

**Département des Sciences de la Terre
Licence Es-Sciences et Techniques
Eaux et Environnement**

**ANALYSE CRITIQUE DES
PERFORMANCES DE LA STATION
D'EPURATION (STEP) DE LA VILLE DE
BENGUERIR**

Réalisé par :

AMINE EL MAHLALI & OUIJDANE ELOUIZI

Soutenu : **le 24 juin 2019**

Devant le jury composé de :

Mme R. FELLAH

Encadrante

Mr A. BENKADDOUR

FST-Marrakech, Co-Encadrant

Mme S. BERRADA

FST-Marrakech, Examineur

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à :

Nos parents, Qui nous ont encouragés tout au long de nos études. Aucun

mot ne pourrait exprimer l'affection que nous avons pour eux.

Nos frères et sœurs pour leur soutien et leur respect.

Nos familles pour leur persévérance et leur encouragement.

Tous nos collègues, nos amis et ceux qui nous aiment.

Remerciement

Nous remercions tout d'abord dieu tout puissant de nous avoir donné la force et la connaissance pour accomplir une action qui lui plaise.

Dans le cadre de ce travail, nous tenons à remercier profondément notre encadrant interne de stage Monsieur BENKADDOUR pour la qualité d'encadrement, la rigueur scientifique et le soutien affectif dont nous avons bénéficié tout au long de la période d'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions également l'OCP de nous avoir donné l'occasion de passer ce stage, plus particulièrement Monsieur MOUJAHID Le Responsable de la station d'épuration de BENGUERIR, aussi Madame FELLAH notre encadrante qui nous a bien accueillie, sans oublier Monsieur ELBAHRI qui nous a soutenu durant la période de stage.

Enfin, on remercie également Madame BERRADA d'avoir acceptée de juger notre travail.

Résumé

Notre stage a été effectué avec le groupe OCP- BEN GUERIR, il s'est déroulé dans la STation d'ÉPuration des Eaux Usées de la ville de BENGUERIR (STEP BEN GUERIR).

Notre objectif est de découvrir le monde du travail et la compréhension des analyses faites dans le laboratoire. Cette application permettra d'assurer une très bonne performance. Afin de réutiliser l'eau traitée pour les processus de lavage des phosphates et l'arrosage de la ville verte Mohammed VI.

Groupe OCP nous a proposé plusieurs taches durant notre stage à la Station d'épuration des Eaux Usées.

Ce travail consiste en une analyse critique de la filière eau, boue et gaz. Puis la proposition des solutions techniques pour remédier aux problèmes émanant de l'étude critique. Ainsi que la réalisation d'une étude technique détaillée des solutions proposées.

Liste des photos

Photo 1 : Trois Dégrilleurs	15
Photo 2 : Désuilleur	16
Photo 3 : Dessableur.....	16
Photo 4 : Classificateur aux sables.....	16
Photo 5 : Décanteur.....	17
Photo 6 : Les deux décanteurs	17
Photo 7 : Les deux files de décanteur	18
Photo 8 : Traitement biologique.....	19
Photo 9 : Clarificateur	20
Photo 10 : Tissus de filtration mécanique	21
Photo 11 : Filtre à disque	21
Photo 12 : Cinq filtres de traitement de CAG.....	22
Photo 13 : Bassin de contact.....	23
Photo 14 : Epaisseur	24
Photo 15 : Digesteur	25
Photo 16 : Désulfuration.....	25
Photo 17 : Serre de séchage	26
Photo 18 : Sanglier	26
Photo 19 : Gazomètre	27
Photo 20 : Torchère	27
Photo 21 : Co générateur	28
Photo 22 : Désodorisation de prétraitement	28
Photo 23 : Désodorisation de traitement des boues.....	28

Liste des figures

Figure 1 : Organisation de la STEP BENGUERIR.....	10
Figure 2 : Photo représentative de la station d'épuration BENGUERIR.....	11
Figure 3 : Carte représentative de massif JBILET et REHAMNA à la meseta occidentale	12
Figure 4 : : Géologie de la région de BENGUERIR	12
Figure 5 : Carte représentative de petit bassin de BENGUERIR	14
Figure 6 : Profile topographique du trajet de l'eau épurée de BENGUERIR a YOUSOUFIA	23
Figure 7 : Débit d'eau brute et traitée en fonction des mois de l'année 2015 et son rendement	30
Figure 8 : Quantité d'entrée de MES comparée à la normes marocaine (année 2015)	33
Figure 9 : Quantité de sortie de MES et ses normes pendant l'année 2015	34
Figure 10 : Quantité d'entrée de DCO comparée à la normes marocaine (année 2015)	35
Figure 11 : Quantité de sortie de DCO et ses normes pendant l'année 2015.....	36
Figure 12 : Quantité d'entrée de DBO ₅ comparée à la normes marocaine (année 2015).....	38
Figure 13 : Quantité de DBO ₅ sortie et ces normes pendant l'année 2015.....	39
Figure 14 : Rapport DCO et DBO ₅ de traitement de la file 1 pendant l'année 2015.....	42
Figure 15 : Quantité d'O ₂ consommé au niveau de la file 1 de bassin dans un jour	43
Figure 16 : Quantité d'O ₂ consommé au niveau de la file 2 de bassin dans un jour	44
Figure 17 : Volume des différentes boues eu niveau de la station pendant une semaine	46
Figure 18 : Quantité de MS dans les différents types des boues pendant une semaine	48
Figure 19 : Pourcentage de MVS pendant 1 semaine en 2016	49
Figure 20 : Pourcentage de siccité dans les différentes boues pendant une semaine	51
Figure 21 : Quantité des boues produites de la file boue pendant une semaine	52

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Températures annuelles de la région de BENGUERIR	13
Tableau 2 : Production de la STEP et leur rendement	29
Tableau 3 : volume d'eau entrante et sortante durant l'année 2015	30
Tableau 4 : Quantité de la MES entrer au niveau des ouvrages pendant l'année 2015.....	32
Tableau 5 : Quantité de la MES au niveau de la sortie des ouvrages pendant durant l'année 2015 ..	33
Tableau 6 : Mesure de la DCO entrée au niveau des ouvrages de la station	35
Tableau 7 : Mesure de la DCO entrée au niveau des ouvrages	36
Tableau 8 : Mesure de DB05 entrée au niveau des ouvrages dans une année.....	38
Tableau 9 : Mesure de DB05 sortie au niveau des ouvrages.....	39
Tableau 10 : Mesure du Rapport de DCO et DB05 pendant trois mois	41

Liste des abréviations

DB05 : Demande Biologique en Oxygène dans cinq jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

H₂S : Hydrogène sulfuré

KG : indice de compacité de Gravelius

MES : Matière En Suspension

MS : Matière Sèche

MVS : Matière Volatile Sèche

Q : Débit

STEP : STation d'ÉPuration

T°C : Température

UV : Ultra-Violet

EH : Équivalent-Habitats

Introduction

Les eaux usées sont des eaux polluées, contenant divers polluants de nature physique, chimique et microbiologique. D'où vient le rôle de l'épuration qui consiste à biodégrader et à réduire la quantité des différents polluants.

Une station d'épuration est, généralement, constituée de trois filières : filière eau, filière boue et filière gaz. L'épuration est réalisée au travers de procédés de traitements mécaniques, biologiques, chimiques et désinfections. Les stations d'épuration éliminent et transforment la pollution de l'eau en sous-produits et en boues, puis restituent l'eau traitée vers d'autres utilisations. Elles sont, généralement, installées en aval d'un réseau de collecte. Constituées d'une succession de dispositifs conçus pour extraire en différentes étapes de différents polluants contenus dans les eaux.

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments.

La ville de BENGUERIR produisait depuis des décennies des quantités d'eaux usées qui étaient directement injectées dans le milieu naturel et particulièrement dans les champs d'épandages. Cette situation présentait de véritables menaces pour l'environnement de la ville et à ses habitants qui étaient de plus en plus exposés directement ou indirectement aux risques de maladies hydriques.

Le présent travail porte sur les performances des analyses relatives aux différents ouvrages de la station d'épuration des eaux usées de Benguerir. Cette étude est, surtout basée sur la détermination de la qualité des eaux vannes destinées au milieu naturel ainsi qu'à la qualité des boues séchées.

Enfin, ce travail aborde les problèmes émanant de la station et les différentes solutions raisonnables proposées.

I. Contexte Général

1. Présentation de la Station d'Épuration (STEP) :

La station de traitement des eaux usées de BENGUERIR a été réalisée en 2015. Cette station est de type "boues activées" alimentée par les eaux usées de la ville de BENGUERIR. La capacité de traitement de la STEP de BENGUERIR est d'environ 75226 EH à 2015. Cette valeur peut aller jusqu'à 111767 EH en 2020.



Figure 1 : Organisation de la STEP BENGUERIR

Après épuration des eaux, celles-ci sont destinées à :

- l'arrosage de la ville verte de Ben guérir,
- l'alimentation de la laverie de Youssoufia,
- la future laverie de Ben Guérir,
- l'arrosage des pistes du chantier.

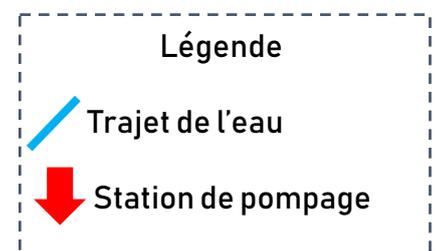
1.1.Choix du site

La STEP se trouve à l'Ouest de la zone urbanisée de la ville de BENGUERIR. Elle a été construite en rive gauche de l'oued BOUCHANE. À proximité de l'autoroute vers Marrakech, à environ 2 km du périmètre urbain.

Une station de pompage des eaux usées est réalisée pour refouler ces eaux vers la STEP projetée. La côte d'arrivée de l'eau à la STEP est fixée à une altitude. Un trop plein est prévu dans cette station qui permet le déversement des eaux dans l'oued.



Figure 2 : Photo représentative de la station d'épuration BENGUERIR



1.1.1. Géologie de la région :

L'agglomération de BENGUERIR est située dans le bassin de GANTOUR. Ce bassin est situé au niveau de la meseta occidental. Il se présente sous forme d'un plateau allongé EST-OUEST de longueur 120KM et de largeur de 20 à 30KM.

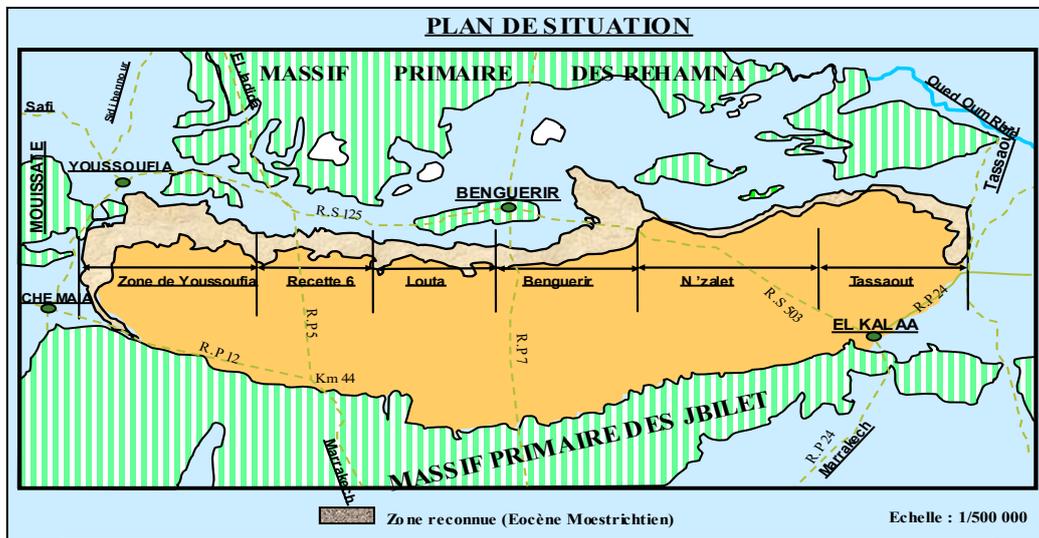


Figure 3 : Carte représentative de massif JBILET et REHAMNA à la meseta occidentale

Extraite : MLIYEH. ZARRIK (2016).

Le bassin est limité :

Au Nord par le massif paléozoïque des REHAMNA, au Sud par le massif paléozoïque de JBILET.

■ Géologie simplifiée du bassin de Bouchane

La station est située sur une fondation phosphatée de la chaîne hercynienne.

Légende

	Lutitien ; calcaire à thersités
	Eocène inférieur ; série phosphatée
	Maestrichtien Marno-calcaires et phosphates
	Permo-trias : argile rouges, grès, conglomérats
	Dévonien inférieur schistes ; calcaire, grès
	Arène granitique des REHAMNA

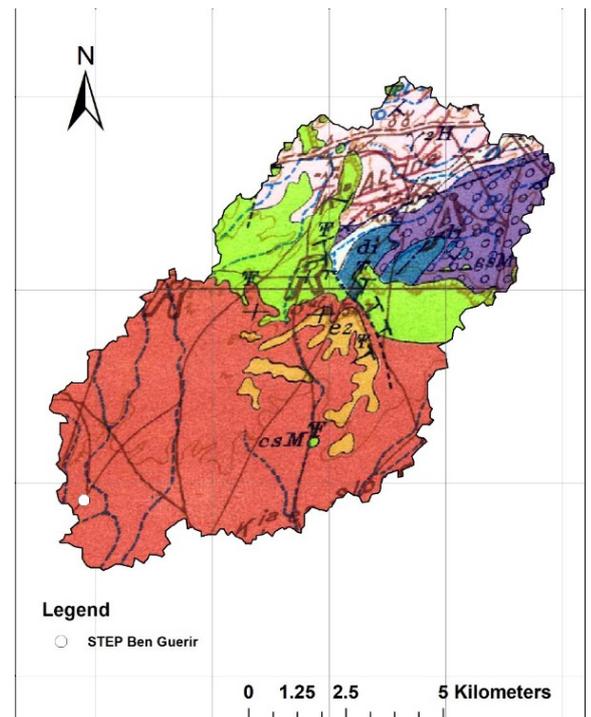


Figure 4 : Géologie de la région de BENGUERIR

Extrait : carte géologique de la meseta

1.1.2. Climatologie :

La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 225 mm. La saison pluvieuse se situe entre Octobre et Avril.

Les températures maximales moyennes mensuelles varient entre 16° C et 34,9° C. Il est Enregistrées respectivement au mois de janvier et juillet.

Les températures minimales varient de 4,7° C au mois de janvier à 18,4° C au mois d'Août.

Les températures moyennes mensuelles varient entre 10,3° C au mois de Janvier et 26,6° C au mois d'Août.

La température moyenne annuelle se situe autour de 18,6° C.

	T°C moyenne	T° Min °C moy	T° Max °C moy	Précipitation (mm)
Janvier	10,3	4,7	16	31
Février	11,6	5,5	17,8	36
Mars	13,9	7,5	20,4	36
Avril	16	9,4	22,7	26
Mai	19,4	12,1	26,7	16
Juin	22,5	15,2	29,9	5
Juillet	26,1	17,7	34,5	2
Août	26,6	18,4	34,9	1
Septembre	23,6	16,3	31	8
Octobre	19,7	13,2	26,2	22
Novembre	14,5	8,7	20,3	31
Décembre	11,1	5,5	16,8	47

Tableau 1 : Températures annuelles de la région de BENGUERIR

D'après : Climate-Data.ORG

1.1.3. Hydrologie :

Le bassin de BOUCHANE fait partie du bassin Oum Rabia. La STEP est située auprès de l'exutoire, ce bassin a une surface de 103km² et un périmètre de 54km.

- Caractéristiques de forme :

Indice de compacité de Gravelius (KG)

$$KG = \frac{0.28 \times P}{\sqrt{A}}$$

$$KG = \frac{0.28 \times 54}{\sqrt{103}}$$

$$KG = 1.49$$

Donc le bassin est quatre fois plus long que large.

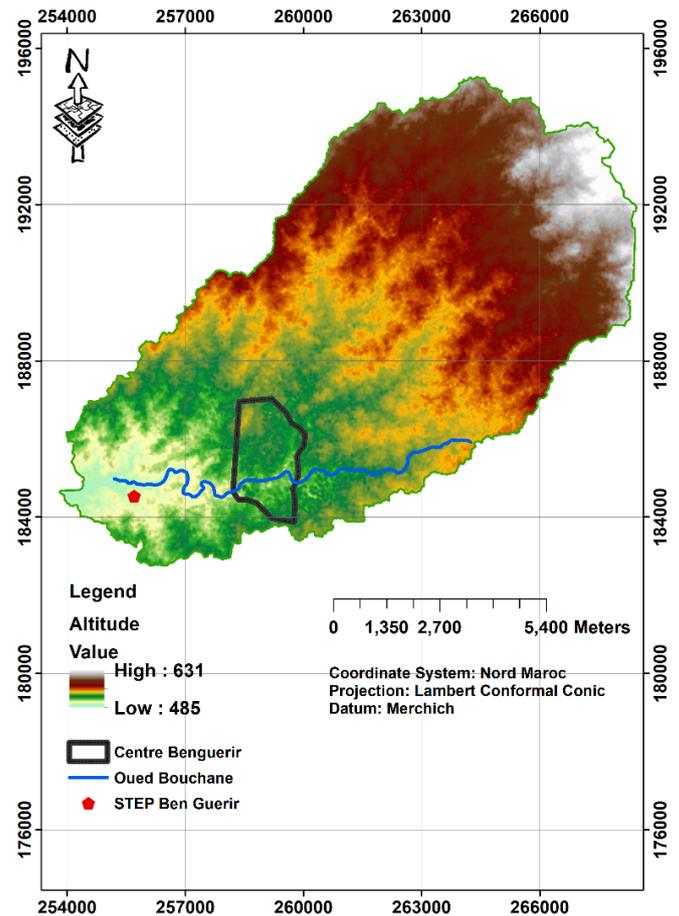


Figure 5 : Carte représentative de petit bassin de BENGUERIR

2. Description de la STEP de BENGUERIR :

File de traitement :

La STEP de BENGUERIR comprend trois files de traitement qui sont :

- File eau
- File boue
- File gaz

1. File eau :

1.1. Prétraitement :

C'est la première étape du traitement qui consiste en un certain nombre d'opérations physiques ou mécaniques destinées.

Il est divisé en 2 grande étapes : dégrillage et dessablage déshuilage.

1.1.1. Dégrillage :

Composé par 3 dégrilleurs qui servent à éliminer les éléments de diamètre supérieur à 3 mm afin de ne pas endommager les autres équipements de la station.



Photo 1: Trois Dégrilleurs

1.1.2. Dessablage déshuilage :

A cette étape les masses volumiques des grains permettent aux sables de se décanter et aux graisses de flotter par l'injection des microbulles d'air. Après les sables sont récupérés par pompage puis collectés dans le classificateur des sables, et les graisses sont acheminées vers le digesteur.



Photo 3 : Dessableur



Photo 2 : Déshuileur

○ **Dimensionnement :**

Les données du tableau ci-dessous montrent les dimensions des dessableurs et de deuilleur.

Dessableur :	Déshuileur :
Nombre d'ouvrages : deux ouvrages longitudinaux, fonctionnant en parallèle.	
Section transversale : 3,75 m ²	Débit max : 312m ³ /h
Longueur de l'ouvrage : 17,00 m	Largeur du déshuileur : 0,75 m
Profondeur d'eau : 1,90 m	
Largeur du dessableur : 1,70 m	
Volume total d'un dessableur : 63,40 m ³	

1.1.3. Classificateur aux sables

Il suit le fonctionnement des pompes à sables. Ses principes sont :

Essorer le sable pour augmenter sa siccité.

Diminuer la quantité de matières organiques contenue dans le sable.



Photo 4 : Classificateur aux sables

- *Consignes exploitation prétraitement*

- Vérification régulière des temporisations d'extraction des sables.
- Vérifier le bon fonctionnement de l'extraction des sables.
- Vérification du niveau de remplissage des bennes à déchets.
- Vérifier le circuit d'évacuation des graisses (raclage déshuileur, alimentation bêche).
- Nettoyage régulier d'évacuation des graisses.

1.2. Traitement primaire (Décantation primaire)

Le traitement primaire consiste à éliminer les particules dans les 2 bassins de décantation primaire. Les eaux prétraitées sont acheminées vers le décanteur.

La décantation primaire permet aux matières en suspension de se déposer par simple gravité au fond des bacs sous forme des boues qui sont ensuite recueillies par pompage du fond.

A l'issue de l'unité de décantation primaire, deux composants se forment :

- **Eaux traitées**
- **Boues primaires**



Photo 5 : Décanteur

Les eaux traitées passent par un canal de sortie avant d'être déchargées vers le traitement secondaire (bassin biologique).

Les boues primaires sont guidées vers l'épaississeur afin d'être séchées.

Lorsque le décanteur primaire est totalement chargé, un by-pass permet l'évacuation de l'excès des eaux prétraitées vers oued BOUCHANE.



Photo 6 : Les deux décanteurs



Photo 7 : Les deux files de décanteur

○ Dimensionnement :

Les données du tableau montrent les dimensions de Décanteur.

Décanteur :
Débit max : 223 m ³ /h
Longueur : 27,50 m
Largeur : 5,50 m
Profondeur : 3,00 m en moyenne
Volume utile : 2 x 450 m ³
Temps de séjour en temps sec : > 2,0 H

• *CONSIGNES D'EXPLOITATION*

- Vérification régulière du réglage des purges d'extraction des boues,
- Suivi visuel de l'évolution du voile de boues,
- Vérifier l'état de surface du décanteur (pas de remontée de boues en surface),
- Vérification de bon fonctionnement des pompes d'extraction,
- Vérification de la concentration des boues extraites (2fois/semaine),
- Vérification de l'évacuation des flottants.

1.3. Traitement secondaire :

1.3.1. Traitement biologique

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Par microorganismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires.



Photo 8 : Traitement biologique

Pour accélérer cette opération on doit créer les conditions de vie convenables pour leur prolifération.

○ Dimensionnement :

Les données du tableau montrent les dimensions du bassin biologique.

Bassin biologique
Volume total d'ouvrage : 3900m ³
Largeur = 15,00 m
Longueur de la section rectangulaire L= 30 m
Rayon des demi-cercles d'un bassin r = 7,5 m
Profondeur : 4,50 m

1.3.2. Clarificateur (décantation secondaire)

La clarification est l'ensemble des opérations qui permettent d'éliminer les MES d'une eau à traiter ainsi qu'une partie des matières organiques dissout. 20% des boues sont pompées vers le digesteur pour la production de CH_4 , 80% sont recyclées dans le bassin de traitement biologique pour contaminer les eaux entrant au traitement.



Photo 9 : Clarificateur

○ Dimensionnement :

Les données du tableau montrent les dimensions de clarificateur.

Clarificateur (décanteur secondaire)
Diamètre :17,0 m
Profondeur d'eau au 2/3 : 4,50 m.
Temps de séjour : 1.9h

• *CONSIGNES D'EXPLOITATION POUR LES BASSINS SECONDAIRE*

- Vérification et nettoyage hebdomadaire des sondes de régulation de l'aération : O₂ et Redox.
- Suivi des valeurs de DCO et DBO₅ en sortie de traitement secondaire → adaptation éventuelle des consignes d'aération.
- Vérification de la concentration en MES dans les bassins.
- Vérification âge de boues.
- Vérification de la charge massique.

1.4. Traitement Tertiaire :

1.4.1. Filtration mécanique :

C'est la première étape du traitement tertiaire, il permet d'éliminer la MES.

Les tissus ont pour objective d'emprisonner la MES, on se qui concerne l'eau filtrant, il passe à travers une conduite vers le deuxième filtre (filtre à charbon active).

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.



Photo 11 : Filtre à disque

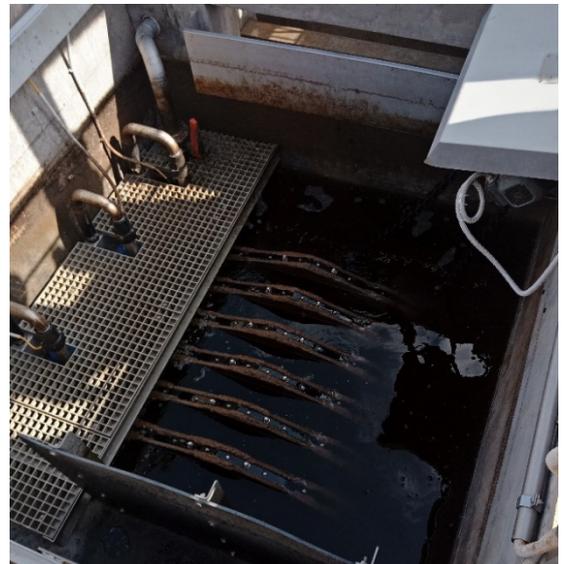


Photo 10 : Tissus de filtration mécanique

1.4.2. Filtre à charbon active (CAG)

Il est composé par 5 filtres de traitement, chacun contient une couche de charbon d'épaisseur d'un mètre. La filtration sur CAG permet d'affiner le traitement (par adsorption de la DCO et de la DB05 sur le CAG). Le canal d'alimentation des filtres est muni d'un trop plein de sécurité.

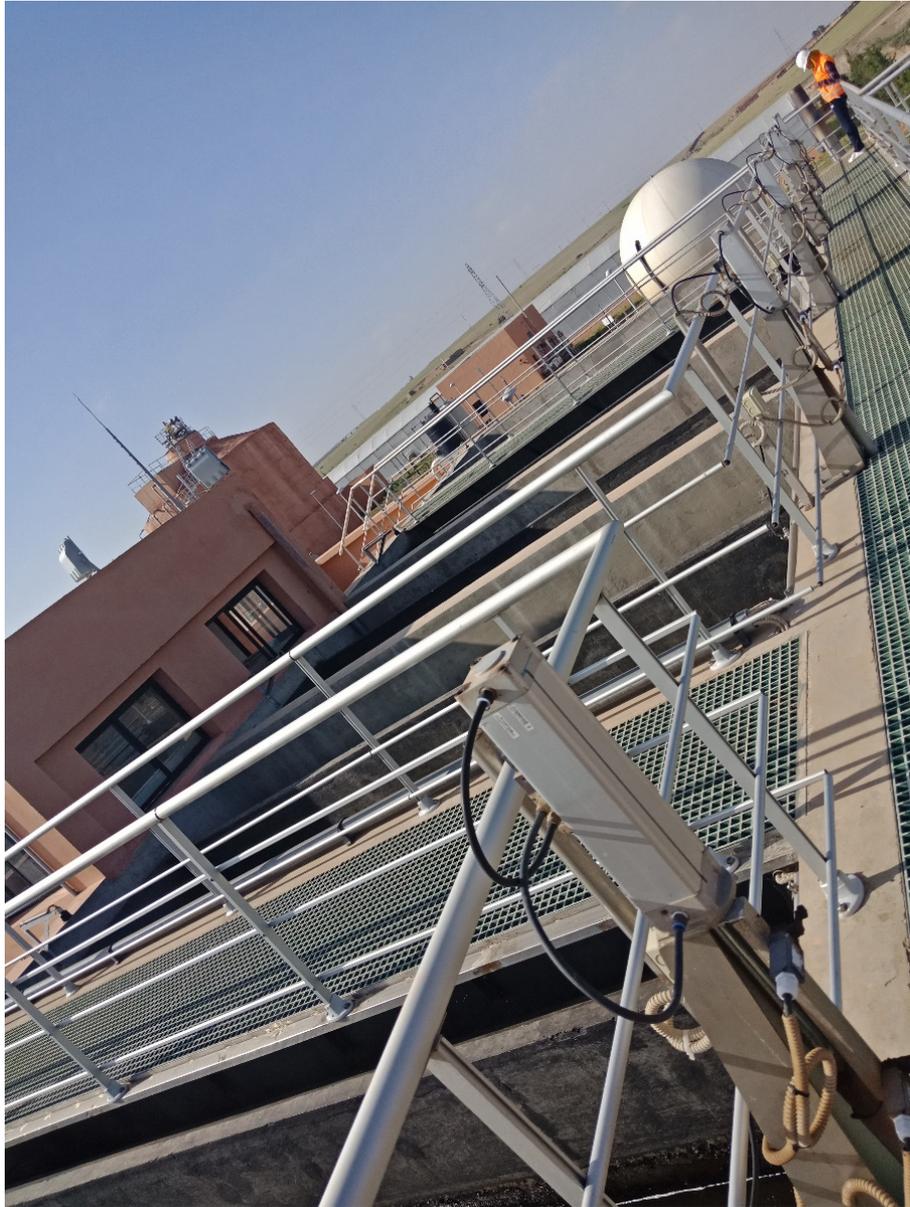


Photo 12 : Cinq filtres de traitement de CAG

1.4.3. Bassin de contact

C'est la dernière étape de traitement avant la sortie de l'eau épurée de la station où on injecte le chlore qui élimine le reste de MES. Ce bassin est rectangulaire et la vitesse de l'eau est faible pour faciliter la décontamination par le chlore.



Photo 13 : Bassin de contact

Cette eau destinée à la laverie de Youssoufia par gravité ou à la ville verte de BENGUERIR par pompage.



Figure 6 : Profile topographique du trajet de l'eau épurée de BENGUERIR a YOUSOUFIA

2. File boue :

2.1.Épaisseur :

Il a pour but d'augmenter la concentration des boues par gravité, et de Mélanger des boues biologiques (secondaire) et primaires en amont au niveau des décanteurs primaires.

C'est un Ouvrage cylindro-conique qui a un système de raclage et agitation lente par herse.



Photo 14 : Épaisseur

Il permet de :

- Faciliter le glissement des boues vers fosse centrale.
- Dégager l'eau et les gaz présents dans les boues.

○ Dimensionnement :

Les données du tableau montrent les dimensions de l'épaisseur.

Épaisseur :
Diamètre d'ouvrage : 12,50 m
Volume de stockage de boues : 368 m ³
Temps de séjour : 1,0J (boues épaissies)

2.2.Digesteur :

C'est la transformation de la matière organique des boues par action bactérienne en absence d'oxygène (anaérobie) dans un milieu d'une température de 37°. Ce qui résulte l'apparition de CH₄+CO₂ et H₂S qui est toxique ce qui oblige son élimination.

Il permet :

- La réduction de la masse des boues.
- La stabilisation des boues.



Photo 15 : Digesteur

Avant la sortie de biogaz vers le GAZOMETRE, l'élimination de ce H₂S se fait par la technique de désulfuration par la réaction suivante



Photo 16 : Désulfuration

○ Dimensionnement

Les données du tableau montrent les dimensions de Digesteur

Digesteur	
Volume :	2 480 m ³
Temps de séjour :	20 jours

• *Consignes d'exploitation*

- Inversion du sens de rotation agitateur (1 fois par jour).
- Vérification du fonctionnement des pompes de recirculation des boues.
- Relever quotidiennement les températures des boues au niveau de l'échangeur → vérifier qu'il n'y a pas de dérive.
- Vérifier le fonctionnement des agitateurs de la bêche à boue digérée.

2.3. Déshydratation mécanique :

Séchage solaire des boues :

La profondeur de boue lors du remplissage peut varier de 10cm à 50cm selon la nature des boues. Ce lit de séchage se trouve sous serre. Ce qui permet de garder la chaleur, et avoir une température de l'air et des boues plus élevée. Mais également d'accélérer le séchage par les rayons du soleil. Afin de diminuer le temps de séjour des boues et d'augmenter la siccité, des ventilateurs sont souvent installés dans les serres. De plus, le dimensionnement du lit doit prendre en compte le climat, le bilan hydrique et la siccité des boues en entrée. Les boues sont réparties sur l'ensemble de la surface de séchage par un sanglier électrique qui permet de les étaler et de les brasser chaque jour.

Une ventilation importante associée au rayonnement solaire permet d'atteindre les conditions optimales pour un bon séchage des boues. Cette technique est très avantageuse car elle utilise une source d'énergie renouvelable.

○ Dimensionnement

Serre de séchage :

Surface de 2 serres : 1024 m² unitaire

Siccité finale des boues séchées : 70%

● Consignes d'exploitation

- Un automate (sanglier) gère toutes les fonctions du séchage (brassage air, brassage boues, extraction air) en fonction des conditions ambiantes de la serre.
- Vérification quotidienne du fonctionnement des sangliers électriques.
- Contrôle régulier de la siccité des boues.



Photo 17 : Serre de séchage



Photo 18 : Sanglier

3. File Gaz :

3.1.Gazomètre :

après la production du CH_4 au niveau de la digesteur , il sera pomper vers le gazometre où le stockage de biogaz.

- **Dimensionnement :**

Les données du tableau montrent les dimensions du Gazomètre.

Gazomètre
Volume : 540 m ³
Autonomie stockage : 8 à 10 heures



Photo 19 : Gazomètre

3.2.Torchère :

Lorsqu'on a un excès de biogaz épuré dans le gazomètre, il sera brulé au niveau de cette torchère dont la capacité est de 600 Nm³/h.



Photo 20 : Torchère

3.3. Valorisation énergétique :

La Valorisation du biogaz est issue du processus de traitement des eaux usées, ce qui permet une production d'électricité importante qui couvre 30% des besoins énergétiques de la station d'épuration.



Photo 21 : Co générateur

- Désodorisation :

C'est une méthode pour limiter au maximum les nuisances olfactives. Elle est Générée par les installations de traitement, notamment au niveau du prétraitement et de la chaîne de traitement des boues (épaississement et déshydratation mécanique).

- ❖ Une pour l'air vicié des prétraitements (photo 22)
- ❖ Une pour l'air vicié du traitement des BOUES (photo 23)

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.



Photo 23 : Désodorisation de traitement des boues



Photo 22 : Désodorisation de prétraitement

II. Analyse critique des performances de la Station d'EPuration (STEP)

Les analyses critiques sont l'ensemble des tests qui se réalisent au niveau de chaque étape de traitement des eaux usées dans la station. Les résultats comparés aux normes donnent une idée sur la qualité des eaux épurées (file eau) et les boues séchées (file boue).

1. File eau :

C'est la file où se font plusieurs analyses de la qualité des eaux épurées. Parmi lesquelles on distingue la matière en suspension (MES), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), et la demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO5).

1.1. Débit de volume d'eau :

Selon les données du tableau 2, le rendement de la production a augmenté de 83% à 94.21 entre 2015 et 2018, donc il y a une évolution importante dans les quatre années précédentes. Faute de données sur les débits traités au niveau de la station étudiée, seule l'année 2015 est prise en considération.

PRODUCTION STEP BG				Rendement moyen (%)
	Eau brute m ³	Eau traité m ³	Réutilisé m ³	
2015	1177349	977593	126548	83
2016	1323467	1191022	251684	89,99
2017	1912249	1804011	1102980	94,34
2018	1993666	1878177	1431332	94,21

Tableau 2 : Production de la STEP et leur rendement

D'après O.C.P., (2009)

Le tableau ci-dessous montre les débits d'eau entrante et sortante pendant cette année. Le volume d'eau brute entrant à la station est de l'ordre 1177349 m³. Alors, que le volume traité (sortie de la station) est de 977593 m³.

Volume d'eau	Janv.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Q (m3/j)
Brute (m³)	79027	82805	87631	59650	78129	75472	89743	127222	116194	131460	119524	130492	3225
Traité (m³)	69727	74405	78331	51100	68079	71880	80443	117922	108094	122160	14260	121192	2678

Tableau 3 : volume d'eau entrante et sortante durant l'année 2015

D'après O.C.P., (2009)

D'après la figure 7, le volume des eaux entrante et sortante est en progression durant l'année 2015. Les débits passent de 79027 (entrante) et 69727 m³/mois (sortante), au mois de janvier, à 130492 m³/mois (entrante) et 121192 m³/mois (sortante) au mois de décembre.

Le rendement de la station est représenté par le rapport $\frac{\text{eau sortante}}{\text{eau entrante}} \times 100$. Ce rendement est en augmentation durant l'année à l'exception des mois d'avril et novembre où la station avait des problématiques.

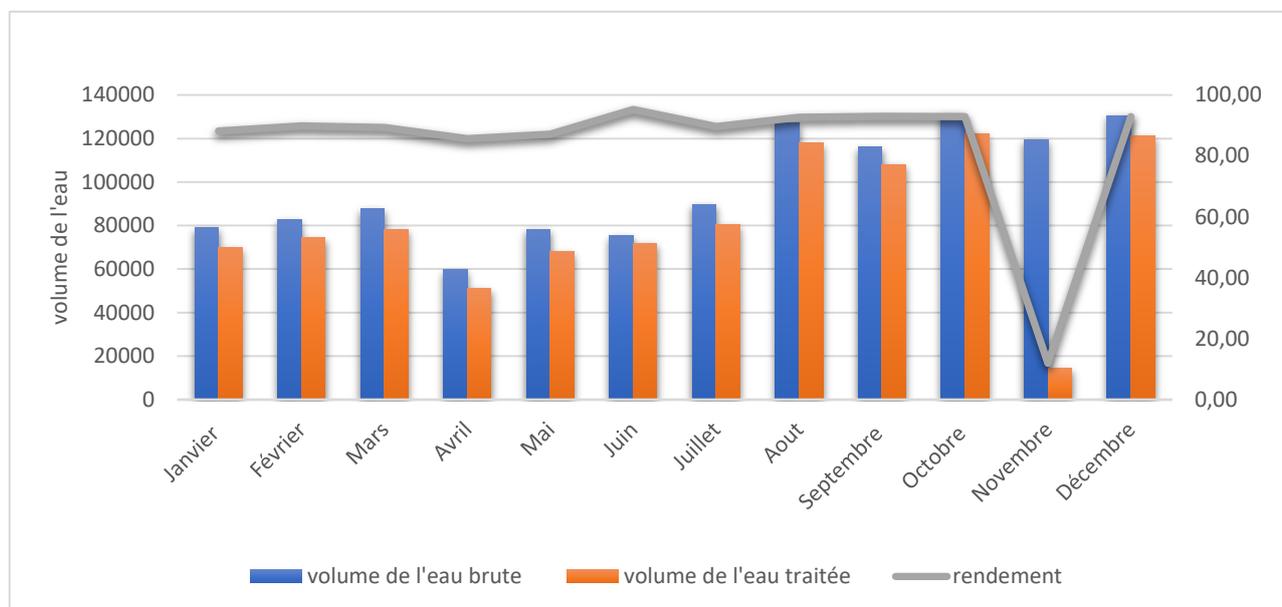


Figure 7 : Débit d'eau brute et traitée en fonction des mois de l'année 2015 et son rendement

• Interprétation :

Les rendements de cette année sont relativement faibles par rapports aux années 2016 à 2018. Mais restent supérieurs à 83%. Seuls les mois de novembre et avril présentent un faible rendement. Cette baisse de rendement serait liée à la fois aux courtes heures d'exploitation de la station (11h/j) pendant le mois d'avril, au colmatage au niveau de la bache de la station de pompage, et à l'arrivée de quantités importantes de margines en novembre. En effet, les

registres de la station (rapport journalière des STEP, 2015) mentionnent le court fonctionnement de la station (du 01 au 29 avril 2015), ainsi l'effet de colmatage et l'arrêt provisoire des ouvrages (arrêt du 01 au 03 novembre 2015), et de l'arrivée de quantités notables de margines le 30 novembre 2015.

Durant l'année 2015, la différence entre les volumes entrants 1177349m^3 et sortants 977593 m^3 est de l'ordre de 199756 m^3 . Cette différence représente le volume des boues récupérées, après traitement, ainsi que de l'eau résiduelle.

1.2. MES des ouvrages de la Station :

Les matières en suspension constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organique présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de terre et de sédiments arrachées par l'érosion; de divers débris organiques par les eaux usées ou pluviales et, éventuellement, des êtres vivants planctoniques (notamment les algues et autres). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance de MES dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l' O_2 dissous consécutive à une réduction de photosynthèse.

- **Principe de mesure :**

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 $1.5\ \mu\text{m}$ lorsqu'on la fait sécher à 105° .

- **Mode opératoire :**

- Prendre une membrane GFC et la marquer avec précaution pour ne pas l'abimer ;
- Peser la membrane et noter sa masse à vide M_0 ;
- Placer la membrane sur la rampe de filtration ;
- Bien agiter l'échantillon ;
- Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane ;

- Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et la filtration et ne doit pas durer plus d'une demi-heure ;
- Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105 degrés C pendant 1H30 min pour enlever l'excès d'eau ;
- Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse M1.

- **Résultats :**

Les mesures sont effectuées à la fois sur les eaux entrantes et sortantes.

- **Eau entrante :**

Les analyses de la matière en suspension (MES) de l'année 2015 sont consignées dans le tableau 4. Les mesures varient de 400 à 1450 ppm. La quantité de MES dépende de type de la charge polluante au niveau des égouts.

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
MES Entrée (Mg/l)	494,11	407,64	590,3	499,28	565,46	551,5	455	514,86	540	1438	1131,25	806,3

Tableau 4 : Quantité de la MES entrer au niveau des ouvrages pendant l'année 2015

D'après CHEIKTIDIANET., (2007)

D'après la figure 8, la quantité de la MES des eaux entrantes à la station est restée stable durant les neuf premiers mois de l'année 2015. Elle a atteint une grande valeur pendant les trois derniers mois. Au mois d'octobre elle a atteint son maximum qui est de 1400 ppm. Ensuite la quantité de la MES commence à diminuer.

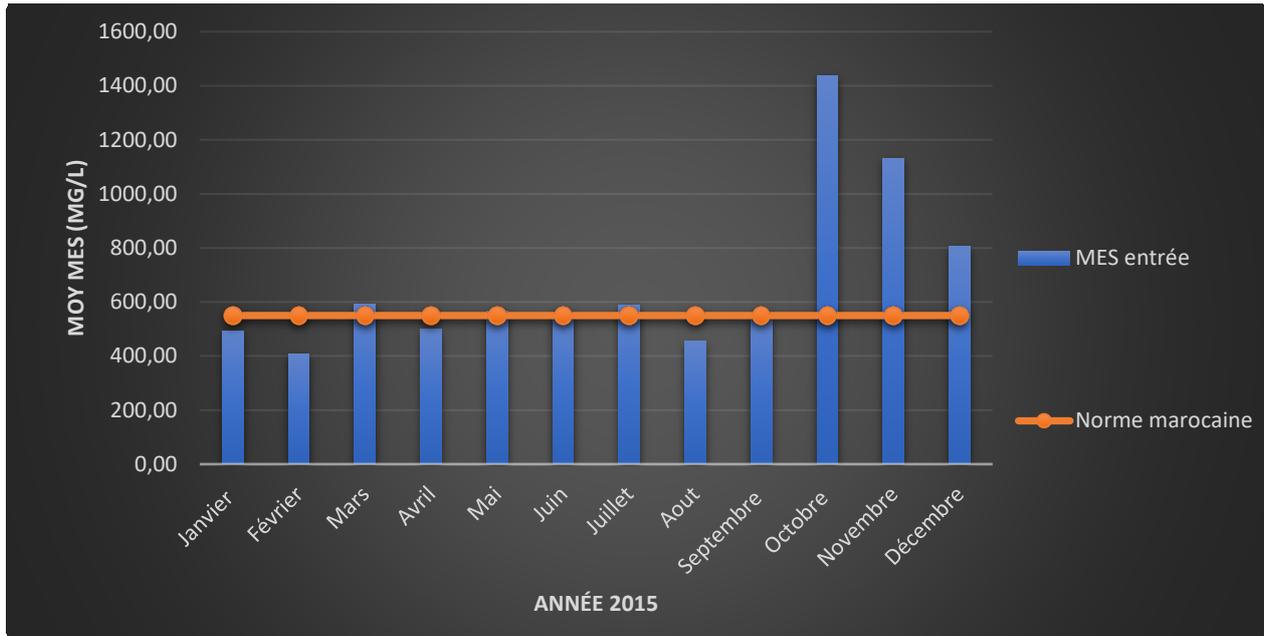


Figure 8 : Quantité d'entrée de MES comparée à la normes marocaine (année 2015)

- **Interprétation :**

La norme marocaine à ne pas dépasser au niveau des entrées est de l'ordre 550 mg/l. Exceptés les trois derniers mois, la quantité de la MES entrante reste stable et ne dépasse pas les normes. Cette progression dépende de type de la charge polluante arrivant à la station.

- ✓ **Eau sortante :**

Les données du tableau 5 représentent les teneurs de la MES après traitement des eaux. Les mesures varient entre 6 et 12 ppm. Ces résultats dépendent de traitement qui se fait au niveau des ouvrages. Dès le début (prétraitement) jusqu'à le traitement final (traitement par CAG).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
MES Sortie Mg/l	7,06	9,25	10	12,38	7,13	10	7,75	9,86	6	8	11	10,33

Tableau 5 : Quantité de la MES au niveau de la sortie des ouvrages pendant durant l'année 2015

D'après la figure 9, La quantité de MES sortante de la station prendre une variation presque monotone durant l'année 2015. Le maximum (12 ppm) a été enregistré au mois d'avril. Et le minimum (6 ppm) au mois de septembre.

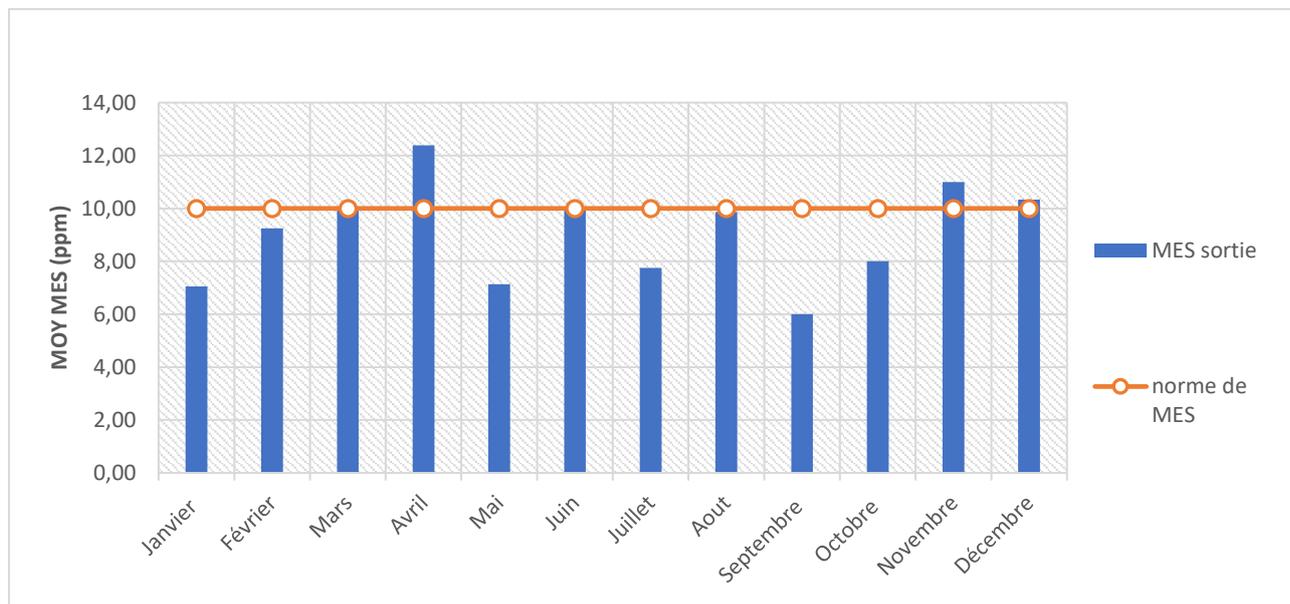


Figure 9 : Quantité de sortie de MES et ses normes pendant l'année 2015

- **Interprétation :**

La norme marocaine maximale admissible est de 10 mg/l. Seuls les eaux sortantes des mois avril et novembre dépassent cette norme. En générale, on peut considérer que les résultats de ce traitement sont parfaits.

1.3. DCO des ouvrages de la station :

La mesure de la DCO Permet d'apprécier la concentration en matières organique ou minérales dissoutes ou en suspension dans l'eau. Au travers d'O₂ nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO. À travers cette mesure. On pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matière organique avant et après un traitement physique, chimique ou biologique. Afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des μorganisme.

- **Mode opératoire :**

Pour obtenir la DCO, il faut suivre les étapes suivantes :

- Dans un tube a DCO, ajouter 3ml d'échantillon.
- Refermer le tube et bien agiter.
- Placer le tube dans le réacteur DCO a 105°C pour une période de 2 heures.
- Laisser refroidir jusqu'à une température ambiante.
- Mesurer le dans le spectrophotomètre.

✓ **Eau entrante :**

- **Résultats :**

Les analyses de la demande chimique en oxygène se représentent selon le tableau 6. Les mesures varient de 1500 à 3100 ppm. Ces quantités dépendent de type de charge polluante au niveau des égouts.

DCO	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Entrant (mg/l)	1626,51	1504,44	1809,2	1601,45	1520,96	1588	1786,52	1712	1763	2227,3	3058,86	2434,3

Tableau 6 : Mesure de la DCO entrée au niveau des ouvrages de la station

D'après CHEIKTIDIANET., (2007)

La figure 10 décrit la variation de DCO en fonction de l'année 2015. Cette variation devient très importante pendant les trois derniers mois. Au mois d'octobre elle a atteint son maximum qui est de 3058 ppm. Ensuite la variation commence à diminuer.

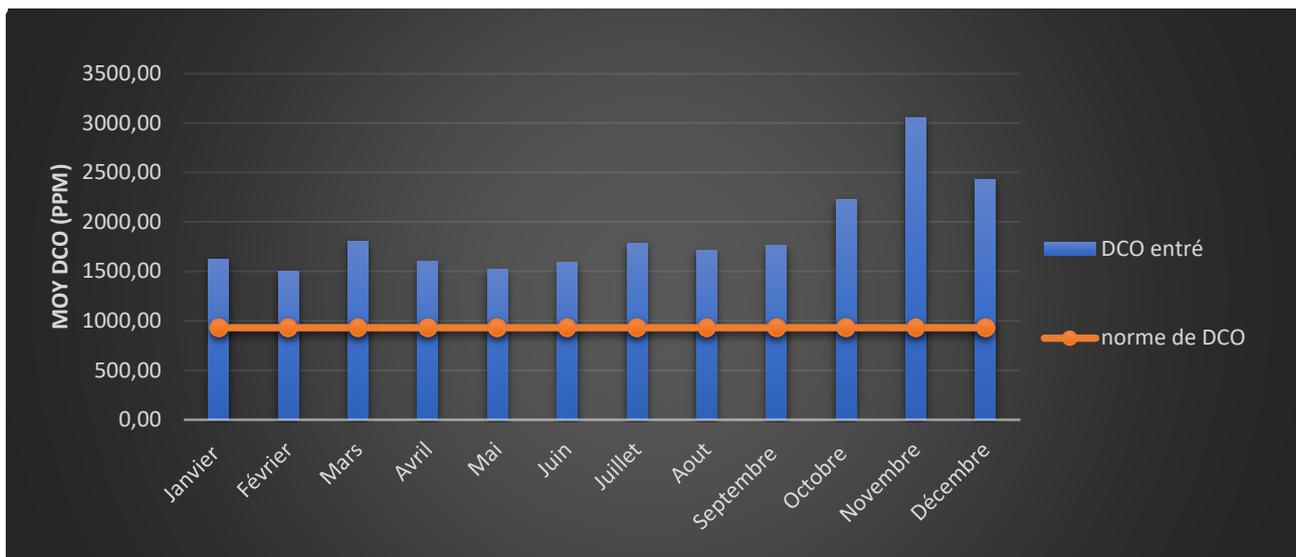


Figure 10 : Quantité d'entrée de DCO comparée à la normes marocaine (année 2015)

- **Interprétation :**

La norme marocaine maximale est de 10 mg/l 931 mg/l. On remarque que la quantité de ce dernier a dépassé ces normes. Donc les eaux brutes sont riches en matière minérale et organique. Ainsi qu'elles contiennent une charge polluante très importante et surtout en novembre. La richesse en DCO est due au margine qui est entrée dans la station en ce mois. Ce qui a provoqué l'arrêt de la station pendant 14 jours.

- ✓ **Eau sortante :**

- **Résultats :**

Le tableau 7 montre les analyses de la demande chimique en oxygène (DCO) sortante de la station pendant l'année 2015. Les mesures varient entre 30 et 95 ppm. Cette quantité dépende de l'efficacité de traitement au niveau des ouvrages.

DCO Traité (mg/l)	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
	51,47	61,67	61,5	93,08	44,44	49	45,5	38,57	32	35,88	47,14	78,33

Tableau 7 : Mesure de la DCO entrée au niveau des ouvrages

D'après CHEIKTIDIANET., (2007)

La figure 11 représente la variation de DCO après le traitement en fonction de l'année 2015. Cette variation est stable sauf en février, Mars, avril, et décembre où elle a dépassé la norme.

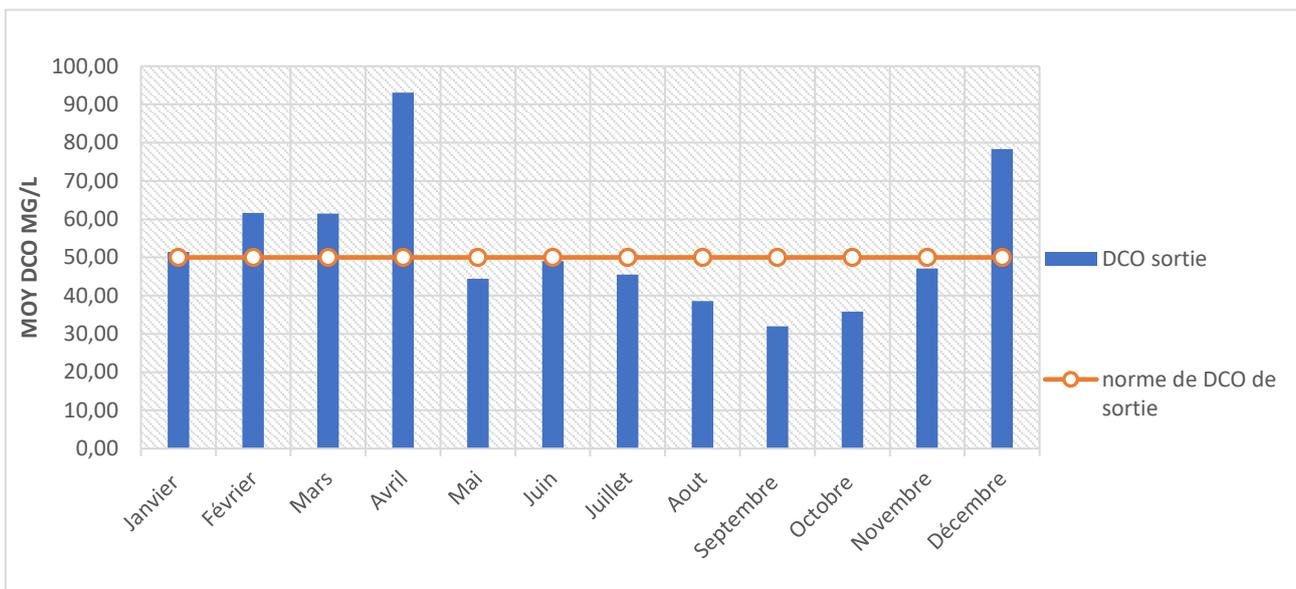


Figure 11 : Quantité de sortie de DCO et ses normes pendant l'année 2015

- **Interprétation :**

Contrairement à la norme d'entrer, La norme qu'il ne faut pas dépasser de DCO sortie est de l'ordre 50 mg/l. Généralement on peut conclure que l'eau est bien traitée même si la quantité de DCO atteindre la norme dans quelque mois.

1.4. DBO5 des ouvrages de la station :

C'est une expression pour indiquer la quantité d'O₂ utilisée pour la destruction de matière organique décomposable par des processus biochimiques. La détermination de la DBO₅ sert à évaluer la concentration des polluants organiques à l'entrer, et à la sortie de station d'épuration. Ce qui donne une idée sur le rendement.

La mesure de la DBO5 est faite selon la méthode manométrique. Elle est basée sur le principe du respiromètre de WARBURG. Ce dernier consiste à mesurer la respiration de la biomasse par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé.

- **Mode opératoire :**

Les étapes qu'il faut suivre pour mesurer la DBO5 sont :

- Dans une bouteille propre, ajouter 5 gouttes de KOH (pour l'eau brute), 10 gouttes (pour l'eau filtré et clarifié) ;
- Ajouter 94ml d'eau brute, 360ml d'eau filtrée et clarifiée ;
- Placer un barreau d'agitation dans chaque flacon de DBO5 ;
- Remplir le joint caoutchouc avec l'inhibiteur de nitrification (3 gouttes pour l'eau brute, 5 gouttes pour l'eau filtrée et clarifiée) ;
- Visser la sonde DBO sur le flacon ;
- Poser l'échantillon sur le support a flacons ;
- Démarrer l'appareil ;
- Mettre l'incubateur régler à 20°C ;
- Relever les valeurs après 5 jours ;

✓ Eau entrante :

• Résultats :

Les analyses faites de la demande biologique en oxygène dans 5 jours (DBO₅) se représentent sous forme du tableau 8. Les mesures varient de 500 à 755 ppm pendant l'année 2015. Leur quantité dépende des charges biologiques polluantes au niveau des égouts.

DBO ₅	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Entrée (Mg/l)	600,63	383,67	511,6	528,96	473,6	526,5	629	514,86	577,67	749,86	690,86	754,43

Tableau 8 : Mesure de DBO5 entrée au niveau des ouvrages dans une année

D'après CHEIKTIDIANET., (2007)

La représentation graphique 12 décrit la variation de DBO₅ en fonction de l'année 2015. Les valeurs des analyses sont très élevées d. Elles augmentent à la fin de l'année d'une façon très remarquable.

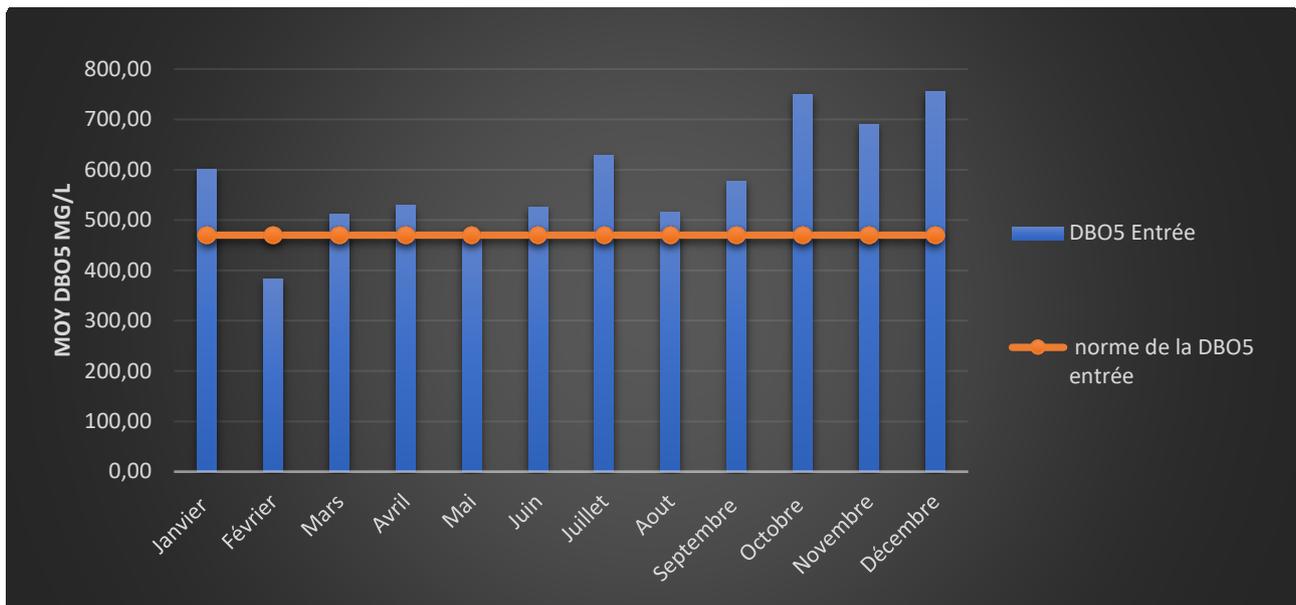


Figure 12 : Quantité d'entrée de DBO₅ comparée à la normes marocaine (année 2015)

- **Interprétation :**

La norme qu'il ne faut pas dépasser de DBO₅ entrée est de 470 mg/l. On remarque que généralement la quantité de DBO₅ dépasse la norme. Cette quantité dépende du taux de consommation de l'oxygène dissous dans l'échantillon par les bactéries.

- ✓ **Eau sortie :**

- **Résultats :**

De plus Le tableau 9 recapitule les mesures faites pendant l'année 2015. Les résultats de la DBO₅ sortante varient de 6 à 21 ppm. Leur quantité dépende de tout ce qui est biologique au niveau des égouts.

DBO ₅ \	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Sortie Mg/l	6,88	9	11.67	17.81	8.08	8	8	9.88	7.67	11.2	11.57	21

Tableau 9 : Mesure de DBO₅ sortie au niveau des ouvrages

La figure 13 représente la variation de DBO₅ après le traitement en fonction de l'année 2015. Cette représentation graphique est très élevée par rapport aux normes situées.

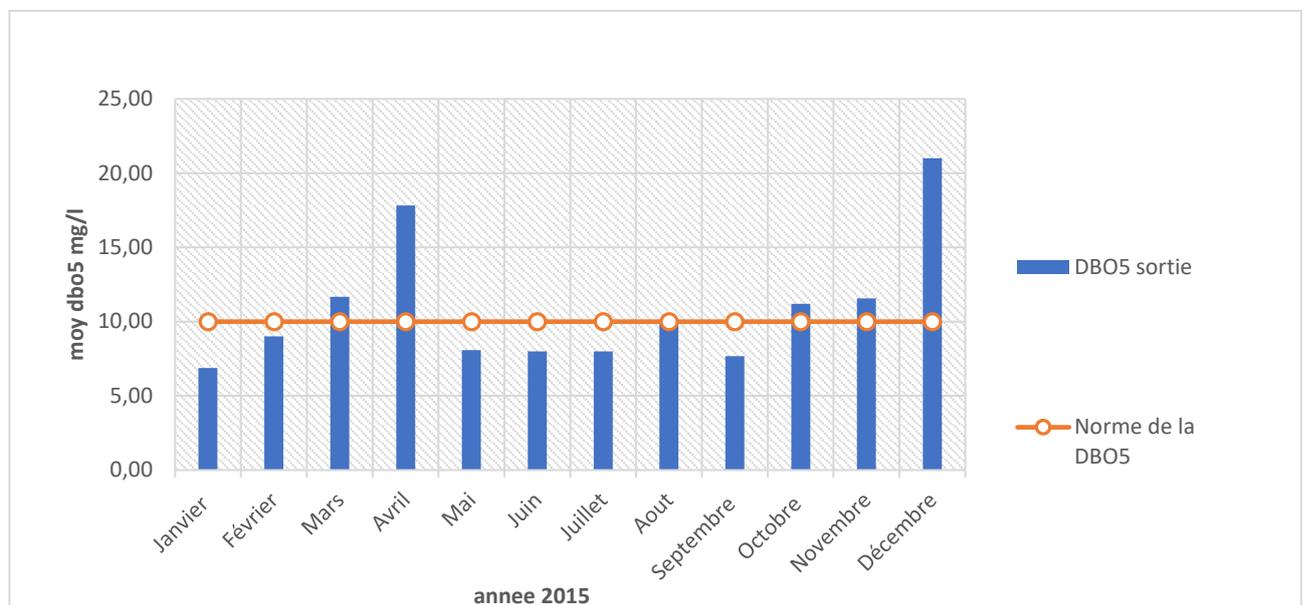


Figure 13 : Quantité de DBO₅ sortie et ces normes pendant l'année 2015

- **Interprétation :**

Contrairement aux normes de DBO_5 d'entrer, La norme marocaine maximale admissible est de 10 mg/l. D'après les analyses, les eaux sortantes des mois Mars, avril, octobre, novembre et décembre dépassent cette norme. En générale. On peut considérer que les résultats de ces traitements sont douteux.

1.5. Rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ et $\frac{DBO}{DCO}$:

Le rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ a une valeur importante pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. Une valeur faible du rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ (inferieur a 3), implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables. D'ailleurs permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport ($\frac{DCO}{DBO_5} > 3$), indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable. Et dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique.

Pendant le traitement biologique. La diminution du rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ est due au fait que la teneur en matière non dégradable représente une fraction plus importante de la DCO dans l'eau traitée que dans l'eau brute, la valeur de ce rapport pour les eaux domestiques non traitées varie de 0.4 à 0.8.

Quand le composé n'est pas biodégradable, le rapport $\frac{DBO}{DCO} = 0$.

Et pour le composé est partiellement biodégradable, le rapport est de l'ordre $0.2 < \frac{DBO}{DCO} < 0.4$

- **Résultats :**

Le tableau 10 montre les résultats des analyses des rapport $\frac{DCO}{DBO5}$ et $\frac{DBO}{DCO}$. Ces analyses sont faites au cours de 3 mois de l'année 2015.

Le rapport $\frac{DCO}{DBO5}$ du mois de Mai est supérieur à 3. La quantité de DCO est très importante. Ce qui provoque d'envisager un traitement physico-chimique.

Pour le mois de novembre. Il est préférable d'envisager un traitement biologique, et pour le mois d'avril le rapport est supérieur à 3 donc c'est préférable de faire un traitement physico-chimique.

Ce qui concerne le rapport $\frac{DBO}{DCO}$. Les résultats sont presque entre 0.2 et 0.4, donc on peut conclure ici que ce composé est partiellement biodégradable.

Mois \ Rapport	$\frac{DCO}{DBO5}$	$\frac{DBO}{DCO}$
05-Avr	5	0,20
15-Avr	3,12	0,32
21-Avr	4,48	0,22
11-Mai	12,33	0,08
18-Mai	10,17	0,10
25-Mai	5,2	0,19
10-Nov	6,89	0,15
15-Nov	1,83	0,55
21-Nov	3,5	0,29

Tableau 10 : Mesure du Rapport de DCO et DBO5 pendant trois mois en 2015

D'après CHEIKTIDIANET., (2007)

La figure 14 conclut cette variation de rapport du tableau précédant pendant toute l'année de 2015.

On remarque que le rapport $\frac{DCO}{DBO5}$ est en diminution pendant l'année 2015. Il varie de 7.5 à 3.73. Donc la station devra faire un traitement physico-chimique.

Pour $\frac{DBO}{DCO}$, il ne dépasse pas 0.4. Donc composé partiellement biodégradable.

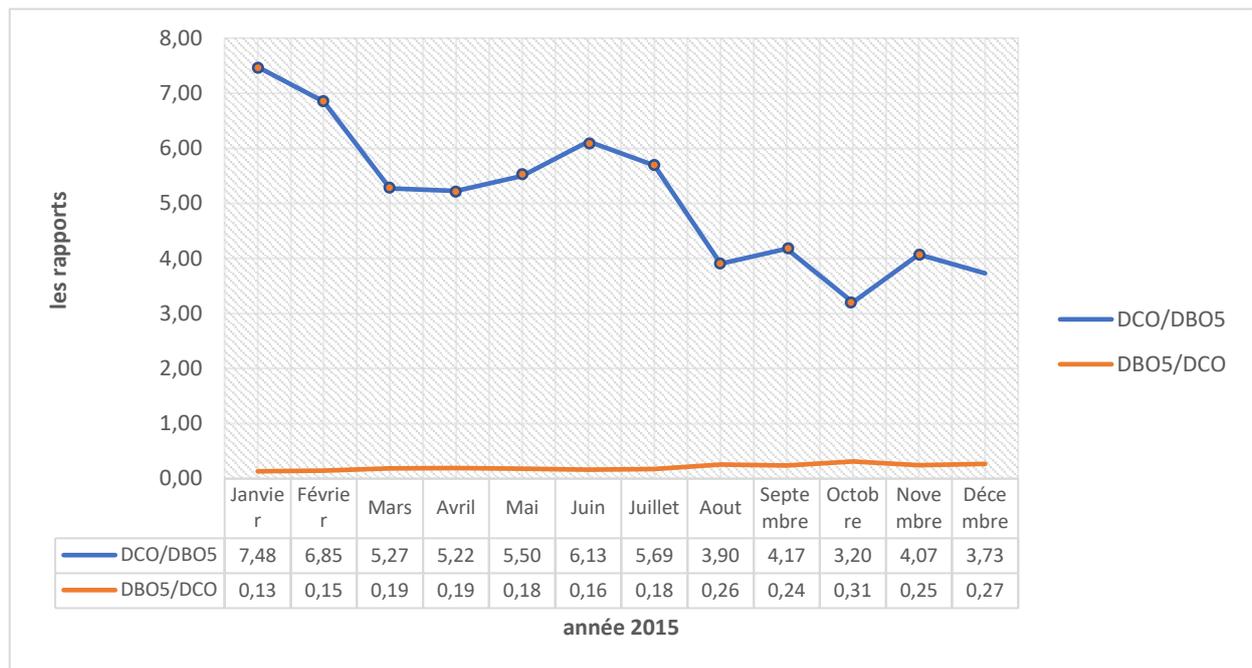


Figure 14 : Rapport DCO et DBO5 de traitement de la file 1 pendant l'année 2015

• Interprétation

D'après la figure 8, le rapport $\frac{DCO}{DBO5}$ n'a atteint jamais la valeur de 3 même s'il est en diminution.

D'après les résultats de traitement, c'est préférable de faire un traitement physico-chimique au niveau de la station d'épuration pour une performance optimale de l'eau usée.

1.6. Mesure de l'O₂ dissous

C'est la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. L'oxygène pénètre dans l'eau par l'absorption directe de l'atmosphère. Par déplacement rapide ou comme déchet de la photosynthèse des plantes. La température et le volume d'eau en mouvement affectent les niveaux d'oxygène dissous.

L'oxygène dissous est un paramètre important dans l'évolution de la qualité de l'eau en raison de son influence sur les organismes vivants dans un plan d'eau. Il se dissout plus facilement dans l'eau froide que dans l'eau chaude.

- Résultats de Mesure :

- ✓ File 1 du bassin d'aération :

L'O₂ dissous se mesure au niveau des 2 bassins d'aération (f1 et f2). Les figures 15 et 16 montrent la variation de consommation de l'O₂ dans le bassin d'aération par les micro-faunes.

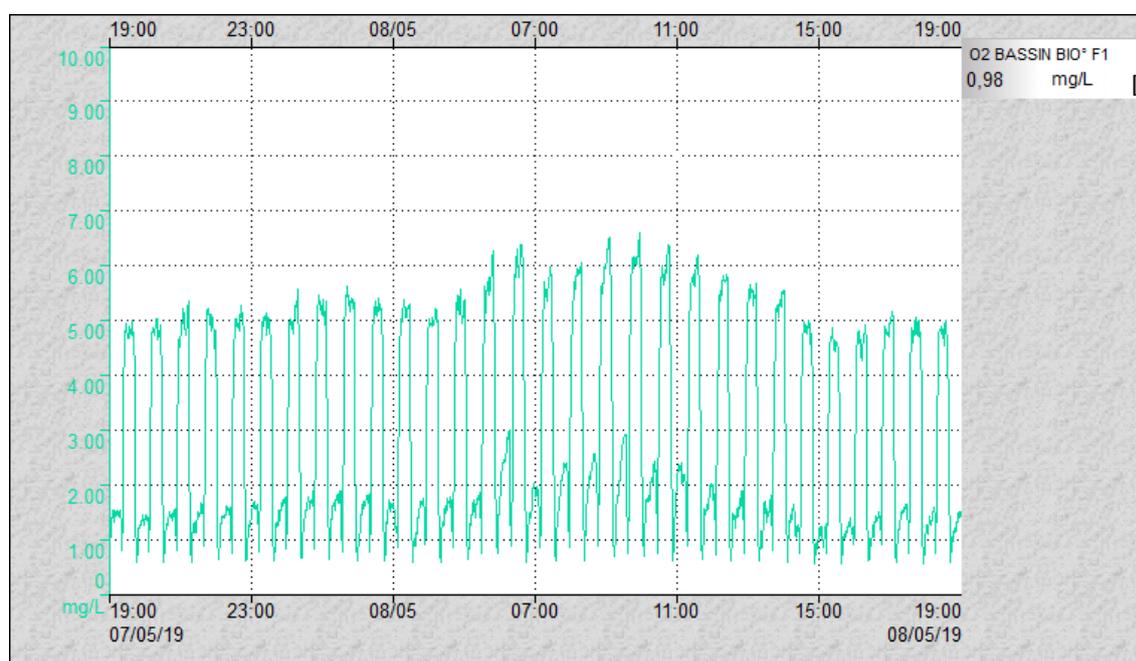


Figure 15 : Quantité d'O₂ consommé au niveau de la file 1 de bassin dans le 07 et le 08 Mai 2019

Au niveau du file 1 de bassins d'aération. La quantité d'O₂ se varie entre 0.5 et 6.5 mg/L, dans 24h selon l'activité biologique. Entre 7 :00 et 11 :00une consommation élevée d'O₂ par les germes. Après 17 :00, la quantité d'o₂ dissous commence à diminuer.

✓ File 2 du bassin d'aération :

Au niveau du file 2 de bassins d'aération. La quantité d'O₂ varie entre 0.5 et 6.9 mg/L selon l'activité biologique. Entre 07 :00 et 11 :00 une consommation élevée d'O₂ par les germes. Après 11 :00 la quantité d'o₂ dissous commence à diminuer.

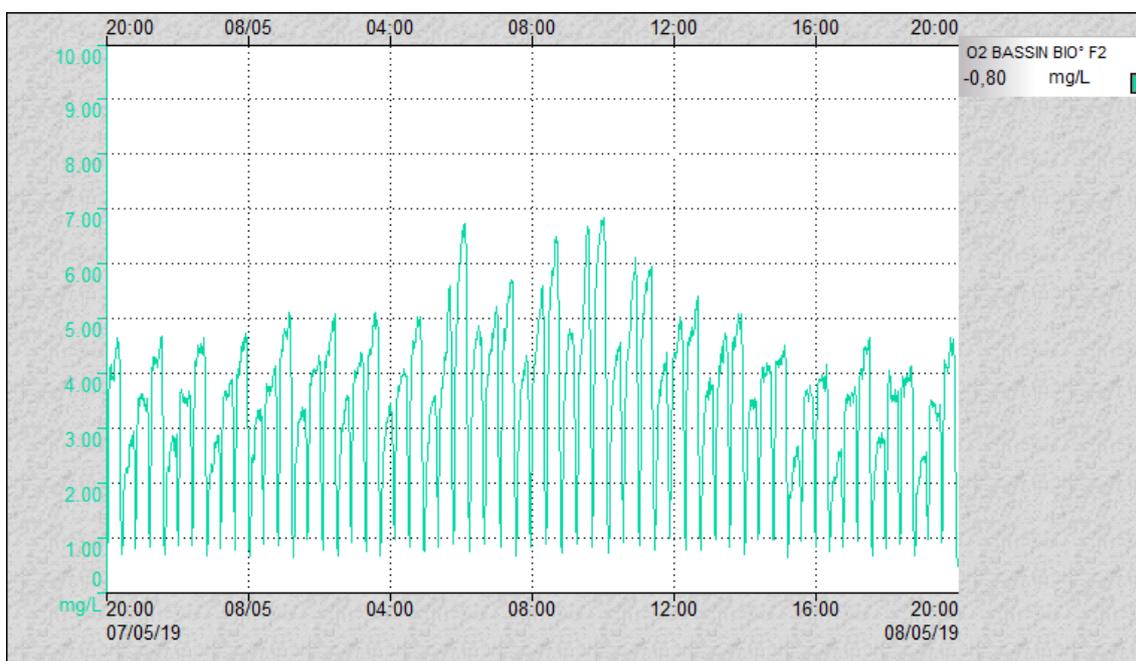


Figure 16 : Quantité d'O₂ consommé au niveau de la file 2 de bassin dans le 07 et le 08 Mai 2019

- **Interprétation :**

L'augmentation de La quantité d'O₂ dissous de 7h à 11h au niveau des deux bassins est due à la grande biodégradabilité par germes. L'augmentation et la diminution de cette quantité nous renseigne sur la quantité des microfaunes au niveau du bassin et le temps exact de la consommation d'eau domestique par l'habitat de la ville de BENGUERIR.

2. File boue :

Au niveau de cette file on trouve des sédiments résiduels constitués de matière organique (bactéries mortes, animale et végétale) et de matière minérale humide.

Cette file est représentée par plusieurs paramètres de caractérisation à savoir :

La quantité de matière sèche, le pourcentage de la matière volatile sèche et la siccité de ces boues.

2.1. Volume des boues

Le volume des boues qui reste au niveau des ouvrages après le traitement est de l'ordre 199756 m³. Elle se compose par des eaux et des boues. On y distingue :

- **Les boues en excès** : c'est la partie de la boue activée qui est extraite pour maintenir la concentration de biomasse souhaitée constante. Cette biomasse éliminée est généralement alimentée avec les boues primaires pour la digestion des boues et finalement pour la déshydratation des boues.
- **Les boues épaissies** : ce sont les boues qui entrent à l'épaississeur pour la diminution de la teneur en eau.
- **Les boues digérées** : ce sont les boues qui sortent du digesteur vers la bêche à boue, ces boues aident à la production de CH₄.

• Résultats de mesure :

La figure 17 montre les volume des boues (en excès, épaissies, digérées) pendant une semaine.

D'après la figure, le volume des boues en excès est très élevé par rapport aux boues épaissies et digérées même s'il est en diminution, le volume des boues épaissies reste presque stable durant cette période. Par contre le volume des boues digérées montre une augmentation progressivement progressive pendant les trois jours du 02 au 04 juin.

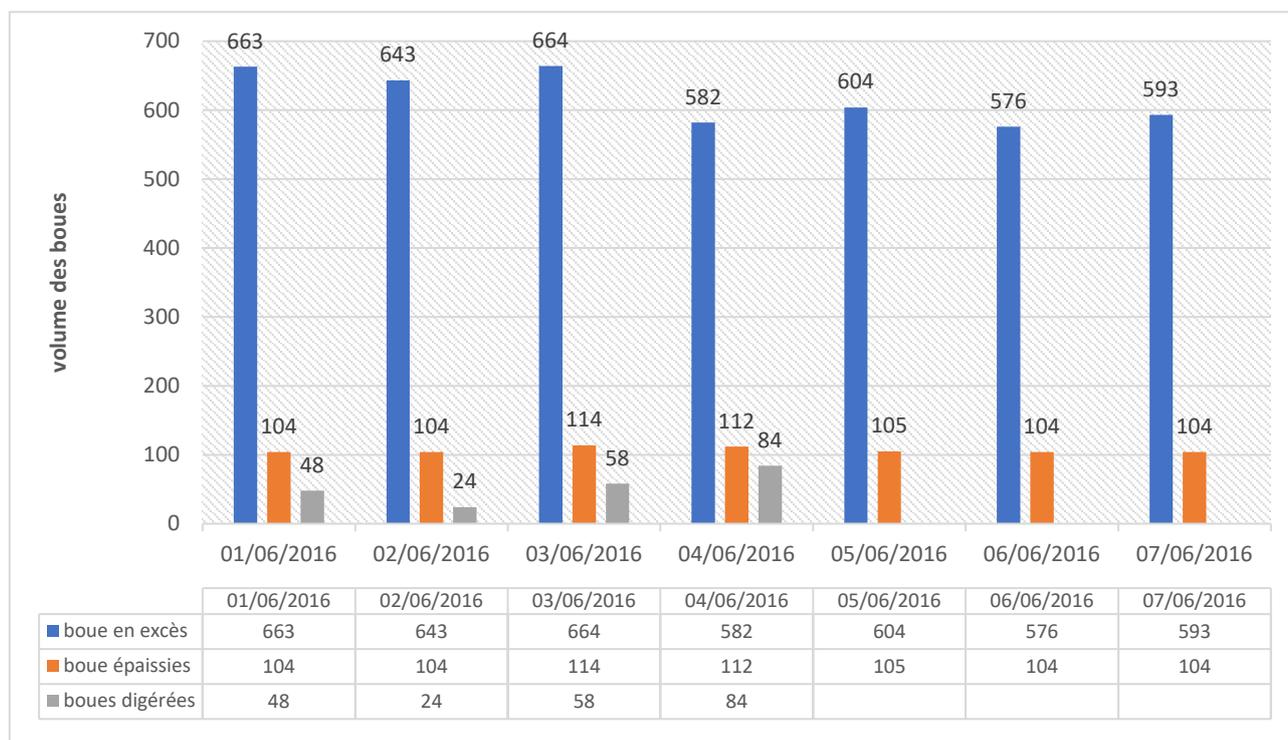


Figure 17 : Volume des différentes boues eu niveau de la station pendant la semaine de 01 juin 2016

- **Interprétation :**

L'augmentation des boues en excès confirme le recyclage des boues au niveau de traitement secondaire (clarificateur et bassin biologique). 75% des boues sont recyclées et 25% sont transportées vers l'épaississeur. La faiblesse volume des deux boues montre que ces boues commencent à déshydrater.

- **Valorisation des boues :**

En vue des techniques précédemment décrites et de l'état actuel de la valorisation, trois types de voie de valorisation peuvent être envisagées.

1. Mise en place d'un séchage solaire indépendant au niveau même de la station. En effet le séchage constitue une solution économiquement acceptable (par sa faible consommation énergétique) et à maintenance réduite. Les boues ainsi séchées pourront être soit épandues, soit incinérées.
2. Compostage au niveau de la station pour une valorisation agricole.
3. Épandage direct des boues issues de la phase de traitement biologique.

2.2. Matière sèche (MS) :

La MS représente la concentration en boues après évaporation (à 105 °C) d'un échantillon de boue dans une boîte de pétri.

Le pourcentage de matière sèche est le rapport entre la masse de la matière sèche et la masse de la matière déshydratée, il est calculé comme suit :

$$MS (\%) = \frac{\text{Poids après séchage (g)}}{\text{Poids initial (g)}} \times 100$$

- **Principe**

Dessiccation à l'étuve à 105°C à ± 2°C et pesée du résidu

- **Mode opératoire :**

- Prélever un échantillon de boue dans différents ouvrages de traitement (Epaississeur, digesteur, bêche à boue).
- Mesurer le poids initial de chaque échantillon.
- Mettre les échantillons dans l'étuve dans une température de 105 ° pendant 24h.
- Sortir de l'étuve et laisser refroidir.
- Mesurer le poids final.

- **Résultats de mesure :**

Les analyses de la MS des ouvrages de traitement de la boue se fait au niveau du laboratoire de la station, la figure 18 ci-dessous montre la quantité de la MS des différentes boues.

La quantité de la MS dans les boues épaissies sont très élevés par rapport aux boues digérés et en excès, elles varient entre 27 et 32 KG/m³. Par ailleurs, les quantités des boues

digérées varient entre 14 et 20KG/m³. Quant aux boues excès, leurs quantités varient entre 3 et 14kg/m³.

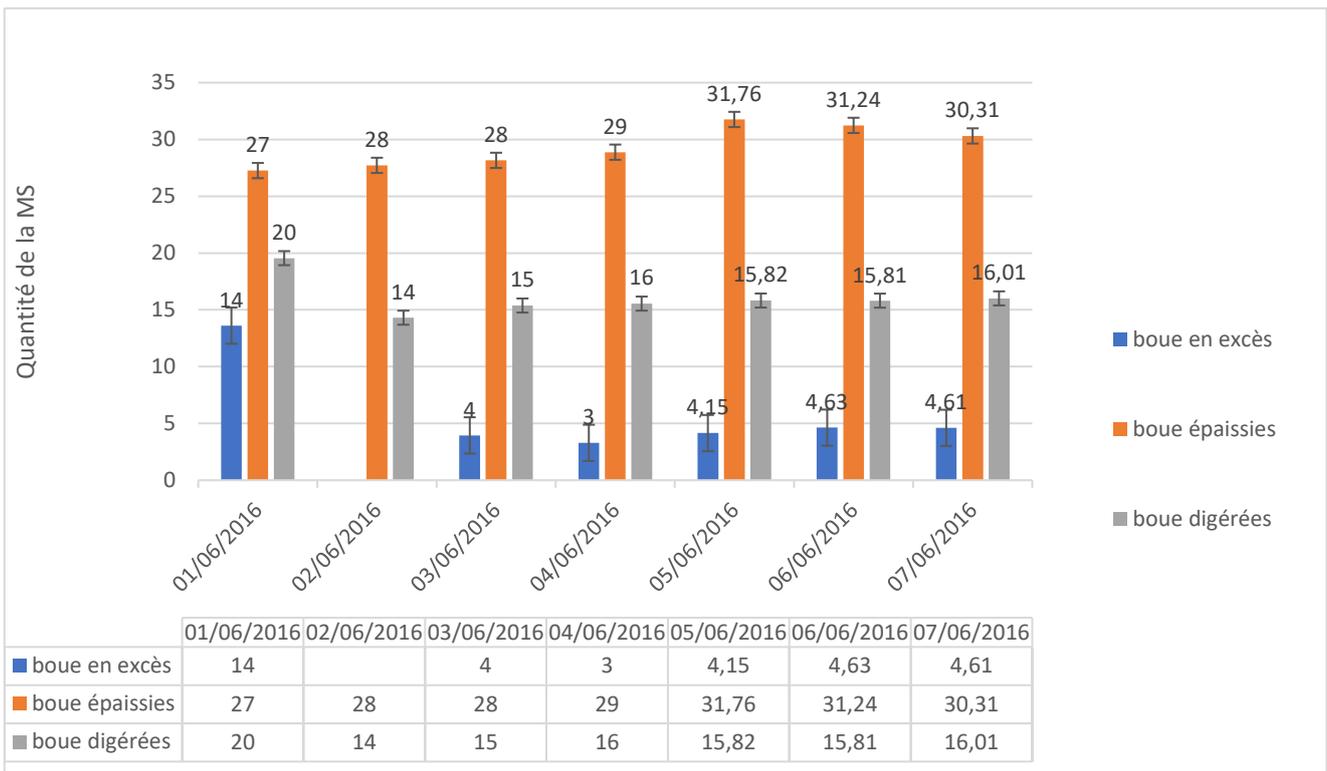


Figure 18 : Quantité de MS dans les différents types des boues pendant la semaine de 01 juin 2016

- **Interprétation :**

La valeur de MS de boues en excès est très faible même si son volume est le plus élevé à l'entrer, ce résultat nous ont informé que la boue en excès est très humide.

Les boues digérées sont faibles 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 CH₄ et par conséquent d'augmenter la teneur en eau dans cet ouvrage.

2.3.Matière Volatile Sèche (MVS)

La MS est constituée de matières minérales et matières organiques , ces matières organiques sont appelées MVS . La concentration de La MVS est un taux par rapport a la MS totale qui ne doit pas dépasser 65% de cette MS , Le suivi de ce taux permet de connaitre la stabilité d'une boue d'épuration. Elle se compte après la sortie des boues de digesteur juste avant l'étape du séchage solaire.

- **Mode opératoire :**

- Peser l'échantillon après la mesure de poids finale de MS dans un combustion à 550°C
- Mesure le poids final de l'échantillon.

- **Résultats de mesure :**

Les analyses de la Matière volatile sèche, exprimées en %, sont présentées sur, la figure 19. Ces pourcentages sont mesurés sur une série de boues digérée échantillonnées quotidiennement pendant une semaine. Le pourcentage de la MVS est de 57 et 62 % dans les boues digérées.

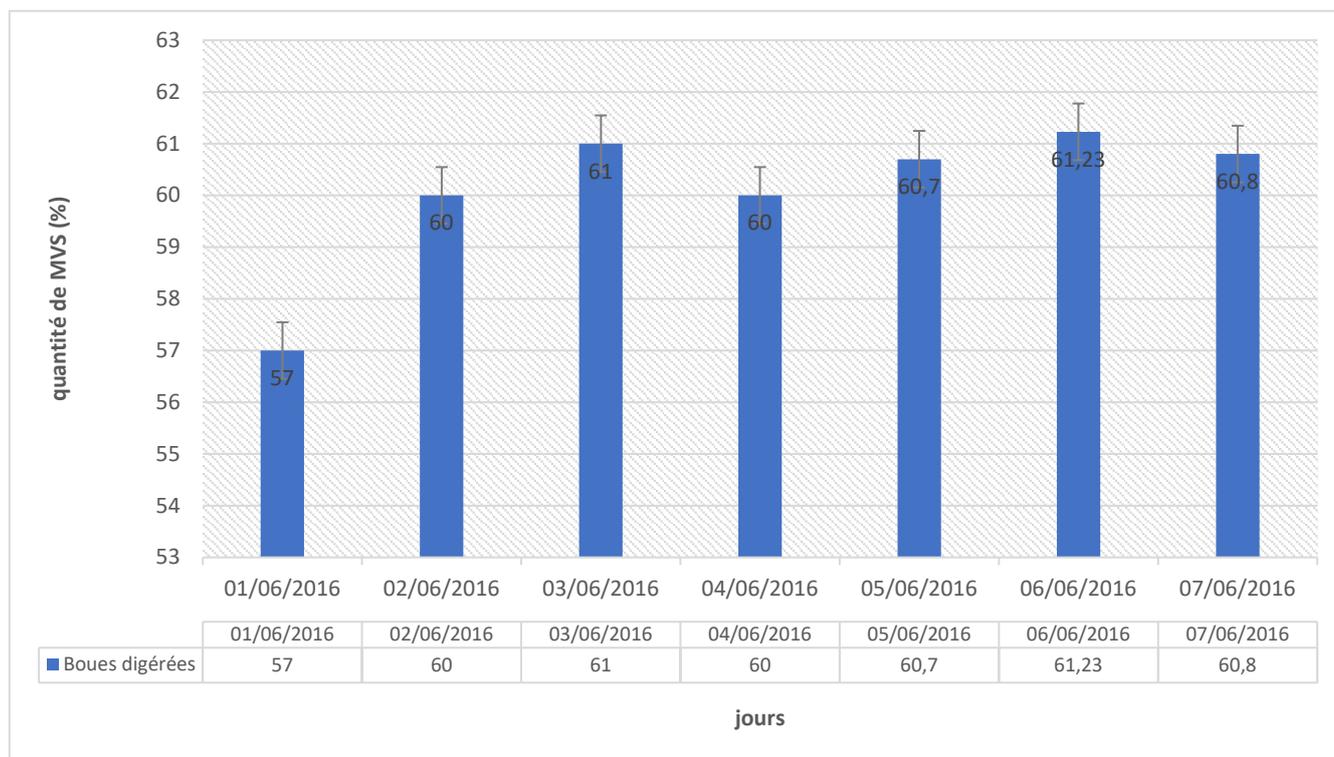


Figure 19 : Pourcentage de MVS pendant 1 semaine en juin

Tous les pourcentages mesurés ne dépassent pas la valeur de 65%. On peut donc conclure que la quantité de la matière évaporée au niveau du digesteur est suffisante pour la production des biogaz. Elle est assez suffisante pour combler la demande de ce dernier.

2.4. La siccité :

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

La siccité est déterminée par un indice qui représente le pourcentage massique de la matière sèche dans les boues qui sont constituées par l'eau et cette matière. Elle est aussi évaluée par la quantité de solide restant après un chauffage à 110 °C pendant 2 heures. La mesure de la siccité nous permet d'évaluer l'efficacité du traitement des boues.

→ **Remarque : une boue avec une siccité de 10% présente une humidité de 90%.**

La siccité se détermine à partir de la mesure de la MS de la boue par la relation suivante

$$\frac{p2 - p0}{p1 - p0} \times 100$$

Avec : p2 : poids de boue sèche + coupelle

P1 : poids de boue humide + coupelle

P0 : poids de la coupelle

La figure 21 montre les valeurs de la siccité des différents types des boues après séchage.

La siccité des boues déshydratées est très faible, par contre les boues séchées et les sables sont très élevés.

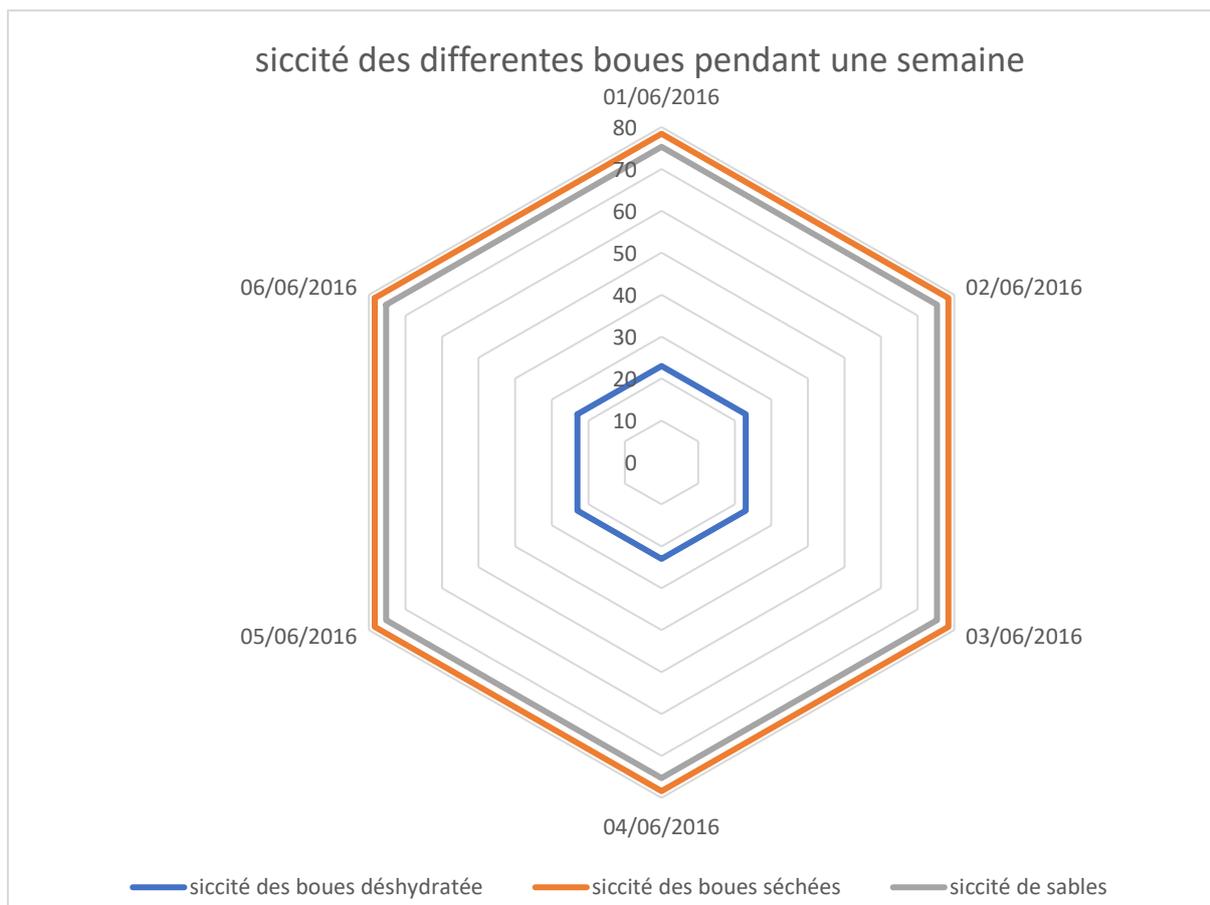


Figure 20 : Pourcentage de siccité dans les différentes boues pendant une semaine

- **Interprétation**

Les boues déshydratées sont des boues qui sort du digesteur, donc ce sont des boues humide leur siccité est très faible, par contre les boues séchées sont des boues qui séjourne dans la serre de séchage donc leur teneur en eau est presque nulle et la siccité est très élevées, pour les sables, le diamètre des particules des sables est petit et il est perméable donc l'eau ne s'attache pas par les particules des sables.

2.5. Production des boues :

La production des boues peut nous donner une idée sur la qualité des boues au niveau de chaque ouvrage.

La figure 22 représente la production des différentes boues pendant une semaine de l'année 2016.

La quantité des boues en excès en premier jour était très élevée par rapport aux autres jours, la quantité des boues épaissies est presque constante durant toute la semaine, il varie entre 2835 et 3300 kg/j. par contre la quantité des boues digérées et déshydratées est faible et leurs productions deviennent nulles à partir de 05/06.

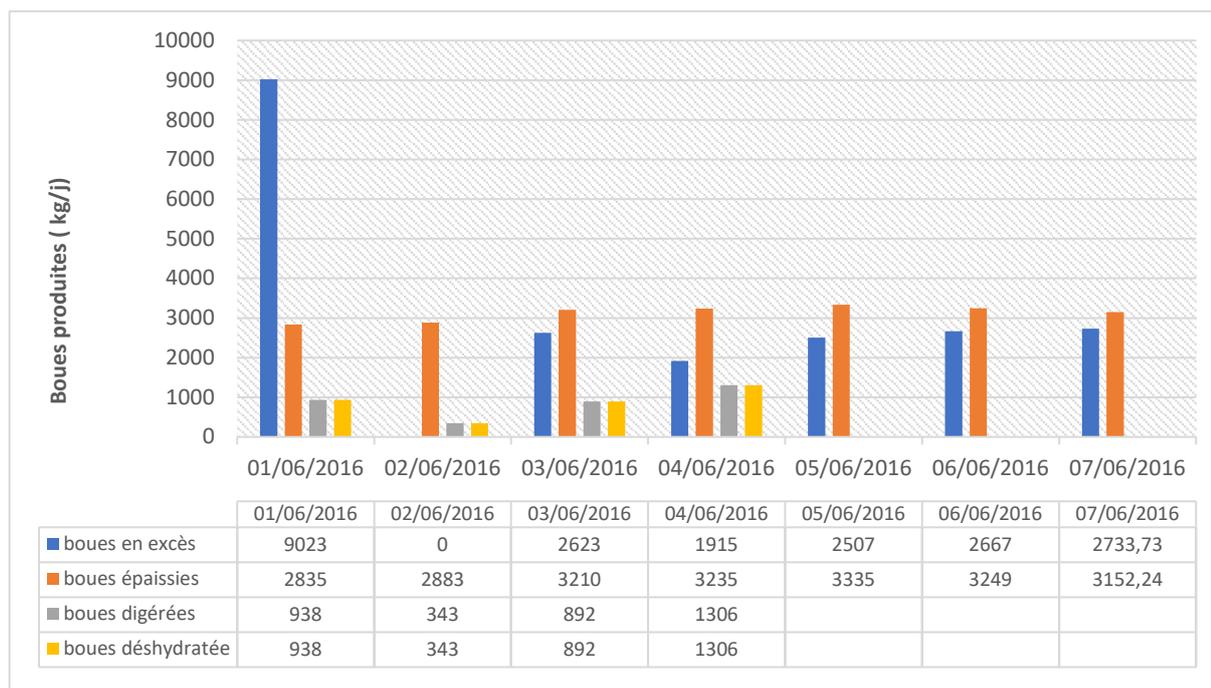


Figure 21 : Quantité des boues produites de la file boue pendant une semaine

- **Interprétation :**

Les Boues primaires et secondaires produite et destinée vers épaisseur, cela signifie l'augmentation des boues épaissies produites.

Les boues destinées au digesteur sont consommées pendant la production de biogaz, c'est pour ça la quantité des boues digérées est faible par rapport aux autres.

Les boues déshydratées perdent ses teneurs en eau donc la quantité de ce dernier sera très faible.

III. Solutions techniques pour remédier aux problèmes émanant de l'étude critique.

La station d'épuration des eaux usées de BENGUERIR confronte plusieurs problèmes émanant.

Notre but est de trouver les problèmes et de proposer des solutions :

1. Premier Problème :

La composition des eaux usées municipales peut être très variable, et reflète la gamme des contaminants émis par les différentes sources domestiques, industrielles, commerciales et institutionnelles. Les eaux usées provenant des sources domestiques sont habituellement relativement exemptes de substances dangereuses. Cependant, il y a des polluants émergents tels que les médicaments d'utilisation courante qui (même à des concentrations basses) peuvent avoir des impacts à long-terme. Dans ce cas, la station n'atteint pas les valeurs imposées par le cahier de charge. Par conséquent l'eau traitée aura une mauvaise odeur et coloration verte au niveau de traitement tertiaire ce qui donne une mauvaise qualité d'eau.

Ce problème est dû à plusieurs impacts. Parmi lesquelles on peut citer :

- la destruction des espèces (animales, végétales).
- la pollution ponctuelle de l'environnement.
- la dégradation de l'habitat lors du terrassement.
- l'introduction de plantes envahissantes.
- la destruction des zones humides.

▪ SOLUTIONS Proposée :

1. Première proposition :

Faire une analyse critique des charges polluantes avant l'étape de prétraitement (avant l'entrée des eaux brutes dans la station). Pour les eaux qui respectent les normes marocains vont être passer à la station pour poursuivre les procédures de traitement de la station. Pour les eaux qui n'ont pas respecté ces normes, elles vont être rejeter à l'Oued BOUACHANE

2. Deuxième proposition :

Calculer de rapport : DCO/DB05.

- Faire un traitement biologique → Si le rapport < 3
- Faire un traitement physico-chimique → Si le rapport > 3

3. Troisième solution :

Une collaboration de l'habitat reste primordiale afin d'acquérir un résultat satisfaisant dans l'environnement par une sensibilisation à travers les réseaux sociaux. Tant que les eaux usées constituent une ressource précieuse et durable, nécessaire à la création d'un environnement favorable. Nous avons les convictions qu'avec la volonté publique est nécessaire.

2. Deuxième problème :

Le traitement des eaux usées comprend une combinaison de mesures physiques, chimiques et biologiques ayant pour finalité l'élimination des constituants des eaux usées. Mais parfois ces traitements ne sont pas suffisants puisque l'eau qui sort du STEP vers la laverie de Youssoufia est facilement contaminer par les parasites et les germes au niveau des canaux qui sont anaérées.

▪ SOLUTION Proposée :

Installer 2 appareils de l'UV. Une au niveau de la sortie de l'eau de la station d'épuration, l'autre au niveau de l'entrée de la laverie de Youssoufia pour éliminer les germes contenant dans l'eau. Les processus physiques permettent l'élimination de substances par l'utilisation de forces naturelles (c'est-à-dire la gravité), ainsi que des barrières physiques, telles que les filtres et les membranes ou rayons ultraviolets (UV), qui sont principalement utilisés pour la désinfection. L'utilisation de membranes augmente en raison de la grande qualité des effluents après le traitement et de l'élimination efficace des micropolluants organiques, qu'ils soient issus des pesticides, des produits pharmaceutiques ou des produits de soins personnels.

3. Troisième problème :

Le traitement par le charbon actif peut être appliqué dans tous les secteurs d'activité engendrant de la pollution organique dans leur rejet et disposant déjà, des traitements prérequis pour éliminer les paramètres classiques. Mais ce charbon perd son efficacité dans le temps (2 ans) et il coûte très cher.

▪ SOLUTION Proposée :

- suivi plus régulier et plus rigoureux, le fonctionnement et les performances des installations.
- des opérations de régénérations du charbon saturé (enlèvement des cuves et leur remplacement).
- la recharge de nouveau matériau en cas de dégradation de performances.
- le sable joue le même rôle que le charbon active avec un coût moins cher, donc on peut changer le charbon active par le sable.

4. QUATRIEME PROBLEME :

Les boues produites au niveau des serres de séchage sont principalement des particules solides. Ces boues se composent par de matière organique non dégradées et de matière minérale de micro-organique (des bactéries dégradatives issues de «biomasses épuratives»), et d'eau. Ces boues s'accumulent au niveau de la serre sans réutilisation.

▪ SOLUTION Proposée :

- Les boues produites au niveau des serres peuvent destiner à l'usage dans les usines de ciment.
- Valorisation en agriculture.
- Utilisation en reconstitution de sols.
- Incinération des boues.

Conclusion

Notre projet durant la période du stage essaye d'acquérir la manière efficace, afin de déminuer les impacts des déchets sur l'environnement, et à savoir la qualité des eaux traitées par les résultats des analyses étudier, et qui présentent une qualité acceptable tant que ces analyses dépassent parfois les normes marocaines.

L'objectif de notre stage était d'étudier les résultats des analyses critiques des performances de la station et de donner des interprétations. A partir de ses interprétations la qualité des eaux est acceptable, puisque le traitement de là MES est parfait, La DCO est acceptable, et l'exception de la DB05 qui l'avait un mauvais traitement. Pour les volumes des eaux traitée au niveau de la station, le volume de mois d'avril est inferieur par rapport aux autres mois de l'année 2015. Cette diminution due au heures de travail qui étaient de 11h/j au lieu de 24h/j. Pour la file boue, les analyses de la MS, la MVS, la siccité et la production des boues sont parfait.

Finalemnt étudié les problèmes émanant à l'aide des résultats des analyses que nous avons trouvé, afin d'améliorer la performance de la station par les solutions proposées.

Bibliographie

- **CHEIK TIDIANE T., (2007)** - Guide de centre régional pour l'eau potable et l'assainissement faible coût (CREPA). Rapport interne, 32 p..
- **CLIMAT-DATA.ORG (2019)** - Climate-Data.ORG/afrique/maroc/benguerir/ benguerir-54833/
- **MLIYEH MOHAMMED MOUAD & ZARRIK MONCEF (2016)**. Etude Tectonique de la série phosphatée maestrichtienne du panneau7, Gisement de Benguerir. Mémoire de fin d'études de licence. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques. 33 p.
- **O.C.P., (2009)** – station d'épuration des eaux usées de Ben Guérir, Dossier Concours : Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), pièce 05. Rapport interne O.C.P.,95 p..
- **O.C.P., (2016)** - **JACOBS ENGINEERING S.A (JESA)**, rapport des essais des performances des filtres eau et boue : station d'épuration des eaux usées de Ben Guérir. Rapport interne, 29 p..
- **M. GIGOUT Docteur ès sciences**, Carte Géologique De La Meseta Entre Mechra Benâbbou Et Safi (ABDA, DOUKKALA ET MASSIF DES REHAMNA). Géologue à l'instant scientifique chérifien

Table des matières

Dédicace.....	2
Remerciement.....	3
Résumé	4
Liste des photos	5
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux :.....	7
Liste des abréviations	8
Introduction.....	9
I. Contexte Général	9
1. Présentation de la STation d'ÉPuration (STEP) :.....	10
1.1. Choix du site	11
1.1.1. Géologie de la région :.....	11
1.1.2. Climatologie :.....	13
1.1.3. Hydrologie :.....	14
2. Description de la STEP de BENGUERIR :.....	14
1. File eau :.....	15
1.1. Prétraitement :.....	15
1.2. Traitement primaire (Décantation primaire)	17
1.3. Traitement secondaire :.....	19
1.4. Traitement Tertiaire :.....	21
2. File boue :	24
3. File Gaz :.....	27

II.	: Analyse critique des performances de la STation d'EPuration (STEP)	29
1.	File eau :	29
1.1.	Débit de volume d'eau :	29
1.2.	MES des ouvrages de la Station :	31
1.3.	DCO des ouvrages de la station :	34
1.4.	DBO5 des ouvrages de la station :	37
1.5.	Rapport <i>DCODBO5</i> et <i>DBODCO</i> :	40
1.6.	Mesure de l'O ₂ dissous	43
2.	File boue :	45
2.1.	Volume des boues	45
2.2.	Matière sèche (MS) :	47
2.3.	Matière Volatile Sèche (MVS)	49
2.4.	La siccité :	50
2.5.	Production des boues :	52
III.	Solutions techniques pour remédier aux problèmes émanant de l'étude critique.	54
	Conclusion	58
	Bibliographie	58

