

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université A. Mira-Bejaia
Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de
Master en génie des procédés de l'environnement

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Présenté par

LIKOU Chahinez

MAUCHE Massinissa

Thème

**Traitement des eaux usées de la station d'épuration des corps gras Bejaia (CO.G.B)
labelle par utilisation d'un procédé d'ensemencement.**

Soutenu le 27/06/2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
N.BOUZIDI	Pr	Université de Bejaia	Président
K.BOURAS	M.C.A	Université de Bejaia	Examinatrice
Karim MOUSSACEB	Pr	Université de Bejaia	Encadrant
Dihia BELLACHE	Dr	Université de Bouira	Co-encadrant

Remerciements

Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à **Mr MOUSSACEB Karim** professeur encadrant pour son soutien et pour son aide.*

*Nous tenons à remercier notre Co-promotrice **Mme BELLACHE Dihia** d'avoir accepté de nous encadrés, et l'intérêt qu'elle a apporté à notre travail.*

*Nos remerciements vont à tous les enseignants et les responsables de département génie des procédés d'université Abderrahmane Mira ainsi que les membres du jury qui évaluent ce travail qui sont la présidente de jury **Mme N.BOUZIDI** et l'examinatrice **Mme BOURAS Kahina**.*

*Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel du labo CO.G.B labelle Bejaia plus particulièrement à **Mme NASRI Hania** pour leur soutiens, leur gentillesse et de m'avoir intégré au sein de leur équipe pendant toute la période du stage.*

Nous remercions nos familles qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long de ces années d'études.

Finalement, on exprime nos profonde reconnaissance envers tous ceux et celles qui nous ont encouragées et soutenues de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie du profond de mon cœur ce mémoire fin de cycle :

*A mon cher père **LIKOU MOULOUD**, qui a su montrer à ses enfants que le travail est libérateur et qui n'a ménagé aucun effort pour l'aboutissement de ce travail, qu'il en soit récompensé pour ses sacrifices.*

*A ma chère mère **RABEHI FATIMA**, pour son amour pour moi, pour les sacrifices qu'elle consent pour rendre ses enfants heureux. Elle a enduré beaucoup de peine pour mon bien-être et à ma réussite. Reçois ceci en guise de ma reconnaissance et que Dieu te garde longtemps afin que tu puisses goûter aux arbres que tu as plantés.*

*A mes chérés sœurs **MILISSA** et **THIZIRI**, pour dévouement, pour vos écoute et vos soutien.*

*A ma tendre grande mère **OUMAKHLOUF RKIA**, profonde gratitude et amour.*

Chahinez

Dédicaces

Je dédie ce projet :

*A ma chère mère **CHEKFA Souhila**.*

*A mon cher père **MAOUCHE Hamanou**.*

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

*A mes frères Précisément **Ghanou***

A mes sœurs

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

*A mes grand parents **CHEKFA Saadi** et **BERKHEMAL Hadjila***

Que je leurs souhaite une bonne santé.

Massinissa

Table des Matières

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des annexes.....	IV
Introduction.....	1

CHAPITRE I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Les eaux usées industrielles.....	2
I.1.1. Définition des eaux usées industrielles.....	2
I.1.2. Origine et composition des eaux usées industrielles.....	2
I.1.3. Caractérisation des eaux usées industrielles.....	3
I.1.4. Paramètres de définition de la pollution.....	3
I.2. Les normes des rejets.....	5
I.3. Les impacts des eaux usées industrielles sur l'environnement.....	7
I.4. Procédés de traitement des eaux usées industrielles.....	7
I.4.1. Le prétraitement.....	8
I.4.1.1. Les traitements mécaniques.....	8
I.4.1.2. Les procédés physiques.....	9
I.4.1.3. Les méthodes chimiques.....	9
I.4.2. Les principales techniques d'épuration secondaire.....	10
I.5. Les boues.....	10
I.5.1. Définition de la boue.....	10
I.5.2. Origine des boues.....	11
I.5.3. Les différents types de boues.....	11
I.5.4. Traitement des boues.....	11
I.5.3.1. Epaissement.....	11
I.5.3.2. Déshydratation et conditionnement.....	12
I.5.3.3. séchage.....	12
I.6. La souche bactérienne.....	13

I.6.1. Description de BioRemove™ FOG.....	13
I.6.2. Les avantages.....	13
I.6.3.Caractéristiques.....	13
Références bibliographiques.....	14

CHAPITRE II. METHODES ET MATERIELS

II.1. Description de la station d'épuration CO.G.B Labelle de Bejaia.....	15
II.1.1. La station d'épuration de CO.G.B Labelle	15
II.1.2. Différentes étapes de traitement des eaux usées	16
II.1.2.1. Traitement physico-chimique.....	16
II.1.2.2. Traitement biologique	17
II.1.2.3. Dégazeur et recyclage des boues.....	17
II.1.2.4. Traitement tertiaire (clarification/filtration).....	17
II.1.2.5. Traitement des boues.....	18
II.2. Mesure du débit	18
II.3. Analyses physico-chimiques des eaux usées.....	18
II.3.1. Echantillonnage.....	18
II.3.2. Analyses physico-chimiques.....	18
II.3.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)	19
II.3.2.2. Détermination de la matière grasse (MG)	20
II.3.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	21
II.3.2.4. Détermination de la matière en suspension (MES)	22
II.3.2.5. Demande biochimique en oxygène (DBO5)	23
II.3.2.6. Analyse des sulfates (SO_4^{2-}).....	23
II.3.2.7. Analyse des nitrates NO_3^-	23
II.3.2.8. Analyse des métaux lourds.....	24
II.4. Ensemencement.....	24
Références bibliographiques.....	26

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. Mesures du potentiel d'hydrogène (pH).....	27
III.2. Mesure de la teneur en Matière Grasse (MG).....	28
III.3. Mesures du taux de matière en suspension (MES).....	30

III.4. Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) en ppm.....	31
III.5. Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅).....	32
III.6. Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène (DBO ₅) après ensemencement.....	34
III.7. Analyse des sulfates (SO ₄ ²⁻).....	35
III.8. Analyse des nitrates.....	37
III.9. Les métaux lourds.....	38
Conclusion.....	41
Annexes	

Liste des Abréviations

Liste des abréviations

CO.G.B Labelle : Corps Grass de Bejaia labelle

DCO: Demande chimique en oxygène

DBO : Demande biologique en oxygène

DBO₅: Demande biologique en oxygène pendant 5jours

ERU : Eaux résiduelles usées.

IFEN : Institut français de l'environnement.

MES : Matière en suspension

MG : Matière Grasse

pH : potentiel Hydrogène

PVP : PolyVinylPyrrolidone

BioRemove™ FOG : mélange de souches bactériennes.

Liste des Figures et Tableaux

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Recherche bibliographique

Figure I.1 Schéma générale de différent traitement des eaux usées.....	8
Figure I.2 Traitement mécanique.....	9

Chapitre II : Méthode et Matériels

Figure II.1 Schéma général représentant une station d'épuration type et les différents points de prélèvement des eaux usées notés A, B, C, D et E.....	19
---	----

Chapitre III : Résultats et Discussions

Figure III.1 Variation de la valeur du Ph à chaque point de prélèvement.....	27
Figure III.2 Variation de la valeur du la Matière Grasse à chaque point de prélèvement.....	28
Figure III.3 Valeur des MES à la sortie de la station.....	30
Figure III.4. Variation de la Demande Chimique en Oxygène à chaque point de prélèvement...31	
Figure III.5 Variation de la Demande Biochimique en Oxygène à chaque point de prélèvement.....	33
Figure III.6 Variation de la DCO et la DBO ₅ après l'ensemencement à la sortie de la station.....	34
Figure III.7 Variation des sulfates à l'entrée et à la sortie de la station.....	36
Figure III.8 Variation des nitrates à l'entrée et à la sortie de la station.....	37
Figure III.9 Variation des métaux lourds à l'entrée de la station.....	39
Figure III.10. Variation des métaux lourds à la sortie de la station.....	39

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Recherche Bibliographique

Tableau I.1 Composition des eaux usées industrielles et leurs origines.....	3
Tableau I.2 Les normes de rejets.....	6

Chapitre II : Méthodes et Matériels

Tableau II.1 Dosage de la souche bactérienne en kg /jour.....	25
--	----

Chapitre III : Résultats et Discussions

Tableau III.1 Valeurs du pH aux cinq points de prélèvements.....	27
Tableau III.2 la teneur de la Matière Grasse au cinq point de prélèvement.....	28
Tableau III.3 Valeurs des MES en ppm à la sortie de la station.....	30
Tableau III.4 Valeurs du la DCO à chaque point de prélèvement.....	31
Tableau III.5 Résultats de la DBO ₅ à chaque point de prélèvement.....	32
Tableau III.6 Résultats de la DCO et la DBO ₅ après l'ensemencement à la sortie station.....	34
Tableau III.7 Résultats des sulfates à l'entrée et à la sortie station.....	35
Tableau III.8 Résultats des nitrates à l'entrée et à la sortie station.....	37
Tableau III.9 Résultats des métaux lourds à l'entrée et à la sortie station.....	38

Liste des Annexes

LISTE DES ANNEXES

Annexes I Présentation de l'unité COGB La belle.

Annexes II Les réactifs utilisés dans le traitement des eaux usées.

Annexes III Méthodes d'analyses des paramètres physicochimiques des eaux usées industrielles.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures.

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions arides et semi- arides. En Algérie, les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs. Ces rejets peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble.

Pour limiter son impact sur l'environnement tout en conciliant les exigences de la croissance économique, l'industrie a consacré de gros efforts pour réduire les quantités d'eau prélevées et les pollutions rejetées. Pour cela certaines unités industrielles sont équipées de leur propre station d'épuration qui réduit les taux des divers polluants présents dans les rejets.

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Les procédés ou technologies disponibles actuellement sont divers. En général, les procédés conventionnels sont souvent classés comme traitements : préliminaires, primaires, secondaires et tertiaires. L'incapacité des procédés biologiques conventionnels (procédés secondaires) à éliminer efficacement plusieurs produits industriels toxiques est la preuve que de nouveaux systèmes efficaces de traitement sont nécessaires.

Cette étude se base sur les paramètres physico-chimiques définissant la pollution des eaux usées traitée au niveau de la station d'épuration de CO.G.B Labelle de Bejaia.

Cette unité a pour objectif de produire une eau propre, apte à être rejetée dans le milieu naturelle, elle contribue à la protection des ressources hydriques et surtout à la sauvegarde de l'environnement.

Notre mémoire est stimulé en une introduction générale, trois chapitres et une conclusion générale :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les eaux usées industrielles et présente les différents procédés de leurs traitements.
- Dans le deuxième chapitre présent la description du la station d'épuration de CO.G.B labelle, le matériel et les méthodes utilisés pour convenir une pollution.
- Le troisième chapitre se consacre à la présentation des résultats significants.

Chapitre I

Recherche Bibliographique

CHAPITRE I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Les eaux usées industrielles sont le résultat de divers processus et opérations industrielles. Elles présentent souvent une complexité considérable en raison de la diversité des produits chimiques, des matières solides et des contaminants qu'elles peuvent contenir. Leur traitement est essentiel pour minimiser l'impact environnemental des activités industrielles et préserver la qualité de l'eau.

I.1. LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

I.1.1. Définition des eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par l'usine dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au transport, au refroidissement. De façon générale, elles se composent des : [1]

- eaux de fabrication ;
- eaux des circuits de refroidissement ;
- eaux de lavage des sols et des machines ;
- rejets des services généraux.

En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations de traitement [2].

I.1.2. Origine et composition des eaux usées industrielles

En général, ce sont les eaux de fabrication qui sont à l'origine des difficultés les plus importantes. Leur toxicité est fonction de leur composition, elle-même liée à leur origine industrielle. En effet, certains effluents posent de sérieux problèmes de pollution, alors que d'autres ceux des secteurs agro-alimentaires sont des rejets, certes fortement chargés, mais facilement biodégradables et valorisables. D'autres, comme les eaux usées provenant des industries du papier ou de textile, ont un impact visuel important du fait de leur coloration. De plus, il est connu que les effluents papetiers contiennent des substances eutrophisantes qui apportent un surcroît de matières organiques aux milieux aquatiques, et qui les déstabilisent en

favorisant l'accroissement des végétaux (algues) au détriment des autres espèces habitant ces milieux [3].

Les filières industrielles agroalimentaires et papetière, sont encore considérées aujourd'hui comme les deux plus importantes consommatrices d'eau et les plus polluantes, malgré des efforts considérables en matière d'amélioration de leurs procédés depuis 20 ans. Les flux polluantes sont hétérogènes non seulement en quantité mais également en qualité [3], comme illustre le tableau I.1.

Tableau I.1. Composition des eaux usées industrielles et leurs origines [3].

Polluants	Origine
Métaux	Dépôt, anodisation
Cyanures	Dégraissage, traitement thermique
Dérivés argano-halogénés	Huiles chlorées, dégraissage, solvants, peintures
Fluorures	Décapage, polissage, passivation
Matières en suspension	Hydroxydes métalliques
Matières organiques	Solvants, huiles, graisse
Matières azotées	Décapage, dégraissage, gravure

I.1.3. Caractérisation des eaux usées industrielles

Pour la bonne définition d'une station de traitement d'eaux résiduaires, il est nécessaire de pouvoir disposer des éléments suivants : [4]

- Fabrications types, capacités et cycles, matières première consommées ;
- Composition de l'eau d'appoint à l'usine ;
- Possibilité de séparation des rejets et/ou de recyclages ;
- Volume journalier d'effluent par catégories ;
- Débits horaires moyens, maximaux (durée et fréquence par catégories) ;
- Flux de pollution moyen, maximal (fréquence et durée) par catégorie de rejet et

pour une pollution spécifique de l'industrie considérée.

I.1.4. Paramètres de définition de la pollution

Toutes les eaux industrielles qui forment les effluents contiennent de nombreuses molécules différentes qu'il est impossible d'identifier et de quantifier individuellement et de manière exhaustive. On utilise donc des grandeurs qui servent à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de pollution présent dans les effluents [9]. Parmi ces paramètres on cite les plus importants :

- **Oxygène dissous**

Est un composé essentiel de l'environnement aqueux puisqu'il est le réactif limitant de la principale voie de biodégradation de la pollution organique. La concentration à saturation dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. Elle est régit par la loi de Henry qui établit une proportionnalité entre la pression partielle du gaz dans l'atmosphère et sa concentration [10].

- **Température**

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques. Elle influe sur la densité de l'eau et joue donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des lacs et des mers. [10]

- **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Sert à quantifier la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Le contrôle du pH est important également au cours du traitement de l'eau, en particulier au cours de l'étape de coagulation/floculation ainsi que pour la désinfection par le chlore [11].

- **Couleur**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation, ...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement, la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible [10].

- **Conductivité**

Est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité [11].

- **Turbidité**

La turbidité d'eau résiduaire se définit comme l'expression de la propriété optique qui fait que la lumière est dispersée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers un échantillon. Cette dispersion est provoquée par l'interaction de la lumière avec les particules en

suspension et traduit la réduction de transparence du milieu du fait de la présence de ces particules [9].

- **Matières en suspensions (MES)**

Les matières en suspension représentent certainement l'un des paramètres non spécifiques le plus facilement perceptible et paradoxalement l'un des plus difficilement mesurable en continu. En fait, les MES ne sont véritablement en suspension que dans les conditions moyennes d'écoulement des effluents, correspondant à une vitesse minimale de 0.5 m/s. Il existe deux grands types de méthodes de mesure ou d'estimation des MES : les méthodes gravimétriques résultant d'une séparation physique et les méthodes optiques, dont la turbidimétrie [10].

- **Demande chimique en oxygène (DCO)**

Elle présente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation non biologique de l'ensemble des matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient ou non biodégradables. L'essai normalisé en laboratoire consiste à mesurer la quantité de dichromate de potassium consommée, à chaud, par les matières organiques. Cette mesure a l'avantage de fournir rapidement un résultat, et d'être facilement reproductible, mais ne renseigne pas directement sur la biodégradabilité de l'effluent [9].

- **Demande biochimique en oxygène (DBO)**

Elle représente la quantité de pollution biodégradable. Cette méthode d'analyse de la pollution correspond à la quantité d'oxygène nécessaire, pendant 5 jours, aux MO (bactéries) contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées. Cette mesure permet une certaine évaluation des nuisances provoquées par le rejet de matières organiques biodégradables en mesurant une consommation d'oxygène [9].

- **Métaux lourds**

En chimie, les métaux lourds sont des éléments de la classification périodique formant des cations en solution sont des métaux. D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g.cm³ [12].

I.2. LES NORMES DES REJETS

La finalité du traitement des eaux usées et d'obtenir une eau non polluée (dite eau épurée) qui satisfait aux normes de rejets fixées par la législation. La réglementation française sur la pollution des eaux repose essentiellement sur la loi sur l'eau du 03 janvier 1992. Il faut savoir qu'il n'existe pas de définition absolue de la notion d'eau non polluée. Cependant, on

peut partir du principe que polluer l'eau, c'est modifier ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Certaines normes fixent les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives susceptibles d'être présentes dans l'eau. Cette notion de norme, édictée par la réglementation, est un facteur important. Une eau, dont les analyses chimique et microbiologique sont conformes aux normes, n'est pas nécessairement exempte de matières polluantes. Il est à noter que l'eau est l'une des ressources les plus contrôlées [5].

Les normes de rejet à respecter sont très variables : [4]

- Les paramètres de pollution sont plus nombreux que pour les ERU et sont spécifiques des industries et des pays, voire des bassins concernés ;
- Les exigences des législations concernant des paramètres spécifiques (hydrocarbures, métaux lourds, phénols en particulier) dépendent de méthodes de mesure différentes et sont de sévérité inégale suivant les pays.

Les effluents peuvent être rejetés soit directement dans le milieu naturel soit dans des égouts urbains aboutissant à des stations biologiques dont ils ne doivent pas perturber le fonctionnement [4].

Si l'usage courant implique des limitations de concentrations dans l'effluent, l'imposition de quantités rejetées maximales par jour ou par unité de produit élaboré devient plus fréquente. On considère aussi des moyennes mensuelles et des maximums journaliers [4]

De toute façon, les normes doivent tenir compte des sensibilités des méthodes de dosage et des possibilités techniques de traitement [4].

Les eaux de rejets de la station d'épuration de l'entreprise des corps gras de Bejaia (CO.G.B Labelle) doit respecter les normes imposées par le ministère de l'environnement et qui sont présentées dans le tableau I.2 (Documentation intérieure de l'entreprise CO.G.B Labelle).

Tableau I.2. Normes de rejets des effluents industrielles.

Paramètres	Tolérance aux valeurs limites
pH	5.5-8.5
DCO	700 ppm
MES	150 ppm
MG	20 g/l
DBO ₅	200 ppm
SO ₄ ²⁻	250 ppm
Les nitrates	50 ppm

I.3. IMPACTS DES EAUX USEES INDUSTRIELLES SUR L'ENVIRONNEMENT

Une fois traitée, une eau résiduaire industrielle peut encore entraîner plusieurs conséquences sur l'environnement récepteur, en fonction de la nature et de la concentration de ses composants, même après avoir subi un processus d'épuration.

- Même à faible concentration, les matières en suspension résiduelles peuvent altérer la transparence de l'environnement. De plus, il est possible de craindre une présence élevée de micro-organismes qui n'ont pas été retenus par la station d'épuration.
- La présence de matière organique dans l'effluent, une fois assimilée, entraîne une augmentation de la biomasse et une consommation correspondante de l'oxygène dissous. Cela peut également être responsable de problèmes tels que des goûts, des odeurs ou des couleurs indésirables, ce qui rend le traitement de potabilisation plus difficile.
- La présence de nitrates, de phosphates et l'effet mentionné précédemment des matières organiques peuvent accélérer le processus naturel d'eutrophisation des milieux récepteurs fermés.
- Un rôle moins perceptible de la matière organique est la modification des équilibres physico-chimiques du milieu notamment son interaction avec les formes métalliques par des mécanismes de réduction, de précipitation, de complexations, susceptibles d'accroître les effets propres de ces métaux sur l'environnement [10].

I.4. PROCÉDES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

Une station d'épuration est un système complexe conçu pour traiter les eaux usées afin de les rendre propres avant de les rejeter dans l'environnement. On peut voir dans la **figure I.1** une station d'épuration en pleine activité.

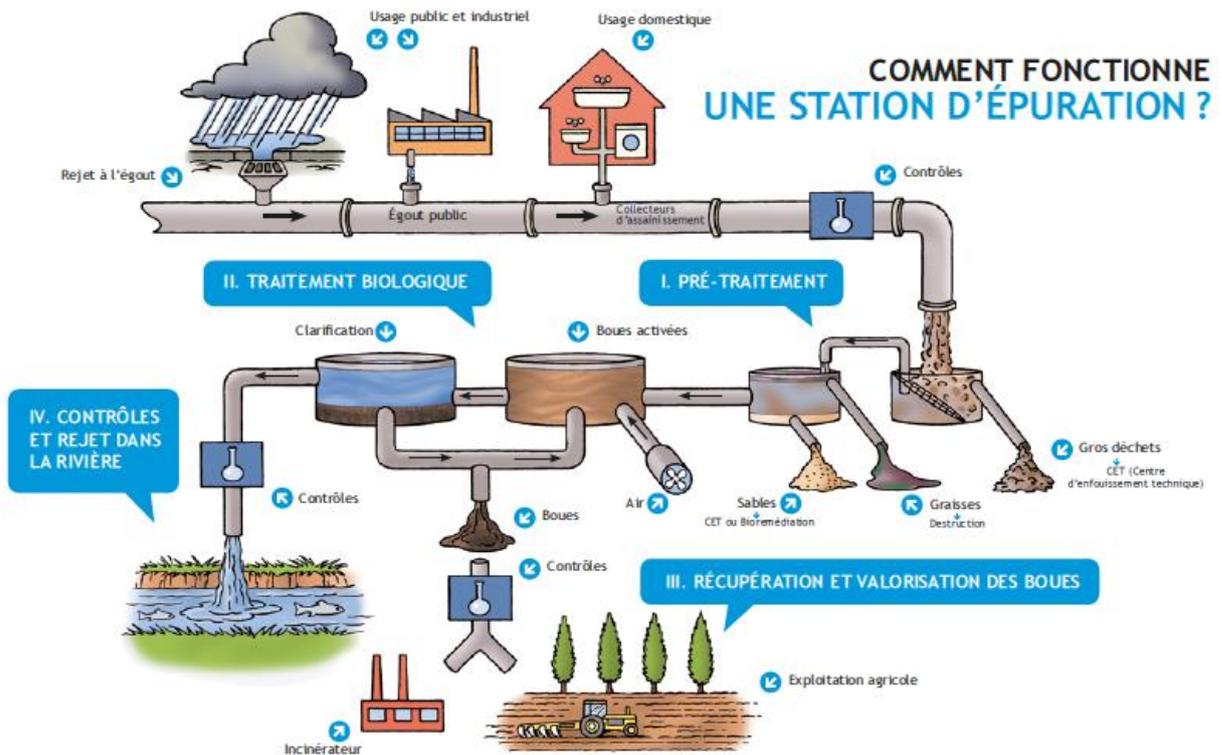


Figure I.1. Schéma générale de différents traitements des eaux usées [13].

I.4.1. Prétraitement

Le prétraitement ne concerne que les effluents hétérogènes comprenant des composés solides (particules solides, colloïdales ou dispersées) ou des liquides non miscibles [3].

I.4.1.1. Traitements mécaniques

On peut voir dans la figure I.2 les différents traitements mécaniques :



Figure I.2. Traitements mécaniques [14].

- **Dégrillage** : Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé [6].

- **Tamissage** : Le tamissage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions [6].

- **Dessablage** : C'est un procédé qui consiste à l'élimination des sables présents dans l'effluent brute et qui est indispensable pour protéger les conduites et les pompes contre l'érosion et le colmatage. La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables [6].

- **Dégraissage-Déshuilage** : C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires [6].

I.4.1.2. Procédés physiques [3]

Les éléments insolubles séparables physiquement sont les matières flottantes (graisses, hydrocarbures aliphatiques, huiles organiques...) et les matières en suspension (sable, oxydes, pigments...).

- **Flottation/Décantation** : est un procédé de tirage d'un mélange de corps finement broyés, utilisant les différences de tension superficielles et de densité, par fixation de bulles de gaz sur les agrégats solides. Une fois ces étapes de clarification effectuées, l'eau être acheminée dans des bassins de décantation afin que les particules se déposent dans le fond. La décantation qui est un procédé à la fois mécanique et physique permet la séparation de deux phases par gravité (la phase aqueuse et la partie solide constituée).

- **Dégazage physique** : permet d'éliminer les gaz dissous. Les produits sulfureux et azotés, et les hydrocarbures légers (solvants, alcools, phénols) sont par exemple séparables par stripping qui est un procédé d'extraction gaz-liquide.

- **Evaporation** : est un procédé thermique qui permet de séparer deux phases liquides, un distillat et un concentrât.

I.4.1.3. Méthodes chimiques

- **Neutralisation** : De nombreux rejets industriels nécessitent une neutralisation avant d'envisager un traitement primaire et/ou secondaire. L'étape de neutralisation consiste à ramener le pH à une valeur donnée, par adjonction de réactifs chimiques (carbonate de calcium ou de sodium, chaux, dioxyde de carbone, acide sulfurique...).

- **Précipitation** : Les procédés de précipitation ou d'insolubilisation sont très utilisés dans le domaine des traitements de surface et de la métallurgie. En effet, certains

métaux, non complexés, sont séparables et précipitables dans une zone donnée de pH, sous forme d'hydroxydes métalliques ou de composés soufrés insolubles.

- **Procédé de coagulation/floculation/séparation** : est un procédé couramment employé en épuration primaire des eaux usées industrielles (et dans quelques cas en traitement tertiaire). Ces procédés permettent de se débarrasser des MES et des particules colloïdales qui ne peuvent décanter par elles-mêmes, afin de diminuer, par exemple, les teneurs en DCO, DBO₅ et COT, ou encore la turbidité de l'eau.

I.4.2. Principales techniques d'épuration secondaire [3]

• **Incinération** : est un procédé largement utilisé pour les eaux à forte DCO (supérieures à 200 g/L). Outre le coût de l'installation, un des inconvénients de ce procédé est le dégagement gazeux qui l'accompagne.

• **Voix biologique** : est basée sur différents organismes comme les bactéries, les levures, les champignons, les enzymes, les algues et les plantes à un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution.

- **Biodégradation par des micro-organismes** pour assurer leur croissance et leurs besoins énergétiques, les micro-organismes, qui possèdent à la fois des capacités digestives et oxydantes, vont dégrader les composés chimiques grâce à des processus biologiques, en présence ou non d'air : on parle alors de biodégradation aérobie ou anaérobie à culture bactérienne de type libre ou fixé ;

- **Lagunage par une culture bactérienne** en suspension dans l'effluent à traiter, on utilise des bactéries couplées à des végétaux qui ont la capacité d'accumuler les polluants : le procédé est alors appelé épuration biologique par lagunage naturel ;

- **Bioconversion** par des enzymes : les enzymes représentent, en effet, une autre possibilité de transformation biologique.

I.5. BOUES

I.5.1. Définition de la boue

Une boue désigne en général, un résidu organique ou minéral pouvant être solide, liquide ou même pâteux. Elle est caractérisée par son aspect, mais spécifiquement, c'est son origine complétée par sa caractérisation chimique qui déterminera sa filière de traitement.

Les boues d'épuration sont des déchets recyclables obtenues d'après l'épuration des eaux usées urbaines qu'industrielles. Ce sont des suspensions complexes formées d'eau, de matière organique et inorganique de différentes tailles ainsi que d'une population microbienne

très variée. Le volume et les caractéristiques des boues varient en fonction de leurs origines et des types de traitement donné à l'eau usée [6].

I.5.2. Origine des boues

Les boues d'épuration peuvent être d'origine primaire, secondaire ou sont digérées. Selon l'étape de traitement subi par l'eau usée.

Généralement, les types de processus à employer dans une chaîne de traitement dépendent de la qualité de l'eau usée à traiter et du taux d'élimination des polluants envisagés. Ces procédés de traitement génèrent des boues d'épuration [6].

I.5.3. Différents types de boues [11]

- **Boues primaires** : Elles proviennent d'une séparation physique des matières en suspension décantables, organiques et minérales, au niveau d'un décanteur situé en entrées de station. Elles sont d'aspect grisâtre, d'odeur fétide, très fermentescible et très contaminées bactériologiquement.
- **Boues physico-chimiques** : Elles proviennent, comme les précédents, d'une décantation placée en entrée de station d'épuration, mais avec un traitement chimique supplémentaire. Celui-ci permet d'éliminer, en plus de la pollution particulaire, la pollution colloïdale ainsi que, le cas échéant, la pollution phosphorée.
- **Les boues biologiques** : Elles proviennent de la dégradation de la pollution biologique biodégradable, soluble et colloïdale, par une culture bactérienne libre ou fixée. Ces boues biologiques ont une composition différente en fonction de la nature du substrat dégradé, de la charge de fonctionnement du réacteur biologique, du traitement de stabilisation éventuellement pratiqué.

I.5.4. Traitement des boues

I.5.4.1. Epaissement

C'est le premier stade, le plus simple, de réduction de volume des boues sans dépense d'énergie notable. Les intérêts de l'épaissement sont multiples : [7]

- A capacité égale, augmentation du temps de séjour dans les digesteurs aérobies et anaérobies. Un épaissement de boues fraîches peut même permettre de supprimer totalement les trop-pleins de digestion ;
- Amélioration de la sécurité d'exploitation ;
- Réduction du volume des ouvrages de conditionnement.

L'inconvénient de l'épaississement est, en dehors d'un investissement supplémentaire qui est souvent compensé par ailleurs, d'être la source d'éventuelle nuisances dans le cas des boues organiques [7].

I.5.4.2. Déshydratation et conditionnement

La déshydratation constitue la seconde étape de réduction du volume des boues sur les boues épaissies, stabilisées ou non, afin d'obtenir une siccité des boues plus poussée (en moyenne comprise entre 20 et 30 % selon la nature des boues).

La déshydratation présente plusieurs avantages : elle facilite le stockage et réduit donc le coût du transport, elle améliore la stabilisation (temps de séjour augmenté) et facilite une utilisation en agriculture [8].

Le conditionnement, qui a pour but essentiel de rendre la boue filtrable, a recours à des procédés de nature physique (thermique en particulier) ou chimique ou à leur combinaison ment de l'atelier de déshydratation. Parmi les différents procédés de conditionnement, le traitement thermique est de loin le plus efficace en ce qui concerne la diminution de l'hydrophile particulaire ; la floculation chimique, qui fait appel à des électrolytes minéraux et en particulier à la chaux, réduit également, mais dans une moindre mesure, le taux d'eau liée [7].

I.5.4.3 séchage

Le séchage est une opération unitaire du traitement des boues consistant à évaporer de l'eau libre et liée. Plusieurs techniques de séchage sont envisageables :

- Lit de séchage
- Séchage solaire ;
- Lit de sable ;
- Lagune de séchage ;
- Lit planté des macrophytes ;
- Séchage thermique ;
- Séchage direct ;
- Séchage indirect.

Le séchage thermique vient obligatoirement après une étape de déshydratation mécanique [8].

I.6. SOUCHE BACTERIENNE

I.6.1. Description de BioRemove™ FOG

BioRemove™ FOG est un mélange de souches bactériennes, adaptées par pression de sélection pour dégrader un large éventail d'eau usées industriel. Ce produit apporte une meilleure cinétique de dégradation des polluants que celle des populations existante dans le système biologique.

Autrement dit BioRemove™ FOG est un mélange de microbes avec des enzymes ajoutées pour accélérer les temps de réaction. Le résultat est une dégradation ultra-rapide des graisses, huiles et graisses (FOG). Il est conçu pour les systèmes de traitement des déchets municipaux et peut être utilisé dès le démarrage du système. En améliorant la dégradation du FOG, BioRemove™ FOG peut également améliorer la capacité du FOG. Si votre usine facture des frais de déversement, cela peut augmenter vos revenus et apporter un retour sur investissement important.

I.6.2. Avantages

- Elle améliore les rendements en DCO (demande chimique en oxygène) et DBO (demande biologique en oxygène).
- Les souches bactériennes présentes dans ce produit ont un taux de croissance et d'utilisation de l'oxygène disponible supérieur, ce qui favorise une dégradation plus efficace des polluants.
- Il permet un démarrage rapide des systèmes biologiques, accélérant ainsi le processus de dégradation des eaux usées industrielles.
- Après une exposition à une forte toxicité, il permet une récupération rapide des systèmes biologiques.
- Il dégrade rapidement les graisses et les huiles présentes dans les eaux usées.
- Il améliore les transferts d'oxygène en dégradant les corps gras qui se forment à la surface de l'eau et qui entravent les échanges d'oxygène.

I.6.3. Caractéristiques

- Aspect : poudre auto-bronzante sèche ;
- pH : 6,0 ;
- Odeur : levure ;
- Humidité : 15% ;
- Densité apparent: 0,5_ 0,6g/m3.

Référence bibliographique

- [1] Boukary Sawadogo, Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien : cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso, édition 2018, p9.
- [2] Kesbi Rafika, Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent, mémoire de fin d'étude, Université ABOUBEKR BELKAID de Tlemcen, 2016, p137.
- [3] Grégorio Crini et Pierre-Marie Badot, Montiel Antoine J, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique, p21, 29
- [4] Degremont, Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10^{ème} édition, p126, 127.
- [5] Rapport de l'IFEN dans la collection Etudes et Travaux. Les pesticides dans les eaux. Bilan 1997-1998, 3^{ème} trimestre 2000.
- [6] Tsiorifitiavana Andoniaina, Rahajaharimanana Vololoniaina Violette, Etude et Traitement des boues d'une station d'épuration, Mémoire de fin d'étude, université antanarivo, 2013, p2.
- [7] Degremont, Mémento Technique de l'Eau, 8^{ème} édition, 1978, p459, 468.
- [8] Amorce, Boues de Station d'Epuration : Techniques de traitement, Valorisation et Elimination, novembre 2012, p9.
- [9] Emilian Koller, Traitement des pollutions industrielles, 2^{ème} édition, p24.
- [10] O.Thomas, Métrologie des eaux résiduaires, 1995, p51, 58.
- [11] Frank Rejsek, Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, p70, 71.
- [12] Labiedh Ghada, Contamination des eaux usées de la ville de Biskra (Oued Z'mor) par les métaux lourds, mémoire de master, 2021, p6.
- [13] Site internet, inbw.be/comment-fonctionne-une-station-depuration,08/06/2023.
- [14] Site internet, slideplayer.fr/slide/10683944/ Les prétraitement des eaux usées, 11/06/2023.

Chapitre II

Méthodes et Matériels

CHAPITRE II. METHODES ET MATERIELS

II. INTRODUCTION

On a effectué notre stage pratique au niveau de CO.G.B Labelle de Bejaia. Cette entreprise consommatrice d'eau, est dotée d'une station d'épuration des eaux usées. Au cours de notre stage, on a suivre les différents processus de fabrication de produits finis. Notre contribution consiste à suivi le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées. Des prélèvements d'eaux usées ont été réalisés au niveau de quatre points de la station pendant quatre semaines. Des analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de cette même entreprise. Les résultats d'analyse nous ont permis de juger la qualité de ces eaux.

II.1. DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION CO.G.B LABELLE DE BEJAIA

II.1.1. Station d'épuration de CO.G.B Labelle

La station d'épuration UP 7 comprend :

- 4 bacs de stockage des eaux usées provenant des différents ateliers de Production ;
- Un flottateur pour l'élimination de la matière grasse ;
- Un épaisseur pour l'élimination de la salinité ;
- Un bassin d'aération à boue activée avec 04 turbines d'aération : c'est un réacteur biologique dans lequel s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies ;
- Un bassin de dégazage : placé à l'aval du bassin d'aération, il facilite l'élimination des bulles d'air présente dans la liqueur en transit vers le décanteur secondaire ;
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épuré et de la matière en suspension ;
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologique récupérées dans le dégazeur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherchée ;
- Un dispositif d'extraction et de traitement des boues (Press deg) ;
- Un dispositif de récupération et de recyclage de l'eau.

II.1.2. Différentes étapes de traitement des eaux usées

II.1.2.1. Traitement physico-chimique

Le traitement physico-chimique a pour but d'éliminer la matière grasse et la salinité.

A. Élimination de la matière grasse

- Acidification

Les eaux provenant du bac de stockage vont subir une acidification par l'ajout de l'acide sulfurique dans le but 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 flottateur.

- Flottation

La flottation consiste à faire flotter la matière grasse et l'écumer par des racleurs vers un bac de stockage et puis l'envoyer vers la raffinerie pour devenir de l'huile acide. Pour augmenter la vitesse ascensionnelle des particules grasses on fait appel au procédé de pressurisation, qui consiste à l'injection de l'air comprimé dans un ballon rempli d'eau à traiter, puis réinjecter le mélange (eau-air comprimé) à la base du flottateur où de fines bulles d'air sont libérées et feront office d'ascenseur pour la matière grasse. L'eau traitée à pH acide est envoyée vers le bac de neutralisation.

B. Élimination de la salinité

- 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% (voir annexe 2). On procède donc à la Précipitation des sels dissous selon la réaction suivante:



Le pH à ce niveau est compris entre 6,5 et 8,5. Les eaux neutralisées sont pompées vers l'épaississeur où se déroule la décantation des précipités formés. Cet épaississeur est muni d'un agitateur afin d'éviter le bouchage des conduites de purge.

- Décantation

La décantation consiste à séparer par gravité la chaux complexée aux sels de l'effluent provenant du bac de neutralisation par l'ajout du sulfate d'alumine, dans un épaississeur ayant une forme cylindro-conique d'une capacité de 23m³. Les particules décantées forment des boues (boues minérales) qui seront éliminées ultérieurement.

II.1.2.2. Traitement biologique

Le traitement biologique utilisé à la station d'épuration de CO.G.B labelle est un traitement en aérobie ou une culture en suspension de boue activée dans un bassin d'aération de forme rectangulaire et d'un volume de 1300 m³. Les effluents ayant subi le traitement physico-chimique sont envoyés vers le bassin biologique afin d'éliminer la charge organique. Le traitement se fait à l'aide des microorganismes dont la source d'énergie est la matière grasse entraînée par les eaux, et l'oxygène fourni par quatre turbines d'aération de puissance de 18 Kg d'O₂ /h. Le recours à l'épuration biologique dépend de la biodégradabilité des effluents.

II.1.2.3. Dégazeur et recyclage des boues

La liqueur mixte (eau usée + boue) provenant du bassin biologique est acheminée vers un décanteur rectangulaire à suctions des boues d'un volume de 123 m³ d'où les boues biologiques décantent et le liquide surnage. Ce décanteur possède à la surface un pont roulant racleur et suceur au même temps, ce dernier aspire la boue (fraction bactérienne) et l'envoie vers la fosse de recyclage si sa concentration est inférieure à 60%, et nécessite un traitement au press deg si elle est supérieure à 60%, et au même temps ré-oxygène le milieu par l'injection de l'air comprimé, tandis que le liquide surnageant passe vers un clarificateur.

II.1.2.4. Traitement tertiaire (clarification/filtration)

Le traitement tertiaire consiste à clarifier l'effluent contenant toujours des matières en suspension solide en les faisant passer à travers un milieu poreux. Son rôle consiste à éliminer les MES et à réduire la teneur de la DCO résiduelle qui requiert de fortes doses de coagulants et flocculant. L'eau dégazée passe vers le clarificateur dont le rôle est d'éliminer la matière en suspension et colloïdale, ceci après l'ajout de poly-électrolytes (flocculant) qui forment des amas par coagulation et qui seront précipités en présence de sulfate d'alumine (coagulant). Le clarificateur est constitué par un bassin à fond plat, muni à sa base d'une série de tuyaux perforés permettant le passage de l'eau à traiter, le principe de ce traitement est basé sur une filtration des eaux à travers un bio filtre réalisé par l'accumulation des matières en suspension produisant des boues dites biologiques.

II.1.2.5. Traitement des boues

Les boues piégées dans le clarificateur (boue biologique), dans l'épaississeur (boue minérale) et celles (fraction bactérienne) qui viennent du bassin de dégazage contiennent encore une très grande proportion d'eau et pour éliminer cette dernière on procède à un drainage sur un support filtrant avant pressage entre deux toiles filtrantes du press deg. Les produits de synthèses dits poly électrolytes sont appliqués dans le conditionnement des boues industrielles. Ces poly électrolytes se trouvent en grand nombre et leur efficacité dépend de la qualité des boues. La déshydratation, qui est l'étape finale de l'épuration et qui s'effectue dans un appareil dit press deg, permet par compression d'enlever toute trace d'eau et transforme-Les boues, ainsi en gâteaux secs et facile à transporter. Ces derniers sont rejetés dans une benne avant d'être acheminer vers la décharge publique et l'eau résultante est recyclée dans le bassin biologique.

II.2. Mesure du débit

La station d'épuration CO.G.B Labelle est sensé traiter un débit moyen de 12 m³/h avec une charge polluante de DCO 13500 ppm. Le bassin biologique est doté de quatre turbines d'aération d'une capacité de 18 kg d'O₂/h chacune, avec un débit de recirculation de 1800 m³ /h.

II.3. Analyses physico-chimiques des eaux usées

Ces analyses visent à déterminer la présence, la concentration et l'interaction des composants chimiques et physiques dans les eaux usées industrielles. Les paramètres mesurés peuvent inclure la concentration en éléments chimiques, en métaux lourds, en matières organiques, en pH, en turbidité, entre autres. Ces données sont essentielles pour évaluer la toxicité, la corrosivité et l'impact environnemental potentiel des eaux usées.

II.3.1. Echantillonnage

Notre expérimentation consiste à prélever des échantillons d'eau à différents moments au cours du processus de traitement afin de surveiller et de contrôler la qualité de l'eau. Cette méthode permet de détecter les variations dans la composition physico-chimiques ainsi que de surveiller les performances du processus de traitement.

Les points de prélèvement sont représentés sur la figure II.2.

II.3.2. Analyses physico-chimiques

Pour les analyses physico-chimiques, le nombre de point de prélèvements est de quatre (4). Ces points sont situés comme suit (Fig.II.2)

- A- Entrée station ;
- B- Sortie du flottateur ;
- C- Entrée bassin biologique ;
- D- Sortie bassin biologique ;
- E- Sortie station.

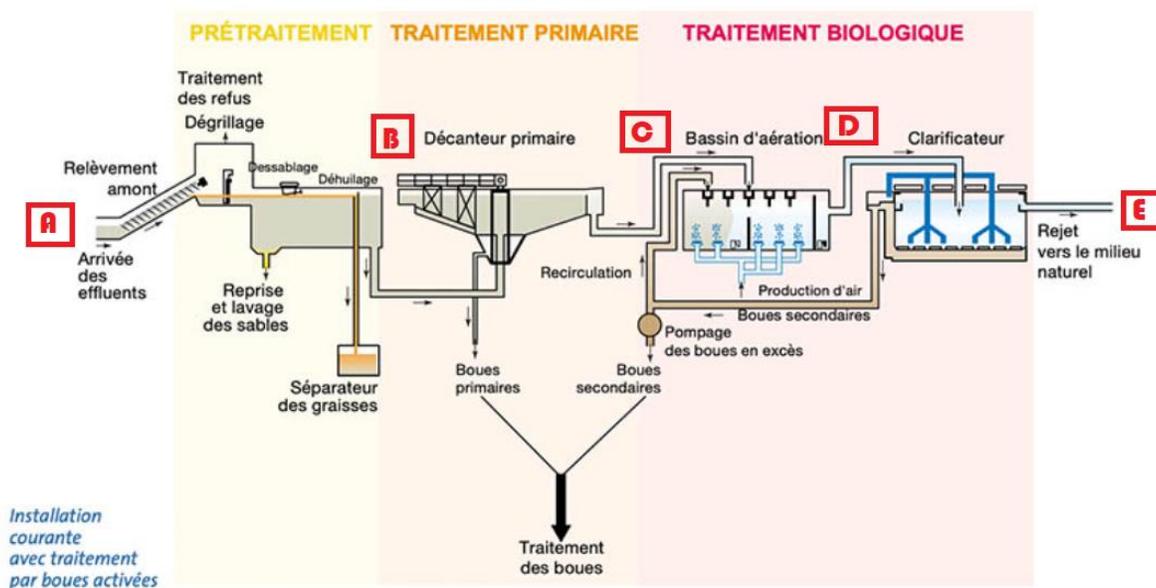


Figure II.3.2. Schéma général représentant une station d'épuration type et les différents Points de prélèvement des eaux usées notés A, B, C, D et E [1].

Les échantillons collectés ont été stockés dans des flacons préalablement nettoyés avec de l'eau à analyser (au moins 3 fois), soigneusement identifiés et scellés hermétiquement, avant d'être acheminés directement au laboratoire d'analyse.

Les principaux paramètres à analyser sont les suivant :

- Le potentiel d'hydrogène (**PH**) ;
- La matière grasse (**MG**) ;
- La demande chimique en oxygène (**DCO**) ;
- La demande biochimique en oxygène (**DBOs**) ;
- La Température (**T**) ;

- Les Matières en suspension (**MES**) ;
- Le chlorure de Sodium (**NaCl**).

II.3.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

- **Principe**

La mesure de pH consiste à évaluer la concentration d'ions d'hydrogène dans une solution et est exprimée sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 est le milieu considéré comme neutre, un pH inférieur à 7 est le milieu acide et un pH supérieur à 7 est le milieu basique (ou alcalin). La mesure de pH est souvent réalisée en utilisant un pH-mètre ou des papiers indicateurs de pH. Le pH est une mesure importante dans de nombreux domaines tels que la chimie, la biologie, l'agriculture et l'environnement.

- **Mode opératoire**

- On étalonne le pH-mètre avec des chlorure ;
- On plonge l'électrode en verre dans le bécher contenant la solution à analyser ;
- On note la valeur de pH affiché après la stabilisation de la lecture.

II.3.2.2. Détermination de la quantité de la matière grasse (MG)

- **Principe**

La détermination de la matière grasse est basée sur l'extraction des graisses de l'échantillon à l'aide d'un solvant organique, suivi d'une mesure gravimétrique de la quantité de graisse extraite.

- **Mode opératoire**

- Dans une ampoule à décanter, nous ajoutons 100ml de l'échantillon à analyser puis nous ajoutons quelque goutte du méthyle orange ;
- On joute 25ml de l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 20%.
- Introduire 75 ml d'hexane dans l'ampoule, puis nous agitons pendant un moment pour se débarrasser de la pression ;
- On rince l'ampoule avec 50 ml de la solution salée, et nous attendons que les couches se séparent (par décantation) ;
- Nous récupérons la phase aqueuse, dans un ballon à col rodé préalablement pesé à vide (P_1) ;
- Nous procédons à l'évaporation du hexane solvant par distillation ;

- Le ballon est placé dans une étuve pendant 15 minutes (P2) afin d'éliminer toute l'eau présente.
- Ensuite, on le laisse refroidir dans un dessiccateur pendant 15 minutes.
- Enfin, nous effectuons la pesée et enregistrons la valeur obtenue.
- **Expression de résultat**

$$MG = \frac{(P2-P1)}{V} \times 100 \quad \text{EqII.1.}$$

Avec :

- P_1 : poids du ballon vide (g) ;
- P_2 : poids du ballon avec matières grasses (g) ;
- V : le volume de l'échantillon à analyser.

II.3.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

- **Principe**

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium [2].

- **Mode opératoire**

- Dans un ballon de 500ml à col rodé on pèse 1g de sulfate de mercure.
- On met 5 ml de l'échantillon à analyser dans une fiole de 50 ml et compléter avec L'eau distillée ;
- On verse le contenu de la fiole dans le ballon ;
- On ajoute 5ml d' H_2SO_4 , puis ajouter 25ml de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) ;
- On ajoute 70ml d' H_2SO_4 ;
- On met des billes de verre dans le ballon ;
- On met le ballon dans un réfrigérant à $150^\circ C$ pendant 2heures ;
- On laisse le contenu de ballon bien refroidir ;
- Après refroidissement on ajoute 200ml d'eau distillée et quelque goutte de Ferroïne ;
- On titre avec la solution de sulfate de fer et d'ammonium, la coloration passe du vert au rouge brique, nous notons le volume V correspond au changement de couleur ;
- L'essai à blanc.

Nous procédons de la même manière que précédemment mais nous utilisons 5ml de l'eau distillée, après titrage et noter le volume V.

- **Expression de résultat**

$$DCO = 8000 \times \frac{(v_1 - v_0)}{V} \times T \quad \text{EqII.2.}$$

Avec :

- V_0 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml) ;
- V_1 : volume de sulfate de fer d'ammonium nécessaire à l'essai blanc (ml) ;
- T : titre la solution de fer et d'ammonium ;
- V : volume de la prise d'essai.

II.3.2.4. Détermination de la matière en suspension (MES)

- **Principe**

La séparation de MES de l'eau se fait par centrifugation. L'échantillon est mis en rotation à grande vitesse. L'application de la force centrifuge sur les particules solides permet de les rassembler dans le fond de tube sous forme d'un Colot. Ce Colot sera lavé puis récupéré et mis à sécher à 105 C°. La masse de résidu est déterminé par pesée [3].

- **Mode opératoire**

- On sépare le liquide surnageant par siphonage sans perturbation du dépôt et jusqu'à une hauteur de 10mm de liquide au-dessus du dépôt ;
- On joute Centrifuger 20 ml d'eau à analyser à une vitesse 7000 tours /min pendant 15minutes ;
- Ensuite de l'eau distillée et on refait une deuxième centrifugation pendant 15minutes ;
- On verse les matières en suspension recueillis avec l'eau distillée dans un bécher de masse M_0 puis on fait évaporer l'eau sur un bain de sable ;
- On porte l'échantillon à l'étuve à 105°C pendant 15 mn ;
- Après refroidissement dans un dessiccateur pendant 15mn ;
- On pèse le bécher et on note sa masse M_1 .

- **Expression de résultat**

$$CMES = \frac{(M_1 - M_0)}{V} 1000 \quad \text{EqII.3.}$$

Où :

- C_{MES} : concentration de MES (mg /l) ;
- M_1 : la masse de la capsule pleine après dessiccateur ;
- M_0 : la masse de la capsule vide ;
- V : le volume de l'échantillon à analyser.

II.3.2.5. Demande biochimique en oxygène (DBO5)

- **Principe**

Elle consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20 C° et pendant un temps limité par convention à 5 jours [4].

- **Mode opératoire**

Dans un flacon en verre, nous faisons incuber les échantillons à analyser à l'abri de la lumière (20C°) et sous agitation, continue pendant cinq jours, l'oxydation des matières biodégradable.

II.3.2.6. Analyse des sulfates (SO_4^{2-})

- **Principe**

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinyl-pyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre. De plus, les matières premières elles-mêmes peuvent contenir des sulfates, notamment dans le raffinage des huiles. Les fuites et les déversements accidentels de produits chimiques sont également des sources potentielles de contamination. Pour prévenir ces dépassements, il est important de mettre en place des mesures de contrôle, telles que la gestion des produits chimiques, des procédures de nettoyage appropriées et des systèmes de traitement adéquats pour éliminer les sulfates des eaux usées.

- **Mode opératoire**

Dans un tube, on introduit successivement :

- Eau à analyser 50 ml ;
- Acide chlorhydrique au 1/10 1ml ;
- Solution de chlorure de baryum + Tween 20 ou solution de chlorure de baryum + PVP 5 ml ;

- On prépare dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau d'ionisée ;
- On agite énergiquement et laisser reposer 15 minutes. Agiter de nouveau et faire les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

II.3.2.7. Analyse des nitrates NO_3^-

- **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique [5].

- **Mode opératoire**

Nous introduisons 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/L, opérer une dilution). On alcalinise faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. On prépare de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau d'ionisée. On effectue les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415 nm et on tient compte de la valeur lue pour le témoin. On se reporte à la courbe d'étalonnage.

II.3.2.8. Analyse des métaux lourds

- **Principe**

La spectrométrie d'absorption atomique est une technique qui s'est largement développée ces dernières années mais dont le phénomène de base était connu depuis très longtemps. L'absorption atomique est un processus qui se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption d'une énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique. La station d'épuration utilise des processus de traitement des eaux usées spécifiques pour éliminer ou réduire la concentration des métaux lourds. Ces processus comprennent la filtration, la sédimentation, la coagulation-floculation, la précipitation chimique ou l'adsorption. Il est possible que les métaux lourds soient incorporés dans les boues. Ces boues sont composées de matières organiques et inorganiques qui ont la capacité d'adsorber les métaux lourds présents dans les eaux usées. Cela contribue à réduire les impacts environnementaux et à assurer le respect des normes de qualité de l'eau.

- **Mode opératoire**

On fait l'analyse par spectroscopie d'absorption atomique (SAA). Le mode opératoire de la SAA implique la préparation de l'échantillon, l'utilisation d'une source de lumière adaptée à l'élément cible, l'atomisation de l'échantillon à haute température, la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes libres, la comparaison avec des étalons de concentration connue, l'établissement d'une courbe d'étalonnage et l'interpolation de la concentration dans l'échantillon. L'analyse de métaux lourds requiert des précautions supplémentaires en raison de leur toxicité.

II.4. Ensemencement

- **Mode Opératoire**

Nous allons commencer par prendre un bidon et y placer le mélange de souche bactérienne. Ensuite, nous ajouterons de l'eau usée et de l'eau potable à l'intérieur. Après cela, nous procéderons à l'oxygénation du mélange. Une fois cela fait, nous le laisserons reposer pendant 24 heures. Après cette période, nous verserons le mélange de souche bactérienne dans le bassin biologique et procéderons à l'isolement du bassin.

- **Les Doses de BioRemove™ FOG en Kg /Jour**

On porte les doses de BioRemove dans le tableau II.1.

Tableau II.1. Dosage de la souche bactérienne en kg /jour.

Temps (jours)	1-2 Jour	3-7 Jour	8^{ème} Jour
Doses (Kg/J)	1,5	1,0	0,5

Référence bibliographique

- [1] Aussel, H., Le bàcl, C., Dornier, G., Le traitement des eaux usées, institut national de recherche et de la sécurité (INRS), point des connaissances, édition 5026, (2004), p1, 3.
- [2] Cheick, T, Control et suivi de la qualité des eaux usées, protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, centre régionale pour l'eau potable et l'assainissement à faible cout (CREPA), centre collaborant de l'OMS, (2007), p43.
- [3] Rejesk, F., L'analyse des eaux, édition ressource par l'éducation nationale, (2002), France, p358.
- [4] Ouali, M., Cours de procédés unitaires et biologiques et traitement des eaux. Ed. 2.10.4334, place centrale de ben-Aknoun Alger, 2001, volume p156.
- [5] Diane Adam, La modélisation de la teneur en nitrates à l'aide des paramètres physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Guelma, mémoire de soutenance, université de Guelma, 2014, p34

Chapitre III

Résultats et Discussions

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. MESURES DU POTENTIEL D'HYDROGENE (PH)

Les résultats des mesures du pH concernant chaque point de prélèvement sont représentés dans le **tableau III.1** et la **figure III.1** :

Tableau III.1 : Valeurs du pH aux cinq points de prélèvements

Dates	A	B	C	D	E
01/03/23	10	2	8.5	7	7.3
02/03/23	2	1	7.75	8	8
06/03/23	5	3	5.9	6	6.75
08/03/23	1	2.7	7	6.5	5.9
13/03/23	3.75	1	6.2	7	7.2

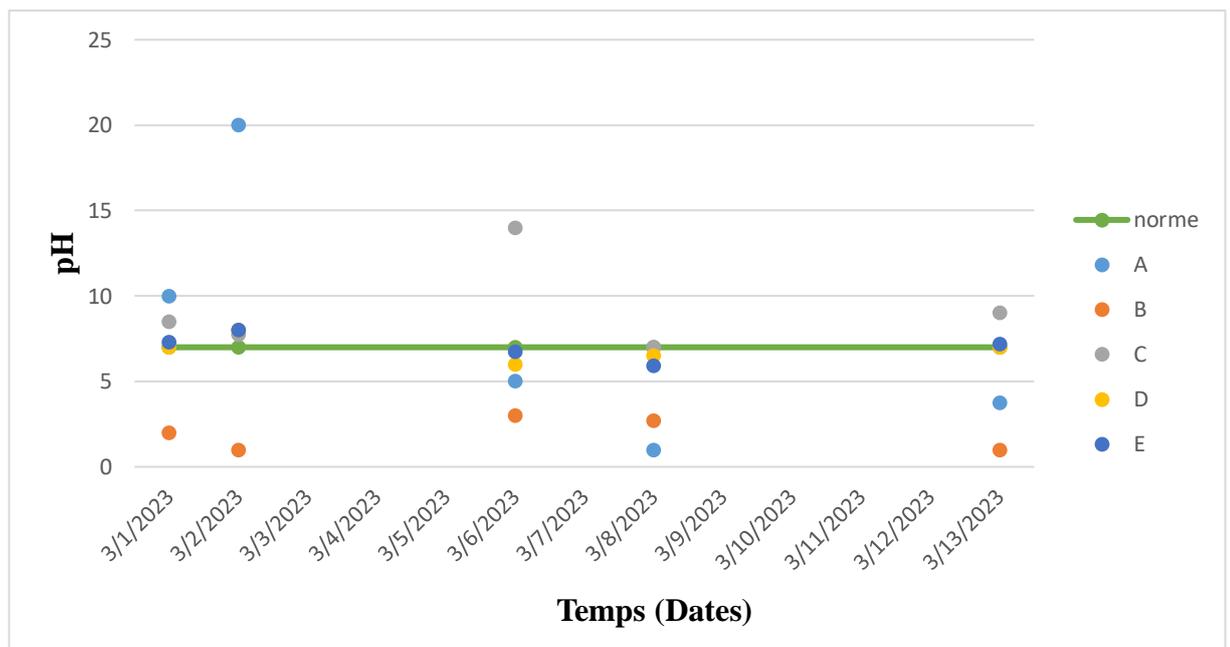


Figure III.1. Variation de la valeur du Ph à chaque point de prélèvement en fonction de temps.

III.1.1. Entrée de la station

D'après les résultats obtenus, nous constatons que le pH à l'entrée de la station varie d'un pH acide à un pH basique, qui est entre 2 et 10. Cette variation de pH est due au mode de fonctionnement des différents ateliers de production. Nous pouvons noter des points fortement acides dues à l'emploi de l'acide sulfurique au niveau de la décomposition des pâtes et de

l'acide phosphorique au niveau de démulcination de raffinage, nous pouvons aussi avoir des pH acides dus à l'arrêt de la savonnerie. Les valeurs de pH basiques dus à l'emploi de la soude au niveau de la savonnerie et nous les enregistrent lorsque le raffinage est à l'arrêt.

III.1.2. Sortie du flottateur

Le pH à la sortie de flottateur varie entre 1 et 3. L'acidification est effectuée par une régulation de pH en fonction des caractéristiques de l'effluent. Pour cela, l'abaissement de pH est dû à l'ajout de l'acide sulfurique qui favorise la décomposition de savon en huile acide pour obtenir un pH qui répond aux normes de 2 à 4 au niveau du flottateur.

III.1.3. Entrée du bassin biologique

Les valeurs de pH au niveau de l'entrée du bassin biologique varient entre 5,9 et 8,5. Nous avons obtenus ces résultats par la neutralisation au lait de chaux. Ce pH nous servira à l'activité des bactéries qui sert à la dégradation de la matière organique dans le bassin biologique.

III.1.4. Sortie de la station

Les valeurs de pH à la sortie de la station varient entre 5,9 et 8. Ces résultats sont conformes aux normes qui sont comprise entre 5,5 et 8,5.

III.2. MESURE DE LA TENEUR EN MATIERE GRASSE (MG)

Les taux des matières grasses obtenues au niveau de chaque point de prélèvement sont regroupés dans le tableau le **tableau III.2** et la **figure III.2** :

Tableau III.2 : Teneur de la Matière Grasse au cinq point de prélèvement.

Dates	A	B	C	D	E
01/03/23	2.5	0	0	0	0
02/03/23	3	1.1	0.2	0	0
06/03/23	3.5	2.06	1.04	0	0
08/03/23	5	3	1.6	0	0
13/03/23	4.9	3.2	2.5	0	0

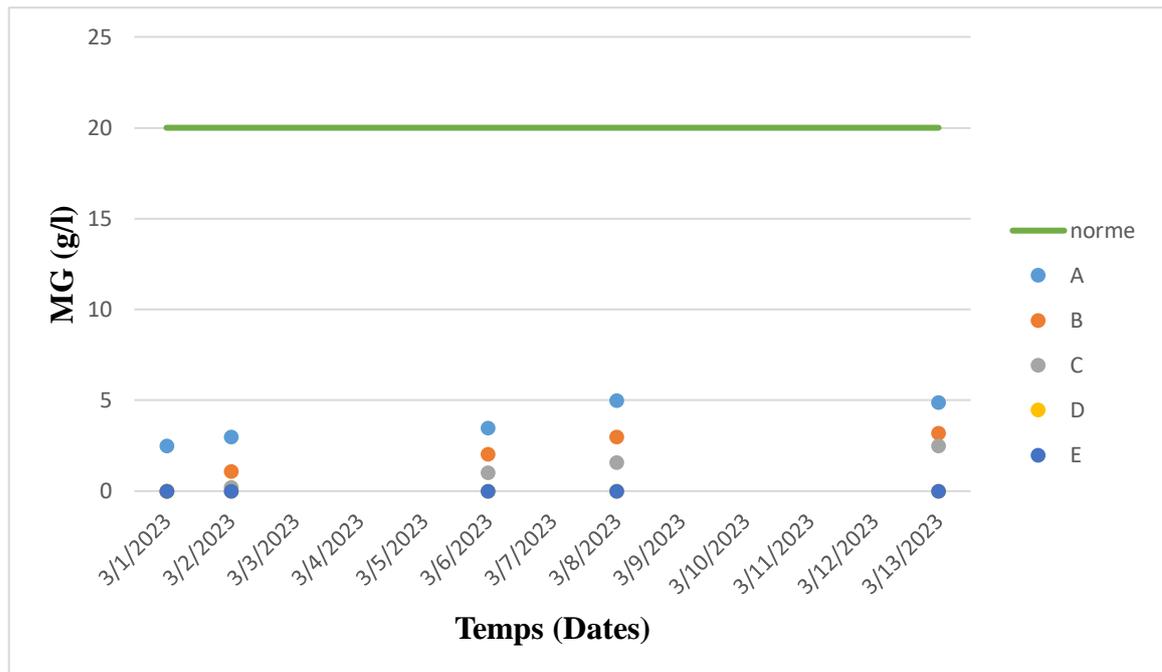


Figure III.2. Variation de la valeur de la Matière Grasse à chaque point de prélèvement en fonction de temps.

III.2.1. Entrée de la station

La teneur de la matière grasse à l'entrée de la station varie entre 2,5 et 4,9 g/l. Nous remarquons que les résultats obtenus répondent à la norme qui est inférieure à 20 g/l qui est due au bon fonctionnement de l'opération de lavage des huiles au niveau de la raffinerie et l'efficacité du prétraitement ainsi que la bonne saponification au niveau de la savonnerie.

III.2.2. Entrée du bassin biologique

On observe que le taux de la matière grasse à l'entrée bassin biologique varie entre 0 et 2,5 g/l cela permet aux microorganismes de pouvoir dégrader les MG restantes au niveau du bassin biologique avant leurs rejets par la flore bactérienne au bout de cinq jours.

III.2.3. Sortie de la station

Le taux de la matière grasse au niveau de la sortie de la station répond à la norme, qui est inférieure à 20 g/l qui est due à l'efficacité du traitement physico-chimique et biologique.

III.3. MESURES DU TAUX DE MATIERE EN SUSPENSION (MES)

Les résultats d'analyses effectuées sur les matières en suspension à la sortie station, et à la fin de traitement sont représentés dans le tableau le **tableau III.3** et la **figure III.3**:

Tableau III.3. Valeurs des MES en ppm à la sortie de la station.

Dates	E
01/03/23	180
02/03/23	150
06/03/23	95
08/03/23	200
13/03/23	75

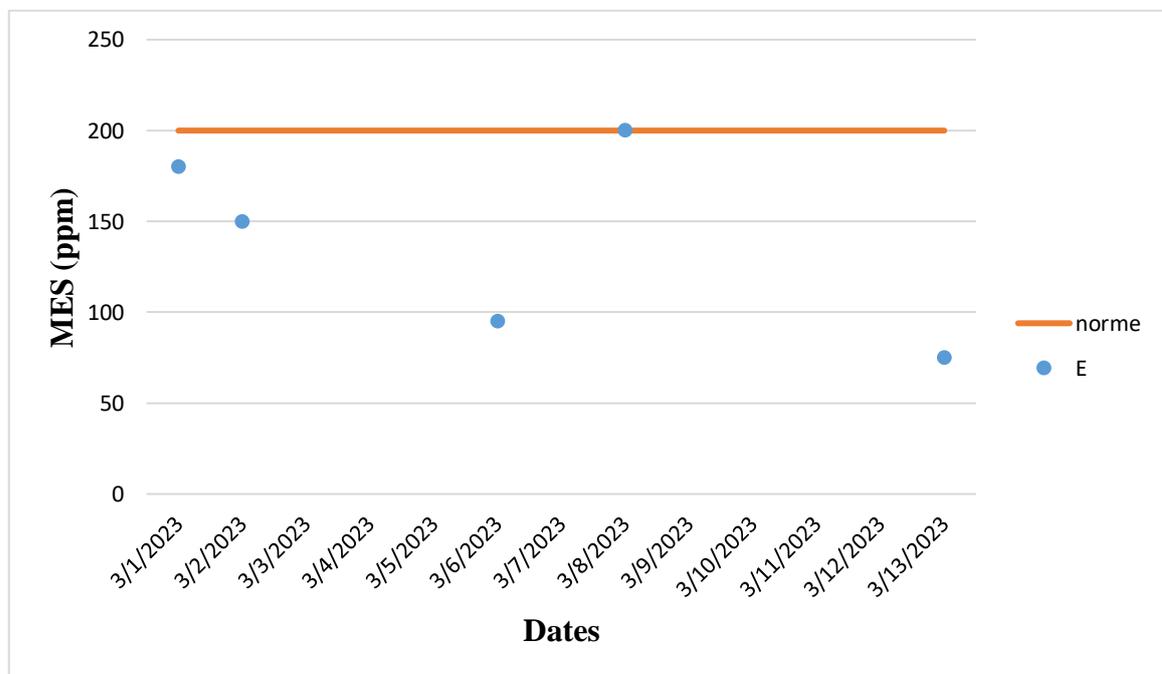


Figure III.3. Variation des MES à la sortie de la station en fonction de temps.

D'après les résultats obtenus le taux de la matière en suspension au niveau de la sortie de la station varie entre 75 et 200 ppm. Ces valeurs sont conformes à la norme qui est de 200ppm, cela explique le bon fonctionnement du clarificateur.

III.4. DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)

Les résultats obtenus concernant la DCO sont présentés dans le **tableau III.4** et la **figure III.4** ci-dessous :

Tableau III.4 : Valeurs de la DCO à chaque point de prélèvement.

Dates	A	C	D	E
01/03/23	22000	10000	2000	900
02/03/23	24000	18000	6000	1020
06/03/23	10000	6000	2000	690
08/03/23	11000	10000	2050	850
13/03/23	15000.	8000	3000	500

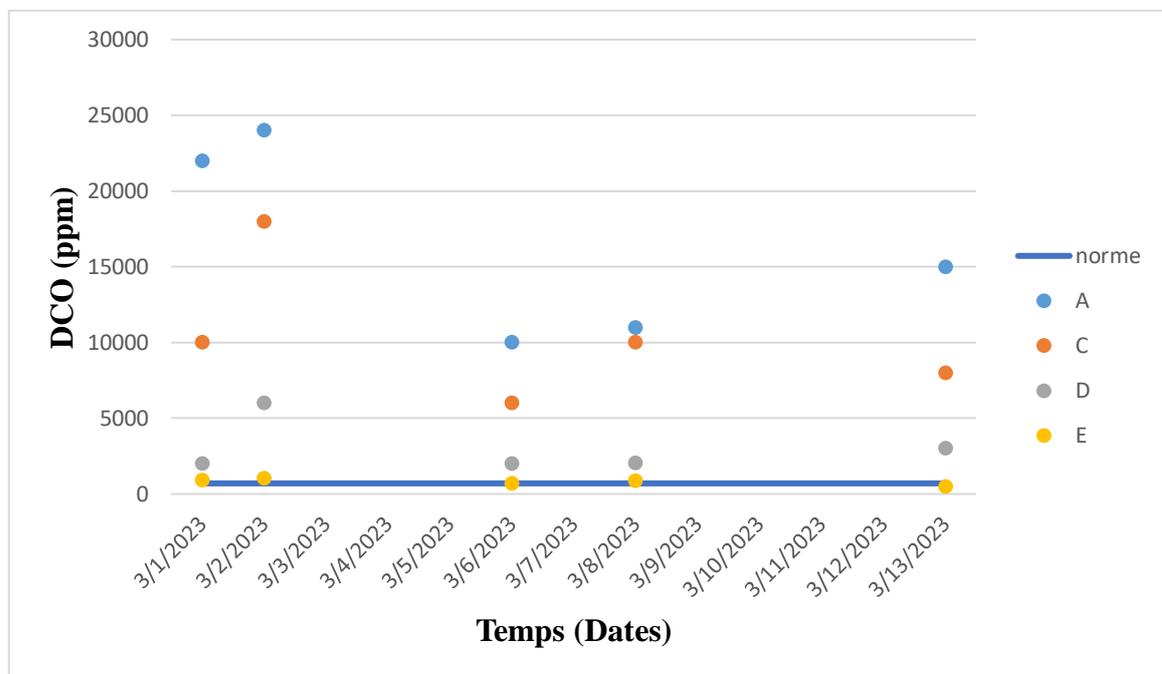


Figure III.4. Variation de la Demande Chimique en Oxygène à chaque point de prélèvement en fonction de temps.

III.4.1. Entrée de la station

Les résultats de la DCO à l'entrée de la station varient entre 10000 et 24000 ppm. Ces valeurs sont attribuables à l'importante charge polluante provenant des divers ateliers de production, ainsi qu'à un temps de séjour insuffisant dans les bacs de stockage. Par conséquent, cela entraîne une hausse de la valeur de la DCO et une diminution de l'efficacité du traitement.

III.4.2. Sortie de la station

On observe que la DCO à la sortie de la station varie entre 500 et 1020 ppm. Les deux mesures qui sont inférieures à 700ppm montrent que sont conformes à la norme, ce qui s'explique par la dégradation de la matière organique et inorganique par la flore bactérienne, ainsi que par l'action combinée du flocculant et du coagulant. Cependant, les mesures qui dépassent la norme pourraient être attribuées à plusieurs facteurs, tels que des débits élevés des effluents, une charge polluante importante, un temps de séjour limité dans le bassin biologique, ainsi qu'un excès de boue générée dans le bassin de dégazage. Malgré l'utilisation de divers types de traitement tels que le traitement physico-chimique, biologique et chimique, les résultats de la DCO indiquent que sa valeur peut être supérieure à la norme établie, qui est de 700 ppm.

III.5. DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (DBO₅)

Les valeurs de la DBO₅ mesuré au niveau de chaque point de prélèvement sont regroupées dans le **tableau III.5** et la **figure III.5** ci-dessous :

Tableau III.5. Résultats de la DBO₅ à chaque point de prélèvement.

Dates	D	E
01/03/23	361	220
02/03/23	381	235
06/03/23	320	157
08/03/23	400	180
13/03/23	400	100

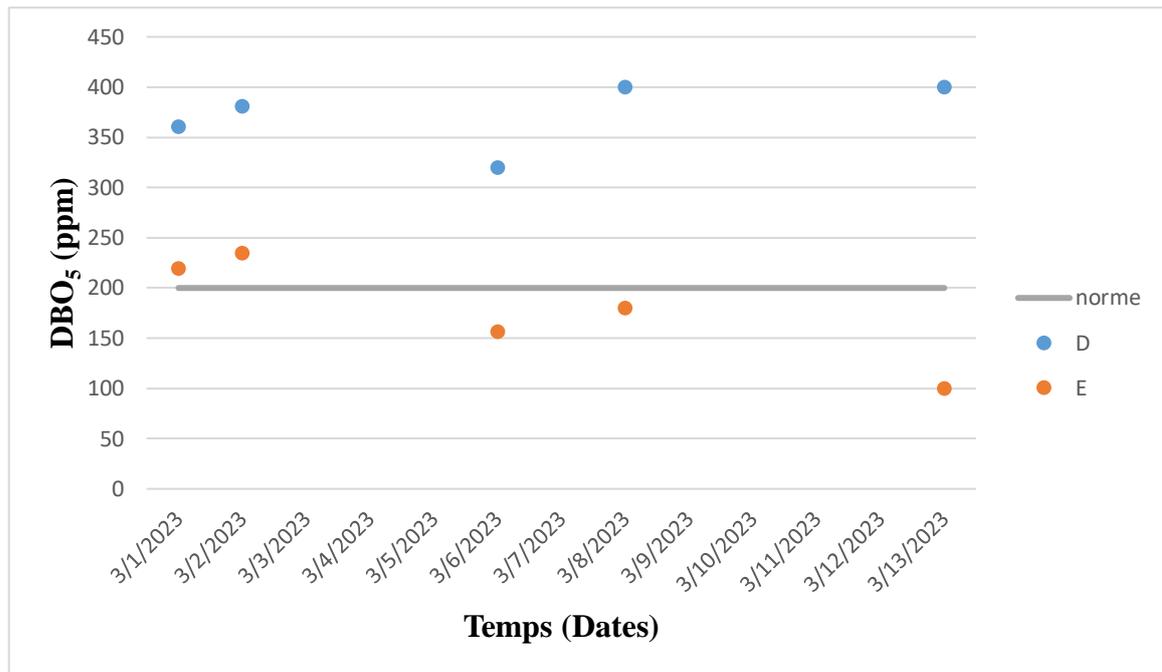


Figure III.5. Variation de la Demande Biochimique en Oxygène à chaque point de prélèvement en fonction de temps.

III.5.1. Sortie du bassin biologique

D'après les résultats obtenus la teneur de la DBO₅ varie entre 320 et 400ppm. Ces valeurs ne sont pas conformes à la norme qui est de 200ppm. Les valeurs élevées de la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO₅) est due à diverses contraintes. Par exemple, l'arrêt d'une des quatre turbines d'aération en raison d'une panne, combiné à un temps de séjour réduit des effluents dans le bassin biologique, diminue le potentiel total de dégradation des matières organiques. Par conséquent, il est crucial de prendre en compte le débit et la charge polluante à l'entrée du bassin biologique.

III.5.2. Sortie de la station

Nous observons les résultats de la DBO₅ qui varient entre 100 et 235ppm. Les deux premiers échantillons qui sont plus élevés que la norme sont causés du temps de séjour insuffisant au niveau du bassin biologique qui entraîne une dégradation inefficace de la matière organique, tandis que la présence insuffisante de micro-organismes dans le bassin biologique entraîne une diminution de l'activité biologique. Il devient donc nécessaire de procéder à un ensemencement bactérien afin de stimuler la population microbienne et d'améliorer les processus de dégradation des matières organiques. Le reste des échantillons sont conforme à la norme. En effet, à ces dates, la quatrième turbine d'aération a été remise en service, ce qui permet de rétablir l'efficacité du processus d'aération. De même, le respect du débit et de la

charge polluante est assuré grâce à la reprise de fonctionnement des ateliers de production qui étaient auparavant arrêtés.

III.6. DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) ET LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (DBO₅) APRES ENSEMENCEMENT

Les valeurs de la DCO et la DBO₅ mesuré après l'ensemencement au niveau de la sortie de la station sont regroupées dans le **tableau III.6** et la **figure III.6** :

Tableau III.6. Résultats de la DCO et la DBO₅ après l'ensemencement à la sortie de la station.

Dates	DCO	DBO ₅
19/03/23	600	171
20/03/23	690	197.14
21/03/23	500	142.8
22/03/23	596.2	170.34
23/03/23	430	122

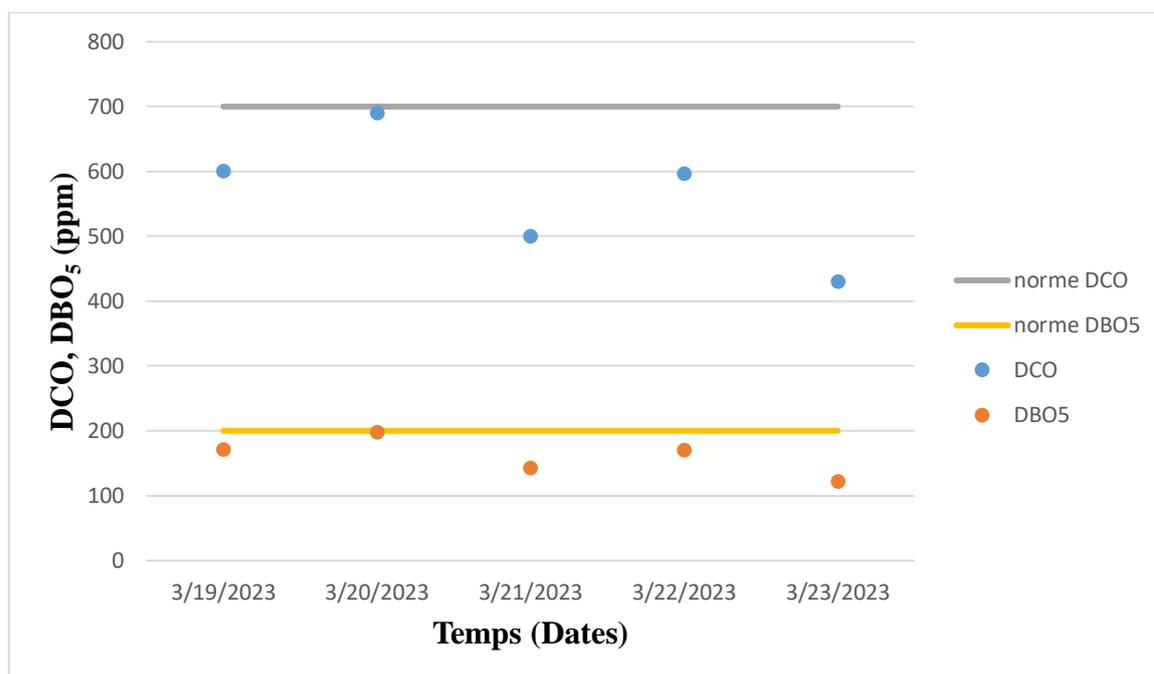


Figure III.6. Variation de la DCO et la DBO₅ après l'ensemencement à la sortie de la station en fonction de temps.

III.6.1. DCO

Les résultats obtenus de la DCO sont de 430 à 690ppm. Ces valeurs sont conformes à la norme qui est de 700ppm. La bonne dégradation des polluants observée à ces dates est

attribuable à l'introduction de la nouvelle flore bactérienne. Cette dernière, grâce à son potentiel de dégradation amélioré, contribue de manière efficace à la décomposition des polluants présents dans le système.

III.6.2. DBO₅

Les résultats obtenus de la DBO₅ sont de 122 à 197.14ppm. Ces valeurs sont conformes à la norme qui est de 200ppm. L'obtention de ces valeurs conformes est le résultat d'un temps de séjour adéquat, qui permet une dégradation complète de toutes les matières organiques par la flore bactérienne. Grâce à ce temps de séjour suffisant, les micro-organismes ont le temps nécessaire pour décomposer efficacement les substances organiques présentes, assurant ainsi une dégradation optimale des polluants.

III.7. ANALYSE DES SULFATES (SO₄²⁻)

Les résultats obtenus concernant les sulfates sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.7. Résultats des sulfates (SO₄²⁻) à l'entrée et à la sortie de la station.

Dates	A	E
17/05/23	500	100
18/05/23	800	150
21/05/23	250	50
22/05/23	400	80
23/05/23	600	120

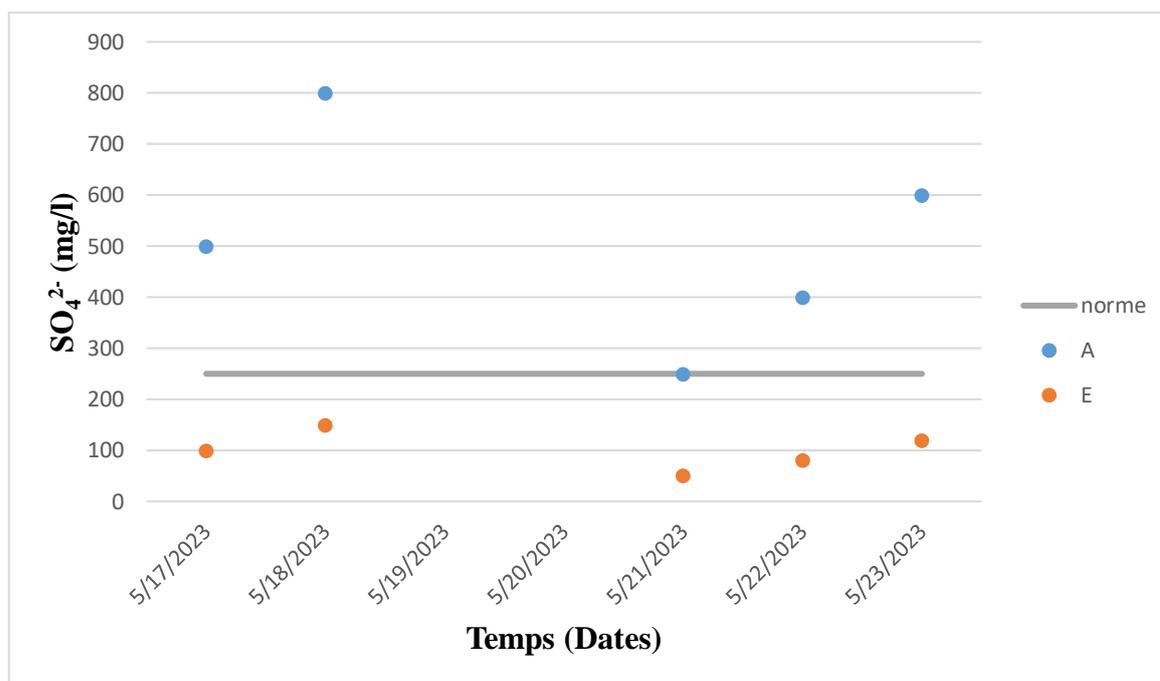


Figure III.7. Variation des sulfates à l'entrée et à la sortie de la station en fonction de temps.

III.7.1. Entrée de la station

Les résultats obtenus des sulfates à l'entrée de la station varient entre 250 et 800 mg/l. Ces valeurs dépassent la norme qui est de 250 mg/l pour plusieurs raisons. Dans l'industrie les sulfates peuvent dépasser la norme en raison de plusieurs facteurs. Les processus de production et les produits chimiques utilisés, tels que les détergents et les nettoyants, peuvent contenir des sulfates qui se retrouvent dans les eaux usées.

III.7.2. Sortie de la station

Les valeurs concernant les sulfates à la sortie de la station varient entre 50 et 150 mg/l. Ces résultats sont inférieurs à la norme qui est de 250 mg/l est due à l'efficacité du traitement physico-chimique et biologique. Cela démontre que l'industrie à respecter les réglementations environnementales en vigueur.

III.8. ANALYSE DES NITRATES

Les résultats d'analyses effectuées sur les nitrates à l'entrée et la sortie de la station, et à la fin de traitement sont représentés dans le tableau III.8 et la figure III.8 :

Tableau III.8. Résultats des nitrates à l'entrée et à la sortie de la station.

Dates	A	E
17/05/23	100	10
18/05/23	200	20
21/05/23	150	15
22/05/23	300	30
23/05/23	250	25

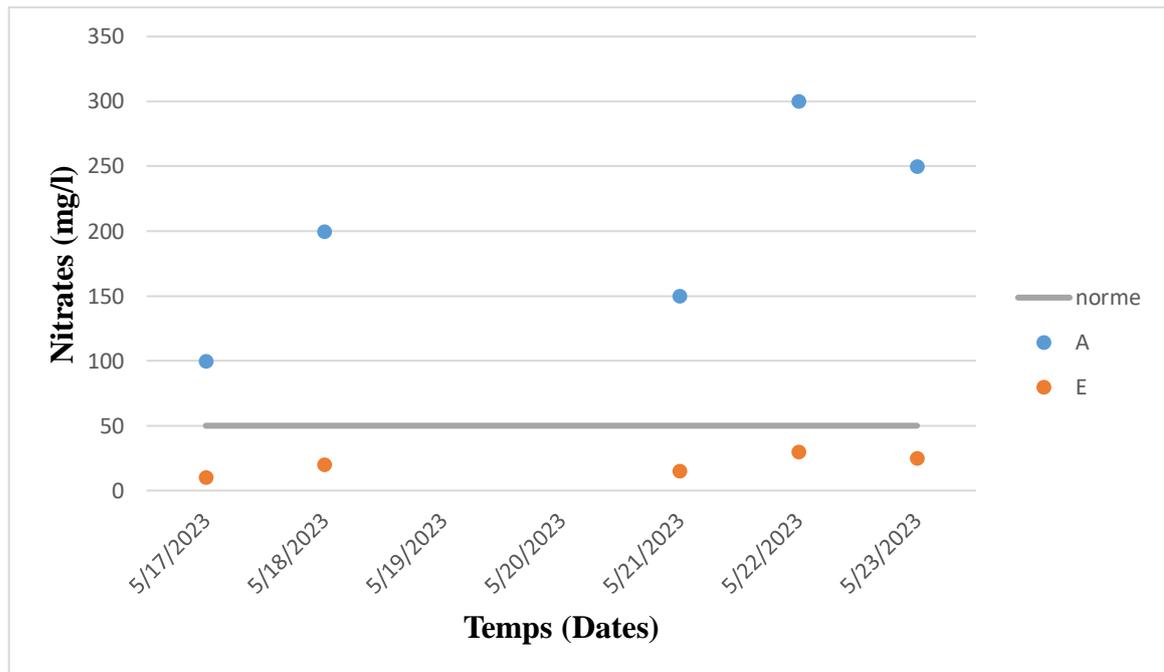


Figure III.8. Variation des nitrates à l'entrée et à la sortie de la station en fonction de temps.

III.8.1. Entrée de la station

D'après les résultats obtenus, la teneur des nitrates à l'entrée de la station varie entre 100 et 300 mg/l. Ces valeurs ne sont pas conformes à la norme qui est de 50 mg/l. Certains additifs et agents de traitement utilisés peuvent contenir des nitrates ou favoriser leur formation lorsqu'ils entrent en contact avec d'autres substances présentes dans les eaux usées. Cela peut entraîner une augmentation des niveaux de nitrates.

III.8.2. Sortie de la station

Nous observons que les valeurs des nitrates à la sortie de la station varient entre 10 et 30 mg/l. Les valeurs conformes à la norme à la sortie de la station sont le résultat du processus de traitement mis en place dans la station. La station d'épuration utilise des méthodes telles que la digestion biologique, la filtration, la décantation et la désinfection pour réduire les niveaux de nitrates et d'autres polluants dans les eaux usées. Les processus biologiques permettent de

décomposer les nitrates, tandis que la filtration et la décantation éliminent les particules solides, y compris les nitrates, des eaux usées. Enfin, la désinfection est réalisée pour éliminer les microorganismes pathogènes et réduire les nitrates restants. Cela permet de garantir que les eaux usées rejetées dans l'environnement respectent les normes environnementales établies.

III.9. LES METAUX LOURDS

Les résultats des mesures des concentrations en métaux lourds concernant l'entrée et la sortie de la station sont représentés dans le tableau suivant **tableau III.9** et les **figure III.9, III.10** :

Tableau III.9. Résultats des teneurs en métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la station.

Dates	Plomb ($\mu\text{g/L}$)		Mercure ($\mu\text{g/L}$)		Cadmium ($\mu\text{g/L}$)	
	Entrée de la station	Sortie de la station	Entrée de la station	Sortie de la station	Entrée de la station	Sortie de la station
17/05/23	45	4	8	0.5	15	1.2
18/05/23	52	5	10	1.2	18	1.5
21/05/23	48	4	12	0.8	20	1.8
22/05/23	55	6	15	1.5	22	2
23/05/23	50	5	10	1	25	2.5

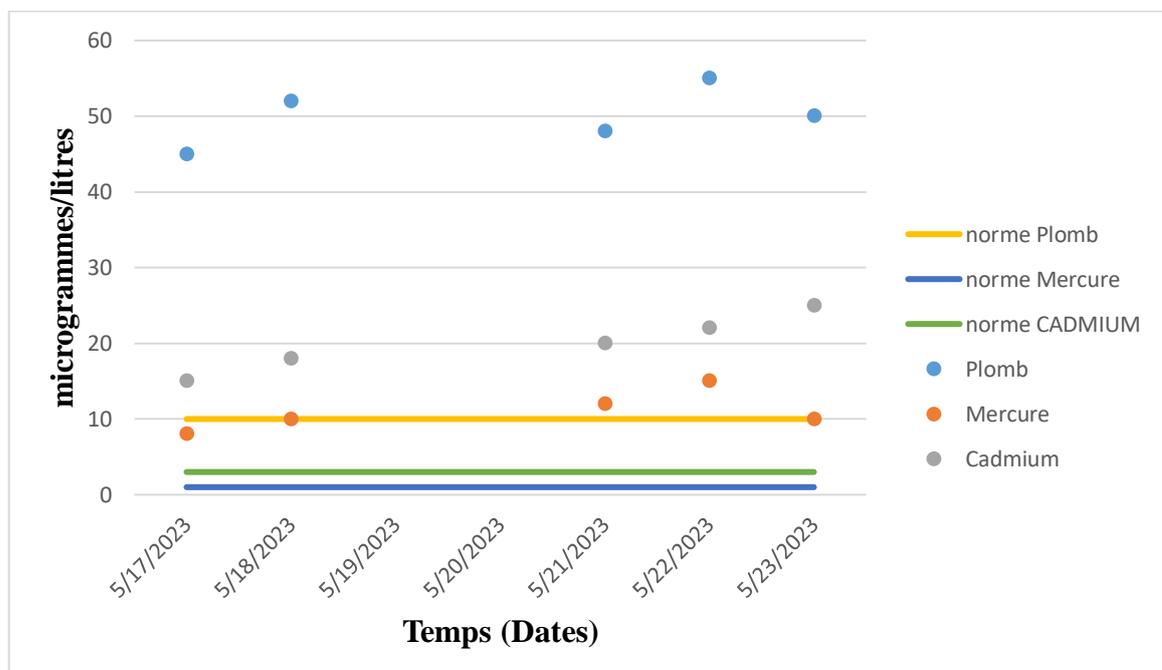


Figure III.9. Variation des teneurs en métaux lourds à l'entrée de la station en fonction de temps.

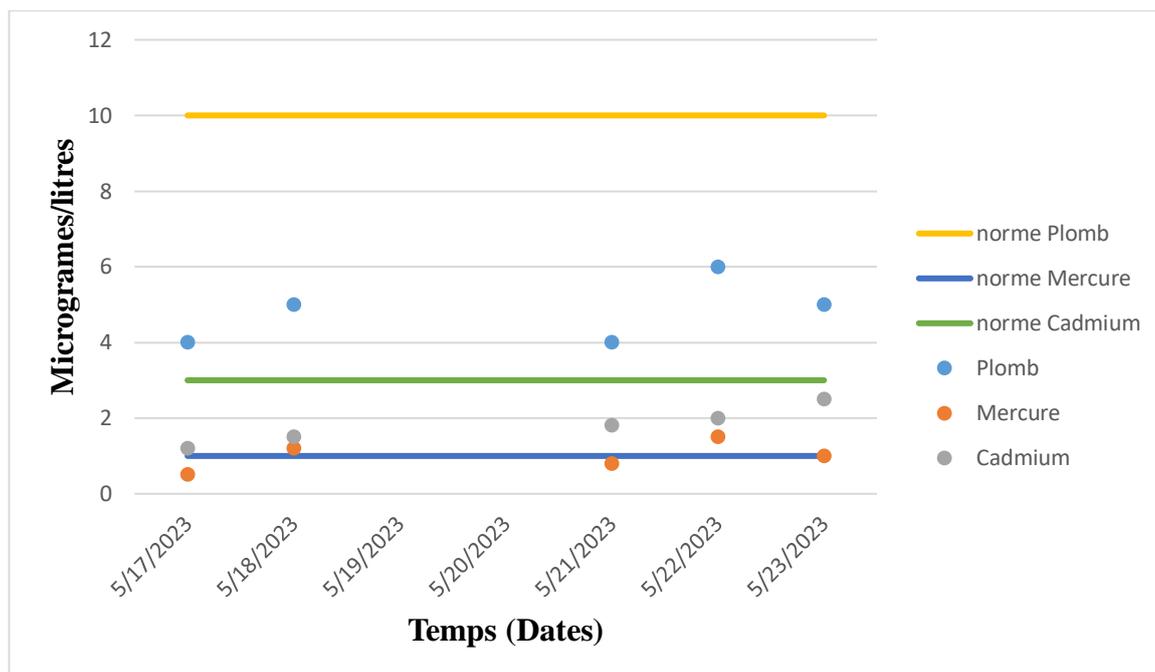


Figure III.10. Variation des teneurs en métaux lourds à la sortie de la station en fonction de temps.

III.9.1. Entrée de la station

Les résultats obtenus des concentrations en métaux lourds (Plomb, Mercure et Cadmium) à l'entrée de la station ne sont pas conformes à la norme, on remarque que pour :

- Plomb : Les résultats varient entre 45 et 55 µg/L et sont supérieurs à la norme qui est de 10 µg/L.
- Mercure : Les valeurs varient entre 8 et 15 µg/L et sont supérieurs à la norme qui est de 1 µg/L.
- Cadmium : Les valeurs varient entre 15 et 25 µg/L et sont supérieurs à la norme qui est de 3 µg/L.

Les valeurs des concentrations en métaux lourds sont supérieures à la norme à l'entrée de la station d'épuration en raison de différentes raisons. Cela peut inclure la contamination des matières premières utilisées qui sont l'huile brute de soja et l'huile brute de tournesol. Les sols dans lesquels les plantes de soja et de tournesol sont cultivées et l'utilisation des engrais qui sont contaminés par des métaux lourds, ces métaux peuvent être absorbés par les plantes et se retrouver dans l'huile de soja ou l'huile de tournesol extraite.

III.9.2. Sortie de la station

Nous observons que les résultats obtenus des concentrations en métaux lourds à la sortie de la station sont conformes à la norme.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité de la station CO.G.B Labelle en suivant les différentes phases de traitement et en mesurant la qualité physico-chimique des eaux usées traitées.

Les résultats obtenus au laboratoire concernant plusieurs paramètres physico-chimiques tels que le pH, la Matière Grasse (MG), les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène (DBO) ont révélé que le complexe CO.G.B Labelle génère une eau usée polluée.

Les teneurs mesurées de la DCO, la DBO et les MES sont respectivement de 1020, 235, 200 ppm. Ces valeurs dépassent parfois les normes tolérées, ce qui indique une performance insuffisante de la station d'épuration. Cela peut être attribué à certains problèmes localisés au niveau de la station :

- Les pannes dues au vieillissement des équipements ;
- L'insuffisance du temps de séjour au niveau du bac de prétraitement ;
- Le non-respect des volumes d'eau envoyés vers la station de traitement des eaux ;
- Les ateliers de production peuvent générer des quantités significatives de polluants tels que des matières organiques, des substances toxiques ou des métaux lourds ;
- Le dysfonctionnement du pont racleur suceur entraîne un excès de boues au niveau du dégazeur de la station d'épuration. Cela perturbe le processus de traitement des eaux usées.

Pour améliorer le rendement de la station CO.G.B Labelle, voici quelques solutions à considérer :

- En réparant les deux autres turbines d'aération et en remettant en service l'agitateur de l'épaississeur, la quantité d'oxygène dissous dans l'eau du bassin biologique sera augmentée.
- Respecter la qualité et la quantité des effluents rejetés et le volume des eaux envoyées vers la station d'épuration des eaux usées ;
- Il est recommandé de réensemencer le bassin biologique avec une nouvelle flore bactérienne pour augmenter la biodégradabilité ;
- Remettre en service les installations à l'arrêt.

Après avoir réalisé l'ensemencement, réactivé la troisième turbine d'aération, ajusté l'agitateur de l'épaississeur, et respecté scrupuleusement les dosages des flocculants et des coagulants, les résultats obtenus se sont avérés satisfaisants et en pleine conformité avec les réglementations en vigueur.

Ces actions ont contribué à améliorer le fonctionnement global de la station d'épuration, permettant ainsi d'obtenir une qualité d'eau traitée répondant aux exigences réglementaires environnementales.

Cependant, il est important de souligner que l'ensemencement doit être réalisé avec soin, en suivant des protocoles stériles et en sélectionnant les micro-organismes appropriés pour chaque situation. Cela garantit des résultats fiables et la préservation de l'environnement. En fin de compte, l'ensemencement dans les eaux usées industrielles contribue à l'industrie durable et à la protection des ressources en eau, en aidant à réduire l'impact environnemental des activités industrielles tout en permettant une meilleure compréhension et gestion des systèmes de traitement des eaux usées.

Annexes

ANNEXE

ANNEXES I. PRESENTATION DE L'UNITE COGB LA BELLE

I.1. Historique

L'entreprise des corps gras de Bejaia a été créée en 1893 par les établissements TAMZALI, après l'indépendance elle fut nationalisée sous le régime du président BOUMEDIENNE en 1967. En 1972, l'unité a été introduite dans la société nationale de gestion et de développement des industries alimentaires SOGE DIA. Le projet de réalisation du complexe des corps gras de Bejaia a été mis en place en 1976 sous le N° 10031M83 du 26/05/1976, et a été réalisé en 1987 dans la zone industrielle D'IHADDADAN de Bejaia, où il occupe une superficie de 108800 m² dont 56500 m² sont couverts le complexe opère avec 450 employés répartis dans différents départements et services avec une organisation de travail comme suit:

- 8h à 16h : employés des services administratifs et de soutien
- 24h sur 24h : employés des ateliers de production les premiers essais de performance ont eu lieu en 1988 et ses deux grandes préoccupations étaient.
 - Promouvoir le développement des industries alimentaires.
 - Distribuer et commercialiser tout produit relevant de son secteur d'activité.

I.2. La production de l'unité

Le tableau suivant présente les différents types de produits fabriqués au sein du complexe avec les tonnages journaliers.

Types de production	Tonnes /jour
Raffinage d'huile alimentaire	400
Fabrication de savon de toilette	50
Fabrication de savon de ménage	150
Distillation des acides gras	20
Production de glycérine pharmaceutique	20
Conditionnement des huiles alimentaires	300 en conditionnement de 5l 100 en conditionnement de 1l
Fabrication de la margarine	80

I.3. Source et nature des eaux a traité

La répartition des quantités de rejets doivent être les suivantes quand le complexe des corps gras de Bejaia fonctionne à capacité nominale et suivant la technologie préconisée.

I.3.1. Bâtiment de raffinage

Le débit du procédé est de 185m³ par jour contenant :

- Matière grasse (MG) ;
- Les mucilages ;
- Savon provenant des eaux des lignes de neutralisation ;
- Acide citrique ;
- Na Cl provenant du procédé de wintérisation (extraction des cires dans l'huile raffinée) ;
- Na₂CO₃ provenant du procédé de wintérisation ;
- Na₂SO₄ provenant du procédé de scission des pâtes ;
- H₃PO₄ provenant du procédé d'hydrolyse ;
- MES (matières en suspension) (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

- **Tour de refroidissement raffinage**

Les tours de refroidissement d'eau propre ne contiennent aucune pollution organique et peuvent être déchargés directement à l'extérieur sans traitement. Tandis que, les matières grasses sont représentées qu'en quantité très faible. Enfin les purges aboutissent directement à la station de traitement des eaux usées au niveau du bassin biologique (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

- **Lavage des sols du bâtiment raffinage**

Les eaux de lavage du sol du bâtiment de raffinage atteint un volume total de 18m³ par jour. Il est prévu une tolérance maximale moyenne de 100 kg de MG. Les eaux de lavage du sol aboutissent dans un décanteur où elles se mélangent avec les autres effluents du raffinage (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

I.3.2. Bâtiment du conditionnement d'huile

Le bâtiment du conditionnement d'huile n'a pas de pollution constante à considérer, excepté des pertes d'huile accidentelles (bouteilles cassées ou trouées). On prévoit pour ce bâtiment un débit maximal de 18m³ par jour d'eau de lavage de sol chargée de 90kg de MG. Cette eau est recueillie dans un bassin décanteur (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

I.3.3. Bâtiment de la savonnerie

Il a été prévu 01m³ en moyenne par jour provenant du raffinage de la glycérine et contenant :

- Glycérol ;
- Na Cl ;
- Matière grasse.

- **Lavage des sols du bâtiment savonnerie**

On prévoit pour ce bâtiment un volume maximal de 18m³ par jour chargé de 100kg de matières grasses. La totalité de ces eaux aboutit au bassin décanteur (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

- **Tours de refroidissement savonnerie**

Les tours de refroidissement des eaux propres de la savonnerie, et de la glycérierie, comme celles du raffinage, sont pour la même raison directement rejetées dans le réseau d'égouttage. Les tours de refroidissement des eaux dites sales sont purgées vers le traitement d'eaux usées et aboutissent au bassin d'aération biologique (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

I.3.4. Bâtiment de la margarinerie

Les rejets de la margarinerie contiennent essentiellement la matière grasse (Documentation intérieur de l'entreprise CO.G.B labelle).

ANNEXES II. LES REACTIFS UTILISES DANS LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

- **Acide sulfurique (H_2SO_4)**

Concentré à 96%

Densité = 1.83

- **Lait de chaux ($Ca(OH)_2$)**

Préparation de 100 Kg de chaux dans 1000 litre d'eau.

Concentration = 10%.

Densité = 1.08

- **Sulfate d'alumine (Al_2SO_4)**

Préparation de 100Kg de sulfate d'aluminium dans 750 litre d'eau.

Concentration = 13,3%.

- **Vers l'épaississeur**

Consommation 20,7 litre /h en solution.

- **Vers le clarificateur**

Consommation 27,6 litre /h en solution.

- **Poly électrolyte**

Préparation 12,5 Kg de poly électrolytes dans 3700 litre d'eau.

Concentration = 0,33 %.

- **Vers le clarificateur**

Consommation 11,04 litre/h en solution.

- **Vers le press Deg**

Pompe doseuse de 320 lits/h, le dosage se fait selon la qualité du gâteau de la boue.

- **Charbon actif**

- **Vers le bassin biologique**

Préparation 25 kg de charbon actif poudre dans 750 litre d'eau.

Concentration = 3%.

Consommation 23 litre /h en solution.

- **Acide chlorhydrique**

- **Tween**

- **Chlorure de baryum**

- **Hydroxyde de sodium**

ANNEXES III. METHODES D'ANALYSES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

III.1. Mesure de PH

III.1.1. Matériels

- Le pH- mètre.

III.1.2. Réactifs

- Solution d'étalonnage de 4, 7, 10.

III.2. Mesure de la matière grasse

III.2.1. Matériels

- Ampoule à décanté ;
- Ballon à col rodé ;
- Système réfrigération ;
- Etuve à 105°C.

III.2.2. Réactifs

- Acide sulfurique H₂SO₄ ;
- Une solution salée saturée ;
- Hexane ;
- Indicateur coloré (méthyle orange).

III.3. Mesure de la matière en suspension

III.3.1. Matériels

- Un bécher ;
- Deux tubes chacun 10ml ;
- Centrifugeuse ;
- Un dessiccateur ;
- Un bain de sable ;
- Une étuve à 105°C.

III.3.2. Réactifs

- Ce protocole de détermination n'utilise pas de réactifs.

III.4. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)

III.4.1. Produits

- Acide sulfurique ;
- Sulfate de mercure ;
- Solution de bichromate de potassium ;
- Solution de Ferroïne ;

- Solution de sulfate de fer et d'ammonium à 0,25N ;
- L'eau distillée.

III.4.1. Matériels

- Ballon à col rodé de 500ml ;
- Fiole jaugé de 50ml ;
- Burette de 25ml ;
- Chauffage et un réfrigérant ;
- Balances.

III.5. Demande biochimique en oxygène (DBO5)

III.5.1. Matériels utilisés

- 6 sondes DBO ;
- 6 flacons DBO ;
- 6 joints caoutchouc ;
- 6 barreaux d'agitation ;
- 1 unité de mélange ;
- 1 appareil de commande d'agitation ;
- 1 inhibiteur de nitrification ;
- 1 solution d'hydroxyde de potassium (solution KOH) ;
- 2 ballons de débordement (157ml, 428ml).



Appareil de mesure de la DBO.

III.6. Analyse des sulfates (SO_2^{4-})

III.6.1. Produits

- Solution d'acide chlorhydrique au 1/10 ;
- Solution de polyvinyl-pyrrolidone ou de Tween 20 à 25 % ;
- Solution de chlorure de baryum stabilisée chlorure de baryum ($\text{BaCl}_2, 2\text{H}_2\text{O}$) 10 g ;
- Solution de Tween 20 [polyoxyéthylène (20) sorbitan monolaurate]
Eau d'ionisée q.s.p 1100 ml ;
- **Solution étalon de sulfate de sodium à 150 mg/L de SO_2^{4-}**
 - Sulfate de sodium anhydre 0,221g ;
 - Eau d'ionisée q.s.p 1000 ml.

III.6.2. Matériel

- Spectromètre ;
- Tube à Essai ;
- barreau magnétique

III.7. Analyses des nitrates

III.7.1. Produits

- Solution de salicylate de sodium à 10 g/L à renouveler toutes les 24 heures.
- Acide sulfurique concentré ($d = 1,84$) ;
- **Solution d'hydroxyde de sodium**
 - Hydroxyde de sodium 200g ;
 - Sel di sodique de l'acide éthylène diamine tétracétique 50g ;
 - Eau d'ionisée q.s.p. 1L ;

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium dans 800 ml d'eau déionisée ; ajouter le sel sodique EDTA. Après dissolution et refroidissement, transvaser la solution dans une fiole jaugée, ajuster le volume à 1 litre. Conserver cette solution dans un flacon de poly-éthylène.

- **Solution d'azoture de sodium**
 - Azoture de sodium 50mg ;
 - Eau d'ionisée q.s.p. 100 ml ;
- **Solution mère étalon d'azote nitrique à 100 mg/L**
 - Nitrate de potassium anhydre 722 mg ;
 - Eau d'ionisée q.s.p. 1 000 ml.
- **Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/L.**
 - Amener 50 ml de la solution mère à 1 000 ml avec de l'eau d'ionisée.

III.7.2. Matériel

- Spectrophotomètre.

III.8. Analyses des Métaux lourds

- Analyse par spectroscopie d'absorption atomique

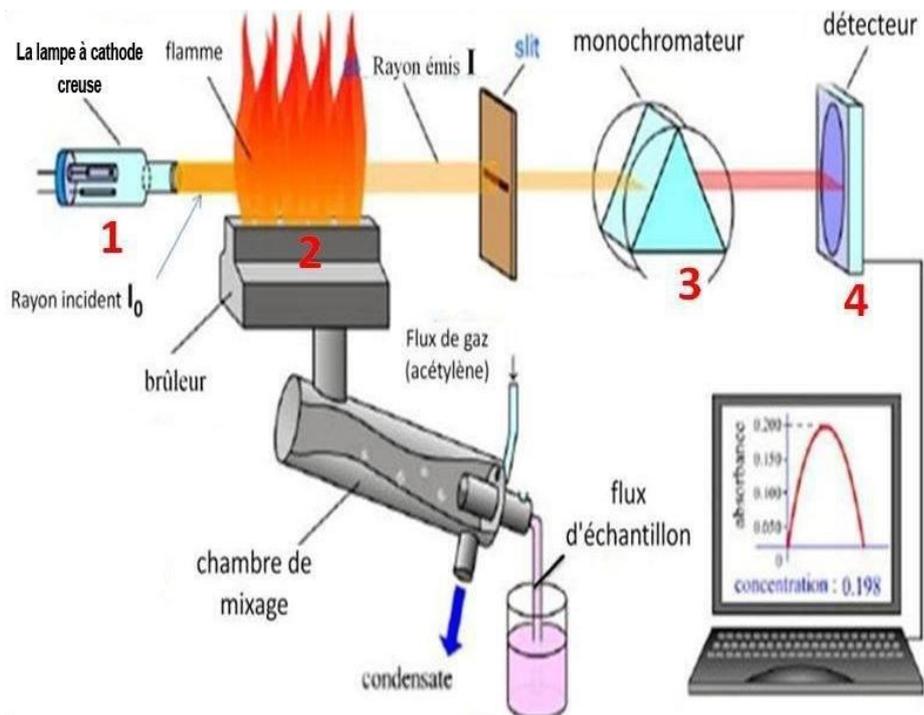


Schéma spectroscopie d'absorption atomique.

Résumé

Cette étude évalue les performances de la station d'épuration des eaux usées de l'unité CO.G.B de Bejaia en analysant divers paramètres indicateurs de la pollution. Les résultats montrent certaines non-conformités aux normes réglementaires, notamment en ce qui concerne les matières en suspension. Cependant, les analyses des matières grasses respectent les normes. Les valeurs de pH varient à l'entrée de la station, mais sont conformes à la sortie. Les demandes chimique et biochimique en oxygène sont non-conformes avant l'ensemencement, mais se rapprochent des normes après. Les sulfates et les nitrates respectent les normes à la sortie de la station grâce aux traitements mis en place. La station utilise également des processus spécifiques pour réduire la concentration des métaux lourds. Ce mémoire, montre que le traitement des eaux usées industrielles est un défi complexe, qui nécessite une approche intégrée et une évaluation régulière des technologies existantes. Nous pensons que les résultats de cette étude pourraient être utiles pour les entreprises et les décideurs impliqués dans la gestion des eaux usées industrielles, afin de promouvoir des pratiques plus durables et respectueuses de l'environnement.

Most clé : Pollution, station d'épuration, MES, DBO5, DCO, ensemencement, métaux lourds.

Abstract

This study evaluates the performance of the wastewater treatment plant at the CO.G.B unit in Bejaia by analyzing various pollution indicator parameters. The results indicate certain non-compliance with regulatory standards, particularly regarding suspended solids. However, the analysis of fats complies with the standards. The pH values vary at the plant's inlet but are compliant at the outlet. The chemical and biochemical oxygen demands are non-compliant before seeding but approach the standards afterwards. Sulfates and nitrates comply with the standards at the plant's outlet due to the implemented treatments. The plant also employs specific processes to reduce heavy metal concentrations. This study demonstrates that industrial wastewater treatment is a complex challenge requiring an integrated approach and regular evaluation of existing technologies. We believe that the results of this study could be useful for businesses and decision-makers involved in industrial wastewater management, promoting sustainable and environmentally-friendly practices.

Keywords: Pollution, wastewater treatment plant, suspended solids, BOD5, COD, seeding, heavy metals.