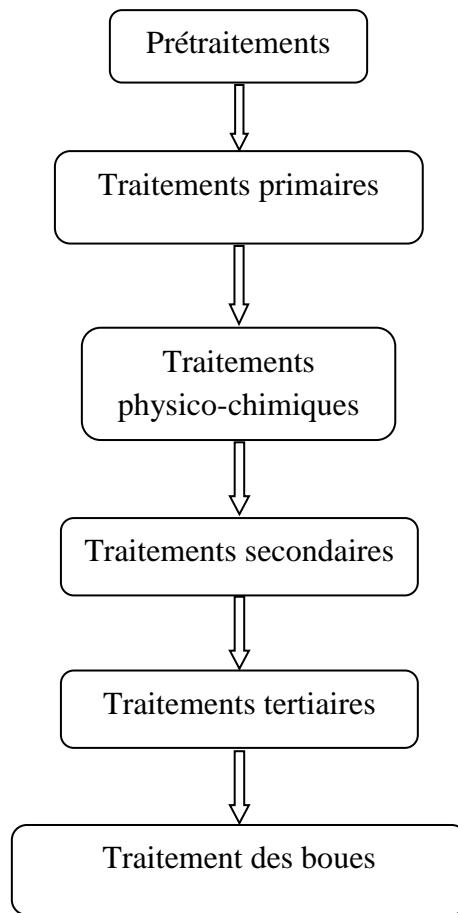


Figure I.2 : Les principales étapes du traitement des eaux usées.

I.6.1. Prétraitements

L'objectif principal de cette étape est de séparer de la phase liquide les matières solides grossières. Parmi les étapes de prétraitements, on peut citer : le dégrillage, le dessablage, le déshuilage et le dégraissage.

❖ Dégrillage

C'est le premier poste du traitement, indispensable sur les eaux de surfaces et les eaux résiduaires [7]. Il permet d'éliminer toutes les impuretés qui pourraient, par obstruction, provoquer un dysfonctionnement des pompes. Cette étape est très importante parce qu'elle permet de soumettre les eaux usées aux traitements ultérieurs sans trop de problèmes [8].

❖ Dessablage

Il a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits et à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion [9].

❖ Déshuilage et dégraissage

Ces deux procédés visent à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite.

I.6.2. Traitement primaire

Après les prétraitements, les effluents conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Dans l'épuration des eaux usées, le traitement primaire est une simple décantation qui permet de rejeter la majeure partie des matières en suspension. Au niveau de la COGB, le traitement primaire consiste à éliminer la matière grasse et la salinité avec les procédés physico-chimiques selon les étapes suivantes :

❖ Elimination de la matière grasse par acidification

Les eaux provenant du bac de stockage vont subir une acidification par l'ajout de l'acide sulfurique afin d'obtenir une eau d'un pH inférieur compris entre 3 à 4. Le poste d'acidification est doté d'une boucle de régulation d'un pH acide, l'acidification du milieu favorise la séparation de la matière grasse des eaux au niveau du flottateur.

❖ Elimination de la salinité par neutralisation

Les eaux arrivent au poste de neutralisation doté d'une boucle de régulation

de pH neutre, où elles sont neutralisées au lait de chaux à 10%. Le pH, à ce niveau, est compris entre 6,5 et 8,5[23].

I.6.3. Traitement secondaire

Il élimine les matières organiques solubles qui échappent au traitement primaire; tels que les sucres, les graisses, les protéines, etc. Leur dégradation implique une consommation de dioxygène dissous dans l'eau nécessaire à la survie des animaux aquatiques; ce qui est nocif pour l'environnement. Il élimine également davantage de matières en suspension. L'opération d'élimination est généralement réalisée par des processus biologiques dans lesquels les microbes consomment les impuretés organiques comme nourriture, les convertissant en dioxyde de carbone, en eau et en énergie pour leur propre croissance et reproduction.

I.6.4. Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire consiste à éliminer, au moyen de techniques chimiques et physiques, les polluants non biodégradables et les éléments nutritifs minéraux. Ce type de traitement fournit une étape finale d'augmentation de la qualité des effluents à la norme requise avant leur rejet dans l'environnement récepteur (mer, rivière, lac...).

I.6.5. Traitement des boues

Les boues sont les principaux déchets produits par une station d'épuration. Elles sont constituées de bactéries mortes et de matière organique minéralisée. La mission principale du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques et arrêter la biodégradation dont elles sont le lieu [10].

I.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le rôle majeur des stations d'épuration des eaux ainsi que la nature et la composition des eaux résiduaires industrielles qui proviennent des ateliers de l'entreprise COGB-Labelle et que sa station d'épuration doit traiter avant leur rejet dans la nature. Nous avons décrit les différentes étapes de traitement des eaux usées de la station.

Chapitre II

Les instruments du système de
régulation

II.1. Introduction

La régulation est présente dans toutes nos actions : conduire la voiture, réaliser une recette de cuisine, mesurer le pH...

la régulation consiste à agir de façon à ce qu'une mesure soit égale à une consigne. Si l'on cherche à atteindre une consigne (de position ou de température), on parlera de poursuite ou asservissement; si l'on cherche à éliminer des perturbations pour qu'une valeur reste constante (ex: garder la température intérieure de la voiture constante quelle que soit la température extérieure), on parlera de régulation. L'industrie utilise des systèmes d'asservissement ou de régulation. L'industrie utilise des systèmes d'asservissement ou de régulation : que ce soit pour gérer le débit d'un fluide dans une conduite, la température d'un produit, la hauteur d'un niveau de cuve...etc [11].

II.2. La régulation : Définition et but

II.2.1. Définition

La régulation dans le domaine des procédés industriels concerne la mise en œuvre de l'ensemble des moyens théoriques, matériels et techniques pour maintenir chaque grandeur physique essentielle égale à une valeur souhaitée, appelée consigne, par action sur une grandeur réglante et ce, malgré l'influence des grandeurs perturbatrices du système [12].

Dans un sens général, la régulation est l'ensemble des techniques qui permettent de maintenir la constance d'une fonction.

II.2.2. But de la régulation automatique

La régulation est l'action de régler automatiquement une grandeur de telle sorte que celle-ci garde constamment sa valeur ou reste proche de la valeur désirée, quelles que soient les perturbations qui peuvent survenir [13].

II.3. Principes généraux de la régulation

II.3.1. Eléments d'une boucle de régulation

Le terme boucle de régulation définit le minimum des instruments nécessaires pour asservir et réguler un procédé industriel à une seule entrée et une sortie unique. Elle est constituée de trois éléments de base [14]:

➤ **Un instrument de mesure (CAPTEUR) :**

Placé à la sortie du système, il mesure la grandeur réglée qu'on appelle PV (*Process Value*) et envoie un signal de mesure M qui est l'image de PV vers l'instrument suivant.

➤ **Un instrument de réflexion (REGULATEUR) :**

Il s'agit de la partie du système de commande qui compare le signal de mesure avec le signal de consigne. En fonction de l'écart entre ces deux valeurs, il délivre un signal de commande dirigé vers l'organe suivante.

➤ **Un instrument d'action (ACTIONNEUR) :**

C'est l'outil qui reçoit l'ordre du régulateur et le traduit en une réalisation en pourcentage d'action, soit Y%, pour agir sur la variable réglante et influencer le système dans le but de ramener la mesure à la consigne désirée.

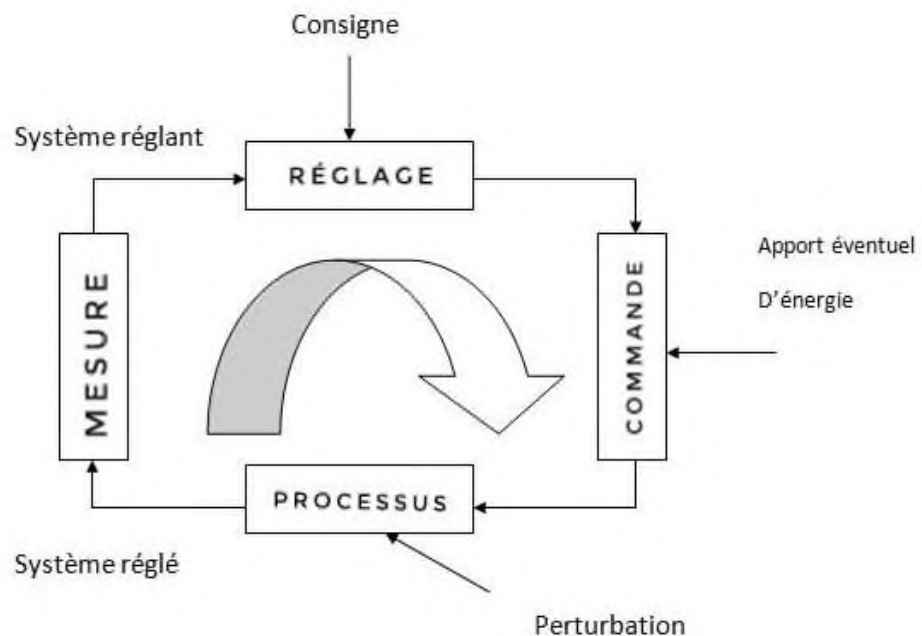


Figure II.1: Eléments d'une chaîne de régulation [11].

II.3.2. Types de régulation

Il existe plusieurs types de régulation industrielle. On cite [14]:

- La régulation TOR : Tout Ou Rien (ON–OFF Control)
- La régulation MLI : Modulation de la Largeur d'Impulsion (PWM) avec PID
- La régulation PID : Continue Proportionnelle, Intégrateur, Dérivateur
- La régulation FUZZY : Continue PID avec l'introduction de la logique floue
- La régulation MULTI-BOUCLES : Maître-Esclave, Cascade, Rapport
- La régulation NUMERIQUE : Modèle de référence

II.3.3. Système en boucle ouverte ou en boucle fermée

Un système en boucle ouverte (Figure II.2) si la grandeur de la correction est indépendante de la grandeur de la mesure. Le régulateur est en mode manuel. Le mode manuel consiste à laisser à l'utilisateur le choix de la valeur du signal de commande appliquée à l'actionneur [15].

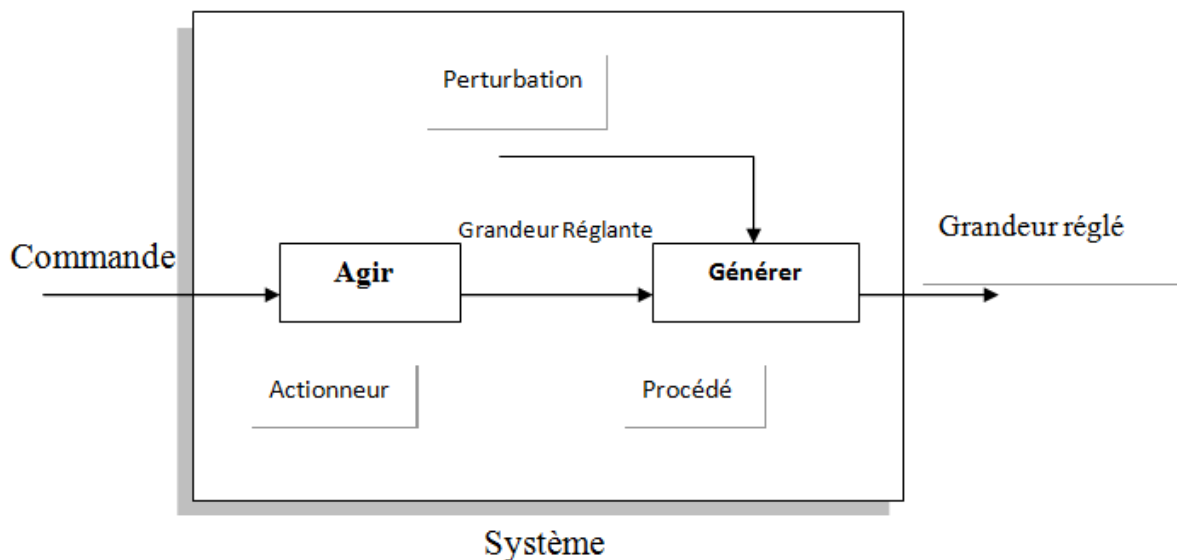


Figure II.2: Système en boucle ouverte

Un système est en boucle fermée (Figure II.3) si la grandeur de la mesure affecte la grandeur de la correction (grandeur manipulée) [15].

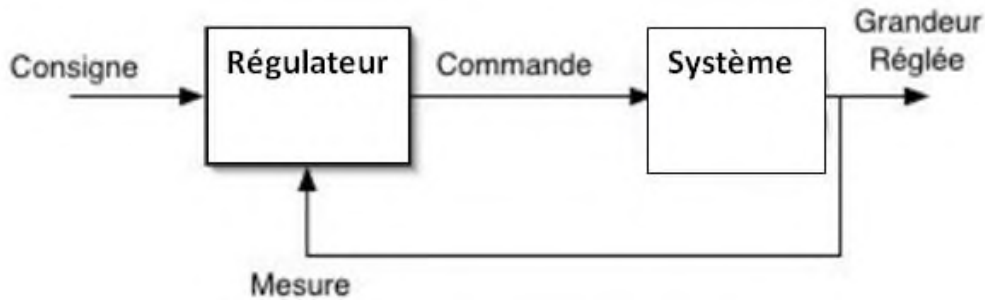


Figure II.3 : Système en boucle fermée

II.4. Types de régulateurs

Un instrument particulièrement bien adapté aux mesures et régulations complexes est le transmetteur. Il est couramment utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées et propose différents types de régulation de pH.

- Contacts de seuil
- Régulateurs P, PI, PD, PID (proportionnel, intégrateur, dérivateur)
- Régulateurs de neutralisation (régulateurs P, PI, PD, PID pour deux contacts)
- Régulateur P à deux plages
- Régulateur pas à pas à trois plages

II.4.1. Contacts de seuil

En fonction de la valeur mesurée, dans tous les cas, le contact est en permanence soit ouvert, soit fermé. L'hystérésis et la commutation (min/max.) peuvent être paramétrées[16].

Les figures II.4 et II.5 suivantes montrent les caractéristiques de régulation du contact de seuil. Ici, Y est le signal de correction dépendant du pH.

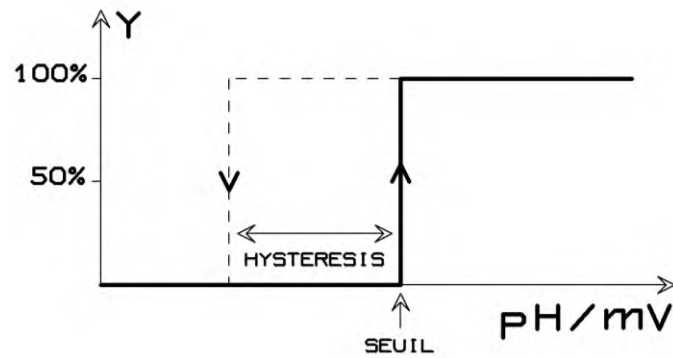


Figure II.4: Caractéristique de régulation du contact de seuil (Fonction maximale)[16].

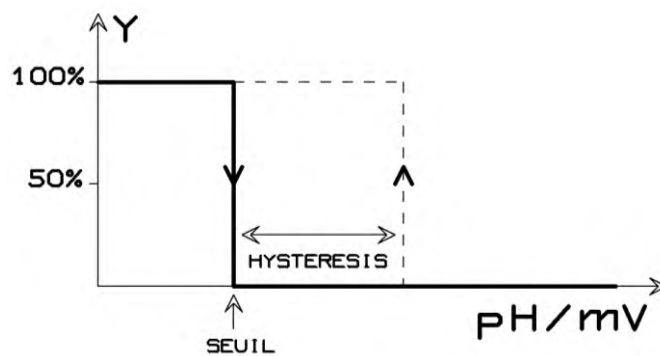


Figure II.5: Caractéristique de régulation du contact de seuil (Fonction minimale)[16].

II.4.2. Régulateurs PID

Pour les régulations de pH/redox(potentiel de tension), avec un organe de réglage, on trouve dans le menu "régulation" les actions usuelles P, PI, PD et PID. Le signal est émis par le contact de régulation "1". Pour paramétrer le régulateur PID, il faut entrer le gain G, le temps de dérivée T_d et le temps d'action intégrale T_n [16].

➤ **Régulation en mode direct :**

L'écart entre la valeur mesurée X(positive) et la valeur de consigne W est exprimé selon l'équation suivante : $X_w = X - W$

➤ **Régulation en mode inverse :**

L'écart entre la valeur mesurée X(négative) et la valeur de consigne W est exprimé selon l'équation suivante : $X_w = X - W$

Les Figures II.6 et II.7 ci-dessous montrent les caractéristiques d'un régulateur proportionnel respectivement avec le mode de régulation direct et inverse (Y étant le signal de correction).

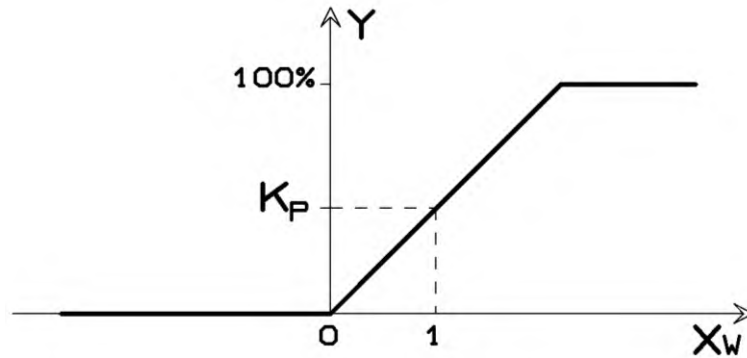


Figure II.6: Caractéristique d'un régulateur proportionnel avec le mode de régulation direct [16].

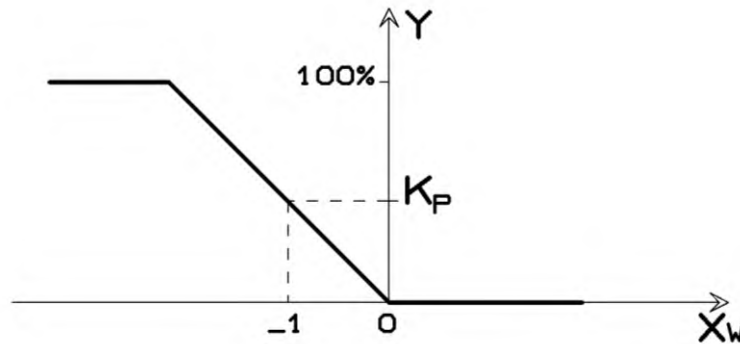


Figure II.7: Caractéristique d'un régulateur proportionnel avec le mode de régulation inverse[16].

II.4.3. Régulateur de neutralisation (neutralisation en continu)

Le gain de régulation est réglable individuellement pour les solutions alcalines et acides. Le temps d'action intégrale T_n et le temps d'action de dérivée T_d sont valables pour les deux régulateurs.

Dans la zone neutre, il n'y a pas de dosage acide/base ($Y=0$) dans le cas d'un régulateur sans part intégrale (P, PD). Dans le cas d'un régulateur avec part intégrale (PI, PID), le dosage acide/base est constant ($Y_{\text{nouveau}} = Y_{\text{ancien}}$).

La figure II.8 montre la caractéristique de neutralisation.

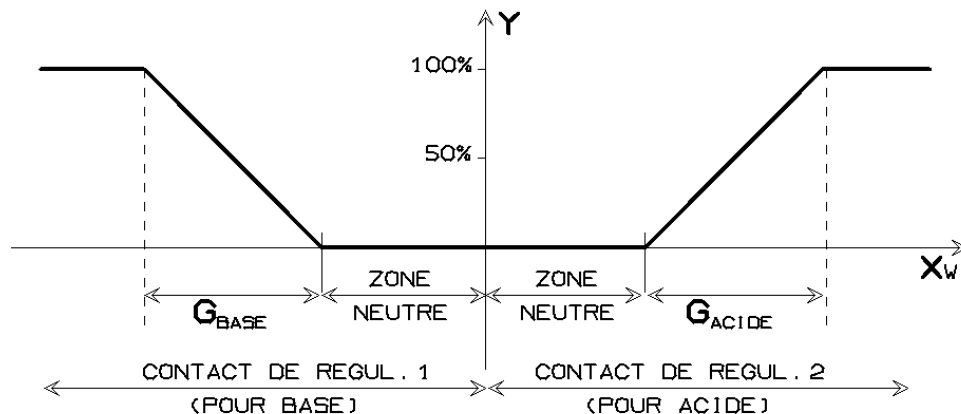


Figure II.8 :Caractéristique de neutralisation[16].

II.4.4. Régulateur P à 2 plages (neutralisation en batch)

Le régulateur P avec une courbe caractéristique coudée est spécialement prévu pour la neutralisation en batch. En fonction de la courbe caractéristique de neutralisation relative au process, il est possible de régler un gain de régulation pour deux plages de valeurs de pH/Redox (interne et externe). Le paramétrage du régulateur est effectué avec les valeurs G interne, G externe, X_0 , X_u [16].

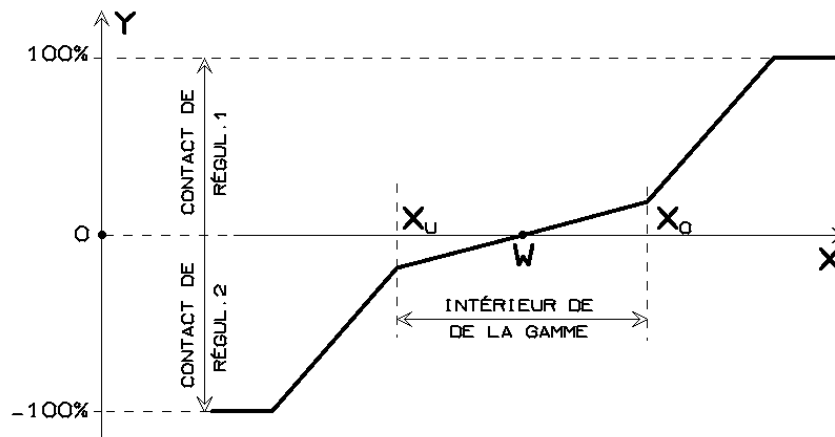


Figure II.9 :Courbe caractéristique de réponse d'un régulateur P à 2 plages[16].

II.4.5. Régulation pas à pas à trois plages

Les régulateurs pas à pas à trois plages sont utilisés avec des organes à action intégrale comme les vannes motorisées, les pompes à piston réglable. Avec les organes, les régulateurs PD et PDT1 ont un comportement PI ou PIT1. Comme pour le régulateur PI, le paramétrage est effectué avec le gain du régulation G et le temps d'action intégrale T_n [16].

Comme la régulation pas à pas à trois plages n'a pas de signal de recopie, il faut également introduire le temps de marche T_m du moteur durant lequel l'organe réglant parcourt toute la plage.

La zone neutre réglable permet de supprimer les mouvements inutiles dans la gamme de la valeur de la consigne.

Le démarrage des organes (ouverture/fermeture) nécessite deux contacts relais de régulation.

En mode direct, le contact de régulation "1" est activé pour les variables de correction positives (ouverture par exemple) et le contact de régulation "2" pour les variables de correction négatives (fermeture par exemple)[16].

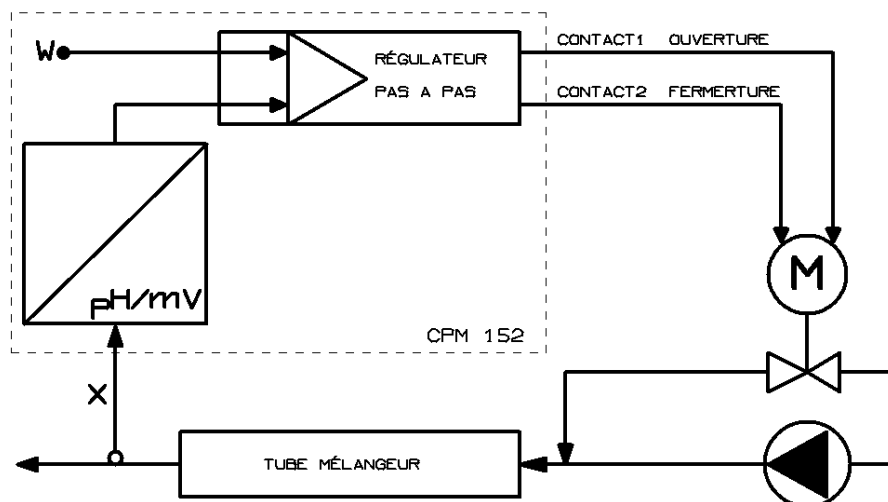


Figure II.10: Régulation du process pas à pas à 3 plages[16].

II.5. Régulation de la neutralisation des eaux

Il est fréquent d'avoir à neutraliser un liquide par addition d'acide ou de base. Il peut être par exemple un effluent aqueux avant le traitement biologique ou le rejet dans le milieu naturel, ou bien un flux procédé. L'objectif sera d'obtenir une valeur de pH proche de 7. L'addition d'acide abaissera le pH, tandis que l'addition de base l'augmentera.

La neutralisation peut être faite de manière discontinue en batch, ou en continue.

La neutralisation discontinue pourra faire appel à toutes sortes de moyens de contrôle discontinus, voir manuels. La neutralisation continue fera appel à un régulateur pour ajuster le débit de réactif. Dans les procédés continus, le flux à neutraliser et le réactif sont introduits

dans un mélangeur qui permet la réaction et assure un minimum de temps de séjour avant la mesure du pH résultant. Plus rarement, le mélange et la réaction se font en ligne dans le tuyau véhiculant le flux à neutraliser [17].

La difficulté de cette opération vient de la non linéarité de la courbe de neutralisation. L'évolution du pH est très lente loin du point de neutralisation mais très rapide à son approche (Figure II.11). En conséquence, il sera difficile d'atteindre un pH précis sans une grande maîtrise des débits de réactif et de flux à neutraliser [17].

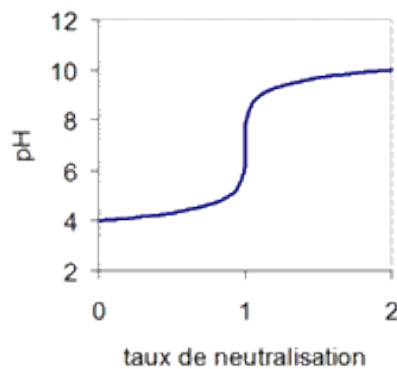


Figure II.11: Taux de neutralisation[17].

II.6. Boucle de régulation du pH

Le système de régulation du pH de la station d'épuration de la COGB Labelle est constitué des éléments suivants :

- Le transmetteur Mycom CPM 152.
- La Sonde CPA 320.
- Le Régulateur TRD 855.
- Le convertisseur courant/pression (I/P).
- Le Visualisateur Vu2550.
- La Vanne régulatrice.

II.6.1 Le Transmetteur

II.6.1.1. Description de l'appareil

➤ **Domaines d'application :**

Le transmetteur Mycom CPM 152 est un instrument particulièrement bien adapté aux mesures et régulations complexes dans les domaines suivants [16]:

- Process chimique
- Industrie pharmaceutique
- Industrie agro-alimentaire

➤ **Accessoires de mesure :**

Outre le transmetteur Mycom CPM 152, l'ensemble complet de ses accessoires comprend :

- Une électrode combinée de pH avec ou sans sonde intégrée Pt100.
- Une sonde de température complémentaire Pt100 lorsque l'électrode de pH ne possède pas de sonde de température intégrée.
- Une sonde de process adaptée à l'électrode avec ou sans tige de compensation de potentiel.
- Un câble de mesure adapté.

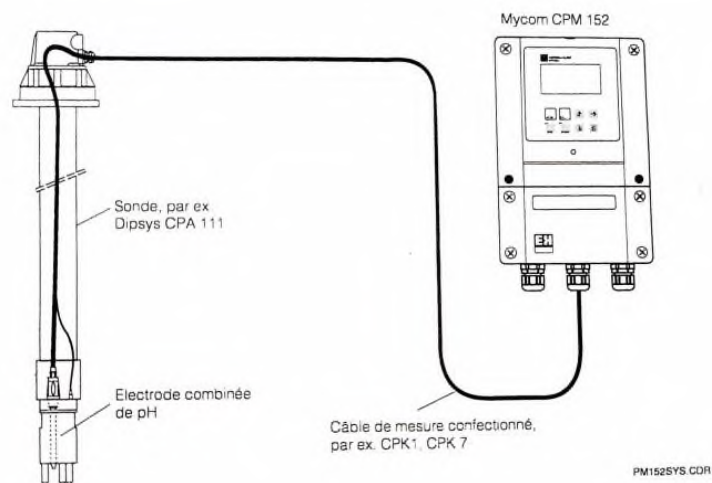


Figure II.12: Exemple d'un système de mesure complet[16].

➤ **Caractéristiques principales :**

Le transmetteur Mycom CPM 152 dispose d':

- Un écran à 8 lignes pour l'affichage de textes en clair et de graphiques.
- Un menu et un guide pour un accès et une configuration aisés.
- Une possibilité d'insérer des modules d'extension.

En outre, il est doté de :

- Une entrée de courant pour alarme "Marche à vide".
- Deux entrées de mesure.
- Deux sorties de courant 0-4mA et 4-20 mA .
- Cinq contacts de sortie.

II.6.1.2. Surveillance des électrodes "SCS"

Le système SCS surveille les électrodes de pH et de référence. Il détecte[16]:

- les fissures ou bris de verre de l'électrode de pH.
- les courts circuits dans le circuit de mesure de pH, par exemple les ponts d'humidité.
- l'encrassement ou le blocage du diaphragme de l'électrode de référence.

Deux méthodes de détection sont utilisées [16]:

- Surveillance de la haute impédance de l'électrode de pH .S'il se produit un défaut (impédance < 1M ohm), la fenêtre indique le message E 008 et le contact défaut est activé.
- Surveillance de l'électrode de référence. En cas de défaut, (impédance de l'électrode de référence mesurée supérieure au seuil réglé), la fenêtre indique le message de maintenance E030 et le contact de maintenance est activé.

II.6.1.3. Chemoclean

"Chemoclean" est un système d'injection pour nettoyage chimique des électrodes de pH. Ce système est nécessaire quand le risque d'encrassement est important. Il nécessite un appareil avec le module d'extension FCYK (5 contacts de sortie au total).

Pour les fonctions chemoclean "nettoyage" et "eau", il faut en plus un injecteur (par exemple CYR10) et une alimentation en air comprimé externe [16].

II.6.2. Sondes pH

Grace aux sondes «Endress+ Hauser», les capteurs de pH sont intégrés de façon optimale aux process. Presque tous les raccordements process peuvent être réalisés[18].

La Sonde, qu'elle soit utilisée comme sonde à immersion, chambre de passage ou sonde rétractable, est l'élément de liaison le plus important entre le capteur et le process[18].

L'un des deux systèmes de référence est spécialement protégé pour que seul le second système de référence de surveillance soit affecté par la pénétration des électrodes toxiques. Toute différence qui résulte dans les valeurs mesurées est signalée par le transmetteur Mycom CPM 152 avant que le circuit de mesure principal soit influencé[16].

Le schéma de la figure II.13 montre le branchement des électrodes de la sonde avec le transmetteur.

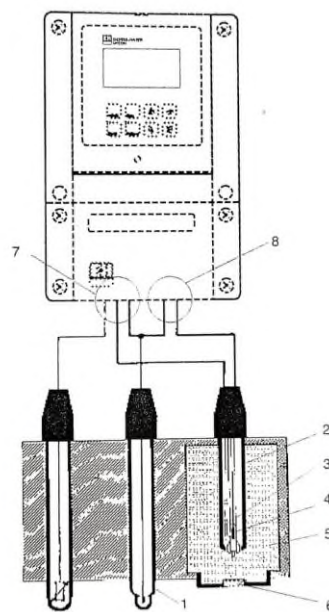


Figure II.13: Connexion des électrodes de la sonde avec le transmetteur[16].

Légende[16]:

- 1- Électrode de pH immergée directement dans la solution mesurée.
- 2 - Électrode de référence double à faible impédance immergée dans le pont électrolyte (5).
- 3- Système de référence pour le circuit maître de mesure.
- 4- Système de référence pour le circuit du moniteur.
- 5- Électrolyte à ponts dans la grande chambre de référence.
- 6- Cartouche à membrane avec une pelle à saleté, bloquant le diaphragme PVF libre.
- 7- Circuit de mesure maître.
- 8- Circuit moniteur.

➤ Principe de fonctionnement :

L'électrode de mesure du pH (1) génère une tension de la demi-cellule en fonction du pH du milieu. Le diaphragme PVF(Polyfluorure de vinyle) de la cartouche assure le contact électrique entre le milieu et l'électrolyte de pont (5) dans lequel l'électrode de référence double (2) est immergée.

Le système de référence de l'électrode double fournit la tension de référence constante pour le circuit de mesure maître. Ce dernier, alimente une tension de référence pour le circuit de contrôle [16].

➤ Auto-vérification :

Les deux systèmes de référence (3) et (4) sont situés dans le pont électrolyte (5) derrière la cartouche à diaphragme (6).

Le système de référence (3) est arrangé dans une capsule longue derrière un autre diaphragme à l'ouverture supérieure de la capsule.

Un tel arrangement garantit que si tous les ions interférents pénètrent dans le pont électrolyte (5), seul le système de référence (4) sera contaminée, tandis que le système de référence (3) est rarement affecté.

Toute différence aux deux potentiels de référence est détectée par le transmetteur du pH et les résultats dans un message d'erreur [16].

➤ **Zones d'application :**

- Applications en cours de traitement pour les mesures en ligne à des pressions allant jusqu'à 10 bars sans contre-pression,
- Mesure dans les milieux agressifs,
- Mesure dans des aliments industriels (version en acier inoxydable)[16].

➤ **Avantages :**

- Application directe et sans problème sous hautes pressions (max.10 bar) et températures (105 ° C / 130 ° C) permettent une correspondance étroite avec les conditions de processus.
- Précision de mesure élevée en association avec la mesure du pH avec le transmetteur Mycom CPM 152.
- Auto-surveillance du système de référence avec signalisation de défauts; une alarme est émise avant que le circuit de mesure principal ne soit affecté.
- Le système de référence est protégé par un pont électrolytique.
- Le pont électrolytique est adaptable au milieu et il est facilement remplaçable [16].

II.6.3. Convertisseur I/P (courant/pression)

➤ **Le concept :**

Les transducteurs de mesure I/P convertissent les signaux standard électriques en signaux pneumatiques. Ils servent d'intermédiaire entre les systèmes électriques-électroniques et les systèmes pneumatiques. La conversion du signal est analogique, utilisant le principe breveté d'équilibrage des forces. Les transducteurs de mesure I/P se distinguent par leurs dimensions compactes et leur fonctionnement stable en cas de chocs et de vibrations[19].

Le convertisseur de courant/pression TEIP 11-PS, accepte en entrée un signal électrique et produit une pression pneumatique de sortie proportionnelle au signal. Typiquement, un signal de 4 à 20 mA est converti en une sortie de 0,2 à 1,0 bar (3 à 15 psi). Les modèles sont disponibles en action directe ou inverse [19].

➤ **Principe de fonctionnement :**

La comparaison des forces s'effectue sur le bras de levier fixé par une bande de serrage. Dans l'interstice, la bobine et la culasse forment un champ magnétique qui transmet une force sur les aimants au niveau du bras de levier. La force varie en fonction du courant passant par la bobine (signal d'entrée). Sur le côté opposé du bras de levier, une force antagoniste est induite par contre-pression dans la buse d'air et sur la plaque de déviation, dont la taille est conçue pour égaliser les couples. En cas d'inégalité des couples, le bras de levier tourne sur lui-même. Ce mouvement circulaire modifie l'écart entre la buse et la plaque de déviation, et donc la contre-pression. La buse d'air est régulièrement alimentée en air par le self. L'étage de puissance absorbe la contre-pression et l'envoie sous forme d'un signal 0,2 à 1 bar (ou 3 à 15 psi) vers la sortie[19].

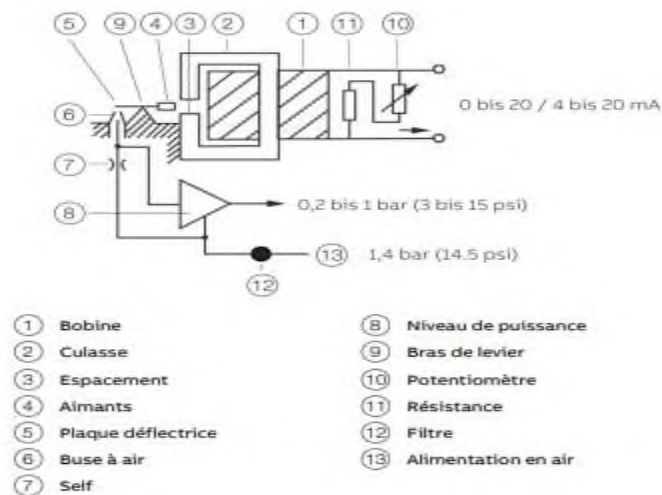


Figure II.14: Structure d'un transducteur I/P [19].

II.6.4. Régulateur TRD855

II.6.4.1. Caractéristiques principales :

Le TRD 855 est un contrôleur basé sur un microprocesseur spécialement développé par «Endress+ Hauser» pour répondre aux besoins de contrôle des processus industriels modernes.

Les sorties, les entrées et l'alimentation du TRD855 sont isolés galvaniquement, ce qui permet la connexion de thermocouples mis à la terre.

Le panneau avant du contrôleur comprend deux affichages à 4 chiffres pour indiquer la variable du processus, le point de consigne, le signal de sortie et la valeur d'écart. Les deux affichages ont des intensités de luminosité différentes permettant une distinction rapide des valeurs affichées [16].

II.6.4.2. Caractéristiques techniques

Deux niveaux de fonctionnement sont disponibles [16]:

- Le premier niveau est pour régler et ajuster tous les paramètres de fonctionnement tels que les points de consigne, les sorties, la commutation automatique / manuelle, les paramètres de contrôle tels que les limites d'alarme et la bande morte, l'action proportionnelle, intégrale et dérivée. Dans ce niveau se trouve l'accès aux fonctions du contrôleur, y compris le type d'entrée, la valeur zéro et pleine échelle, le type d'alarme, etc.
- Le deuxième niveau opérationnel est protégé par mot de passe.

II.6.4.3. Contrôle de la valeur de consigne

Avec ce type de commande, le MYCONT TRD855 compare la valeur de consigne interne (SP) réglée via le panneau avant et la grandeur de procédé (PV). La différence entre PV et SP (écart de commande DE) est utilisée pour calculer le signal de commande Y pour l'actionneur à l'aide des paramètres de commande donnés (X_p , T_n , T_v) et en fonction de la perturbation Z. Ainsi, la commande est basée sur la valeur de consigne interne fixe ajustée par l'opérateur [16].

II.6.5. Visualisateur Vu2550

II.6.5.1. Construction et emploi

L'unité VU 2550 est un indicateur digital, alimenté par le circuit de mesure. Début et fin d'échelle sont configurables à volonté par l'intermédiaire de micro-interrupteurs et de potentiomètres, situés sous le plastron frontal. Pour faciliter ces opérations, les valeurs 4 et 20 mA sont simulables en interne par configuration de micro interrupteurs; il n'est donc pas nécessaire de disposer d'une source de courant externe. Le domaine d'affichage est compris entre - 1999 et + 1999, la position du point décimal étant configurable séparément. L'afficheur VU 2550 peut donc visualiser tout paramètre physique, pour peu qu'il soit défini par un courant compris entre 4 et 20 mA [16].

Avant de procéder à un quelconque réglage, il est nécessaire d'alimenter l'afficheur en l'insérant dans un circuit à courant continu débitant au moins 3 mA (25 mA max.); au dessous de 2,8 mA l'appareil ne fonctionne plus et l'affichage s'éteint [16].

II.6.5.2. Caractéristiques de fonctionnement

- Afficheur: LCD, 3 1/2 digits, 7 segments
- Hauteur des chiffres: 13 mm
- Temps de réponse:
 - 0,5 s, instrumentation sous tension
 - 3 s, à la mise sous tension [16].

II.6.6. Vanne régulatrice

Les deux vannes modulantes utilisées dans la STEP du complexe CO.GB sont des vannes pneumatiques.



Figure II.15: Vanne régulatrice [20]

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre , nous avons cité quelques généralités sur la régulation avant de passer à la régulation de la neutralisation des eaux, ensuite nous avons présenté les instruments caractérisant le système de régulation du pH.

Chapitre III

La régulation du pH

III.1. Introduction

Un pH-mètre est un appareil destiné à mesurer le pH d'une solution. Il est constitué d'un boîtier électronique, portatif ou à poser sur la paillasse, et d'une sonde de pH constituée de deux électrodes : une électrode de référence, dont le potentiel est constant et connu, et une électrode de verre, à potentiel variable. Un écran digital affiche la valeur du pH.

La mesure du pH est le rapport entre la concentration des ions oxonium et hydroxydes et la différence de potentiel électrochimique.

Pour que la mesure soit fiable, l'appareil doit être étalonné à l'aide de deux solutions tampon (pH 4 et pH7 pour les mesures en milieu acide, et pH7 et pH10 pour les mesures en milieu basique) [21].

III.2. Mesure de PH

III.2.1. Matériels et réactifs utilisés

- **Matériels** : Le pH- mètre.
- **Réactifs** : Solutions d'étalonnage à pH4, pH7 et pH10.
- **Solution tampon** : C'est une solution qui maintient approximativement le même pH malgré l'addition de petites quantités d'un acide ou d'une base [22].

III.2.2. Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre avec la solution tampon ;
- Plonger l'électrode en verre dans le bécher contenant la solution à analyser ;
- Noter la valeur de pH affiché après la stabilisation de la lecture [23].

III.3. Principe du fonctionnement de la boucle de régulation du pH

Le pH mètre a besoin d'un organe qui est la sonde pour faire la lecture afin de récupérer l'information pour la traduire ; il s'agit d'un calculateur qui donne la valeur qu'il a capté et fait une comparaison par rapport à la sonde de référence (Acide et base) au niveau du régulateur. C'est à ce moment que le pH-mètre va donner l'ordre à l'ouverture de la Vanne .

III.3.1. Principe de l'acidification

A l'entrée de la station, l'eau usée subira une acidification par de l'acide sulfurique (H_2SO_4) afin d'obtenir un pH compris entre 2 et 4. Le dosage se fait à l'aide d'une vanne modulante régulatrice qui est contrôlée par le pH-mètre grâce à une sonde immergée dans le bac d'acidification tampon. Une fois que le pH dépasse la valeur de 4, la vanne s'ouvre et introduit l'acide et dès que le pH atteint la valeur voulue, la vanne pneumatique se referme.

III.3.2. Principe de la neutralisation

Afin de neutraliser les eaux acidulées provenant du flottateur, on injecte du lait de chaux dans un bac de neutralisation jusqu'à obtention d'un pH compris entre 6 et 8 à l'aide d'une pompe doseuse, contrôlée par un pH-mètre dont la sonde est placée entre le réservoir de neutralisation et le réservoir tampon. L'ajout de lait de chaux permet de neutraliser l'eau et de faire précipiter les sels selon la réaction suivante [5]:

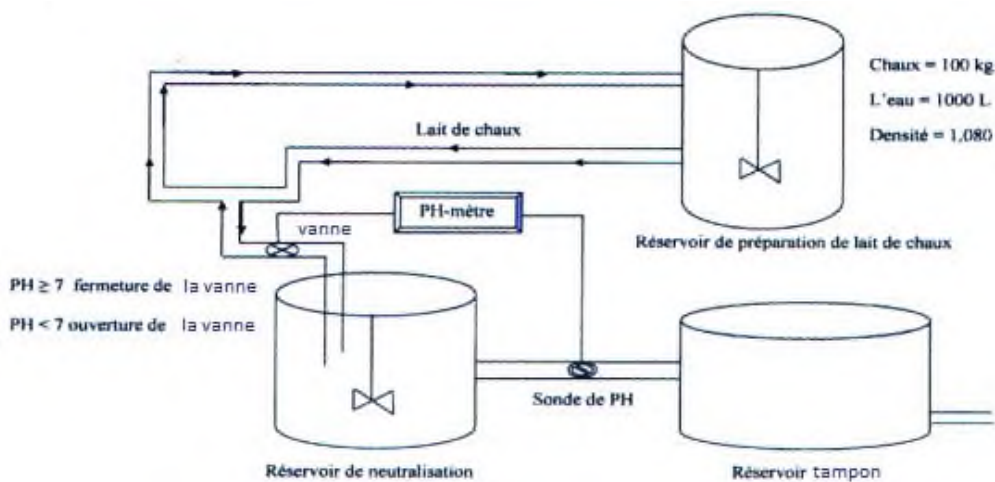


Figure III.1: La neutralisation [5].

III.4. Etalonnage

III.4.1. Déroulement [16]

Après une pression sur la touche CAL, l'utilisateur doit entrer le code qui permet d'accéder à tout le programme d'étalonnage.

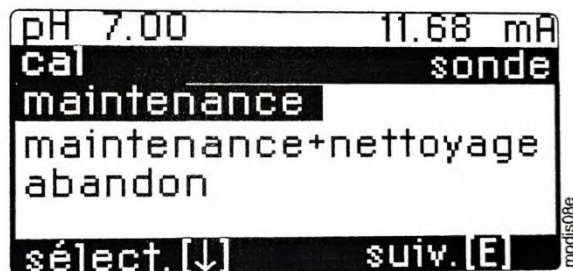


Figure III.2: Position de maintenance [16].

Pour amener une sonde rétractable en position de maintenance, il faut sélectionner "maintenance" dans la fenêtre "sonde".

Si la fonction "chemoclean" a été sélectionnée, il est également possible d'activer la fonction nettoyage. L'état de la sonde et du nettoyage est affiché dans la fenêtre d'informations [16].

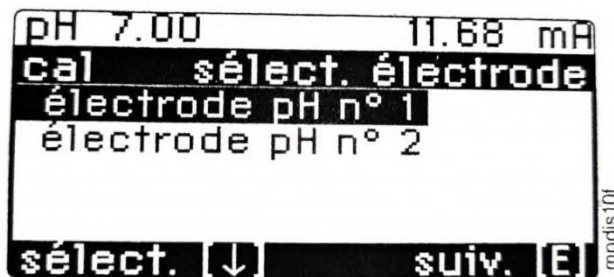


Figure III.3: Sélection de l'électrode pH n°1[16].

Si les électrodes sont étalonnées individuellement dans le cas de la mesure à deux voies (Préréglage dans le menu "données de l'appareil/étalonnage/paramètre d'étalonnage"), il faut sélectionner une électrode avant le lancement de l'étalonnage [16].

III.4.2. Fin de l'étalonnage

L'étalonnage est terminé après "confirmation étalonnage". S'il n'y a pas de sonde, la fenêtre suivante apparaît:

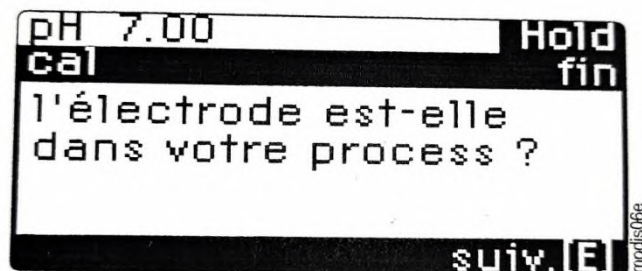


Figure III.4: Fenêtre indicatrice de l'absence de la sonde [16].

Les fenêtres suivantes sont affichées, si le système utilise une sonde rétractable. L'état de la sonde et du nettoyage sont affichés dans une fenêtre d'informations.



Figure III.5: Cas d'une sonde rétractable[16].

III.4.3. Interruption de l'étalonnage

L'étalonnage peut être interrompu à n'importe quel moment avec la touche MEAS.

Si la routine est interrompue avec l'option "oui" interrompre "cal", l'appareil revient au mode de mesure. Si la réponse est "non", l'étalonnage est poursuivi.

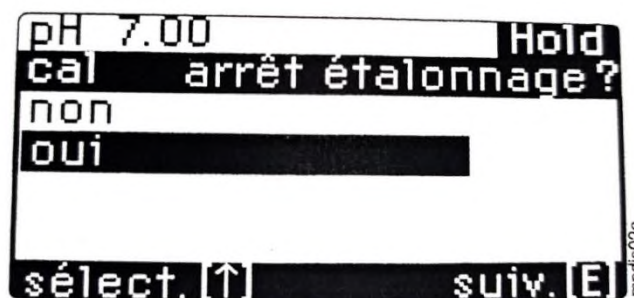


Figure III.6: Interruption de l'étalonnage[16].

Si une coupure de courant intervient pendant l'étalonnage, il est possible de le poursuivre après rétablissement de l'alimentation.

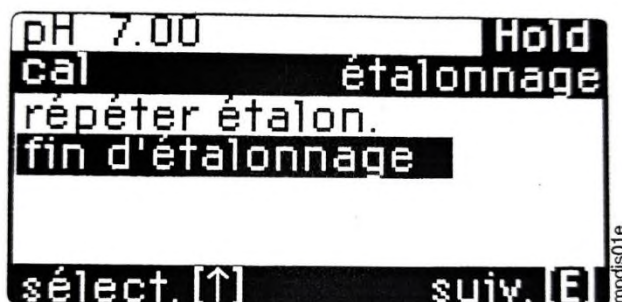


Figure III.7: Fin de l'étalonnage[16].

Si l'on a sélectionné "fin d'étalonnage", l'écran affiche les fenêtres correspondant à la fin de la routine d'étalonnage.

III.4.4. Remarques générales sur l'étalonnage [16]

- Nettoyer l'électrode avant l'étalonnage.
- En cas de mesure avec ligne d'équipotentialité (système haute impédance), il faut également relier celle-ci à la solution tampon, par exemple à l'aide d'un conducteur
- Si l'on a sélectionné la compensation de température (ATC), il faut immerger les sondes de températures correspondantes dans la solution tampon [16].

III.5. Etalonnage du pH [16]

- **Reconnaissance automatique du tampon**

Dans le menu "Données de l'appareil/Etalonnage/sélection du tampon":

Il est possible de sélectionner des solutions tampons standards (jusqu'à trois tampons). Pendant l'étalonnage, l'appareil reconnaît le tampon utilisé.

- **Tampons présélectionnés**

On définit deux solutions tampons dans le menu "Données de l'appareil étalonnage /sélection du tampon". Il est également possible de définir ses propres tampons.




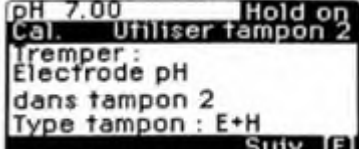

- **Etalonnage en mode manuel**

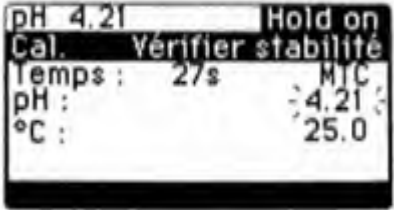
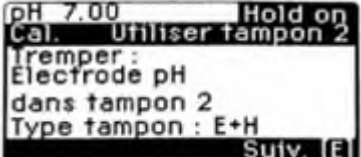

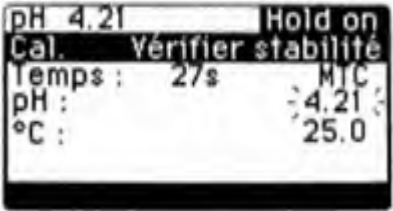
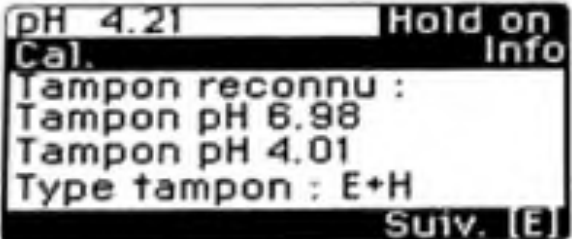
L'étalonnage en mode manuel est effectué en faisant correspondre l'affichage du pH à la valeur de tampon correspondante.

- **Entrée de données numériques**

Les valeurs numériques pour le zéro et la pente de l'électrode sont introduites manuellement.

III.5.1. Reconnaissance automatique du tampon

AFFICHAGE	DESCRIPTION
	<p>On entre la valeur de la température manuelle pour la compensation manuelle. Gamme de valeurs -20,0..150,0°C</p> <p>On appuie sur la touche E (uniquement si on a sélectionné précédemment "avec MTC ")</p>
	
	<p>L'étalonnage est en cours. Le transmetteur attend que la mesure de pH se stabilise, la valide et passe à la fenêtre suivante pour le 2ème tampon.</p>
	<p>Si la valeur effective n'est pas stable au bout de 300 s, le transmetteur affiche le message avec la possibilité d'interrompre l'étalonnage. On appuie sur la touche E pour interrompre l'étalonnage et retourner au mode d'étalonnage.</p>
	

	<p>L'étalonnage est en cours. Le transmetteur attend que la mesure de pH se stabilise, la valide et passe à la fenêtre suivante pour le 2ème tampon.</p>
	<p>Si la valeur effective n'est pas stable au bout de 300 s, le transmetteur affiche le message avec la possibilité d'interrompre l'étalonnage. On appuie sur la touche E pour interrompre l'étalonnage et retourner au mode d'étalonnage.</p>
	
	<p>L'étalonnage est en cours. Le transmetteur attend que la mesure de pH se stabilise, la valide et passe à la fenêtre suivante pour le 2ème tampon.</p>
	<p>Si la valeur effective n'est pas stable au bout de 300 s, le transmetteur affiche le message avec la possibilité d'interrompre l'étalonnage. On appuie sur la touche E pour interrompre l'étalonnage et retourner au mode d'étalonnage.</p>
	<p>Affichage des tampons reconnus, uniquement si "reconnaissance automatique des tampons" a été sélectionné dans le menu configuration / étalonnage.</p>

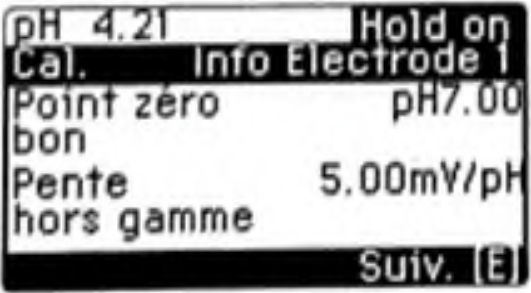
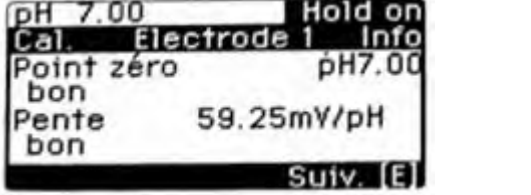
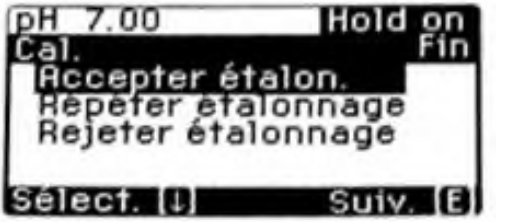
	<p>Information d'étalonnage.</p> <p>Si les valeurs du zéro et de la pente ne sont pas dans les tolérances, la fenêtre indique le message correspondant. Si les valeurs pH des solutions tampons utilisées sont trop proches l'une de l'autre, la fenêtre affiche le message correspondant. On reprend l'étalonnage avec les tampons adéquats.</p>
	<p>Affichage des valeurs d'étalonnage Plausibles.</p>
	<p>Dernier menu. On peut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • accepter l'étalonnage • répéter l'étalonnage • rejeter l'étalonnage et retourner au mode de mesure <p>On sélectionne et on appuie sur E.</p>

Tableau III.1: Reconnaissance du tampon[16].

III.5.2. Etalonnage avec des tampons présélectionnés (pH)[16]

L'étalonnage avec des solutions tampons présélectionnés suit la même procédure que la reconnaissance automatique du tampon, à la différence qu'il faut utiliser le tampon défini dans le menu "étalonnage". Afin d'éviter tout risque de confusion, le type de tampon (valeur pH et fabricant) est affiché pendant l'étalonnage.

Il est également possible de faire un étalonnage en un point. On appuie sur la touche CAL lorsqu'il nous sera demandé le 2ème tampon.

III.5.3. Etalonnage en mode manuel (pH)



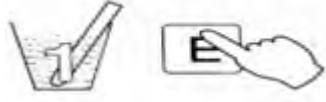

AFFICHAGE	DESCRIPTION
	<p>On entre la valeur de température. Gamme de valeurs: -20,0..150,0 °C, On appuie sur la touche E. (uniquement si dans le menu précédent on a sélectionné "étalonnage avec MTC").</p>
	
	<p>On attend que la valeur de pH se soit stabilisée. On Appuie sur la touche E pour valider la mesure.</p>

Tableau III.2: Etalonnage en mode manuel [16].

III.5.4. Etalonnage numérique (pH)

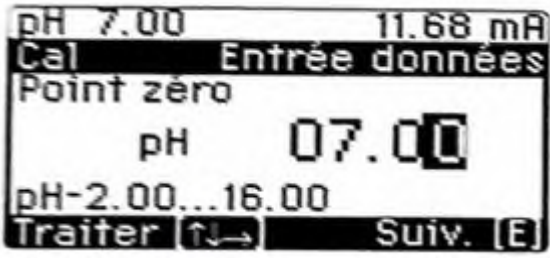
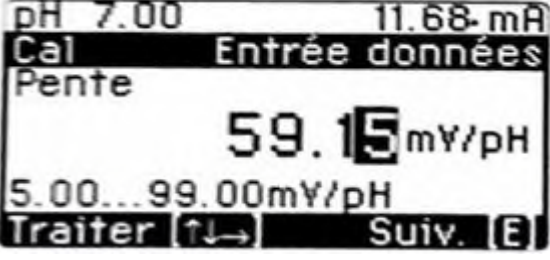
AFFICHAGE	DESCRIPTION
	<p>On entre le pH pour le point zéro de l'électrode.> On appuie sur la touche E.</p>
	<p>On entre la valeur de la pente de l'électrode en mV / pH. On appuie sur la touche E.</p> <p>Remarque : L'indication de la pente se rapporte à la température de référence réglée.</p>

Tableau III.3: Etalonnage numérique[16].

III.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué le principe de fonctionnement des deux phases de la régulation du pH en station d'épuration à savoir la neutralisation et l'acidification et on a montré comment l'étalonnage de pH se fait.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de notre étude, nous avons présenté une description de la station d'épuration du complexe agroalimentaire Labelle de Bejaïa avec les diverses étapes de traitements des eaux résiduaires qu'elle reçoit.

L'objectif de notre travail a été l'étude du système de régulation de la station d'épuration et de comprendre in situ le principe de la phase de neutralisation des eaux avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel.

Au terme de ce travail, nous avons constaté que le transmetteur utilisé dans la station d'épuration de la COGB est obsolète bien qu'il réponde aux critères d'acceptation du système de régulation.

Actuellement, il existe sur le marché divers transmetteurs qui présentent un raccordement direct avec un système de contrôle (API). En outre, ils offrent la possibilité d'effectuer des paramétrages, des étalonnages et des transferts de données via une IHM modulaire. Ces transmetteurs peuvent être couplés à des sondes, des régulateurs universels, des régulateurs de process électropneumatique, des systèmes de vannes etc ...

Notre stage dans cette entreprise, bien que réduit à quelques visites (situation sanitaire oblige), nous a permis de saisir tout l'intérêt d'implanter des stations d'épuration (ou STEP), en aval de toute source de pollution (industrielle, urbaine ou agricole), dotées de systèmes d'épuration et de contrôle de l'assainissement par des séries de mesures afin d'évaluer l'efficacité de l'épuration de l'eau et du traitement des matières produites par l'épuration comme les boues (généralement utilisées en agriculture comme engrais).

Ces contrôles sont indispensables pour s'assurer du respect des normes de rejets et de détecter des éventuelles anomalies de fonctionnements.



Bibliographie

Bibliographie

- [1] Document interne fourni par l'entreprise.
- [2] Roustan, M. (2003). Transferts Gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux. Paris: Lavoisier TEC & DOC.
- [3] Carmen. (2015, Aout 12). Qu'est-ce qu'une station d'épuration ? Consulté le 16 Juillet 2020, sur [barriodelcarmen](http://barriodelcarmen.info):
<https://www.barriodelcarmen.info/info/station-epuration/>
- [4] Cottard. (2007, Juin 13). Les stations d'épuration. Consulté le Juillet 15, 2020, sur Plateforle acces-Eduterre: <http://eduterre.ens-lyon.fr/nappe/html/Ressources/les%20stationsd-epuration>
- [5] Meznad, Y., & Belaid, D. (2016). Evaluation des performances de la station d'épuration des eaux résiduaires.mémoire de fin d'étude master. Béjaia: Université A. MIRA.
- [6] De Laat, J. (s.d.). Pourquoi et comment traiter les eaux usées urbaines ? Consulté le 13 Octobre 2020, sur Encyclopédie de l'environnement:
<https://www.encyclopedie-environnement.org/eau/pourquoi-comment-traiter-eaux-usees-urbaines/>
- [7] Procédés et technologies. (s.d.). Consulté le 19 Juin 2020, sur [suezwaterhandbook](http://suezwaterhandbook.fr): <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/pretraitements/degrillage-tamisage-dilaceration/degrillage>
- [8] Aba Aaki, R. (2011). Elimination des métaux lourds (Cd, Pbn Cr, Zn et As) des eaux usées industrielles et naturelles par le procédé d'infiltration-percolation.Thèse de doctorat. Université Ibnou Zohr, Faculté des Sciences, Agadir.

Bibliographie

- [9] procédés et technologies. (s.d.). Consulté le Juin 19, 2020, sur suezwaterhandbook: <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/pretraitements/dessablage/generalites>
- [10] Principe général de fonctionnement d'une station d'épuration. Consulté le 10 Aout 2020, sur Centre d'hygiène et de salubrité publique: http://www.hygiene-publique.gov.pf/IMG/pdf/Principe_STEP.pdf
- [11] Vitté, E. (Juin 2004). guide technique, conseil en automatisme, techniques et innovations(PEC). Schneider Electric.
- [12] Automatisme et régulation. (s.d.). Consulté le 14 Octobre 2020, sur S.I.B.A.M.89 : http://sibam89.fr/?page_id=34
- [13] Kadri, A. (2013/2014). Régulation Automatique. Université de Ouargla: support de cours.
- [14] Bouassida, M. (Version Mai 2010). régulation classique en industrie. support de cours pour BTS.
- [15] Habachi, A. (2014, Juin 06). Installation, dépannage : Instrumentation Industrielle. Maroc: Guide de travaux pratiques, office de la formation professionnelle et de la promotion du travail.
- [16] Document interne. (s.d.). Consulté le 25 Juillet 2020, sur Endress+Hauser: <https://www.endress.com/en>.
- [17] Bernard, J. (s.d.). Régulation de la neutralisation des eaux. Consulté le 28 Juin 2020, sur Process's, Guide des techniques pour les industries de procédé: <http://processs.free.fr/Pages/VersionWeb.php?page=5353>.
- [18] Mesure de pH. (s.d.). Consulté le 14 Aout 2020, sur Endress+Hauser: <https://www.yumpu.com/fr/document/read/20924920/mesure-de-ph-endress-hauser>

Bibliographie

- [19] ABB Measurement & Analytics. (2007, Novembre). Consulté le Juillet 30, 2020, sur ABB Automation Products GmbH :
<https://new.abb.com/products/measurement-products>
- [20] Engineered products & services. (s.d.). Consulté le 24 Septembre 2020, sur E.P.&S.: <http://www.fr-eps.com/FR/portfolio/masoneilan-serie-41005/>
- [21] pH et multiparamètres. (s.d.). Consulté le 6 Aout 2020, sur LABOMODERNE:
https://www.labomoderne.com/categorie.Phetmultiparametres.MATERIEL_PH_PHMETRES.html#lire.
- [22] 4 pharma. (2017, Septembre 19). Consulté le 29 Septembre 2020, sur cours de la pharmacie: <https://4pharma.blogspot.com/2017/09/les-systemes-tampons-solutions-tampons.html>
- [23] Ourtelli, s., & Brahim, s. (2012/2013). Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement des eaux de la station d'épuration de corps gras de bejaia, Mémoire de fin d'étude master. Bejaia: Université Abderrahmane MIRA .

Résumé

En industrie, les eaux issues de différents ateliers de fabrication de l'entreprise sont pas rejetées directement dans la nature mais doivent passer par un ensemble de traitements biologiques & physico-chimiques afin de s'assurer la purification de ces eaux. ces traitements se font dans un centre appelé station d'épuration.

L'objectif de notre travail a été l'étude du système de régulation de la station d'épuration du complexe Labelle en vue de neutraliser les eaux résiduaires industrielles.

Le système de régulation du pH de la STEP de CO.G.B Labelle est constitué d'un ensemble d'instruments on cite le transmetteur, la sonde, le régulateur, le convertisseur, le visualisateur et la vanne.

Mots clés : Purification, station d'épuration, pH, Le transmetteur, la sonde, le régulateur, le convertisseur, le visualisateur, la vanne.

Abstract

In industry, the water coming from the different manufacturing workshops of the company is not directly discharged into nature but it must go through a set of biological & physico-chemical treatments in order to ensure the purification of this water. These treatments are carried out in a center called a purification station.

The objective of our work was the study of the regulation system of the Labelle complex wastewater treatment plant in order to neutralize industrial wastewater.

The pH regulation system of the CO.G.B Labelle WWTP is equipped with a set of instruments including the transmitter, the probe, the regulator, the converter, the viewer and the valve.

Keywords: Purification, treatment plant, pH, Transmitter, probe, regulator, converter, viewer, valve.