

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 20 AOÛT 1955 SKIKDA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Ingénierie & Gestion de l'Eau

*ETUDE DES PERFORMANCES DE LA NOUVELLE
STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DE LA
SOCIÉTÉ COCA-COLA SKIKDA*

Soutenu le 25/06/2023

Réalisé par :

- Abde ssamia CHERIET
- Bilel BOURAGHDA
- Lotfi SAHEL DAIBOUN

Encadré par :

- Mme. Fayza MEKHALIF

Année Universitaire 2022- 2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 20 AOÛT 1955 SKIKDA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Ingénierie & Gestion de l'Eau

*ETUDE DES PERFORMANCES DE LA NOUVELLE
STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DE LA
SOCIÉTÉ COCA-COLA SKIKDA*

Soutenu le 25/06/2023

Réalisé par :

Encadré par :

- Abde Ssamia CHIREIT

- Mme. Fayza MEKHALIF

- Bilel BOURAGHDA

- Lotfi SAHEL DAIBOUN

Année Universitaire 2022- 2023

Remerciements



Avant tout, nous remercions Dieu pour le compromis et la volonté Qu'il nous a donné pour la réalisation de ce travail

Un grand merci M^{me} : MEKHALIF Fayza Maître Assistant A à l'université de SKIKDA d'avoir accepté de diriger notre mémoire et nous prodigué toutes les conseils indispensables pour accomplir notre étude.

Nous adressons à remercier les membres du jury pour avoir pris la peine d'évaluer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement toute l'équipe de SBC Skikda spécialement Bouloudani Ali, ami sabar, abdou et mouhamed d'avoir guidé nos pas et nous facilité l'accès aux différents services au niveau de l'usine SBC de Skikda.

Merci à tous les enseignants artisans de notre formation universitaire.

Enfin, A tous ceux qui ont contribué à l'avancement et a la Réalisation de ce Mémoire, nous exprimons nos profonds remerciements.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace



**Je dédie ce modeste travail à mes chers
Parents Mouloud et Zabida qui sans leur
soutien chaleureux, leur encouragements et leur
compréhension ce mémoire n'aurait jamais vu le
jour.**

**A toute la famille spécialement à toutes mes sœurs
Sabrina, Hinde et Aya**

Une grande dédicace à ma chère Elaine

**A tous mes amis spécialement Fateh, Walid, Hassan,
Tarek, Hamza, khaled**

**A toute la promo Master Ingénierie et Gestion de l'Eau
(2023) spécialement à mes collègues Ghozlane, Bilel,
Abderrazak, Mouhamed, et Salah**

LOTFI

DAIBOUN SAHEL LOTFI



Dédicace

**Je dédie ce modeste travail à mes chers
parents.**

**Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour
m'avoir accompagné tout le long de ma vie.**

Je lui dois une fière chandelle.

**Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère
toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez
appries.**

**A mes deux frères Jamil et yamene et ma petite sœur toute ma
famille.**

**A mon petit fis Mohamed amine et ma femme, qui a su me
réconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des
moments difficiles.**

**A tous mes amies Lotfi, Abed samiaa, zaki, Ahmed, Mohamed,
badis, Oussama, ainsi que mes collègues de travail makhlof,
amine, Malik, Amar, Mourad Imad faisal Mounir, Yassin,
Salim ,Abderrezak**

BOURAGHDA BILEL

Dédicace



J'adresse, surtout, ma plus profonde gratitude et tout mon amour à mon cher père et à ma chère mère, qui ont su me faire confiance et me soutenir en toutes circonstances au cours de toutes mes années d'études, c'est avec émotion que je leurs exprime toute mon affection, mon admiration et mon profond respect.

CHERIET ABDE

SSAMIA

Sommaire

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

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX USEES

I-1 Définition des eaux usées industriel 4	4
I-1-1 Différents types de rejets industriels 4	4
I-1-2 Classification des eaux usées industrielle : 5	5
I-2- Les eaux usées industrielles agroalimentaire : 5	5
I-2-1- Définition : 5	5
I-2-2- Les usages de l'eau en industrie agroalimentaire 5	5
I-2-3- Caractéristique des eaux usées agroalimentaire 6	6
I-3- Paramètres d'analyse des eaux usées : 6	6
I-3-1- Les paramètres physique : 6	6
I-3-2-1 Les paramètres chimiques : 7	7
I-4- Généralité sur les boues des STEP : 9	9
I-4-1- Définition, Origine et Production des boues des STEP : 9	9
I-4-2- Caractéristiques des boues : 10	10
I-5 L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement et la santé humaine : 11	11
I-5-1- Les impacts Sur la santé : 11	11
I-5-2- Les impacts sur l'environnementaux : 12	12

CHAPITRE II: EPURATION DES EAUX USEES

II-1- Epuration des eaux usées industrielles agroalimentaire : 15	15
II-1-1 Procèdes de traitement des EUA : 15	15
II-1-1-1 Prétraitements 15	15
II-1-1-2 Traitements Physico-chimiques ou (primaire) 19	19
II-1-1-3 Traitement biologique : 26	26
II-1-1-4 Traitement tertiaire 28	28

CHAPITRE III: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III-1- Présentation de la société Coca-Cola : 33	33
III-2- Historique l'entreprise SBC : 33	33
III-3- Situation géographique 34	34
III-4- Station d'épuration des eaux de procès : 34	34
III-5 Les procéder de traitement : 35	35
III-5-1 Le prétraitement : 35	35
III-5-1-1 Dégrillage : 35	35

III-5-1-2-Déshuilage :	36
III-5-2-La chambre de Neutralisation :	36
III-5-2-1-Pompe pite (fosse de pompe) :	36
III-5-2-2-Tamis statique :	37
III-5-3-BENB (Biological Equalization and neutralization tank):	37
III-5-4-Saisissez du texte, l'adresse d'un site Web ou importez un document à traduire.	37
III-6- Procéder de traitement des boues :	38
III-6-1-L'épaississement des boues :	39
III-6 -2-Déshydratation par filtre - presse :	39
III-6-2-1-Principe :	39

CHAPITRE IV:ETUDE EXPERIMENTALE

IV-1Méthode et normes d'analyse :	40
IV-2 Echantillonnage :	40
IV-2-1-Les échantillons à analyser :	40
IV-2-2- Dates et bassins de prélèvement des échantillons :	40
IV-2-3-Protocole d'échantillonnage :	40
IV-3- Modes opératoires des analyses effectuées :	42
IV-3-1-paramètres d'analysés des eaux usées agroalimentaire :	42
IV-3-1-1-La Matières en suspension (mg/l) :	42
IV-3-2- Les paramètres chimiques :	43
IV-3-2-1-L'azote total N (mg/l).....	43
IV-3-2-2-Le chlore libre Cl (mg/l) :	44
IV-3-2-3-Le Fer Fe (mg/l) :	45
IV-3-2-4-Le Sulfate SO_4^{-2} (mg/l):.....	46
IV-3-2-5-Le Phosphate PO_4^{-3} (mg/l):.....	47
IV-3-2-6-La demande chimique en oxygène DCO (mg/l) :]	48
IV-3-2-7-La demande biologique en oxygène DBO_5 (mg/l):.....	50
IV-3-3-Paramètres d'analysés des boues de la STEP :	52
IV-3-3-1-Echantillonnage :	52

CHAPITRE V:RESULTATS ET DISCUSION

V.1 Résultats et interprétations :	54
V-I-1-Les résultats de pH :	54
V-I-2-Les résultats de température :	54
V-I-3-Les résultats de DBO_5 :	55

V-I-4-Les résultats de DCO :	56
V-I-5-Les résultats de azote total :	56
V-I-6-Les résultats de phosphate totale :.....	57
V-I-7-Les résultats de fer :	58
V-I-8-Les résultats de l'oxygène :.....	58
V-I-9-Les résultats de chlore libre :.....	59
V-I-10-Les résultats de sulfate :	60
V-I-11-Les résultats de MES :.....	60
V-I-12-Les résultats de MES à SBR1 et SBR2 :.....	61
V-I-13-Les résultats de « INDICE DE BOUE » dans SBR1 et SBR2 :.....	62
V-I-14 Les résultats d'analyse des boues (dans laboratoire à l'extérieur) :.....	63
Conclusion générale	69

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre de la figure	Page
Figure I.1	Lien entre le procédé et les boues industrielles	10
Figure II.1	Grille mécanique courbe	16
Figure II.2	Tamis statique type Hydrasieve	17
Figure II.3	Dessaleur circulaire à alimentation tangentielle	18
Figure II.4	Ouvrage longitudinal aéré de dégraissage et déshuilage	19
Figure II.5	Évolution du potentiel électro négatif en fonction de l'éloignement de la particule dans le cas de l'eau brute.	20
Figure II.6	Chambre de mélange avec agitateur rapide	21
Figure II.7	Décanteur Circulateur (version béton)	26
Figure II.8	Schéma du procédé d'épuration par boues activées	28
Figure II.9	Adsorption en phase liquide sur une particule de charbon actif	31
Figure III.1	Situation géographique d'usine	34
Figure III.2	Station des eaux usée	34
Figure III.3	Bassin de neutralisation	36
Figure III.4	Filtre presse boue	39
Figure IV.1	Point de prélèvement (BENB)	41
Figure IV.2	Point de prélèvement (SBR2)	41
Figure IV.3	Point de prélèvement (boue primaire).	41
Figure IV.4	L'oxymètre mesure le (Température/pH /Conductivité /O ₂ / TDS)	42
Figure IV.5	Filtration sous vide	43
Figure IV.6	Une pastille de DPD N°.1	44
Figure IV.7	Photomètre (AL450)	45
Figure IV.8	Sachet de poudre de Vario Ferro IRON LR	46
Figure IV.9	Sachet de poudre de VARIO Sulpha 4 / F10	47
Figure IV.10	Des pastilles de PHOSPHATE N°1 LR et N° 2	48
Figure IV.11	Thermoreactor AL 125	49
Figure IV.12	Thermoreactor CR2200	49
Figure IV.13	Oxytop	50
Figure IV.14	Pastilles de soude	51
Figure IV.15	Remettre à zéro	51
Figure IV.16	les bouteilles dans l'incubateur à 20 °C	52
Figure IV.17	Lieu de prélèvement de boue primaire	52
Figure V.1	Courbe de Variation de pH en fonction le temps	54
Figure V.2	Courbe de Variation de la température en fonction le temps	55
Figure V.3	Courbe de Variation de DBO ₅ en fonction le temps	55
Figure V.4	Courbe de Variation de DCO en fonction le temps	56
Figure V.5	courbe de Variation d'azote totale en fonction le temps	57

Figure V.6	courbe de Variation de phosphate totale en fonction le temps	57
Figure V.7	courbe de Variation de fer en fonction le temps	58
Figure V.8	courbe de Variation de l'oxygène en fonction le temps	59
Figure V.9	courbe de Variation de chlore libre en fonction le temps	59
Figure V.10	courbe de Variation de sulfate en fonction le temps	60
Figure V.11	courbe de Variation de MES en fonction de temps	61
Figure V.12	courbe de Variation des MES en fonction de temps pour les deux bassins SBR1 et SBR2	62
Figure V.13	courbe de Variation de TDS en fonction de temps pour les deux bassins SBR1 et SBR2	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre du tableau	Page
Tableau II-1	Pré-déshuileurs et déshuileurs	19
Tableau II-2	taux de traitement usuels (en g.m ⁻³)	22
Tableau V-1	les Résultats du Ph à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	54
Tableau V-2	les Résultats de la température à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	54
Tableau V-3	les Résultats de DBO5 à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	55
Tableau V-4	les Résultats de DCO à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	56
Tableau V-5	les Résultats d'azote total à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	56
Tableau V-6	les Résultats de phosphate total à l'entrée et à la sortie de STEP pendant les trois semaines	57
Tableau V-7	les Résultats de FER à la sortie de STEP pendant les trois semaines	58
Tableau V-8	les Résultats de l'oxygène à la sortie de STEP pendant les trois semaines	58
Tableau V-9	les Résultats chlore libre à la sortie de STEP pendant les trois semaines	59
Tableau V-10	les Résultats de sulfate à la sortie de STEP pendant les trois semaines	60
Tableau V-11	les Résultats de MES sur à la sortie de STEP pendant les trois semaines	60
Tableau V-12	les Résultats de l'analyse MES à SBR1 et SBR2 pendant les trois semaines	61
Tableau V-13	les Résultats de indice de bous sur l'eau de SBR1 et SBR2 pendant les trois semaines	62
Tableau V-14	Les résultats d'analyse de boue de SBC (2021)	63
Tableau V-15	Les résultats d'analyse radioactive de boue d'épuration (2021)	64
Tableau-V-16	Les résultats d'analyse de boue de SBC (2022)	64
Tableau -V-17	Les résultats d'analyse radioactive de boue d'épuration(2022)	65

LISTE DES ABREVIATIONS

DBNPA : biocide pour contrôler la croissance des bactéries, champignons

NKT : acronyme de l'anglais *Natural killer T*, qui signifie « tueur naturel T

NGL : azote globale

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO : Demande biologique en oxygène

STEP : Station de traitement des eaux polluée

ERI : Eaux résiduaires industrielles

ERU : Eaux Résiduaires urbaine

PPI : des plaques Parallèle Plate Intercepteur

MES : Matières en suspension

pH : Potentiel d'hydrogène

CE : Conductivité

SBC : Skikda Bottling Company

RB : ligne de conditionnement de bouteilles en verre

PET : polyéthylène-téréphtalate

BENB: Biological Equalization and neutralization tank

SBR : réacteur biologique séquentiel

° C : Unité de mesure de la température degré Celsius

QSE : Qualité-Sécurité & Environnement

T01- OS01 : Déshuileur automatique

NEU-BL01 : aérateur immergé

NEU01- QIRC : transmetteur indicateur et contrôleur de pH et température

PP01 : pompe immerge

PP01-LIRSAHL : transmetteur indicateur et contrôleur de niveau

EUA : eaux usées agroalimentaire

Résumé :

L'objectif de notre étude, réalisée au niveau de la société SBC, est la vérification de l'efficacité de la nouvelle STEP et l'évaluation de ces performances. Pour répondre à ce but nous nous sommes procédé au suivi du processus d'épuration et au contrôle de la qualité des eaux résiduaires avant et après traitement. Une analyse détaillée des boues produites est réalisée dans le but d'étudier la possibilité de leurs voies de valorisation.

Les résultats des analyses effectuées, montrent que la qualité des eaux épurées répond aux normes de rejets environnementales. La qualité de la boue produite ouvre plusieurs voies de valorisation.

Les mots clés : STEP, SBC, Boue, eaux résiduaires, Epuration, normes de rejets environnementales.

Abstract:

The objective of our study, carried out at the level of the SBC Company, is the verification of the effectiveness of the new STEP and the evaluation of these performances. To meet this goal, we have proceeded to the monitoring of the purification process and to the control of the quality of the waste water before and after treatment. A detailed analysis of the sludge produced is carried out in order to study the possibility of their recovery routes.

The results of the analyses carried out show that the quality of the purified water meets environmental discharge standards. The quality of the mud produced opens up several ways of valorization.

The key words: STEP, SBC, Sludge, waste water, Purification, environmental discharge standard

ملخص:

الهدف من دراستنا ، التي أجريت على مستوى شركة SBC ، هو التحقق من فعالية محطة تطهير المياه الصخر الصحي الجديدة وتقييم هذه العروض. لتحقيق هذا الهدف ، شرعنا في مراقبة عملية التنقية والتحكم في جودة مياه الصرف قبل وبعد المعالجة. يتم إجراء تحليل مفصل للحمأة المنتجة من أجل دراسة إمكانية طرق استردادها.

تظهر نتائج التحليلات التي أجريت أن جودة المياه النقية تفي بمعايير التصريف البيئي. تفتح جودة الطين المنتج عدة طرق للتنمين.

الكلمات الرئيسية: الخطوة ، سيك ، الحمأة ، مياه الصرف الصحي ، تنقية ، معايير التفريغ البيئي

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

La qualité naturelle des eaux superficielles et souterraines est sans cesse modifiée par l'introduction de substance étrangère et par la variation des différents paramètres. Sous l'effet d'actions physiques et chimique la qualité de l'eau peut être compromise de façon telle que seules les techniques de traitement spéciales sont en mesure de restaurer les critères de qualité de l'eau. [1]

La production de boissons génère donc quotidiennement de grands volumes d'eaux usées (Götz et al. 2014; Matošić et al. 2009; Pettigrew et al. 2015). La nature des polluants et les volumes d'eau rejetés varient selon les étapes du processus industriel. L'utilisation de différentes matières premières, ainsi que la variation des opérations de rinçage des réservoirs, des bouteilles et le nettoyage des installations de production entraînent une grande variabilité des effluents générés.

Ces eaux usées rejetées sont évidemment biodégradables et constituent divers mélanges de produits chimiques provenant de la matière première et des rejets de rinçage ou de nettoyage. Elles se composent principalement de sucre, d'amidon, d'éthanol, d'acides gras, artificiels, de concentrés de jus de fruit, d'aromatisants, de conservateurs (acide phosphorique et acide tartrique), d'agents nettoyants (soude) et de sels minéraux utilisés.

Quel que soit le type de station d'épuration, le principe est simple. Les matières polluantes sont dégradées grâce à un phénomène biologique naturel par les micro-organismes contenus dans les eaux usées et maintenus en quantité suffisante dans les stations où ils transforment la pollution en boues que l'on sépare de l'eau par décantation ou par déshydratation (Dhaouadi, 2008 ; Gaid, 1987 ; Gaid, 2007).

L'objectif de notre étude était de suivre la chaîne d'épuration des effluents et des boues de la nouvelle station SBC et de vérifier ces performances en réalisant des analyses de contrôle de qualité des eaux traitées et les comparer aux normes algériennes requises pour les eaux usées des industries agroalimentaires.

Pour répondre à notre objective, nous avons décidé de diviser notre mémoire en deux parties précédées par une introduction générale. La première est la synthèse bibliographique, elle contient deux chapitres dont l'initial renferme des généralités sur la pollution des eaux, les paramètres de pollution ainsi que leur impact l'environnement et l'être humain. Le second résume l'essentiel des procédés d'épuration des eaux usées pour lutter contre ces inconvénients.

La deuxième partie de notre manuscrit inclue trois chapitres desquels l'introductif décrit la société et la station d'épuration en question, le suivant illustre les différentes méthodes

INTRODUCTION GENERALE

d'analyses des paramètres de pollution des eaux mesurés, ainsi les paramètres d'analyse des boues. Le dernier chapitre englobe les résultats des mesures réalisés et leurs interprétations.

Somme toute, une conclusion générale est apportée à la fin du mémoire résumant les principaux résultats et répondant à l'objectif de notre étude.

Référence bibliographie

[1] DeKADDOUR.N et BENASKEUR. La mémoire master2. Impacte d'activité agricole sur les eaux de beni belaid. Univ de jijel.

[2](Götz et al. 2014 ; Matošić et al. 2009 ; Pettigrew et al. 2015).

[3](Dhaouadi, 2008 ; Gaid, 1987 ; Gaid, 2007).

CHAPITRE I

GENERALITES SUR

LES EAUX USEES

I-1 Définition des eaux usées industriel

Les eaux résiduelles industrielles, sont toutes les eaux rejetées par l'industrie dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au Transport, au refroidissement, etc. En excluant généralement les eaux pluviales sauf si elles sont Polluées par des eaux de ruissellement suite aux lessivages des toitures d'usines à l'origine d'une forte pollution atmosphérique (par exemple, cimenteries, centrales thermiques, etc.) ou des sols de sites industriels en activité ou à l'abandon, contaminés par des substances diverses (Composés azotés, hydrocarbures, sels métalliques) [1].

I-1-1 Différents types de rejets industriels

On distingue quatre catégories de rejets dans l'industrie :

- **Eaux de lavage des sols et machines**

Le degré de pollution et le débit des eaux de lavage sont très variables et particulièrement importants en fin de journée, au cours des nettoyages de week-ends, et des périodes de congés [2].

- **Eaux de fabrication**

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants de diverses natures, car elles n'ont pas de contact avec les produits fabriqués [2].

- **Rejets des services généraux**

Cette eau essentiellement les eaux usées domestiques (cuisine, cantine,) de l'usine qui présentent des caractéristiques particulières et sont biodégradables [2].

- **Eaux des circuits de refroidissement**

Les eaux des circuits de réfrigération sont souvent très minéralisées et pouvant contenir une quantité plus ou moins grande de produits chimiques ayant servi à leur traitement [2]. L'on retrouve ainsi, dans ces rejets, aussi bien des produits destinés à lutter contre le tartre et la corrosion des installations (inhibiteurs de corrosion : ortho-phosphates, poly-phosphates, molybdates... ; antitartres organiques : polyacrylates, poly-maléates, phosphonates plus ou moins complexes ; dispersants des particules en suspension ; produits désinfectants de synthèse : carbamates, DBNPA... ou minéraux, le plus souvent de l'eau de javel). Il ne faut pas oublier aussi les rejets biologiques associés aux purges. Celles-ci peuvent aussi bien contenir des amibes telles que des légionnelles [2].

I-1-2 Classification des eaux usées industrielle :

La classification des eaux usées industrielles dépend des types de contaminants présents dans l'eau et de leur concentration. Il existe plusieurs classifications possibles, en fonction des critères utilisés pour la caractérisation des eaux usées.

- **Classification basée sur la nature des contaminants :**
 - Eaux usées organiques : elles contiennent principalement des composés organiques tels que les hydrocarbures, les solvants, les acides, les alcools, les esters, etc.
 - Eaux usées inorganiques :elles contiennent principalement des composés inorganiques tels que les sels, les métaux, les acides, les bases, etc [3].
- **Classification basée sur la charge polluante :**
 - Eaux usées à forte charge organique : elles contiennent une concentration élevée de matière organique biodégradable.
 - Eaux usées à faible charge organique : elles contiennent une concentration faible à modérée de matière organique biodégradable [4].
- **Classification basée sur la source des eaux usées :**
 - Eaux usées domestiques : elles proviennent des activités humaines dans les zones résidentielles.
 - Eaux usées industrielles : elles proviennent des activités industrielles et commerciales [5].

I-2-Les eaux usées industrielles agroalimentaire :

I-2-1- Définition :

Les eaux usées agroalimentaires sont des eaux usées qui proviennent des activités agroalimentaires, telles que les industries de transformation des aliments, les fermes d'élevage, les cultures et les vignobles. Ces eaux usées contiennent des matières organiques, des nutriments, des produits chimiques et des sédiments qui peuvent être nocifs pour l'environnement et la santé humaine si elles ne sont pas correctement traitées [6].

I-2-2- Les usages de l'eau en industrie agroalimentaire

- Ingrédient de fabrication

- Fluide thermique : Vapeur ou Liquide
- Fluide mécanique
- Solvant
- Lavage, nettoyage, désinfection :
- Des produits alimentaires du matériel et des installations

I-2-3- Caractéristique des eaux usées agroalimentaire

Les eaux usées agroalimentaires présentent des caractéristiques particulières en raison de leur origine spécifique. Voici quelques-unes des caractéristiques courantes des eaux usées agroalimentaires :

- Charge organique élevée : Les eaux usées agroalimentaires sont souvent riches en matières organiques telles que les graisses, les huiles, les protéines, les glucides et les fibres. Cela peut entraîner une demande biochimique en oxygène (DBO) élevée et une demande chimique en oxygène (DCO) élevée.
- Teneur élevée en nutriments : Les eaux usées agroalimentaires peuvent contenir des niveaux élevés de nutriments tels que l'azote et le phosphore, qui sont souvent utilisés comme engrais pour les cultures. Cela peut entraîner une eutrophisation des plans d'eau si les eaux usées sont rejetées sans traitement adéquat.
- pH variable : Le pH des eaux usées agroalimentaires peut varier en fonction du type de produit alimentaire fabriqué. Par exemple, les eaux usées de la production de fromage peuvent avoir un pH plus acide que les eaux usées de la production de jus de fruits.
- Présence de produits chimiques : Les eaux usées agroalimentaires peuvent contenir des produits chimiques tels que des agents de nettoyage, des désinfectants et des pesticides utilisés pour le nettoyage et la désinfection des installations agroalimentaires.
- Température élevée : Les eaux usées agroalimentaires peuvent être chaudes en raison du processus de production et du nettoyage à chaud. Cela peut affecter la qualité de l'eau en augmentant la solubilité des nutriments et en réduisant la teneur en oxygène dissous.

I-3-Paramètres d'analyse des eaux usées :**I-3-1-Les paramètres physique :****A- La température T (°C) :**

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH. Donc cette

grandeur physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique [7].

B - Le potentiel d'hydrogène pH :

Le potentiel hydrogène (pH) est la mesure du caractère acide ($1 < \text{pH} < 7$) ou basique ($7 < \text{pH} < 14$) des eaux usées. En général, l'activité biologique se situe entre 6,5 et 8 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel [7].

C- La conductivité CE (us/cm)

La 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 conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm². L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m)[8].

$$1 \text{ S/m} = 10^4 \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ mS/m}$$

D- L'Oxygène dissous O₂ (mg/l)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O₂ l⁻¹ [8].

H-Les matières en suspension (MES) :

Naturellement, les matières en suspension dans l'eau proviennent des effets de l'érosion. Les eaux résiduaires des zones industrielles et urbaines sont souvent chargées en MES; le taux varie en quantité et en qualité selon leur provenance. Le plus souvent, ces matières solides minérales ou organiques sont en grande partie éliminées par décantation.

Par leurs effets obscurcissant, les MES présentes dans les eaux diminuent l'efficacité de la photosynthèse qui contribue à l'aération de l'eau.

Les organismes vivants peuvent alors manquer d'oxygène. Par ailleurs, les MES donnent à l'eau un aspect sale [7].

Matières minérales en suspension (MES) : sables, argiles, faciles à traiter et à éliminer [7].

I-3-2-1 Les paramètres chimiques :

A- L' azote total Na (mg/l):

La pollution azotée se caractérise par des forme réduites (NH_4^+ , $\text{N}_{\text{organique}}$) et oxydées (NO_3^- , NO_2^-). L'azote Kjeldahl, noté NKT ou NK, est égal à la somme des concentrations des ions ammonium et de l'azote organique et s'exprime en mg N.L^{-1} . L'azote globale (NGL) représente la totalité de ces éléments exprime en mg N.L^{-1} [7].

B- Sulphate SO_4^{2-} (mg/l):

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de décoloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates [8].

C- Phosphate PO_4 (mg/l) :

Le phosphore existe sous forme d'ortho phosphate PO_4^{3-} , de poly phosphates et de phosphore organique. Le paramètre P_t et la somme de tous ces composée .EN sortie de station d'épuration le phosphore est à 90% sous forme d'ortho phosphates [7].

D- La Demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO_5) :

Représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pendent cinq jours Elle, s'exprime en milligramme d'oxygène par litre (mgO_2/L). Il s'agit donc d'une consommation potentielle de l'oxygène par voie biologique. D'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Il est utilisable ;

- Soit pour quantifier la charge polluant organique de l'eau ;
- Soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel [7].

E- La demande chimique en oxygène (DCO) :

Est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique en utilisant du bichromate de potassium dans une solution acide et pour la transformer en dioxyde de carbone et

en eau. La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO₅, car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement mais ne peuvent s'oxyder biologiquement.

La demande chimique en oxygène, D'après la norme internationale IOS de 1986, c'est la concentration, exprimée en mg d'O₂/L équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension (1 mol de Cr₂O₇²⁻ équivaut à 1.5 mole d'O₂). D'ordinaire, la DBO₅ est utilisée pour qualifier les eaux usées municipales traitées et non traitées et celle des eaux industrielles biodégradables. La DCO est utilisée pour qualifier les eaux usées qui ne sont pas biodégradables, ou qui contiennent des composants qui freinent l'activité des micro-organismes [7].

I-4-Généralité sur les boues des STEP :

I-4-1-Définition, Origine et Production des boues des STEP :

Le terme « boues » est le terme générique employé pour caractériser les résidus ou sous-produits issus des procédés de séparation liquide-solide des installations de traitement et d'épuration des eaux usées résiduaires[9]. La production de boues résulte d'une accumulation consécutive de trois phénomènes combinés : la production de micro-organismes actifs ou morts, l'accumulation de matières en suspension minérales et l'accumulation de matières organiques non biodégradables. Cette production de boue se développe sur une matière organique qui se trouve sous forme soluble, colloïdale (0,08 - 1 µm), supra-colloïdale (1-100 µm) et enfin, particulaire (matière en suspension). Chaque fraction est divisée en sous fractions biodégradable, non biodégradable, organique ou minérale [9].

Les boues sont composées d'éléments recueillis à différents stades de l'épuration d'une eau usée : matières minérales inertes, d'azote, de phosphore et de matières organiques. Ces boues sont considérées comme un déchet et sont aussi susceptibles de polluer l'environnement. Elles peuvent être urbaines ou industrielles. Les premières sont produites dans les stations d'épuration traitant des effluents dits 'urbains', c'est-à-dire majoritairement des eaux usées d'origine domestique. Les secondes sont issues du traitement d'eaux usées industrielles. Selon le stade de traitement, on les réfère à des boues primaires, secondaires, tertiaires ou la combinaison des trois, elles peuvent être digérées ou non[9]. Les boues sont classées suivant le système d'où elles sont soutirées, on distingue :

- **Les boues de procédé :** Déchets généralement pâteux issus de la chaîne de fabrication, non rejetées avec les eaux industrielles compte tenu de leurs propriétés (concentration élevée, toxicité pour le traitement biologique des eaux, etc.)[10].

- **Les boues d'épuration** : Qui désignent l'ensemble des phases concentrées issues des opérations de séparation de phase (décantations, filtrations...) du traitement des eaux industrielles [10].

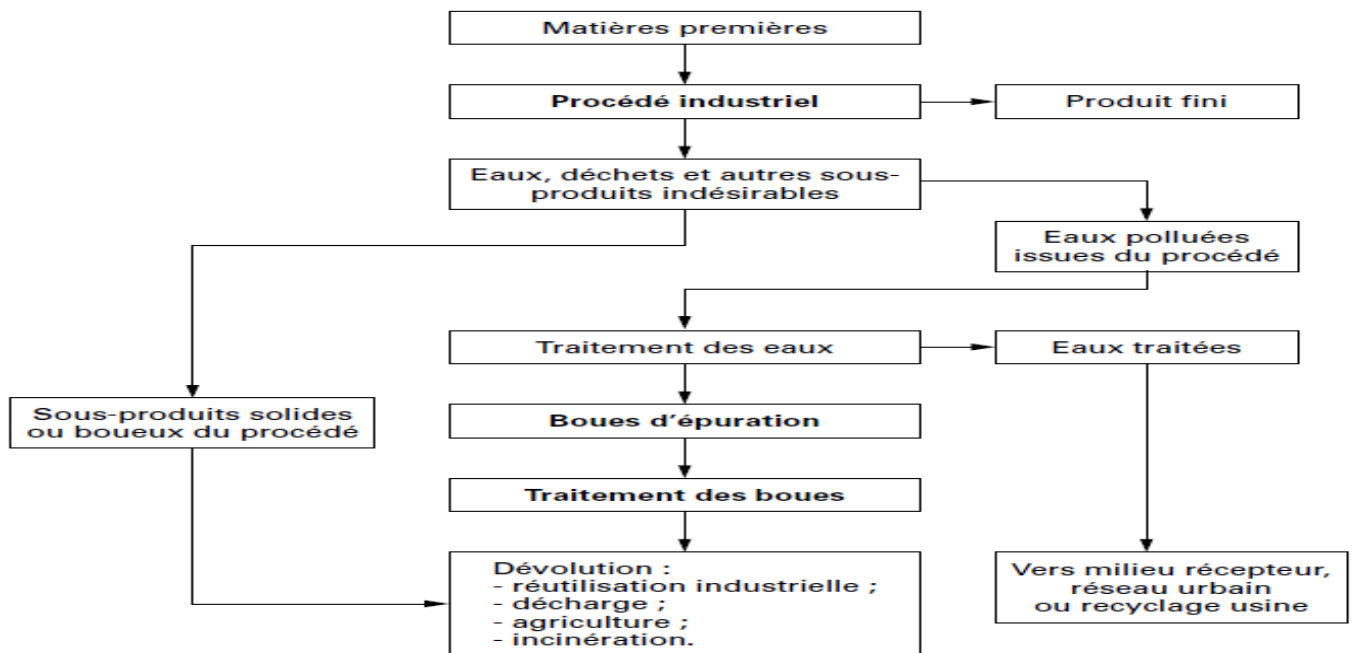


Figure I.1 : Lien entre le procédé et les boues industrielles [10].

I-4-2-Caractéristiques des boues :

Trois facteurs importants affectent la variation des volumes générés et les caractéristiques des boues. Ce sont le type de traitement exercé, la population desservie et la nature des rejets industriels déversés dans les réseaux des eaux usées. Les boues résiduelles générées du système d'épuration sont des produits :

- ✚ Peu concentrés, renfermant généralement plus de 5% d'eau ;
- ✚ Fermentescibles, du fait de la teneur importante en matière organique ;
- ✚ Contenant des agents pathogènes, en partie d'origine fécale.

Ces trois caractéristiques en font des boues un déchet défavorable pour utilisation ultérieure. Le traitement de ces boues est, par conséquent, indispensable. Ce traitement consiste en un ensemble d'opérations visant à modifier les caractéristiques défavorables des boues pour rendre leur destination finale fiable et sans risque environnemental. Généralement, l'objectif principal du traitement des boues est de réduire leur volume et leurs nuisances liées au caractère putrescible. Le conditionnement des boues est un parmi les opérations de traitement permettant d'améliorer leurs caractéristiques de déshydratation [9].

I-5 L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement et la santé humaine :**I-5-1-Les impacts Sur la santé :**

L'eau contaminée et le manque d'assainissement entraînent la transmission de maladies comme le choléra, la diarrhée, la dysenterie, l'hépatite A, la fièvre typhoïde et la poliomyélite. L'insuffisance ou l'absence des services d'alimentation en eau et d'assainissement ou leur mauvaise gestion expose les personnes concernées à des risques évitables pour leur santé. C'est particulièrement vrai dans les établissements de santé où les patients et le personnel courent un risque supplémentaire d'infection et de maladie lorsqu'il n'y a pas de services d'alimentation en eau, d'assainissement et d'hygiène. À l'échelle mondiale, 15 % des patients contractent une infection pendant leur séjour à l'hôpital, cette proportion étant bien plus grande dans les pays à faible revenu.

La mauvaise gestion des eaux usées urbaines, industrielles et agricoles implique pour des centaines de millions de personnes une contamination dangereuse ou une pollution chimique de l'eau potable. La présence naturelle de produits chimiques, notamment l'arsenic et le fluorure, en particulier dans les eaux souterraines, peut également avoir une incidence sur la santé, tandis que d'autres produits chimiques, comme le plomb, peuvent être libérés dans l'eau potable en quantités importantes en raison de leur présence dans les éléments du réseau d'approvisionnement.

On estime que, chaque année, plus de 829 000 personnes meurent de diarrhée à cause de l'insalubrité de l'eau potable et du manque d'assainissement et d'hygiène. Cependant, la prévention de la diarrhée est en grande partie possible et on pourrait, par exemple, éviter chaque année la mort de 297 000 enfants de moins de cinq ans si on luttait contre ces facteurs de risque. Lorsqu'il est difficile de se procurer de l'eau, il arrive que les gens décident que le lavage des mains n'est pas une priorité, ce qui augmente le risque de diarrhée et d'autres maladies.

La diarrhée est la maladie la plus connue associée aux aliments et à l'eau contaminés, mais elle n'est pas la seule. En 2017, plus de 220 millions de personnes avaient besoin d'un traitement préventif de la schistosomiase, une maladie aiguë et chronique causée par des vers parasites qui peuvent être présents dans l'eau [11].

I-5-2-Les impacts sur l'environnementaux :

La pollution de l'eau a de nombreux impacts environnementaux significatifs. Voici quelques-uns de ces impacts, accompagnés d'une référence bibliographique :

1. Perte de biodiversité aquatique : La pollution de l'eau peut entraîner la mort ou la migration des espèces aquatiques, perturbant ainsi les écosystèmes aquatiques. Cela peut conduire à une perte de biodiversité significative [12].

2. Dégradation de la qualité de l'eau potable : Lorsque les sources d'eau douce sont contaminées, la qualité de l'eau potable peut être compromise. Les polluants chimiques, tels que les pesticides, les métaux lourds et les produits chimiques industriels, peuvent rendre l'eau dangereuse pour la consommation humaine [13].

3. Destruction des habitats aquatiques : La pollution de l'eau peut entraîner une détérioration des habitats aquatiques, tels que les zones humides et les récifs coralliens. Cela peut avoir un impact négatif sur les espèces qui dépendent de ces habitats pour leur survie [14].

4. Eutrophisation : La pollution des eaux par des nutriments, tels que les nitrates et les phosphates provenant des engrais agricoles et des eaux usées, peut entraîner une eutrophisation des écosystèmes aquatiques. Cela favorise la croissance excessive d'algues, qui consomment l'oxygène dissous et entraînent la mort de poissons et d'autres organismes aquatiques [15].

5. Impact sur la chaîne alimentaire : La pollution de l'eau peut contaminer les organismes aquatiques, qui sont ensuite consommés par d'autres espèces. Les produits chimiques toxiques peuvent s'accumuler tout au long de la chaîne alimentaire, entraînant des effets néfastes sur la santé des animaux et des êtres humains [16].

Références bibliographiques :

- [1] Mémento technique de l'eau. Sté Degrémont. Ed. Technique et Documentation, Paris 1989.
- [2] BOEGLIN J-C. et ROUBATY J-L. Pollution industrielle de l'eau Caractérisation, classification, mesure. Technique de l'ingénieur. Volume G 1 210v2. 2007.12p.
- [3][Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering : Treatment and Reuse, McGraw-Hill Education, 2013.].
- [4] [Davis, Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill Education, 2014.].
- [5][Tchobanoglous, Burton, and Stensel, Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, McGraw-Hill Education, 2013.].
- [6] FAO. (2016). Gestion des eaux usées dans les zones rurales : Guide à l'intention des décideurs. Rome.
- [7] M.khalfaoui.R mémoire de master ,simulation dynamique du traitement des eaux usées domestique, master automatique , spécialité commande des processus industriels.2012.
- [8] De K BENGOUGA · 2010 · Les déchets et les effluents *industriels* définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces *eaux usées*. Les établissements industriels.
- [9] ZEMMOURI H. Valorisation d'un Biomatériau, Le Chitosane, Dans Le Traitement Des Eaux De Surface Et Dans Le Conditionnement Des Boues. Thèse de Doctorat en Génie de l'Environnement, option Biotechnologies. Ecole Nationale Polytechnique, Harrach. 2012. 135 p.].
- [10] [GUIBELIN É. Lutte contre la pollution des eaux- Traitements des boues d'épuration. Technique de l'ingénieur. Volume g1450. 1999. 15 p.].
- [11]Cite web : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> .
- [12] Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., ... & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.
- [13] Ng, C. A., & Noller, B. N. (2011). Pesticides and their degradation products in the Great Barrier Reef lagoon waters and adjacent coral cays. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2669-2678.

[14] Hughes, T. P., Baird, A. H., Bellwood, D. R., Card, M., Connolly, S. R., Folke, C., ... & Roughgarden, J. (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *science*, 301(5635), 929-933.

[15] Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8(3), 559-568.

[16] Jardine, T. D., Pusey, B. J., Hamilton, S. K., Pettit.

[17] [Meinck (F.), stoof (J.) et kohlschuetter (H.). – Les eaux usées industrielles. Masson éd., Paris,1977].

CHAPITRE II
EPURATION DES
EAUX USEES

II-1- Epuration des eaux usées industrielles agroalimentaire :

L'épuration des ERI a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements d'affinage [1].

II-1-1 Procèdes de traitement des EUA :

II-1-1-1 Prétraitements

Les prétraitements sont destinés à séparer des eaux résiduaires : les matières solides volumineuses risquant d'obstruer les canalisations de l'installation de traitement ; les matières flottantes et les polluants liquides (huiles, hydrocarbures) non miscibles à l'eau et généralement moins denses qu'elle.

Ils sont constitués d'un ensemble d'opérations physiques et mécaniques : dégrillage, tamisage, dessablage, déshuilage dégraissage dont la mise en œuvre est largement dépendante de la nature et des caractéristiques des rejets industriels à traiter et aussi de la ligne de traitement prévue en aval [7].

- **Dégrillage**

Il permet de séparer les matières volumineuses. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale.

- ✚ L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm
- ✚ La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Le nettoyage des grilles est réalisé généralement de façon automatique par un dispositif mécanique agissant en amont ou en aval du champ de la grille.

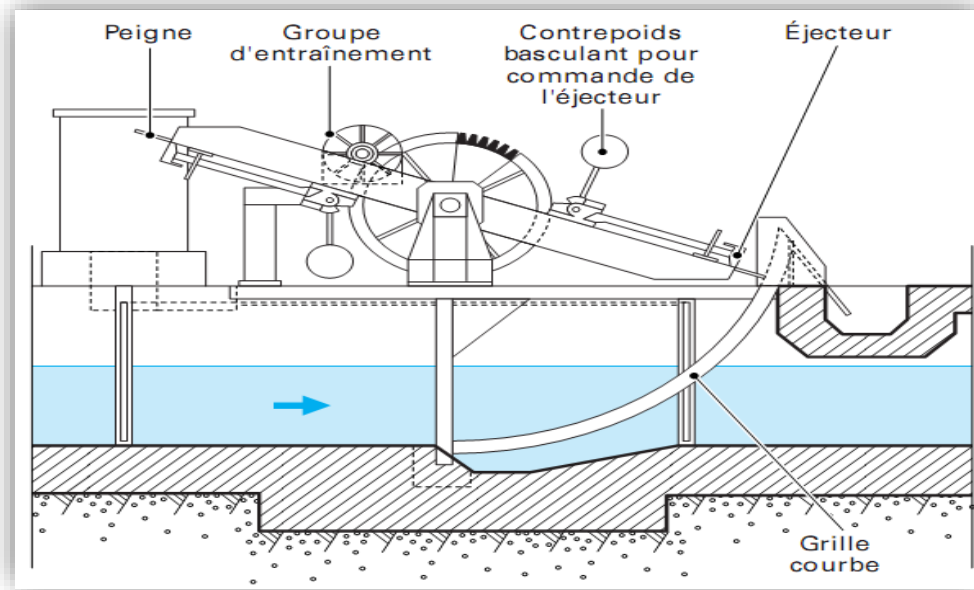


Figure II.1 : Grille mécanique courbe [7].

- **Tamissage**

Le tamissage assure un dégrillage poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôle perforée, à mailles plus ou moins fines. On distingue classiquement, selon la dimension des mailles de la toile, la macro tamissage, qui est destiné à retenir les particules supérieures à 200 μm et le micro tamissage, qui retient les particules plus petites, dont l'application aux prétraitements des eaux résiduaires est très limitée en raison d'un colmatage trop rapide. Par contre, la macro tamissage est souvent utilisé dans le prétraitement de certaines eaux résiduaires industrielles, pour séparer des matières flottantes diverses, des débris végétaux et animaux et les fibres comme dans l'industrie papetière.

Selon les dispositifs de nettoyage et d'extraction des déchets, on peut distinguer différents types de tamis :

- Tamis à lavage par eaux sous pression.
- Tamis à évacuation mécanique des déchets.
- Tamis à chaîne filtrante à auto nettoyage continu.

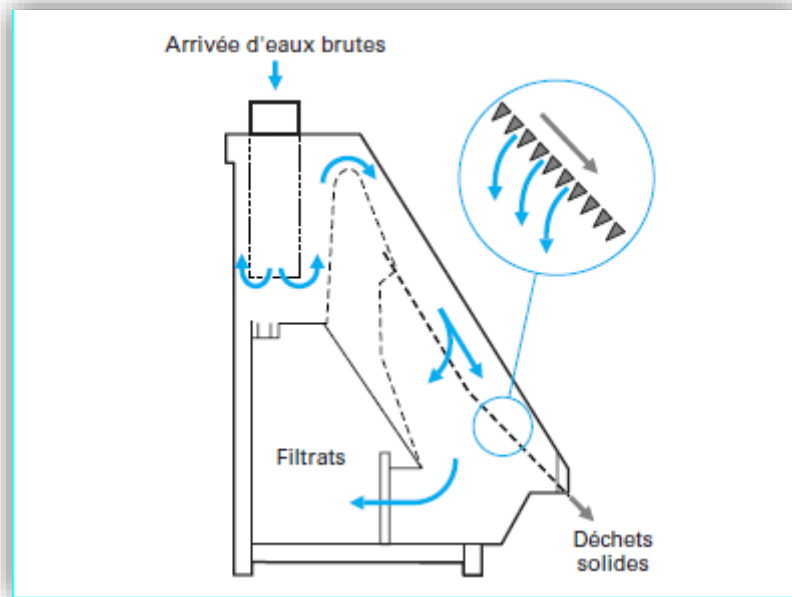


Figure II.2: Tamis statique type Hydrasieve

- **Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter les dépôts dans les conduites et canaux et à protéger les pompes contre l'abrasion. Il peut devenir indispensable lorsque les usines sont desservies par un réseau unitaire, et notamment pour les industries métallurgiques ou mécaniques.

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200 μm . Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation. Sur le plan technologique on distingue :

- Les dessableurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante ;
- Les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle (figure), à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter le dépôt de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- Les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit, laquelle, beaucoup plus faible, peut alors être variable sans inconvénient. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant.

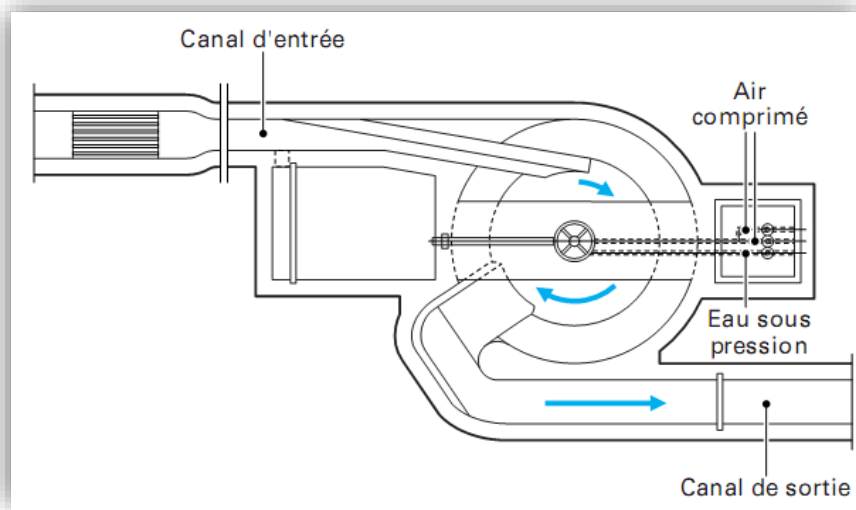


Figure II.3 : Dessableur circulaire à alimentation tangentielle [2].

- **Dégraissage et déshuilage**

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par effet de flottation, naturelle ou assistée, dans une enceinte liquide de volume suffisant [3].

Ces opérations concernent bon nombre d'eaux résiduaires issues des industries alimentaires (charcuteries, fabriques de conserves de viande, abattoirs, margarineries huileries, etc.), mais aussi des raffineries de pétrole et les industries mécaniques [2].

- **Le dégraissage**

Est une opération de séparation liquide-solide réalisant un compromis entre une rétention maximale des graisses et un dépôt minimal de boues de fond fermentescibles. Son rendement est difficile à définir par suite des difficultés d'échantillonnage et d'analyse [3].

- **Le déshuilage**

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide. Est habituellement réservé à l'élimination d'huiles présentes en quantité notable dans les ERI, en particulier dans les industries du pétrole (mais normalement absentes des ERU, leur rejet en égout étant interdit) [3].

L'élimination de matières huileuses émulsionnées, si l'émulsion n'est pas trop fine (particules supérieures à 50 μm), peut être assurée par une séparation gravitaire à l'aide de déshuileurs à plaques parallèles PPI (Parallèle Plate Interceptor) dans lesquels les gouttelettes

d'huile n'ont à parcourir, avant d'être captées, qu'un court chemin, limité par l'espacement entre les plaques (variable de 20 à 100 mm) [2].

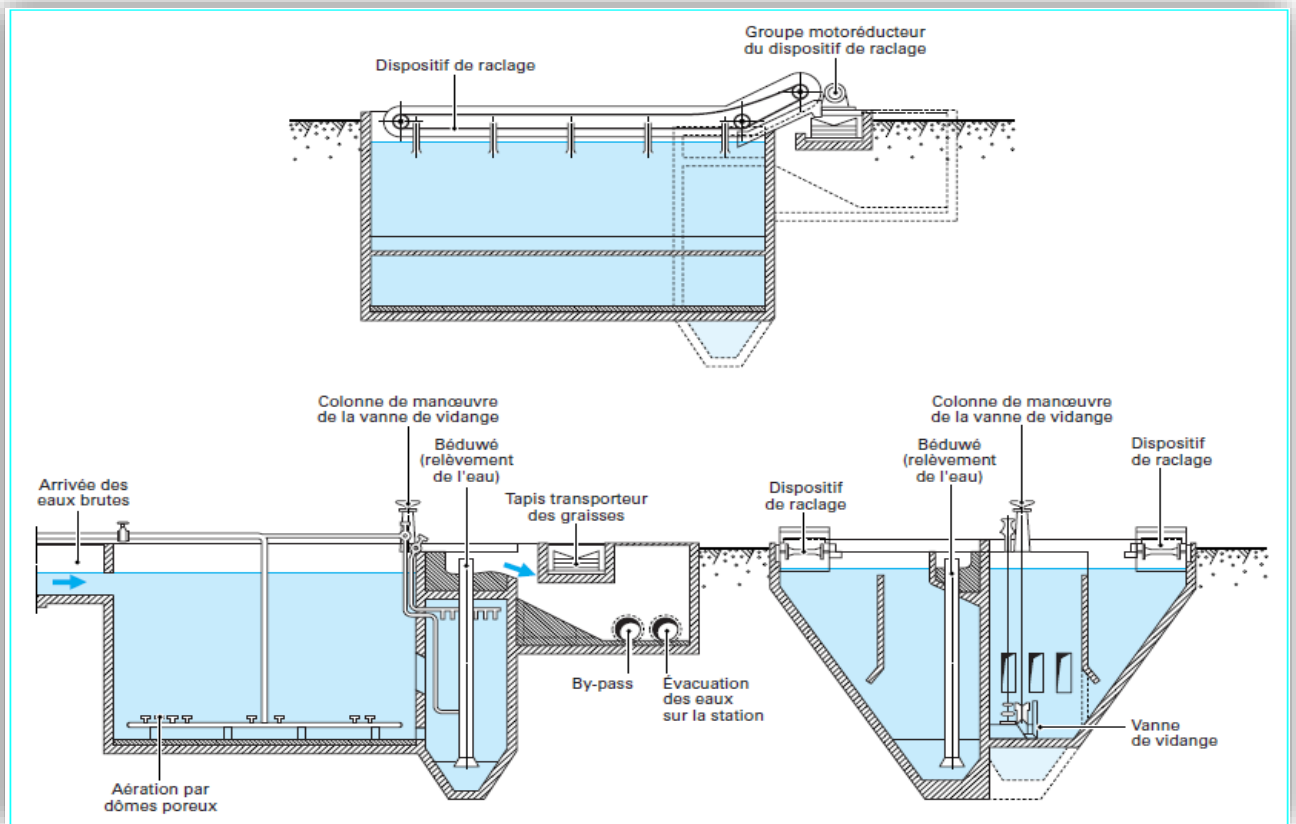


Figure II.4 : Ouvrage longitudinal aéré de dégraissage et déshuilage (Degrémont)

Tableau II.1 : Pré-déshuileurs et déshuileurs

Alimentation	Pré-déshuileurs	Déshuileurs moyens (à 40-50 mg.L ⁻¹ HC)	Déshuileur de finition (5-20mg.L ⁻¹)
Sous pression	Séparateurs fermés	Cyclones	Filtres coalesceurs Filtres granulaires
Gravité	- Type API - A plaques parallèles - Circulaire	Flotteurs mécaniques	Flotteurs air Dissous

II-1-1-2 Traitements Physico-chimiques ou (primaire)

- **Coagulation-Floculation**

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre : les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation.

En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1 m en chute libre peut être de plusieurs années. La coagulation et la floculation

sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser [4].

➤ **Coagulation**

✚ **Principes de base**

La difficulté de séparation des colloïdes présents dans une eau par simple décantation ou filtration provient du fait que ces particules, qui sont d'origine minérale (argiles), végétale (acides humiques ou fulviques, algues), animale (zooplancton), humaine (suspensions grasses, rejets ERU) ou industrielle (eaux résiduaires diverses), se trouvent dans l'eau à l'état de particules chargées électriquement (toujours négativement dans les eaux naturelles). La répulsion mutuelle exercée par ces particules les empêche de s'agglutiner sous l'effet des forces d'attraction naturelle (appelées à cette échelle forces de Van der Waals) et d'acquies ainsi une dimension suffisante pour devenir décantables ou filtrables (figure II.5).

On dit alors que la suspension est stable ; le mécanisme de sa déstabilisation va être rapidement décrit dans ce qui suit ; on trouvera de plus amples explications dans l'article relatif aux traitements physico-chimiques de dépollution des eaux industrielles [4].

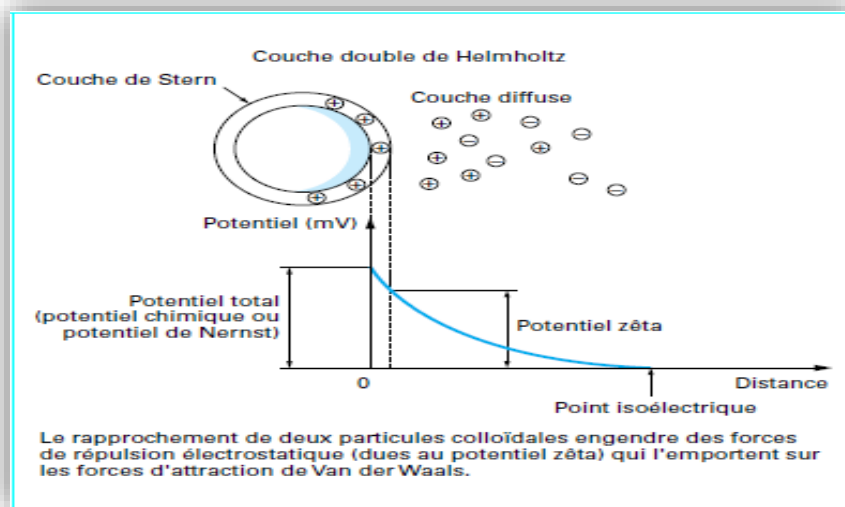


Figure II.5 : Évolution du potentiel électronégatif [4].

La coagulation consiste à ajouter à l'eau un électrolyte permettant de neutraliser les charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable. On utilise généralement des sels d'un métal trivalent, Fe^{3+} ou Al^{3+} .

Les charges positives de l'ion métallique neutralisant les charges négatives du colloïde, les particules peuvent alors se rassembler sous l'effet des forces attractives de Van der Waals

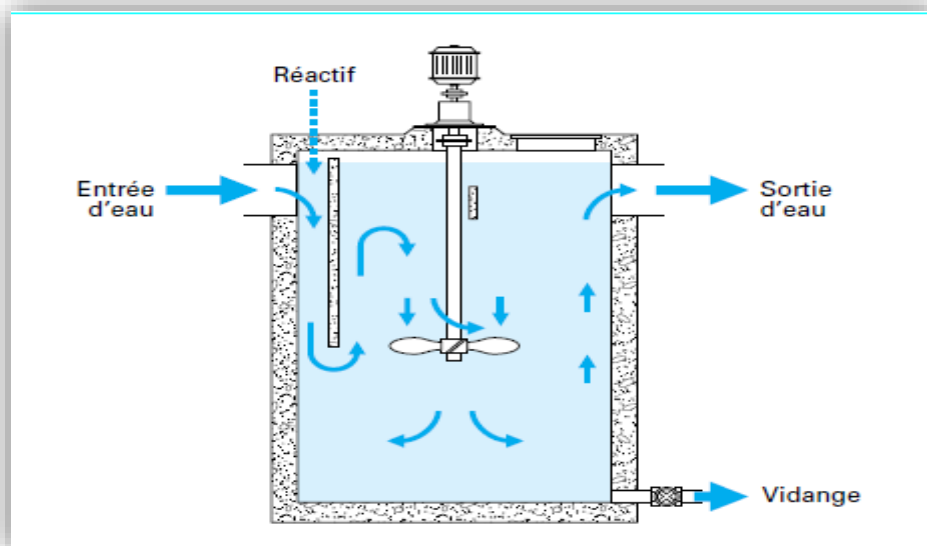
et il se produit une précipitation simultanée et conjointe, sous forme d'un gel d'hydroxyde de fer ou d'aluminium, qui adsorbe le colloïde naturel coagulé. Ce gel amorphe se présente sous la forme de flocons que l'on va ensuite s'efforcer de faire grossir progressivement pour le séparer efficacement de l'eau dans les phases ultérieures de décantation et de filtration. L'ensemble de ces flocons est appelé le floc [4].

La coagulation est optimale pour une introduction de charges électriques positives correspondant à l'annulation du **potentiel zêta**, potentiel que l'on mesure en observant la vitesse de déplacement des particules colloïdales sous l'action d'un champ électrique dans un appareil d'électrophorèse dit zêta mètre.

Pour la clarification de la plupart des eaux, on peut se contenter d'utiliser une dose de coagulant permettant d'obtenir un potentiel zêta voisin de -5 mV ; par contre, lorsqu'une eau est riche en plancton ou en acides humiques, il est indispensable d'utiliser une dose de coagulant assurant l'annulation du potentiel zêta [4].

✚ Chimie de la coagulation

Les réactifs coagulants sont présentés en encadré. Il est souvent important de connaître l'influence de l'emploi d'un coagulant sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau traitée, notamment lorsque le taux de traitement est élevé, quand la clarification est suivie d'une déminéralisation par échange d'ions, etc. [4]



FigureII.6 : Chambre de mélange avec agitateur rapide [4]

Réactifs coagulants les plus généralement utilisés

- **Sulfate d'alumine (ou, mieux, d'aluminium)** : $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

— cristallisé (poudre, grains, noisettes, pains, etc.), qualité en France : 17-18 % Al_2O_3 ;

— solution à 600 ou 720 g · L⁻¹ environ de sulfate d'alumine cristallisé.

- **Chlorure ferrique** : $FeCl_3$

— sublimé ou cristallisé ($FeCl_3$ ou $FeCl_3 \cdot H_2O$) ;

— solution à 600 g · L⁻¹ de $FeCl_3$ environ.

- **WAC, Aqualenc, PCBA (liquides) ou PACI (poudre)** : ce sont diverses formes de polychlorure basique d'aluminium ; ces réactifs sont moins acidifiants que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique et donnent souvent (mais pas toujours) naissance à un floc mieux décantable que celui obtenu à partir de sulfate d'aluminium.

- **Autres réactifs** parfois mis en œuvre :

- **Sulfate ferreux** : $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (poudre)

Mise en œuvre : tel quel dans certains effluents industriels, ou après oxydation par le chlore (formation de **chlorosulfate ferrique** dont l'une des formes commerciales est le Clairtan ; voir plus loin la réaction chimique correspondante) pour le traitement des eaux naturelles.

- **Sulfate ferrique** : $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ (poudre)

- **Aluminate de sodium** : $NaAlO_3$ (poudre)

— en solution à 20 % (en masse) d' Al_2O_3 .

Ce dernier réactif est systématiquement choisi lorsque l'on veut abaisser la teneur en silice dissoute [4].

Tableau II.2 : taux de traitement usuels (en g.m⁻³)[4]

Traitement	Sulfate d'aluminium cristallisé	Chlorure ferrique	
		Pur ($FeCl_3$)	Solution 41%
Floculation sur filtre	3 à 10	1,5 à 4	3,5 à 10
Décantation :			
Eaux peu chargées	15 à 30	6 à 12	15 à 30
Eaux de turbidité moyenne	30 à 60	12 à 25	30 à 60
Eaux très turbides	60 à 150	25 à 60	60 à 150
Eaux colorées	100 à 250	40 à 100	100 à 250
Eaux riches en plancton	60 à 150	25 à 60	60 à 150

➤ **Floculation**

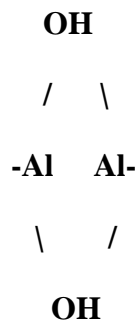
🚦 **Phénomène de base :**

Reprenons l'exemple du **sulfate d'aluminium** : dans les réactions, nous avons écrit qu'il apparaissait un précipité d'hydroxyde d'aluminium, que nous aurions pu aussi écrire $Al(OH)_3$ (solide). En fait, il ne s'agit ici que de réactions globales ; les mécanismes réels de formation de ce précipité gélatineux (ou **floc**) sont plus complexes et font intervenir des formes intermédiaires entre l'ion

Al^{3+} et l'hydroxyde $Al(OH)_3$, de la forme : $Al(OH)_x^{(3-x)+}$ avec $1 < x < 2,5$

Par exemple : $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$. Ces ions sont aussi capables de s'hydrater, suivant la formule générale : $[Al(H_2O)_{6-x}(OH)_x]^{(3-x)+}$

De tels ions complexes peuvent de plus subir une polymérisation par suite d'une **réaction d'olation**, qui correspond à un pontage entre les hydroxyles OH :



La diversité des polymères susceptibles de se former en fonction des conditions locales (pH, température, sels dissous, quantité et nature des colloïdes, etc.), allant de $Al_6(OH)_{12}^{6+}$ et $Al_7(OH)_{17}^{4+}$ à $Al_{54}(OH)_{154}^{8+}$ (ce qui correspond à la formule générale $Al_n(OH)_p^{(3n-p)+}$), explique les différences de floculation qui existent d'une eau à l'autre. Cette théorie de la polymérisation des hydroxydes a d'autre part introduit l'idée de fabriquer ces polymères avant l'introduction du réactif dans l'eau, afin de mieux préparer la phase de floculation (grossissement du floc pour le rendre décantable) qui suit la coagulation. C'est ainsi que sont apparus sur le marché divers produits (WAC, PACI, BAC, BACS, SL15, Aqualenc, Alpoclar...) qui répondent le plus souvent à la formule générale : $Al_n(OH)_m Cl_{3n-m}$. Certains d'entre eux contiennent en outre une certaine proportion de sulfates et répondent alors à la formule : $Al_n(OH)_m(SO_4)_p Cl_{3n-m-2p}$ [4].

 **Aspects pratiques de la floculation.**

✓ Flocculant

La formation du floc étant amorcée par l'introduction du coagulant, il est nécessaire d'accroître son volume, sa masse et sa cohésion, ce qui sera favorisé par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible ;
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau ;

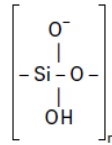
On a intérêt à mettre l'eau en contact avec les précipités déjà formés par le traitement antérieur (recirculation des boues ou lit de boue) en recherchant la plus forte concentration possible (sans toutefois dépasser une valeur optimale au-delà de laquelle la décantation ultérieure se trouverait freinée) ;

- Un brassage homogène et lent de l'ensemble afin d'augmenter les chances de rencontre des particules colloïdales déchargées électriquement avec une particule de floc ; lorsque les appareils de séparation ne comportent pas de contact de l'eau en cours de floculation avec les boues préexistantes, on fait d'abord passer l'eau dans un flocculateur (temps de contact de l'ordre de 20 min), bassin muni d'un système d'agitation (hélice, comme sur, ou ensemble de pales fixées sur un arbre tournant, vertical ou horizontal), qui tourne relativement lentement pour ne pas briser les flocons déjà formés, mais suffisamment vite pour assurer le grossissement progressif du floc et éviter une sédimentation précoce ;
- L'emploi de certains produits appelés **floculants**.

Les flocculants sont aussi appelés **adjuvants de coagulation** ou **de floculation**. Ils peuvent intervenir au niveau de la filtration (vis-à-vis de l'avancement du front de colmatage, évitant ainsi les phénomènes de « crevaison » des filtres) aussi bien qu'à celui de la floculation-décantation (vitesse de floculation ; floc plus gros, donc mieux décantable ; cohésion accrue dans les appareils à contact de boues). On peut classer les flocculants en deux groupes.

- ✓ **Flocculants minéraux** : il s'agit essentiellement de la **silice activée**, préparée (en continu ou discontinu) en neutralisant partiellement l'alcalinité d'une solution de silicate de sodium par un acide

(H_2SO_4 le plus souvent, mais aussi HCl , $NaHCO_3$, sulfate d'aluminium, eau de chlore, etc.). On obtient un polymère anionique linéaire, de formule générale :



✓ **Floculants organiques :**

— **D'origine naturelle :** on utilise surtout l'acide alginique ou ses sels, les alginates de sodium (polymères anioniques linéaires), plus simples à mettre en œuvre, mais souvent moins actifs que la silice activée (sauf lorsque le coagulant est un sel de fer). Formes commerciales : Aqualgine, Sobalgine, Cellalgine, etc.

— **D'origine synthétique :** ce sont des polyélectrolytes anioniques, cationiques ou non ioniques, à très haute masse molaire (106 à 107) ; il s'agit de polyacrylates, polyacrylamides, polyamines,

polyéthylèneimines, etc. ; ce sont les plus efficaces des floculants et beaucoup d'entre eux sont maintenant officiellement agréés pour leur utilisation dans le traitement des eaux potables en France, du moins en ce qui concerne les anioniques et les non ioniques ; ceux-ci sont donc utilisables dans toutes les industries, pour la préparation d'eaux de tous types.

✓ **Décantation**

Une fois le floc formé, il faut réaliser la séparation solide-liquide qui permettra d'obtenir l'eau clarifiée d'un côté et les boues (particules colloïdales initiales + floc) de l'autre. On utilise en général l'action de la pesanteur sur les particules en suspension et l'on recueille ensuite l'eau claire à la partie supérieure de l'appareil, alors qu'on soutire les boues sédimentées dans la partie inférieure : c'est la **décantation**. Dans certains cas particuliers, où le floc est léger, on réalise une **flottation** et la situation est alors inversée : les boues sont évacuées sous forme d'écume à la partie supérieure et c'est le sous-nageant, recueilli par ramifications perforées ou cloison siphonide, qui donnera l'eau traitée [4].

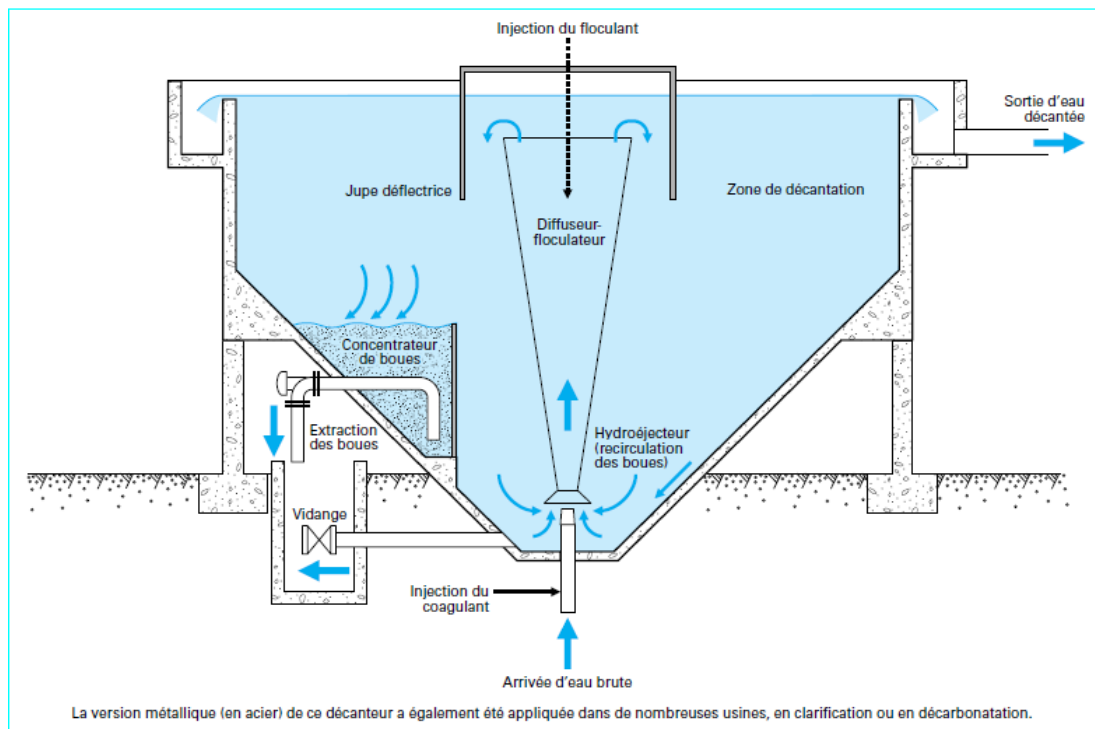
Dans un décanteur, lorsque la concentration en matières est faible, le floc formé est dispersé et chaque flocon décante comme s'il était seul : c'est la **décantation diffuse** utilisée lorsque la floculation préalable a, elle aussi, été diffuse ; elle est mise en œuvre dans des **décanteurs statiques**, les plus anciens.

Lorsque la concentration en matières est plus élevée, l'abondance du floc crée une décantation d'ensemble, caractérisée par une interface nettement marquée entre la masse boueuse et le liquide surnageant : c'est la **décantation en piston** ou « **à contact de boues** »,

principalement utilisée dans les **décanteurs** « à lit de boues » ou « à recirculation de boues », dans lesquels l'eau brute, additionnée de ses réactifs, est mise en contact avec les boues préexistantes. Dans ces **décanteurs**, appelés aussi « **accélérés** », l'augmentation de la concentration est utilisée pour améliorer la floculation elle-même. D'autre part, la formation d'un lit de boues permet des vitesses de séparation plus élevées que dans un décanteur statique.

La **décantation lamellaire**, réalisée en introduisant des surfaces inclinées dans l'espace de décantation, améliore considérablement les conditions de la décantation, qu'elle soit statique ou accélérée.

Enfin, on peut aussi augmenter la masse volumique apparente du floc en le lestant avec du micro sable. On conçoit que les diverses combinaisons possibles de tous ces principes conduisent à une grande variété d'appareils [4].



FigureII.7 : Décanteur Circulator (version béton)

II-1-1-3 Traitement biologique :

Le traitement secondaire consiste à utiliser des bactéries pour éliminer les polluants restants. Ceci est accompli en forçant le mélange entre les eaux usées, les bactéries et l'oxygène. L'oxygène Aide les bactéries à éliminer plus rapidement les polluants [5].

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. Elle regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution [1].

En traitement biologique on distingue des procédés extensifs et d'autres intensifs [1].

✓ **Les procédés biologiques extensifs**

Le lagunage utilise la capacité épuratrice de plans d'eau peu profonds. Concrètement, les eaux usées sont envoyées dans une série de bassins, au minimum trois. L'oxygène est apporté par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par l'activité de photosynthèse des micro-algues de surface [6].

La pollution organique se dégrade sous l'action des bactéries présentes dans le plan d'eau. Le rayonnement solaire détruit en outre certains germes (lagunage de finition, dans les derniers bassins). La durée de séjour des eaux usées dans les bassins peut atteindre 60 jours et les eaux à traiter doivent avoir subi une décantation préalable (lagunage primaire) [6].

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 % à 90 % de la DBO, 20 % à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des genres. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année [6].

✓ **Les procédés biologiques intensifs**

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs.

Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Deux types d'installation sont utilisés :

- **Les installations à "cultures fixées"**, d'où on distingue différents types de supports pour les cultures bactériennes : les disques biologiques et lits bactériens.

a. Disques biologiques

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

b. Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement.

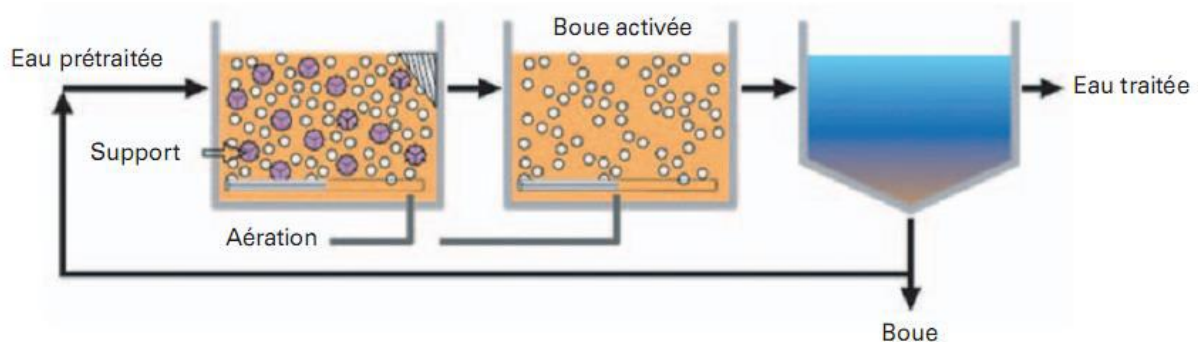
Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs.

Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond.

Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO₅ [1].

- **Les installations à "cultures libres", ou par boues activées.**

Les procédés par boues activées comportent essentiellement une phase de mise en contact de l'eau à épurer avec un floc bactérien en présence d'oxygène (aération) suivie par une phase de séparation de ce floc (clarification). Ils sont en fait une intensification de ce qui se passe dans le milieu naturel. La chaîne de traitement est composée d'un bioréacteur, d'un clarificateur ou décanteur et d'une boucle de recyclage des boues [5] .



FigureII-8 : Schéma du procédé d'épuration par boues activées [7].

II-1-1-4 Traitement tertiaire

- **La Filtration**

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur, de la turbidité et indirectement de certains goûts et odeurs [1].

✚ Filtration à sable :

Pour le traitement des eaux, on utilise principalement :

➤ Filtration à sable lente :

On utilise la filtration lente sur sable depuis le début des années 1900. Cette méthode est toujours largement utilisée pour le traitement des eaux usées municipales. Des études avec d'autres observations ont montré que la filtration lente sur sable permet d'éliminer efficacement les bactéries coliformes des eaux usées et constitue un procédé de traitement innovateur et rentable qui exige peu d'entretien. Ce système est le plus efficace dans le cadre d'une approche comportant des traitements multiples.

Un filtre à sable lent comprend un lit de sable classé reposant sur une couche de gravier. Ce milieu de filtration est contenu dans une boîte comportant, aux deux extrémités, des ouvertures permettant à l'eau d'entrer et de sortir sous l'effet de la gravité. Au niveau de ce procédé de filtration, une forme de traitement naturel et biologique de l'eau- est utilisé pour éliminer les solides, les précipité MS, la turbidité et, dans certains cas, les bactéries responsables du goût et de l'odeur désagréables.

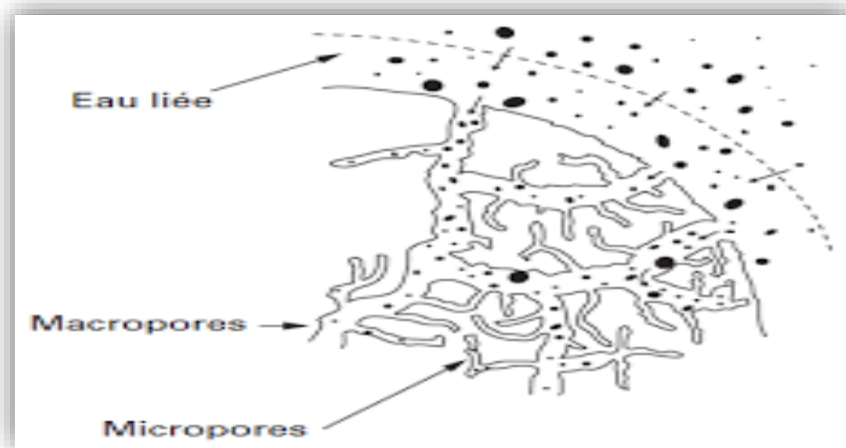
➤ Filtres à sable rapides :

Le filtre à sable rapide est le type le plus utilisé dans le traitement des eaux de consommation. Le matériau filtrant est maintenu en place par gravité et l'écoulement de l'eau se fait de haut en bas. Lorsque le milieu filtrant est encrassé, on lave le filtre en inversant le sens de l'écoulement de l'eau. Le milieu filtrant est alors en expansion, et les particules d'impureté beaucoup moins denses que les grains de sable, sont décollées et évacuées vers l'égout à l'aide des goulottes de lavage. Les principaux éléments d'un filtre rapide sont :

- ✓ Fond de filtre : le fond de filtre est la structure qui sépare le milieu filtrant de l'eau filtrée. Il doit donc être suffisamment solide pour supporter le milieu filtrant (1 m de sable et de gravier) et aussi l'eau située au-dessus du milieu filtrant (2 m d'eau). Il permet en outre de collecter et d'évacuer les eaux filtrées et de distribuer uniformément l'eau de lavage.
- ✓ Gravier de support : le gravier de support, situé immédiatement au-dessus du fond de filtre, permet de retenir le sable du milieu filtrant et d'améliorer la répartition de l'eau de lavage dans le filtre. L'épaisseur et les caractéristiques granulométriques de la couche de gravier de support dépendent des caractéristiques du fond de filtre et de celles du milieu filtrant [8][9].

- **Filtration sur charbon actif :**

Le charbon actif est issu de diverses origines (houille, lignite, anthracite, schistes bitumeux, noix de coco, tourbe, bois de pin, etc.) et préparé par des procédés très élaborés (séchage, carbonisation à 500-600 °C sans air et oxydation ménagée à 850-1 000 °C en présence de vapeur d'eau) ; sous l'influence de ce traitement, il ne subsiste que le squelette carboné et le matériau a acquis une très grande porosité, en présentant en outre une grande diversité dans la taille et la structure des pores (macropores et micropores, voir figure) ; grâce à cette porosité hétérogène et à la grande surface spécifique développée (500 à 1 500 g · m⁻² suivant le cas), le charbon est un adsorbant qui peut retenir à sa surface des molécules de toutes tailles. Le charbon actif a tout d'abord été utilisé pour améliorer les qualités organoleptiques d'une eau en éliminant les matières organiques responsables de goûts, d'odeurs et de couleur. Avec l'accroissement de la pollution, son emploi s'est étendu à l'élimination de nombreux polluants et micropolluants tels que les phénols, les hydrocarbures, les pesticides, les détergents, et même certains métaux lourds qui ne sont pas totalement éliminés par les procédés de coagulation-floculation-décantation et filtration sur sable. Il participe également à l'élimination des précurseurs de THM et autres sous-produits de chloration. Dans d'autres applications, ses propriétés réductrices sont utilisées pour éliminer un oxydant résiduel, tel que le chlore [10].



FigureII-9 : Adsorption en phase liquide sur une particule de charbon actif (dégrèvement)

Références bibliographies

- [1] MEKHALIF F. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées. Mémoire de magister en chimie, option pollution chimique et environnement. Université 20 aout 1955, Skikda. 2009.139 p.
- [2] BOEGLIN J-C. Traitements physico-chimiques de la pollution insoluble. Technique de l'ingénieur. Volume G 1 270. 2002. 20 p.10/07/2002
- [3] Dégagement. Mémento technique de l'eau.8991. 1459 p.
- [4]Pierre MOUCHET : Traitement des eaux avant utilisation.Matières particulières. Techniques de l'Ingénieur.volume g1170 .10/01/2000
- [5]KHELFAOUI R. Simulation dynamique du traitement des eaux usées domestique. Mémoire de Master en Automatique, option : Commande des processus industriels. Université Ferhat Abbas, Sétif. 2012. 55 p.
- [6]MECHATI F. Étude des paramètres physico-chimiques avant et après traitement des rejets liquide de (RA1K), mémoire de magister en chimie, option pollution chimique et environnement. 2006. 87p.
- [7]DELPORTE C. Traitements biologiques aérobies des effluents industriels.Technique de l'ingénieur. Volume g1300. 2007.15p
- [8] (MEMOIRE DE FIND'ETUD optimisation de la filtration sur sable pour traitement des eaux potables à la compagnie minièreguemassa (cmg). houda jarid Karam amzil .(2011/2012)
- [9] (Mémoire de magister Meme KOUIRI.BELALA. Z « étude et traitement d'eau du barrage djorf-eltorba de la willaya de Bechar par filtration sur sable »)
- [10](Pierre MOUCHET Ingénieur Agronome-GREF, Ancien Directeur à la Société Degrémont, Chargé de cours à l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg (ENGEES) le 10/01/2000)

CHAPITRE III
PRESENTATION DE
LA ZONE D'ETUDE

III-1- Présentation de la société Coca-Cola :

Skikda Bottling Company est une usine d'embouteillage de boissons gazeuses telles que Coca –Cola, Fanta, Sprite et Coca zéro selon les normes de « The Coca-Cola Company.

L'effectif opérationnel au sein de SBC est de 600 employés

III-2- Historique l'entreprise SBC :

Le Projet a démarré le 1 er Octobre 1999 et la production a été effective le 13 juin 2000. Depuis son rachat en Novembre 2002, Skikda Betting Company (SBC SPA) fait partie des sociétés du Groupe CASTEL. L'effectif opérationnel au sein de SBC est de 585 employés. L'usine SBC possède quatre lignes de conditionnement : Une ligne verre retournable (RB) : En Juin 2000, SBC a démarrée la production avec une seule ligne de conditionnement de bouteilles en verre retournables de capacités respectives de 1 litres et 30 Cl : 24000 b/h 01 litre et 48000 b/h 30 cl. Trois lignes PET.

- En 2003 le groupe Castel à procéder à la mise en place de ligne de production PET N°1 de capacités respectives 1 litre, 02 litre & 0,5L en PET. Cette ligne a été mise à l'arrêt en 2014 ;
- En 2011 le groupe Castel à procéder à la mise en place d'une deuxième ligne de production PET N°2 de capacités respectives : 1 Litre 13500 b/h. En 2013 le groupe Castel à procéder à la mise en place de la ligne de production PET N°3 (SBO10), Cadence Nominale : 20 500 b/h en 1L & 16 800 b/h en 2L ;
- En 2015 le groupe Castel à procéder à la mise en place d'une troisième ligne de production en remplacement de l'ancienne ligne PET 1 de l'année 2003, Cadence Nominale : 20 500 b/h en 1L & 16 800 b/h en 2L ;
- En septembre 2018 Castel à procéder a mise en place une nouvelle ligne de cannette Cadence Nominale : 18000 cannette/h

III-3-Situation géographique

L'usine est située dans la zone industrielle Hamrouche Hammoudi de Skikda.



Figure III-1: situation géographique d'usine.

III-4-Station d'épuration des eaux de procès :

Soucieuse de l'impact environnementale généré par les eaux usées déversées dans la nature, l'usine SBC s'est investie dans le projet de l'extension de la station de traitement des eaux usées de procès existante, depuis l'an 2000, dans le but d'assurer un traitement complet (chimique et biologique) de ses eaux de rejet, pour promouvoir une évacuation efficace et responsable des eaux afin de réduire le risque d'effets nocifs sur les environnements aquatiques et ainsi se conformer aux exigences réglementaires applicables et aux exigences KORE de The Coca Cola Company en matière de traitement des eaux usées.



Figure III-2: station des eaux usée

Le démarrage officiel de la station a eu lieu le 24/06/2015 avec une capacité de 1000 M3/J, avec une qualité d'écoulement acceptée au moment du transfert. SBC est classée 1ere

parmi trois usines en Algérie et a remporté le prix QSE pour deux années consécutives 2014 & 2015 suite au concours Qualité-Sécurité & Environnement réalisé par Coca Cola.

Les principales unités :

- ❖ Unité de CO₂
- ❖ Les utilités :
 - Chaudière
 - Tour de production
 - Groupe froids
 - Compresseurs 40 Bars
 - Tour de compresseur
 - Refroidisseurs
 - Compresseur 07 Bars
- ❖ Traitement des eaux
- ❖ Traitement des eaux usées
- ❖ Siroperie
- ❖ Ligne de production :
 - Ligne RB (verre)
 - Ligne PET 1 (2 litres) plastique
 - Ligne PET 2 (1 litres et 0,5 litres) plastique
 - ligne PET 3 (1 litres et 2 litres) plastique
 - Ligne Cannette

III-5 Les procéder de traitement :**III-5-1Le prétraitement :**

Il comprend l'élimination des objets volumineux par dégrillage, déshuilage, ou par raclage. Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements.

III-5-1-1-Dégrillage :

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses.

III-5-1-2-Déshuilage :

Il y a une grossière installé en dessous de la canalisation d'alimentation solide comme des bonnets de la Couronne, en matière plastique et pailles pour retirés de l'eau les déchets bruts et protéger l'équipement suivant. Le tamis grossier doit être nettoyé manuellement si nécessaire, des projections doivent être collectées dans le bac et éliminés conformément à la réglementation nationale.

Le flux d'eaux usées est acheminée par gravité dans le tamis grossier ; ensuite, les eaux usées sont collectées dans la fosse de sédimentation où les particules lourdes, comme le sable et boue de la laveuse de bouteilles, se déposent sur le fond du canal et également les huiles resteraient sur la surface de l'eau qui sera ensuite supprimé via une écumoire automatique d'huile T01- OS01. La fosse de sédimentation doit être nettoyée à l'aide d'un camion d'aspiration

III-5-2-La chambre de Neutralisation :

Elle est munie d'un aérateur immergé NEU-BL01, qui sert à garder la fraîcheur des eaux usées, afin d'éviter l'encrassement et assurer le mélange de produits chimiques dosés (la soude), l'opération d'injection de la soude se fait automatiquement via un pH-mesure NEU01-QIRC.



Figure III-3 : Bassin de neutralisation

III-5-2-1-Pompe pite (fosse de pompe) :

La fosse de la pompe est équipée de deux pompes d'eaux usées submergées PP01-P01 et P02-PP01 qui pompe l'eau pour le tamis statique suivant. Les pompes sont automatiquement contrôlées par la mesure de niveau PP01-LIRSAHL.

III-5-2-2-Tamis statique :

L'eau résiduaire est pompée à partir de la chambre de neutralisation par l'intermédiaire d'un tamis statique dans le réservoir d'égalisation, la projection sera recueilli dans un récipient fourni par le client ; si il y aura un certain blocage du matériau inquiétant, il doit être enlevé ou nettoyé selon les exigences de fonctionnement concordants manuellement.

III-5-3-BENB (Biological Equalization and neutralization tank):

Les eaux usées de la fosse de la pompe seront transférées dans le réservoir BENB après avoir passé l'écran mentionné, dans le BENB les charges organiques et hydrauliques seront égalisées et les eaux usées seront neutralisées. Le dosage de l'acide sera contrôlé automatiquement par la mesure du pH, dans le BENB, également le chlorure ferreux, l'anti-mousse et les éléments nutritifs seront dosé, l'aération aura lieu par l'intermédiaire d'un système soufflerie d'aération existantes, les cycles (aération, peut-être la sédimentation, le pompage excessif) correspondre avec les cycles des bassins SBR

➤ Dosage :

- ❖ Chlorure ferrique : est utilisé pour enlever le phosphate des eaux usées
- ❖ Acide sulfurique : est utilisé pour régler le PH
- ❖ Urée : est utilisée pour la nutrition des bactéries

III-5-4-Saisissez du texte, l'adresse d'un site Web ou importez un document à traduire.**Traitement biologique-SBR1 :**

Les eaux usées neutralisé de BENB seront pompée avec deux pompes rotatives installées secs selon le programme de contrôle de l'usine SBR dans l'étape de traitement biologique des eaux usées. Dans les deux bassins d'SBR le traitement biologique prend place. SBR fonctionne en mode série, ce qui signifie que les eaux usées va d'abord aller dans le SBR1 et après en SBR2 ; l'usine sera exploitée en quatre cycles, 6 heures chacune par jour ; chaque cycle comprend les étapes suivantes :

- 1 heure de Remplissage et aération
- heures aération
- Une heure sédimentation.
- 1 heure écoulement aqueux clair et le retrait des boues simultanément automatique

Le réacteur biologique séquentiel (SBR) utilise un processus de remplissage et de tirer réacteur avec un mélange complet pendant l'étape de réaction discontinue (après remplissage)

et où les étapes ultérieures de l'aération et de la clarification se produisent dans le même réservoir.

Description du programme de l'étape SBR2 :**➤ L'étape 1 : remplissage et aération :**

Au cours de cette étape, la pompe de transfert pour l'égalisation va remplir le bassin SBR, le point de la pompe de transfert de départ est concordant au programme du cycle SBR, la pompe va cesser de fonctionner lorsque le bassin SBR est plein ou si la protection contre la marche à sec de la péréquation est activée, pendant ce temps, l'aération fonctionne déjà, ce qui peut être fixé dans le programme du cycle.

➤ L'étape 2 : L'aération :

L'aération est mise en marche en fonction du programme de cycle, dans cette étape, la dégradation principale aura lieu. L'aération se fera par l'intermédiaire d'un système d'aération flottant qui est commandés par l'intermédiaire du contrôle du temps.

➤ L'étape 3 : sédimentation :

Après l'arrêt du cycle de nettoyage, le ventilateur s'arrêtera et la boue résultante es eaux usées se déposent sur le sol. Cette opération durera environ 1 heure.

➤ L'étape 4 : décharge :

Pendant la phase d'aération, les boues seront recueillies dans le conduit d'évacuation, qui ne doit pas être déversé dans les égouts, avant l'ouverture de la vanne d'eau claire et l'eau coule dans l'égout ; la vanne d'eau des boues sera ouverte pendant quelques secondes et la boue de la conduite d'évacuation reflue vers la fosse de collecte de l'eau.

La boue en excès sera pompée à partir des bassins de SBR et du bassin de sédimentation vers le réservoir de boue au moyen de pompes immergées à la fin de la phase de sédimentation des boues.

III-6- Procéder de traitement des boues :

Le traitement des boues consiste essentiellement à les minéraliser pour éviter la fermentation et ces nuisances ; il est nécessaire de transformer les matières organiques en matière inorganiques donc stables.

III-6-1-L'épaississement des boues :

L'épaississement consiste à séparer par graviter (décantation) ou par flottation, l'eau interstitielle des particules de boues. L'épaississement permet d'augmenter le temps de séjour des boues dans le digesteur, en raison de la réduction du volume qu'il occasionne il présente divers avantage :

- Amélioration du taux de réduction des matières organique.
- Amélioration des rendements des dispositifs de déshydratation et de séchage.
- Joue le rôle d'un bassin tampon, avec la chaine de traitement des boues et assure une homogénéité des caractéristiques physico-chimiques de boue.
- Soulage les décanteurs et évité tout risque de fermentation des boues.

III-6 -2-Déshydratation par filtre - presse :

Le Filtre –presse de station d'épuration de SBC sera nettoyé par inaction d'eau sous haute pression par procédé AX système. Le filtre à presse est une machine permettant de séparer un mélange solide – liquide.



Figure III-4 : filtre presse boue

III-6-2-1-Principe :

Le pressage se fait sur un plateau d'usage général. Un filtre de presse fait typiquement passer une boue contenant 10% de matière sèche à une galette (poudre humide pressés) comportant environ 50% de matière sèche . La pression appliquée au pressage est de 350 bars.

La teneur en liquide permet :

- D'accélérer le séchage de cristaux au de poudres.
- De gagner du volume au stockage des matières sèches.
- De limiter la migration des « MES ».

CHAPITRE IV
ETUDE
EXPERIMENTALE

IV-1 Méthode et normes d'analyse :

Différentes analyses sont effectuées au laboratoire afin de suivre tous les paramètres caractérisant la qualité des eaux avant et après chaque étape d'épuration, les paramètres à analyser sont :

- La température T (° C)
- Le potentiel d'hydrogène pH.
- La conductivité CE (us/cm)
- L'oxygène dissous O₂ (mg/L)
- Le totale de solide dissous TDS
- Azote total Na (mg/L)
- Le chlore libre Cl (mg/L)
- Fer Fe (mg/L)
- Sulfate SO₄²⁻ (mg/L)
- Phosphate PO₄³⁻ (mg/L)
- Matières en suspension (MES) (g/L)
- La demande biologique en oxygène (DBO₅)
- Mande chimique en oxygène (DCO)

IV-2 Echantillonnage :

IV-2-1-Les échantillons à analyser :

- A : Un échantillon d'eau avant toute phase d'épuration (bassin BEMB).
- B : Un échantillon d'eau du bassin d'élevage biologique (bassin SBR1)
- C : Un échantillon de l'eau complètement épuré (SBR2).
- D : Un échantillon de boue primaire (boue d'épaississeur ou boue biologique)
- E : Un échantillon de boue **déshydraté** par filtre -presse (boue finale)

IV-2-2- Dates et bassins de prélèvement des échantillons :

Les prélèvements ont été effectués sur une période de 21 Jours, période accordée par les responsables du complexe au cours de notre stage d'étude au sein de la SBC.

IV-2-3-Protocole d'échantillonnage :

Les échantillons sont prélevés directement dans les bassins :

- Le prélèvement dans le **bassin d'alimentation de bassin d'aération (BMB)** pour contrôler le milieu favorable de bactérie (pH, le nutriment « TH », DCO).



Figure IV.1 : Point de prélèvement (BENB)

- Le prélèvement à la sortie de l'effluent (**SBR2**) donne une estimation sur la qualité des eaux traitées et l'efficacité de la chaîne de traitement.



Figure IV.2 : Point de prélèvement (SBR2)

- La comparaison entre les valeurs trouvées en **SBR2** et les **normes algérienne** nous fixera sur la performance de la station de traitement de la SBC.

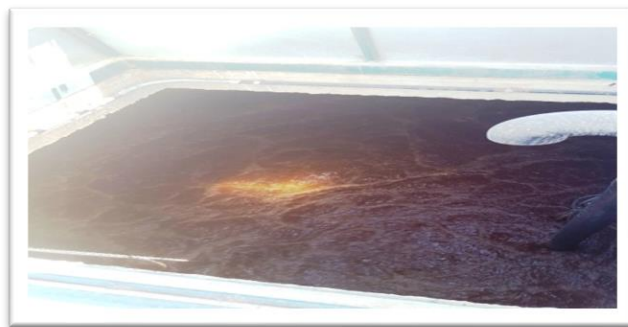


Figure IV.3 : Point de prélèvement (boue primaire).

- Un prélèvement des boues à l'entrée de l'épaisseur des boues biologiques, et la sortie des boues filtre à parasse.

IV-3- Modes opératoires des analyses effectuées :**IV-3-1-paramètres d'analysés des eaux usées agroalimentaire :****❖ Principe de mesure :**

La T°, le pH, la CE, l'O₂, et les TDS se mesurent avec un seul appareil qui affiche la valeur directement de chaque paramètre.

❖ Mode opératoire :

Rincer l'électrode après chaque mesure avec l'eau distillée, puis Mettre l'appareil en marche, est après Plonger l'électrode dans votre échantillon et lire la valeur relative à votre échantillon directement sur l'appareil.



Figure IV-4 : l'oxymètre mesure le (Température/pH /Conductivité /O₂ / TDS)

IV-3-1-1-La Matières en suspension (mg/l) :**❖ Principe :**

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesés différentielles

❖ Matériels utilise :

- Papier filtre
- Filtration sous vide
- Etuve (105 °C)
- Dessiccateur
- Balance Analytique
- Eprouvette gradué 100 ml

❖ **Mode opératoire :**

Peser le papier filtre soit (M_0) à l'aide d'une balance analytique (immédiatement avant de l'utiliser), puis mettre de dispositif de filtration en marche, le volume de la prise d'essai 100 ml D'eau brute, après Verse le tout sur le papier filtre, est mettre le papier filtre dans une étuve à $(105) C^\circ$ jusqu'à évaporation total de l'eau, puis refroidi dans le dessiccateur ,pèse la 2^{ème} fois le papier filtre (M_1).

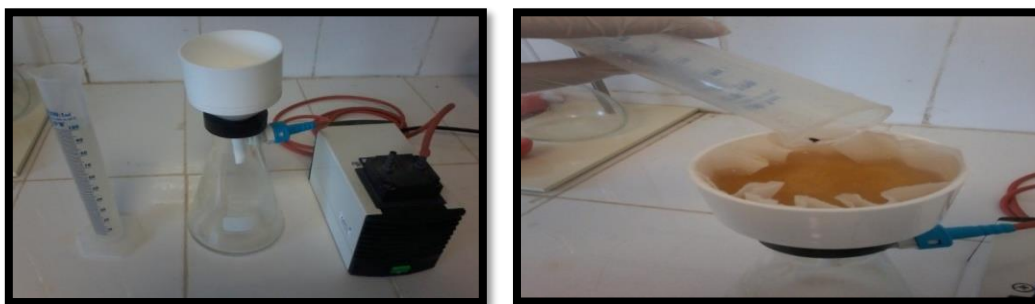


Figure IV.5 : Filtration sous vide

• **CALCUL**

$$\text{MES (mg /L)} = \frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

- ❖ M_0 = masse du filtre avant filtration (mg /l)
- ❖ M_1 = masse du filtre après filtration (mg/l)
- ❖ V = Volume de l'échantillon [$V=100$ ml]

IV-3-2- Les paramètres chimiques :

IV-3-2-1-L'azote total N (mg/l)

❖ **Equipement :**

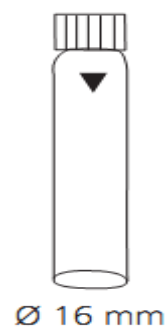
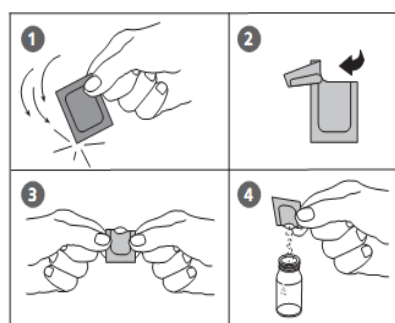
- Cuvette de réaction
- Photomètre (AL450)


❖ **Réactif :**


- 1 Sachet de poudre de Vario TN Per sulfate Rgt.
- 1 Sachet de poudre de Vario TN Réa gent A
- 1 sachet de poudre de Vario TN Réa gent B


❖ **Mode opératoire : « code : 280 »**


Ouvrir deux tubes de minéralisation TN Hydroxyde LR et ajouter 1 sachet de poudre de Vario TN Persulfate Rgt, Ajouter 2 ml d'eau déminéralisée à un tube préparé (ceci constitue le blanc), puis ajouter 2 ml d'échantillon d'eau à l'autre tube préparé (ceci est l'échantillon), puis



fermer les capuchons des tubes et secouer pour mélanger le contenu (au moins 30 secondes), après Chauffer les tubes pendant 30 minutes dans le réacteur préchauffé à une température de 100°C ,après 30 minutes retirer les tubes du réacteur (ATTENTION : les tubes sont chauds !). Laisser les tubes refroidir jusqu'à la température ambiante puis ouvrir les tubes de minéralisation refroidis et ajouter le contenu d'un sachet de poudre de Vario TN Réa gent A à chaque tube, fermer les tubes avec les capuchons et secouer pour mélanger le contenu (au moins 15 secondes), puis appuyer sur la touche . Respecter un temps de réaction de 3 minutes. Lorsque le temps de réaction s'est écoulé, procéder comme suit :

Ouvrir les tubes de minéralisation et ajouter le contenu d'un sachet de poudre de Vario TN Réa gent B à chaque tube et fermer les tubes avec les capuchons et secouer pour mélanger le contenu (au moins 15 secondes), appuyer sur la touche . Respecter un temps de réaction de 2 minutes, Lorsque le temps de réaction s'est écoulé, procéder comme suit :

Ouvrir deux tubes TN Acide LR/HR, réactif C et ajouter 2 ml de blanc digéré, traité à un des tubes (ceci est le blanc) ajouter 2 ml d'échantillon d'eau digéré traité à l'autre tube TN Acide LR/HR (ceci est l'échantillon), fermer les tubes avec les capuchons et les agiter doucement plusieurs fois pour mélanger le contenu (ATTENTION : les tubes s'échauffent), puis placer le tube (le blanc) dans la chambre de mesure en s'assurant que les repères  sont alignés appuyer sur la touche ZÉRO.

Respecter un temps de réaction de 5 minutes la mesure démarre automatiquement lorsque le temps de réaction s'est écoulé, après retirer le tube de la chambre de mesure et placer le tube (l'échantillon, Remarque 10) dans la chambre de mesure en s'assurant que les repères  sont alignés.

Appuyer sur la touche TEST. Le résultat s'affiche en mg/l d'azote.

IV-3-2-2-Le chlore libre Cl (mg/l) :

❖ Equipement :

- Cuvette (24mm)
- Eprouvette de 10 ml
- Photomètre (AL450)



Figure IV.6 : une pastille de DPD

❖ **Réactif**

- Chlore, libre avec pastilles (**une pastille de DPD No. 1**)
- Cuvette (24mm)

❖ **Mode opératoire : «code : 100»**

Verser 10ml d'échantillon dans une cuvette propre de 24mm et fermer le couvercle de la cuvette, Mettre la cuvette dans la chambre de mesure. Et appuyer sur la touche ZERO puis Retirer la cuvette de la chambre de mesure et la vider en y laissant quelques gouttes, Ajouter **une pastille de DPD No. 1** directement de l'emballage protecteur dans l'échantillon de 10 ml et l'écraser à l'aide d'un agitateur propre. Verser de l'échantillon dans la cuvette jusqu'à la marque de 10 ml refermer la cuvette avec le couvercle et mélanger le contenu en agitant jusqu'à dissolution complète de la pastille. Placer la cuvette dans la chambre de mesure. Appuyer sur la touche TEST.



Figure IV.7 : Photomètre (AL450)

La mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction, le résultat de la mesure s'affiche et indique le chlore libre en mg /L

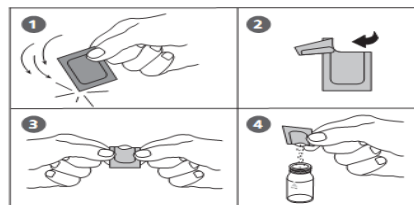
IV-3-2-3-Le Fer Fe (mg/l) :

❖ **Equipement :**

- Cuvette (24mm)
- Eprouvette de 10 ml
- Photomètre (AL450)

❖ **Réactif :**

- Sachet de poudre de Vario Ferro IRON LR
- Cuvette (24mm)



❖ **Mode opératoire : «code : 222»**

Verser 10 ml d'échantillon dans une cuvette propre de 24 mm et fermer le couvercle de la cuvette puis mettre la cuvette dans la chambre de mesure. Appuyer sur la touche ZÉRO.

Retirer la cuvette de la chambre de mesure et ajouter dans l'échantillon de 10 ml le contenu d'un sachet de poudre de **Vario Ferro IRON LR** directement de l'emballage protecteur.

Refermer la cuvette avec le couvercle et mélanger le contenu en agitant l'ensemble la mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction puis Placer la cuvette dans la chambre de mesure. Positionnement \times . Appuyer sur la touche TEST (Attendre 3 minutes de temps de réaction).

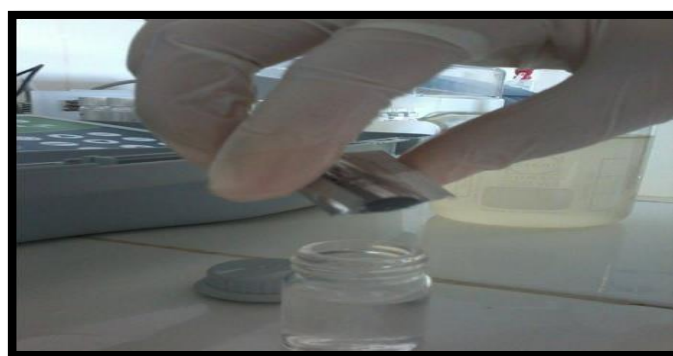


Figure IV.8 : Sachet de poudre de Vario Ferro IRON LR

❖ Le résultat de la mesure s'affiche et indique le fer en mg/l.

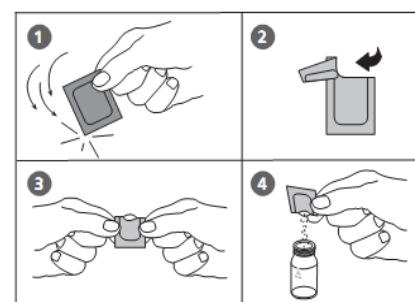
IV-3-2-4-Le Sulfate SO_4^{2-} (mg/l):

❖ **Equipement :**

- Cuvette (24mm)
- Eprouvette de 10 ml
- Photomètre (AL450)

❖ **Réactif :**

- Sachet de poudre de VARIO Sulpha 4 / F10
- Cuvette (24mm)



Mode opératoire : «code : 360»

Verser 10 ml d'échantillon dans une cuvette propre de 24 mm et fermer le couvercle de la cuvette après Mettre la cuvette dans la chambre de mesure. Positionnement \times

Appuyer sur la touche ZÉRO.

Retirer la cuvette de la chambre de mesure et ajouter le contenu d'un sachet de poudre de VARIO Sulpha 4 / F10 directement de l'emballage protecteur dans l'échantillon de 10 ml.

Refermer la cuvette avec le couvercle et mélanger le contenu en agitant, placer la cuvette dans la chambre de mesure à Positionnement. ⌘

Appuyer sur la touche TEST. (Attendre 5 minutes de temps de réaction)



Figure IV.9 : sachet de poudre de VARIO Sulpha 4 / F10

La mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction.

Le résultat de la mesure s'affiche et indique le sulfate en mg/l.

IV-3-2-5-Le Phosphate PO_4^{3-} (mg/l):

❖ Equipement :

- Cuvette (24mm)
- Eprouvette de 10 ml
- Photomètre (AL450)

❖ Réactif :

- Une pastille de PHOSPHATE No. 1 LR
- Une pastille de PHOSPHATE No. 2 LR



• Mode opératoire : «code : 320»

Verser 10 ml d'échantillon dans une cuvette propre de 24 mm et fermer le couvercle de la cuvette et mettre la cuvette dans la chambre de mesure Positionnement. ⌘

Appuyer sur la touche ZÉRO.

Retirer la cuvette de la chambre de mesure et ajouter une pastille de PHOSPHATE No. 1 LR directement de l'emballage protecteur dans l'échantillon de 10 ml et l'écraser à l'aide d'un agitateur propre.

Ajouter une pastille de PHOSPHATE No. 2 LR directement de l'emballage protecteur au même échantillon et l'écraser à l'aide d'un agitateur propre puis refermer la cuvette avec le couvercle et mélanger le contenu en agitant jusqu'à dissolution complète des pastilles et placer la cuvette dans la chambre de mesure en Positionnement Σ

Appuyer sur la touche TEST. (Attendre 10 minutes de temps de réaction.). La mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction.

Le résultat de la mesure s'affiche et indique l'ortho-phosphate en mg/l.

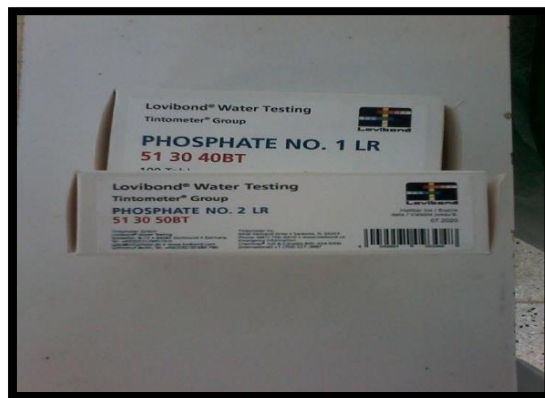


Figure IV.10 : des pastilles de PHOSPHATE N°1 LR et N° 2

IV-3-2-6-La demande chimique en oxygène DCO (mg/l) :]

❖ Appareillage :

- test en cuvette (circulaires de diamètre 16 mm)
- portoir
- thermo – réacteur
- photomètre (AL450)
- cuvette de réaction : tubes de DCO test MR (0-1500 mg /l)



Ø 16 mm

❖ Mode opératoire :

Ouvrir une cuvette de réaction à couvercle blanc à visser et y verser 2 ml d'eau déminéralisée (cuvette étalon).



Figure IV.11: thermoreactor AL 125

Ouvrir une deuxième cuvette de réaction à couvercle blanc à visser et y verser 2 ml d'échantillon (cuvette échantillon), bien refermer les cuvettes avec leur couvercle respectif. Mélanger le contenu en l'agitant avec précaution. (ATTENTION : dégagement de chaleur).

Exposer pendant 120 minutes les cuvettes à une température de 150°C dans le réacteur thermique préchauffé



Figure IV.12 : thermoreactor CR2200

(Attention : les cuvettes sont brûlantes). Retirer les cuvettes du bloc chauffant et laisser refroidir jusqu'à une température de 60°C ou moins après Bien mélanger le contenu en retournant les cuvettes lorsqu'elles sont encore chaudes puis laisser refroidir les cuvettes à température ambiante et procéder à la mesure seulement après Placer la cuvette étalon dans la chambre de mesure. Positionnement Δ Refermer le couvercle de la chambre de mesure, appuyer sur la touche ZÉRO.

Retirer la cuvette de la chambre de mesure et Placer la cuvette échantillon dans la chambre de mesure à Positionnement Δ refermé le couvercle de la chambre de mesure.

Appuyer sur la touche TEST.

Le résultat de la mesure s'affiche et indique le DCO en mg/l.

IV-3-2-7-La demande biologique en oxygène DBO₅ (mg/l):

❖ Principe :

Le système de mesure est basé sur une différence de pression au moyen d'un indicateur digital.

❖ Appareillage :

- Bouteille oxytop et un bouchon perforé
- DBO₅ WTW
- Barreau magnétique
- Agitateur
- Incubateur
- Pastille de soude



Figure IV.13: oxytop

Mode opératoire :

Prendre un échantillon d'eau usée (164 ml) pour le bassin d'entrée et (432ml) pour le bassin de sortie et les mettre dans les bouteilles d'oxytop, Placer un barreau magnétique dans chaque bouteille après Mettre (3) pastilles de soude dans le bouchon noir perforé et le placer sur le goulot de chaque bouteille.



FigureIV.14 : pastilles de soude

Fermer les deux bouteilles avec ses têtes et remettre à zéro en appuyant sur les deux boutons S et M ensemble jusqu'à voir deux zéros s'afficher sur l'écran.



Figure IV.15: remettre a zéro

Placer les bouteilles dans l'incubateur à 20 °C et les laisser agiter pendant 5 jours. Lire la lecture des 5 jours en appuyant sur le bouton(S) une fois pour le premier jour, une deuxième fois pour le second jour et ainsi de suite et multiplier la valeur du bassin d'entrée par 10 et du bassin sorti par 1.

La valeur du 5^{ème} jours est le résultat à prélever.



Figure IV.16 : les bouteilles dans l'incubateur à 20 °

IV-3-3-Paramètres d'analysés des boues de la STEP :

Nous avons étudié la boue agroalimentaire la station d'épuration des effluents liquide de différente zone de SBC.

IV-3-3-1-Echantillonnage :

❖ Mode de prélèvement :

Un prélèvement manuel, à partir d'un réfrigérateur.

❖ Point de prélèvement :

L'échantillonnage de la boue a été prélevé au niveau de l'épaississeur (boue biologique) et au niveau de filtre à presse de la phase finale de traitement de la boue du SBC.

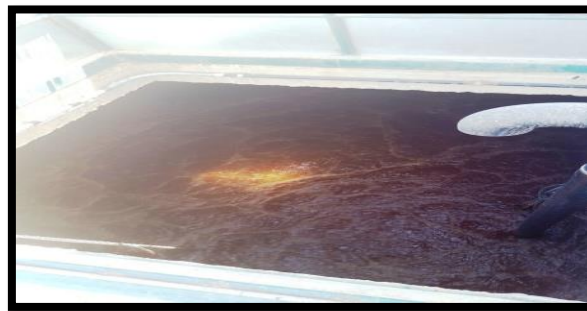


Figure IV.17 : Lieu de prélèvement de boue primaire

Référence :

Consignes EOSH : ES-RQ225 Qualité des eaux usées

Réglementation algérienne (**décret N° : 09-209**)

CHAPITRE V
RESULTATS ET
DISCUSSION

V.1 Résultats et interprétations :

C'est en fonction de ces résultats que nous pouvons porter un jugement quant à la qualité et de l'efficacité de traitement. Ces résultats sont regroupés dans les tableaux et les courbes ci-dessous

V-I-1-Les résultats de pH :

Tableau V.1 : Les résultats du pH en fonction du temps

Période Analyse	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
pH à l'entrée	7,33	7,19	7,37
pH à la sortie	7,9	7,93	7,79

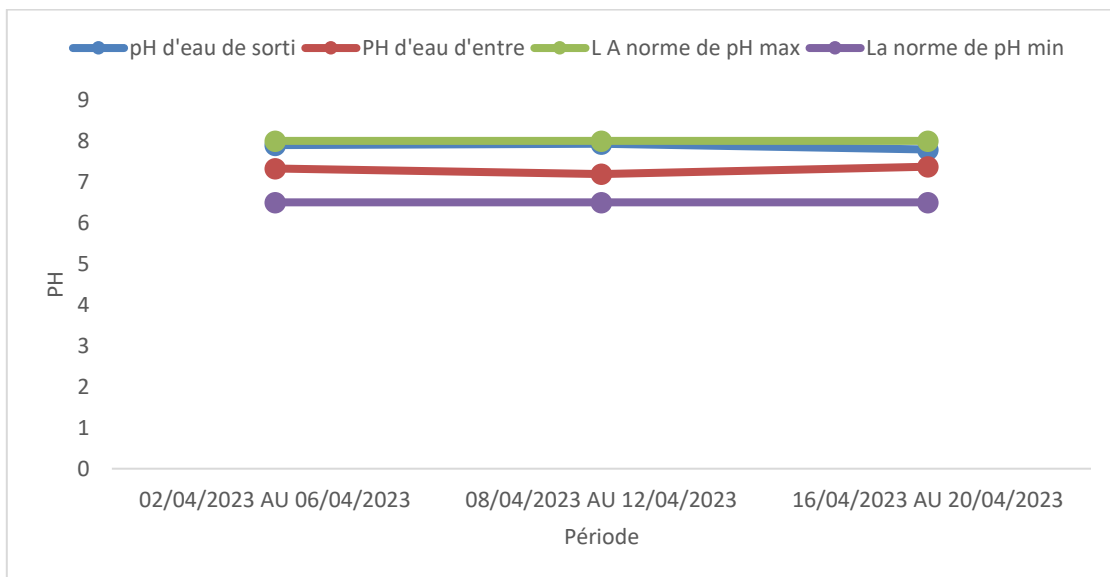


Figure V .1 : Variation du pH en fonction de temps

D'après les résultats de la figure (V.1) on remarque que les valeurs de pH au niveau de l'entrée et la sortie de la station d'épuration sont presque les mêmes, il n'y'a pas de grande différence, car les valeurs sont comprises entre (7,2 à 7,9) donc il est dans la norme

V-I-2-Les résultats de température :

Tableau V.2 : les Résultats de la température en fonction de temps

Période Analyse	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
T° C à l'entre	30,81	19,124	30,422
T° C à la sortie	19,04	19,28	21,18

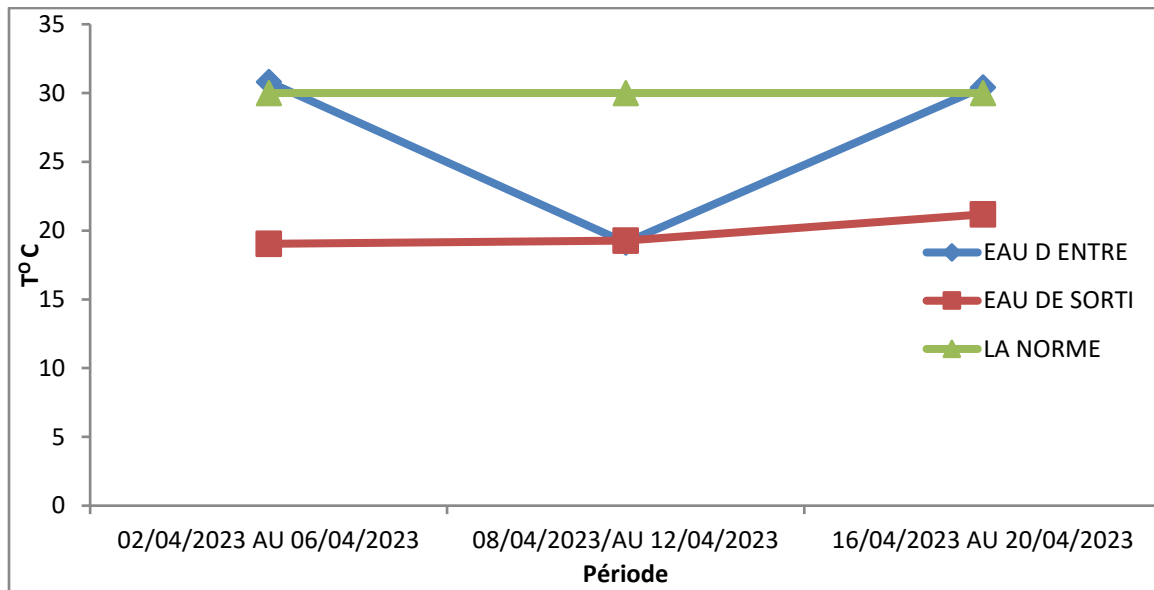


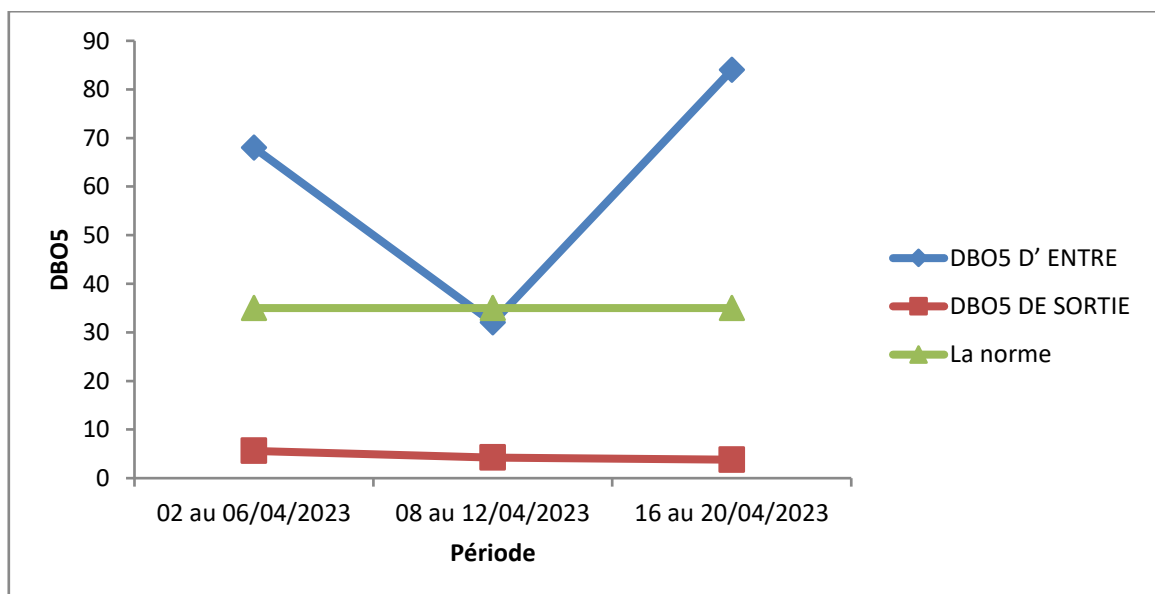
Figure V.2 : Variation de la température en fonction de temps

Les résultats de la figure V.2, montre que les valeurs de la température de l'eau à l'entre son supérieur aux valeurs notées à la sortie qui diminues progressivement après traitement sans dépassées la valeur limite.

V-I-3-Les résultats de DBO5 :

TABLEAU V.3 : Les résultats du DBO5 en fonction du temps

ANALYSE	Période	02 /04/2023	08/04/2023	16/04/2023
		Au	Au	Au
DBO ₅ D' ENTRE en (mg /L)	02/04/2023 AU 06/04/2023	68	32	84
DBO ₅ DE SORTIE en (mg /L)		5,6	4,2	3,8



FigureV.3 : Variation du DBO5 en fonction de temps

Les courbes dans la figure V.3 reprochent que les valeurs DBO5 diminues d’une façon significative à partir de (68 / 32/ 84) (mg/L) avant traitement jusqu’aux (5,6 / 4,2/ 3,8) (mg/L) qui sont des teneurs inferieure à la norme recommandée.

V-I-4-Les résultats de DCO :

TABLEAU V.4 : Les résultats du DCO en fonction du temps

Période ANALYSE	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
DCO d’entre en (mg /L)	246	373	175,33
DCO de sortie en (mg/L)	19,34	12,466	35,466

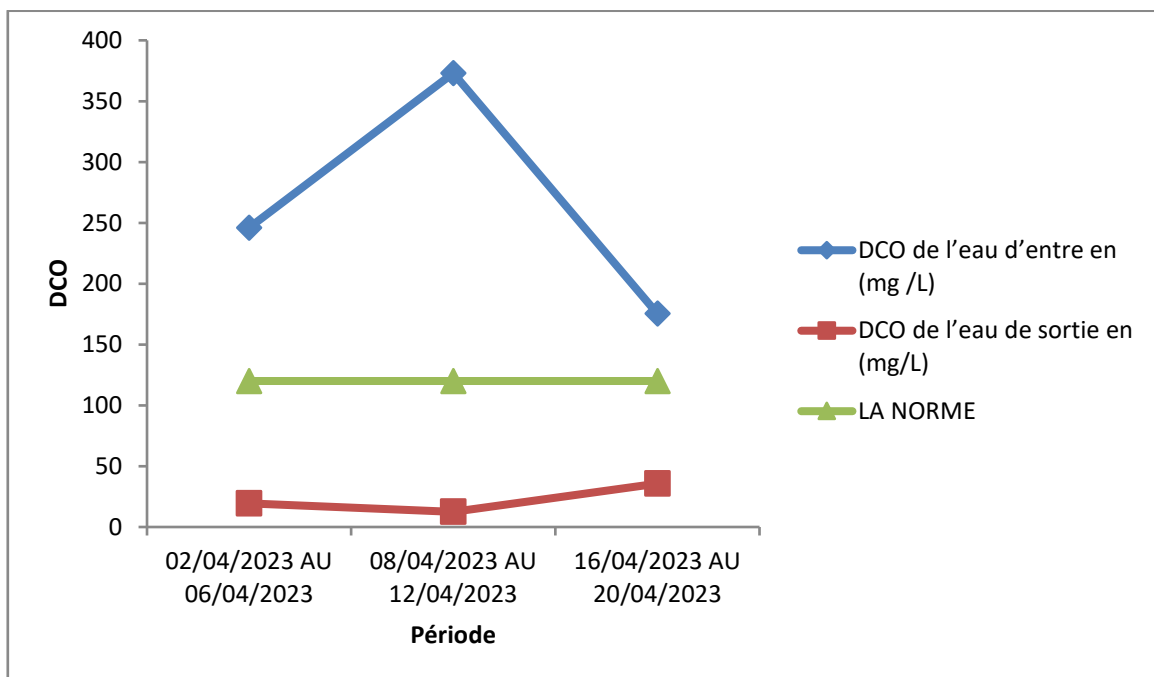


Figure V.4 : Variation du DCO en fonction de temps

Les résultats de la figure (V.4) montre clairement que la DCO des échantillons prélevés à tellement diminué à la sortie de station d’épuration.

V-I-5-Les résultats de azote total :

TABLEAU V.5 : Les résultats du Azote totale en fonction du temps

Période ANALYSE	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
AZOTE TOTALE d’entre (mg/L)	12,26	9,1	3,733
AZOTE TOTAL de sorti e (mg/L)	3,533	3,4	1,733

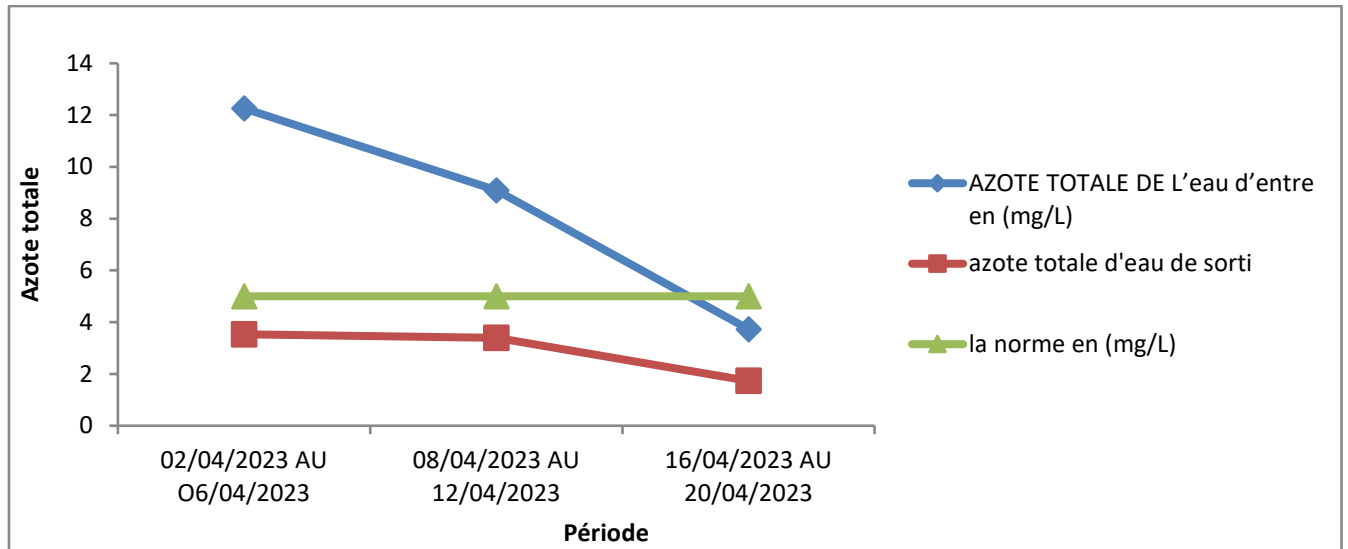


Figure V.5 : Variation de l'Azote totale en fonction de temps

Suite des résultats la de la figureV.5, on voie que les valeurs de l'azote total pendant les trois semaines sont dans la norme.

V-I-6-Les résultats de phosphate totale :

TABLEAU V.6 : Les résultats du phosphate total en fonction du temps

Période	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 AU 12/04/2023	16/04/2023 AU 20/04/2023
ANALYSE			
Phosphate totale d'entre en (mg/L)	0,598	0,9125	1,096
Phosphate totale de sorti en (mg/L)	0 ,266	0,058	0,16

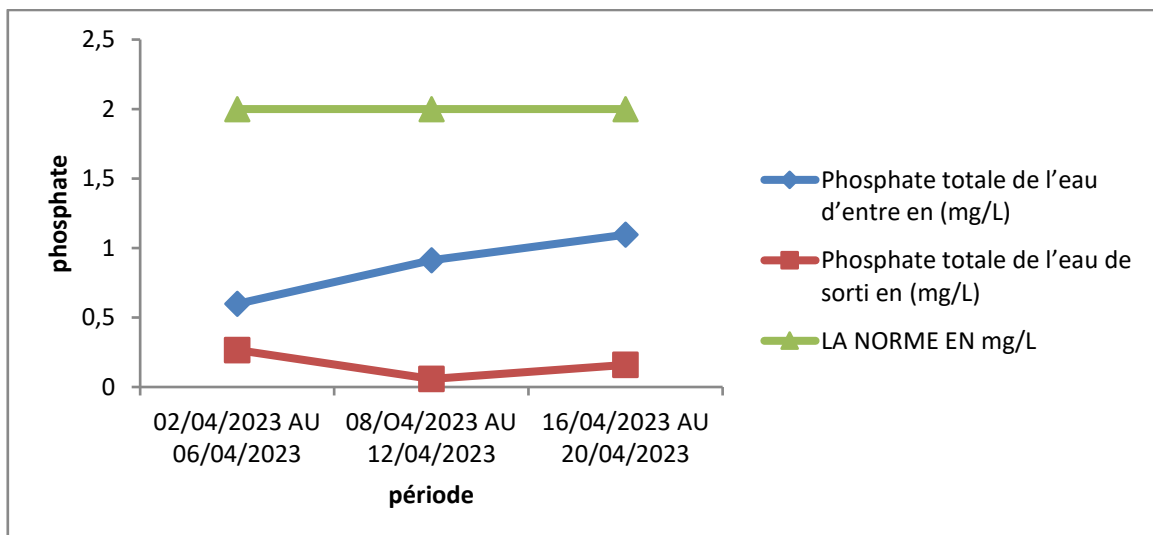


Figure V.6 : Variation de phosphate totale en fonction le temps

Les valeurs de phosphates totaux illustrés dans la figure (V.6), à l'entrée et sortie de la STEP sont dans la norme.

V-I-7-Les résultats de fer :

TABEAU V.7 : Les résultats du FER en fonction du temps

ANALYSE	Période	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
	Analyse de FER en (mg/L)		0,056	0,048
La norme de FER en (mg/L)		0,1	0,1	0,1

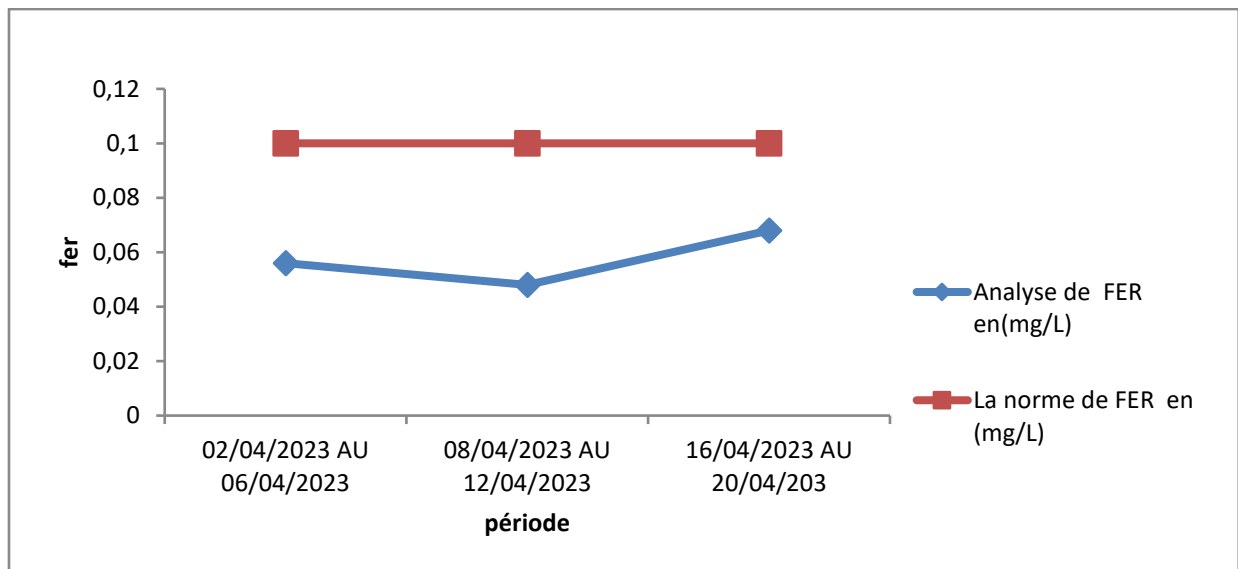


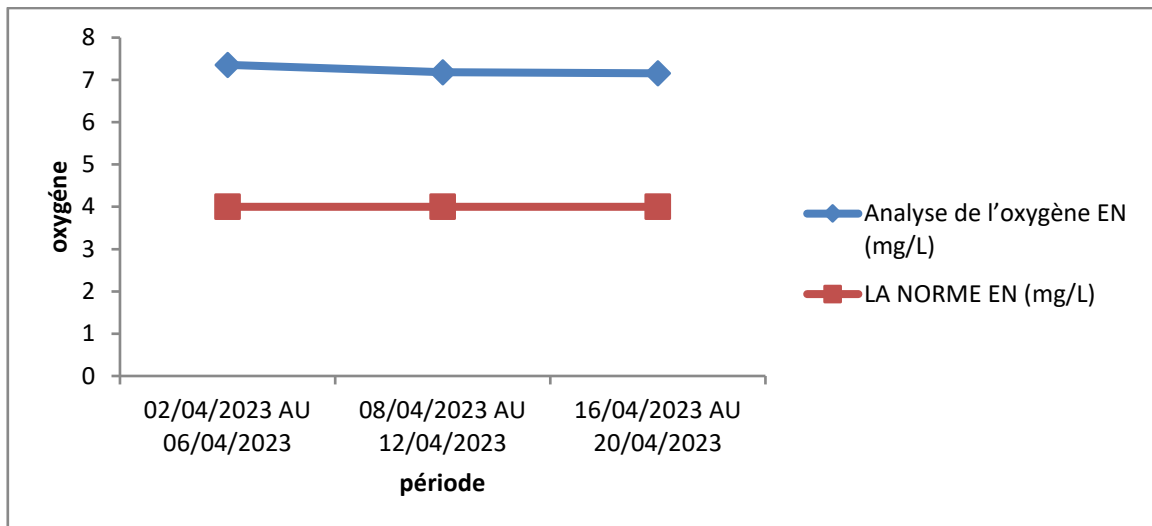
Figure V.7 : Variation de fer en fonction le temps

On note que les analyses de fer montrent que les concentrations enregistrées respectent les valeurs limites des normes recommandées.

V-I-8-Les résultats de l’oxygène :

TABEAU V.8 : Les résultats du l’oxygène en fonction du temps

ANALYSE	Période	Du 02 /04/2023 Au 06/04/2023	du08/04/2023 Au 12/04/2023	du16/04/2023 Au 20/04/2023
	Analyse de l’oxygène (mg/L)		7,356	7,184
la norme en (mg/L)		>04	>04	>04



FigureV.8 : Variation de l'oxygène en fonction le temps

D'après les résultats de la figure (V.8) on remarque que l'analyse de l'oxygène dissous sur l'eau traitée est (>04 mg/L) donc l'eau est à la norme

V-I-9-Les résultats de chlore libre :

TABLEAU V.9 : Les résultats du Chlore libre en fonction du temps

PERIODE \ ANALYSE	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
Analyse de chlore libre en (mg/L)	0,028	0,026	0,048
La norme en (mg/L)	0,1	0,1	0,1

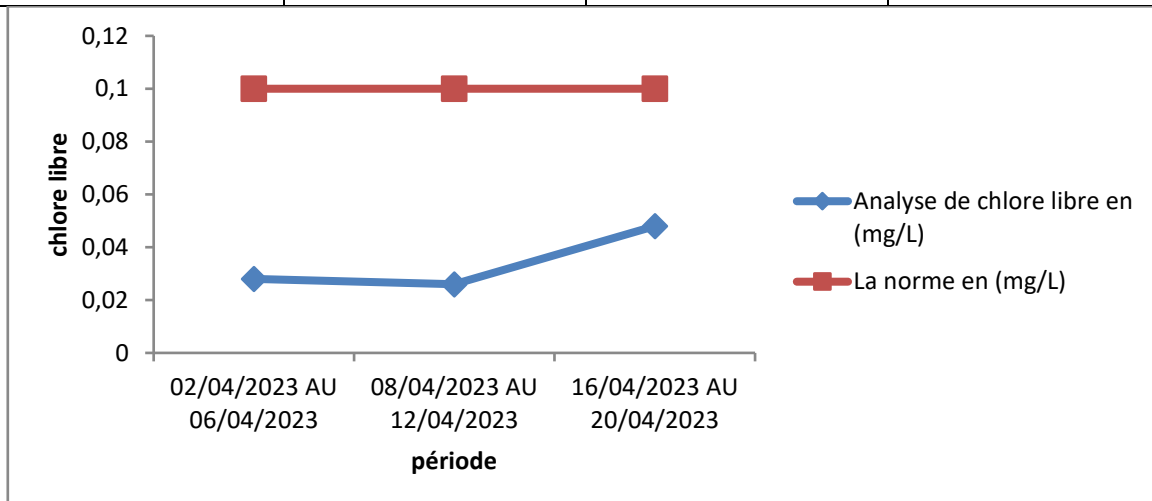


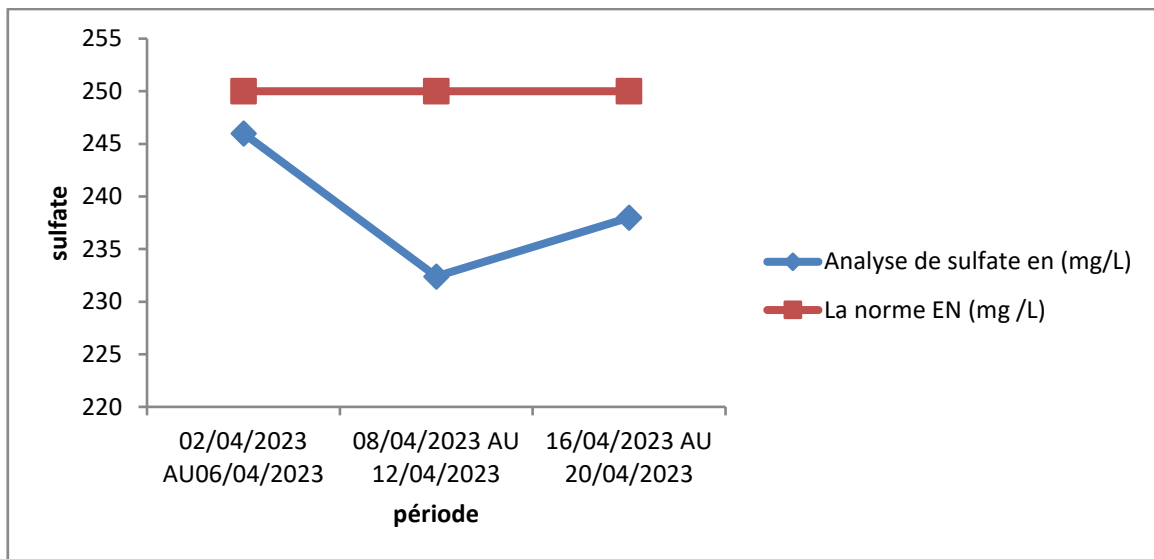
Figure V.9 : Variation de chlore libre en fonction le temps

D'après les résultats de la figure(V.9) en remarque que le traitement de chlore libre dans l'eau a traité est efficace.

V-I-10-Les résultats de sulfate :

TABLEAU V.10 : Les résultats du sulfate en fonction du temps

Période	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
ANALYSE			
Analyse de sulfate en (mg/L)	246	232,4	238
La norme EN (mg /L)	250	250	250



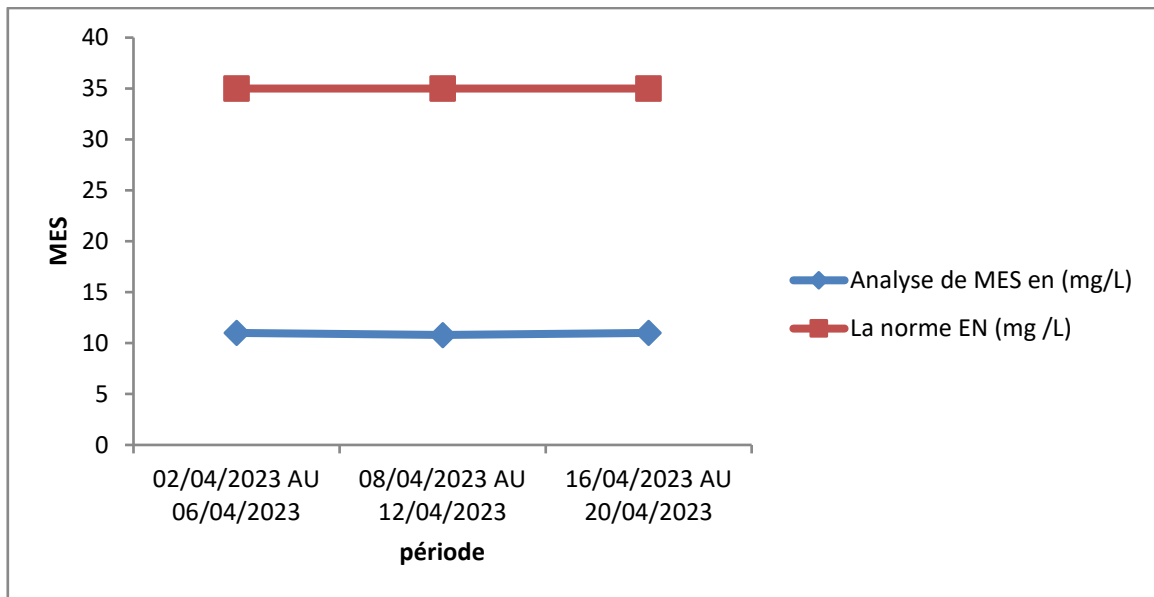
FigureV.10 : Variation de sulfate en fonction le temps

D’après les résultats de la figure en remarque que le sulfate à la sortie de STEP pendant les trois semaines est inférieure a (250 mg/L) donc cette eau traite est dans la norme.

V-I-11-Les résultats de MES :

TABLEAU V.11 : Les résultats du MES en fonction du temps

Période	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 Au 12/04/2023	16/04/2023 Au 20/04/2023
ANALYSE			
Analyse de MES en (mg/L)	11	10,8	11
La norme EN (mg /L)	<35	<35	<35



FigureV.11 : Variation de MES en fonction de temps

D’après les résultats en remarque que l’analyse de MES de l’eau traitée sont inférieure a (35mg/L) donc l’eau est dans la norme.

V-1-12Les résultats de MES à SBR1 et SBR2 :

TABLEAU V.12 : Les résultats du MES a SBR1 et SBR2 en fonction du temps

Période	02 /04/2023	08/04/2023	16/04/2023
ANALYSE	Au	Au	Au
	06/04/2023	12/04/2023	20/04/2023
Analyse de MES pour l’eau SBR1 (mg/L)	3,75	4,05	4,2
Analyse de MES pour l’eau SBR2 (mg/L)	3,89	4,33	4,34
La norme d’analyse MES min EN (mg /L)	4	4	4
La norme d’analyse MES max EN (mg /L)	5	5	5

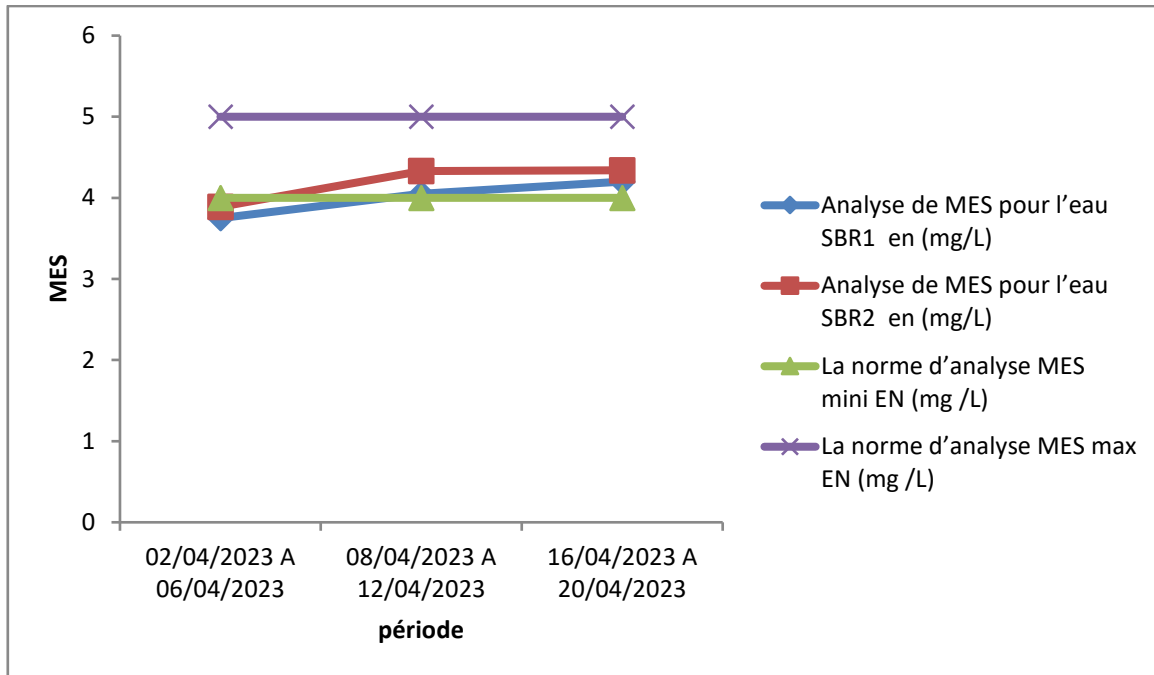


Figure V.12 : Variation des MES en fonction de temps pour les deux bassins SBR1 et SBR2

Nous notons que les valeurs des résultats sont comprises dans les limites des normes recommandées.

V-I-13-Les résultats de « INDICE DE BOUE » dans SBR1 et SBR2 :

TABLEAU V.13 : Les résultats du TDS en fonction du temps

Période ANALYSE	02 /04/2023 Au 06/04/2023	08/04/2023 AU 12/04/2023	16/04/2023 AU 20/04/2023
Analyse d'indice de boue pour l'eau SBR1 (mg/L)	58,65	57,27	54,95
Analyse d'indice de boue pour l'eau SBR2 (mg/L)	59,7	55,67	53,91
La norme d'analyse mini (mg /L)	50	50	50
La norme d'analyse max (mg /L)	150	150	150

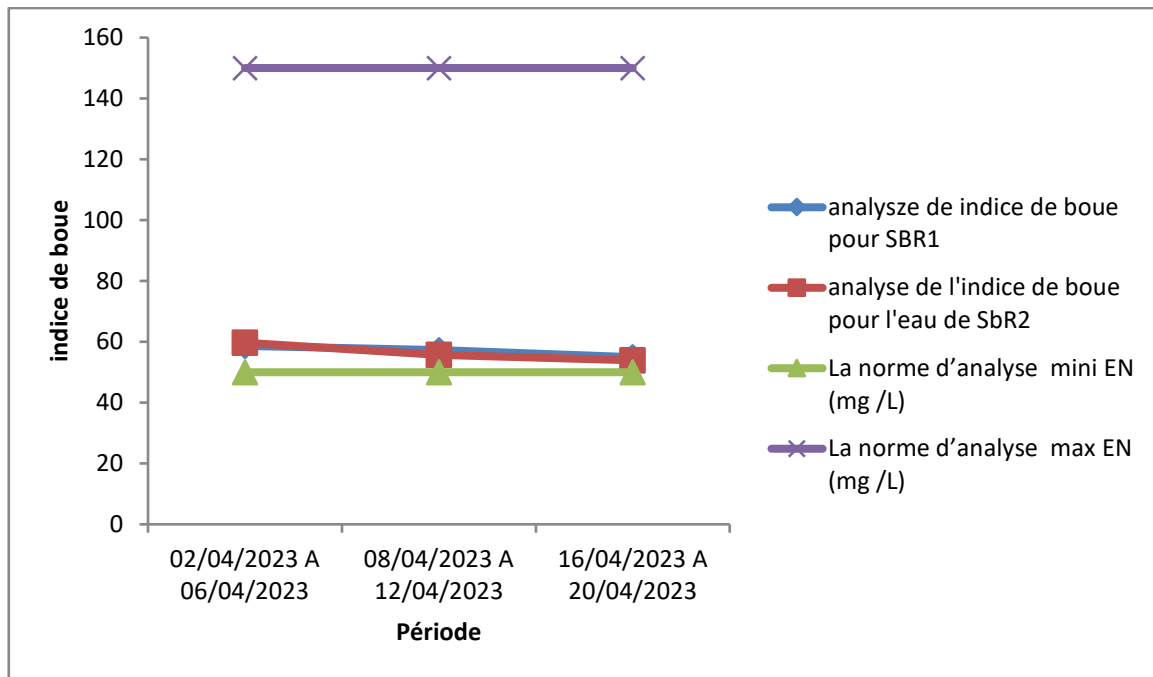


Figure V.13 : Variation d’indice de boue en fonction de temps pour les deux bassins SBR1 et SBR2

D’après la figure (V.13) on remarque que les valeurs de TDS au niveau SBR1 et SBR2 sont presque les mêmes, il n’y’a pas de grande différence, car les valeurs sont comprises entre (53,91 à 59, 7) donc il est dans la norme.

V-1-14 Les résultats d’analyse des boues (dans laboratoire à l’extérieur) :

Dans cette partie nous allons présenter les résultats des analyses des boues durant les années 2021 et 2022, celles du 2032 ne sont pas encore réalisées.

TableauV-14 : Les résultats des analyses de la boue de SBC (2021)

Détermination	Résultats	Limite de quantification	
Types de dioxine et PCB	PBC1	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC11	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC18	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC47	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC121	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC136	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC185	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC194	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC206	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC209	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
Arsenic	<0,05mg/kg	/	
Baryum	<0,05mg/kg	/	
Bismuth	<0,05mg/kg	/	
Cobalt	1mg/kg	/	
Sélénium	1,02mg/kg	/	

Argent	1mg/kg	/
Zinc	245mg/kg	
Plomb	9,80mg/kg	
Cadmium	1mg/kg	
Mercure	0,05mg/kg	

D’après les résultats du tableau précédent on peut déduire que la qualité de la boue produite répond à la norme kore ES RQ 220

TableauV-15 : Les résultats de la recherche des éléments radioactifs dans la boue (2021)

Mesures	Nbre d’impulsion sur 30 secs (valeur moyenne)	Valeur à 95 % de chance écart type	Observation
Ambiant	5	5±0,11	Abs de contamination
	6	5±0,10	
Lot N°01*	6	6±0,10	Abs de contamination
	5	5±0,11	
	4	4±0,08	

Les analyses effectuées par le radiomètre **GAMMA-SCOUT** sur l’échantillon de la boue de la société SBC et dont les spécifications sont données ci- dessus ne révèlent pas de contamination radioactive

TableauV-16 : Les résultats des analyses de la boue de SBC (2022)

Détermination		Résultats	Limite de quantification
Types de dioxine et PCB	PBC1	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC11	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC18	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC47	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC121	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC136	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC185	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC194	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC206	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
	PBC209	<0,01mg/kg	0,01mg/kg
Arsenic		<0,05mg/kg	/
Baryum		<0,05mg/kg	/
Bismuth		<0,05mg/kg	/
Cobalt		1,02mg/kg	/
Sélénium		1mg/kg	/
Argent		1mg/kg	/
Zinc		219mg/kg	
Plomb		10,04mg/kg	
Cadmium		0,50mg/kg	
Mercure		0,03mg/kg	

Le tableau ci-dessus présente les résultats des analyses de l’année 2022, elles identiques à celles enregistrées durant l’année précédente (conforme à la norme kore ES RQ 220)

TableauV-17 : Les résultats de la recherche des éléments radioactifs dans la boue (2022)

Mesures	Nbre d'impulsion sur 30 secs (valeur moyenne)	Valeur à 95 % de chance écart type	Observation
Ambiant	4	4±0,10	Abs de contamination
	5	5±0,08	
Lot N°01*	5	5±0,10	Abs de contamination
	4	4±0,09	
	5	5±0,10	

On remarque une absence totale des éléments radioactifs (la même chose que l'année 2021).

Conclusion générale

Conclusion générale

Skikda Bottling Company est une usine d’embouteillage de boissons gazeuses telles que Coca –Cola, Fanta, Sprite et Coca zéro selon les normes de « The Coca-Cola Company.

Cette usine comprend plusieurs étapes et nécessite de grandes quantités d’eau. Après usage, les eaux résiduaires (eaux de service, eaux de lavage, auxquelles viennent s’ajouter les eaux pluviales) sont récupérées et canalisées vers des bassins d’épuration pour subir un traitement.

Le traitement consiste à les débarrasser de leurs charges polluantes : substances diverses plus ou moins toxiques avant leur rejet dans le milieu naturel (Oued Saf-Saf). L’épuration des eaux usées est essentielle pour la protection du milieu naturel, c'est-à-dire l'obtention d'une eau épurée qui doit satisfaire aux normes de rejet édictées par la législation.

L’objectif de notre stage est de suivre les techniques de traitement des effluents liquides et des boues dans (SBC), de contrôler l’efficacité de la nouvelle station d’épuration des effluents et d’évaluer les performances de la nouvelle STEP.

D’après les analyses physico-chimiques, réalisées au niveau du laboratoire de la nouvelle STEP « SBC », durant la période de stage et leur comparaison avec les normes algériennes de rejet, nous avons constaté que toutes les valeurs sont dans les normes, Il est indiqué que les procédés de traitement des eaux usées utilisés dans la station d’épuration des eaux usées de la société SBC sont efficaces. La boue produite est exempte de métaux lourds et des éléments radioactifs.

Au terme de cette étude, nous nous proposons quelques recommandations :

- ❖ Nous proposons de réutiliser l’eau épurée dans le réseau d’incident, les opérations de nettoyage, l’irrigation des jardins et/ou autres usages appropriés à la qualité des eaux épurées
- ❖ Etude de la possibilité de la valorisation des boues produites selon ses propriétés et les normes des usages souhaités.
- ❖ Il faut chercher des solutions pour lutter contre les coupures d’électricités, en installant des plaques solaires ou des générateurs électriques.

Annexe

Annexes I

Journal officiel algérienne

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS
LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

a - Abattoirs et transformation de la viande :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Volume /quantité	m3/t carcasse traitée	6	8
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	250	300
DCO	"	800	1 000
Matière décantable	"	200	250

b - Sucrerie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	6-9	6-9
DBO ₅	mg/l	200	400
DCO	"	200	250
MES	"	300	350
Huiles et graisses	"	5	10

c - Levurerie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	6,5 - 8,5
DBO ₅	mg/l	100	120
DCO	"	7 000	8 000
MES	"	30	50

d - Brasserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	9 – 10,5
DBO ₅	g/t de malt produit	250	300
DCO	"	700	750
MES	"	250	300

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

e - Corps Gras :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ⁵	g/t	200	250
DCO	"	700	800
MES	"	150	200

Annexes II

Les fiches de suivi du bassin du poisson

Departement Qualité
Station des eaux usées

Fiche de Suivi du bassin du poisson

MOIS : SEMAINE: du 05/02/2022 au 11/02/2022

Quand	Date	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Visa opérateur	Observations
08h00	Ph	7,22	7,73	7,82	7,92	7,91		7,83		
12h00		7,24	7,75	7,85	7,90	7,90		7,92		
16h00		7,80	7,83	7,86	7,88	7,96	Week	7,89		
20h00		7,86	7,86	7,85	7,87	7,88		7,86		
08h00	T (°C)	18,3	17,4	18,3	18,6	18,9		16,8		
12h00		18,9	18,6	18,9	19,4	17,8		17,6		
16h00		18,7	17,2	17,6	18,8	17,9	inst	16,8		
20h00		17,6	17,0	17,0	17,2	18,0		17,2		
08h00	Oxygène dissous	2,12	2,12	6,99	7,10	6,21		7,21		
12h00		2,14	2,12	7,14	7,12	6,38		7,10		
16h00		7,3	6,98	6,71	7,6	7,1		7,0		
20h00		7,1	7,1	6,5	7,0	7,0		6,9		
08h00	Nombre et état des poissons	07 Bien	07 Bien	07 Bien	07 Bien	7 Bien		7 Bien		
12h00		07 Bien	07 Bien	07 Bien	07 Bien	7 Bien		7 Bien		
16h00		7 Bien	7 Bien	7 Bien	7 Bien	7 Bien		7 Bien		
20h00		7 Bien	7 Bien	7 Bien	7 Bien	7 Bien		7 Bien		
	Action	/	/	/	Nulbyjope	/	/	/		

Departement Qualifié
Station des eaux usées

Fiche de suivi du bassin du poisson

SEMAINE: du 19/02/2023... au 25/02/2023

Quand	Date	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Visé opérateur	
08h00 12h00 16h00 20h00	Ph	7,92	7,79	7,74	7,81	7,80		7,26		
		7,94	7,80	7,86	7,89	7,88		7,82		
08h00 12h00 16h00 20h00	T (°C)	19,3	18,6	19,6	19,9	18,3		18,8		
		20,2	20,2	20,25	20,3	19,9		20,4		
08h00 12h00 16h00 20h00	Oxygène dissous	6,99	7,1	7,4	7,1	7,5		7,1		
		7,1	7,3	7,1	7,2	7,6		7,3		
08h00 12h00 16h00 20h00	Nombre et état des poissons	02 Bien	02 Bien	02 Bien	02 Bien	02 Bien		02 Bien		
		02 Bien	02 Bien	02 Bien	02 Bien	02 Bien		02 Bien		
Action		/	Nettoyage	/	/	/	/	/		

Station des eaux usées

Fiche de suivi du bassin du poisson

SEMAINE: du 22/02/2023... au 23/02/2023

MOIS :

Quand	Date	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
08h00 12h00 16h00 20h00	Ph	7,93	7,92			7,92		
		7,92	7,90			7,94		
		7,90						
		7,91						
08h00 12h00 16h00 20h00	T (°C)	14,6	16,5			19,6		
		18,9	15,2			22,8		
		19,3						
		18,6						
08h00 12h00 16h00 20h00	Oxygène dissous	7,63	6,52			7,1		
		7,62	6,98			7,4		
		7,60						
		7,58						
08h00 12h00 16h00 20h00	Nombre et état des poissons	7 Bien	7 Bien			02 Bien		
		7 Bien	7 Bien			02 Bien		
		7 Bien	02 Bien					
		02 Bien	02 Bien					
Action		Nettoyage	/	/	/	Nettoyage		

Annexe III

III-1 :les résultats d'analyse des eaux de production :

Tableau III-1 : variation de TH en fonction de temps

Les semaines	TH
S1	15
S2	15,75
S3	15,2
S4	14,2

Tableau III-2 :variation de pH en fonction de temps

Les semaines	pH
S1	6,54
S2	6,48
S3	6,53
S4	6,5

Tableau III-3 : variation de TAC en fonction de temps

Les semaines	TAC
S1	14
S2	13,9
S3	14
S4	13,5

Tableau III-4 :Variation de TDC en fonction de temps

Les semaines	TDC
S1	98,05
S2	98,45
S3	97,33
s4	98,3

Tableau III-5 : variation de Fe en fonction de temps

les semaines	Fe
S1	0,02
S2	0,02
S3	0,02
S4	0,02

Tableau III-6 : variation de Cl en fonction de temps

Les semaines	CL
s1	40,4
S2	39
S3	40,1
s4	40,2

Tableau III-7 : variation de SO₄ en fonction de temps

Les semaines	SO ₄
S1	5,66
S2	5
S3	5
S4	6,15

Tableau III-8 : variation de Mn en fonction de temps

Les semaines	Mn
S1	0,04
S2	0,02
S3	0,02
S4	0,02

