

Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

Titre

Evaluation de l'efficacité de traitement des eaux usées de la ville
de khénifra

Présenté par :

◆ Mlle Doumiri Ikram

Encadré par :

◆ Pr. Hicham Zaitan

Soutenu , Le 05/07/2021 devant le jury composé de:

- Pr. Bouchaib ihssane
- Pr. Taoufiq saffaj
- Pr . Zaitan Hicham
- Mme AHLAM kacimi

Stage effectué à la station d'épuration des eaux usées de la ville de khénifra

Année Universitaire 2020 / 2021

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)535 61 16 86 – Standard : 212 (0)535 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

Sommaire

Remerciement	1
Liste des abréviations	2
Liste de figures	3
Introduction générale	4
Chapitre I : Présentation de l'ONEE _branche eau et les eaux usées de la step de khenifra.....	6
❖ Présentation de l'ONEE-Branche eau	7
I. Définition.....	7
II. Objectif	7
III. Principe de fonctionnement	7
❖ Eaux usées de la ville de khénifra	8
I. Définition.....	8
II. Types des eaux usées.....	9
III. Caractéristiques des eaux usées	9
IV. Epuration des eaux usées	10
1) Objectif de l'épuration	10
2) Prétraitements	10
3) Traitement primaire	11
4) Traitement secondaire	11
5) Traitement tertiaire	11
Chapitre II : Description de la station d'épuration de Khénifra	13

I.	Description	14
II.	Rôle des stations d'épuration	14
III.	Description de la chaine des traitement de STEP Khénifra	14
	1) Filière de l'eau	14
	2) Filière de boue	20
	3) Filière d'odeur	22
Chapitre III : Analyses suivi au laboratoire		23
Partie expérimentale		24
1.	Introduction	24
2.	Prélèvement et Echantillonnage et méthodes d'analyses physico-chimiques	24
a)	Filière de l'eau	25
i.	Mesure de température	25
ii.	Mesure de conductivité	26
iii.	Mesure de pH	26
iv.	Mesure de l'oxygène dissout	27
v.	Mesure de MES	27
vi.	Mesure de DCO	28
vii.	Mesure de DBO5	29
b)	Filière des boues	30
i.	Siccité	30
ii.	Taux de matière volatiles sèche	30
I.	Résultats expérimentaux et discussion	32
Conclusion générale.....		34
Références bibliographiques.....		35

Remerciement

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Mr. KHALID EL HORRI le chef d'agence de services Khénifra pour son acceptation de ma demande de stage au sein de la station d'épuration des eaux usées de Khénifra.

Je tiens à remercier vivement mon professeur MR ZAITAN HICHAM pour leurs disponibilités, leurs conseils précieux et ainsi leurs supports

Je tiens à remercier Mme Ahlam Kacimi mon encadrante de stage pour son accueil, le temps passé ensemble, Son écoute, ses conseils et le partage de son expertise au quotidien.

Je remercie vivement les membres de jury les professeurs Mr BOUCHAIB IHSSANE et Mr TAOUFIQ SAFFAJ de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'évaluer mon travail de projet de fin d'études, J'ai également été honoré de votre participation à mon jury de soutenance

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé et relu lors de la rédaction de ce rapport de stage : mes parents et ma sœur.

Liste des abréviations

- STEP : Station d'épuration des eaux usées
- DBO5 : Demande biologique en oxygène pendant cinq jours
- DCO : Demande chimique en oxygène
- MES : Matière en suspension
- ONEE: Office nationale d'électricité et d'eau potable branche eau
- PH : Potentiel d'hydrogène
- MVS : Matière volatile sèche
- ORDP : Ouvrage de répartition décantation primaire
- ORLB : Ouvrage de répartition lits bactériens
- ORDS : Ouvrage de répartition décantation secondaire

Liste des figures

Figure1 : Station de prétraitement

Figure 2 : Dégrillage des eaux usées

Figure3 : Dégrilleurs fin automatiques de type screen

Figure 4 : les phases de dégrillage des eaux brute

Figure 5 : Désableurs rectangulaire

Figure 6 : Canal venturi

Figure 7: Fosses imhoff-partie de décantation primaire

Figure8 : Lit bactérien

Figure9 : Décanteur secondaire

Figure10 : Extraction des boues digérées

Figure 11 : Lits de séchage

Figure 12 : Station de désodorisation

Figure 13 : laboratoire des analyses physico-chimiques de la STEP

Figure14 : Préleveur automatique

Figure15 : Thermomètre

Figure16 : Conductimètre

Figure17 : PH-mètre

Figure 18 : Oxygène

Figure19 : Thermo- réacteur

Introduction

L'eau joue un rôle crucial dans le développement économique et social et classée comme étant une source de vie et est depuis toujours une richesse irremplaçable. Ainsi, sa gestion de manière durable est devenue aujourd'hui indispensable. La qualité de l'eau est par ailleurs affectée par des applications industrielles, agricoles et domestiques qui ont une immense influence sur la détérioration de cette ressource. En effet, des substances d'origine chimique n'ont cessées d'être émises dans l'environnement et peuvent devenir une menace pour l'équilibre des écosystèmes aquatiques et pour la santé humaine. Par conséquent, pour limiter la pollution, les lois et les normes deviennent de plus en plus strictes en terme d les substances nocives rejetées dans l'eau.

Pour répondre à cette situation de la protection de l'environnement, et la recherche de moyens d'épuration adéquats et la réutilisation des effluents d'eaux usées traitées est devenue une option attrayante et une alternative incontournable afin de mobiliser de plus importants volumes d'eau et satisfaire ainsi la demande de plus en plus croissante, particulièrement, dans les pays arides et semi arides. Parmi les techniques de réduction de la pollution organique et minérale dans les eaux usées, les systèmes le lagunage, les boues activées, les systèmes mixtes biologiques et physicochimiques ont été largement appliqués. Ils permettent notamment une élimination de l'ordre de plus de 70 % de la pollution organique et minérale.

Selon le niveau de polluants et les réglementations locales, la station d'épuration des eaux usées de la ville de khénifra utilise un traitement biologique) de type {lit bactériens} avec un système de traitement des odeurs .

L'objectif principal de ce travail a été par conséquent d'analyser la pollution à l'entrée et à la sortie de station d'épuration des eaux usées (STEP) de Khénifra. Ensuite, nous nous sommes intéressés à contrôler la qualité des eaux brutes et des eaux traitées par des analyses physicochimiques spécifiques en termes de la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO 5) et la mesure de la matière en suspension (MES). Ces paramètres sont mesurés au laboratoire par l'appareil DCO mètre, le DBO mètre ainsi que là MES par un filtre membranaire cellulosique.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la performance de la station d'épuration située dans la ville de khénifra pendant le mois 5 .

. Ce travail est organisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre traite une Présentation de l'ONEE -branche eau et des généralités sur les eaux usées de la ville de khénifra
- Le deuxième chapitre traite Description de la station d'épuration de Khénifra
- Le troisième chapitre traite les Analyses suivi au laboratoire
- Enfin une conclusion générale.

Chapitre I :
**Présentation de l'ONEE -branche eau et les
eaux usées de la ville de khénifra**

❖ **Présentation de l'ONEE-Branche eau**

I. Définition

Office National de Electricité et de l'Eau Potable (ONEE Branche Eau) est un établissement public marocain, à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

La création de l'ONEE par dahir a été en 1929 sous le nom de REIP (Régie d'exploitation installation et planification), puis REP (Régie d'exploitation et planification), et sous le nom ONEP en 1972, et en fin ONEE-branche eau en 2012.

II. Objectif de l'ONEE

Il est tenu d'assurer la généralisation de l'accès à l'eau potable dans les zones rurales, en vue d'atteindre un taux d'accès à 96 % d'utilisateurs et intervenir dans la gestion du service de distribution de l'eau potable au niveau de 80 centres ruraux.

III. Principe de fonctionnement

- Planification de l'approvisionnement en eau potable du Royaume
- Etudier l'approvisionnement en eau potable et assurer l'exécution des travaux des unités de productions et de distribution.
- Assistance technique en matière, de surveillance de la qualité de l'eau
- Gérer la production d'eau potable et assurer sa distribution.
- Contrôle de la qualité des eaux et protection des ressources en eau susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation humaine.
- Participer aux études des projets de textes législatifs et réglementaires nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

❖ Eaux usées de la ville de khénifra

I. Définition

Les eaux usées (ou eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Il peut ainsi s'agir d'eaux polluées provenant d'usines ou d'eau de ruissellement provenant d'un parc de stationnement.

II. Types des eaux usées

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales.

- Les eaux domestiques : eaux ménagères et eaux-vannes

• Les eaux ménagères

Il s'agit des eaux de vaisselle, de lave-linge, d'hygiène... la pollution est constituée de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques type cheveux... mais aussi perturbateurs endocriniens.

• Les eaux-vannes

Les eaux-vannes sont les rejets de toilettes, chargées de matières organiques. La pollution est principalement liée aux rejets organiques azotés (pour la partie « liquide ») aux germes fécaux (pour la partie « solide »).

- Les eaux industrielles et agricoles

Elles sont évidemment très hétérogènes selon les industries. On y inclut également la pollution créée par l'agriculture.

Elles peuvent donc contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures... Mais aussi des matières organiques, azotées ou phosphorées.

- Les eaux pluviales

Si les eaux de pluie sont assez pures lorsqu'elles sont à l'état gazeux, elles se charge d'impuretés à trois étapes.

Une première fois au contact de l'air et des fumées industrielles, et une seconde fois en ruisselant sur les toits, murs et surtout les chaussées des villes.

Enfin, lorsque les eaux pluviales sont mélangées aux eaux domestiques dans les gouttières et conduites, elles peuvent se polluer une troisième fois.

III. Caractéristiques des eaux usées.

Les eaux usées sont caractérisées en fonction de leur composition physique, chimique et biologique

Selon le niveau de polluants et les réglementations locales, un traitement physique, chimique et/ou biologique est utilisé

Les trois traitements sont combinés ensemble pour obtenir la meilleure qualité d'eau :

- Paramètres physiques des eaux usées

- Couleur – Les eaux usées fraîches sont normalement brunes et jaunâtres, mais avec le temps, elles deviennent noires.
- Matières en suspension : ce sont des matières solides insolubles en suspension dans un liquide et visibles à l'œil nu
- Température – Pour les eaux résiduaires, elle est corrélée à la température extérieure tout en étant plus chaude, car presque personne ne prend de douche froide
- Turbidité – En raison des matières en suspension, les eaux usées auront une turbidité plus élevée.

- Caractéristiques chimiques des eaux usées

Les eaux usées contiennent différents produits chimiques sous diverses formes, comme indiqué ci-dessous.

- ✓ Demande chimique en oxygène (DCO) – La DCO est une mesure de la quantité de matières organiques dans les eaux usées en fonction de l'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques.
- ✓ Azote – Il est mesuré sous ses différentes formes : nitrite, nitrate, ammoniac, et azote organique (qui est la quantité d'azote présente dans les composés organiques)
- ✓ Phosphore – mesuré généralement sous sa forme minérale et organique, le phosphore total

- ✓ Chlorures (Cl⁻)
Sulfates (SO₄⁻²)
- ✓ Métaux lourds
 - Paramètres biologiques des eaux usées
- ✓ Demande biochimique en oxygène (DBO) – La DBO est la quantité d’oxygène nécessaire pour stabiliser la matière organique au moyen de micro-organismes.
- ✓ Huile et graisse – L’huile et la graisse proviennent de déchets alimentaires et de produits pétroliers.
- ✓ Vie microbienne dans les eaux usées : Les eaux usées contiennent les microbes suivants :
 - Bactéries
 - Protozoaires
 - Champignons
 - Virus
 - Algues
 - Rotifère
 - Nématodes

IV. Epuration des eaux usées

1) Objectif de l'épuration

Le traitement des eaux usées est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant son retour dans le milieu naturel ou sa réutilisation.

2) Prétraitements : (élimination de matière en suspension dans l'eau)

Les prétraitements consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dessablage). Ce sont de simples étapes de séparation physique (figure 1).



Figure1 : station de prétraitement

3) Traitement primaire :

Les traitements primaires regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées.

4) Traitement secondaire

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles dans l'eau.

L'élimination des pollutions se fait par l'utilisation des bactéries en présence d'oxygène (l'oxygène aide les bactéries à éliminer plus rapidement les polluons

5) Traitement tertiaire

La décantation secondaire est nécessaire pour récupérer les boues qui se décrochent des lits bactériens par autocurage. Le mélange est soumis à une clarification de façon à séparer les boues de l'eau épurée, Ce clarificateur est conçu avec un raclage mécanique des boues. La liqueur est transportée par une conduite d'amenée qui déverse au milieu du bassin. L'écoulement est ralenti dans le regard central et traverse radialement le décanteur. Ainsi, les flocons de boues peuvent se déposer au fond du bassin.

La sortie des eaux épurées à partir des décanteurs secondaires se fait à travers des seuils dentés de déversement vers les rigoles collectrices d'évacuation. Les boues déposées au fond des bassins sont raclées et renvoyées à travers une conduite vers la bêche de la station de pompage de boues secondaires.

En ce qui concerne les boues flottantes, elles sont retenues par une cloison plongeante. Ces boues sont évacuées à l'aide d'un racleur de surface lié au racleur de fond. Elles sont collectées dans une trémie, à partir de laquelle elles sont déversées dans un regard à côté du décanteur avant d'être évacuées.

Pour nettoyer le fond et les murs de la goulotte d'écoulement des eaux décantées, on utilise une brosse rotative montée sur le pont racleur.

Chapitre II:
Description de la station d'épuration des
eaux usées de Khénifra

I. Description

La ville de Khenifra est dotée d'une station d'épuration (STEP) de type {lit bactériens} avec un système de traitement des odeurs, réalisée par l'office national de l'eau potable (ONEE).

Il est envisagé à environ 500 mètres du périmètre urbain au sud-ouest de la ville, sur la rive gauche de l'oued OUM ERRABIAA servant avant l'implantation de la station, de milieu récepteur des rejets d'eau usée directes de Khénifra.



La carte de localisation de khénifra

II. Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants:

- ❖ Traiter les eaux
- ❖ Protéger l'environnement
- ❖ Protéger la santé publique
- ❖ Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement

III. Description de la chaîne des traitements de STEP KHENIFRA

1) Filière de l'eau

La station comprend deux files de traitement en parallèle. Chaque file comprend :

- Un prétraitement: dégrillage \ dessablage
- Une décantation primaire
- Un traitement biologique par lits bactériens
- Une décantation secondaire

- **Ouvrage de réception**

Les eaux usées brutes arrivent aux STEP de Khénifra par refoulement dans un ouvrage de réception en tête de prétraitement.

- **Dégrillage fin**



Figure 2: dégrillage des eaux usées

Le dégrillage est fait pour retenir tous les refus fins. Cette opération est assurés par deux dégrilleurs fins automatiques de type STEP screen (figure 2) et (figure 3) .

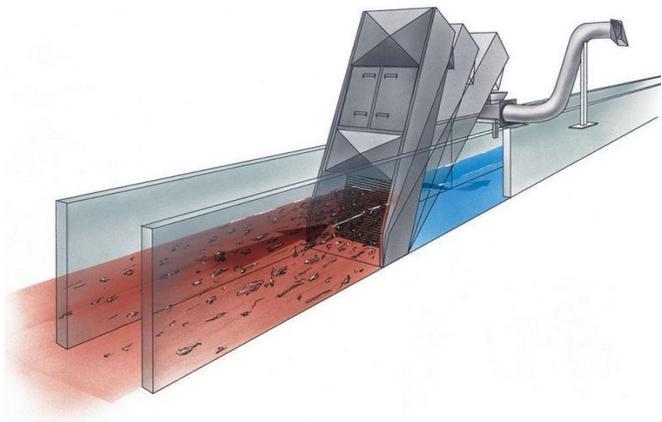


Figure3 : dégrilleurs fin automatiques de type screen

- Principe de fonctionnement

Le dégrilleur se compose d'un champ de lames fixes et d'un autre mobile

Le champ des lames mobiles décrit un mouvement circulaire qui remonte les refus de dégrillage d'un niveau.

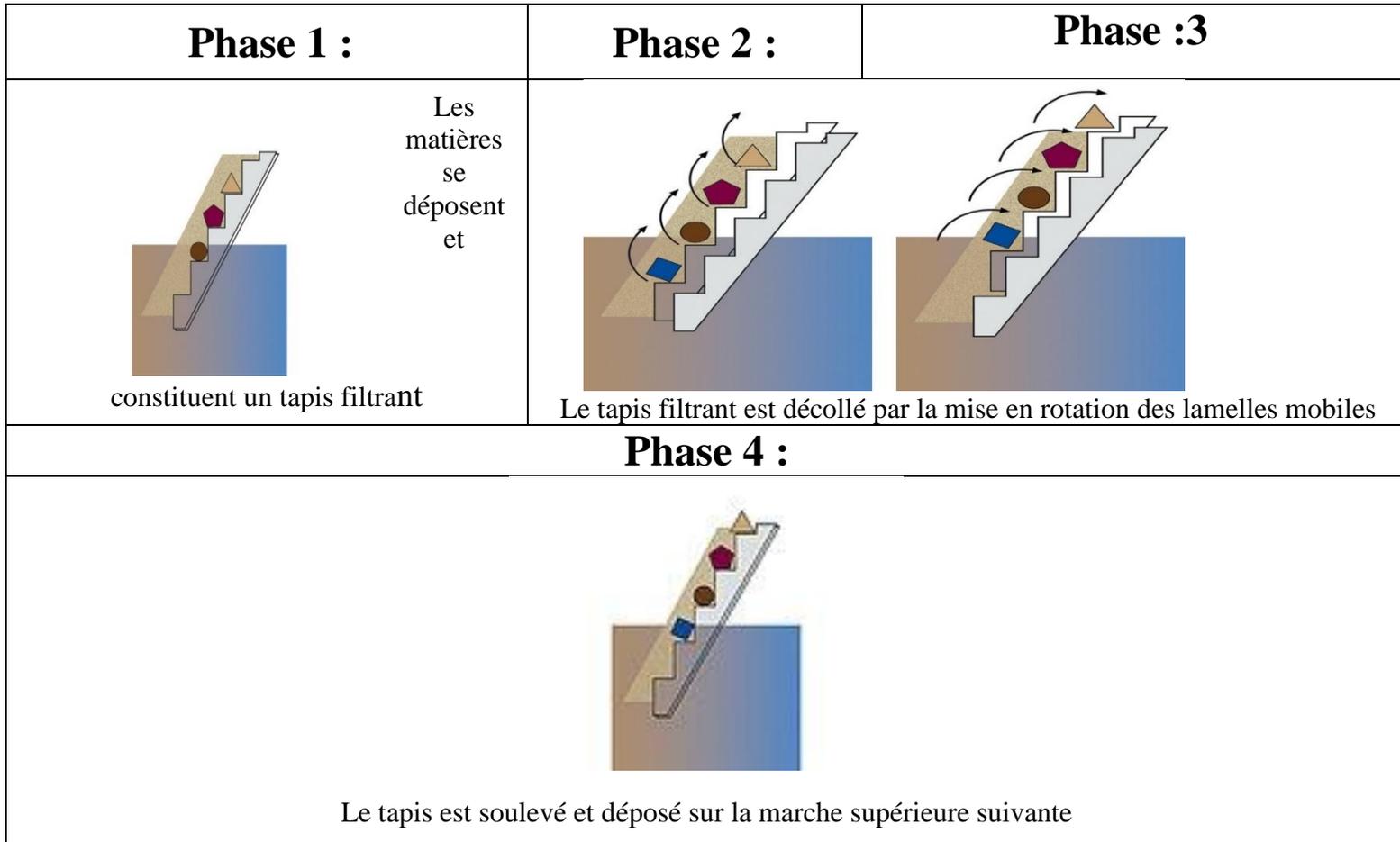


Figure 4 : les phases de dégrillage des eaux brute

- Dessablage

L'élimination des sables des eaux usées est effectuée moyennant deux canaux-déssableurs en parallèle (figure 5)



Figure 5 : déssableurs rectangulaire

- Principe de fonctionnement

Les sables ou les graviers plus lourd que l'eau, tombent dans le fond du déssableur pour éviter d'endommager les éléments constitutifs de l'installation d'épuration et principalement les pompes

- Canal venturi

Le canal venturi assurant la tranquillisation de l'effluent et la mesure de débit entrant. Le canal est équipé d'un préleveur automatique pour l'échantillonnage des eaux brutes (figure 6) .

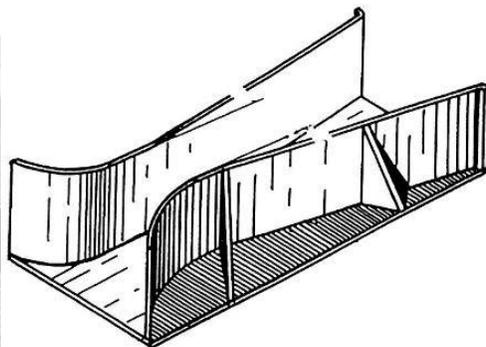


Figure 6: canal venturi

- Ouvrage ORDP

Consiste à répartir de l'eau provenant du prétraitement vers les huit décanteurs primaires.

- Décantation primaire

la décantation primaire se déroule dans quatre fosses imhoff, qui ont une fonction double, décantation et digestion les huit décanteurs sont sous forme rectangulaire permettant l'évacuation des substances minérales et organiques les boues décantées passent à la partie inférieure des fosses ou s'effectuent la digestion des boues les boues flottantes à la surface sont évacuées manuellement vers des rigoles collectrices et rassemblés par suite avec les boues dirigées l'eau décantée est située près de la surface et par suite dirigée vers des lits bactériens (figure 7).



Figure 7: Fosses imhoff-partie de décantation primaire

-Canal de répartition ORLB :

La répartition des eaux ; sortant des décanteurs primaires ; se fait moyennant des lames déversant à l'entrée de deux regards vers les deux lits bactériens. Des vannes murales sont installées sur la sortie de chaque regard facilitant l'isolement de chaque filière.

- Traitement biologique (lits bactériens)

Traitement de type aérobie à culture fixée qui est basé sur les lits bactériens. Les deux ouvrages sont de 30m de diamètre avec une hauteur de matériaux de garnissage (sessile) de 3.9m.

Les eaux subissent un traitement biologique. Le procédé consiste à utiliser des bactéries pour éliminer la pollution carbonée, azotée et phosphorée. (figure 8).



Figure8 : lit bactérien

- Canal ORDS

IL assure la répartition des eaux sortant des lits bactériens entre les deux décanteurs secondaires. Il est composé d'un compartiment alimentant les deux regards de sortie vers les décanteurs secondaires.

- Décantation secondaires (clarificateurs)

La décantation secondaire est nécessaire pour récupérer les boues qui se décrochent des lits bactériens par auto curage. Le mélange est soumis à une clarification de façon à séparer les boues de l'eau épurée.

Ce traitement se fait dans deux bassins circulaires identiques conçus avec un raclage mécanique des boues. La liqueur est transportée par une conduite d'amenée qui déverse au milieu du bassin. La sortie des eaux épurées à partir des décanteurs secondaires se fait à travers des seuils dentés de déversement vers les rigoles collectrices d'évacuation. Les boues déposées au fond des bassins sont raclées vers la trémie

Centrale du décanteur secondaire et renvoyées à travers une conduite vers la bache de la station de pompage de boues secondaires (figure 9) .



Figure9 : décanteur secondaire

- **Recirculation des eaux épurées :**

La station de recyclage des eaux épurées refoule les eaux en amont des lits bactériens pour assurer la dilution des eaux en sortie des décanteurs primaires avant d'alimenter les lits bactériens. Elle sert aussi à assurer une alimentation continue des lits bactériens en cas d'arrêt d'alimentation du step en eaux brutes (période creuse entre deux pompages).

Une station de pompage d'eaux de lavage est installée sur la conduite des Effluents traités à l'aval des décanteurs secondaires. Elle sert) la réutilisation des eaux épurées à l'intérieur de la station.

2) Filière des boues

- **Extraction et recirculations des boues biologiques :**

Les boues décantées au niveau des clarificateurs sont raclées puis renvoyées à travers une conduite vers la bache de la station de pompage des boues secondaires. L'extraction se fait gravitairement moyennant des vannes.

Les boues sont pompées par la suite depuis la station de pompage des boues secondaires vers le canal ORDP en amont des fosses Imhof. Ces boues secondaires sont acheminées vers la zone de digestion des fosses Imhof pour rejoindre les boues primaires et subir le processus de la digestion (figure 10) .



Figure10 : Extraction des boues digérées

- Production et extraction des boues digérées :

Les boues décantées aux niveaux de la partie supérieure des fosses Imhof passent par des fentes vers la partie inférieure des fosses. Ces particules s'entassent donc au fond ; ou elles vont subir une digestion anaérobie à froid pendant un délai de 60 jours à 90 jours.

Les produits ultimes de la digestion sont alors des boues stabilisées qui présentent de bonnes caractéristiques pour la déshydrations.

- Déshydrations des boues digérées (lits de séchages) :

La déshydrations des boues stabilisées se fait dans des lits de séchage en béton armé (36unités en totalité) ; avec une géo membrane au fond pour l'étanchéité. Ils ont aussi doté de trois couches de graviers et du sable séparées par une couche de géotextile pour permettre la filtration des eaux troubles (figure 11) .



Figure 11 : lits de séchage

- **Pompage des eaux trouble :**

Une station de pompage à côté des lits de séchage. Cette station mène les eaux troubles vers le regard RD1 se trouvant en amont des fosses Imhof.

3) **Filière des odeurs**

- **Désodorisation :**

LA désodorisation permettant un traitement poussé de l'air vicié. L'extraction de celui-ci est envisagée au niveau des principales zones de dégagement d'odeurs de la station et les plus fréquentées par l'exploitant à savoir : le prétraitement et la partie inférieure des fosses Imhof (figure 12).



Figure 12 : Station de désodorisation

Chapitre IV :

Analyses suivi au laboratoire

I. Partie expérimentale

1) Introduction

Dans toute les stations d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres de pollutions permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire de la STEP (Figure 13).



Figure 13 : laboratoire des analyses physico-chimiques de la STEP

2) Prélèvement et Echantillonnage et méthodes d'analyses physico-chimiques

Prélèvement et échantillonnage : Chaque heure, un certain volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la STEP ainsi qu'à la sortie. Ceci est effectué 8 fois par jour pour avoir enfin l'échantillon final à analyser qui se compose du mélange des volumes prélevés. Ce prélèvement se fait par un préleveur automatique (Figure 14)



Figure 14 : Préleveur automatique

3) Filière de l'eau

✚ Mesure de la température

Mesure de La température : se fait en de 2 points dans la station ; à l'arrivée des eaux brutes ; après l'étape de prétraitement ; et à la sortie de la station (figure 15) .



Figure15 : Thermomètre

✚ Mesure de la conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (figure 16) .



Figure16 : conductimètre

✚ Mesure de pH

La mesure de pH se fait à l'aide d'un pH-mètre ; c'est un appareil souvent électronique permettant de connaître le degré d'acidité ou alcalinité de l'eau ; il est en fonction des ions hydrogènes présents dans cette eau (figure 17) .



Figure17 : pH-mètre

✚ Mesure de l'oxygène dissout

La mesure de ce paramètre est effectuée avec la possibilité d'une combinaison de sonde (figure 18).



Figure 18 : Oxymètre

✚ Mesure de MES

La quantité de matière en suspension totale (MEST), représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées

Il est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.

○ **Mode opératoire :**

- Peser le papier filtre avant filtration
- Filtrer un volume convenable de l'échantillon via la pompe à vide cave à partir 25 à 100 ml selon la concentration des eaux en MES.
- Mettre le papier filtre dans une étuve à 105°C jusqu'à évaporation totale de l'eau
- Laisser refroidir le filtre dans un dessiccateur pendant 2 heure (il contient un gel de silica qui absorbe l'humidité)
- Peser le filtre après refroidissement
- Calculer la concentration en MES selon le volume filtrer au départ

Méthode de calcul

- Concentration en **MES** = $\frac{(mi-mf)*1000*1000}{V}$

Avec

- mi : masse du filtre et de MES après le séchage (g).
- MF : masse du filtre seul (g).
- V : volume d'eau filtré (ml).

✚ Mesure de la Demande chimique en oxygène (DCO)

Cette technique mesure en laboratoire la quantité d'oxygène Consommée par l'oxydation chimique de la Matières organiques et minérales présentes dans l'eau (figure 19) .



Figure 19: Thermo- réacteur

○ Mode opératoire

- Prend une cuve de la gamme de mesure convenable, mélangé le contenu pour avoir une solution homogène.
- Ajouter 2 ml de l'échantillon à la solution de la cuve avec précaution
- Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle -ci
- Bien mélanger
- Chauffer dans le thermostat pour 2 heures à 150°C.
- Sortir de la cuve chaude : retourner 2 fois avec précaution
- Laisser refroidir à température ambiant.
- Bien nettoyer la cuve et lire la valeur avec spectromètre

✚ Mesure de la demande biologique de l'oxygène pendant 5 jours

(Demande biologique en oxygène)

Représente la quantité d'oxygène nécessaire au micro- organisme pour dégrader l'ensemble de la matière présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C ; à l'obscurité ; pendant 5 jours.

○ Mode opératoire :

- Evaluer la plage de mesure de l'échantillon et choisir le volume convenable
- Pour la valeur de pH en traité à l'aide de l'acide sulfurique H₂SO₄ (pH entre 6,5 et 7,5)
- En mesure exactement l'échantillon à l'aide de ballon de débordement et en verse dans un flacon de DBO éventuellement en utilise un entonnoir
- On ajoute de l'inhibiteur de nitrification (pour arrêter l'activité des bactéries nitrifiant)
- Placer un barreau d'agitation dans le flacon DBO
- Placer un joint caoutchouc dans le flacon et en remplir avec des gouttes de KOH (pour qu'on savoir le taux de consommation d'oxygène)
- Visser la sonde DBO dans le flacon
- Mettre le flacon dans un incubateur Et puis on règle la plage de mesure l'échantillon selon la norme

Plage de mesure DBO en mg/l	D'échantillon Volume	Dosage ATH
0 – 40	428	10 gouttes
0 – 80	360	10 gouttes
0 – 200	244	5 gouttes
0 – 400	157	5 gouttes
0 – 800	94	3 gouttes
0 – 2000	56	3 gouttes

4) *Filière des boues*

Les boues d'épuration sont les principaux déchets produits par une station d'épuration ce qui prouve que le traitement des boues est un sujet important. Elles représentent un potentiel énergétique important puisqu' à la suite d'un processus de minéralisation. Elles sont susceptibles de produire du biogaz grâce à leur fort taux en méthane. Elles peuvent aussi être mises en décharge ou valorisées dans les milieux agricoles via l'épandage ou le comptage

On distingue différents types de boues selon les traitements

- Boue fraîche
- Boues digérer
- Boue séchée

+ La siccité

Les boues sont constituées d'eau et de matières sèches. La siccité est le pourcentage massique de matière sèche. Ainsi une boue avec siccité de 10% présente une humidité de 90%.

$$\text{Siccité} = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0}$$

P0 : poids du creuset vide

P1 : poids du creuset et des boues avant mise à l'étuve.

P2 : poids du creuset et des boues après mise à l'étuve

+ Le taux de matière volatiles sèche

la matière sèche est constituée de matières minérales et de matières organiques qui sont appelées matières volatiles sèches. La concentration en MVS est un taux par rapport à la matière sèche totale. Le suivi de ce taux permet de connaître la stabilité d'une boue sur une échelle.

○ **Mode opératoire :**

- Peser un creuset en céramique seul
- Mettre les échantillons des boues dans un creuset (25 à 100 ml selon la concentration de boue)
- Peser la creuset remplie

- Mettre le creuset dans une étuve à 105°C jusqu'à l'évaporation total de l'eau 24h
- Laisser refroidir le creuset dans un dessiccateur pendant 2h
- Peser le creuset après refroidissement
- Mettre le creuset dans un four à moufle à 550°C pendant 2h
- Laisser refroidir le creuset dans un dessiccateur pendant 2h
- Peser le creuset après refroidissement
- Déduire le pourcentage des MVS boues par rapport au MS

Méthode de calcul

$$\%MM = \frac{mMM}{mMM + mMO}$$

$$\%MO = \frac{mMO}{mMM + mMO}$$

$$\%MVS = 1 - \frac{[\%MM_{BF} \times (1 - \%MM_{BD})]}{[\%MM_{BD} \times (1 - \%MM_{BF})]}$$

mMM : la masse de la matière minérale

BD : boues digérées

mMO : la masse de la matière organique

BF : boues fraîches

I. Résultats expérimentaux et discussion

❖ température

La température présente une moyenne de 22.75°C en entrée, elles varient entre 26.3°C et 18.7°C pour les eaux brutes et entre 24.9°C et 15.3°C avec une moyenne 20.85°C pour les eaux traitées.

❖ conductivité

Les valeurs journalières des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 1534 µs/cm à un maximum de 2148 µs/cm. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP. A la sortie on constate presque une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

❖ pH

Durant notre période d'étude le PH varie pour les eaux brutes entre 7.84 et 7.48, avec une valeur moyenne de 7.65. Pour les eaux traitées, le pH varie entre 8.16 et 7.6, avec une valeur moyenne de 7.65 sur la durée totale de l'étude. Les valeurs du pH dans cette étude sont très proches de la norme.

❖ Mesure d'oxygène dissout

Durant notre période d'étude l'oxygène dissout dans les eaux d'entrée sont presque 0 mg/L car les eaux arrivent confinées, dans les eaux traitées c'est 5.26 mg/L

❖ MES

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 1527 mg/L et 186 mg/L, avec une moyenne de 756 mg/L, La concentration à la sortie varie entre 12 mg/L et 28 mg/L avec une moyenne de 17.75 mg/L

❖ DCO

Les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP varient entre un maximum de 1588 mg/l et un minimum de 463 mg/l avec une moyenne de 1017 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 85.7 mg/l et un minimum de 39.8 mg/l, avec une moyenne de 65.48 mg/l.

Ces valeurs sont conformes à la norme marocaine de rejet (<250 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

❖ DBO5

L'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO5 qui varie entre 282 et 624 mg /l avec une valeur moyenne de 475 mg/l. Il est à noter que ces valeurs sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques (> 500 mg/l), cette augmentation est marquée à cause de la charge polluante importante qui est entrée dans la station. Par contre, pour l'eau traitée, on remarque que la DBO5 à la sortie de la STEP varie entre 38 mg/l et 1mg/l avec une valeur moyenne de 12.08 mg/l. Ces valeurs sont conformes avec les normes marocain 120 garantie40 mg/l,

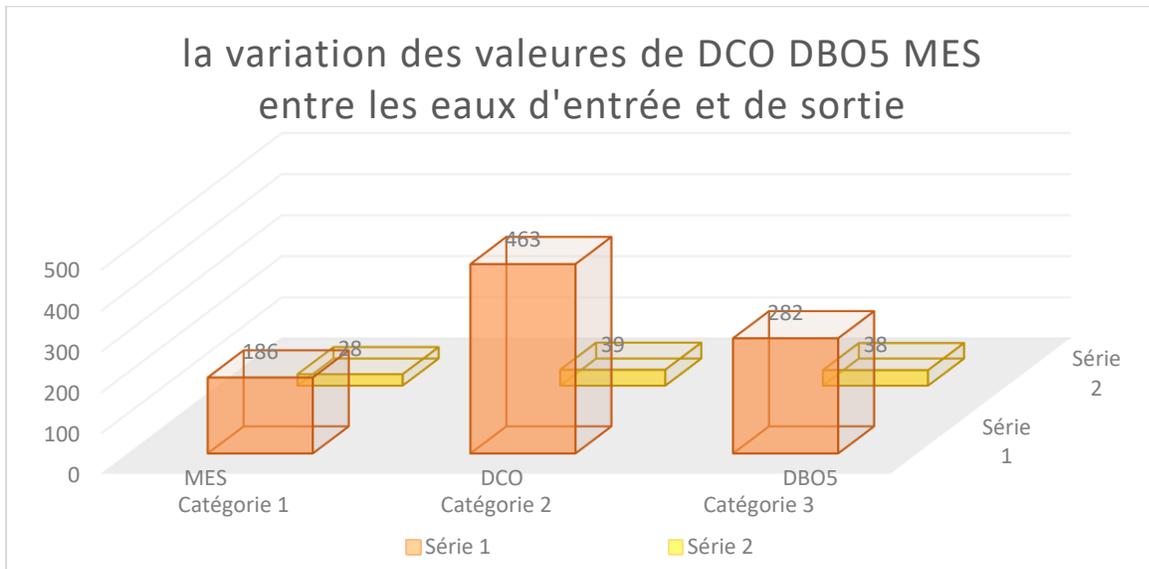
Conclusion générale

L'étude a porté sur la station des eaux usées à boue activée assurée par un réseau d'assainissement unitaire qui est caractérisé par des débits d'entrée irréguliers dans le temps.

Le suivi de la performance de la STEP de khénifra a été réalisé dans le but de déterminer le degré de pollution physico-chimique de l'eau brute d'une part et d'évaluer l'efficacité du traitement primaire et secondaire d'autre part. La station reçoit une pollution organique et inorganique importante qui reste inférieure à la capacité nominale de la STEP. Les valeurs de PH, de la température et de la conductivité restent dans les gammes de rejets indirects et ne perturbent pas le traitement biologique. Le suivi de la performance de la STEP a permis de conclure : - Le traitement primaire élimine 93,5% à 98,17% des matières en suspension et réduit d'environ 91,4% à 94,6% de la DBO5 et 93,9% à 99,6% de la DCO.

L'analyse des paramètres de pollution (DBO5, MES, DCO) , est faite selon les normes en vigueur. Notre étude a montré que les valeurs trouvées respectent les normes de rejet à la sortie de la STEP

La station de khénifra donne de bon rendement épuratoire .



serie1 :eau d'entrée

Série2 :eau de sortie

Références bibliographiques

- 1 .Cahier d'exploitation de STEP khénifra***
- 2.Procédures d'exploitation de la station d'épuration des eaux usée -khénifra-***
- 3.Compte rendu annuel d'exploitation de STEP khénifra***
- 4.Traitement des eaux usées — Wikipédia (wikipedia.org)***