

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre
Département de Biologie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER**

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Par:

**DAHMANE Saida
SAITI Messaouda**

Thème

**Estimation des quantités des biogaz dégagées par les
boues (Cas de la station d'épuration de Ouargla)**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury

**M. GUERGUEB
Elyamine**

MCA Univ. Ghardaïa

Président

M. MIHOUB Redouane

MCA Univ. Teliidji Amar- Laghouat

Encadreur

M. KHELLAF Khoudir

MCB Univ. Ghardaïa

Co-Encadreur

**Melle. BEN HEDID
Hadjira**

MCB Univ. Ghardaïa

Examinatrice

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah, Dieu le Miséricordieux, l'Unique, le Puissant pour sa guidance et sa protection afin de pouvoir accomplir ce modeste travail,

En premier lieu, nous voudrions de remercier, nos directeurs de mémoire Mr. KHELLAF Khoudir, Maitre de Conférences B à l'université de Ghardaïa et Mr. MIHOUB Redouane, Maitre de Conférences A à l'université Teliidji Amar –Laghouat pour sa patience, d'avoir proposé ce thème et d'accepter de nous encadrer aussi pour ses aides, ses orientations, ses conseils pertinentes, ses critiques constructives sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Nous tenons à remercier vivement les membres du Jury qu'ils ont accepté d'évaluer/examiner notre travail; M. Guergueb Elyamine Maitre de Conférences A. à l'Université de Ghardaïa et Melle. BEN HEDID Hadjira Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa.

Mention spéciale à M. KHELIFA Ali, directeur de la station d'épuration d'Ouargla pour son magnifique accueil, sa disponibilité, ses aides et ses explications et ses conseils scientifiques pendant la visite de la station.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Ghardaïa et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Enfin, un grand merci, à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A chère ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années
d'étude*

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A l'âme de mon cher père et frère.

*A mes frères, mes grands-parents et ceux qui ont partagé avec moi
tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail ils
m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon
parcours.*

*A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et
de la vivacité.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite
plus de succès.*

A tous ceux que j'aime.

SAIDA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

À mes parents, à ma source de générosité

*Et de patience tout au long de ma carrière scolaire. Que Dieu vous
protèges, vous prêtez bonne santé et longue vie.*

*A mes frères et sœurs et sa petite famille, qui m'ont toujours
indiqué*

la bonne voie et qui ont su m'aider.

*Aux personnes qui m'ont accompagné durant mon cursus
universitaire,*

À mes amies pour ses encouragements Permanents.

A tous ceux que j'aime.

MESSAOUDA

ملخص :

تعتبر مياه الصرف الصحي من أهم مصادر التلوث التي تهدد سلامة بيئتنا، ولكن مع التطور العلمي والتكنولوجي و في إطار الطاقات المتجددة، يمكن أيضًا استخدامها كطاقة بديلة. يركز هذا العمل بشكل أساسي على تقدير كمية الغاز الحيوي التي يمكن انتاجها من الهضم اللاهوائي للحمأة (الطين) المنتجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي (STEP) لمدينة ورقلة. ولتحقيق هذا الهدف قمنا بالاعتماد على البيانات والتحليل المقدمة من الديوان الوطني للتطهير (ONA) المسير لهذه المحطة، وخاصة كميات الحمأة المتواجدة في أحواض التجفيف وتلك المتراكمة في أحواض تنشيط الحمأة، لغرض تقدير كميات الغاز الحيوي المنبعثة (biogaz). تظهر نتائج التحليل للمياه المصفاة للمحطة (NH_4^+ , MES, DCO, DBO_5) ، PO_4^{3-} ...الخ) أن أحواض التنقية تعمل بشكل نظامي ، مع نشاط بكتيري كبير وبالتالي تحليل مثالي للمادة العضوية. في ما يخص الجانب الطاقوي، أظهرت نتائج تقدير الغاز الحيوي المنتج من الحمأة كميات جد معتبرة حيث فاقت 401000000 ل/ سنة. هذه الكمية الهائلة المنتجة بعد ظروف التخمر الصارمة في بيئة لا هوائية تسمح بإنتاج آلاف اللترات من الغاز الحيوي (الميثان والغازات المهمة الأخرى...) مع العلم انه في ظل الظروف العادية والمتوازنة ، يمكن أن ينتج 1 كغ من المواد العضوية 900 إلى 1100 لتر من هذا الغاز.

كلمات مفتاحية : مياه مستعملة , STEP , غاز حيوي , هضم لاهوائي , حمأة , ورقلة.

Résumé

Les eaux usées sont l'une des sources importantes de pollution qui compromettent la sécurité de notre environnement, mais avec le développement scientifique et technologique, dans le cadre des énergies renouvelables, elles peuvent également être utilisées comme énergie alternative grâce à la digestion anaérobie des boues d'épuration. Ce travail consiste essentiellement à estimer les quantités des biogaz pouvant être extraites de la digestion anaérobie des boues produites dans la station d'épuration de Ouargla (STEP). Pour atteindre cet objectif, nous avons basé sur les données fournies par l'établissement de l'ONA sur cette station, surtout les quantités de boues extraites dans les bassins de séchage et celles accumulées dans les bassins d'activation de boues, ces dernières feront l'objet d'estimation des quantités de biogaz dégagées. Les résultats des analyses d'eaux épurées de la STEP (DBO_5 , DCO, MES, NH_4^+ , PO_4^{3-} ...etc.), montrent un bon fonctionnement des bassins d'épuration dont l'activité bactérienne est importante et donc une dégradation parfaite de la matière organique avec un rendement très satisfaisant. De point de vue énergétique, la production de biogaz à partir de boues issues de l'opération, nous estimons possible et très rentable (plus de 401000000 L/an de boue produite), cette énorme quantité conduit après des conditions de fermentation stricte dans un milieu anaérobie à une production de milliers de litres de biogaz (CH_4 et autres gaz importants). Dans les conditions normales et équilibrées 1Kg de la matière organique peut produire de 900 à 1100 L de gaz.

Mots clés : eaux usées, STEP, Biogaz, digestion anaérobie, boue, Ouargla.

Abstract

The wastewater is one of the important pollution sources that compromise of our environment safety, but with the scientific and the technological development, in the renewable energies context, they can also be used as alternative energy thanks to the sewage sludge anaerobic digestion. This work essentially consists to estimates the biogas quantities that can be extracted from the anaerobic digestion of the sludge produced in the Ouargla wastewater treatment plant (WWTP). To achieve this objective, we have based on the data provided by the ONA establishment on this station; especially, the quantities of sludge extracted in the drying basins and those accumulated in the sludge activation basins. The latter will be the purpose of estimating the biogas released quantities. The analyzes results of purified water from the WWTP (DBO_5 , DCO , MES , NH_4^+ , PO_4^{3-} ...etc.) , show a good functioning of the purification basins; whose bacterial activity is important and a perfect organic matter degradation with very satisfactory yield. From the energy point view, the biogas production from sludge resulting from the operation, we consider possible and very profitable (more than 401000000L/year of sludge produced). This enormous quantity leads after strict fermentation conditions in an anaerobic environment with a production of biogas liters thousands (CH_4 and other important gases...etc.). Under normal and balanced conditions, 1 kg of organic matter can produce 900 to 1100 Liters of gas.

Keywords: wastewater, WWTP, biogas, anaerobic digestion, sludge, Ouargla.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Position géographique de la région d'Ouargla.....	4
2	Etapes de fonctionnement de la STEP de Ouargla.....	23
3	Schéma global du bilan de la méthanisation.....	25
4	Différentes étapes de la méthanisation.....	26
5	Organigramme de traitement et de valorisation du biogaz.....	31
6	Variation de la MES des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	36
7	Variation de la DCO des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	37
8	Variation de la DBO5 des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	37
9	Variation du pH des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	38
10	Variation du NNO_2 des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	38
11	Variation du NNO_3 des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois.....	49

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Découpage administrative de la wilaya de Ouargla.....	3
2	Colonne lithostratigraphique de la région de Ouargla.....	5
3	Données climatiques de la région d'Ouargla pour la période de 1997 à 2011.....	6
4	Relation entre la conductivité et la minéralisation.....	11
5	Paramètres physicochimiques de pollution des eaux usées selon les normes OMS.....	12
6	Caractéristiques et données de bases de la STEP.....	17
7	Composition moyenne du biogaz issu de différents substrats.....	30
8	Capacité totale d'épuration (Eq/hab. STEP Ouargla).....	34
9	Volume brut et volume épuré par mois en (m ³).....	35
10	Dosage des paramètres physico-chimique des eaux (brutes et épurés) à la sortie et l'entrée de la STEP –Ouargla.....	42
11	Récapitulatif des quantités des boues produites durant l'année 2017 (STEP-Ouargla).....	45
12	Récapitulatif des quantités des boues décantées au fond des bassins de lagunage (STEP-Ouargla).....	46

Liste des photos

Photo	Titre	page
1	Vue aérienne de la station d'épuration de Ouargla.....	16
2	Entrées des eaux usées à l'ouvrage de prétraitement de la station d'épuration.....	18
3	Entrée des eaux usées à la station (bassin de dégazage).....	19
4	Dégrilleur.....	19
5	Déssableur	20
6	Répartiteur.....	21
7	Bassin de finition.....	22
8	Sortie des eaux épurées.....	22

Tables des matières

Remerciements

Dédicaces

ملخص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

INTRODUCTION **1**

Chapitre I : Materiel et Methodes

1. Aperçu sur la région d'étude	3
1.1. Localisation de la wilaya de Ouargla	3
1.2. Géologie de la région	4
1.3. Hydrogéologie de la région	4
1.4. Aspect morphologique de Ouargla	5
1.5. Climatologie de Ouargla	6
1.5.1. Température	Erreur ! Signet non défini.
1.5.2. Précipitations	7
1.5.3 Humidité relative	7
1.5.4. Évaporation	7
1.5.5. Insolation	7
1.5.6. Vent	7
1.5.7. Pédologie	7
1.5.8. Réseau hydrographique de la région	8
2. Généralités sur les eaux usées	8
2.1. Définition des eaux usées	8
2.2. Principaux rejets polluants	8
2.2.1. Eaux usées domestiques	9
2.2.2. Eaux usées industrielles	9
2.2.3. Eaux usées pluviales	9
2.2.4. Eaux usées urbaines	9
2.2.5. Eaux de drainage	9
2.3. Paramètres physicochimiques de pollution des eaux usées	10
2.3.1. Température	10
2.3.2. Les matières en suspension et les colloïdes	10

2.3.3. Potentiel Hydrogène (pH)	10
2.3.4. Conductivité	11
2.3.5. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	11
2.3.6. Demande chimique en oxygène (DCO)	11
2.3.7. Oxygène dissous	11
3. Boues	12
3.1. Généralités sur les boues résiduaire	12
3.2. Formation des boues	13
3.3. Filière de traitement des boues	13
3.4. Différents types des boues d'épuration	14
4. Présentation de la station d'épuration	15
4.1. Situation géographique de la station d'épuration	15
4.2. Objectif de de cette station	15
4.3. Caractéristiques de la station d'épuration de Ouargla	16
4.4. Principe de l'épuration et filière de traitement	17
4.5. Amenée des eaux usées en entrée de la station	18
4.6. Procédés d'épuration des eaux usées dans la station	19
4.6.1. Prétraitement	19
4.6.2. Traitement secondaire	21
4.6.3. Traitement complémentaire (Lagune de finition)	22
4.6.4. Evacuation des eaux épurées	22
4.6.5. Canal de transfert	23
4.7. Fonctionnement globale de la station d'épuration	23
5. Méthanisation et Biogaz	24
5.1. Historique de la méthanisation	24
5.2. Définition de la méthanisation	24
5.3. Conversion de la matière organique	25
5.4. Processus anaérobies de méthanisation	25
5.5. Paramètres d'influence de la digestion anaérobie	26
5.5.1. Température	26
5.5.2. pH et l'alcalinité	27
5.5.3. Charge organique	27
5.5.4. Rapport C/N	27
5.5.5. Humidité	28
5.5.6. Systèmes de digesteurs	28
5.5.7. Oxygénation et teneur en eau	28
5.5.8. Déchets méthanisables	28
5.6. Définition de biogaz	30
5.6.1. Composition chimique	30
5.6.2. Traitement du biogaz	30
5.6.3. Valorisation énergétique du biogaz	32

Chapitre II : Resultats et Discussions

1. Bilan analytique, rendement et fonctionnement de la STEP de Ouargla	34
1.1. Capacité totale d'épuration et volume brut et épuré par mois en (m ³) de la STEP de Ouargla	34
1.2. Résultats d'analyse physico chimique des eaux épurées (sortie et entrée de la STEP)	36
2. Quantité de boues produites au niveau des bassins de séchages	45

Conclusion et recommandations	49
Références bibliographiques	52
Annexes	56

Introduction

Introduction

L'eau est un partenaire quotidien de l'homme. Utilisée pour satisfaire ses besoins quotidiens de consommation et d'hygiène, elle sert à la boisson, la cuisson des aliments, la production alimentaire et la transformation des produits, l'hygiène corporelle, l'assainissement du cadre de vie, la production d'électricité et l'usage récréatif. Du fait de la croissance démographique, de l'accroissement des besoins pour l'agriculture et l'industrie, du changement des habitudes de consommation, de l'expansion des réseaux d'approvisionnement en eau, des changements climatiques, la demande en eau, dans son ensemble, augmente (Quist-Jensen et *al.*, 2015 ; Falizi et *al.*, 2018;).

Depuis plus de trois décennies, la plupart des régions algériennes ont connu une chute régulière de la pluviométrie notamment durant ces dernières années. Le spectre de la sécheresse commence à se faire sentir surtout dans les régions de l'ouest du pays. En même temps, notre pays a connu également un essor démographique impressionnant, conséquence logique du développement économique et social qu'a connu notre pays depuis l'indépendance. Ces deux facteurs ont conduit à un manque d'eau potable considérable et une diminution importante de la dotation en eau par habitant et par jour.

Pour faire face à cette situation, l'optimisation de l'utilisation de l'eau ainsi que sa préservation contre la pollution s'avèrent plus qu'indispensable

Pour cette raison, l'état a dépensé un budget conséquent pour la construction de stations d'épuration des eaux usées (STEP) dans un but de lutter contre le gaspillage des eaux potables utilisées en agriculture (irrigation) et autres utilisations industrielles et publiques; et pour lutter aussi contre la pollution. Le but recherché est surtout le recyclage des eaux, après épuration, dans l'agriculture et l'industrie en remplacement des eaux potables, et de permettre une utilisation efficace et énergétique des boues (biogaz) issue de l'épuration comme énergie renouvelable (Bezzina et Ayadi, 2014).

Pour cela nous avons contribué, par le présent travail, l'estimation ou la quantification des Biogaz qui peuvent être considérés comme ressources énergétiques ont un impact socio-économique notamment la station d'épuration de Ouargla. Cette contribution s'articule sous les chapitres suivants :

Dans le premier chapitre nous avons présenté une synthèse bibliographique sur la région de Ouargla où nous avons abordé un Aperçu sur cette région, des généralités sur les eaux usées, des Boues, la présentation de la station d'épuration, la méthanisation et Biogaz.

Le deuxième chapitre est réservé pour le traitement des données récupérées bilan analytique, rendement et fonctionnement de la STEP et leurs interprétations.

Enfin, nous finirons ce travail par une conclusion générale qui synthétise ou résume les résultats obtenus et les recommandations que nous avons jugés utiles pour la suite du travail.

Chapitre I

Matériel et Méthodes

1. Aperçu sur la région d'étude

1.1. Localisation de la wilaya de Ouargla

La région de Ouargla appartenant au Sahara septentrional est-algérien (Kouzmine, 2003) est située à environ 800 km au Sud-est d'Alger au fond d'une vaste dépression sans exutoire (Ozenda, 1991) et est considérée comme l'une des plus grandes des oasis du Sahara algérien.

Administrativement, la Wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays dans le bas Sahara dans les limites de latitude 28°45' et 33°55', de longitude 3° et 9° 35' (Rouvilloi-brigol, 1975 ; Dubost, 1991) couvrant un territoire de 211 980 km², et d'altitude moyenne de 128 m (ANRH 2005). Elle se situe à 190 km à l'Est de Ghardaïa, 388 km au Sud de Biskra et à 160 km au Sud-Ouest de Touggourt (Fig 1). Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Nord : Djelfa, Touggourt, Biskra et El Oued
- Sud : Illizi et Tamanrasset et Ain Salah
- Est : la Tunisie et El Oued
- Ouest : Ghardaïa.

La Wilaya est organisée administrativement en 21 communes et 10 Daïrates, comme l'indique le tableau ci-après :

Tableau 1. Découpage administrative de la wilaya de Ouargla

Daïra	Commune
Ouargla	Ouargla, Rouissat
N'Goussa	N'Goussa
Sidi Khouiled	Sidi Khouiled, Ain Beida, Hassi Ben Abdellah
Hassi Messaoud	Hassi Messaoud
El Borma	El Borma
El Hadjira	El Hadjira, El Alia
Temacine	Temacine, Blidet Amor
Megarine	Megarine, Sidi Slimane
Taïbet	Taïbet, Benaceur, M'Naguer.

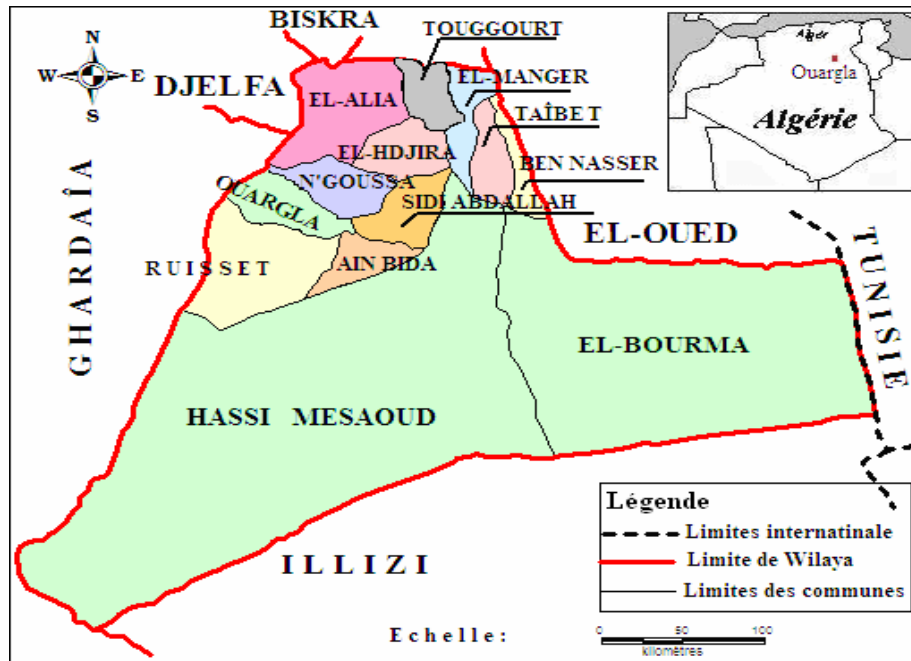


Figure 1. Position géographique de la wilaya de Ouargla (Faci et al., 2017).

1.2. Géologie de la région

La cuvette de Ouargla est caractérisée, géologiquement, à l'Ouest par les affleurements rocheux de la hamada du vaste plateau Moi-pliocène dans lequel est encaissée cette cuvette et à l'Est par les formations éoliennes de recouvrement représentées par les vastes étendues de sable fin du grand Erg oriental (ANAT, 2003). Le relief de Ouargla est constitué des roches sédimentaires, alluvions et colluvions dérivées des Marnes jaunâtres plus ou moins gréseuses, salées et gypseuses, Calcaires jaunâtres ou ocre, gréseux ou marneux, Argiles sableuses rouges à ocres, salées et gypseuses, Grès, sables et conglomérats, Calcaires lacustres et les sables récents du quaternaire (Messaoudi, 2010).

1.3. Hydrogéologie de la région

Les ressources hydriques dont dispose Ouargla appartiennent à trois aquifères : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal (formée par deux niveaux aquifères : le Sénono-Eocène et le Mio-Pliocène), deux aquifères fossiles et une nappe superficielle (phréatique) Du bas en haut nous avons (Tableau 2) :

- Les grès et argiles sableuses du CI avec la nappe dite de l'Albien ;
- Les calcaires avec la nappe du Sénono-Eocène carbonatés ;
- L'ensemble détritique (sables, argiles et évaporites) des formations continentales

avec la nappe du Mio-Piocène ;

- Une nappe libre (phréatique), contenue dans les formations et les sols sableux fins argileux et gypseux d'âge ;
- La nappe phréatique Quaternaire est très salée, et par conséquent elle demeure non exploitée à l'échelle de la région (Nesson 1978 ; Castany 1982 ; Nezli et al., 2007 ; Nezli, 2009).

Tableau 2. Colonne lithostratigraphique de la région de Ouargla (Nesson, 1978 ; Castany, 1982 ; Nezli et al., 2007 ; Nezli, 2009).

Chronostratigraphie	Unités hydrogéologiques		Prof	Lithostratigraphie	Lithologie
Quaternaire	Nappe phréatique		20m	Mio-Pliocène	
Tertiaire	Nappe du Complexe Terminal	Nappe des sables	120m	Eocène évaporitique	
		Impermeable		Eocène carbonaté	
Nappe des calcaires (Sénono-Eocène)		520m	Sénonien carbonaté		
Impermeable		700m	Sénonien lagunaire		
Nappe du turonien			Turonien		
Secondaire	Crétacé	Impermeable	1100m	Cénomaniens	
				Vraconien	
		Nappe du Continental Intercalaire		Nappe de l'Albien	Albien
			2000m	Aptien	
				Barrémien	

1.4. Aspect morphologique de Ouargla

Géomorphologiquement, le territoire de Ouargla est situé dans l'immense bassin saharien au relief très varié. Il constitue (Salhi, 2017) :

- Les vallées sont représentées par la vallée fossile d'Oued Miya et celle de l'Oued Righ. Les plaines s'étendent du nord au sud et sont plutôt réduites à la limite occidentale de la Wilaya. Quant aux dépressions, elles sont essentiellement localisées dans la région de l'Oued Righ.
- Le Grand Erg Oriental : véritable mer de sable où les dunes peuvent atteindre une hauteur de 200 m. Il s'étend au 2/3 du territoire¹
- La hamada : plateau caillouteux situé en grande partie au Sud et à l'Ouest
- Les plaines : assez réduites s'étendent du Nord au Sud. L'Oued Miya et l'Oued Righ constituent les deux vallées fossiles de la région.
- Les dépressions : sont peu nombreuses et se situent dans la zone de Oued Righ.

¹ Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la ville. 2013. Schéma de l'Espace de Programmation Territoriale. Espace Sud-Est : Biskra – El Oued - Ouargla - Ghardaïa. Mission I : Bilan diagnostic. P 60.

1.5. Climatologie de Ouargla

Le climat en raison de ses composantes tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative de l'air, contrôle de nombreux phénomènes biologiques et Physiologiques (Dubief, 1950). La région de Ouargla bénéficie d'un climat désertique chaud du Sahara avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat est de type hyperaride et très sec toute l'année, Tableau 3 présente les données climatiques de la région.

Tableau 3. Données climatiques de la région d'Ouargla pour la période de 2008 à 2018 (ONM, 2012). TX : Température maximale, TN : Température moyenne, TM : Température minimale, H : Humidité, V : Vent : Evaporation, I : Insolation, P : Précipitation.

Mois	Température (°C)			H (%)	E (mm)	P (mm)	I (Heure)	V (km/h)
	TM (°c)	TX (°c)	TN (°c)					
Janvier	5.5	20.7	13.1	48	118.6	0	253.4	9.2
Février	6.9	19.7	13.3	49.5	97.5	5.3	208.6	10.9
Mars	11.9	26.8	19.3	31.5	193.6	0	246.9	13.1
Avril	16.4	30.6	23.5	31	261.4	0	262.3	11.8
Mai	20.2	34.9	27.5	31	275	4.8	313.3	12.5
Juin	24.5	39.7	32.1	24.5	290.6	2	241.5	10.3
Juillet	30.5	47.4	38.9	15.5	566.6	0	284.5	10
Aout	26.8	40.4	33.6	31	358.1	0.9	321.3	11.4
Septembre	24.7	38.5	31.6	33	265.4	11	281.4	9.4
Octobre	16.9	30.12	23.5	39	214.3	0	247.9	8.6
Novembre	10.4	24.1	17.2	47.5	143.7	0.8	244.5	7.8
Décembre	4.9	20.5	12.7	52.5	105.6	0	272.1	6.1
Moyenne	16.6	31.1	23.9	36.2	240.9	*24.8	264.8	10.1

* : cumul annuel

Source : (ONM, 2018)

1.5.1. Température

D'après les données de l'Office National de Météorologie (2008-2018), la température moyenne annuelle de Ouargla est évaluée à 23.9° C, la température minimale

du mois le plus froid est enregistrée en décembre avec 12.7 °C, alors que la température maximale du mois le plus chaud est relevée au mois de juillet avec 38.9°C (tabl 3).

1.5.2. Précipitations

Le climat de la région de Ouargla est caractérisé par la rareté et l'irrégularité des précipitations inter-mensuelles et interannuelles. Autrement dit, leur rareté, irrégularité interannuelle et saisonnière, raisonnent via un cumul de 24.8 millimètres par an. Septembre est le mois le plus pluvieux enregistrant un maximum de l'ordre de 11 mm (tabl 3).

1.5.3 Humidité relative

Pour la période 2008-2018, à Ouargla, l'humidité moyenne annuelle est de 36.2%, avec un maximum enregistré pendant l'hiver durant le mois de décembre atteignant 52.5% alors que pendant la saison estivale, elle chute à 15,5% en juillet (tabl 3).

1.5.4. Évaporation

La région de Ouargla se caractérise par une évaporation très importante. Pour la période 2008-2018, le cumul annuel atteint les 2890.4 mm avec un minimum de 97.5 mm enregistré au mois de février et un maximum de 566.6 mm durant le mois de juillet (tabl 3).

1.5.5. Insolation

Durant la période 2008-2018, la moyenne annuelle de l'insolation est de 264.8 heures marquées par un pic pour le mois d'août avec un volume horaire de 321,2 heures et un minimum de 208,6 heures pour le mois de février (tabl 3).

1.5.6. Vent

Les vents dans la région de Ouargla sont fréquents surtout durant la période allant du mois de mars au mois de septembre. D'après les données de l'Office National de Météorologie (2008- 2018), la vitesse maximale est enregistrée durant le mois de mars avec 13.1 kilomètres par heure (tabl 3).

1.5.7. Pédologie

Au Sahara, la couverture pédologique présente une grande hétérogénéité et se compose de classes différentes telles que : les sols minéraux bruts, sols peu évolués, sol halomorphes et les sols hydro morphes (Dutil, 1971). La fraction minérale est constituée

dans son quasi-totalité de sable. La fraction organique est très faible (< à 1%) et ne permet pas une bonne agrégation. Ces sols squelettiques sont peu fertiles car leur rétention en eau est très faible, environ 8% du volume d'eau disponible, cette région est caractérisée par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulière. Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une activité biologique faible, et une forte salinité (Daoud et Halitim, 1994).

1.5.8. Réseau hydrographique de la région

Etant donné la position géographique et le relief de la région de Ouargla, le réseau hydrographique y est naturellement endoréique. Il est constitué essentiellement par trois grands éléments hydrologiques à savoir : Oued Miya, l'Oued N'sa et l'Oued M'Zab (Dubief, 1953). L'Oued Miya dont la source se situe au sud dans les massifs montagneux de Tademaït Traversant, autrefois Ouargla, avant de recevoir au niveau de la Sebkhia Safioune, les apports de l'oued M'Zab et de l'oued N'Ssa. Plus au Nord, aux environs de Touggourt, la vallée de l'oued M'ya converge avec celle de l'oued Igharghar pour constituer la vallée de l'Oued Righ qui aboutit au Chott Melghir (Idder et Bouamer, 2005).

2. Généralités sur les eaux usées

2.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (Thomas, 1995).

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui: on parle de plus de plus des notions d'eaux claires

2.2. Principaux rejets polluants

Les rejets sont de diverses origines classées en :

2.2.1. Eaux usées domestiques

Ces eaux sont constituées par les eaux usées ménagères provenant des usages domestiques (eaux de bain et de lessive) et les eaux vannes (urines et fèces). En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produit d'entretiens ménagers. Elles présentent une bonne biodégradabilité (Majouri et Amouria, 2000).

2.2.2. Eaux usées industrielles

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences, etc.) qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution (Khadraoui et Talab, 2008).

2.2.3. Eaux usées pluviales

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes: l'un est le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées et l'autre est de la remise en suspension des dépôts des collecteurs (Franck, 2002).

2.2.4. Eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines sont d'abord formées par un mélange d'eau usées domestiques et d'eaux usées industrielles. Il s'y ajoute une troisième composante formée par les eaux de pluie et les effluents des installations collectives (hôpitaux, commerces, casernes...etc.) (Bontoux, 1993).

2.2.5. Eaux de drainage

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures (Richard, 1996) :

- ❖ Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisées comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- ❖ Apport des pesticides chlorés ou phosphores de désherbants et d'insecticides ;

- ❖ En région viticole, apport du sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes ;
- ❖ En région désertique, c'est particulièrement le problème de salinité des eaux de drainage qui se pose.

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants provenant de différents usages domestiques, des activités industrielles et agricoles et les eaux de ruissellement.

2.3. Paramètres physicochimiques de pollution des eaux usées

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques (T°, pH, CE, Salinité, DBO₅, DCO, O₂ dissous, MES...etc. (Tableau 5) permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination de la pollution pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP.

2.3.1. Température

La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue. Elle influe également sur la décomposition de la matière organique le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques (Slimani, 2003)

2.3.2. Matières en suspension et les colloïdes

Elles sont caractérisées par leurs natures de composition, elles sont toutes matières minérale ou organique représentées par les éléments suivants : La silice, le tartre provenant des canalisations, la poussière et les matières organiques non dissoutes. Les matières en suspension présente dans l'eau usées ou naturelle peuvent être estimée grâce à des quantités de matières en suspension totales (MST) (Tableau 5).

2.3.3. Potentiel Hydrogène (pH)

Le Potentiel hydrogène pH représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution (Tableau 5). Le pH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (Dali et Zouaoui, 2007).

2.3.4. Conductivité électrique

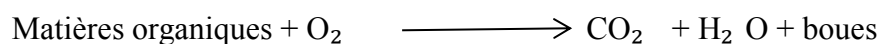
La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes (Tabl 4 et 5) pour le contrôle de la qualité des eaux usées (Thomas, 1995).

Tableau 4. Relation entre la conductivité et la minéralisation des eaux usées (Gaid, 1984).

Conductivité Elecrique (CE)	Appréciation de la minéralisation
CE < 100 $\mu\text{S/cm}$	très faible
100 $\mu\text{S/cm}$ < CE < 200 $\mu\text{S/cm}$	faible
200 $\mu\text{S/cm}$ < CE < 333 $\mu\text{S/cm}$	moyenne
333 $\mu\text{S/cm}$ < CE < 666 $\mu\text{S/cm}$	moyenne accentué
666 $\mu\text{S/cm}$ < CE < 1000 $\mu\text{S/cm}$	importante
CE < 1000 $\mu\text{S/cm}$	élevée.

2.3.5. Demande biologique en oxygène

La demande biochimique en oxygène DBO_5 (Tabl 5) est la quantité d'oxygène en mg/1 consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (Taradat, 1992).



2.3.6. Demande chimique en oxygène

La Demande chimique en oxygène DCO est d'autant plus élevée qu'il y a des corps oxydables dans le milieu (Tabl 5).

L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (Taradat, 1992).

2.3.7. Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 5 mg/1 (Tableau 5). Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/1 (Ladjel, 2006).

Tableau 5. Paramètres physicochimiques de pollution des eaux usées selon les normes OMS (ONA, 2017)

Paramètre	Qualité de l'eau	Moyenne annuelle	Normes OMS
MES	Eau brute	163.17	< 30 mg/l
	Eau épurée	64.65	
DCO	Eau brute	342.20	< 90 mg/l
	Eau épurée	103.70	
DBO ₅	Eau brute	151.11	< 30 mg/l
	Eau épurée	39.32	
NH ₄	Eau brute	30.22	< 0.5 mg/l
	Eau épurée	30.13	
NO ₂	Eau brute	0.15	1 mg/l
	Eau épurée	0.07	
NO ₃	Eau brute	0.47	< 1 mg/l
	Eau épurée	0.23	
T°	Eau brute	26.25	< 30 °C
	Eau épurée	21.64	
Ph	Eau brute	7.50	6.5 - 8.5
	Eau épurée	7.67	
O ₂ dessous	Eau brute	0.71	<5 mg/l
	Eau épurée	2.58	
CE (µS/cm)	Eau brute	17665.72	2500
	Eau épurée	15551.33	

3. Boues

3.1. Généralités sur les boues résiduaires

Les procédés de dépollution visent à séparer les diverses fractions polluantes de l'eau. C'est de traitements, qui ont pour finalité le rejet d'une eau suffisamment dépolluée pour être acceptable par le milieu récepteur. Les boues ainsi produites sont plus ou moins concentrées et solides et sont la conséquence logique de l'activité d'épuration des stations sur les eaux usées (Degremont, 2005).

Les boues résiduelles se présentent sous forme liquide et contiennent une grande quantité de matière organique fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes et, quelle que soit la destination, amènent de nombreux problèmes techniques à leur évacuation. Le principal inconvénient est le niveau d'expédition et de stockage, qui entraîne souvent des problèmes de manutention et des nuisances olfactives. Cela passe par le choix des filières de traitement dès l'installation des stations d'épuration (Jardé, 2002).

3.2. Formation des boues

Le traitement des eaux usées en station d'épuration produit une eau épurée, rejetée dans le milieu naturel et une concentration désignée sous le terme de boues ou boues résiduaires. Au cours d'une épuration biologique les boues apparaissent généralement à deux niveaux (Derouiche, 2012).

1. les plus grosses particules solides se déposent au fond du décanteur primaire et forment les boues primaires.
2. Les particules fines dispersées et ces substances dissoutes sont fixées et métabolisées par les bactéries qui se multiplient en présence d'oxygène au cours de l'opération d'aération.

3.3. Filière de traitement des boues

La quasi-totalité des procédés d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques, conduit à la concentration des polluants sous forme de résidu secondaire : les boues. Les boues se présentent sous forme liquide (95% d'eau en moyenne) avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible ainsi que des matières minérales. Ces caractéristiques sont problématiques quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement (Jardé, 2002).

Les procédés de traitement des boues peuvent varier suivant leurs natures et la taille de la station d'épuration. Trois grands types de traitement sont à distinguer (Jardé, 2002) :

- des traitements de stabilisation, dont l'objectif est de réduire le pouvoir fermentescible des boues afin de limiter ou d'annuler les nuisances olfactives,

- des traitements de réduction de la teneur en eau des boues, visant à diminuer le volume de boues à stocker ou à épandre et/ou à améliorer leurs caractéristiques physiques (tenue en tas notamment),
- des traitements d'hygiénisation qui visent à éliminer la charge en micro-organismes pathogènes

3.4. Différents types des boues d'épuration

L'appellation des différents types de boues résulte de la combinaison de plusieurs critères (Derouiche, 2012) :

- Nature de l'effluent (urbain, laiterie, abattoir, papeterie,...etc.);
- Caractéristique du traitement des eaux (primaire, physico-chimique, biologique);
- Procédé de stabilisation (aérobie, anaérobie, chaulage, compostage);
- Etat physique des boues (liquide, pâteux, solide, pulvérulent, granulé);
- Type de matériel de déshydratation (filtre-presse, centrifugeuse, table d'égouttage,...).

L'ensemble des combinaisons possibles montre qu'il existe en théorie un grand nombre de types de boues. Toutefois, en résumant les situations les plus fréquemment rencontrées. Selon Emillian en 2004, on distingue (Emillian, 2004) :

1. **Les boues de prétraitement (boue primaire):** Ce sont les dépôts récupérés par une simple décantation des eaux usées, elles présentent des concentrations élevées en matières minérale (sable, terreetc.) mais aussi en matière organique peut évoluer (Emillian, 2004).
2. **Les boues physico-chimiques :** Selon Jarde en 2002, ces boues sont issues de l'agglomération des matières organiques particulières ou colloïdales contenues dans les eaux par l'addition d'un réactif coagulant dont les plus courants sont les acides et les bases, les sulfates d'aluminium ou de fer, les chlorures ferreux ou ferrique .
3. **Les boues biologiques (secondaire) :** Qui résultent de l'activité vitale des microorganismes, les boues ont une structure floculée et sont séparées dans des décanteurs secondaires; dans les filtres biologiques (lits bactériens). Il s'agit de boues de lits bactériens prélevées dans les décanteurs secondaires dans les bassins

de boues activées. La plus grande partie est recerclée dans les bassins comme boues de retour et seules les boues en excès sont évacuées (Emillian, 2004)

4. **Les boues mixtes (boues primaires + boues biologiques):** C'est le mélange de boues primaires et de boues activées ou provenant de lit bactérien (Emillian, 2004).

4. Présentation de la station d'épuration

La ville de Ouargla connaît depuis des décennies déjà, à l'instar de plusieurs villes du Sahara algérien, un grave problème d'excédents hydriques qui est essentiellement causé par l'accroissement et la mauvaise gestion des rejets d'eau de drainage et d'eaux résiduaires urbaines. Ce problème d'excédents hydriques est aggravé par les conditions naturelles, particulièrement difficiles, qui caractérisent la région d'Ouargla, à savoir, une topographie qui se présente sous la forme de cuvette et l'existence d'une nappe superficielle déjà très proche de la surface du sol. Cette situation a conduit à une remontée importante de la nappe phréatique qui a provoqué la dégradation des conditions environnementales et sanitaires et a mis en danger l'avenir économique de la région (Idder, 1998 ; Côte, 2005)

4.1. Situation géographique de la station d'épuration

La station de lagunage de Ouargla, mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande Dwydag pour le compte de l'ONA. Elle se situe dans le quartier des Saïd-Otba au Nord de la ville de Ouargla. Elle est composée de deux étages d'aération (4 lagunes pour 1er étage et 2 lagunes pour le second) et d'un troisième étage de finition composé de 2 lagunes (ONA.2009).

4.2. Objectif de de cette station

La station d'épuration se compose, pour l'essentiel, par d'ouvrages à ciel ouvert, de caniveaux, de canalisations, des pompes, des aérateurs, des instruments de mesure, organes de vanneries automatismes industriels avec commandes et dispositifs de régulation. Cette station est installée pour (ONA.2009) :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées ;
- Protéger le milieu récepteur, ainsi que les ressources en eau tant superficielles que souterraines ;

- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique ;
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour l'usage agricole ;
- Préserver la santé publique ;
- Lutter contre la remontée des eaux et la pollution de la nappe phréatique.

4.3. Caractéristiques de la station d'épuration de Ouargla

La station d'épuration de Ouargla est caractérisée par une capacité de stockage de 400000 eq/habi et s'étend sur une surface totale de 80 ha (Photo 1). Cette station d'épuration est de type lagunage aéré et leur filière de traitement retenue est constituée par (ONA.2009):

- Ouvrage de prétraitement.
- Bassins de premier étage de traitement par lagunage aéré ;
- Bassins de second étage de traitement par lagunage aéré ;
- Bassins troisième étage de traitement par lagunage de finition ;
- Lits de séchage des boues.

Les caractéristiques de cette station sont résumées dans le tableau suivant (Tabl 6)



Photo 1. Vue aérienne de la station d'épuration de Ouargla (STEP de Ouargla ,2022).

Tableau 6. Caractéristiques et données de bases de la STEP (STEP de Ouargla. 2012)

1^{er} niveau	
Nombre de bassin d'aération	4
Volume totale	3408000 m ³
Volume par unité de bassin	25200 m ³
Surface totale	9.6 ha
Surface par unité de bassin	2.4 ha
Profondeur des bassins	3.5 m
Temps de séjour	5.5 jours
Nombre d'aérateurs	12
2^{ème} niveau	
Nombre de bassin d'aération	2
Volume totale	227200 m ³
Volume par unité de bassin	113600 m ³
Surface totale	8.2 ha
Surface par unité de bassin	4.1 ha
Profondeur des bassins	2.8 m
Temps de séjour	3 jours
Nombre d'aérateurs	7
3^{ème} niveau	
Nombre de bassin d'aération	2
Volume totale	148054 m ³
Volume par unité de bassin	4027 m ³
Surface totale	9.8 ha
Surface par unité de bassin	4.9 ha
Profondeur des bassins	1.5 m
Temps de séjour	2 jours
Nombre d'aérateurs	8

4.4. Principe de l'épuration et filière de traitement

La station fonctionne sur la base des procédés de traitement biologique extensif par lagunage aéré. Elle est composée de huit bassins de traitement dans lesquelles la charge biodégradable de l'effluent est détruite par voie bactérienne. En aval des lagunes d'aération se situent les deux lagunes de décantation, appelées aussi lagunes de finition ; son rôle est de réduire à des teneurs très basses les polluants peu ou pas éliminés.

Afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la station d'épuration par des matières lourdes volumineuses ou difficilement biodégradables, et aussi de limiter la fréquence de curage des lagunes, le traitement biologique est précédé d'un prétraitement (ONA.2009).

4.5. Amenée des eaux usées en entrée de la station

Les eaux brutes arrivent à la station d'épuration par refoulement de cinq stations (Photo 3) :

- **Refoulement 1** : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de la station de pompage nœud hydraulique de Chott ;
- **Refoulement 2** : conduite d'amenée des eaux usées DN 315 mm de la station de pompage sidikhouiled ;
- **Refoulement 3** : conduite d'amenée des eaux usées DN 400 mm de la nouvelle station de pompage Caserne/Hôpital ;
- **Refoulement 4** : conduite d'amenée des eaux usées DN 500 mm de la station de pompage Douane ;
- **Refoulement 5** : conduite d'amenée des eaux usées DN 700 mm de la station de pompage rote N'Goussa.

Les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

Un canal venturi est placé à la sortie des ouvrages de prétraitement en vue de mesurer le débit d'entrée.



Photo 2. Entrées des eaux usées à l'ouvrage de prétraitement de la station d'épuration (STEP de Ouargla ,2022).

4.6. Procédés d'épuration des eaux usées dans la station

4.6.1. Prétraitement

- **Dégazage** : Cette opération se déroule dans un regard de dégazage (Photo 3) placé en aval de l'entrée de la STEP facilite l'élimination du CO₂ et des gaz polluants (CH₄, SO₂ et H₂S) formés dans les conduites de refoulement (ONA, 2009).



Photo 3. Entrée des eaux usées à la station (bassin de dégazage)

- **Dégrillage** : Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle (Photo 4). Un canal de secours équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by-passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques (ONA, 2009).

Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets (ONA, 2009).



Photo 4. Dégrilleur

- **Dessablage :** Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et 23m de long (Photo 5). Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque canal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable. Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage (STEP de Ouargla, 2009).



Photo 5. Dessableur

- **Ouvrage de répartition :** Un répartiteur à eau est disposé en aval des ouvrages de prétraitement afin de répartir et canaliser les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques de 1,5 m de largeur munis de batardeaux pour pouvoir mettre une lagune quelconque hors service en cas de nécessité. (ONA, 2009).



Photo 6. Répartiteur

4.6.2. Traitement secondaire

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de lagunage aéré.

Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

Lagunes d'aération : Les bassins d'aération sont revêtus de géomembrane bitumineuse de type PHD (polyéthylène haute densité). Cette géomembrane est constituée par un liant bitumineux qui vient imprégner à cœur et surfacer un géotextile non tissé polyester. Le géotextile confère à la géomembrane ses propriétés mécaniques et le liant l'étanchéité. (ONA, 2009).

- **Lagunes d'aération (1^{er} étage) :** Les effluents sont répartis entre les quatre lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface. Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. Le temps de séjour minimal dans les lagunes d'aération du premier étage est supérieur ou égal à 5 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre l'ouvrage de répartition et les lagunes du premier étage, ainsi que la liaison entre deux lagunes d'étages différents est revêtue d'une géomembrane du même type PHD afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations et donc les affaissements.

Actuellement, il n'y a que deux lagunes qui fonctionnent au niveau de cet étage (ONA, 2009)

- **Lagunes d'aération (2^{ème} étage) :** Au deuxième niveau, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1^{er} niveau vers les lagunes aérées deux niveaux (lagunes de décantation).

Curage : Les Lagunes de deux niveaux doivent être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les départs des boues (ONA, 2009). Curage mécanique par pompage des boues aux lits de séchage.

4.6.3. Traitement complémentaire (Lagune de finition)

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2^{ème} niveau sont dirigées vers les deux lagunes de finition. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique. Cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspensions (amas de micro-organismes et de particules piégées).

En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permet de mesurer de manière continue les débits (ONA, 2009).



Photo 7. Bassin de finition



Photos 8. Sortie des eaux épurées

4.6.4. Evacuation des eaux épurées

Les eaux épurées sont évacuées gravitairement au canal de transfert vers Sebkhath Sefioune (environ 40 km au nord).

4.6.5. Canal de transfert

Les eaux rejetées par la STEP et les eaux issues des drainages sont conduites de Ouargla à Sebkhath Sefioune. L'ouvrage conduit parallèlement deux débits dans deux chenaux isolés l'un de l'autre. Ces chenaux contiennent :

- Dans la partie Ouest : les eaux usées traitées par la STEP de Ouargla, il s'agit d'eaux claires, suffisamment épurées pour servir éventuellement d'eau d'irrigation.
- Dans la partie Est : les eaux de drainage salées collectés par les deux grands drains périphériques de Ouargla (ONA, 2009).

4.7. Fonctionnement globale de la station d'épuration

Les étapes de fonctionnement de la station d'épuration de Ouargla sont résumées dans la figure ci-après (Figure 2):

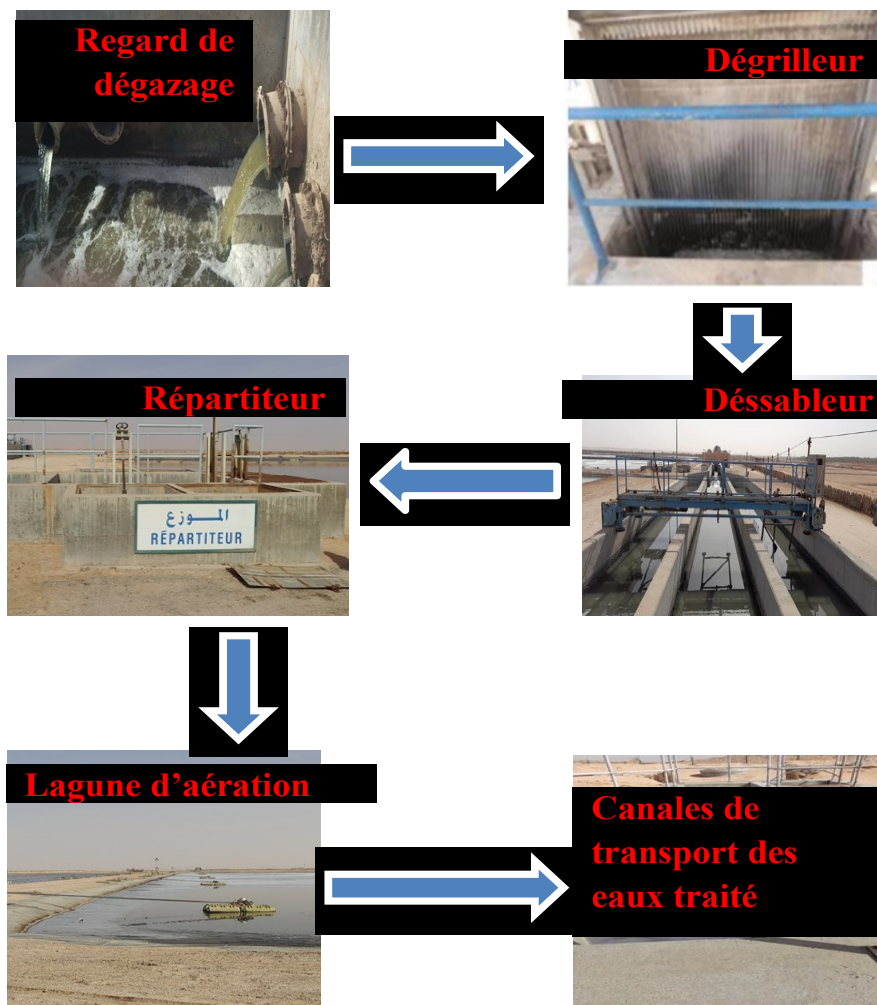


Figure 2. Etapes de fonctionnement de la STEP de Ouargla.

5. Méthanisation et Biogaz

5.1. Historique de la méthanisation

La méthanisation a été découverte en 1776 par le savon volta pendant une de ses promenades. Il remarqua que du gaz se dégageait d'un marais. Il mit en évidence l'inflammabilité de ce gaz. Lavoisier, en 1787 lui donne le nom de « gaz hydrogenium carbonatrum ».

Le terme méthane est proposé en 1865 et confirmé en 1892 par le Congrès International de Nomenclature Chimique. Sa formation est attribuée à l'activité microbienne qui se développant dans des milieux naturels anaérobies (Addou, 2009).

Les premières recherches menant à l'identification du méthane, sont associées à Volta, en 1776. Il identifie le méthane comme étant un gaz à fort potentiel combustible et donc valorisable sous forme d'énergie. Des applications exploitant la digestion anaérobie, apparaissent par la suite en France, en 1881, avec le procédé Mouras, où une chambre hermétique permettait le traitement des eaux domestiques (Marchaim, 1992). Le même procédé sera appliqué en fosse septique, quatre années plus tard en Angleterre. Bombay, en Inde, verra, en 1897, l'installation du premier procédé de méthanisation collectant des excréments humains afin de fournir de l'électricité aux lampadaires de la ville (Khanal, 2008)

Actuellement, un regain d'intérêt particulier est attribué à la bio méthanisation surtout dans la communauté européenne puisqu'elle assure outre la production énergétique renouvelable, le traitement des déchets urbains, agricoles et industriels (René, 2009)

5.2. Définition de la méthanisation

La méthanisation (ou appelée digestion anaérobie) est la transformation de la matière organique en un biogaz composé principalement de méthane et de gaz carbonique. C'est une transformation naturelle qui se réalise dans tous les milieux où l'on trouve la matière organique en absence d'oxygène et où les conditions physico-chimiques sont compatibles avec celles du vivant (René, 2009).

5.3. Conversion de la matière organique

La mise en œuvre de la méthanisation dans un réacteur a pour but de convertir cette matière, qu'elle soit sous forme soluble ou particulièrement solide en biogaz. En entrée du procédé, cette matière est un des composants d'une matrice, qu'elle soit liquide (effluent) ou solide (déchet). Les autres composants de la matrice sont l'eau et les matières minérales (René, 2009) (Fig 3).

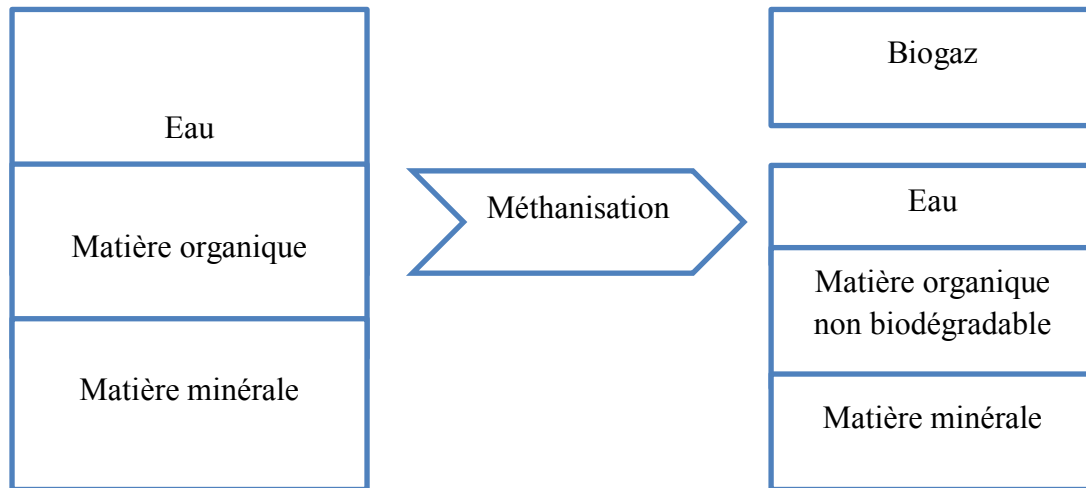


Figure 3. Schéma global du bilan de la méthanisation (René, 2009)

5.4. Processus anaérobies de méthanisation

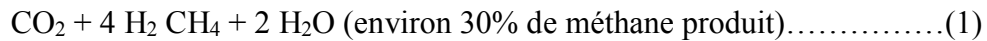
La méthanisation de la matière organique s'effectue en quatre étapes principales sous l'action de différents groupes de micro-organismes, il s'agit donc de (Figure 4) :

- **L'hydrolyse** : Où les macromolécules (les polymères) qui composent la matière organique se dégradent en petites molécules solubles (monomères). Les lipides se dégradent en acides gras et glycérols, les protéines se dégradent en acides aminés, en peptides et en chaînes courtes, les polysaccharides se dégradent en monosaccharides et disaccharides, la cellulose enfin se transforme en glucose et en cellobiose (Damien, 2006).
- **L'acidogénèse** : C'est la transformation des monomères en gaz carbonique, hydrogène et acides organique. Il apparaît alors des acétates, des alcools tels l'éthanol, de l'ammoniaque et des acides gras volatiles comportant de 2 à 5 atomes de carbone (La Farge, 1995).
- **L'acétogénèse** : A ce niveau, les micro-organismes transforment les acides gras volatils et les alcools de l'étape précédente en hydrogène, gaz carbonique et

acétates. Sulfure d'hydrogène se forme également lors de cette phase de transformation (Damien, 2006).

- **La méthanogénèse** : Représente la dernière étape de la méthanisation ou le méthane apparait. Les bactéries méthanogènes interviennent pour élaborer le méthane à partir de l'hydrogène, du gaz carbonique et des acétates suivants les deux réactions suivantes (Damien, 2006).

1- De réduction du CO₂



2- De décarboxylation de l'acide acétique :

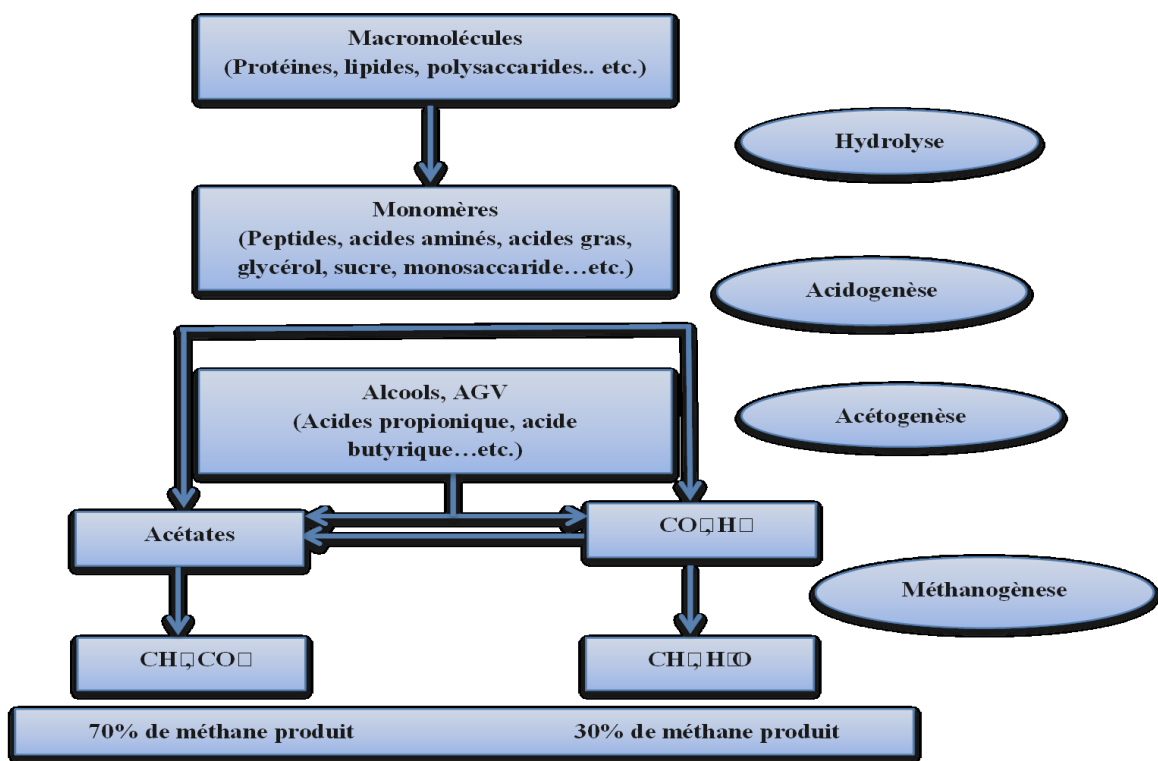


Figure 4. Différentes étapes de la méthanisation (Gorisch, 2008)

5.5. Paramètres d'influence de la digestion anaérobie

5.5.1. Température

La température constitue un facteur d'influence important pour la digestion anaérobie. De manière classique, trois plages de températures sont utilisées en digestion anaérobie (Batstone et al., 2002) :

- psychrophile (4 à 15 °C) ;

- mésophile (20 à 40 °C)
- thermophile (45 à 70 °C)

La température a donc une influence considérable sur les processus physico-chimiques et biochimiques de la digestion anaérobie et les conditions de températures optimales, surtout pour les processus biochimiques de dégradation, se situent à des valeurs assez élevées (35 °C en mésophile et 55 °C en thermophile). Or, les réactions entrant dans les processus de dégradation anaérobie sont peu exothermiques et ne créent donc pas beaucoup de chaleur. Il faut donc apporter cette chaleur aux réacteurs afin d'obtenir ces conditions idéales. Dans les réacteurs industriels, une variation de température, (panne des systèmes de chauffage par exemple), va induire une baisse, réversible, de la production de méthane (Batstone *et al.*, 2002).

5.5.2. Potentiel d'Hydrogène pH

Le pH joue un grand rôle dans le fonctionnement biochimique et physico-chimique des milieux de digestion anaérobie. D'une part, il va pouvoir altérer le fonctionnement de certains microorganismes, d'autre part, il va influencer sur les équilibres chimiques.

Bien que le pH soit un paramètre très difficile à évaluer due à la complexité des phénomènes et des espèces qu'il met en jeu, il peut être contrôlé grâce à la prise en compte de seulement quelques espèces chimiques (Mata-Alvarez, 2003)

Le pH joue aussi un rôle important vis-à-vis des équilibres liquides/gaz, surtout pour le CO₂ qui, étant relativement soluble dans l'eau, réagit avec l'eau pour former de l'acide carbonique Ceci va influencer sur le pouvoir tampon du milieu.

5.5.3. Charge organique

Les substrats à méthaniser peuvent être caractérisés par leur DCO. On peut déterminer la charge organique introduite dans le digesteur en kg d DCO par jour. Ce paramètre permet de calculer la concentration du substrat pour les réacteurs à biomasse fixée et de connaître les conditions d'alimentation des bioréacteurs (Addou, 2009).

5.5.4. Rapport C/N

Les composants du stocke nutritionnel sont utilisés sélectivement par différentes bactéries présentes dans le digesteur. Cela est spécialement vrai pour différents rapports entre matière organique et azotée. Les bactéries ont besoin d'un rapport C/N convenable

pour leur métabolisme. Un rapport C/N de 30 est fréquemment cité comme optimal. Les rapports C/N supérieurs à 23/1 ont été identifiés comme inadaptés pour une digestion optimale ; et des rapports inférieurs à 10/1 se sont révélés inhibiteurs selon des études portant sur la digestion anaérobie thermophile des déchets de volailles, de fèces bovines, mélanges de papier et fumier, et d'autres substrats cellulosiques (Marchaim, 1994)

5.5.5. Humidité

Pour toute activité biologique, la présence d'eau est indispensable. L'humidité minimale doit être de 60 à 70 %, eau liée ou libre. Dans le cas de produits plus secs, litière de volaille, par exemple, une humidification plus ou moins importante, doit être effectuée selon la nature du produit (Kherbouche, 2005).

5.5.6. Systèmes de digesteurs

Le digesteur, cœur ou se réalise la méthanisation, est aussi appelé fermenteur ou bioréacteur anaérobie. Le digesteur est une simple cuve fermée, étanche et isolée thermiquement, dans laquelle différents micro-organismes dégradent chimiquement et biologiquement les déchets et les effluents organiques et produisent en stade final du biogaz. Il peut être équipé d'un système de chauffage, d'un système d'agitation, d'un système de prélèvement, un système de mesure de teneur en gaz et de dispositifs permettant le contrôle de différents paramètres : la température, le pH, la pression...etc. le choix du digesteur varie en fonction du type de déchets à traiter et de l'application projetée. Le cycle de méthanisation peut être discontinu ou continu (Harchaoui, 2013).

5.5.7. Oxygénation et teneur en eau

L'oxygène (méthanogène). Il est donc indispensable de protéger le milieu de toute entrée d'air. Une façon simple de procéder est de travailler en système noyé (saturé en eau). Les procédés de méthanisation sont donc spécialement adaptés pour les déchets très humides (teneur en eau supérieure à 80 %) parce que la présence d'eau est indispensable à toute activité biologique (Larbi K, 2009).

5.5.8. Déchets méthanisables

Comme la méthanisation est une fermentation biologique anaérobie de matières organiques animales ou végétales produisant le biogaz. Il en existe par conséquent

plusieurs sources d'émission avec des caractéristiques propres à chacune d'elles (Larbi K, 2009).

Les déchets qui peuvent être méthanisables soit naturellement, soit de manière provoquée sont nombreux. On peut citer (Larbi K, 2009) :

Les déchets verts

- Les déchets des industries agroalimentaires ;
- Les déchets agricoles ;
- Les déchets du marché ;
- Les déchets putrescibles ;
- Les ordures ménagères ;
- Les boues de station d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles ;
- Les déchets d'élevage.

Pour les procédés volontaires (provoqués), on utilise des digesteurs dans lesquels on introduit les déchets méthanisables liquides ou solides ainsi que les cultures bactériennes. La teneur en matière méthanisable dépend de la nature du déchet et de son origine. Un bon tri avant tri traitement favorisera une meilleure fermentation par la diversité des matières souvent à la bonne digestion du substrat (Addou, 2009).

Les matières non-méthanisable : Parmi les différentes matières organiques, seuls les déchets ligneux (bois, branchage,... etc.) ne sont pas aptes à être digérés par les bactéries, il est donc inutile de les mettre dans le digesteur. Il faut également faire attention à ne pas introduire (Keck et Venus, 2000) :

- De produits inorganiques (sable, verre, plastique,...), car ils ne sont pas dégradés lors de la digestion, risquent de provoquer des perturbations dans le processus (séparation de phase, sédimentation, flottation, apparition de mousse) et viendront polluer les terres agricoles par l'épandage du digestat.
- Des matières contenant des substances dangereuses telles que les métaux lourds, les polluants organiques ainsi que les substances présentant un risque sanitaire (antibiotiques) ne doivent pas entrer dans le digesteur. Ces substances risquent à la fois de perturber le processus bactérien et d'altérer la qualité du digestat.

5.6. Définition de biogaz

Gaz produit par fermentation de détritux vitaux et surtout des excréments animaux et des litières provenant de l'élevage. La production de biogaz, dont le constituant principal est le méthane, permet à la fois de résoudre le problème de pollution des eaux provenant de l'accumulation de quantités de lisier dont on ne sait bien souvent, se débarrasser et disposer d'une source d'énergie décentralisée et bon marché. En outre, les matières minérales résiduelles laissées par produits de fermentation peuvent être réutilisées comme fertilisants (Ramade, 2009)

5.6.1. Composition chimique

Le biogaz se caractérise en premier lieu par sa composition chimique et par les caractéristiques physiques qui en découlent (Tableau 7). Il est essentiellement un mélange de méthane (CH_4) et de gaz carbonique (CO_2) inerte. Cependant le nom « biogaz » regroupe une grande variété de gaz issus de procédés de traitement spécifiques, à partir des déchets organiques divers – industriels, d'origine animale, ménagère etc (Moletta, 2002).

Tableau 7. La composition moyenne du biogaz issu de différents substrats (Moletta, 2002)

Composant	Ordures ménagères	Boues de SETP	Déchets agricole	Déchets l'industrie agro-alimentaire
CH_4 (% vol)	50-60	60-75	60-75	68
CO_2 (% vol)	38-34	33-19	33-19	26
N_2 (% vol)	5-0	1-0	1-0	--
O_2 (% vol)	1-0	< 0,5	< 0,5	--
H_2O (% vol)	6 à 40°C	6 à 40 ° C	6 à 40 ° C	6 à 40 ° C
Total (% vol)	100	100	100	100
H_2S (mg/m ³)	100 – 900	1000 - 4000	3000 – 10 000	400
NH_3 (mg/m ³)	-	-	50 – 100	

5.6.2. Traitement du biogaz

Quel que soit l'usage final du biogaz, il est quasiment impossible de l'utiliser tel qu'il est produit ou récupéré. La seule fraction valorisable est le méthane qu'il contient en

proportion plus ou moins grande et les autres composants sont inutiles, gênants, voire nuisibles. Une ou plusieurs étapes de traitement sont indispensables en fonction de chaque voie de valorisation (Figure 5). On peut distinguer des voies de valorisation du biogaz avec simple traitement du biogaz brut, et d'autres avec un traitement avancé) (Lima Amarante, 2010).

- Voies de valorisation énergétique du biogaz avec simple traitement du biogaz « Désulfuration » : donc une élimination du H₂S, et si nécessaire, une compression du biogaz, ces voies sont production de chaleur, production d'électricité ou cogénération.
- Voies de valorisation énergétique du biogaz avec un traitement avancé du biogaz « Epuration » : donc l'élimination du CO₂ en plus du H₂S qui compose le biogaz brut, il est évident qu'une phase de compression et de stockage succède la phase épuration ou autrement appeler enrichissement, ces voies sont Pile à combustible, Gaz carburant, Gaz naturel injecté sur réseau public.

En fait il est conseillé de traiter le biogaz pour limiter la corrosion des appareils. Celle-ci est due à l'hydrogène sulfuré, mais aussi à la présence d'eau et de gaz carbonique et qui contribuent à la formation d'un acide faible lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, et parfois à la présence de composés chlorés c'est le cas des gaz de décharge. Un organigramme récapitulatif est présenté dans la figure suivante, compilation de (Lima Amarante, 2010).

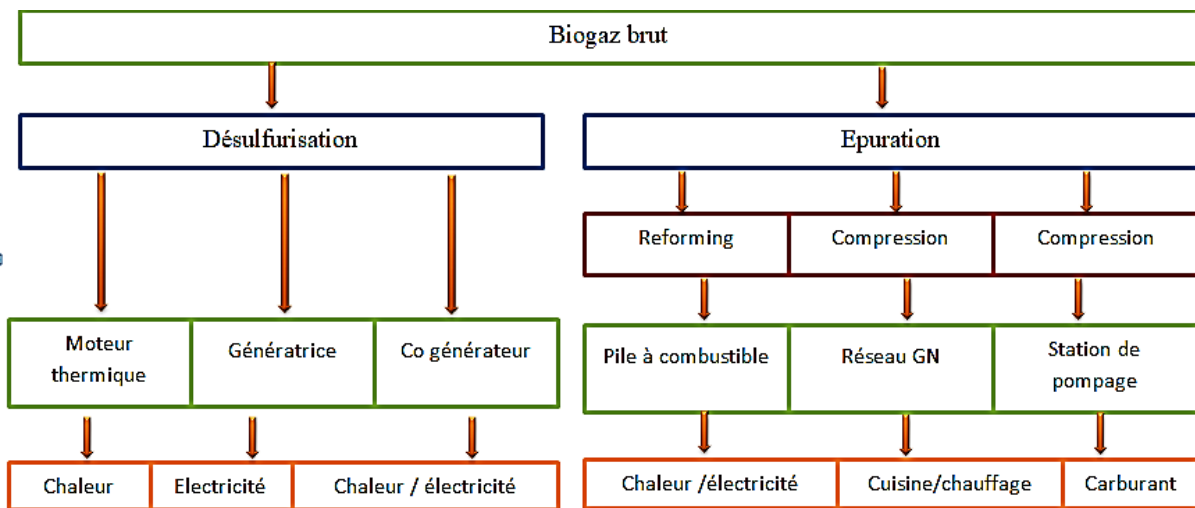


Figure 5. Organigramme de traitement et de valorisation du biogaz (Bilal A, 2011).

5.6.3. Valorisation énergétique du biogaz

Le biogaz produit des digesteurs anaérobiques contient du méthane (CH_4) qui a un pouvoir calorifique important et peut se considérer comme un combustible très intéressant pouvant se substituer au gaz naturel du fait qu'il est valorisable dans plusieurs applications énergétique (produire de la chaleur, de l'électricité, carburant automobile ...etc.) (Kehila et *al.*, 2009).

Les caractéristiques physico-chimiques du biogaz sont proches de celles du :

- ✓ Energie thermique seule ; production de chaleur (chaudière ou groupe frigorifique);
- ✓ Energie de travail seule ; production d'électricité (moteur à gaz, turbine à vapeur, turbine à gaz et plus récemment pile à combustible) ;
- ✓ Production simultanée d'énergie thermique (chaleur ou froid) et de travail par cogénération ;
- ✓ Production simultanée de chaleur, de travail et de froid par tri génération, Carburant automobile (après compression et stockage), gaz naturel, et il peut être valorisé sous diverses formes :
 - ✚ Injection dans le réseau de gaz de ville ;
 - ✚ Pile à combustible ;
 - ✚ La combustion du biogaz d'une torchère.

Chapitre II

Résultats et Discussions

1. Bilan analytique, rendement et fonctionnement de la STEP de Ouargla

Les résultats d'analyses des eaux brutes et des eaux épurées de la station d'épuration de Ouargla, fournées par l'ONA pour l'année 2017, sont résumées dans les tableaux ci-dessous (Tableau 8, 9 et 10)

1.1. Capacité totale d'épuration et volume brut et épuré par mois en (m³) de la STEP de Ouargla

Le tableau ci-après montre la capacité totale d'épuration en Eq/hab de la STEP de Ouargla) (Tableau 8) :

Tableau 8. Capacité totale d'épuration (Eq/hab. STEP de Ouargla)

Unité		Date de mise en service	01/12/2008
STEP	Ouargla	Date de transfert à l'ONA	
Procédé d'épuration	Lagunage aéré	Lieu de rejet	Sebkhet Sefioune
Capacité en (Eq/hab)	400000	Impact final (Protection)	-
Débit nominal en (m ³ /j)	56997		

Tableau 9. Volume brut et volume épuré de la STEP par mois en (m³)

Mois	Volume brut du mois en (m ³)	Volume épuré du mois en (m ³)	Taux d'utilisation des capacités installées (%)
Janvier	903 540	854 670	66,05
Fevrier	1 028 280	952 010	75,17
Mars	-	-	-
Avril	1177780	1095860	-
Mai	1 204 480	1 118 470	69,92
Juin	1 176 110	1 091 240	73,69
Juillet	1 235 485	1 189 136	69,92
Aout	1211026	1129319	68,54
Septembre	1 275 500	1 185 837	74,59
Octobre	929 030	879 330	74,09
Novembre	1 075 530	1 016 760	62,90
Décembre	1 074 520	956 290	69,82

La STEP de Ouargla s'étend sur une surface totale de 80 ha et composée de deux étages d'aération (4 lagunes pour 1er étage et 2 lagunes pour le second) et d'un troisième étage de finition composé de 2 lagunes. Ces caractéristiques favorisent la station de stocker environ 400000 eq/hab pour un débit nominal de 56997 m³/j (Tableau 8 et 10).

Cette STEP reçoit des eaux brutes arrivent par refoulement de cinq stations. La quantité minimale de ces eaux, pour l'année 2017, a été enregistrée au Mois de Janvier et Octobre pour un volume de 903 540 pour un débit de 37647 m³/j et la quantité maximale est enregistrée au Mois de Septembre pour un volume de 1 275 500 m³ pour un débit de 42516 m³/j. La même chose pour la quantité minimale des eaux épurée, à la sortie de la

STEP, où leur volume atteint 854 670 m³ aussi au Mois de Septembre pour un débit de 35611 m³/j et la quantité maximale a été enregistrée au aussi au Mois de Septembre pour un volume de 1 189 136 m³ pour un débit de 39527 m³/j (Tableau 9 et 10)

A défaut de débitmètre à l'entrée et ou à la sortie des eaux, il y a lieu d'augmenter ou de diminuer le débit de 5%.

1.2. Résultats d’analyse physico chimique des eaux épurées (sortie et entrée de la STEP)

Les analyses réalisées sur les échantillons journaliers moyens à l’entrée et à la sortie. Les résultats de ces analyses sont récapitulés dans le tableau 10 et les figure ci-après et à défaut de préleveurs automatiques, l’échantillonnage doit être effectué conformément aux procédures ONA :

- Procédure DEM 0901 (échantillonnage eaux usées pour analyses) ;
- Procédure DEM 0902 (échantillonnage de boues pour analyses) ;

D’après le décret n° 06-141 du 19/04/2006 les Valeurs limitent des paramètres des rejets : ne doivent pas dépassés les normes (Tableau 10).

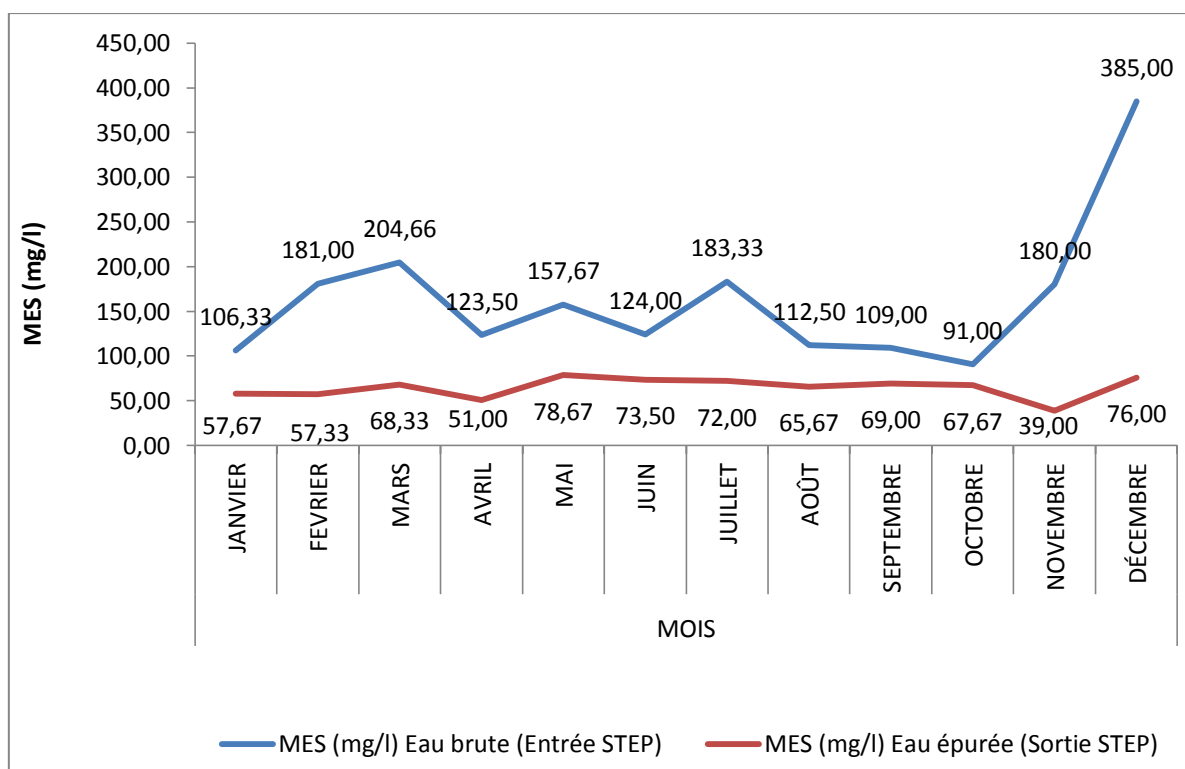


Figure 6. Variation de la MES des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017).

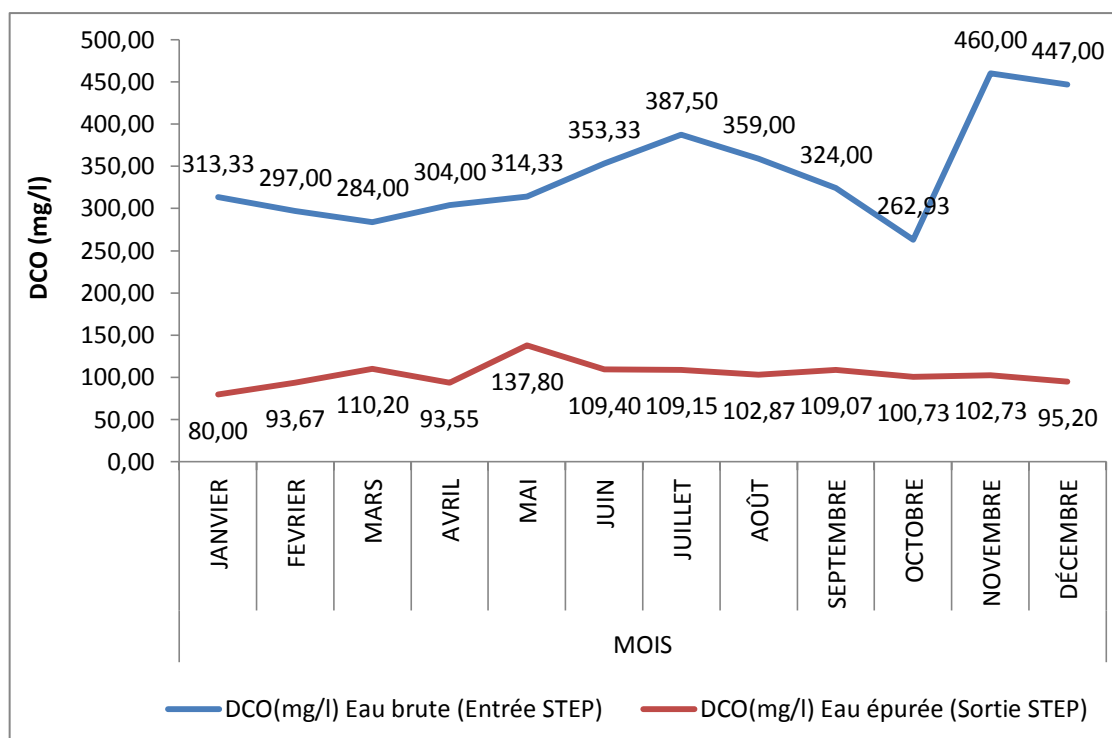


Figure 7. Variation de la DCO des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017).

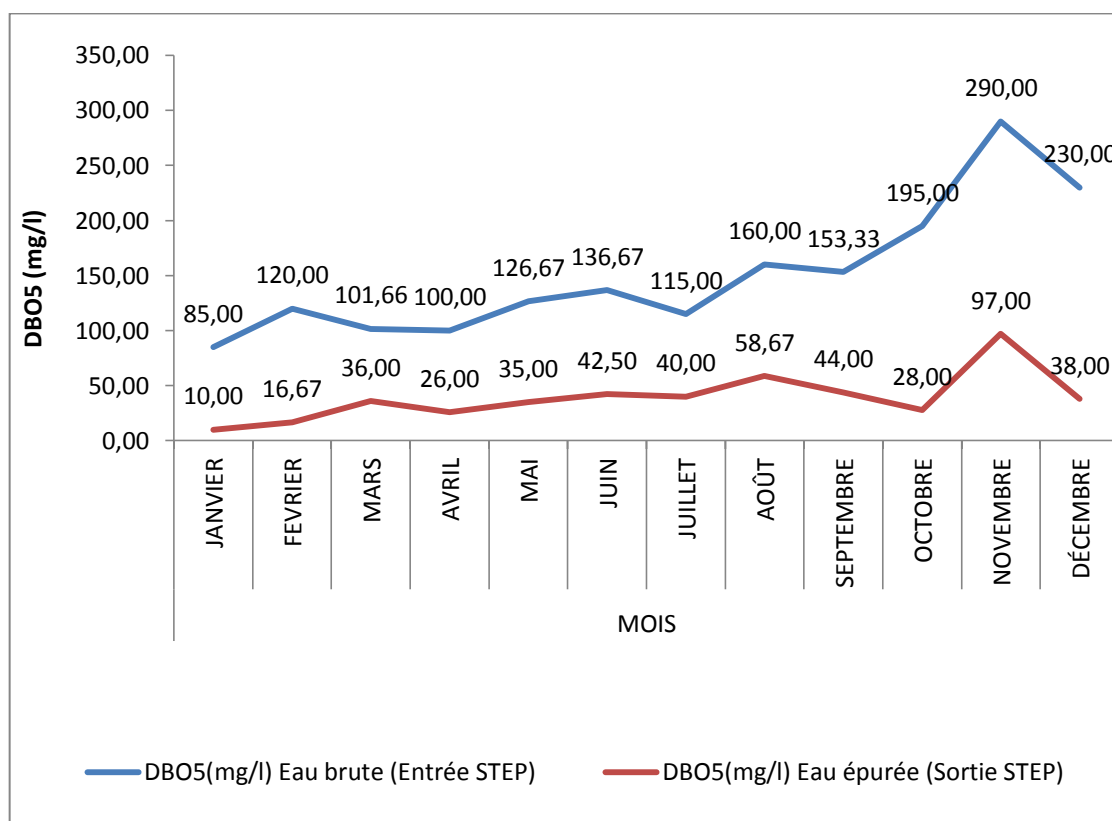


Figure 8. Variation de la DBO5 des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017).

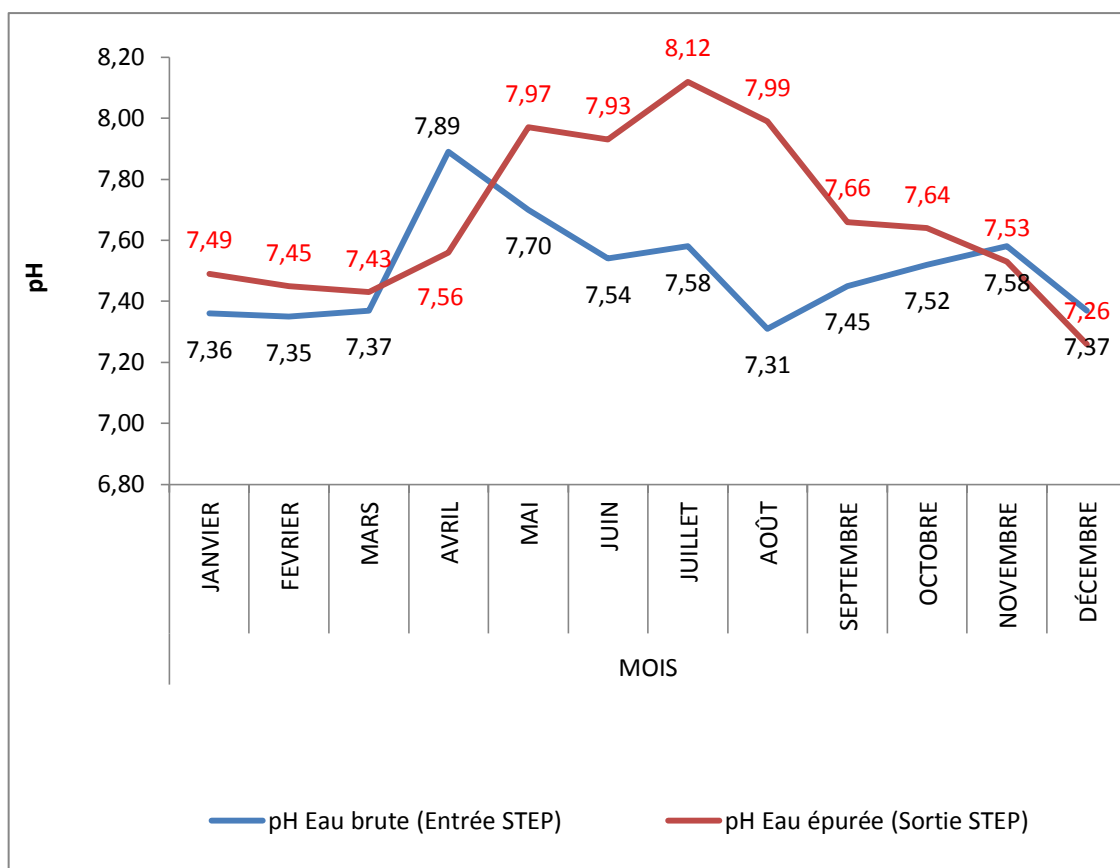


Figure 9. Variation du pH des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017).

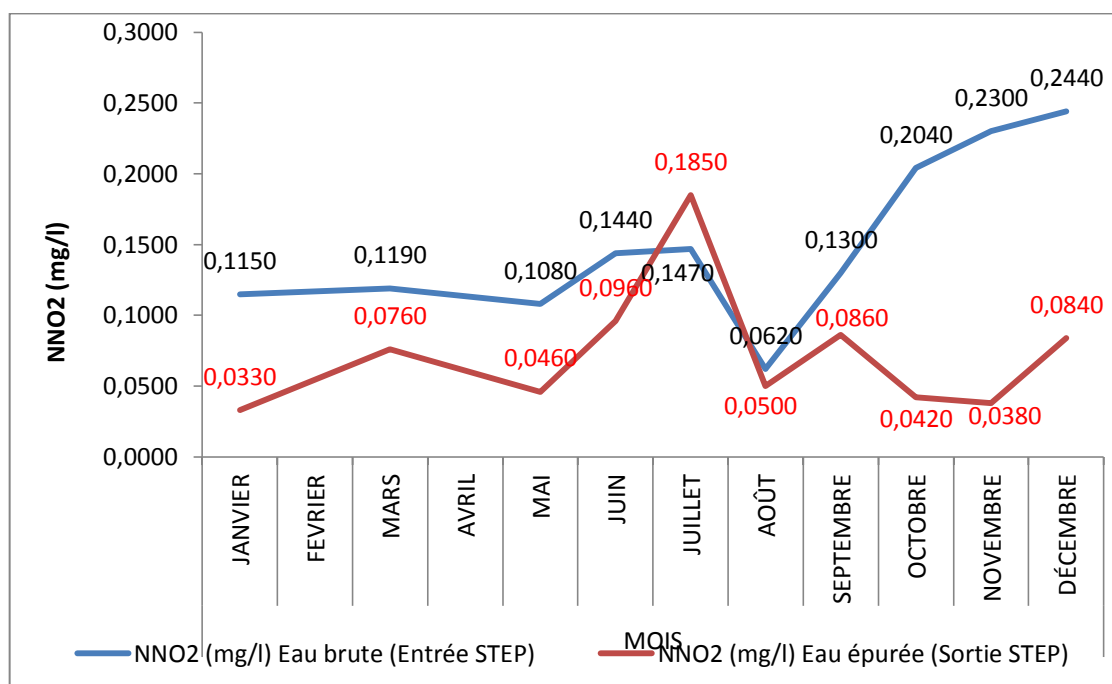


Figure 10. Variation du NNO₂ des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017).

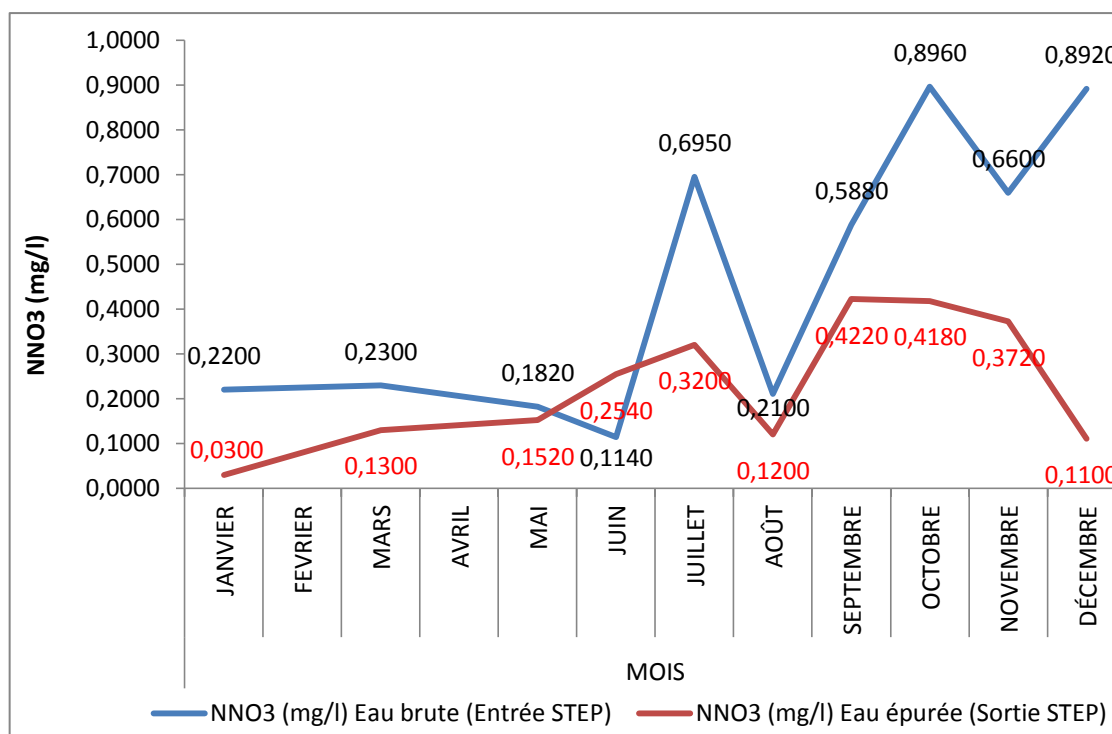


Figure 11. Variation du NNO₃ des eaux brutes (entrée de la STEP) et des eaux usées (sortie de la STEP) en fonction des mois (ONA, 2017)

Les analyses physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Ouargla ont donné que :

1. La quantité de la Matière En Suspensions (MES) dans la STEP de Ouargla, pour les eaux brutes, est variée de 106 mg/l, comme quantité minimale, au Mois de Janvier à 385 mg/l au Mois de Décembre, comme quantité maximale, et pour les eaux épurées, ils ont enregistré que la quantité minimale est de 51 mg/l au Mois d'Avril et la quantité maximale est de 87 mg/l au Mois de Mai (Figure 6 et Tableau 10).

La teneur en MES à la sortie dépasse les valeurs limites des paramètres des rejets (présence des algues) ce qui implique le rendement et le fonctionnement faible des bassins dessaleur et celui du dégrilleur, des anomalies au niveau de ces bassins qui permettent à la matière en petit et en grand dimensions de continuer leur chemin vers les autres bassins d'épurations.

2. La quantité de la DCO est variée, pour les eaux brutes, de 262 mg/l (Octobre) à 460 mg/l (Novembre) et pour les eaux épurées, ce paramètre est varié de 80

mg/l (Janvier) à 137 mg/l (Mai). Par conséquent, le rendement de la STEP est varié de 56 (Mai) à 78 % (Décembre) (Figure 7 et Tableau 10).

3. La quantité minimale de la DBO5 est enregistrée au Mois de Janvier, 85 mg/l (E. brutes) et 10 mg/l (E. épurées), la quantité maximale a été enregistrée au Mois de Novembre, 290 mg/l (E. brutes) et 97 mg/l (E. épurées) et le rendement de la STEP varie de 63 % au Mois d'Aout à 88 % au Mois de Janvier (Figure 8 et Tableau 10).

La DCO et la DBO5, reflètent un bon fonctionnement des bactéries par leur rôle de la dégradation de la matière organique en présence d'oxygène qui lui aussi par ces quantités confirme une auto- suffisance pour cette opération,

4. La mesure du pH pour les eaux brutes à l'entrée de la STEP a montré un maximum (7.31) au Mois d'Aout et un maximum (7.89) au Mois d'Avril et pour les eaux épurées à la sortie de la station est varié de 7.28 (min) au Mois de Décembre et 8.12 au Mois de Juillet (max) (Figure 9 et Tableau 10).

D'après ces résultats le pH est neutre parfois basique ; ce qui signifié et indique la présence des bicarbonates HCO_3 dans l'eau.

5. La quantité minimale des NO_3 dans les eaux de la STEP enregistrée au Mois de Jun (0.11 mg/l) à l'entrée de la station (eaux brutes) et au Mois de Janvier (0.03 mg/l) à la sortie de la station (eaux épurées). Par contre, les valeurs maximales de ce paramètre sont notées au Mois d'Octobre (0.89 mg/l) pour les eaux brutes et au Mois de Septembre pour les eaux épurées (0.42 mg/l). On note que le rendement de la station, d'après ce paramètre est varié de 16 % (valeur max en Mai) à 87 % (valeur min en Décembre et Octobre) (Figure 11 et Tableau 10).

La quantité minimale des NO_2 a été enregistrée en Mois d'Aout à l'entrée de la station avec une valeur de 0.06 mg/l et de 0.03 mg/l au Mois de Janvier et Novembre, à la sortie de la station. Par contre, quantité maximale des NO_2 a été enregistrée en Mois de Décembre à l'entrée de la station avec une valeur de 0.24 mg/l et de 0.18 mg/l au Mois de Juillet, à la sortie de la station (Figure 10 et Tableau 10).

Les quantités des NO_3 et des NO_2 sont aux normes et indiquent une parfaite dégradation de la matière organique par les bactéries .la présence

parfois des algues à la sortie est en relation avec les quantités des boues décantés au fond des bassins d'épurations, une fois ces quantités vont être diminués, la sur-saturation des eaux par ces derniers sera éviter (moins d'algues à la sortie).

D'une façon générale, selon les résultats des analyses d'eaux épurées de la STEP d'Ouargla, elle montre un bon fonctionnement des bassins d'épuration dont l'activité bactérienne est importantes et donc une dégradation importante de la matière organique avec un rendement parfait.

Tableau 10: Dosage des paramètres physico-chimique des eaux (brutes et épurés) à la sortie et l'entrée de la STEP –Ouargla

2017		Mois													
		Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Septe	Octo	Nov	Déc		
PARAMETRES	Volume du Mois (m³)	Eau brute (Entrée STEP)	903540	1028280	-	1177780	1204480	1176110	1235485	1211026	1275500	929030	1075530	1074520	1117389
		Eau épurée (Sortie STEP)	854670	952010	-	1095860	1118470	1091240	1189136	1129319	1185837	879330	1016760	956290	1042629
	Débit (m³/j)	Eau brute (Entrée STEP)	37647	42845	-	39259	40149	42003	39854	39065	42516	42228	35851	39797	40110
		Eau épurée (Sortie STEP)	35611	39667	-	36528	37282	38972	38359	36429	39527	39969	33892	35418	37423
	MES (mg/l) 35 à 40 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	106	181	204	123	157	124	183	112	109	91	180	385	163
		Eau épurée (Sortie STEP)	57	57	68	51	78	73	72	65	69	67	39	76	64
	MES (%)	Rendement	45	68	66	58	50	40	60	41	36	25	78	80	54
	DCO(mg/l) 120 à 130 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	313	297	284	304	314	353	387	359	324	262	460	447	342
		Eau épurée (Sortie STEP)	80	93	110	93	137	109	109	102	109	100	102	95	103
	DCO (%)	Rendement	74	68	61	69	56	69	71	71	66	61	77	78	68
	DBO5(mg/l) 35 à 40 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	85	120	101	100	126	136	115	160	153	195	290	230	151
		Eau épurée (Sortie STEP)	10	16	36	26	35	42	40	58	44	28	97	38	39
	DBO5 (%)	Rendement	88	86	64	74	72	68	65	63	71	85	66	83	74
	NNH4 (mg/l) < 0.5 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	-	-	-	-	25	29	31	24	30	30	36	33	30
Eau épurée (Sortie STEP)		-	-	-	-	29	27	24	25	-	29	35	38	30	
Moyenne annuelle															

NNH ₄ (%)	Rendement	-	-	-	-	-16	4	21	-4	100	2	3	-14	12
	Eau brute (Entrée STEP)	0,11	-	0,11	-	0,10	0,14	0,14	0,06	0,13	0,20	0,23	0,24	0,15
NNO ₂ (mg/l) < 1 mg/l	Eau épurée (Sortie STEP)	0,03	-	0,07	-	0,04	0,09	0,18	0,05	0,08	0,04	0,03	0,08	0,07
	Rendement	71	-	36	-	57	33	-25	19	33	79	83	65	45
NNO ₃ (mg/l) < 1 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	0,22	-	0,23	-	0,18	0,11	0,69	0,21	0,58	0,89	0,66	0,89	0,47
	Eau épurée (Sortie STEP)	0,03	-	0,13	-	0,15	0,25	0,32	0,12	0,42	0,41	0,37	0,11	0,23
NNO ₃ (%)	Rendement	86	-	43	-	16	-122	53	42	28	53	43	87	33
	Eau brute (Entrée STEP)	-	-	-	-	35	52	68	48	10	96	48	67	53
NT (mg/l)	Eau épurée (Sortie STEP)	-	-	-	-	91	65	66	42	32	60	41	86	60
	Rendement	-	-	-	-	-158	-23	3	11	-204	37	13	-27	-43
PO ₄ (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	-	-	-	-	3	3	2	2	0,33		4	4	3
	Eau épurée (Sortie STEP)	-	-	-	-	2	1	2	2	2	0,77	0,70	3	1
PO ₄ (%)	Rendement	-	-	-	-	34	68	18	2	-736		84	26	-71
	Eau brute (Entrée STEP)	-	-	-	-	4	4	2	2	3	3	3	5	3
PT (mg/l)	Eau épurée (Sortie STEP)	-	-	-	-	3	2	2	2	3	2	2	3	2
	Rendement	-	-	-	-	24	41	5	0	14	32	30	37	23
O ₂ dissous (mg/l) 5 mg/l	Eau brute (Entrée STEP)	1	0,64	0,64	1	0,70	0,47	0,30	0,26	-	0,59	1	0,93	0,71
	Eau épurée (Sortie STEP)	7,85	3,34	3,01	2,82	1,99	1,02	1,21	1,00	-	1,39	2,87	1,88	2,58

SAL	Eau brute (Entrée STEP)	15,05	9,38	8,87	8,46	9,21	7,50	9,22	13,03	9,41	10,14	13,86	15,42	10,79
	Eau épurée (Sortie STEP)	8,35	8,87	7,18	8,08	8,99	8,70	8,95	9,62	8,96	8,96	10,87	12,70	9,19
CE (µS/cm) 2500	Eau brute (Entrée STEP)	24788	13739	14789	13935	15649	12986	14249	20950	16019	16895	23186	24800	17665
	Eau épurée (Sortie STEP)	14517	14438	11985	13856	15282	14871	15156	16213	15204	15287	18463	21340	15551
T (°C) < 30 C°	Eau brute (Entrée STEP)	20,06	21,99	23,38	25,27	28,26	30,92	31,18	31,82	30,08	28,54	23,37	20,13	26,25
	Eau épurée (Sortie STEP)	12,46	15,42	19,06	21,21	25,38	27,44	28,71	28,84	25,96	23,62	17,89	13,73	21,64
pH 6.5 à 8.5	Eau brute (Entrée STEP)	7,36	7,35	7,37	7,89	7,70	7,54	7,58	7,31	7,45	7,52	7,58	7,37	7,50
	Eau épurée (Sortie STEP)	7,49	7,45	7,43	7,56	7,97	7,93	8,12	7,99	7,66	7,64	7,53	7,26	7,67

2. Quantité de boues produites au niveau des bassins de séchages

La quantité de boues produites et la quantité des biogaz quant peut les dégagés par la STEP de Ouargla sont résumées dans les tableaux ci-après (Tableau 11 et 12)

Tableau 11. Récapitulatif des quantités des boues produites durant l'année 2017 (STEP-Ouargla)

Mois	Quantité de boues Produites Estimées (Kg Matière sèche)	Quantité de biogaz Estimées en litre (1 kg de MO)
Janvier	316 239	284615100
Fevrier	359 898	284615100
Mars	-	
Avril	-	
Mai	421 568	379411200
Juin	411 639	370475100
Juillet	432 420	386178000
Aout	423 859	381473100
Septembre	446 425	401782500
Octobre	376 436	338792400
Novembre	376 082	338473800
Décembre	376 082	338473800

Tableau 12. Récapitulatif des quantités des boues décantées au fond des bassins de lagunage (STEP-Ouargla)

Basins	Hauteur de Boue Au fond des bassins	Dimensions des bassins (m)	Quantité de boues Produites Estimées (m³)
B4	0.9 m	265x 101x 0.9	24088
B3	0.7m	265x101x0.7	18735.5
B2	0.9m	265x101x0.3	8029.5
B1	0.4m	295x146x0.4	17228

Ces dernières années, au vu des cahiers de charges des appels d'offre de construction de stations d'épuration en Algérie, les procédés de réduction de boue ne sont plus du tout d'actualité. Dans le développement durable et les gains énergétiques. Ainsi, les digesteurs anaérobies des boues ont pris la place des procédés sur les files de traitement des boues des stations d'épuration. Ces systèmes permettent également une réduction des boues mais en produisant du biogaz valorisable énergétiquement sous forme de chaleur ou d'électricité.

Lors du traitement biologique des eaux usées dans la STEP de Ouargla, basé sur la transformation de la pollution en biomasse (appelée boue). Les stations d'épuration produisent différents types de boue en fonction de leurs étages de traitement aux caractéristiques bien particulières et les boues produites sur la « filière eau » la STEP de Ouargla sont composées d'eau et de matières contenant des substances minérales et organiques.

La hauteur de boue décantée au fond des bassins est de 0.9 m au B4 et B2 et elle est de l'ordre de 24088 et 8029.5m³ respectivement, de 0,7 m au fond de B3 (18735.5 m³) et de 0.4 m au fond de B1 (17228 m³) (Tableau 12).

On note aussi que la quantité de boues produites par la STEP de Ouargla est estimée 316239 à 359898 Kg de la matière sèche au mois de janvier et Février et la quantité de biogaz dégagée correspondante est de 284615100 à 284615100 litre/1 kg de MO. Au mois de Mai jusqu'au mois de Septembre la quantité des boues produite est augmentée d'une façon notable et elle est variée de 411 639 à 446 425 Kg de la matière sèche et la quantité de biogaz dégagée correspondante varie de 370475100 à 401782500 litre/1 kg de MO. Au mois d'Octobre

jusqu'au mois de Décembre la décantation des biomasses est plus ou moins réduite ; où ils ont enregistré que la quantité des boues produite est de 376 082 à 376 436 Kg de la matière sèche et la quantité de biogaz dégagée correspondante varie de 338473800 à 338792400 litre/1 kg de MO (Tableau 11).

A défaut d'un pont bascule à la sortie de la STEP, le volume des boues sera estimé en nombre de bennes par le volume de benne.

La production de biogaz d'une digestion bien équilibrée conduit à une production de 900 à 1100 L (degremond) de gaz pour 1 kg de MO détruite. Le gaz est composé essentiellement de méthane CH₄ (60 à 65 % v/v) et du dioxyde de carbone CO₂ (35 à 40 %v/v). D'autres éléments peuvent être présents en très faible proportion : CO, N₂, hydrocarbures, H₂S, mercaptans, COV. Son PCI dépend évidemment de la proportion de CH₄. Il est compris entre 21300 et 23400 kJ · Nm⁻³ (5100 et 5600 kCal.N m⁻³).

Ainsi, la problématique de réduction de boue n'est plus un sujet prioritaire pour l'ensemble de la profession. La production de biogaz est le critère le plus représentatif et le plus simple de la qualité de la digestion. Elle dépend principalement de trois facteurs :

- la température ;
- le temps de séjour ;
- le degré de stabilisation de la MO admise en digestion.

La digestion anaérobie des boues est normalement mise en œuvre sans recyclage de boues digérées épaissies, le temps de séjour et la concentration initiale des boues en MO permettant la synthèse de la flore bactérienne sans risque de lessivage.

Conclusion

et

Recommandations

Conclusion et recommandations

Ce mémoire a pour but de mettre en évidence la compréhension du procédé de l'épuration des eaux usées par lagunage de la STEP de Ouargla et de la valorisation du biogaz à travers des boues issue de l'épuration.

L'analyse de la partie prétraitement et traitement biologiques nous ont permis de comprendre le mécanisme du fonctionnement et la fiabilité des moyens mécaniques et de l'instrumentation consacrée pour cette partie. Pour comparer les valeurs obtenues au fonctionnement de la station à échelles générale, il convient d'analyser les eaux de l'amont (entrée) et de l'aval (sortie), les résultats de la (DCO, DBO5, PO4, NO2, NO3, T°, CE, PH) à l'exception des (MES), nous ont montré des valeurs conformes aux normes des rejets. Par contre la matière en suspension a mis en question les causes de ces valeurs élevées.

La performance du procédé annoncée par le constructeur en fonction de la Charge massique de boue est importante en vue de l'intérêt que présentent ces quantités comme source énergétique afin d'extraire ces Biogaz composés essentiellement de méthane CH₄ (60 à 65 % v/v) et du dioxyde de carbone CO₂ (35 à 40 %v/v). D'autres éléments peuvent être présents en très faible proportion : CO, N₂, hydrocarbures, H₂S, mercaptans, COV. Son PCI dépend évidemment de la proportion de CH₄. Il est compris entre 21 300 et 23 400 kJ · Nm⁻³ (5 100 et 5 600 kCal · Nm⁻³).

Nous avons conclu notre travail par quelques recommandations au sujet d'amélioration du rendement de la STEP de Ouargla afin de satisfaire les besoins socio-économiques à la demande énergétique. Pour cela nous avons mis en évidence les points suivants :

1. Interdire tous rejets d'huile lubrifiants ou de vidange des véhicules ou de machine dans la station afin d'assurer la vie des bactéries.
2. Installer à l'entrée de la station un système d'alerte et d'évacuation lors de l'arrivée des eaux chargées d'éléments néfastes (métaux lourds ou autres) vers d'autres bassins de secours.
3. Equiper le bassin Dessaleur par des pompes submersibles afin de se débarrasser du sable décanté au fond.

4. Doter la station par un pont racleur de boues décantées au fond des bassins de lagunage et porteurs d'aérateurs afin d'assurer une alimentation continue du fond en oxygène pour alimenter les bactéries hétérotrophes et activée les boues.
5. Doter la station par des réservoirs ou bassins de stockage de boue en système Anaérobie afin d'assurer la fermentation et la méthanisation (production des Biogaz).

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Addou A.** 2009. Développement durable traitement des déchets valorisation, élimination. Edition ellipses.
- Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H), 2005.** Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la wilaya de Ouargla, (Algérie), 23p.
- Agence Nationale d'Assainissement (ONA), 2009.** Projet de la remontée des eaux de la vallée de Ouargla.
- Bilal A., 2011.** Optimisation de l'utilisation du biogaz des méthaniseurs. Thèse de Magister. Université M'hamed Bougara, Boumerdes.
- Batstone D. J. Keller J. Angelidaki I. Kalyuzhnyi S. Pavlostathis S. G. Rozzi A. Sanders W. Siegrist H. Vavilin V. A., 2002.** The anaerobic digestion model n°1 (adm1). *Water Science and Technology* 45 (10): 65-73.
- Bezzina M. Ayadi A., 2014.** Les stations d'épuration des eaux usées en Algérie état des lieux et perspectives d'avenir, 2014
- Blondeau 1985.**le traitement centralisé des boues .Ed T.S.M. L'eau, n°6, Paris, p231-242.
- Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douce : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson). Qualité et santé. 2^{ème} Edition, CEBEDOC. Paris, 160-165p.
- Castany G., 1982.** Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie Tunisie). Aquifères du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. *Bulletin du BRGM (2), 3(2) : 127-147.*
- Côte M., 2005.** La ville et le désert. Le Bas-Sahara algérien. Éd. Karthala, Paris, 307 p.
- Dali H., Zouaoui K., 2007.** Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ De Ouargla. 68p.
- Daoud Y. Halitim A., 1994.** Irrigation et salinisation au Sahara algérien, *Sécheresse* 5. p.151-160.
- Damien A., 2006.** Guide Du traitement des déchets. 4ème Edition, Dunod, 520 p
- De Martonne E., 1926.** Aréisme et Indice d'aridité. *Comptes Rendus de L'Academy of Science, Paris,* 1395-1398.
- Derouiche F., 2012.**thèse : contribution à l'étude des boues résiduaire comme amendement organiques pour les cultures maraichères, Thèse de Magister, Université d'Oran.
- Degremont.** « Mémento technique de l'eau » .10^{ème} édition, tome 1. Paris édition Lavoisier technique et documentation, 2005.
- Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT) 2012,** Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla. 197p
- Dubief J., 1953** -Action des phénomènes d'évaporation et d'hydrologie superficielle dans la région aride. Ed : CNRS, France, pp : 17-320.

- Dutil P., 1971.** Contribution à l'étude des sols et des paléosols sahariens. Thèse de doct. Sciences de l'université Strasbourg, 346p.
- Emillian K., 2004.** Traitement des pollutions industrielles. Ed Dunod, Paris ,424p.
- Faci M. Babahani S. Senoussi A., 2017.** Diagnostic des pratiques culturales dans l'agrosystème phœnicicole (Cas de la région de Ouargla). Journal Algérien des Régions Arides (JARA). 14, 10-24.
- Falizi N. J. Hacifazlıođlu M. C. Parlar İ. Kabay N. Pek T. Ö. Yüksel M., 2018.** Evaluation of MBR treated industrial wastewater quality before and after desalination by NF and RO processes for agricultural reuse. J. Water Process Eng. 22, 103–108. doi : 10.1016/j.jwpe.2018.01.015.
- Franck R., 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 165-170, 183-239p.
- Gaid A., (1984).** Épuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU, Alger, 261p.
- Gorisch U., 2008.** La Production de Biogaz. Edition Eugen Ulmer, p21.
- Idder A. Nezli I. E. Idder T. Cheloufi H. Serray A., 2016.** Intrusion minérale par modélisation géochimique dans les textures sableuses des sols. Le cas du Sahara septentrional algérien. J. Mater. Environ. Sci. 7 (10) : 3724-3729
- Idder T., 1998.** La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara Algérien. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiations proposées. L'exemple de Ouargla. Thèse de doctorat, Univ. Angers, 284p.
- Idder M. A. Bouammar B., 2005.** La protection de la palmeraie, une priorité absolue (cas de cuvette de Ouargla, journée d'étude sur l'agriculture saharienne, 17 et 18 mai 2005, institut de formation professionnelle, Saïd Otba Ouargla, 63p.
- Jardé E., 2002.** Thèse : composition organique des boues résiduaire des stations d'épuration lonaines ; caractérisation moléculaire et effets de la biodégradation.
- Keck G., Venus E., 2000.** Déchets et risques pour la santé » techniques de l'ingénieur. Traité de l'environnement.
- Kehila Y., Mezouari F. et Matejka G., 2009.** Impact de l'enfouissement des déchets solides urbains en Algérie : expertise de deux centres d'enfouissement technique (CET) à Alger et Biskra. Revue francophone d'écologie industrielle.
- Khadraoui A. 2006.** Eaux et sols en Algérie, gestion et impact sur l'environnement.
- Khadraoui A. Taleb S., 2008.** Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact sur le milieu.
- Khanal S. K., 2001.** Anaerobic biotechnology for bioenergy production: principles and applications. Ames, Iowa: Blackwell. Revues des énergies renouvelables, publication du CDER.
- Kherbouche D., 2005.** Valorisation énergétique de la biomasse : Production et Purification du biogaz obtenu à partir de la méthanisation sur sites algériens, Thèse de Magister, Université Abou-Bakr Belkaid, Tlemcen.

- Kouzmine Y., 2003.** L'espace saharien algérien, dynamiques démographiques et migratoires. *Maîtrise de Géographie, Université de Franche-Comté. U.F.R Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société, Institut de Géographie, Laboratoire THEMA*, 208 p.
- Ladjet F., 2006.** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.
- Larbi K., 2009.** Methanisation Des Boues De La Station D'épuration Urbaine De Hassi R'mel, Thèse de Magister, Université de Mostaganem.
- La Farge B. D., 1995.** Le Biogaz, Procédé de fermentation méthanique. Edition Masson, 237p.
- Lima Amarante J. A., 2010.** Biométhanisation des déchets putrescibles municipaux technologies disponibles et enjeux pour le Québec. Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- Madjouri H. Amouria H., 2007.** Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. de Ouargla, 85p.
- Marchaim U., 1992.** Biogas processes for sustainable development. Food & Agriculture Org.;
- Marchaim U., 1994.** Les Procédés de production de biogaz pour le développement de technologies durables (bulletin des services agricoles de la FAO N° 95, FAO, 221)
- Mata-Alvarez J., 2003.** Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes. London, IWA Publishing: 323
- Nesson C., 1978.** Evolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas Sahara algérien" In Recherches sur l'Algérie. *Mémoires et documents du CNRS, Nouvelle Série, vol. 17 : 7-91.*
- Nezli I.E. Achour S. Djabri L., 2007.** Approche géochimique des processus d'acquisition de la salinité des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'oued m'ya (Ouargla). *Larhyss Journal* n°6 : 121- 134.
- Nezli I.E. 2009.** Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la cuvette de Ouargla (Sud-Est algérien). *Séminaire international sur la protection des écosystèmes sahariens « IECO-SYS09 »*, Ouargla les13, 14 et 15 décembre 2009,
- ONA (2009).** Rapport de l'office national de l'assainissement d'Ouargla, Algérie
- Ozenda P., 1991.** Flore du Sahara. 2^{ème} édition, Ed : CNRS. Paris. 622p.
- Quist-Jensen C.A. Macedonio F. Drioli E., 2015.** Membrane technology for water production in agriculture : Desalination and wastewater reuse. *Desalination* 364, 17–32. doi : 10.1016/j.desal.2015.03.001
- René M., 2009.** La méthanisation. Edition Tec & Doc, p3-4.
- Richard C., 1996.** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
- Rouvillos-Brigol M., 1975.** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation milieu. Ed. Khyam. 367p.

Salhi A., 2017. Transformations spatiales et dynamiques socio-environnementales de l'oasis de Ouargla (Sahara algérien). Une analyse des perspectives de développement. Thèse de Doctorat en Géographie. Géographie. Aix-Marseille Université. Français.

Slimani R., 2003. Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. Mem. Ing. Eco et Env. Ecosystème STEPpique et saharien. Univ d'Ouargla.85p.

STEP de Ouargla, 2009 : données obtenus de la station d'épuration des eaux usées de Ouargla.

Taradat M. H., 1992. Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, canada. 537p.

Thomas O., 1995. Météorologie des eaux résiduaires. Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

Annexes

Annexes

Annexe I : Caractéristiques de la STEP de Ouargla

Nom de la station de lagunage	STEP OUARGLA		
Commune	OUARGLA		
Wilaya	OUARGLA		
Localités concernées par le traitement	C.Ouargla.-C. Rouissat. –C.Ain baida		
Superficie de l'assiette			
Milieu récepteur	Sebkhet Sefioune		
Procédé de traitement	Lagunage Aère		
Capacité de la station	400000	EQH	57000 m³/j
Nature des eaux brutes	Domestique		
Le dispositif d'assainissement de la ville est de type			
Alimentation en eau usée	Par 05 Stations de refoulement		
Impact de réalisation de la station	Lutte contre la remonté des eaux		
Groupement de réalisation - Génie civil - Equipements	DYWIDAC STRAGAG		
Date de mise en service de la station	2008		
Date de transfert de la station à l'ONA	2010		

Annexe II : Charge hydraulique des eaux brutes de la STEP de Ouargla

Paramètres	Unités	
Equivalent. habitant	EQ.H	400000
Volume journalier	m ³ /j	57000
Débit moyen de temps sec	m ³ /h	2375
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	3800
Débit maximal admis en temps de pluie	m ³ /h	8100

Annexe III : Charges polluantes des eaux brutes de la STEP de Ouargla

Paramètres	Unités	
Charge journalière en DCO	Kg/j	28039
Charge journalière en DBO ₅	Kg/j	14143
Charge journalière en MES	Kg/j	19561

Annexe VI : Charges polluantes des eaux épurées de la STEP de Ouargla

Paramètres	Concentration en mg/l	Rendement minimum d'élimination en %
DBO ₅	≤ 250	≥ 84
DCO	≤ 500	≥ 75
MES	≤ 343	≥ 85