



**Licence Sciences et Techniques**

**Eau et Environnement**

**Département des Sciences de la Terre**

**Projet de fin d'étude**

**L'optimisation et l'amélioration du fonctionnement  
actuel des stations d'épuration des eaux usées de la  
ville de Benguerir.**

**Réalisé par :**

**Harouach doha**

**Lougnidi nouhaila**

**Hachem maroua**

**Encadrées par :**

**M. El Hassane BOUMAGGARD (FST)**

**M. Cheikh Lakbir MAOULAINAINE (OCP)**

**Soutenue le 22/06/2023 devant la commission d'examen composée de :**

**-Mr. Ali Rhoujjati, Prof FST, Marrakech.**

**-Mr. El Hassane Boumaggard, prof FST, Marrakech.**

**Année universitaire : 2022/2023**

## *Remerciements*

---

Tous nos remerciements, les plus profonds à nos familles, pour leurs conseils et leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique.

Nous tenons à remercier M Cheikh Lakbir MAOULAINAINE qui a suivi notre travail étape par étape tout au long de la période de stage, pour ses recommandations et suggestions qui ont permis d'améliorer notre esprit critique et notre logique scientifique.

A M El Hassane Boumaggard, nous vous remercions pour vos nombreux conseils, votre patience, votre disponibilité. Vos qualités professionnelles et humaines nous serviront d'exemples. Veuillez accepter notre profonde gratitude et notre grand respect.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.

# Résumé

---

Notre stage est effectué au sein du groupe OCP BENGUERIR, il s'est déroulé dans la station d'épuration des eaux usées.

Une station d'épuration est un outil d'amélioration de la qualité de l'eau qui demande un pilotage précis et rigoureux. En effet, des techniciens et agents compétents sont nécessaires afin d'obtenir les normes de rejets exigés, mais un problème est toujours posé, est celui de l'optimisation de la station d'épuration.

Notre étude a pour objectif d'approcher le procédé de traitement d'épuration afin de mieux comprendre le protocole épuratoire de la station, tout en mettant l'accent sur la technique intensive du traitement à Boues Activées (BA).

Pour atteindre cet objectif notre étude est focalisée sur l'évaluation de la technique des BA choisie par la STEP pour éliminer la charge polluante des eaux. Il s'agit de mesurer les paramètres physicochimiques et biologiques (turbidité, pH, MES, DCO, DBO5, débit...), et de calculer les rendements épuratoire. Ces unités de mesures constituent les éléments de base de l'étude qualitative du traitement.

Les mesures sont faites au laboratoire durant l'année 2021 pour examiner l'efficacité de la technique boue activée.

## *Liste des tableaux*

Tableau 1: les normes marocaines.....	15
Tableau 2:TABLEAU CLIMATIQUE DE BENGUERIR .....	18
Tableau 3:Dimension des différents dégrilleurs .....	19
Tableau 4:Dimensionnement des ouvrages (désableur/ déshuileur).....	20
Tableau 5:Performances attendues du décanteur primaire .....	22
Tableau 6:Dimensionnement du décanteur .....	22
Tableau 7:: dimensionnement du bassin biologique.....	24
Tableau 8:performances attendues .....	24
Tableau 9: performances attendues du DBO et DCO .....	26
Tableau 10:dimensionnement du CAG.....	27
Tableau 11:Débit annuelle d'eau brute 2021.....	34
Tableau 12:Débit d'eau sortante de l'année 2021.....	40
Tableau 13: Rendement du débit de l'année 2021 .....	41
Tableau 14:Rendement de MES durant l'année 2021 .....	42
Tableau 15: Rendement de DCO en pourcentage durant l'année 2021 .....	43
Tableau 16: Rendement de DBO5 en pourcentage durant l'année 2021 .....	44

## Liste des figures

Figure 1: SCHEMA DESCRIPTIF DE LA STEP DE BENGURIR .....	14
Figure 2: Image présentative de la station d'épuration BENGUERIR (GOOGLE EARTH.(2023) .....	15
Figure 3: Image illustrative de massif des jebilat et Rhamna Extraite : MLIYEH. ZARRIK (2016).....	15
Figure 4 : Courbe de température annuelle de BENGUERIR .....	16
Figure 5 : Degrilleur de maille .....	17
Figure 6: Racleur .....	18
Figure 7 :Dessablage / déshuillage .....	18
Figure 8 :classificateur (OCP 2014) .....	19
Figure 9:Décanteur .....	19
Figure 10:Bassin biologique .....	21
Figure 11:Fonctionnement de boue activée .....	22
Figure 12 :Traitement mécanique .....	24
Figure 13: filtre à disque .....	24
Figure 14:Filtre CAG .....	24
Figure 15:Bassin de contact .....	25
Figure 16:Stockage des réactifs (eau javel).....	26
Figure 17:Appareil d'Ultra-violet.....	26
Figure 18:Epaisseur de boues .....	27
Figure 19:Digestion des boues .....	27
Figure 20 : Centrifugeuse (ocp,2014) .....	28
Figure 21:: Schéma explicatif du fonctionnement de la serre de séchage (ocp 2014) .....	28
Figure 22:: gazomètre et trochère (ocp 2014) .....	29
Figure 23:Trochère .....	29
Figure 24: co-générateur.....	30
Figure 25:Désodorisation de prétraitement .....	31
Figure 26:Désodorisation de file boue .....	31
Figure 27: Graphe des analyses annuelles de MES 2021.....	34
Figure 28: Graphe des analyses annuelles de DCO 2021.....	35

Figure 29: Graphe des analyses annuelles de DBO5 2021.....	37
Figure 30: : Graphe de variations de La biodégradabilité (K) .....	37
Figure 31: Graphe des débits annuels des eaux entrantes et sortantes de l'année 2021 .....	38
Figure 32:Graphe des analyses annuelles de MES 2021 .....	39
Figure 33:graphe des analyses annuelles de DCO 2021 .....	40
Figure 34:graphe des analyses annuelles de DBO5 2021 .....	41
Figure 35:: volumes des boues en excès,épaissies et dégrées pendant d'une semaine .....	43
Figure 36:Quantité de la MS des boues digérées et épaissies en mg/l du mois décembre 2020 .....	43
Figure 37: siccité des boues déshydratées	45

## *Liste des abréviations*

**OCP : Office chérifien des phosphates**

**DBO5 : Demande Biologique en Oxygène dans cinq jours**

**DCO : Demande Chimique en Oxygène**

**MES : Matière En Suspension**

**MS : Matière Sèche**

**Q : Débit**

**STEP : Station d'épuration**

**T°C : Température**

**UV : Ultra-Violet**

**EH: Équivalent-Habitats**

**CAG : Charbon actif granulaire**

**K : Biodégradabilité**

# Table des matières

Table des matières .....	7
Introduction.....	11
Chapitre I : généralités sur les eaux usées .....	12
1-Types des eaux usées .....	12
1.1- Eau industrielle .....	12
1.2- Eau domestique .....	12
2- Paramètres de pollution .....	12
2.1-Paramètre organoleptique .....	12
2.2- Paramètres physico-chimiques.....	13
2.2.1- MES .....	13
2.2.2- Température .....	13
2.2.3- Potentiel hydrogène .....	13
2.2.4-Oxygène dissout.....	13
2.2.5-DCO .....	13
2.2.6-DBO <sub>5</sub> .....	13
2.2.7-Facteur DCO/DBO <sub>5</sub> .....	14
2.2.8-Phosphore .....	14
2.2.9- L'azote .....	14
3-Les normes nationales .....	14
Chapitre II : Performance et procédé de traitement de la station d'épuration des eaux usées de Benguerir.....	16
1-Présentation de la STEP .....	16
1.1- Situation géographique.....	16
1.2- La géologie de la région .....	17
1.3- La climatologie .....	17
1.4- Hydrologie .....	18
2-Description de la STEP.....	19



2.1-File eau .....	19
2.1.1- Prétraitement.....	19
2.1.2- Traitement primaire : .....	21
2.1.3- Traitement biologique .....	22
2.1.4- Traitement tertiaire .....	25
2.2-File boue.....	28
2.2.1- Epaissement gravitaire.....	28
2.2.2- Digesteur .....	29
2.2.3- Déshydratations mécaniques .....	29
2.2.4- Séchage solaire des boues .....	30
2.3- File biogaz.....	30
2.3.1- Gazomètre.....	30
2.3.2-Trochère .....	31
2.3.3-Valorisation énergétique .....	31
2.4-Système Désodorisation .....	32
Chapitre III : Analyse critique et performance de STEP BENGUERIR .....	34
1-File eau .....	34
1.1- Eau entrante.....	34
1.1.1- Débit.....	34
1.1.2-MES .....	34
1.1.3-DCO .....	36
1.1.4-DBO5 .....	38
1.1.5-Facteur de biodégradabilité K.....	39
1.2-Eau sortante .....	40
1.2.1-Débit.....	40
1.2.2-MES .....	41
1.2.3-DCO .....	42

1.2.4-DBO <sub>5</sub> .....	43
2- File boue.....	44
2.1- Volume des boues.....	44
2.2-La matière sèche.....	45
2.3-Siccité.....	46
Chapitre VI : Solutions techniques pour remédier aux problèmes émanant de l'étude critique. ....	48
1-Première contrainte.....	48
2-Deuxième contrainte.....	48
3-Troisième contrainte.....	49
Conclusion.....	50

## Introduction

Les eaux usées sont des eaux domestiques, industrielles, agricoles..., qui contiennent des polluants de matière physique, chimique et des agents pathogènes. Ces eaux, issues des activités humaines, ne doivent pas être rejetées directement dans la nature. A cause de leurs charges polluantes élevées capables de propager des maladies et contaminer les écosystèmes aquatiques. Par conséquent, ces eaux nécessitent obligatoirement un traitement spécifique afin de produire une eau épurée qui répond aux normes admises de rejets dans la nature.

En 2015, l'OCP a réalisé une installation de réutilisation des eaux usées domestique de la ville BENGUERIR, de capacité de 2.6 million m<sup>3</sup>/an de type « boues activés », qui sert à éliminer les polluants avant leurs rejets dans la nature où les eaux sont purifiées par un processus de filtration, décantation, d'aération, de digestion biologique et de désinfection.

Les eaux traitées dans la STEP de BENGUERIR sont destinées au :

- Le maintien d'équilibre environnementale,
- L'arrosage des espaces verts de la ville verte de Mohammed VI à BENGUERIR,
- Le lavage des phosphates.

Pour ce fait, notre travail porte sur l'étude du fonctionnement de la STEP et la performance du traitement à travers les analyses de différents paramètres qui contrôlent la qualité des eaux usées, et boues sèches. L'étude permet également de détecter au niveau de la station plusieurs contraintes auxquelles nous proposons des solutions.

## Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

### 1-Types des eaux usées

Les charges polluantes contenues dans les eaux usées indiquent diverses origines : soit domestique ou industrielle, ce qui exige un type de station adapté pour le traitement de chaque type d'eau usée.

#### 1.1- Eau industrielle

Ces eaux proviennent des activités industrielles. Elles véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques pour les êtres vivants.

#### 1.2- Eau domestique

Ce sont les eaux usées ménagères provenant des usages domestiques. En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produit d'entretiens ménagers. Elles présentent une bonne dérivabilité.

- **La STEP de BENGUERIR est une station destinée au traitement des eaux usées domestiques.**

## 2- Paramètres de pollution

### 2.1-Paramètre organoleptique

- **Couleur :**

Les eaux résiduaires ont généralement une couleur brune et grisâtre qui renseigne sur la présence de la matière organique, de MES et d'ions métalliques (fer ferreux, fer ferrique ...).

- **Odeur :**

Les eaux usées sont caractérisées par une odeur issue de la décomposition de la matière organique.

- **Turbidité :**

Elle représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de MES fines, comme les argiles, les limons, les grains de silices et les micro-organismes.

## **2.2- Paramètres physico-chimiques**

### **2.2.1- MES**

La MES est l'ensemble des particules organiques et inorganiques insolubles, présentes en suspension dans l'eau usée visible à l'œil nu.

L'abondance de la MES empêche la pénétration de la lumière ce qui mène à la réduction de la photosynthèse consécutive à une chute de O<sub>2</sub> dissous et augmentation de CO<sub>2</sub>. Les MES sont rejetés dans les systèmes de traitement des eaux usées.

### **2.2.2- Température**

La température est un paramètre important dans la détermination du pH des eaux usées, ainsi c'est un catalyseur des réactions chimiques. La température contrôle aussi le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau.

### **2.2.3- Potentiel hydrogène**

Le pH mesure l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution. C'est une mesure de la concentration d'ions d'hydrogène dans l'eau. Le pH affecte la croissance des micro-organismes.

### **2.2.4-Oxygène dissout**

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l.

### **2.2.5-DCO**

La DCO est une valeur qui indique la quantité d'oxygène qui serait nécessaire pour oxyder complètement (presque) tous les composés organiques. Il s'agit d'une mesure permettant de quantifier la quantité de matières organiques dans l'eau et elle est le plus souvent utilisée pour mesurer le niveau de pollution.

### **2.2.6-DBO<sub>5</sub>**

Le DBO<sub>5</sub> est un paramètre mesuré pour quantifier l'oxygène consommé par les micro-organismes, de manière à dégrader la matière organique présente dans les eaux usées au bout d'une période de 5 jours, à une température constante de 20°C et à l'obscurité.

### 2.2.7-Facteur DCO/DBO<sub>5</sub>

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec :  $K=DCO/DBO_5$

- ✓ Si  $K < 1.5$ , cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- ✓ Si  $1.5 < K < 2.5$ , cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- ✓ Si  $2.5 < K < 3$ , les matières oxydables sont peu biodégradables.
- ✓ Si  $k > 3$ , les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique.

### 2.2.8-Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux usées en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique.

### 2.2.9- L'azote

L'azote est un élément chimique souvent présent dans les eaux usées sous formes :

- Réduite qui regroupe l'azote Ammoniacal ( $NH_3$  ou  $NH_4$ ).
- Organique (protéine, créatine, acide urique).
- Oxydée en ions nitrites ( $NO_2$ ) et nitrates ( $NO_3$ ).

## 3-Les normes nationales

Après traitement des eaux usées, l'eau traitée est rejetée dans la nature respectant les normes internationales représentées dans le tableau [tab:1].

Tableau 1: les normes marocaines

Paramètre	Unité	Normes utilisées (OMS)
Ph	—	<b>6.5-8.5</b>
DBO5	mg/l	<b>≤25</b>
DCO	mg/l	<b>≤120</b>
MES	mg/l	<b>≤30</b>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<b>&lt;0.5</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	<b>&lt;2</b>
Température	°C	<b>&lt;30</b>
Couleur	—	<b>Incolore</b>
Odeur	—	<b>Inodore</b>

## Chapitre II : Performance et procédé de traitement de la station d'épuration des eaux usées de Benguerir

### 1-Présentation de la STEP

La STEP de BENGUERIR est une infrastructure de traitement d'eau usée type boue activée, elle est constituée de 3 branches de traitements : file eau, file boue et file gaz (fig:1). A travers des procédés mécanique, énergétique et chimique, avec un système désodorisation.

La station traite une capacité de 111767 EH. Un emplacement prévue pour la réalisation d'une troisième file de traitement pour l'horizon 2030 (provenance de l'eau brute : eaux usées de la zone OCP + cité industrielle et zone touristique tranche2)

Le projet comporte une station de pompage permettant l'alimentation de la mine de BENGUERIR et la ville verte, par une conduite de 17km de longueur.



figure 1 : SCHEMA DESCRIPTIF DE LA STEP DE BENGURIR

#### 1.1- Situation géographique

La STEP est située à l'ouest de la ville BENGUERIR, elle a été construite sur la rive gauche d'oued Bouchane .Elle est située à 72 km au nord de la ville de Marrakech (fig : 2).

La STEP est ménagée sur un terrain plat, avec une altitude d'environ 500 mètres au-dessus du niveau de la mer.



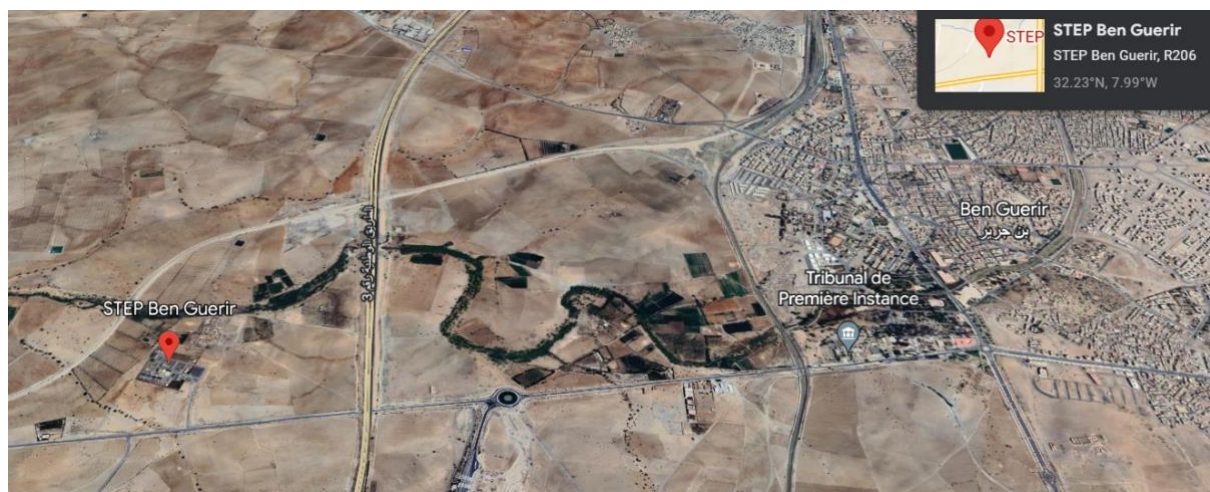


Figure 2: Image représentative de la station d'épuration BENGUERIR (GOOGLE EARTH,(2023)).

## 1.2- La géologie de la région

La région de Benguerir prend place dans le bassin de Gantour ce bassin est caractérisé par l'existence des unités suivantes :

- Massif de Jebilet au sud.
- Massif primaire de Rhamna au nord.
- Le plateau tertiaire de Gantour qui est un plateau monoclinale à pendage sud plongeant des Rhamna vers les Jebilet .
- Le bassin sédimentaire de la plaine bahira qui s'insère entre le massif des Jebilet et Rhamna .

Le bassin de Gantour est formé par un socle paléozoïque .Avec couverture d'âge maastrichtien à Eocène de la chaîne hercynienne.

## 1.3- La climatologie

La zone est caractérisée par un climat continental semi-aride à aride.

### **Pluviométrie**

La différence entre le mois le plus sec et le plus humide est de 32 mm. Environ 80% des précipitations tombent entre novembre et avril, avec 33% en novembre et décembre, alors que les mois les plus secs sont juillet et août.

### **Température**

Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 26.1°C.

Le mois le plus froid de l'année est janvier avec une température moyenne de 11.1°C (fig : 3).

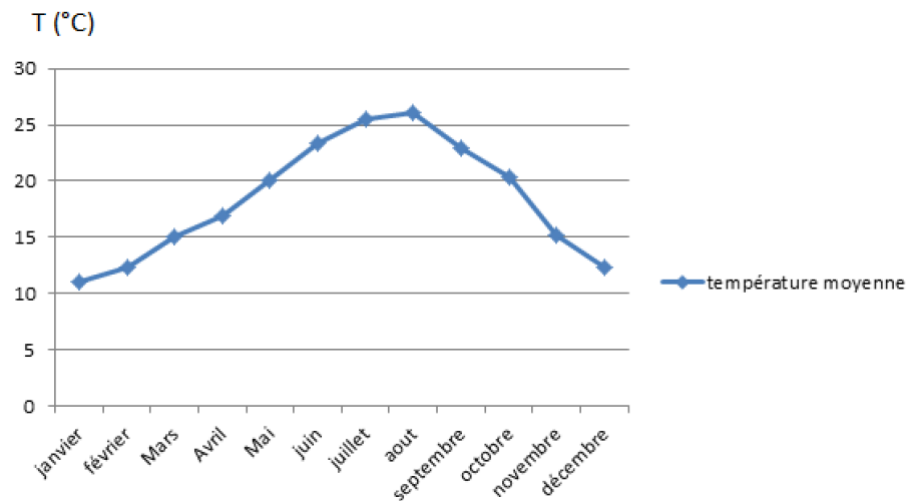


Figure 3 : Courbe de température annuelle de BENGUERIR

### L'humidité

L'humidité relative la plus élevée est mesurée en Janvier (67.36%). Le plus bas en juillet (49.89%). Décembre (5.17jours) a en moyenne les jours les plus pluvieux par mois. Le moins de jours de pluie sont mesurés en juillet (0.57 jours) (tab:2).

<https://fr.climate-data.org/afrique/maroc/benguerir/benguerir-54833/#climate-table>

Tableau 2:TABLEAU CLIMATIQUE DE BENGUERIR

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	11.1	12.3	15.1	16.9	20	23.3	25.5	26.1	22.9	20.4	15.2	12.4
Température minimale moyenne (°C)	5.9	6.9	9.2	10.9	13.5	16.4	18.3	19.2	17.3	15.1	10.2	7.4
Température maximale (°C)	17.3	18.8	22.1	24.1	27.6	31.5	34.3	34.5	30.2	26.9	21	18.5
Précipitations (mm)	29	29	33	26	14	3	1	2	10	20	33	29
Humidité(%)	67%	63%	57%	56%	52%	51%	50%	52%	59%	60%	63%	66%

### 1.4-Hydrologie

La région est dépourvue de ressources en eau superficielle et ce à cause de l'inexistence de cours d'eau pérenne à l'exception de l'Oued GAINO qui pénètre dans la BAHIRA a El Kalaâ et dont l'Issue est dans le versant Sud-Est des JBILETE. Ce Oued possède un écoulement souterrain évalué à 50 l/s environ les apports superficiel du GAINO en crus sont inconnus mais très probablement faibles, se situant autour de 5 Mm3 /an.

## 2-Description de la STEP

### 2.1-File eau

#### 2.1.1- Prétraitement

Le prétraitement consiste à éliminer les particules flottantes et en suspension grossières et fins. Par des opérations physiques et mécaniques.

Il est composé de deux grandes étapes : dégrillage et dessablage déshuilage.

- **Dégrillage**

Les eaux relevées sont dégrillées au moyen de 3 dégrilleurs fins 3 mm (photo:1), Le poste est équipé d'une vis de convoyage et compactage sous dégrilleurs qui renvoie les refus dans une benne. Deux poires de niveau (haut et très haut) pour les différents asservissements du poste

Un dégrilleur est installé en secours, la totalité du débit peut être traité sur 2 dégrilleurs.



Figure 4 : Degrilleur de maille

Tableau 3: Dimension des différents dégrilleurs

Domaine d'application	Maille (mm)
Dégrillage grossier ou prédégrillage	30 à 100
Dégrillage moyen	12 à 30
Dégrillage fin	5 à 12

- **Dessablage déshuilage**

Les eaux dégrillées alimentent deux dessableurs/déshuileurs cylindro-coniques, qui peuvent être isolés chacun par un batardeau, chaque ouvrage de dessablage/déshuilage est équipé par un aérateur immergé permet la flottation des graisses à la surface et sont raclées par un racleur, entrainant les graisses dans une trémie d'évacuation après ils sont transférées par gravitation vers une bêche à boue épaissies (photo 2 et schéma 2).



Figure 5 : Racleur

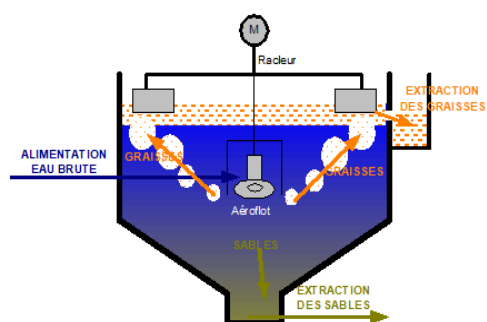


figure 6 : Dessablage / déshuilage

**Dimensionnement :**

Tableau 4 : Dimensionnement des ouvrages (dessableur/ déshuileur) (OCP,(2020)).

Débit max par ouvrage	312 m <sup>3</sup> /h (horizon 2030)
Vitesse au miroir	19.6 m/h Qmax( horizon 2030)
Diamètre ouvrage	4.50 m
Hauteur d'eau droite	3 m
Volume total ouvrage	59 m <sup>3</sup>
Temps de séjour	11 min à Qmax (horizon 2030)

- **classificateur**

Le fonctionnement du classificateur est asservi au fonctionnement des pompes à sables. Pour le but de :

- Essorer les sables pour diminuer la quantité de sable.
- Diminuer la quantité de matières organiques contenues dans les sables.



Figure 7 : classificateur (OCP 2014)

### 2.1.2- Traitement primaire :

Après extraction des éléments grossiers, l'eau est à cheminée vers les décanteurs primaires.

- **Décanteur primaire**

Le traitement primaire est un procédé de traitement physique par décantation à la présence de deux décanteurs, qui permettent essentiellement l'élimination de la MES décantable, environ 50% à 60% de cette matière est décantée par déstabilisation et agglomération des colloïdes.



Figure 8 : Décanteur

Lorsque le décanteur est rempli (eaux prétraitées en excès), un by-pass permet l'évacuation des eaux prétraitées au rejet.

Le processus de la décantation résulte deux produits qui sont :

- la boue : Un pont racleur permet de collecter et racler les boues vers la partie centrale de l'ouvrage et la transporter par une conduite vers la file boue pour la réutilisation (recirculation en boue activée...).
- l'eau traitée : dirigée vers le traitement biologique.

### Performances attendues et dimensionnement

Tableau 5 : Performances attendues du décanteur primaire

Performances attendues	
Abattement des MES	60%
Abattement DBO,DCO	30%

Tableau 6 : Dimensionnement du décanteur

Dimensionnement	
Débit max par ouvrage	312 m <sup>3</sup> /h (avec retour en tête)
Diamètre ouvrage	12.20 m
Hauteur d'eau droite	2.95 m
Volume total ouvrage	356 m <sup>3</sup>
Vitesse au miroir	1.91 m/h
Temps de séjour	1.6h

#### 2.1.3- Traitement biologique

Le principe du traitement biologique est de faire dégrader la matière organique (en suspension ou dissoute dans les eaux usées) par des bactéries.

Le brassage permanent du milieu permet le meilleur accès des bactéries aux particules et une aération importante nécessaire à la pérennité du système de biodégradation (seule la pollution biodégradable peut être ainsi traitée).

Le brassage est suivi d'une décantation à partir de laquelle, les boues riches en bactéries sont renvoyées vers le bassin d'aération.





Figure 9 : Bassin biologique

Le traitement biologique est composé classiquement de 4 étapes (Photo 5) :

- Bassin d'aération : chaque bassin est aéré par la mise en place de trois turbines qui assurent l'aération ainsi que la mise en suspension de la boue par ajout de l'oxygène nécessaire au développement de la flore bactérienne.  
Une sonde redox et une sonde d'oxygène dissous sont mises en place dans la zone aérée pour mieux contrôler l'aération :
  - Sondes redox (-70 à +85 mV)
  - Sondes oxygène (0 à 2,5 mg/l)
- Clarificateur : sert à une séparation gravitaire et un rejet de l'eau traitée vers le milieu naturel.
- Recirculation : retour de la boue vers les bassins aérés à fin de maintenir les micro-organismes dans le bassin.
- Extraction de la boue en excès : extraction du surplus de boues.

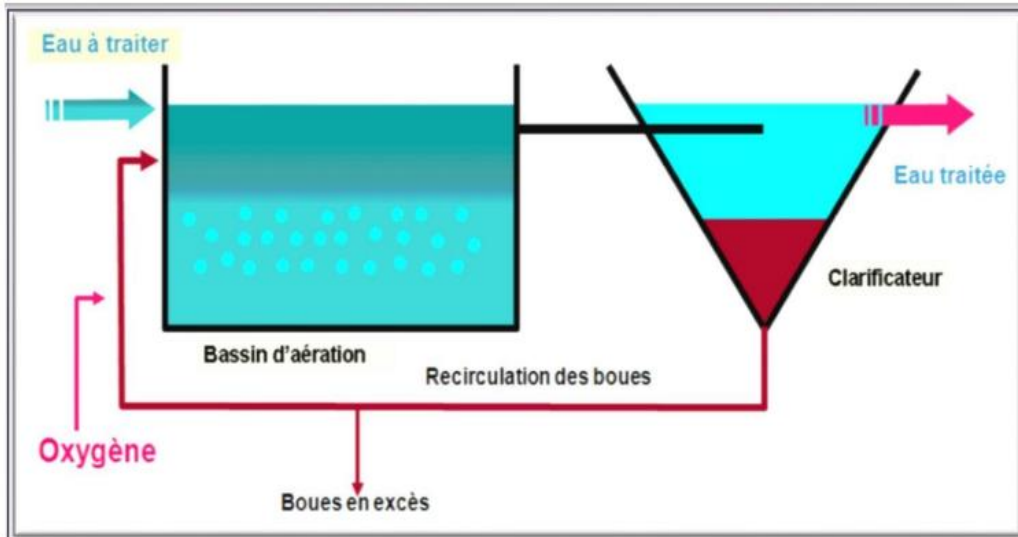


Figure 10 : Fonctionnement du bassin d'aération et clarificateur

## Dimensionnement et performances attendues

Tableau 7: dimensionnement du bassin biologique

Décanteur secondaire (bassin biologique)	
Volume total	3900 m <sup>3</sup>
Vitesse au miroir	1.2 m/h
Diamètre ouvrage	15.70 m
Hauteur d'eau droite	3.60 m
Temps de séjour	1.9 h

Tableau 8: performances attendues

Performances attendues	
MES	< 30 mg/l

### • L'élimination de l'azote

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes :

-La nitrification : La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes :

- Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas).
- Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter).



La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3$ ). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

-La dénitrification : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu.

- **L'élimination du phosphore**

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

#### **2.1.4-Traitement tertiaire**

Les eaux issues du traitement secondaire possèdent deux trajets différents :

- Soit rejetés dans la nature afin d'assurer la protection du milieu naturel.
- Soit acheminé vers le traitement tertiaire tout en respectant les besoins de client (OCP, espaces verts ...).

- **Traitement mécanique**

C'est la première étape du traitement tertiaire, pendant ce traitement l'eau est filtrée (filtre à disque) à travers la toile filtrante dans les segments de filtration, au cours de cette opération les substances solides sont retenus en surface. Le filtrat s'écoule dans le tube central, rejoint le plus d'accès, puis le déversoir de sortie. Le filtre à disque tourne lentement (1 tr/min) et les substances solides qui se sont déposées sont éliminées par l'intermédiaire des dispositifs d'aspiration, composés des pompes submersibles permettant chacune le nettoyage de plusieurs disques.



Figure 11 : Traitement mécanique



figure 12 : filtre à disque

- **Filtre à charbon active CAG**

L'eau est pompée par la suite vers les filtres CAG composés par 5 filtres de traitement, la filtration CAG permet une élimination de pollution résiduelle par adsorption du DCO et DBO<sub>5</sub>.



Figure 13 : Filtre CAG

### Performances attendues et dimensionnement

Tableau 9: performances attendues du DBO et DCO

Performances attendues	
DCO	<50 mg/l
DBO	<10 mg/l

Tableau 10: dimensionnement du CAG

Dimensionnement	
Vitesse filtration	5.9 m/h
Surface unitaire filtre	15.1 m <sup>2</sup>
Nombre de filtre	5
Hauteur couche CAG	1.0 m

- **Bassin de contact**

Ensuite, l'eau est dirigée vers le bassin de contact où le chlore (eau de javel) est injecté par deux pompes doseuses.

Le bassin de contact est désigné en une forme rectangulaire et chicané afin d'assurer une bonne circulation de flux ainsi une désinfection efficace (élimination la MES restante).



Figure 14 : Bassin de contact

- **Injection de chlore**

Pour abaissement de la teneur des germes, on injecte le chlore ; un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites organiques et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux ( $Cl_2$ ), l'hypochlorite de sodium ( $NaClO$ ) appelé communément " eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ( $Ca(ClO)_2$ ), le chlore de chaux ( $CaCl_2 \cdot OCl_2$ ) et le chlorite de sodium ( $NaClO_2$ ).



Figure 15 : Stockage des réactifs (eau javel)

- **Traitement UV**

Le principe d'action des UV repose sur le fait que les rayons ultraviolets sont des ondes électromagnétiques qui correspondent à une gamme de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. L'absorption de ces rayons par les microorganismes provoque une modification de leur ADN qui bloque toute réplication du matériel génétique et engendre leur mort.



Figure 16: Appareil d'Ultra-violet

## 2.2-File boue

### 2.2.1- Epaissement gravitaire

Le mélange des boues biologiques et primaires extraites des décanteurs sont envoyées dans un épaisseur (cylindro-conique, un système de raclage et agitation lente) qui permet le dégagement de l'eau et des gaz présents dans les boues. L'épaissement a pour but d'augmenter la concentration des boues (la concentration des boues en sortie = 40 g/l).



Figure 17 : Epaisseur de boues

### 2.2.2-Digesteur

Le digesteur est alimenté par les boues épaissies, la boue subit une anaérobie mésophile en milieu fermé à 37 °C. Il s'agit de transformer la matière organique des boues par action bactérienne (figure18).

La matière organique dégradée est transformée par réaction biologique en  $\text{CO}_2 + \text{CH}_4$  et des gaz toxiques qui sont éliminés ultérieurement.

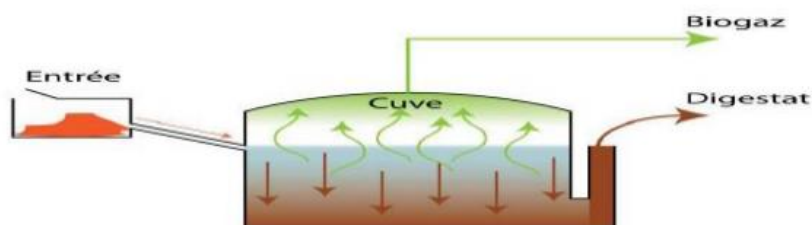


Figure 18 : Digestion des boues

### 2.2.3-Déshydratations mécaniques

Les boues digérées sont stockées dans les bâches à boues, et transférées par la suite vers les deux centrifugeuses.

La force centrifuge provoque la sédimentation des solides sur les parois du bol, ensuite le convoyeur tourne dans le même sens que le bol mais à une vitesse plus faible, ce qui entraîne une augmentation de la pression sur la boue dans la partie conique → augmentation de la siccité des boues (siccité finale de 20%).

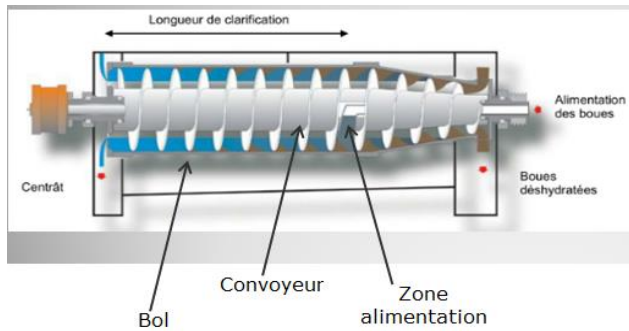


Figure 19 : Centrifugeuse (OCP, (2014))



figure 20: Centrifugeuse (OCP)

### 2.2.4-Séchage solaire des boues

Les boues sont réparties sur l'ensemble de la surface de séchage par un sanglier électrique, elles sont retournées régulièrement plusieurs fois par jour par le sanglier.

La ventilation importante associée au rayonnement solaire permet d'atteindre les conditions optimales pour un bon séchage des boues (Schéma 4).

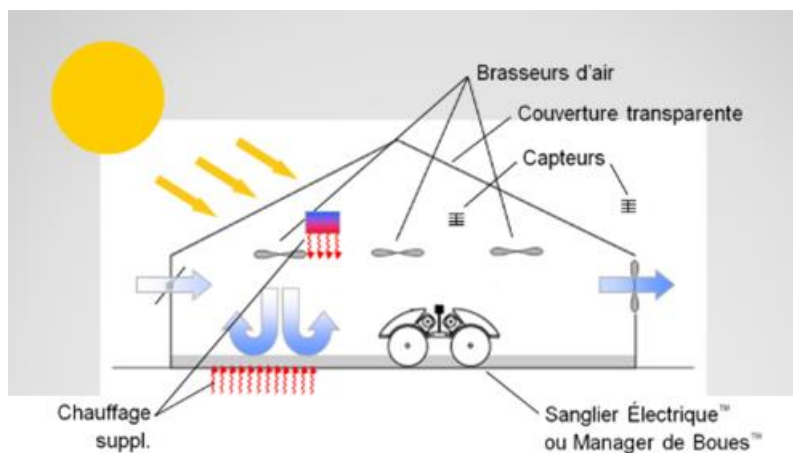


Figure 21 : Schéma explicatif du fonctionnement de la serre de séchage (OCP, (2014)).

## 2.3-File biogaz

### 2.3.1-Gazomètre

Le gazomètre souple à double membranes : une membrane interne étanche au biogaz, sert au stockage du biogaz et une membrane externe également étanche sert à la protection mécanique de l'enveloppe gaz intérieur.

Le gazomètre reçoit le CH<sub>4</sub> produit au niveau de digesteur.





Figure 23 : Gazomètre et Trochère (OCP, (2014)).

### 2.3.2-Trochère

Lorsque la quantité du biogaz dépasse la capacité du gazomètre, l'excès sera brûlé au niveau d'une trochère.



Figure 24 : Trochère

### 2.3.3-Valorisation énergétique

Le biogaz stocké dans le gazomètre couvre 30% des besoins énergétiques de la station, il alimente à la fois :

Le co-générateur : une installation qui produit la totalité de l'électricité est réutilisée ou revendue au réseau électrique.



Figure 25 : Co-générateur

Chaudière : Une chaudière biocombustible biogaz/fuel, qui permet de fournir l'eau chaude pour réchauffer les boues circulant dans l'échangeur.

#### **2.4-Système Désodorisation**

C'est un système d'élimination des nuisances olfactives, pour assurer une sécurisation et confort de travail dans les locaux, il existe deux installations notamment, une dans la zone de prétraitement (Photo 17) une autre dans la zone de traitement des boues (Photo 18).

Pour chaque installation, l'air vicié est aspiré par un réseau de gaines de ventilation connecté à deux ventilateurs, dont un en secours, refoulant l'air vicié vers le filtre.





Figure 26 : Désodorisation de prétraitement



figure 27 : Désodorisation de file boue

## Chapitre III : Analyse critique et performance de STEP BENGUERIR

Ce chapitre, est consacré à l'étude l'ensemble des analyses et des tests réalisés au niveau de chaque étape du traitement des eaux usées par le groupe OCP BENGUERIR.

Notre étude porte sur l'analyse de plusieurs caractéristiques physico-chimiques relatives à la qualité de l'eau qui sont : le débit, MES, DBO<sub>5</sub>, DCO, O<sub>2</sub> dissous, pH. Et les paramètres physico-chimiques liés à la qualité de la boue qui sont : MS et siccité.

Dans le cadre de ce stage nous avons étudié et interprété les résultats des analyses des eaux usées et des boues séchées et nous les avons comparées par la suite au norme marocaines pour définir la qualité des eaux épurées.

### 1-File eau

Les prélèvements des échantillons des eaux usées sont extraits de trois points de la station :

- L'entrée de la station,
- Le traitement secondaire (bassin biologique),
- Le traitement tertiaire.

#### 1.1-Eau entrante

##### 1.1.1-Débit

Le tableau 11 montre la variation du débit d'alimentation de la STEP en eau brute de l'année 2021.

Tableau 11: Débit annuelle d'eau brute 2021

	Janvier	février	mars	avril	Mai	Juin	juillet	Aout	septembre	Octobre	novembre	décembre
Débit m <sup>3</sup> /j	5051	5375	4252	6246	5284	6182	6740	6740	5815	5713	5601	5987

Le débit à atteindre pour un fonctionnement normal de la station est égal à 7159 m<sup>3</sup> /j. Le débit moyen d'eau entrant est 5749 m<sup>3</sup>/j. Le débit est inférieur à la valeur moyenne pendant les mois janvier, février, mars. Le débit dépasse la valeur moyenne pendant les mois : juin, juillet, aout.

##### 1.1.2-MES

La MES est la quantité de matière qu'un échantillon d'eau contient après filtration sur un filtre en fibres de verre avec pores de 1.5 µm lorsqu'on la fait sécher à 105°.

### Mode opératoire :

- Les membranes filtrants sont placées sur le filtre pour les lavées avec de l'eau distillée ;
- Déposer le filtre sur une coupelle ;
- On placera ensuite les membranes sur une étuve à 105 °C pendant au moins une heure ;
- Ensuite on les laisse refroidir dans le dessiccateur ;
- Peser le filtre, on obtient  $M_i$  ;
- On verse progressivement 100 ml d'eau traité / clarifié sur le filtre (25 ml pour l'eau brute) ;
- Faire sécher le filtre et son résidu dans l'étuve à 105 °C pendant une heure ;
- Laisser refroidir dans le dessiccateur ;
- Peser de nouveau, on obtient  $M_f$ .

La teneur en matières en suspension est obtenue par la formule suivante :

$$\text{MES} = 1000 * (M_f - M_i) / V_f$$

Cette mesure s'exprime en mg/l.

$M_f$  : Masse du filtre après filtration et séchage à l'étuve.

$M_i$  : Masse du filtre avant filtration.

$V_f$  : Volume de suspensions filtrées.

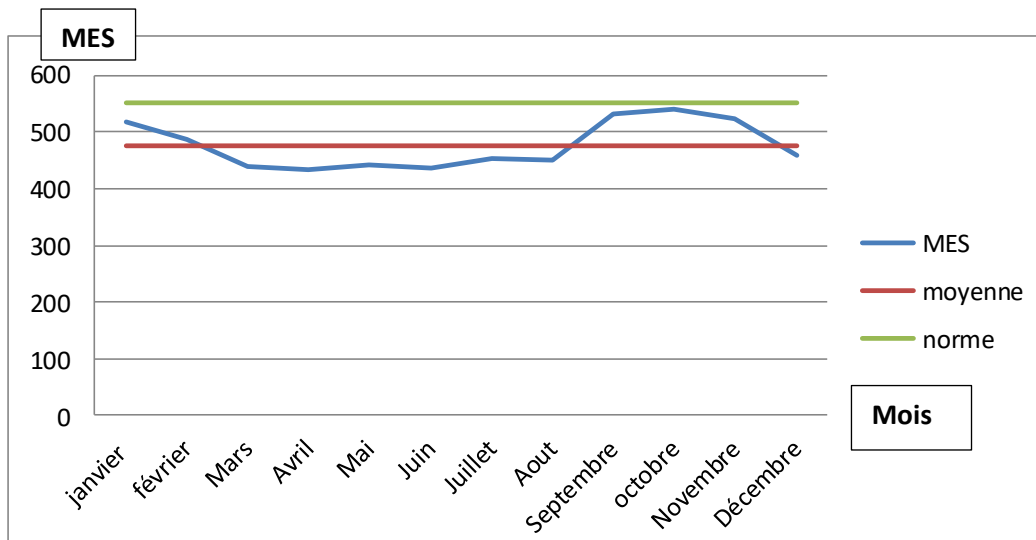


Figure 28 : Graphe des analyses annuelles de MES 2021

La charge en matière en suspension à ne pas dépasser est fixée à 550 mg/l, la MES mesurée durant l'année 2021 n'a pas dépassée la norme marocaine. La moyenne enregistrée est égale à 476 mg/l.

### 1.1.3-DCO

#### Mode opératoire

- Dans le tube DCO, ajouter 3 ml d'échantillon ;
- Fermer le tube et bien agiter ;
- Placer les tubes dans un réacteur DCO à 105°C pendant 2 heures ;
- Refroidir à température ambiante ;
- Mesurer avec un spectrophotomètre ;

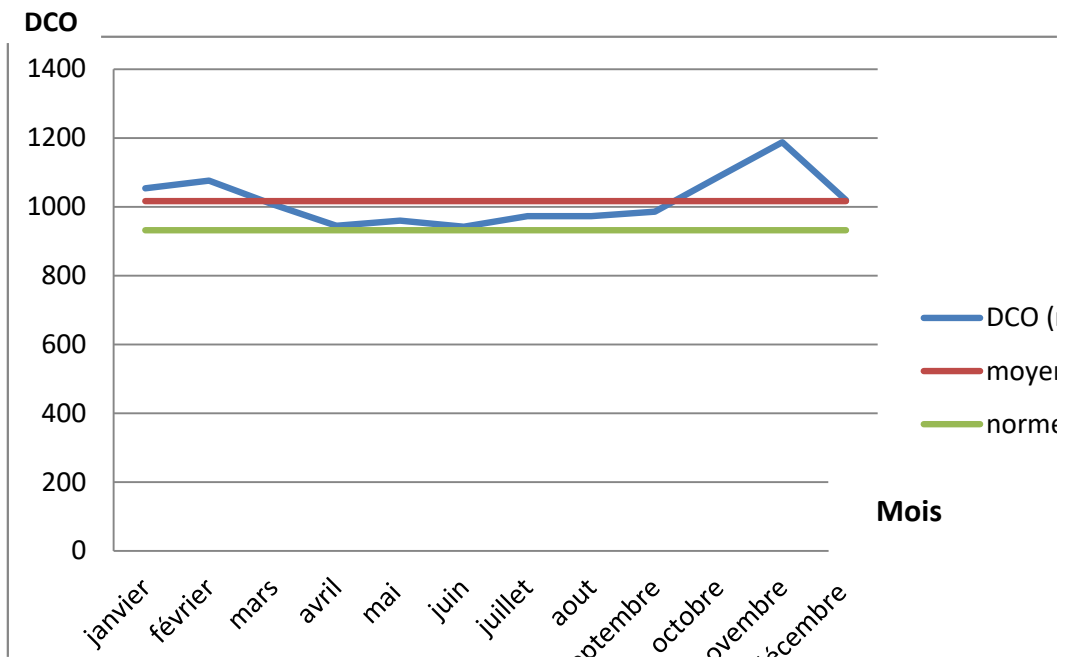


Figure 29 : Graphe des analyses annuelles de DCO 2021

## Interprétation

La figure 5 décrit la variation de DCO relative à de l'année 2021. Durant toute l'année, la demande chimique en oxygène, dépasse la norme à respecter fixé à 932 mg/l, selon les estimations faites sur l'assainissement de la ville. Il devient très important pendant les trois derniers mois. Au mois de novembre, elle a atteint son maximum qui est de 1188 mg/l.

La valeur moyenne enregistrée du DCO est supérieure à la valeur maximale admissible. Un problème qui affect négativement la performance de la station à traiter ces eaux. Ceci est dû essentiellement au:

- Raccordement d'un abattoir rejetant ses effluents directement dans le réseau d'assainissement et ceci juste en amont de la station d'épuration éliminant ainsi une éventuelle possibilité de dilution de ces effluents qui aurait pu diminuer le problème.
- Faible débit d'eaux usées provenant de la ville empêchant la diminution de cette charge par dilution.
- Phénomène de stagnation dans le réseau qui favorise la fermentation.

### 1.1.4-DBO5

La mesure de la DBO<sub>5</sub> se fait par la méthode manométrique ; basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé.

#### Mode opératoire

- On choisit le volume de l'échantillon correct pour la plage de l'échantillon, ( 95 ml pour les eaux brutes et 355 ml pour les eaux clarifiées ) ;
  - Ajouter l'inhibiteur de nitrification (3 gouttes pour l'eau brute et 10 gouttes pour l'eau clarifiée et traitée) ;
  - Placer un barreau d'agitation dans chaque flacon DBO Remplir le joint caoutchouc avec 3-4 gouttes de solution KOH et placer dans le flacon ;
  - Visser la sonde DBO sur le flacon ;
  - Poser l'échantillon sur le support à flacons ;
  - Démarrer l'appareil ;
  - Mettre à l'incubateur réglé à 20°C ;
  - Relever les valeurs après 5jours ;
- **NB : L'obscurité proscrit le risque de photosynthèse et la température de 20°C favorise la prolifération des micro-organismes friands d'O<sub>2</sub>.**

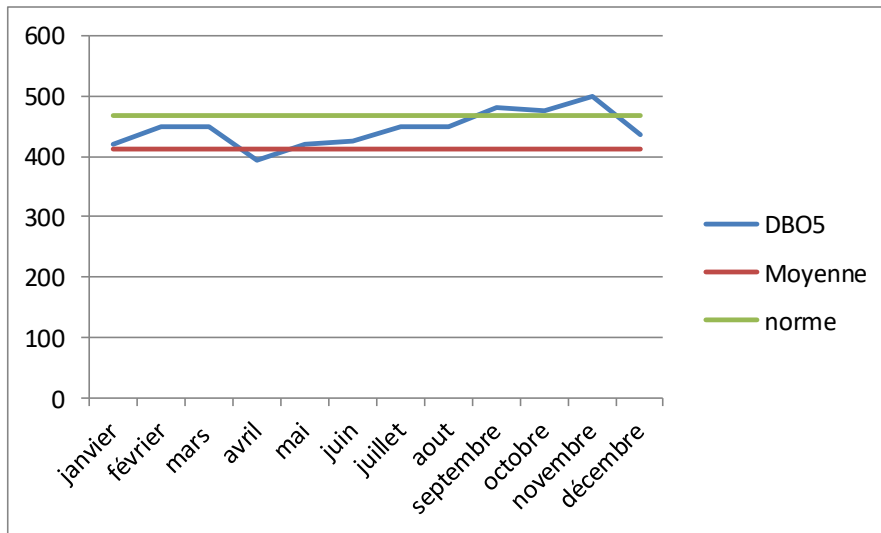


Figure 30 : Graphe des analyses annuelles de DBO5 2021

## Interprétation

La figure 6 décrit la variation de  $DBO_5$  au cours de l'année 2021. Durant toute l'année, la demande Biologique en oxygène respecte la norme fixée à 468 mg/l selon les estimations faites sur l'assainissement de la ville. Il devient très important pendant les mois septembre, octobre et novembre. Au mois de novembre, elle a atteint son maximum qui est de 500 mg/l. La valeur moyenne enregistrée du  $DBO_5$  est fixée à 421 mg/l, Cette valeur est largement inférieure à la charge polluante en  $DBO_5$  prise en compte par la station (468 mg/l).

### 1.1.5-Facteur de biodégradabilité K

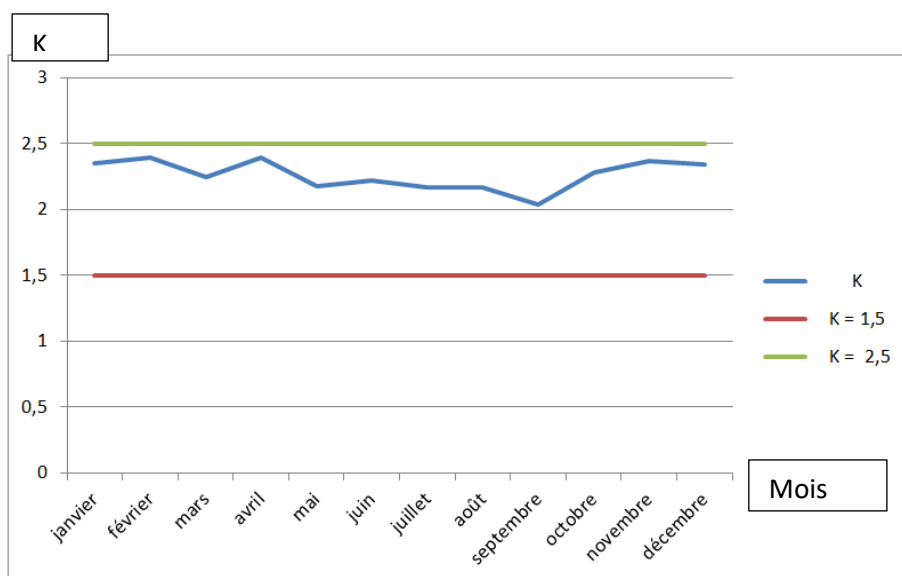


Figure 31 : Graphe de variations de La biodégradabilité (K)

Le calcul de DCO / DBO<sub>5</sub> au cours de l'année 2021 est compris entre les valeurs K= 1.5 et K=2.5 (l'effluent est moyennement biodégradable), ceci indique que l'eau épurée par la station est d'origine domestique. Ce type d'effluent nécessite un traitement biologique.

## 1.2-Eau sortante

### 1.2.1-Débit

Tableau 12: Débit d'eau sortante de l'année 2021

	Janvier	février	mars	avril	Mai	Juin	juillet	Aout	septembre	Octobre	novembre	décembre
Débit m <sup>3</sup> /j	5022	5347	4224	6041	5233	5922	6352	6352	5752	5678	5572	5959

Le tableau 12 montre la variation du débit d'eau traitée par la STEP pendant l'année 2021. La station a traité un maximum des eaux usées «un débit de 6352m<sup>3</sup>/j » au cours des mois juillet et aout.

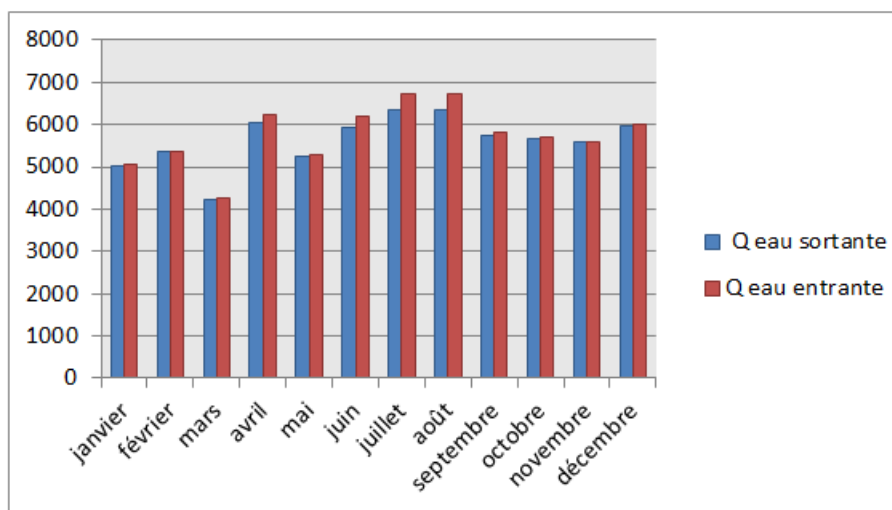


Figure 32: Graphe des débits annuels des eaux entrantes et sortantes de l'année 2021

### Interprétation

Durant l'année 2021, la différence entre les volumes moyens entrants 2.029.397 m<sup>3</sup> et les volumes moyens sortants 1.984.213 m<sup>3</sup> est de l'ordre 45.184 m<sup>3</sup>, cette différence représente le volume des boues récupérées au cours du traitement.

### Rendement



Tableau 13: Rendement du débit de l'année 2021

Mois	Janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	octobre	novembre	décembre	moyenne
Débit													
Rendement (%)	99.42	99.47	80.57	96.71	99	95.8	94.24	94.24	98.91	99.38	99.48	99.53	<b>96.4</b>

Le rendement moyen de l'année 2021 est de 96.4%, qu'est relativement important par rapport à celui des années 2018 et 2019. Les mois juillet et août présentent des rendements importants de 99.53%.

### 1.2.2-MES

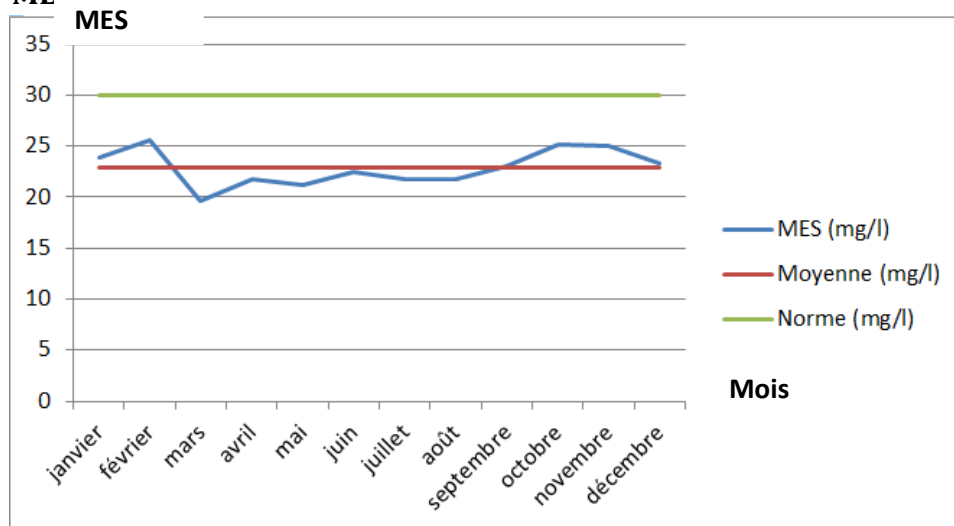


Figure 33: Graphe des analyses annuelles de MES 2021

Le graphe (fig:33) représente les analyses annuelles de la matière en suspension présente dans l'eau sortante. La charge en MES à ne pas dépasser dans les eaux traitées est fixée à 30 mg/l. la moyenne enregistrée est fixée à 22,88mg/l.

### Interprétation

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées en MES sont comprises entre 25.54mg /l au mois de février et 19.7mg /l au mois de mars, nous avons obtenu une valeur moyenne de l'ordre de 22.88mg/l, cette valeur inférieure à la norme, dépend de l'origine des eaux usées que nous traitons. Dans ce cas, la décantation de la boue dans le clarificateur est bonne.

### Rendement

Tableau 14: Rendement de MES durant l'année 2021

MOIS \ MES	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	octobre	novembre	décembre	moyenne
Rendement	95.3	94.7	95.6	95.1	95.2	95.1	95.4	95.4	95.7	95.4	95.1	94.9	95.2

Le rendement (tableau 14) variant entre 95.7% à 94.7 % traduit l'efficacité des clarificateurs et la bonne aptitude des boues à la décantation.

Cependant, les concentrations de MES dans les eaux épurées à la sortie de la station ne dépassent pas la norme admise (30mg/l).

### 1.2.3-DCO

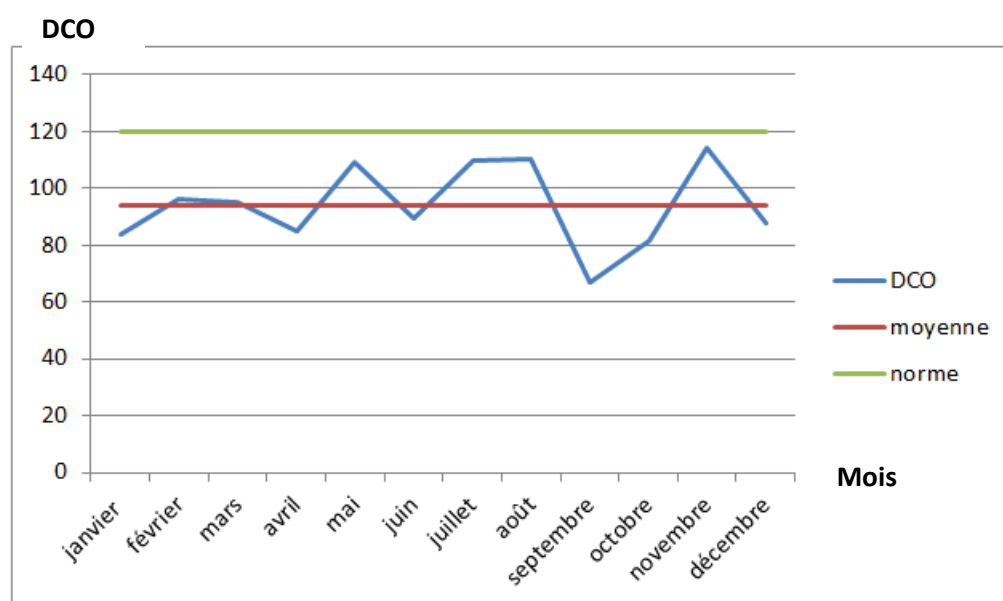


Figure 34: Graphe des analyses annuelles de DCO 2021

La figure 34 décrit la variation de DCO pendant l'année 2021. Durant toute l'année, la demande chimique en oxygène ne dépasse pas la norme à respecter fixée à 120 mg/l selon les estimations faites sur l'assainissement de la ville. Au mois de novembre, elle a atteint son maximum qui est de 114.4 mg/l. La valeur moyenne enregistrée du DCO est 94.2 mg/l.

## Rendement

Tableau 15: Rendement de DCO en pourcentage durant l'année 2021

Mois	Janvier	février	mars	avril	Mai	Juin	juillet	Aout	septembre	Octobre	novembre	décembre
DCO												
Rendement	92.03	91.1	90.8	91.3	88.6	90.9	89	88.8	93.3	92.6	98.3	91.5

Le rendement varie entre 88.6 % à 98.3 %. Le rendement moyen atteint une valeur de l'ordre 84.85 %, ce qui traduit l'opérationnalité de la filière de traitement à charbon actif. Cette dernière a pour fonctionnalité de fixer les composés organiques dissous, réfractaires au traitement biologique situé en amont, et permet ainsi d'éliminer une grande proportion de la DCO résiduelle.

### 1.2.4-DBO<sub>5</sub>

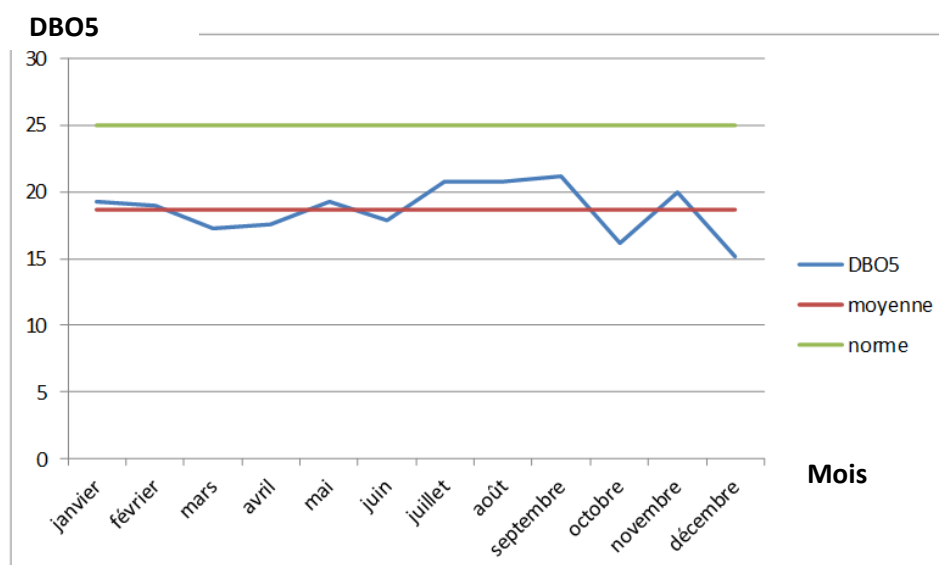


Figure 35 : Graphe des analyses annuelles de DBO<sub>5</sub> 2021

La variation de DBO<sub>5</sub> de l'année 2021. Durant toute l'année la demande chimique en oxygène des eaux clarifiées respecte la norme fixée à 25 mg/l selon les estimations faites sur l'assainissement de la ville. Au mois de septembre, elle a atteint son maximum qui est de 21.2 mg/l, la valeur moyenne enregistrée du DBO<sub>5</sub> est fixée à 18.7 mg/l.

## Rendement

Tableau 16: Rendement de DBO5 en pourcentage durant l'année 2021

Mois	Janvier	février	mars	avril	Mai	Juin	juillet	Aout	septembre	Octobre	novembre	décembre
DBO <sub>5</sub>												
Rendement	95.59	95.8	96.2	95.7	95.6	96	95.5	95.7	95.6	96.6	96	96.5

Le pourcentage de rendement de la DBO5 représenté sur le tableau (16) indique un rendement variant entre 95.5 % à 96.6 %, ce qui montre une réduction relativement bonne de la matière organique biodégradable contenue dans les bassins d'aération. Le pouvoir épuratoire de la STEP s'affiche plus performant à l'élimination de la matière organique mesurée en termes de DBO<sub>5</sub>.

## 2- File boue

### 2.1- Volume des boues

Les boues accumulées au niveau de différents ouvrages sont divisées en trois classes :

- Boues en excès : ce sont les boues extraites du bassin biologique, pour préserver la concentration de la boue activée constante.
- Boues épaissies : ce sont les boues envoyées vers l'épaississeur pour diminution de la teneur en eau des boues.
- Boues digérées : ou digestat ; ce sont les boues provenant du digesteur. Les boues digérées sont acheminées ensuite vers le processus de la déshydratation ou la stabilisation avant d'être éliminées ou réutilisées conformément aux réglementations.

La figure 36 représente les volumes des boues pendant une semaine, le volume des boues en excès est élevé par rapport au volume des boues épaissies qui reste presque stable, et des boues digérées qui ont un volume faible, mais montre une croissance progressive dès le 02/06/2016.

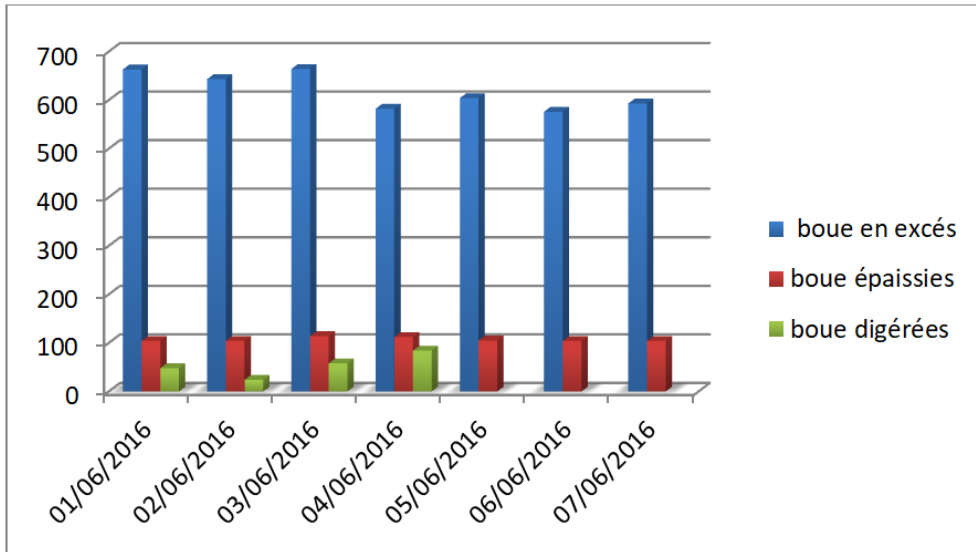


Figure 36: volumes des boues en excès,épaissies et digérées pendant d'une semaine

## 2.2-La matière sèche

La MS représente la concentration en boues après évaporation d'un échantillon de boue dans une boîte de pétri. La concentration en MS permet de connaître la quantité de boue à traiter, quel que soit son niveau de concentration dans la filière de traitement. La détermination de la teneur en MS s'effectue à l'étuve 105°C.

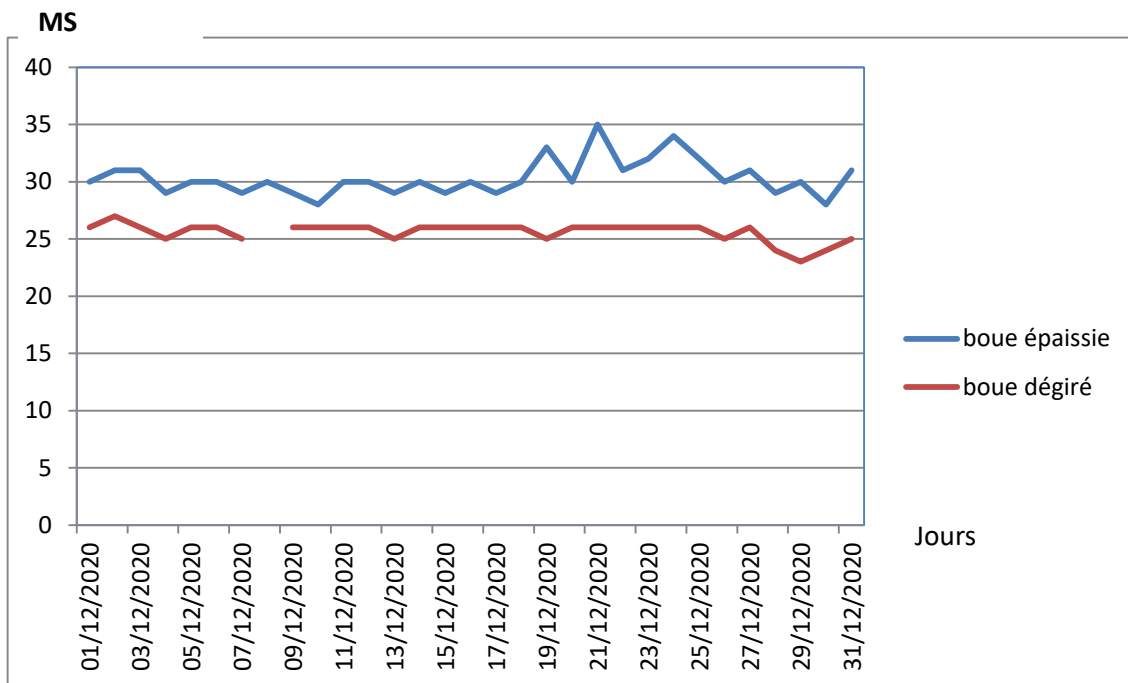


Figure 37 : Quantité de la MS des boues digérées et épaissies en mg/l du mois décembre 2020

## Interprétation

La quantité de la matière sèche des boues digérées (fig:37) est faible par rapport aux boues épaissies même si ces boues viennent après le traitement des boues épaissies. Cette diminution est due au mouvement de rotation dans le digesteur qui aide à la production de CH<sub>4</sub> et par conséquent d'augmenter la teneur en eau dans cet ouvrage.

### 1.1 Siccité

La siccité est le pourcentage massique de la matière sèche des boues. Elle est évaluée par la quantité de solide restée à 105°C pendant 2 heures, elle s'exprime généralement en pourcentage. A l'inverse, on parlera du taux d'humidité.

La siccité des boues déshydratées est comprise en moyenne entre 18 %et 20% selon la nature des boues.

## Mode opératoire

- Peser le creusé vide sèche soit P0;
- Prendre une quantité de la boue d'un lit de séchage;
- Peser ensemble le pèse-tare et la boue soit P1;
- Mettre le creusé à l'incubateur à 105°C pendant 4 heures (jusqu'à ce que le poids se stabilise) soit P2;
- Le calcul de la siccité se fait par la formule suivante:

$$\text{Siccité} = [(P2-P0) / (P2-P0)] * 100$$

P0: Poids du creusé vide

P1: Poids du creusé avec l'échantillon, avant séchage

P2: Poids du creusé avec l'échantillon après séchage

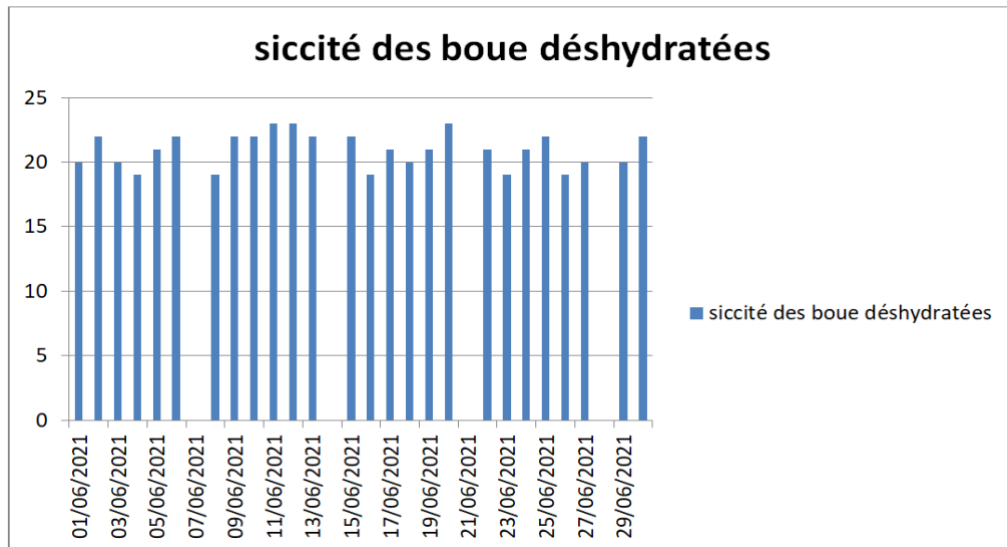


Figure 38: siccité des boues déshydratées

### Interpretation

Les boues déshydratées sont des boues qui proviennent du digesteur, donc ce sont des boues humides, leurs siccité est très faible. La figure 38 montre le pourcentage de la siccité des boues déshydratées qui a une valeur moyenne de 21%. **Une boue avec une siccité moyenne de 21% présente une humidité de 79%.**

## **Chapitre VI : Solutions techniques pour remédier aux problèmes émanant de l'étude critique.**

La STEP de BENGUERIR rencontre plusieurs contraintes, qui surbaissent la performance de la station. Dans ce chapitre, certaines contraintes que connaît la station, sont citées. Des solutions techniques proposées pour y remédier.

### **1-Première contrainte**

La STEP de BENGUERIR reçoit des eaux usées hospitalières qui peuvent contenir des déchets très toxiques (des antibiotiques, des bactéries, des virus, des infections, des métaux lourds, des isotopes ...) qui nécessitent un traitement spécifique avant d'être acheminée vers la station.

Ces polluants émergents, étant riches en solides en suspension émulsifiés, agent pathogène, des produits chimiques organiques et inorganiques et les résidus pharmaceutiques particuliers, présentent une charge DCO très élevée. Par conséquent, la station n'atteint pas les valeurs imposées. L'eau traitée aura une mauvaise odeur et coloration, ce qui donne une mauvaise qualité d'eau.

### **Solutions proposées**

- Afin que les eaux hospitalières soient correctement traitées, il faudra séparer les eaux hospitalières des eaux domestiques et les transférer par une conduite particulière vers la station.
- la station doit utiliser des méthodes performantes pour le traitement des eaux hospitaliers tels que l'électrocoagulation, c'est une méthode simple et efficace pour le traitement des eaux usées, on particulier contaminées par les composants organiques et huileux (eaux hospitalières). Cette technique entraine une dissolution du métal de l'anode avec formation simultanée d'ions hydroxyles et de gaz hydrogène à la cathode.

### **2-Deuxième contrainte**

La présence de mousse dans les eaux usées est une forme très visible de pollution aux tensioactifs (apports industriels, matières organiques colloïdales (sang), hydrocarbures, les détergents ...). Une augmentation des populations d'organismes filamenteux peuvent causer des problèmes majeurs dans le fonctionnement des installations à boues activées : mauvaise décantation (couche de boue élevée, forte



teneur en matières solides en suspensions dans l'effluent), augmentation de la consommation de polymères, mauvaise déshydratation des boues.

### **Les solutions proposées**

- L'ajout d'additifs chimiques du commerce agissant sur les tensioactifs par précipitation des colloïdes et des lipides saponifiés ce qui va empêcher la formation de la mousse.
- Deux techniques sont couramment utilisées, ces techniques font appel :
  - Soit à des agents toxiques (chlore et dérivés).
  - Soit à des agents flocculants (sels de fer, chaux, ou autre flocculants industriels).

### **3-Troisième contrainte**

Les faibles débits des eaux usées provenant de la ville de BENGUERIR entraînent une concentration importante en charges polluantes, détectée au niveau des analyses réalisées au le laboratoire par des valeurs élevées du (DCO, DBO<sub>5</sub>, MES...). Cela compromet la capacité de la station à traiter ces eaux de manière performante.

### **Solution proposée**

Installer un supprimeur afin d'augmenter la pression de l'eau, le volume d'eau va devenir important, ce qui va entraîner une diminution des charges polluantes par dilution.

## Conclusion

Nous nous sommes intéressées dans ce mémoire à l'étude critique du projet de réutilisation des eaux usées épurées de la station de BENGUERIR pour la laverie du groupe OCP utilisées dans le lavage des phosphates et l'irrigation des espaces verts de la ville verte.

Les résultats des essais de laboratoire effectués par l'OCP traités dans ce rapport, montrent le bon fonctionnement de point de vue qualitatif de la technique biologique choisie par la STEP «des boues activées». Cette technique repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter : bassin d'aération. En effet l'aération est un élément essentiel d'une station d'épuration qui assure l'oxygène aux microorganismes pour dégrader la pollution carbonée.

L'analyse des paramètres de pollution ( $DBO_5$ , MES, DCO..) est faite selon les normes en vigueur. Notre étude a montré que la valeur trouvée de DCO ne respecte pas la norme à l'entrée de la STEP, mais la valeur de DCO de sortie respecte parfaitement les normes nationales, la MES est acceptable ainsi que les valeurs de  $DBO_5$  de l'année 2021. Ce qui désigne le bon fonctionnement des traitements des eaux usées. Pour la file boue, les analyses de la MS, la siccité respectent parfaitement les normes nationales.

Au final, malgré le bon fonctionnement de la STEP, celle-ci est fragilisée par un ensemble de contraintes auxquelles nous avons proposé quelques solutions dans le but d'améliorer sa performance.

## ***Bibliographie***

Bouziani M. (2000) « la pénurie aux maladies; édition Ibn-khaldoun » 260 p.

Madjouri H. Amouria H. (2007). « Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt ». Mém. D.E.A. Univ. D'Ouargla .85p.

Rejesk, F, (2005), « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documents techniques pédagogiques d'aquitaine

Ladjel F. (2006). « Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau O2 ». Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

Brecht Huyghe.(2021) « Régional sales manager Benelux »

Metahri Mohammed Saïd, (2012).

Dahou Abderahim, Brek Adem, (2013), « lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'ouaregla) ». Mémoire master académique. Université de ouaregla.

AMINE EL MAHLALI et OUIJDANE EL OUIZI. (2019) «ANALYSE CRITIQUE DES PERFORMANCES DE LA STATION D'EPURATION (STEP) DE LA VILLE DE BENGUERIR.»

## ***Webographie***

<https://fr.climate-data.org/afrique/maroc/benguerir/benguerir-54833/#climate-table>

<https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/quels-sont-les-parametres-les-plus-utilises-en-station-d-epuration/>

