



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

Université Oran2 Mohamed Ben Ahmed  
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département des Sciences de la Terre

Mémoire  
pour l'obtention du diplôme de Master  
En Sciences de la Terre  
Option : Hydrogéologie

**Thème :**

**SUIVI HYDROCHIMIQUE DE LA STATION D'EL  
KERMA A BOUE ACTIVEE  
(wilaya d'Oran) N.W. Algérie**

Présenté par **Mr Bouza Hocine**

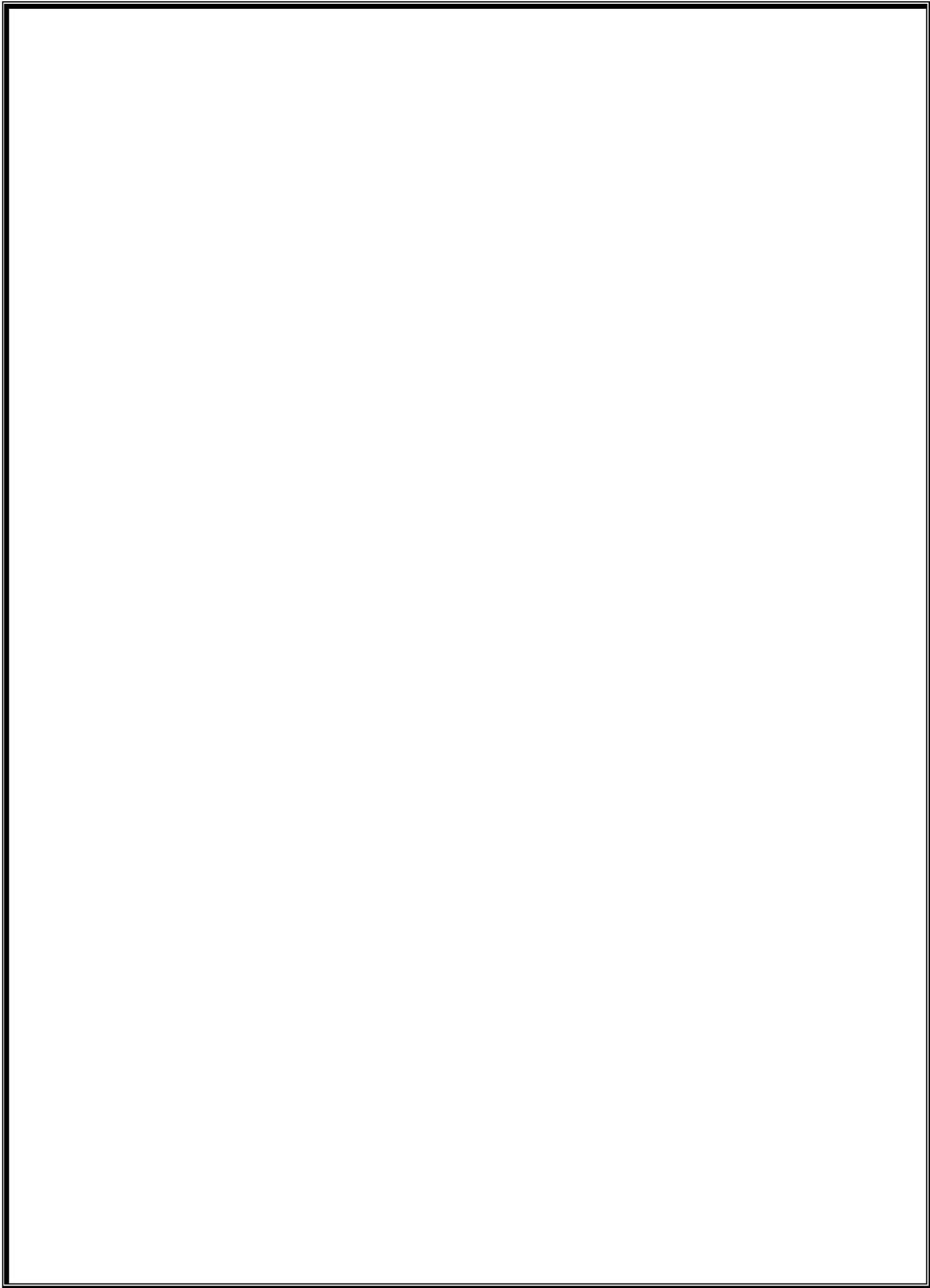
Devant les membres de jury :

**Mr BAICHE A.**  
**Mr BOURSALI T.**  
**M<sup>elle</sup> ABLAOUI H.**

**Président**  
**Encadreur**  
**Examinatrice**

**Université Oran 2**  
**Université Oran 2**  
**Université Oran 2**

Année 2019 - 2020



## Remerciements

Je remercie en premier lieu le bon Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté d'accomplir avec patience ce mémoire.

C'est avec un grand honneur que j'évoque la personne à qui j'ai une grande considération Mr BOURSALI TEWFIK qui a accepté non seulement mon encadrement le long de cette étude mais aussi tous les efforts qui m'a fourni par son soutien et son savoir pour réaliser ce travail.

Mes vifs et sincères remerciements à mes enseignants de notre faculté qui ont veillé pour nous transmettre tout leur savoir.

Je tiens à l'occasion à remercier le personnel de la SEOR et particulièrement Mr le chef de département de formation Mr METALSI.M et Mr ZENASNI.M qui m'ont facilité par leur accord, l'accès direct à la station d'épuration des eaux usées d'EL Kerma.

Je tiens aussi à remercier les responsables de la station d'EL Kerma Mme la directrice F.DJEZERI et le chef de service Mr M.TEFFAHI qui m'a fait visiter la station en me donnant des explications sur le fonctionnement et le rôle de chaque ouvrage depuis le début jusqu'à la fin.

J'éprouve un grand plaisir à remercier le Directeur et le chef de service de l'agence national des ressources hydrauliques d'Oran (ANRH) Mr KEBDANI et Mr M.BENABEDALLAH pour leur accueil chaleureux et la mise à ma disposition des documents pour consultation.

Je remercie également Mr SEDJELMACI N. ingénieur à l'agence de bassin hydrographique de l'Oranie pour son aide et ses conseils.

Et enfin, un grand merci à tous mes collègues de travail et mes amis qui n'ont jamais cessé de m'encourager durant ma préparation de ce mémoire de Master et en particulier ma consœur Mme FATIMA.Z.MEROUANE sur qui j'ai beaucoup compté durant toute la période de préparation de ce manuscrit.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mes très chers parents et mes très chers frères, et à la mémoire de tous mes très chers membre de ma famille qui nous ont quitté, que dieu garde leurs âmes dans son vaste paradis.

Quoi que je dise je ne saurai point vous remercier comme il se doit.

Votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes cotés à été ma source de force pour affronter mes obstacles que Dieu vous bénisse.

A mes très chères sœurs et à mes beaux frères.

A mes beaux parents.

A ma très chère femme.

A ma très chère petite fille.

A tous mes proches.

A tous mes Ami(e)s.

# SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Abstract	
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Caractéristique générale de la zone d'étude</b>	
1. Introduction.....	2
2. Cadre géographique.....	2
2.1 Cadre géographique général.....	2
2.2 Cadre géographique local.....	3
3. Géomorphologie.....	3
4. Hydrographie et Hydrologie.....	4
5. Climatologie.....	6
5.1 Pluviométrie.....	6
5.1.1 la station de mesures .....	6
5.1.2 l'évolution séculaire de la pluviosité .....	7
5.1.3 précipitations mensuelles.....	7
5.1.4 précipitations saisonnières .....	8
5.2 Température.....	10
5.3 Humidité relatif.....	11
5.4 Vents.....	12
5.5 Régime climatique.....	13
5.5.1 Représentation graphique.....	13
5.5.1.1 méthodes pluviométriques.....	13
5.5.2 Indices climatiques .....	14
5.5.2.1 indice d'aridité Annuel de DE MARTONNE.....	14
5.5.2.2 indice de STEWART.....	15
5.5.2.3 indice de L. EMBERGER.....	16
6. Géologie.....	17
6.1 Cadre géologique général.....	17

6.2 Cadre géologique local.....	18
7. Analyse structurale.....	20
8. Aperçu hydrogéologique.....	21
8.1 Présentation des principaux aquifères du secteur d'étude.....	22
8.1.1 l'aquifère des calcaires récifaux de Djebel Murdjadjo.....	22
8.1.1.1 nappe perchée.....	22
8.1.1.2 nappe libre intermédiaire.....	22
8.1.1.3 nappe captive.....	22
8.1.2 l'aquifère du Calabrien.....	23
8.1.3 l'aquifère des alluvions Plio-Quaternaire.....	23
8.2 piézométrie du secteur d'étude.....	24
9. Conclusion.....	25

## Chapitre II Généralités sur les eaux usées

1. Introduction.....	26
2. Classification des eaux usées.....	26
2.1 les eaux usées domestiques.....	26
2.2 les eaux usées d'origine industrielle.....	26
2.3 les eaux usées d'origine agricole.....	27
2.4 les eaux de ruissellement.....	27
3. pollution des eaux.....	27
3.1 Définition.....	27
3.2 Classification de la pollution.....	28
3.2.1 Pollution d'origine industrielle.....	28
3.2.2 Pollution d'origine agricole.....	29
3.2.3 Pollution d'origine urbaine.....	29
3.3 les principaux types de polluants.....	29
3.3.1 Substances organiques fermentescibles .....	29
3.3.2 Substances minérales nutritives.....	29
3.3.3 Hydrocarbures.....	29
3.3.4 Métaux lourds.....	29
3.3.5 Micro-organismes.....	30
4. Collecte et traitement des eaux usées.....	32
4.1 collecte des eaux usées.....	32
4.1.1 système unitaire.....	32
4.1.2 système séparatif.....	32
4.2 épuration des eaux usées.....	33
4.2.1 but d'épuration.....	33
4.2.2 les composés des eaux usées.....	33
4.2.3 les principes d'élimination des eaux usées.....	33
a) séparation physique.....	33

b) transformations biologiques.....	33
c) transformations chimiques.....	33
5. l'évaluation de la pollution.....	33
5.1 Les matières biodégradables.....	34
5.2 Les matières non biodégradables.....	35
5.3 Les matières azotées.....	35
6. Paramètres caractéristiques de l'effluent.....	35
6.1 matière en suspension (MES).....	35
6.2 composées organiques.....	35
7. Equivalent habitant.....	36
8. Normes international selon l'OMS.....	36
9. Les étapes de traitement des eaux usées.....	37
10. Conclusion .....	38

### **Chapitre III Description et procédés de traitement de la station d'épuration d'EL kerma**

1. Introduction.....	39
2. Historique de la station d'épuration d'EL kerma.....	39
3. Présentation de la station d'EL kerma.....	39
3.1 Une salle de contrôle.....	40
3.2 Le laboratoire de la station.....	40
3.3 La chaine de traitements.....	40
3.3.1 Prétraitement mécanique.....	41
3.3.2 Décantation primaire.....	41
3.3.3 Traitement biologique.....	41
3.3.4 Ouvrage de sortie et désinfection.....	41
3.3.5 La ligne de boue.....	42
3.3.6 Ouvrage d'épaississements mécanique des boues en excès.....	42
3.3.7 Ligne de biogaz.....	42
3.3.8 Ouvrage de déshydratation et stabilisation des boues .....	42
3.4 Les données de bases de la station d'épuration d'EL kerma.....	43
3.4.1 Débit d'eau usée.....	43
3.4.2 Charge polluante.....	43
4. Les étapes de fonctionnement de la station d'épuration d'el kerma.....	44
4.1 Le prétraitement.....	45
4.1.1 Dégrillage grossier fixe.....	45
4.1.2 Dégrillage fin mécanique.....	45
4.2 Dessablage déshuilage.....	46
4.3 Décantation primaire.....	46
4.4 Traitement à boue activée.....	47
4.5 Décantation secondaire.....	48

4.6	Le bassin d'homogénéisation mixte.....	49
4.7	Désinfection .....	50
4.8	By-pass général.....	50
4.9	Le bio filtre.....	51
4.10	Le préleveur automatique.....	51
5.	Les paramètres physico-chimiques.....	52
5.1	la température (T).....	52
5.2	le potentiel d'hydrogène.....	52
5.3	La conductivité électrique (CE).....	53
5.4	La demande biologique en oxygène (DBO5).....	53
5.5	La demande chimique en oxygène (DCO).....	53
5.6	Les matières en suspensions (MES).....	53
5.7	Les matières volatiles sèches (MVS).....	53
5.8	L'Oxygène dissous.....	54
5.9	L'azote total (N) ou ammoniacal N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	54
5.10	Les nitrites (NO <sub>2</sub> ).....	54
5.11	Les nitrates (NO <sub>3</sub> ).....	54
5.12	le phosphore (PT).....	54
5.13	les métaux lourds (ETM).....	55
6.	Le lagunage .....	55
7.	Conclusion.....	55

## Chapitre IV Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques

1.	Introduction.....	56
2.	Température.....	56
3.	Potentiel d'hydrogène.....	57
4.	Conductivité.....	59
5.	Matière en suspension (MES).....	61
6.	Demande chimique en Oxygène (DCO).....	62
7.	Demande biochimique en Oxygène ( DBO <sub>5</sub> ).....	63
8.	L'évaluation de la performance de la STEP.....	65
9.	Biodégradabilité.....	65
10.	Les paramètres de pollutions .....	65
10.1	les matières azotées.....	65
10.2	pollution phosphorée.....	69
10.3	Les métaux lourds.....	71
10.4	La pollution bactérienne.....	73
11.	Étape de lagunage.....	75
12.	conclusion .....	77
	Conclusion générale.....	78

## Liste des figures

### Chapitre I caractéristique de la zone d'étude

Figure 1 : carte de la situation géographique générale du secteur d'étude (Google Earth).....	2
Figure 2 : carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées d'EL Kerma (Google Earth).....	3
Figure 3 : structure générale de l'Oranie (A.Josph, 1997).....	4
Figure 4 : le sous bassin versant de la Sebkha d'Oran du côtier central Oranais (Agence du réseau hydrographique de Chott chergui).....	5
Figure 5 : Evolution séculaire de la pluviosité, Station Es sénia Oran(1980/2019).....	7
Figure 6 : Répartition mensuelle de la pluviométrie d'Es sénia Oran(1980/2019).....	8
Figure 7 : Précipitations saisonnières de la Station d'Es sénia (1980/2019).....	9
Figure 8 : les courbes représentatives des variations des températures moyennes mensuelles T °C mini, moy, max 1980/2019).....	11
Figure 9 : La courbe représentative de l'humidité relative en % (1987/2012).....	11
Figure 10 : courbe représentative des variations de vitesses du vent (1990/2001).....	12
Figure 11 : diagramme pluviométrique de la Station d'Es sénia Oran (1980/2019).....	14
Figure 12 : Abaque de l'indice d'aridité de De-Martonne.....	15
Figure 13 : Abaque de l'indice climatique d'Emberger.....	16
Figure 14 : carte géologique du Bassin de la grande Sebkha d'Oran(Benziane.A, 2013).....	18
Figure 15 : schéma de corrélation des sondages à Misserghine In Moussa.K, 2006).....	20
Figure 16 : schéma structurale de l'Oranie ( B.Fenet 1957 In M.ADDA, 2013).....	21
Figure 17 : principaux aquifères de l'Oranie ( d'après A.Joseph, 1979 In M.ADDA, 2013...)	21
Figure 18 : coupe hydrogéologique schématique du Djebel Murdjadjo(M.I.Hassani, 2013)..	23
Figure 19 : carte piézométrique du secteur d'étude (d'après SOGREAH, 1997).....	24
<b>Chapitre II Généralités sur les eaux usées</b>	
Figure 20 : Virus vue au Microscope.....	30
Figure 21 : schéma d'une Bactérie.....	31

Figure 22 : Groupe de Bactéries vues au microscope.....	31
Figure 23 : Protozoaire vues au microscope avec un grossissementx200.....	31
Figure 24 : groupe d'Ascaris.....	32
Figure 25 : Etapes de traitement des eaux usées ( TALEB.M.K, 2006).....	37

### **Chapitre III Description et procédés de traitement de la Station d'épuration d'EL Kerma**

Figure 26 : situation de la station d'épuration d'EL Kerma (Google Earth).....	40
Figure 27 : maquette de la Station d'EL Kerma.....	43
Figure 28 : Le dégrillage.....	45
Figure 29 : ouvrage de dessablage déshuilage.....	46
Figure 30 : Bassin de décantation primaire.....	47
Figure 31 : Bassin d'aération.....	48
Figure 32 : Bassin de décantation secondaire.....	48
Figure 33 : Vis d'Archimède.....	49
Figure 34 : Table d'égouttage.....	49
Figure 35 : Digesteur anaérobie.....	50
Figure 36 : Tank chlore gazeux.....	50
Figure 37 : Evaporateur de chlore.....	50
Figure 38 : By pass général.....	51
Figure 39 : Bio-filtre.....	51
Figure 40 : préleveur automatique.....	52

### **Chapitre IV Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques**

Figure 41 : Variation de température des eaux brutes et des eaux épurée mois de janvier 2019.....	57
Figure 42 : Variation de la valeur du PH à l'entrée et sortie de la STEP au Mois de janvier 2019.....	58
Figure 43 : Variation journalière de la conductivité électrique au Mois de janvier 2019....	60

Figure 44 : Variation de MES des eaux brutes et des eaux épurées au Mois de janvier 2019.....	62
Figure 45 : Variation de la demande chimique en Oxygène (DCO) des eaux brutes et des eaux épurées au mois de janvier 2019.....	62
Figure 46 : Variation biochimique en Oxygène (DBO5) des eaux brutes et des eaux épurées au Mois de Janvier 2019.....	64
Figure 47 : Variation journalière de la teneur en Nitrate des eaux brutes et épurées dans la Station d'EL Kerma au Mois de Janvier 2019.....	67
Figure 48 : Variation journalière des Nitrites avant et après le traitement à la Station d'EL Kerma au Mois de Janvier 2019.....	68
Figure 49 : Variation journalière des Ammoniums avant et après le traitement de la STEP d'EL Kerma au Mois de Janvier 2019.....	69
Figure 50 : Variation journalière du phosphore Total de la STEP d'EL Kerma au mois de Janvier 2019.....	70
Figure 51 : Variation des valeurs des Métaux lourds à l'entrée et sortie de la STEP au Mois de Janvier 2019.....	71
Figure 52 : Variation journalière des Métaux lourds avant et après le traitement au Mois de Février 2019.....	72
Figure 53 : Variation journalière des valeurs des Métaux lourds au Mois d'Avril 2019 à l'entrée et sortie de la STEP.....	73
Figure 54 : schéma hydraulique de la conduite d'eau traitée vers la Station de Lagunage.( Talablouma.R, 2018 projet pilote ONID).....	76
Figure 55 : Le système de lagunage.....	76

## Liste des tableaux

Tableau 1 : valeurs des précipitations annuelles de la station d'Es sénia(1980/2019).....	6
Tableau 2 : valeurs moyenne mensuels des précipitations (1980/22019).....	8
Tableau 3 : précipitations saisonnières de la Station d'Es sénia (1980/2019).....	9
Tableau 4 : Valeurs des températures moyenne mensuelles Station Es sénia(1980/2019)...	10
Tableau 5 : humidité relative en % Station Es sénia Oran (1987-2012).....	11
Tableau 6 : les vitesses moyennes mensuelles de la Station d'Es Sénia(1990/2001).....	12
Tableau 7 : les températures et précipitations moyennes mensuelles de la Station d'Es sénia(1980/2019).....	13
Tableau 8 : les différents types de pollution selon la nature des substances polluantes (LEVEQUE, 1996) (TALEB.M.K,2006).....	28
Tableau 9 : classification des composées des eaux usées suivant leur taille (Bassompierre, 2007 In Boukerroucha.A.A, 2011).....	34
Tableau 10 : les différents débits des eaux usées dans la STEP d'EL Kerma (Notice d'exploitation STEP, 2006).....	44
Tableau 11 : la charge massique des différents paramètres physico-chimiques (Notice d'exploitation STEP, 2006).....	44
Tableau 12 : caractéristiques de l'ouvrage de dégrillage.....	45
Tableau 13 : valeurs des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP Janvier 2019...	56
Tableau 14 : valeur du PH à l'entrée de la STEP.....	58
Tableau 15 : valeur du PH à la sortie de la STEP.....	59
Tableau 16 : valeurs de conductivité du Mois de Janvier à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois de janvier 2019.....	60
Tableau 17 : valeurs des MES avant et après le traitement au Mois de janvier 2019.....	61
Tableau 18 : valeur de DCO à l'entrée et sortie de la STEP au mois de janvier 2019.....	63
Tableau 19 : valeur de DBO5 avant et après le traitement au Mois de janvier 2019.....	64
Tableau 20 : variation journalière des Nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois de janvier 2019.....	66
Tableau 21 : variation journalière des Nitrites avant et après le traitement janvier 2019...	68

Tableau 22 : variation journalière des Ammoniums avant et après le traitement janvier 2019.....	69
Tableau 23 : valeurs du phosphore total à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois de janvier 2019.....	70
Tableau 24 : valeurs des Métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois de janvier 2019.....	71
Tableau 25 : valeurs des Métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois de février 2019.....	72
Tableau 26 : valeur journalière des Métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la STEP au Mois d'Avril.....	72
Tableau 27 : valeurs des Bactéries coliformes et Escherichia coli (janvier 2019).....	74
Tableau 28 : valeurs des Bactéries coliformes et Escherichia coli (février 2019).....	74
Tableau 29 : valeurs des Bactéries coliformes et Escherichia coli (avril 2019).....	74

## RÉSUMÉ

Les eaux usées sont à l'origine des principales causes de la pollution, qui est due essentiellement aux activités humaines à savoir, pollution domestique, industrielles et agricoles. Ces eaux sont susceptibles de renfermer et de véhiculer une grande variété de polluant organique, d'agent pathogène, des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds des micropolluants, des micro-organismes, et des hydrocarbures, présentant ainsi un grand danger et risque pour l'environnement et pour l'homme.

Pour faire face à ce grand problème et pour protéger notre milieu et ressources naturelles, l'état a décidé de construire une station d'épuration des eaux usées tel que la station d'épuration d'EL Kerma. Cette station collecte, à partir des canalisations d'assainissement des eaux usées de la commune d'EL Kerma, d'Es Sénia, Sidi Chahmi, Bir El Djir et Oran. Ces eaux vont être traitées par voie physicochimique et biologique, ensuite par système de lagunage réalisé au niveau de la station de l'ONID (office national d'irrigation et de drainage). A la fin ces eaux sont destinée à l'irrigation des terrains agricoles ou bien rejetées à la mer, quant à la boue elle sera dégagée et transportée vers la décharge de la sebka.

Ce manuscrit commence par une étude exhaustive du cadre physique de la région du point de vu climatologie géologie et hydrogéologie ; l'objectif de ce travail est aussi d'écrire et expliquer le fonctionnement et les étapes de traitement au niveau de la station d'EL Kerma et d'évaluer la qualité de traitement physico-chimique à partir des analyses des eaux brutes et des eaux traitées effectuées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

La présente étude permet aussi d'analyser et d'interpréter les résultats obtenus au niveau de la station d'EL Kerma, soit par voie physicochimique avant et après le traitement des éléments suivants : PH, DBO5, MES, AZOTE, PHOSPHORE et les MÉTAUX LOURDS. Ces derniers sont soumis à la comparaison aux normes Algériennes.

Nous constatons dans l'ensemble que les effluents traitées à la station d'épuration d'EL Kerma répondent aux normes Algériennes des rejets dans le milieu naturel arrêté par le ministère des ressources en eau (le journal officiel de la république algérienne n°41 du 15juillet 2012).

**Mots clés :** Eaux polluées – Assainissement – Effluent - Station d'épuration.

## ABSTRACT

Wastewater, it's at the origin of the main causes of pollution, which is due to human activities, whether domestic, industrial, agricultural, these waters are likely to contain and transport a wide variety of organic pollutants and pathogens. toxic products, solvents, heavy metals, micropollutants, micro-organisms, hydrocarbons, present a great danger and risk for the environment and for man.

To face this big problem and to protect our environment and natural resources, the state found it very essential and necessary to build a wastewater treatment plant such as the EL kerma treatment plant, which collects from the sewage treatment pipes of the municipality of EL kerma, es senia, sidi chahmi, bir el djir and Oran. these waters will be treated by physicochemical and biological means, then by lagooning system carried out at the level from the station of the ONID (national office of irrigation and drainage), intended for the irrigation of the agricultural grounds or to reject in the sea, as for the mud will be released and transported to the discharge of the sebkha.

We started this modest work with an exhaustive study of the physical framework of the region from the point of view of geology, hydrogeology and climatology; the objective of this work is to show the operation and the stages of treatment at the EL kerma station and to assess the quality of physico-chemical treatment of the station, which results in water analyzes raw and treated water carried out at the return and exit of the Step.

The present study makes it possible to analyze and translate the results obtained by the treatment techniques used which took place at the level of the EL kerma station, that is to say by physicochemical route before and after the treatment concerning, PH, BOD5, MES , NITROGEN, PHOSPHORUS and heavy metals, are compared to Algerian standards

We note on the whole that the effluents treated at the treatment plant of EL kerma meet the Algerian standards for discharges into the natural environment adopted by the Ministry of Water Resources (the official journal of the Algerian Republic No. 41 of July 15, 2012).

Keywords: polluted water, sanitation, effluent, treatment plant.

## **Introduction générale**

L'eau peut assurer plusieurs fonctions dans notre vie quotidienne, besoins domestiques (consommation des ménages), besoin industriel et irrigation ou aussi pour produire de l'électricité. Cette substance devient de plus en plus demandée ces derniers temps surtout dans les régions caractérisées par un climat aride et semi aride. De nouveau développement économique et social, la croissance démographique et l'augmentation des surfaces irriguées, face à une sécheresse persistante, ont fait que la région d'Oran lutte contre une pénurie d'eau importante. Pour faire face à ce problème, l'optimisation de l'utilisation ainsi que sa préservation contre la pollution s'avère plus qu'indispensable et passe par une meilleure gestion des polluants. Pour cela l'Algérie a consacré un budget pour la construction des stations d'épuration des eaux usées, pour lutter contre le gaspillage des eaux potables utilisées, mais aussi pour la préservation des milieux naturels et notamment les eaux de surfaces et souterraines. La contribution à la réutilisation des eaux épurée sert à combler le déficit d'eau conventionnelle, son utilisation dans les industries et l'irrigation peut diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité.

Le but de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la STEP d'EL Kerma. Il concerne l'élimination de la charge polluante des eaux usées qui correspond soit à la pollution carbonée (Demande chimique en oxygène DCO et de et demande biochimique en oxygène pendant 5 jours DBO<sub>5</sub>), soit aux matières en suspensions MES, la conductivité, le potentiel d'hydrogène PH, et la température T et ainsi dégager les problèmes rencontrés durant les procédés de traitement.

Deux stations d'épuration à boues activée existent à l'Ouest Algérien : la STEP de Cap Falcon et la STEP d'EL Kerma. Cette dernière est retenue comme sujet de notre étude, dans laquelle on a pu accéder et suivre le fonctionnement des différents ouvrages depuis l'entrée des eaux usées jusqu'à la sortie des eaux épurées. Et ceci malgré la courte durée passée dans cet établissement (05 jours) à cause de la pandémie « Covid 19 » qui sévit depuis le mois de mars 2020 à nos jours où tous les organismes et établissements étatiques ou privés ont fermé leurs portes.

## 1. Introduction :

Le secteur d'étude situé au Sud de la wilaya d'Oran dans la commune d'EL Kerma appartient au sous bassin du grand bassin versant de la sebkha d'Oran et plus exactement à sa bordure Nord-est, où est implanté la plus grande station d'épuration considérée comme la première en Algérie. Elle a pour rôle le traitement des eaux usées du groupement urbain de l'Oranie.

## 2. Cadre géographique :

### 2.1 Cadre géographique général :

La région d'étude est limitée au Nord par la commune d'Es Sénia, au Sud par la plaine de la M'Léta, à l'Ouest par la Sebkhha d'Oran et à l'Est par la plaine de Tafraoui et la plaine de Tlélat (figure 1).



Fig. n°1 : Carte de la situation géographique générale du secteur d'étude (Google Earth 15/05/2020).

2.2 cadre géographique local :(fig. n°02)

La zone d'étude est située à 12 km au Sud-est de la ville d'Oran, et à la limite Nord-est de la grande sebkha. Elle est limitée à l'Est par la commune d'EL Braya, à l'Ouest par la commune de Bouyacour et au Sud par la région de Hamoul.

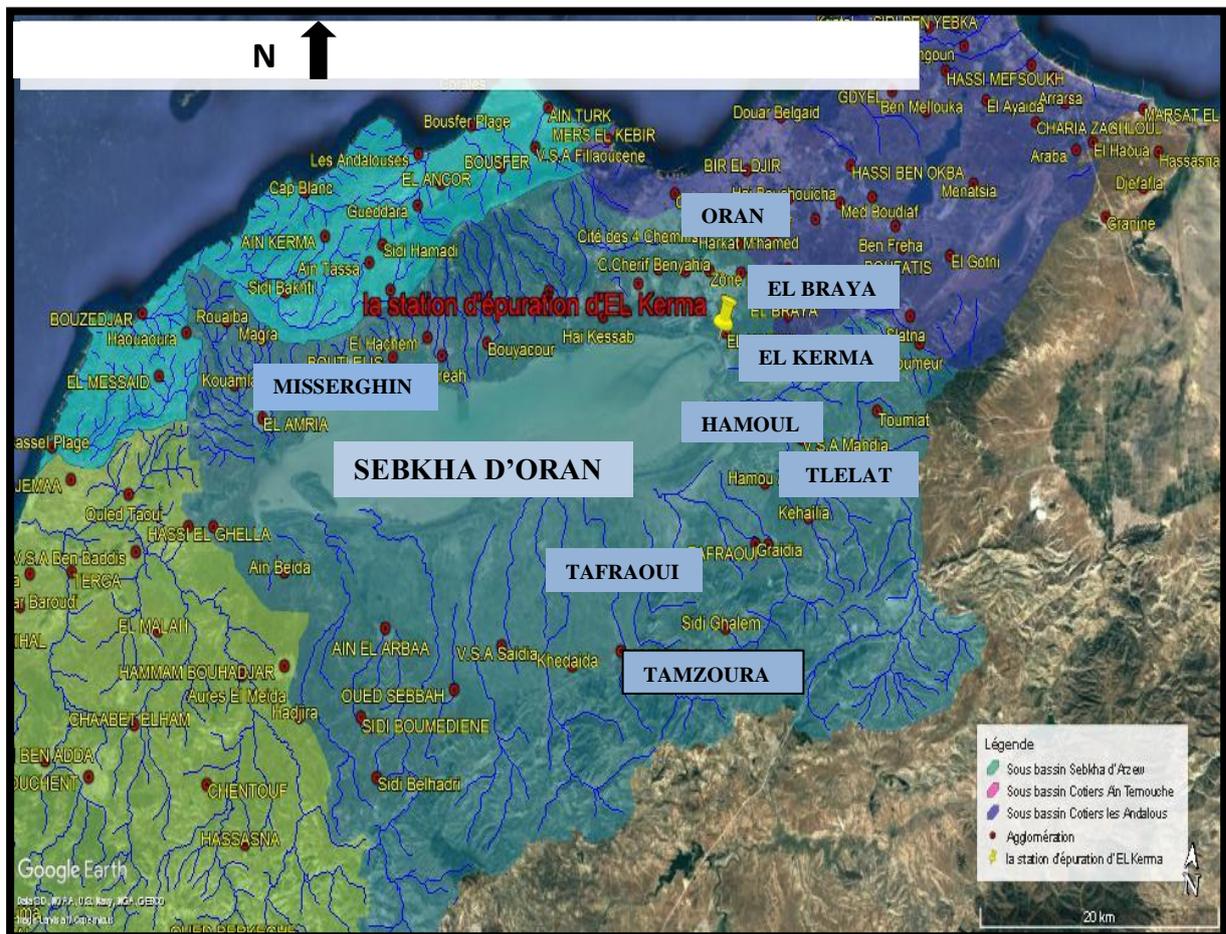


Fig. n°2 : Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) d'El Kerma -ORAN (Source: Google Earth).

3. Géomorphologie :

La région de l'Oranie est représentée par trois sillons :

- le sillon septentrional correspond à la plaine des andalouses, la plaine de Bousfer, le plateau de hachicha et de djebel Murdjadjo au Nord et par l'alignement du massif de l'Ouarsenis, des Monts des Beni chougrane et des Tessala au Sud.
- Le sillon median est le prolongement à l'ouest du sillon de Chélif

- le sillon méridional aligné sur Marnia, Sidi Bel Abbes et Mascara formant le bassin de la Tafna. L'ensemble est orientés WSW-ENE. A la partie Nord des massifs littoraux au niveau de djebel Murdjadjo présente une morphologie bien développée ; le versant Sud est fortement entaillé par une série d'oueds et le versant Nord orienté vers la mer, il est formé de hautes falaises (fig. n°3).

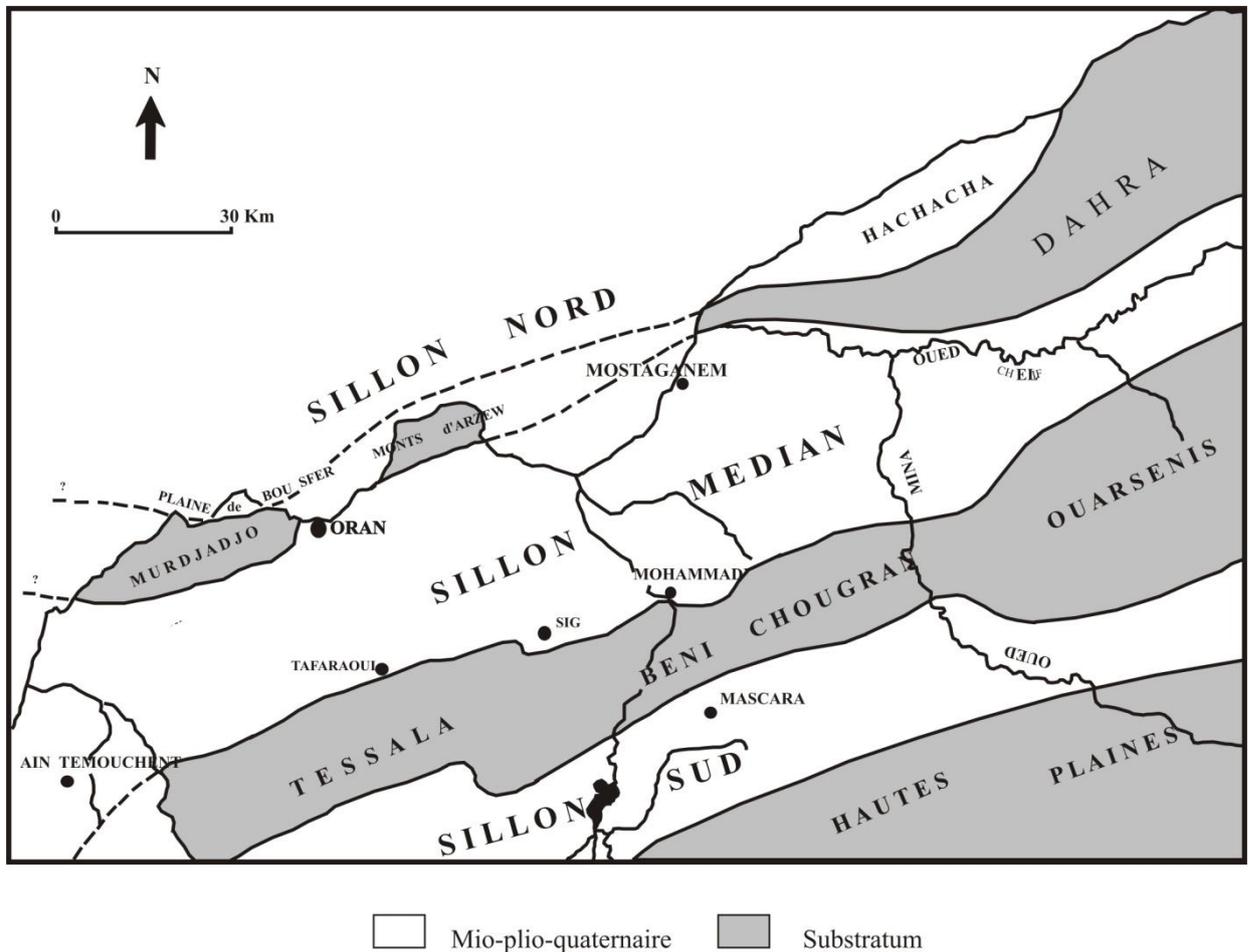


Fig. n°3 : Structure générale de l'Oranie ( A.Joseph, 1979 ).

#### 4. Hydrographie :

Notre région fait partie du plateau d'Oran qui correspond au sous bassin versant de la sebkha d'Oran caractérisé par deux grands écoulements ; le premier provenant des massifs de Tessala formés par l'Oueds de Tafraoui d'une longueur de 14 km , l'Oued de Tamzoura d'une longueur de 20 km atteint la grande sebkha par Chaabat Es Ssadla, Oued El haimour long de 25 km se déverse dans la sebkha, Oued El Ghassoul long de 12 km relie à la Sebkhia par un canal de 5km et Oued el Besbes long de 36 km qui se déverse à l'Est de Djezira. Le deuxième écoulement provient des Monts de Murdjadjo formé par l'Oueds Misserghine, Oued El Dalia et Oued Tamsalmat (kacem .M . 2006, fig. n°4).



**Fig. n°4 : Le sous bassin versant de la Sebkhah d'Oran du côtier central oranais (Agence du réseau hydrographique de Chott Chergui).**

L'étendue de la wilaya d'Oran présente trois sous bassins versants le sous bassin versant des salines d'Arzew situé au Nord-est de la wilaya, le sous bassin côtier de Ain Turk situé à l'Ouest et sur le versant Nord de djebel Murdjadjo, le sous bassin versant de la sebkhah d'Oran qui est un bassin endoréique en forme d'une grande cuvette ; l'ensemble de ces sous bassins versant constitue le sous bassin versant côtier Oranais (Bouklia.H, 2011). La station d'épuration d'El Kerma située dans la zone inondable et faiblement ruisselante (Bouazza.s , 2013 ) presque à la limite de la bordure Nord de la sebkhah d'Oran et à l'Ouest par le flanc Sud de Murdjadjo et le plateau de Hassis à l'Est, donc cette zone sera le siège d'une infiltration qui alimentera la nappe phréatique par contre les rejets des eaux épurées vont directement dans l'exutoire qui correspond au bassin endoréique de la Sebkhah d'Oran.

## 5. Climatologie :

Pour l'étude du climat de la région nous nous sommes basés sur les données enregistrées à la station d'Oran Es-Sénia située à l'aérodrome et qualifiée de station professionnelle au sein de l'Organisation Météorologique mondiale (OMM). Cette station pluviométrique est située à 35°43'N de latitude et 00°36' W de longitude et se trouve à 90 m d'altitude. Les données de précipitations et de températures utilisées dans cette partie couvrent la période allant de 1980 à 2019.

### 5.1 Pluviométrie :

#### 5.1.1 Station de mesures :

Les données résumées dans le tableau n°1 proviennent des fichiers hydro-climatologiques mensuels de l'Agence National des Ressources Hydrauliques d'Oran (A.N.R.H).

**Tableau n°1 : Valeurs des précipitations annuelles de la station d'Es Sénia (1980-2019).**

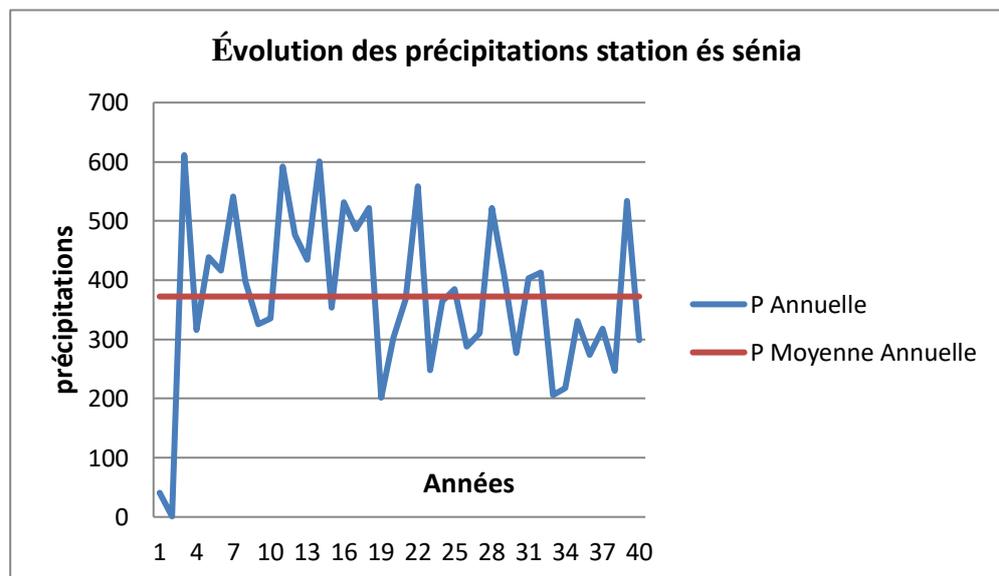
Ordre	Année	P (mm) Annuelle	Ordre	Année	P (mm) Annuelle
1	1980	41,1	21	2000	368,1
2	1981	1	22	2001	558,1
3	1982	611,3	23	2002	248
4	1983	315,7	24	2003	364
5	1984	439,2	25	2004	385
6	1985	415,7	26	2005	288
7	1986	541,3	27	2006	310
8	1987	397,5	28	2007	522
9	1988	325,7	29	2008	409
10	1989	335,6	30	2009	277
11	1990	591,7	31	2010	403
12	1991	476,6	32	2011	413
13	1992	434,3	33	2012	206
14	1993	600,7	34	2013	218
15	1994	353,5	35	2014	331
16	1995	531,8	36	2015	274
17	1996	486,6	37	2016	318
18	1997	521,9	38	2017	247
19	1998	201,5	39	2018	534,1
20	1999	303,2	40	2019	298,6

### 5.1.2 L'évolution séculaire de la pluviosité :( Fig. n°05)

Pendant une assez longue période allant de 1980 à 2019 (soit 40 ans), les données anciennes et récentes de la pluviométrie relevées à la station d'Oran, permettent de nous donner une vision globale des différents aspects pluviométriques caractérisant toute la région d'Oran. Sauf, exception en 1980 et 1981 où la pluviométrie est pratiquement inexistante, la suite est marquée par deux périodes :

1- Première période allant de 1982 à 1998 : Cet intervalle est marqué par une période humide dépassant largement la moyenne pour certaines années.

1- Deuxième période allant 1998 à 2019 : Durant cette période on note, à l'exception de quelques pics, une pluviosité assez pauvre bien en dessous de la moyenne.



**Fig. n°5 : Evolution séculaire de la pluviosité, station Es Sénia Oran (Période, 1980-2019).**

### 5.1.3 Précipitations mensuelles :

D'après le tableau n°2 et la figure 06 nous remarquons que :

- Le module pluviométrique annuel est de 374,52 mm.
- Le minimum est enregistré en Juillet et Août. Avec respectivement 1,77 et 4,21 mm.
- Le maximum en novembre avec 62,43 mm.

Tableau n°2 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations (Période, 1980-2019).

Station pluviométrique Es-Sénia Oran												
Janvier	Février	Mars	Avril	mai	juin	Juillet	aout	sept	oct	Nov	Déc	Année
48,85	43,03	36,84	31,07	27,1	6,11	1,77	4,21	17,03	49,38	62,43	46,7	374,52

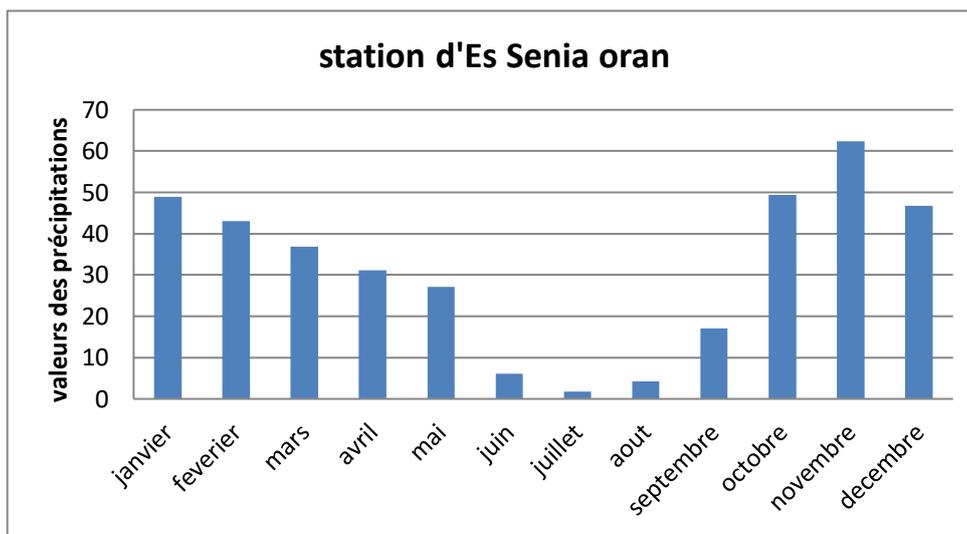


Fig. n°6 : Répartition mensuelle de la pluviométrie d’Es Sénia Oran (Période, 1980-2019).

**5.1.4 Précipitations saisonnières (fig. n°7) :**

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique de la région d'étude, nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison de la même période (1980-2019) au niveau de la station d'Oran (Tableau n°3). Le calcul ainsi fait montre que malgré la grande irrégularité des précipitations, les pluies d'hiver sont toujours les plus importantes devant celle du printemps et de l'automne avec un pourcentage de 37%. Tandis que la saison d'été est la moins pluvieuse. Cette période estivale est marquée par un pourcentage très faible de l'ordre de 3,22% caractérisant ainsi un régime saisonnier H.A.P.E.

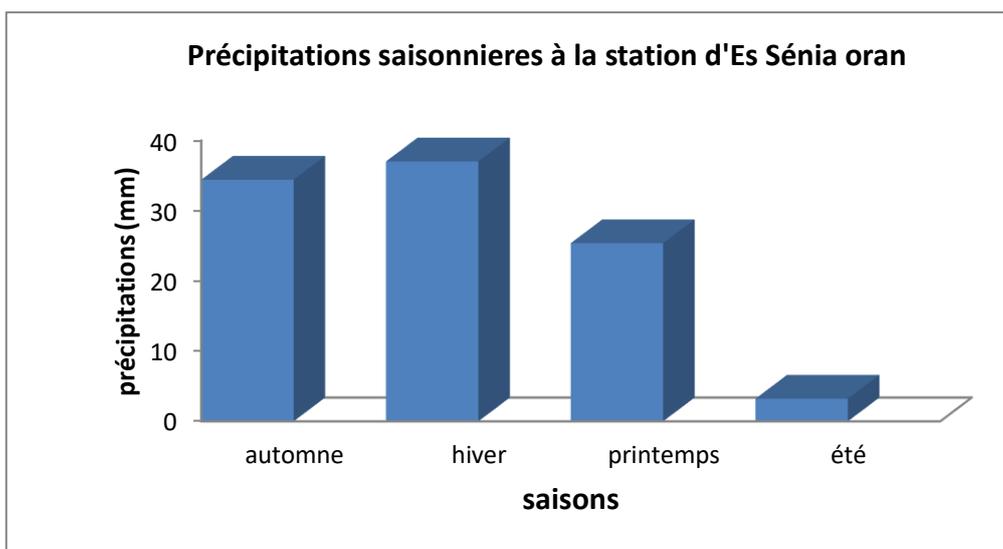


Fig. n°7 : Précipitations saisonnières à la station d’Es-Senia (Période, 1980-2019).

Tableau n°3 : Variations saisonnières des précipitations à la station d’épuration d’Es-Sénia (Période, 1980-2019).

MOIS	Station pluviométrique Es Sénia oran												
	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	Juin	Juillet	Aout	Total
Précipitations Moyennes mensuelles (mm)	17,03	49,38	62,43	46,7	48,85	43,03	36,84	31,07	27,1	6,11	1,77	4,21	
Précipitations Saisonnières (mm)	128,84			138,58			95,01			12,09			374,52
Précipitations Saisonnières en %	34,40			37,00			25,36			3,22			100%

### 5.2 La température :

La température est une donnée indispensable pour l'étude du climat. Les maximums et les minimums ainsi que leurs moyennes durant la période (1980-2019) sont représentés dans le tableau n°4. La moyenne des températures annuelles de la même période au niveau de la station d'Es Sénia est : 17,87 °C.

**Tableau n°4 : Valeurs des températures moyenne mensuelles station És-Sénia (Période, 1980-2019).**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	août	Sept	Oct	Nov	Dec
T°C mini	5,50	6,65	8,37	10,44	13,42	16,94	19,57	20,18	17,81	14,15	9,88	6,91
T°C max	16,34	17,19	19,43	21,38	23,89	27,4	30,38	31,22	28,54	25,22	20,42	17,38
T°C moy	11,1	11,92	13,9	15,91	18,65	22,17	24,97	25,7	23,17	19,68	15,15	12,14

La figure n°8, représente les variations mensuelles des minima, des maxima et de leurs moyennes à la station d'Es sénia pour la période 1980-2019.

Aucune valeur négative n'apparaît au niveau de la courbe des minima. Les valeurs débutent par 5,50 °C en janvier pour croître régulièrement et atteindre un maximum de 20,18 °C en Août, suivie ensuite d'une décroissance jusqu'à décembre avec un minimum de 6,91 °C. La courbe représentative des maximums est comprise entre 16,34°C en janvier et 31,22 °C en Août.

En résumé, sur une série d'année comprise entre 1980 et 2019, le mois le plus froid est janvier de 11,10°C et le mois le plus chaud est Août de 25,7°C.

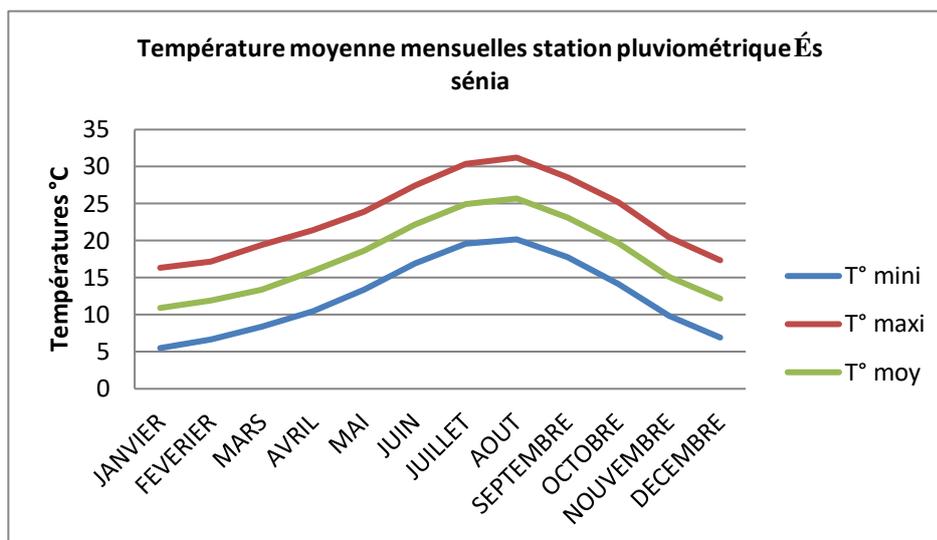


Fig. n°8 : Courbes représentatives des variations des températures moyennes mensuelles (T°Cmini, T°Cmoy, T°Cmax) période, 1980-2019.

5.3 Humidité relative (fig. n°09) :

A la station d'Es Sénia (1987-2012) les moyennes mensuelles d'humidité relative varient de 67,6% en été ( juillet ) à 79% en hiver ( janvier ) . La moyenne annuelle relative étant de 71,21% (Tableau n°5).

Tableau n°5 : Humidité relative en % station Es Sénia Oran (Période, 1987-2012).

Mois	jan	fev	mars	avril	Mai	juin	juillet	Août	sept	Oct	nov	dec
humidité relative en%	79	77	72	70	67,6	67,6	67	67,1	68,8	71,1	73,1	74,3

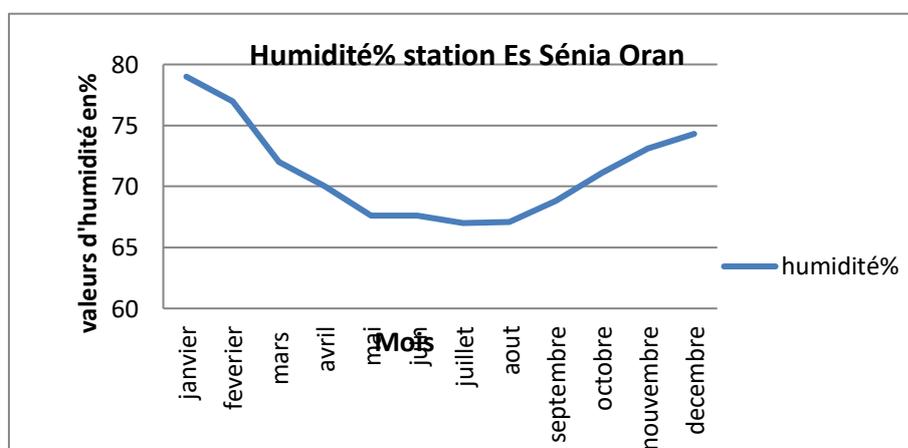


Fig. n°9 : Courbe représentative de l'humidité relative en % (Période, 1987-2012).

D'après la courbe obtenue de l'humidité relative on observe une certaine variation du taux d'humidité durant la période allant de 1987 à 2012, où la courbe présente une descente du mois de janvier 79% jusqu'au mois juillet 67%, avec une remontée à partir du mois d'août jusqu'au mois de décembre avec un taux de 74,3%.

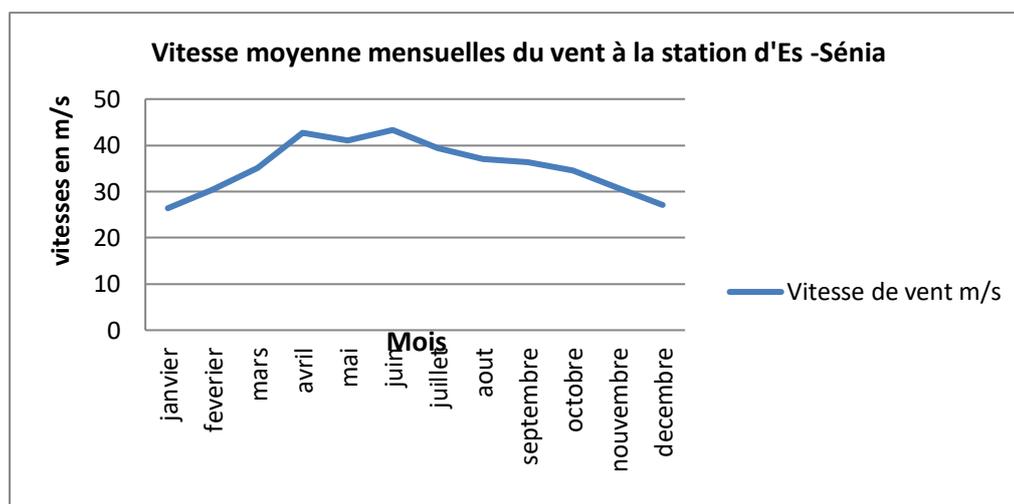
**5.4 Les vents :**

D'après la figure n°10 et le Tableau n°6, la courbe présente un pic lié au moins de juin où la vitesse du vent atteint un seuil de 43,31 m/s, puis redescend jusqu'à une valeur plus basse enregistrée au mois de décembre (27,15 m/s).

La vitesse moyenne annuelle des vents est de 35,35 m/s avec des directions prédominantes d'Ouest et Ouest-Sud-ouest.

**Tableau n°6 : Les vitesses moyennes mensuelles à la station d'Es Sénia (Période 1990-2001).**

Mois	Jan	Fev	mars	Avril	mai	Juin	juillet	août	sept	Oct	Nov	Dec
V. Moy m/s	26,38	30,46	35,07	42,69	41,1	43,31	39,38	37,1	36,38	34,53	30,76	27,15



**Fig. n°10 : Courbe représentative des variations des vitesses du vent (Période, 1990-2001).**

### 5.5 Le régime climatique :

Dans un pays comme l'Algérie, il est indispensable de préciser le type de climat où le contact entre le climat méditerranéen au Nord et le climat désertique au Sud est important.

Les méthodes possibles sont nombreuses. Elles reposent soit sur une visualisation graphique des paramètres, soit sur le calcul d'indices permettant de préciser le climat qui domine la région.

#### 5.5.1 Représentation graphique :

##### 5.5.1.1 Méthode pluvio-thermique (Tableau n°7) :

Selon F. Bagnoul et H. Gaussen, un mois sec est celui où le total moyen des précipitations est inférieur ou égal au double de la température.

$$P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cette relation permet d'établir un diagramme pluvio-thermique sur lequel les températures sont portées à une échelle double de celle des précipitations. La courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations pendant les mois secs.

A la station d'Es Sénia, la saison sèche débute à partir du mois d'avril et se termine à la fin du mois de septembre (figure n°11).

**Tableau n°7 : Températures et précipitations moyennes mensuelles à la station d'Es-Sénia (Période, 1980-2019).**

Mois	Jan	fev	Mars	avril	mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
P mm	48,85	43,03	36,84	31,07	27,1	6,11	1,77	4,21	17,03	49,38	62,43	46,7
T°C	11,1	11,92	13,9	15,91	18,65	22,17	24,97	25,7	23,17	19,68	15,15	12,14

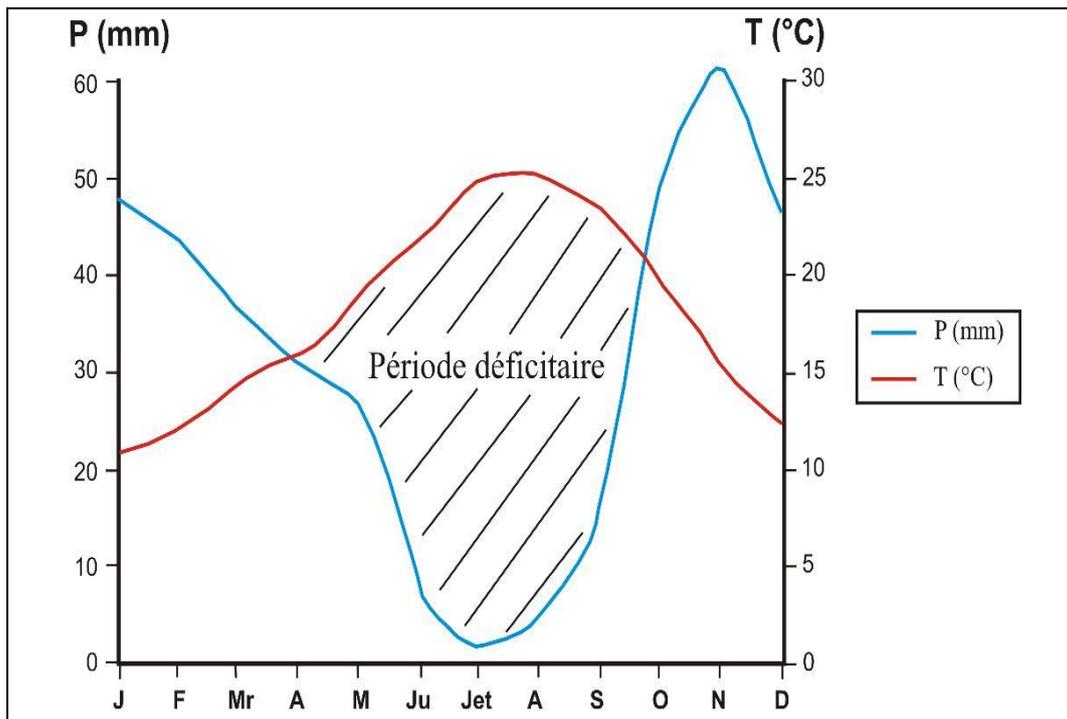


Figure n°11 : Diagramme pluviothermique à la station d'Es-Sénia (Période, 1980-2019).

### 5.5.2 Indice climatique de la zone d'étude :

#### 5.5.2.1 Indice d'aridité de DE-Martonne :

C'est en 1923 que le géographe DE-Martonne se fondant sur la distribution des précipitations et des températures proposa de classer les stations d'observations suivant un indice d'aridité.

##### 5.5.2.1.1 Indice d'aridité Annuel :

$$I = p / (T+10)$$

**I** : indice d'aridité annuel

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm)

**T** : température moyenne annuelle (°C)

#### Pour :

- $20 < I < 30$  climat tempéré
- $10 < I < 20$  climat semi-aride
- $7,5 < I < 10$  climat steppique
- $5 < I < 7,5$  climat désertique

-  $I < 5$  climat hyperaride

$P = 374,52 \text{ mm}$     $T = 17,38 \text{ °C}$    donc    $I = 13,67$

Pour la station d'Es-Sénia (période, 1980-2019), l'indice d'aridité « I » est compris entre 10 et 20 dénotant un climat semi-aride. Ceci est vérifié graphiquement par la représentation de la station sur le diagramme de De Martonne (figure n°13).

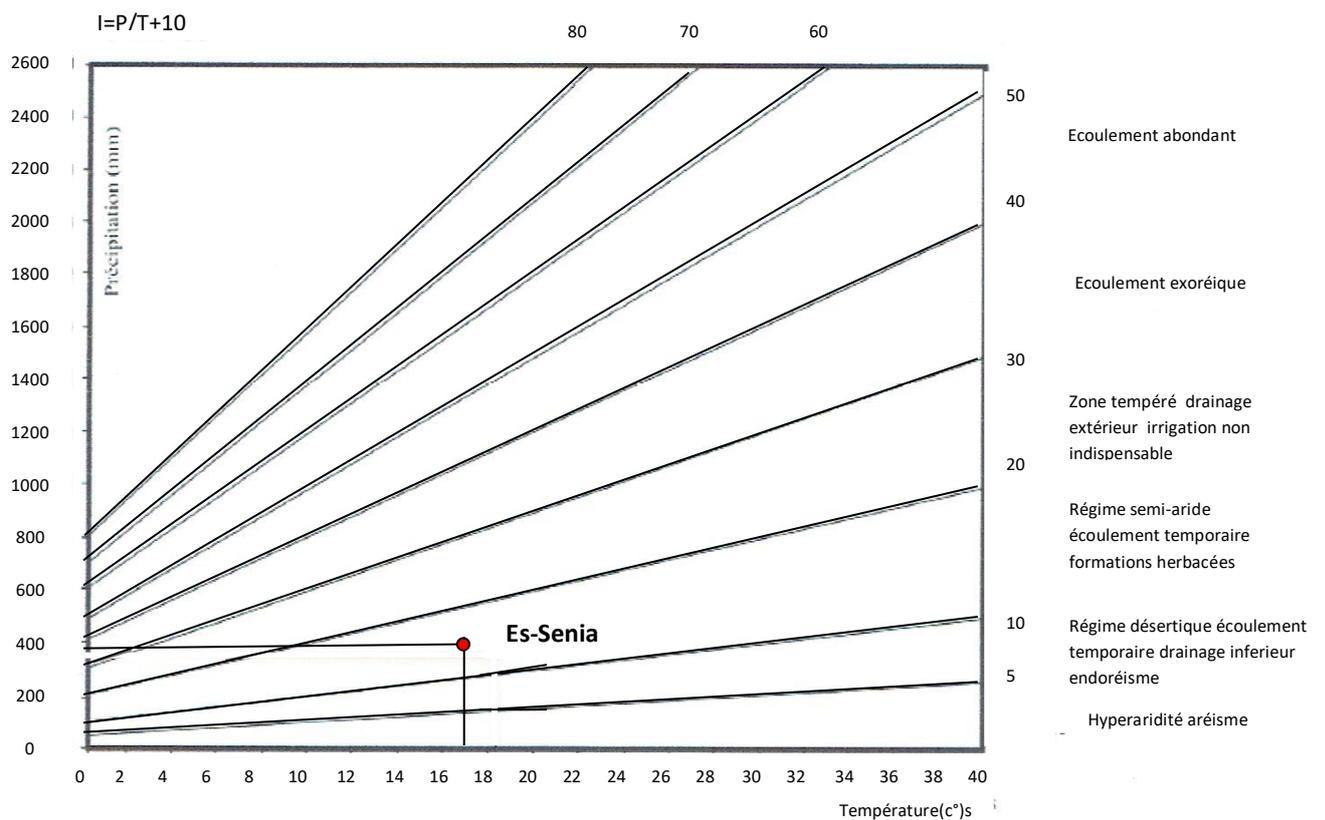


Fig. n°12 : Abaque d'indice d'aridité de De-Martonne

5.5.2.2 Indice de Stewart :

En se basant sur l'écart entre les températures moyennes maximales du mois le plus chaud et celles minimales du mois le plus froid, Stewart a défini un indice d'aridité :

$Q = 3,43 P / M - m$

P : précipitations moyennes annuelles (374,52 mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (31,22°C).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (5,50 °C).

Avec :

- $10 < Q < 50$  climat semi-aride.
- $2 < Q < 10$  climat désertique.
- $Q < 2$  climat insaturé.

Pour notre station (Es-Sénia)  $Q = 49,94$ , cette valeur est comprise entre 10 et 50 ce qui correspond à un climat semi-aride selon Stewart.

### 5.5.2.3 Indice climatique de L.Emberger :

Le quotient L.Emberger (Q) est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Il propose d'utiliser la relation suivante :

$$Q = 1000 \times P / (M + m / 2) (M - m)$$

P : précipitation moyenne annuelles.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K.

.m : moyenne des minima du mois le plus froid en °K.

Les stations sont ensuite reportées sur le climagramme qui comporte en ordonnée Q et en abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid en °C. Ce diagramme permet la délimitation des zones ou compartiments régionaux bioclimatiques. Il s'agit également d'unités morpho-climatiques et pédologiques (figure n°13).

Notre station admet un  $Q = 49,97$  avec une température minimale de  $5,50^{\circ}\text{C}$ . Le régime est donc semi-aride à tendance aride à hiver tempéré.

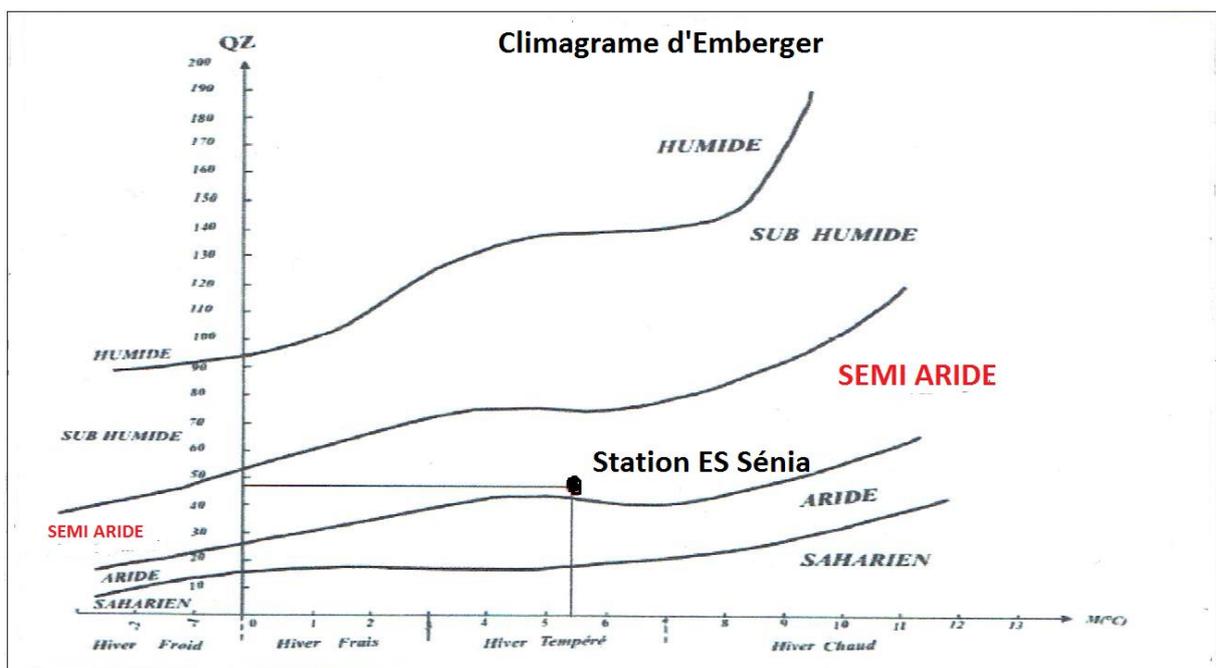


Fig. n° 13 Abaque de l'indice climatique d'Emberger

L'utilisation des différentes méthodes pour le calcul de l'indice d'aridité par De-Martonne, Stewart et Emberger confirme que cette région est marquée par un climat méditerranéen semi-aride. On remarque que les valeurs obtenues par les méthodes de Stewart et Emberger sont très proches ( $Q_s=49,94$  et  $Q_E=49,97$ ) alors que la valeur de l'indice obtenue de De-Martonne est de 13,29 ce qui montre que les procédés des trois chercheurs diffèrent mais obtiennent, en général, le même résultat.

## **6- Aperçu Géologique :**

### **6.1 Cadre géologique général :**

Notre région d'étude appartient à la partie occidentale du Bassin du bas Chéelif. Elle est limitée au Nord par le sahel d'Oran qui comprend le djebel Murdjadjo et djebel Orousse et limitée au Sud par les Monts de Tessala et les Monts de Beni chougrane (Figure n°14).

Selon DELFAUD et al, 1973 les Bassins du Bas Chéelif se subdivisent en 03 unités géologiques distinctes :

- Un sillon septentrional : il est représenté par la plaine de Bousfer et le plateau de Hachicha.
- Un sillon médian : délimité au Nord par l'axe des Monts du Dahra, d'Arzew, du Djebel Murdjadjo et au sud par l'alignement du Massif de l'Ouarsenis, des monts de Beni-chougrane et de Tessala.
- Un sillon méridional : Aligné sur Marnia , Sidi Bel Abbes et Mascara formant le Bassin de la Tafna.

Les âges des formations, allant du Miocène inférieur jusqu'au Quaternaire caractérisés par une série stratigraphique qui débute par un socle schisteux secondaire (autochtone) et qui continue au Miopliocène.

Par endroit il ya des calcaires Jurassique (pic de Tafraoui dans les Tessala) qui correspondent à des nappes Allochtoniques.

Puis au niveau de la région d'Arbal il s'agit de dépôt du Trias sous forme d'intrusions dia pyriques composées de marnes bariolées, gypsifères et salifères.

Les formations Plio-quaternaires et récentes représentées par des limons argileux sableux recouvrant la sebkha et la plaine de la M'léta avec une épaisseur importante de limon Quaternaire de (70m) mise en évidence par le sondage de l'aéroport d'Es-Sénia reposant sur une grande épaisseur < 250 m de marnes du Pliocène. (M.KACEM, 2006) (Fig. n°15).

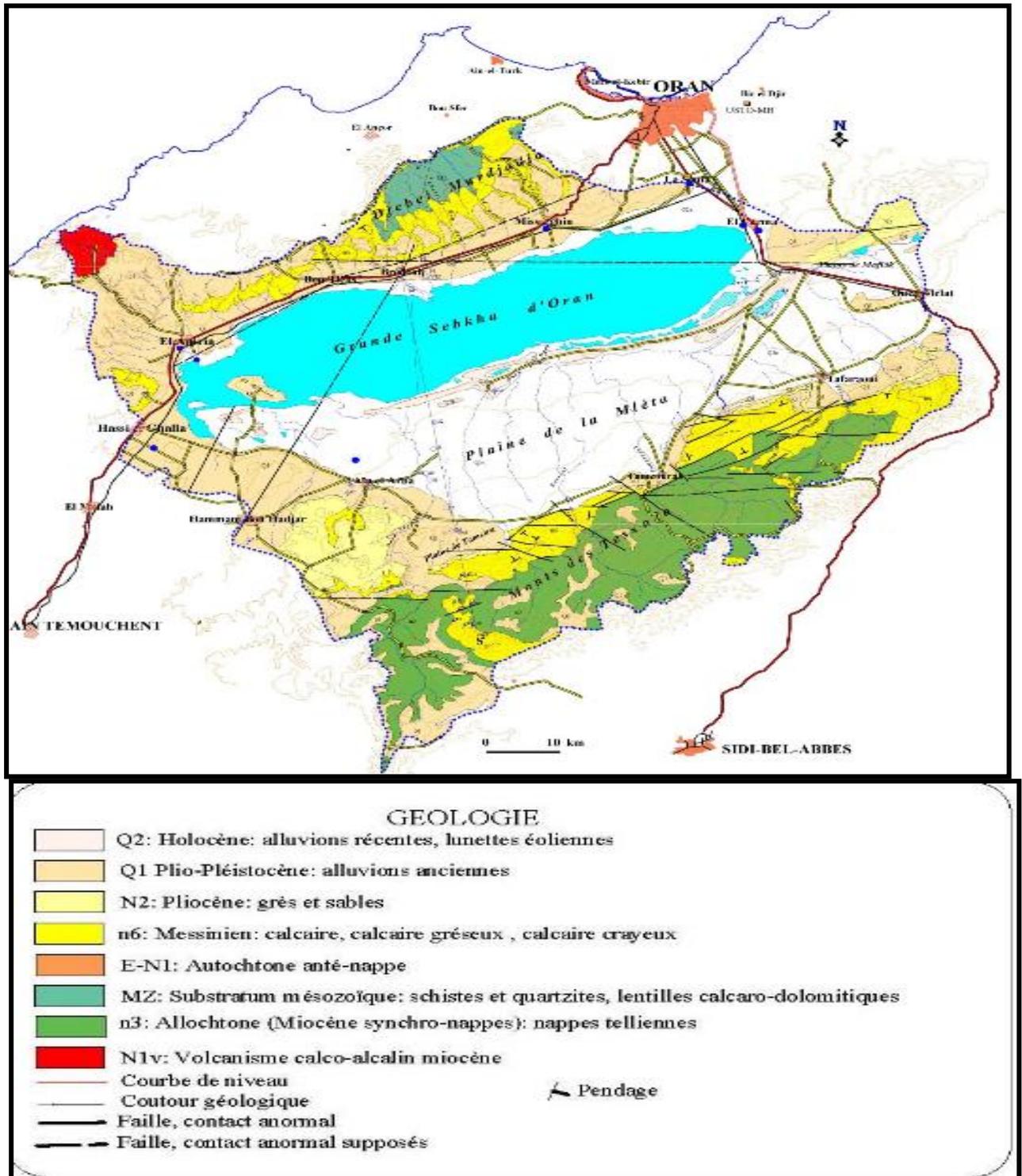


Fig. n°14 : Carte géologique du bassin de la grande sebku d'Oran (Benziane.A, 2013).

### 6.2 Cadre géologique local (fig. n°14) :

L'étude géologique de la région d'Oran montre que le littoral Oranais correspond à un ensemble constitué essentiellement du Secondaire. Le Permo-Trias est formé de schistes et conglomérats à faciès Verrucano. Le Trias est formé essentiellement de marnes et gypses qui constituent le substratum. Au dessus vient le Jurassique qui est constitué par des lentilles dolomitiques massives

accompagnées de calcaire schisteux. Ces formations sont surmontées par le Crétacé à faciès schisto-gréseux verdâtre. Le Tertiaire essentiellement représenté par les calcaires Messéniens du Miocène supérieur, joue un rôle très important dans l'hydrogéologie de cette région. Le Quaternaire est formé par des grès coquillés pouvant passer à de véritable lumachelle, des alluvions et des complexes dunaire (A. Benziane, 2003).

Pour plus de précision, nous disposons des données de quelques sondages réalisés dans notre secteur à partir desquels des corrélations entre formations géologiques ont été établie afin de mieux connaître non seulement la nature des terrains géologiques qui affleurent mais aussi suivre en profondeur leurs variations latérales. Les résultats obtenus selon les trois (03) régions voisines sont les suivants (fig. 15) :

**a) A Misserghine (sondage 01 et 28) :**

La séquence est constituée de bas en haut par :

- un calcaire crayeux teinté de blanc gris (1m).
- un tuf calcaire friable blanc-grisâtre (de 0,4 à 1,00 m)
- surmonté par un ensemble de terre végétale (de 0 à 0,40 m), fait de limon sableux et de calcaire pulvérulent sec.

**b) A Es-Sénia (sondage 29) :**

On a de bas en haut :

- un calcaire crayeux friable (de 0,90 à 1,50 m)
- une dalle calcaire dure (de 0,80 à 0,90 m)
- un ensemble de terre végétale, limon sableux gris et calcaire.

**c) A El Kerma (sondage 33) :**

Elle est faite de deux niveaux qui se distinguent, de bas en haut comme suit :

- un gypse friable beige (de 0,90 à 2,20 m)
- un ensemble de terre végétale, argile limoneuse brune (de 0,30 à 3,00 m).
- un ensemble calcaire recristallisé (1,70m)
- et un grès calcaire granocroissant (0,50m). (K.MOUSSA ,2006)

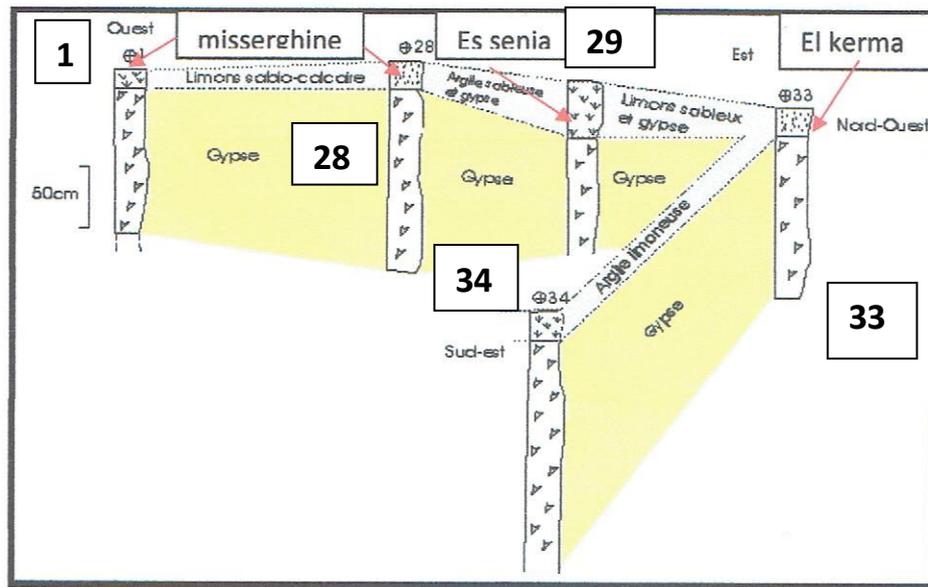


Fig. n°15 : Schéma de Corrélation des sondages à Misserghine (in K.MOUSSA, 2006).

#### 7- Analyse structurale :

Les mécanismes tectoniques qu'a subit la région d'étude se résume en deux grandes phases à schistosité qui ont affectés l'ensemble du massif schisteux Jurassico-crétacé au début du Néogène, séparées de périodes tangentiels de recouvrement par écaillages ou chevauchement (A.JOSEPH 1979). La première phase c'est une schistosité de flux en plis couchés visible à Cap Falcon se caractérise par des failles inverses qui ont provoqué l'écaillage et le chevauchement vers Santa Cruz et djebel Murdjajo ; et la deuxième c'est une schistosité de fracture présente au niveau de Djebel Khar ; et après les phases de schistosité le littoral oranais a subit l'étape d'épirogénèse c'est une phase à distension qui a donné naissance à des horst et des grabens et caractérisée par l'installation du bassin Néogène sebkha-Chélif encadrée par des failles. (Fig. n°16)

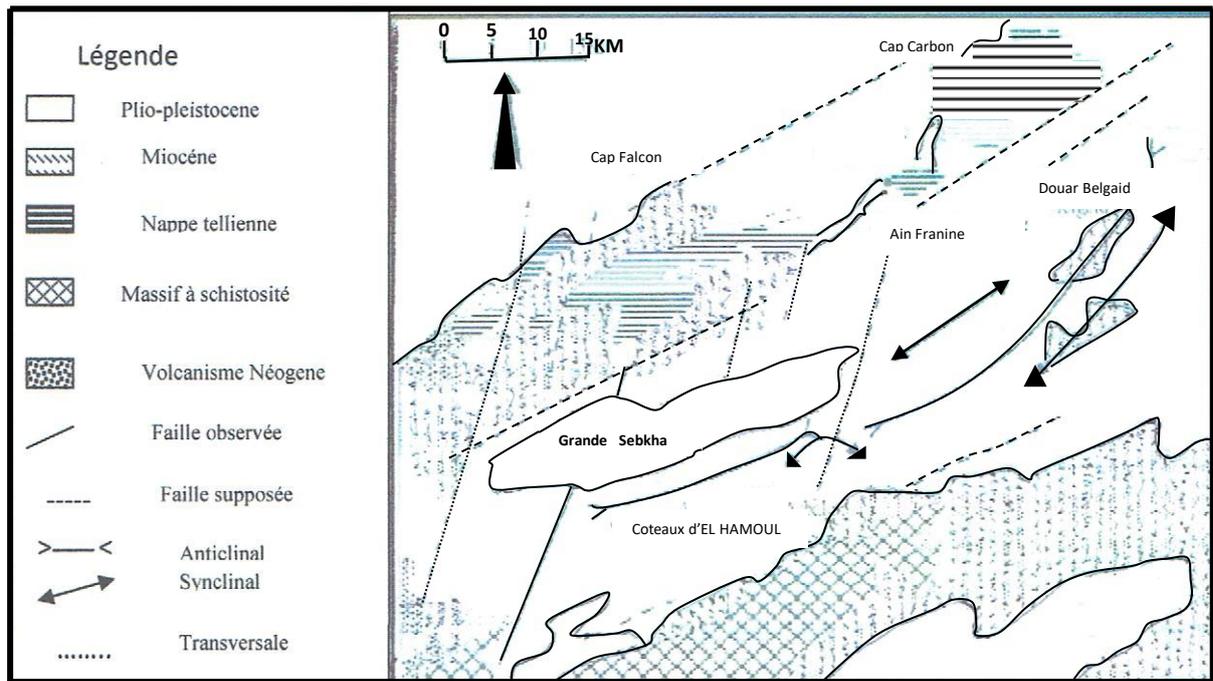


Fig. n°16 : Schéma structurale de l'Oranie (B.Fenet 1957 In M. ADDA, 2013).

**8- Aperçu Hydrogéologique :**

Les différents types d'aquifères de la région d'Oran :( fig n°17)

- a) Aquifère à formations carbonatées miocènes du djebel Murdjadjo
- b) Aquifère à formations gréseuses et sableuses Calabrien du plateau d'Oran (Plio-Pléistocène)
- c) Aquifère à colluvions et alluvions récentes et anciennes du Pléisto-Holocène

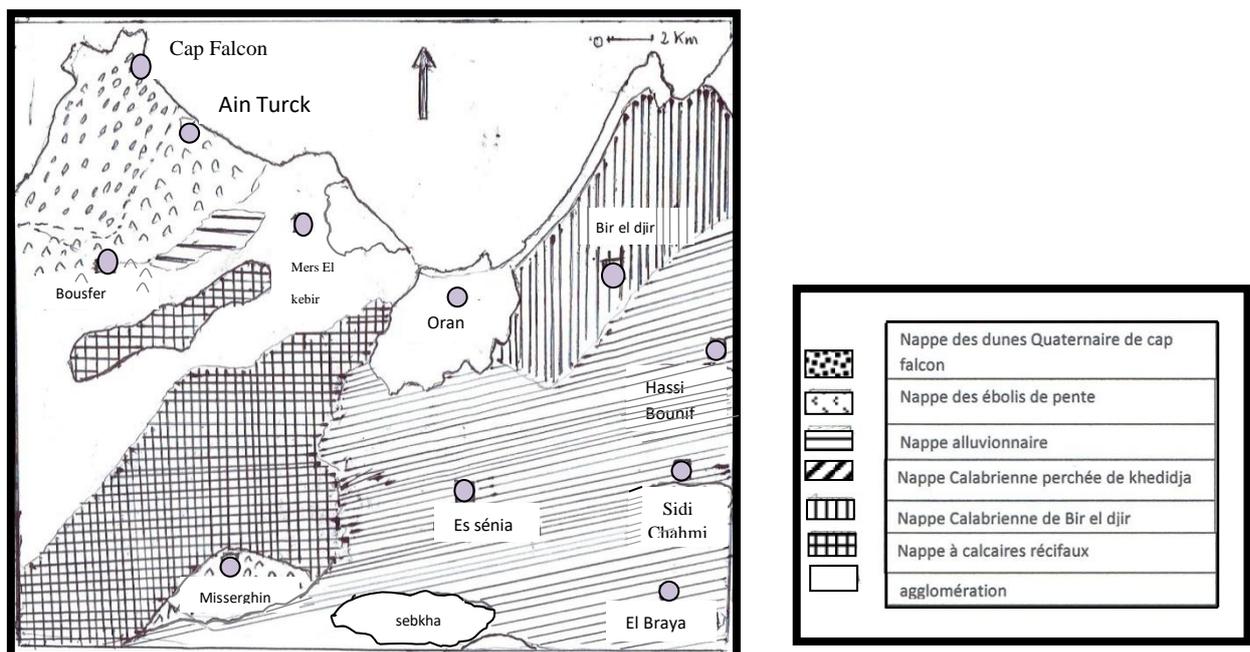


Fig. n°17 : Principaux aquifères de l'Oranie (d'après A.joseph, 1979 In M. ADDA, 2013).

## **8.1 Présentation des principaux aquifères du secteur d'étude :**

### **8.1.1 Aquifère des calcaires récifaux du djebel Murdjadjo (fig. n°18) :**

Cet aquifère constitue un grand réservoir d'eau souterraine de la région, il est de type karstique qui débute de la région de Ras El Ain à l'EST jusqu'à Boutlélis à l'Ouest. Il forme un impluvium de 135 km<sup>2</sup> d'une épaisseur qui peut atteindre 100 mètres, les précipitations s'y infiltrent rapidement à travers des diaclases et parfois au niveau des pertes, ceci explique la relative aridité de la surface du karst (M.I.Hassani, 1987).

Les calcaires de Murdjadjo reposent sur un substratum marneux et schisteux, ce système d'aquifère comprend trois types de nappes :

#### **8.1.1.1 Nappes perchées (fig. n°18) :**

Elle repose directement sur un substratum schisteux, elle est drainée par deux lignes de sources orientées NE-SW.

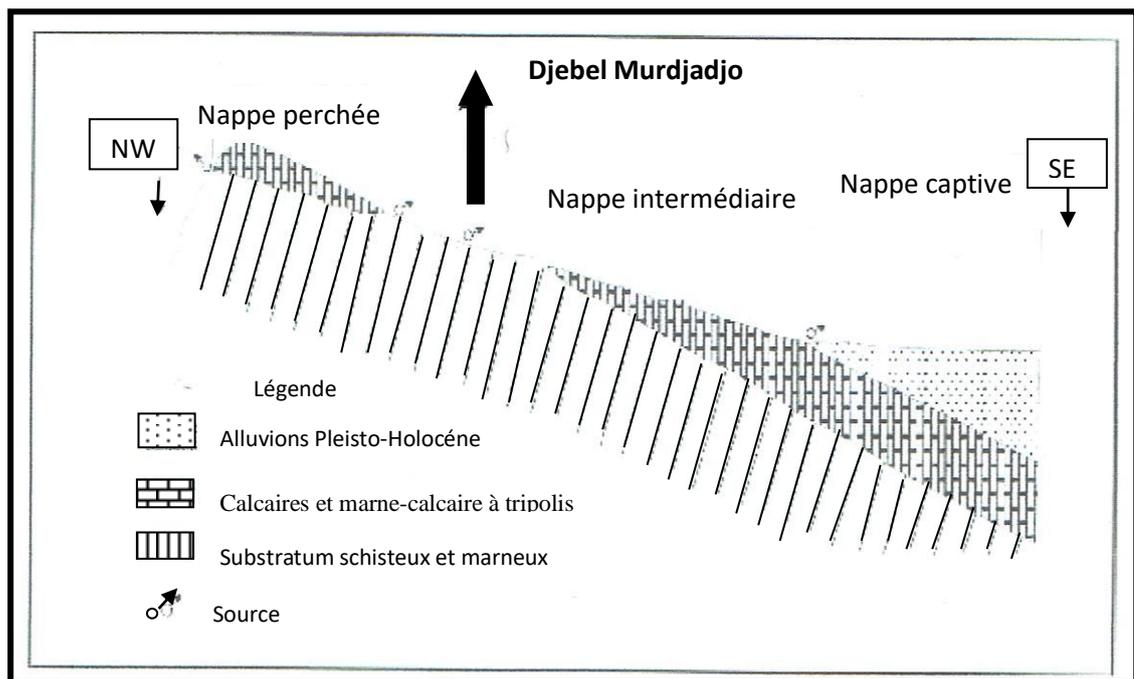
La première ligne de source se déverse vers le Nord en direction de la plaine de Bousfer et la deuxième ligne de source se déverse vers le Sud de la plaine bordière de la Sebka. Ces sources présentent des débits faibles en raison de la faible extension de leur bassin d'alimentation.

#### **8.1.1.2 Nappes libres intermédiaires :**

Elle est contenue dans l'aquifère calcaire qui repose au Nord sur les schistes du Jurassique et Crétacé et plus en aval, elle est contenue dans des marno-calcaires à tripoli reposant sur des marnes jaunes puis les marnes bleues du Miocène. Cette nappe est alimentée soit directement par les précipitations, soit par infiltration de l'écoulement de surface amont. Elle est drainée par plusieurs sources, à l'extrémité occidentale de l'aquifère par les anciennes sources de Brédeah, en amont de l'agglomération de Misserghine les sources de l'oued de Misserghine et la source de Ras El Ain qui est située à l'extrémité orientale du Murdjadjo, au sein de l'agglomération urbaine et facilement exposée à la pollution.

#### **8.1.1.3 Nappes captives :**

Les calcaires passent sous les colluvions et alluvions Plio-quadernaire en aval de la ligne de rupture du Djebel Murdjadjo. De ce fait l'aquifère devient semi-captif à captif, l'alimentation de cette nappe se fait par les apports latéraux à partir des affleurements et partiellement par drainance à partir des eaux relativement minéralisées de la nappe Plio-quadernaire sus-jacente.



**Fig. n°18 : Coupe hydrogéologique schématique du djebel Murdjadjo (M.I. Hassani, 1987 In M. ADDA, 2013).**

### 8.1.2 Aquifère du Calabrien :

Il s'étend en profondeur sous l'agglomération oranaise vers la partie Nord-est jusqu'à la zone piémont du Djebel Khar (secteur Belgaid), formé par un complexe dunaire consolidé de porosité d'interstices, il repose sur le substratum imperméable de marnes à tripoli du Miocène supérieur. Cet aquifère possède une épaisseur qui atteint 45 mètres renfermant une nappe libre alimenté par son impluvium au Nord et drainée par la ligne des sources qui émergent au contact des marnes à tripoli tout le long des falaises côtières.

L'écoulement vers le Sud se fait sous les formations alluvionnaires en direction de la Dayet Morselly, c'est ainsi que la nappe devient légèrement semi-captive sous ce recouvrement argileux.

### 8.1.3 Aquifère des alluvions Plio-quaternaire :

Cet aquifère s'étend au Sud et Sud-ouest des affleurements Calabrien, il est constitué d'alluvions rouges à galets calcaires et nodules de schistes situé dans les piémonts du Sud-est du Djebel Murdjadjo (zone El Hassi) suffisamment perméables.

Cet aquifère renferme une nappe peu profonde son alimentation se fait surtout par son impluvium ou encore par drainance latérale des eaux des calcaires de Djebel Murdjadjo ou par des eaux provenant des formations complexes dunaire Calabrien. La nappe est exploitée par forages et puits

pour l'irrigation des terrains agricoles et pour usages industrielles, c'est le cas de la zone industrielle d'Es-Sénia (M.ADDA ,2013).

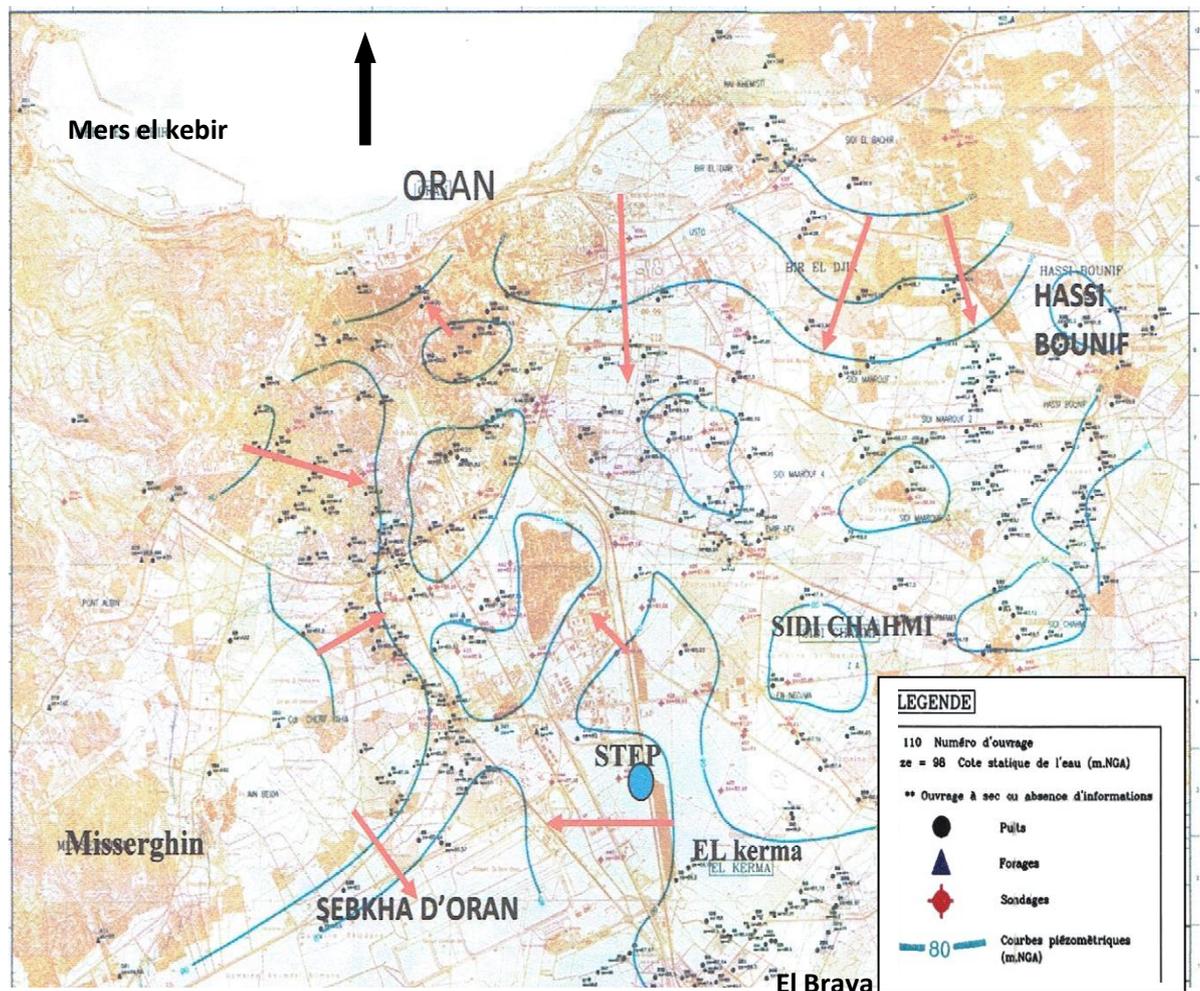
**8.2 Piézomètre du secteur d'étude :**

La carte piézométrique établie par SOGREAH/AGP, 1997) recouvre la totalité de notre secteur d'étude. Les courbes hydro-isohypses indiquent l'extension d'une nappe de type radiale à profil hyperbolique (fig. 19).

La plus part des directions d'écoulement convergent vers une zone qui s'étend entre l'aéroport d'Oran et Dayat Morcelly, St Remy, Sidi Maarouf, Sidi Chahmi, et Nedjema. Les nombreuses dayas situées dans cette zone correspondent à des exutoires passés et présents dans cette nappe.

Provenance des principales directions de l'écoulement :

- Au Nord-est : zone d'affleurement des formations Calibriennes du secteur de Bir El Djir, Sidi El Bachir.
- A l'Est : zone des reliefs situés entre Hassi Bounif et El Braya.



**Fig. n°19 : Carte piézométrique du secteur d'étude (d'après Sogreah, 1997).**

- Au Sud-Est : zone des collines situées entre EL Kerma et EL Braya.
- A l'Ouest zone d'affleurement des calcaires Miocènes du flanc Sud-est du Djebel Murdjadjo.
- A la partie Nord du secteur une direction d'écoulement vers le N-NW en direction du port de d'Oran (front de mer) (M.ADDA, 2013).

### **9. Conclusion :**

Le climat Oranais est un climat semi aride caractérisant la majeure partie du Sud de la méditerranée avec des hivers froids et pluvieux et des étés chauds et secs.

Les précipitations moyennes annuelles à l'échelle de toute la région est de 374,52 mm et les températures varient en moyenne entre 11,1°C et 12,36°C en hiver et de 22,71°C à 26,33°C en été.

Les effets du climat peuvent être masqués ou aggravés par les modes d'activités humaines; le déboisement, l'incendie, le pâturage intensif et l'érosion provoquée contribuent à augmenter l'aridité climatique.

Le réseau hydrographique de la région est marqué par deux grands écoulements : l'un provenant des massifs de Tessala formé par l'ensemble des Oueds tel que Oued Tafraoui, Oued Tamezoura, Oued EL Haimer, Oued EL Ghassoul et Oued EL Besbes, le deuxième écoulement provenant du Djebel Murdjadjo formé par Oued Misserghine , Oued EL Dalia et Oued Tamsalmet.

La carte piézométrique établie par (SOGREAH, 1997), indique que l'ensemble des directions d'écoulement convergent vers la même zone qui correspond à plusieurs exutoires. Cette zone débute de l'aéroport d'Oran jusqu'à Nedjema dans laquelle sont incluses les Dayat Morcelly, Sidi Chahmi, St Remy et Sidi Marouf.

Sur le plan géologique la région est formé par deux grands ensembles : un substratum Anté Néogène qui présente une série stratigraphique allant du Permo-Carbonifère au crétacé constitué par des schistes, quartzites, calcaire et dolomie formant le djebel Ghar qui a subit une forte tectonique, le deuxième ensemble représente la couverture post-nappe (Néogène) du Miocène au Plioquaternaire qui correspond au plateau d'Oran. La région est caractérisée par des formations hydrogéologiques formées par des grès lumachéliques Calabrienne du plateau de Bir El Djir et par des alluvions Plioquaternaires du Sud-est du plateau d'Oran.

## 1. Introduction :

Les eaux usées ou effluents sont toutes les eaux dont les propriétés naturelles sont modifiées par les modes d'utilisations et qu'on peut les classer en : Eaux domestiques, industrielles et agricoles. Elles seront destinées vers les réseaux d'assainissement pour un éventuel traitement sans oublier les eaux de pluies qui parviennent aussi dans ces canalisations.

## 2. Classification des eaux usées :

### 2.1 Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau pour l'usage ménagères, elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent :

- Des eaux de cuisines : elles contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents.
- Des eaux buanderie : contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bain : chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes : qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques, hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en micro-organismes (CHOCAT, 1997, FRANCK, 2002).
- Les eaux grises : elles correspondent aux eaux des lave vaisselles, lave linge, douche et bain.

### 2.2 Les eaux usées d'origine industrielle :

Tous les rejets résultant d'une utilisation d'une eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Ces eaux résultent de l'utilisation de l'eau par les usines, les activités artisanales ou commerciales, blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyse médicale, hôpitaux .....Etc.

Les rejets industriels peuvent donc suivre 3 voies d'assainissement :

- Soit rejetés directement dans le réseau domestique.
- Soit ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- Soit ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

Dans le cas d'un rejet dans les réseaux domestiques avec ou sans prétraitement, les effluents industriels peuvent fortement modifier la composition des eaux usées.

### 2.3 Les eaux usées agricoles :

Généralement l'agriculteur utilise certains produits industriels ou agricoles qui peuvent présenter des risques pour l'environnement, des produits phytosanitaires tels que les insecticides et les herbicides.

Elles proviennent des eaux d'irrigation contenant des engrais, des pesticides ou des eaux utilisées dans les élevages (hangar pour élevage de bovins et ovins)

### 2.4 Les eaux de ruissèlement :

Les eaux de pluies peuvent constituer une source de pollution importante des cours d'eau notamment pendant les périodes orageuses, l'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielle), puis en ruisselant elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huile de vidange, carburants, résidus des pneus.....etc.) (BONTOUX, 1993), les eaux de pluies qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées en zone urbaine, sont collectées par un réseau qui peut être le même que celui qui collecte les eaux usées ou non.

## 3 Pollution des eaux :

### 3.1 Définition :

La nature de la pollution varie en fonction des origines des rejets des eaux usées domestiques, industrielles, agricoles etc. (Tableau n°08) qui provoquent des effets nuisibles au milieu naturel. En général, l'effluent est le vecteur qui peut contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute pouvant être toxiques ou inhibitrices pour la faune et la flore du milieu récepteur, en fonction de leur caractéristique physique biologique et du danger sanitaire qu'elles représentent, on peut citer :

- les matières dissoutes organiques ou minérales biodégradables ou non.
- les matières colloïdales ou émulsionnées (graisses, huiles, etc.
- les matières en suspensions plus ou moins décantables, minérales ou organique et les substances nutritives.
- les micro-organismes. (Baumont et al, 2005).

**Tableau n°8 différents types de pollution selon la nature des substances polluantes  
(LEVEQUE, 1996) (TALEB.M.K, 2006).**

<b>TYPES DE POLLUTION</b>	<b>NATURE</b>	<b>SOURCES</b>
➤ Physique : pollution thermique pollution radioactive	rejets d'eau chaude radio-isotopes	centrales thermiques installations nucléaires
➤ Matière organique :	glucides, lipides, protides ammoniac, nitrates	effluents domestiques, agricoles, agro- alimentaires élevages et piscicultures
➤ Chimique : Fertilisants métaux et métalloïdes  pesticides organochlorés composées organiques de synthèse détergents Hydrocarbures	nitrates, phosphates mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic... insecticides, herbicides, fongicides PCB, solvants nombreuses molécules  agents tensio-actifs pétrole et dérivés	agriculture, lessives industries, agriculture, pluies acides, combustion agriculture, industries industries industries  effluents domestiques industrie pétrolière, transports
➤ Microbiologique :	bactéries, virus, champignons	effluents urbains et d'élevage

### 3.2 Classification de la pollution :

La pollution peut être classée selon plusieurs critères :

- L'origine de la pollution.
- La nature des polluants.
- La nature des risques et des nuisances.

On a choisit le premier mode de classification qui est l'origine de la pollution auquel correspond trois types de pollution.

#### 3.2.1 Pollution d'origine industrielle :

Les volumes des rejets des eaux usées industrielles sont considérables leur composition est très variable qui permet de les classer en trois groupes :

a) Les eaux usées à caractère minéral dominant qui sont chargés en matière solide en suspension et en sels dissous.

b) Les eaux usées à caractère organique dominant il s'agit de rejet d'industrie agroalimentaire soit d'abattoirs ou d'élevages.

c) Les eaux usées à caractère mixte contenant un ou plusieurs constituants plus ou moins biodégradable forment des milieux inhibés par d'autres constituants.

### **3.2.2 Pollution d'origine agricole :**

Cette pollution affecte les eaux de ruissèlement qui seront contaminés par les pesticides et les fertilisants.

### **3.2.3 Pollution d'origine urbaine :**

Il s'agit des eaux usées d'origine domestique, des eaux usées résultant d'activité artisanale et les eaux de ruissèlement.

## **3.3 Les principaux types de polluants :**

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, agricole) elles peuvent contenir de nombreuses substances sous forme solide ou dissoute.

### **3.3.1 Substance organique fermentescibles :**

La matière organique est représentée par les déjections animales et humaines, graisse, etc. Ces matières organiques sont issues généralement des effluents domestiques et en particulier par des rejets de l'industrie agroalimentaire, déterminés par les mesures DCO et DBO<sub>5</sub>.

### **3.3.2 Substances minérales nutritives :**

C'est les Nitrates et phosphates appartenant aux rejets des eaux usées d'origine agronome et domestique.

### **3.3.3 Hydrocarbures :**

Ces hydrocarbures provenant des rejets des eaux usées industrielles rejets des stations multiservices, ateliers mécaniques, ruissèlements des chaussées et effluents domestiques.

### **3.3.4 Métaux lourds :**

Les métaux lourds comme le zinc, le plomb, le chrome, le nickel et le cuivre posent un grand problème dans la pollution du milieu naturel qui sont difficilement dégradables et crée un risque par leur toxicité et des effets plus ou moins graves pour la santé humaine.

### 3.3.5 Les micro-organismes :

Les micro-organismes proviennent des matières fécales. Cette flore entérique est accompagnée d'organismes pathogènes. Ces micro-organismes ont des effets divers sur la santé (Baumant, S.2003).

L'ensemble de ces organismes peut être classé en 4 groupes (BELAID, 2010) :

#### a) Les virus (fig. n°20) :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 n.m) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprises entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre, leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficile.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal, parmi les virus entériques humains, nous citerons les entérovirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'hépatite.

Il semble que les virus sont plus résistants dans l'environnement que les bactéries (AULICINO et al ,1996).

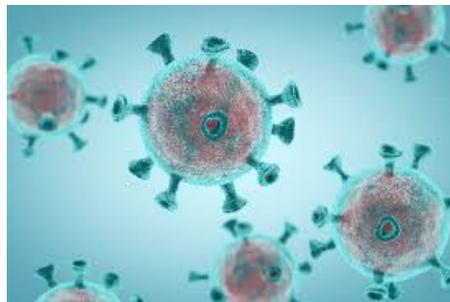


Fig. n°20 : virus vue au microscope.

#### b) Les Bactéries (fig. n°21 et n°22) :

Les eaux usées contiennent en moyenne de  $10^7$  à  $10^8$  Bactéries/l, les bactéries sont les micro-organismes unicellulaires simples et sans noyau, de taille comprise entre 0,1 et  $10\mu\text{m}$  les plus communément rencontrés dans les eaux usées (TOZE, 1999). Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries par 100 ml. La concentration en Bactéries pathogènes est de l'ordre de  $10^4$ /l qui correspond au nombre de germes des différents genre de Bactéries tel que *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Leptospira*, *Legionella* et *Mycobactérie*. Les *Salmonelles* par exemple sont responsables de la typhoïdes, des paratyphoïdes, et des troubles intestinaux alors que les

coliformes sont des germes qui témoignent de la contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau (BELAID , 2010 ).

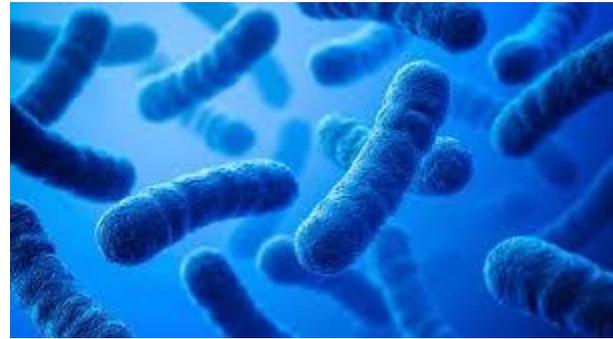
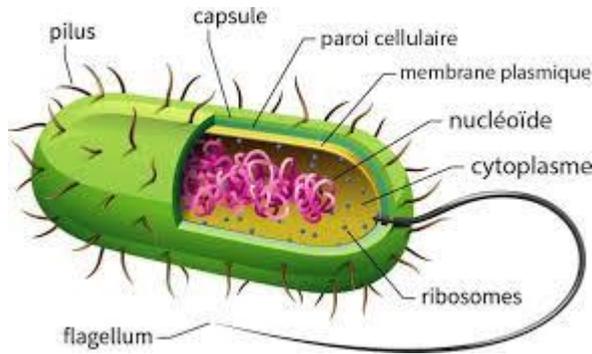


Fig. n°21 : schéma d'une bactérie.

Fig. n°22 : groupes de bactéries vues au microscope.

### c) Les protozoaires (fig. n°23) :

Les protozoaires sont des micro-organismes parasites unicellulaires munis d'un noyau plus complexe et plus gros que les bactéries. La plus part des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire, qu'ils se développent aux dépens de leur Hôte. Certains adoptent au cours de leur cycle vital une forme de résistances appelée kyste, qui peut être véhiculé par les eaux résiduaires et peut résister aux procédés de traitement des eaux usées (BAUMONT et al ,2005). Ainsi selon les conditions du milieu, Ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines à plusieurs années. (CAMPOS, 2008) et 10 à 30 kystes provoquent des troubles sanitaires. Parmi ces protozoaires on peut citer *entamoeba histolica*, *giardia lamblia*, *Balantidium coli*, *cryptosporidium*, *toxoplasma gondii*, *cyclopora* et *microsporidium*.



Fig. n° 23 : Protozoaires vues au microscope avec un grossissement x200.

**d) Les Helminthes (fig. n°24) :**

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Ce sont des micro-organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. Le nombre d'œufs d'Helminthes sont très résistants et peuvent survivre plusieurs semaines voir même plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivés. Le nombre d'œufs d'helminthes atteint 10 à  $10^3$  œuf/l (FABY et BRISSAUD ,1997).On peut citer parmi ces Helminthes : l'Ascaris, Toxocora, Strongyloides et Hymenolepis.



**Fig. n°24 : représente un groupe d'Ascaris.**

**4. Collecte et traitement des eaux usées :****4.1 collecte des eaux usées :**

Les eaux usées doivent être collectées et traitées, la protection de la santé publique a fait l'objet de nombreux efforts, avec bien sûr la dépollution des eaux usées pour limiter les épidémies auxquelles la société peut être confrontée tel que le choléra, la peste, le typhus qui ont entraîné l'installation des infrastructures et des dispositifs adéquats pour faire face à ces problèmes (LE HYARIC ,2009 In Meziane A, 2014).

**4.1.1 Système unitaire :**

C'est la canalisation conçue pour les eaux usées et les eaux pluviales au même temps.

**4.1.2 Système séparatif :**

Il s'agit de deux réseaux de canalisations l'un pour les eaux usées et l'autre pour les eaux pluviales.

## 4.2 Épuration des eaux usées :

### 4.2.1 But d'épuration :

L'élimination de la quantité de substances polluantes dans les eaux usées pour la protection de la santé publique, et protéger le milieu naturel.

### 4.2.2 Les composées des eaux usées :

Les eaux usées sont généralement chargées de matières sous différentes formes Physiques : en suspension, chimique : minérale, biologique : micro-organismes.

### 4.2.3 Les principes d'élimination des composées des eaux usées :

#### a) Séparation physique :

Elle est réalisée à l'aide des dispositifs simples de criblage ou on utilisant un processus de décantation physique, sédimentation ou flottation. Le but c'est de séparer les éléments solides de la phase liquide.

#### b) Transformations biologiques :

Dans ce cas on utilise un traitement biologique qui transforme les éléments sous forme soluble ou colloïdale en éléments floculables pour former des agrégats qui facilite la séparation de la phase liquide.

#### c) Transformations chimiques :

Le but de ce principe est de transformer certains éléments présents, en particules séparables de la phase liquide ou encore éliminer des micro-organismes lors de la désinfection.

## 5. L'évaluation de la pollution :

La composition des mélanges des eaux usées varie selon leur provenance, urbaine, agricole, industrielle qui nous permet d'évaluer la pollution à partir des propriétés globales des eaux usées (tableau n°9).

La pollution se définit comme l'introduction dans un milieu naturel de substances provoquant sa dégradation (Boeglin, J-C.1988 In Boukerroucha A.A, 2011).

Tableau n°9 Classification des composés des eaux usées suivant leur taille (Bassompierre, C, 2007 In Boukerroucha A.A ,2011).

Classification	Diamètre des particules ( $\mu\text{m}$ )	Caractéristique	Exemple de composé
Soluble	<0,08		Carbohydrate simples aminés acides gras volatils protéines, polysaccharides (amidon, cellulose)
Colloïdale	0,08-1	Limite entre phase solide et liquide	Graisses, bactéries libre, débris cellulaires.....
Supra colloïdale	1-100	Matières fines en suspension visibles à l'œil nu ; contribue à la turbidité de l'eau	
Particulaire	>100	Composés grossiers	Fibres cellulosiques, agrégats Lipidiques Flocs bactériens Macro protéines.

Selon le degré de dégradation des polluants on a deux classes :

### 5.1 Les matières biodégradables :

Ces matières se divisent en matières rapidement et lentement biodégradables par des micro-organismes.

#### a) Les matières rapidement biodégradables :

Ce sont des substances solubles directement assimilés par les bactéries.

**b) Les matières lentement biodégradables :**

Ce sont des substrats particuliers constitués par un mélange de substances organiques solides, colloïdales et solubles qui sont soumises à certains processus pour être assimilés par les Bactéries.

**5.2 Les matières non biodégradables :**

Ce sont des substances inertes comme les métaux lourds ou les composées issues de la mortalité des micro-organismes qui ne subissent aucune transformation biologique, donc aucune dégradation ; contrairement aux matières carbonés ou organiques et les matières azotées présentes dans les effluents industrielles, urbaines, industrielles de type agroalimentaire sont biodégradable lors du traitement biologique. La dégradation se fait par oxydation des micro-organismes qui provoque une consommation d'oxygène au dépend des organismes aquatiques. Il existe aussi des matières inorganiques qui peuvent êtres dégradées.

**5.3 Les matières azotées :**

Elles sont formées par des éléments nutritifs provoquant le développement et la multiplication d'algues et de végétaux aquatiques qui va engendrer un phénomène d'eutrophisation (processus par lequel des nutriments s'accumulent dans un milieu).

**6. Paramètres caractéristiques de l'effluent :****6.1 Matière en suspension (MES) :**

Elles représentent les matières solides et colloïdales floculées, organiques ou minérales présentes dans un effluent qui peuvent êtres éliminés par filtration ou centrifugation, elles sont exprimés en mg/l. La matière volatile sèche (MVS), est la partie organique des MES.

**6.2 Composées organiques :****a) Demande chimique en oxygène (DCO) :**

Elle représente la mesure qui permet d'évaluer la quantité de l'ensemble des composés organiques présents sous forme solide, colloïdale ou dissoute et aussi celle des minéraux oxydables ; c'est la quantité nécessaire pour l'oxydation de ces composées, elle est exprimée en mg/l d'oxygène.

**b) Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

C'est la mesure de la quantité de la matière organique dissoute ou particulaire biodégradable consommée par la biomasse à partir d'un échantillon au bout de 5 jours d'où DBO<sub>5</sub>. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique et donne un indice sur la provenance et l'origine de la pollution organique permet une classification des eaux :

DCO/DBO<sub>5</sub> = 1 à 2 eaux usées provenant d'industries agroalimentaires.

DCO/DBO<sub>5</sub> = 2 à 3 eaux résiduaires urbaines.

DCO/DBO<sub>5</sub> = 3 à 4 eaux usées moins facilement biodégradables.

DCO/DBO<sub>5</sub> > 4 effluent difficilement biodégradable (Document internet).

L'azote total représente la somme de tous ces composés tel que l'azote organique (N org) , Ammoniac NH<sub>3</sub> , Ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> , nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) , nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).

L'azote Kjeldahl , représente l'azote organique N or, l'azote ammoniacal ( NH<sub>3</sub> et NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrates et nitrites.

**7. Equivalent habitant :**

Il correspond à la quantité journalière globale des matières polluantes provenant des eaux usées d'origine domestique. C'est la quantité que peut produire un habitant par jour mesuré en équivalent habitant (E.H).

**8. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) respective pour les eaux usées :**

- T°C < 30°C
- 6,5 < PH < 8,
- DBO<sub>5</sub> < 30 mg/l
- DCO < 90 mg/l
- MES < 20 mg/l
- NH<sub>4</sub> < 0, 5 mg/l
- NO<sub>2</sub> < 1 mg/l
- NO<sub>3</sub> < 1 mg/l
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 2 mg/l
- Odeur : inodore
- Couleur : incolore

**9 Les étapes de traitements des eaux usées (fig. n°25) :**

Une série de traitements physique, physicochimique et biologique, des traitements primaires permettent d'éliminer rapidement les déchets les plus grossiers, mais aussi les sables, les graisses et des matières en suspensions ensuite un traitement biologique permet d'éliminer le reste de la pollution, à partir des bactéries.

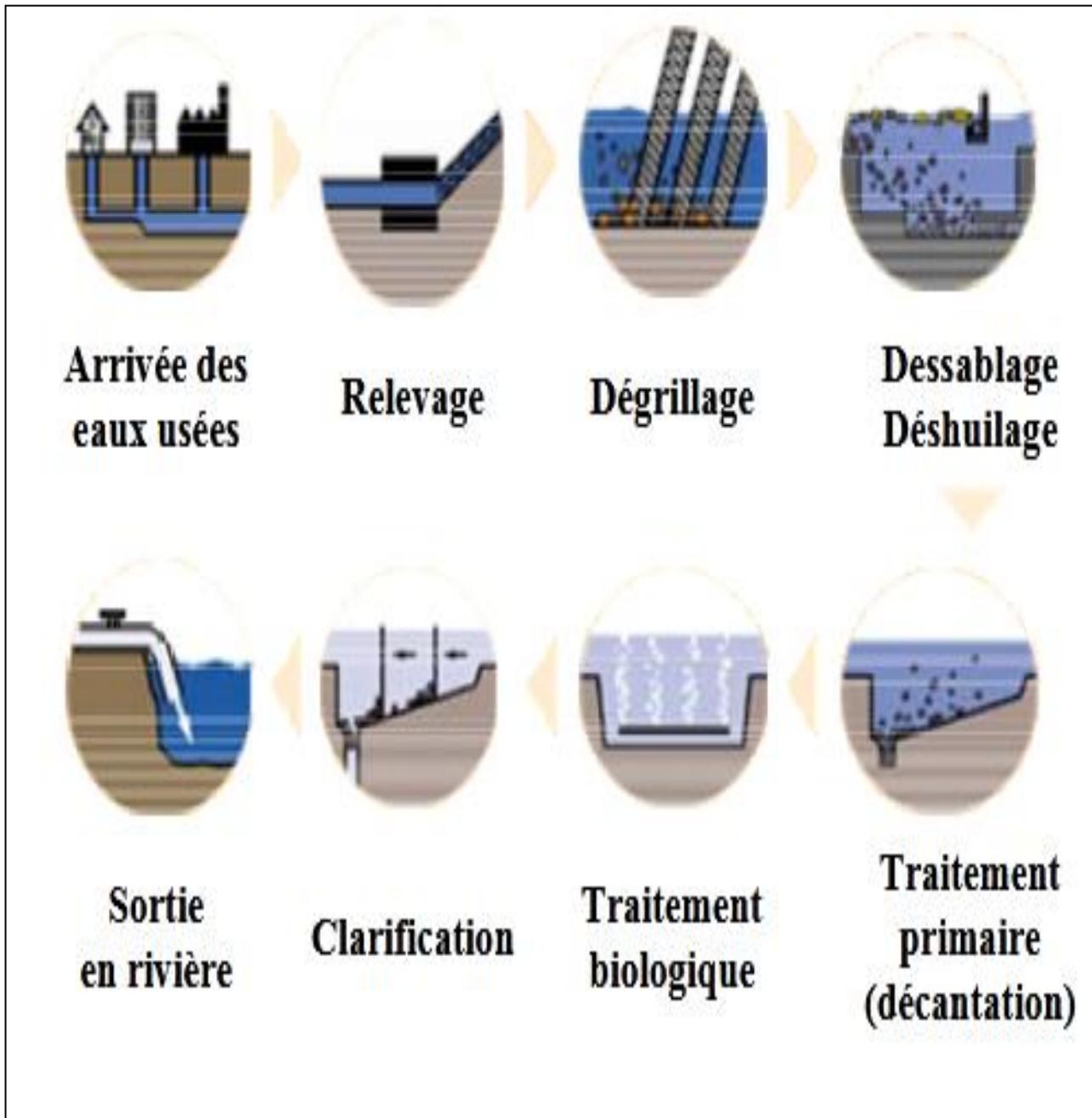


Fig. n° 25 : Etapes et procédés de traitement des eaux usées (TALEB.M.K, 2006).

**10 Conclusion :**

Une eau usée est chargée de substances biologiques et minérales, provenant de l'activité humaine qui provoque une dégradation de la qualité de l'eau naturelle du milieu récepteur. Son origine peut être domestique, industrielle et agricole. Ces eaux sont caractérisées par leurs paramètres physiques, chimiques et bactériologiques.

Pour cela, il est indispensable que ces eaux usées doivent subir des traitements au niveau d'une station d'épuration, visant à dépolluer l'eau usée avant qu'elle soit rejetée directement dans le milieu naturel.

L'objectif du traitement des eaux usées est de réduire l'impact de la pollution sur l'environnement (lacs, rivières, mer), qui peut provoquer une dégradation de la qualité des eaux et causer des maladies microbiennes à transmissions hydriques tel que le Choléra, la fièvre Typhoïde, les hépatites...etc.

### **1. Introduction :**

Le traitement des eaux usées, quelque soit le système choisi, fait toujours appel aux procédés de séparation liquide –solide.

La station d'EL Kerma prend en charge le traitement des eaux usées du groupement urbain d'Oran (Oran, Bir El Djir, Es-Sénia, Sidi Chahmi Breah et El Kerma) avec un équivalent d'habitant de 152600 et un débit moyen journalier de 270,096 (notice d'exploitation STEP, 2006).

Une station d'épuration (STEP) est un ensemble d'installation et procédés où sont dirigés les eaux usées pour éliminer les différents types polluants. Pour cela, nous intéressons à une STEP type boue activées à moyenne charge.

### **2. Historique de la station d'épuration d'EL Kerma :**

Opérationnelle depuis 2009, la station d'épuration d'EL Kerma (Oran) est la plus grande station d'épuration des eaux usées d'Algérie. Elle produit des engrais destinés à l'agriculture et du gaz (méthane) pour la production de sa propre énergie électrique.

La station d'EL Kerma est conçue pour épurer les eaux usées du groupement urbaine d'Oran d'entreprise Austro-chinois Vatch – Wabag – CGC. Le suivi des travaux a été fait par l'organisme National de contrôle technique de construction (CTC).

Pendant la période d'étude du projet de la station, l'entreprise (SEOR) a pris le relais avec un personnel Algérien formé à un équipement hautement sophistiqué.

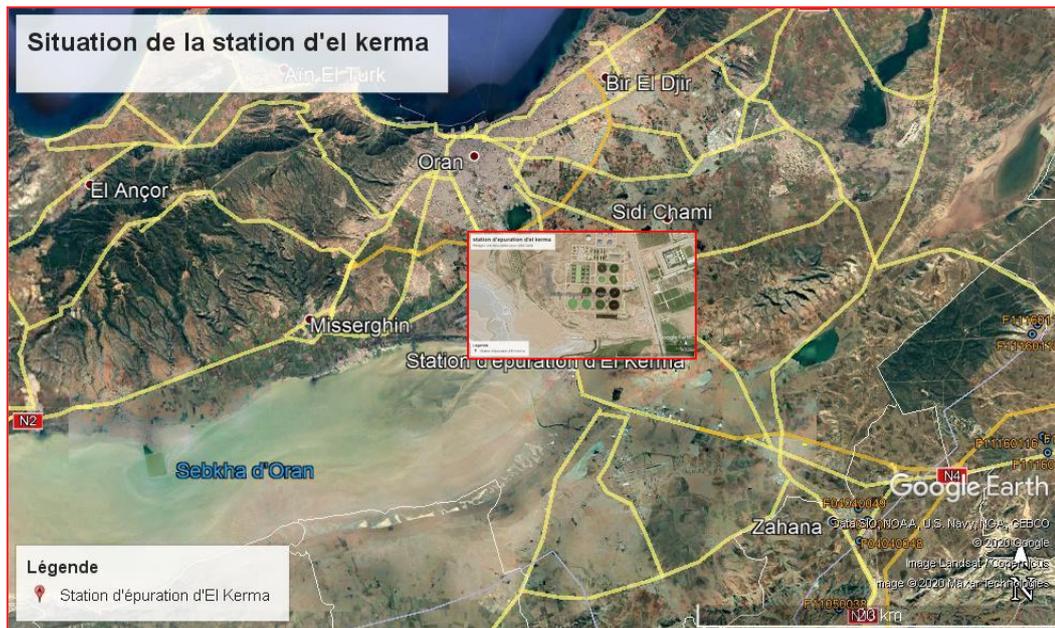
La réalisation de la station répond à deux objectifs:

- L'élimination des eaux usées de toute la wilaya d'Oran.
- La protection des nappes phréatiques de la région.

Les eaux usées qui sont dépolluées à hauteur de 90% seront réutilisées en partie dans l'irrigation 10.000 ha du périmètre agricole de Tlellat (notice d'exploitation STEP, 2006).

### **3. Présentation de la station d'EL kerma (fig. n°26) :**

La station d'épuration des eaux usées est implantée dans la localité d'EL kerma située au Sud-est de la ville d'Oran et à 4 km de l'aéroport Ahmed Ben Bella, en bordure Nord-est de la grande Sebkhia entre la voie ferrée et la route nationale dans la commune d'EL Kerma. La station d'épuration est prévue pour les eaux usées du groupement urbain d'Oran qui sont à prépondérance domestique.



**Figure n°26 : Situation géographique de la station d'épuration d'EL Kerma (Google Earth).**

Le système de traitement retenu pour l'épuration des eaux usées d'Oran est l'aération à moyenne charge. La station comprend (fig. n°27) :

### **3.1 Une salle de contrôle :**

Elle a une vue générale sur la station. Elle est équipée d'un schéma synoptique indiquant l'état de fonctionnement de chaque étape de la station reliée aux ordinateurs avec un logiciel de base «wincc».

Le signal rouge témoin un problème dans la station, la couleur jaune indique que certaines vannes sont fermées, la couleur verte indique que les équipements sont en marche.

### **3.2 Un laboratoire :**

Des analyses quotidiennes sont réalisées pour deux échantillons, l'eau brute et l'eau après le traitement.

### **3.3 Une chaîne de traitement :**

La chaîne de traitement est composée de deux lignes : une ligne d'eau et une ligne de boue. Le débit est divisé parallèlement sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité du traitement ainsi que les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station.

- La filière de traitement de la ligne d'eau comprend ainsi en totalité et successivement huit (8) étapes :

**3.3.1 Prétraitement mécanique :**

Comprenant :

- Canal d'arrivé et de by-pass général de la station
- Dégrillage fin mécanisé avec un système de traitement des matières retenues
- Chenal d'échantillonnage et d'analyses
- Ouvrage de dessablage et déshuilage avec installation de traitement de sable
- Station de traitement des matières de vidange et fécales
- Système de filtration biologique des gaz de pollution.

**3.3.2 Décantation primaire constituée de :**

- Ouvrage de réparation
- Quatre décanteurs primaires circulaires
- Ouvrage de pompage des boues primaires
- Station de pompage des boues et matières flottantes primaires

**3.3.3 Traitement biologique :**

Constitué de :

- Quatre bassins biologiques avec aération de surface au moyen des aérateurs ;
- Station de pompage des matières flottantes et mousses ;
- Système de rebattement des mousses ;
- Canal de by-pass de l'aération biologique.
- Décantation secondaire comprenant :
  - Ouvrage de répartition avec un chenal de by-pass de la décantation ;
  - Huit décanteurs secondaires circulatoires ;
  - Station de pompage des boues et matières flottantes, secondaires ;
  - Deux puits de mesure du débit des boues biologiques de retour.
- Ouvrage de pompage des boues actives comprenant :
  - Station de relevage des boues de retour au moyen des Vis d'Archimède ;
  - Station de pompage des boues en excès ;
  - Deux chenaux Venturi pour le comptage des boues de retour.

**3.3.4 Ouvrage de sortie et de désinfection :**

Constitué de :

- Canal de comptage des eaux épurées de type Venturi ;
- Canal de comptage des eaux by-passées de type venturi ;
- Bassin tampon avec un système d'analyse et d'échantillonnage.

- Station de dosage de chlore gazeux ;
- Poste d'eau de service pour le réseau d'arrosage et nettoyage ;
- Poste d'eau de service pour l'alimentation de la bache d'eau de lavage.

### **3.3.5 La ligne boue :**

Elle est constituée précisément de :

- Ouvrage d'épaississement des boues primaires constitué de :
- Deux épaisseurs de boues ;
- Station de pompage, précédé d'un broyage, des boues épaissies primaires.

### **3.3.6 Ouvrage d'épaississements mécanique des boues en excès :**

Comprenant :

- Trois tables d'égouttage des boues
- Station de réparation et dosage de polymère
- Station de pompage des boues surnageâtes égouttées.
- Ouvrage de digestion anaérobie

ie des boues comprenant :

- Bassin d'homogénéisation des boues primaires et secondaires ;
- Station de pompage des boues homogénéisées
- Quatre digesteurs de boues
- Installation de chaufferie formée par 03 chaudières et 02 échangeurs de chaleur.

### **3.3.7 Ligne de biogaz :**

Constitué de :

- Quatre lignes de récupération du biogaz à partir des digesteurs via des filtres à gravier.
- Installation de pompage des gaz par sur presseurs
- Gazomètre pour le stockage du biogaz
- Torchère pour la combustion du gaz
- Ligne d'alimentation du biogaz vers les chaudières.

### **3.3.8 Ouvrage de déshydratation et stabilisation des boues :**

Constitué de :

- Deux épaisseurs finaux des boues digérées
- Station de pompage des boues digérées
- Deux lignes de déshydratation constituée chacune de Deux filtres
- Deux stations de préparation et dosage de Polymère
- Deux lignes de transport de boues

- Quatre silos de stockage des boues déshydratées
- Deux lignes de chaulage de boues avec 02 silos de stockage de chaux
- Installation de traitement chimique de l'air. (Notice d'exploitation STEP, 2006).



Fig. n°27 : Maquette de la station d'EL Kerma.

### 3.4 Les données de bases de la station d'épuration d'EL Kerma :

La station d'épuration a pour objectif d'assurer une qualité d'effluent traité correspondant aux valeurs indiquées dans les tableaux suivants : (Tableau n°10, n°11).

#### 3.4.1 Débit d'eau usée :

La station procède à des mesures horaires m<sup>3</sup>/h et journalières m<sup>3</sup>/j pour évaluer le volume d'eau usée destinée au traitement (tableau n°10)

#### 3.4.2 Charge polluante :

Les charges hydrauliques d'origine urbaine ont été déterminées en se basant sur une dotation unitaire de 100 l/hab. / j.

**Tableau n°10 : Les différents débits des eaux usées dans la STEP d'El Karma (Notice D'exploitation STEP, 2006).**

Paramètre	Unité	Valeur
Equivalent Habitant	E.H	152600
Débit moyen journalier	m <sup>3</sup> /j	270096
Débit moyen horaire-temps sec	m <sup>3</sup> /h	11254
Débit moyen horaire diurne	m <sup>3</sup> /h	15006
Débit moyen horaire nocturne	m <sup>3</sup> /h	3751
Débit de pointe horaire-temps sec	m <sup>3</sup> /h	16200
Débit de pointe-entrée biologique	m <sup>3</sup> /j	1500

**Tableau n°11 : La charge massique de différents paramètres physico-chimiques (Notice D'exploitation STEP, 2006).**

Désignation	Valeur du paramètre		
	Kg/j	mg/l	E.H/j
Charge massique de MES à l'entrée de la STEP	96 860	359	/
Charge massique de DBO <sub>5</sub> à l'entrée de la STEP	93 560	339	60
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	229910	848	/
Charge massique de N à l'entrée de la STEP	16 789	62	11

#### 4. Les étapes de fonctionnement de la station d'épuration d'el kerma :

La station traite les eaux usées du groupement urbain d'Oran à prépondérance domestique. Le système retenu est l'aération à moyenne charge. La chaîne d'équipement est composée de deux 02 lignes : une ligne d'eau et une ligne de boue

#### **4.1 Le prétraitement :**

##### **4.1.1 Dégrillage grossier fixe (fig. n°28) :**

Il est représenté par de deux canaux contenant des tamis à grandes mailles égales a 5 cm. Pour faire obstacle aux grands objets flottants ramenés par les effluents.



**Fig. n°28 : le dégrillage.**

##### **4.1.2 Dégrillage fin mécanique :**

Le dégrilleur fin a pour rôle de débarrasser les eaux brutes des déchets solides plus ou moins volumineux entrainés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement et ayant échappés au dégrillage grossier. Ce dégrillage assure entre autre la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station en permettant d'enlever les débris. Cet ouvrage comprend 4 canaux de dégrillage de caractéristiques suivantes (Tableau n°12) :

**Tableau n°12 : Caractéristiques de l'ouvrage de dégrillage.**

<b>Dimensions</b>	<b>Valeurs</b>
Nombre de grille	04

Espacement entre barreaux ( mm )	10
Largeurs ( m )	1,5
Angle d'inclinaison des dégrilleurs	75°
Vitesse de passage maximale dans le canal ( m/s )	1,20

#### 4.2 Dessablage déshuilage (fig n°29) :

Un chenal de sortie fait suite au poste de dégrillage en amenant les eaux dégrillées vers quatre chenaux de dessablage- déshuilage, délimite deux zones distinctes du point de vue fonctionnel : une zone turbulente de dessablage d'une largeur de 4,8 m et une zone calme pour le déshuilage d'une largeur de 2 m. Chaque désableur-déshuileur a une longueur de cinquante mètres (50m), exécuté en béton armé.

Le dessablage élimine le sable présent dans l'effluent par décantation et l'extraire par pompage et en le déposant dans une fosse. Les grains de sables ainsi décantés dans la fosse sont extraits par le système air lift; on le classe à partir d'un calibreur après lavage et séchage ou bien en le stock dans la décharge.



**Fig. n°29: ouvrage de dessablage et déshuilage.**

Pour le déshuilage on procède à enlever la matière grasse et flottante qui représente une fraction de pollution organique qui peuvent perturber le traitement. L'accélération de la flottaison se fait par insufflation d'air au niveau d'une zone de tranquillité pour un temps de séjours de 10 à 15 Mn. Puis cette matière grasse sera évacuée par raclage vers les fosses et ensuite par vidange dans le digesteur.

Cette matière grasse est transportée à l'aide d'une pompe à vis excentrée vers le système d'envoi vers les digesteurs. Dans les digesteurs une grande partie organique est transformée de façon anaérobie en biogaz.

#### 4.3 Décantation primaire (fig. n°30) :

L'eau brute obtenue après le procédé dessablage déshuilage est conduite par un canal Qui débouche vers l'ouvrage de répartition possédant des vannes murales qui est connecté à quatre décanteurs primaires cylindro-coniques.

Le décanteur primaire est un grand bassin circulaire de 48,9 m de diamètre avec une hauteur d'eau moyenne de 2,56 m et avec un racleur qui tourne avec une vitesse 1(un) tour chaque 35min, où décantent les matières en suspension qui tombent au fond du bassin appelées floccs. Ces floccs constituent des boues primaires avec une eau moins chargée caractérisée par un taux d'élimination de 33 % en DBO5, 29% en DCO et 63%. MES. Cette eau est acheminée vers le bassin d'aération pour subir un traitement biologique a l'aide d'oxygène dissout. Par contre la boue primaire obtenue, est dirigée gravitairement vers la fosse des boues primaire. Puis elle va être pompée vers l'épaississeur primaire avant qu'elle soit déversée dans le bassin d'homogénéisation mixte.



**Fig. n°30 : Bassin de décantation primaire.**

#### 4.4 Traitement à boue activée :

L'alimentation des bassins d'aération en nombre de quatre sera réalisée par une conduite en béton débouchant dans un canal de répartition situé en amont. Le traitement à boues activées sera composé de quatre bassins en béton, qui seront équipés d'aérateur de surface. Volume d'un bassin est : 10 584 m<sup>3</sup>.

Le bassin d'aération (fig. n°31) sera conçu pour assurer un brassage homogène de la boue et la biodégradation de La matière organique. Cette étape du traitement biologique, repose sur l'activité des micro-organismes : Tel que les bactéries, les algues, les champignons et les protozoaires. Ces

micro-organismes se nourrissent par les matières organiques, contenues dans l'eau. Ces bactéries existent principalement dans un milieu aérobie (contient du dioxygène); Leur rôle est de transformer naturellement la pollution organique et diminue le carbone, l'azote et le phosphore présents dans l'eau.

A cette étape, on éjecte l'air (contenant O<sub>2</sub> 2mg/l) par des aérateurs de surface à axe vertical et à vitesse de rotation lente et rapide équipés de variateur de vitesse. Un compartiment de dégazage sera accolé à chaque bassin à boues activées, équipé d'un dispositif de rabattement des mousses qui vont se diriger vers la déshydratation mécanique ou vers le puisard d'aspiration de la station de pompage de la boue de retour.



**Fig. n°31 : Bassin d'aération.**

#### **4.5 Décantation secondaire (fig. n°32) :**

La liqueur mixte est introduites en son centre, l'eau clarifiée déborde en périphérie, dans une double goulotte de reprise et les boues décantées se déposent sur le radier et seront raclées vers le centre de l'ouvrage.

Le but de cette opération est la séparation de l'eau épurée des boues qu'elle contient. Les boues décantées sont dirigées vers l'ouvrage des boues de retour qui permettent de maintenir l'équilibre du traitement appelé vis d'Archimède (figure n°33),



**Fig. n°32 : Bassin de décantation secondaire.**

Avec une concentration de 8g/l pour le traitement biologique au niveau du bassin d'aération. La boue en excès qui est évaluée par un débitmètre électromagnétique (50g/l) elle est destinée à l'épaississeur mécanique (table d'égouttage) (figure n°34)

Le filtrat produit par l'épaississement mécanique de la boue en excès est emmené à l'entrée des bassins d'aération.



**Fig. n°33 : Vis d'Archimède.**



**Fig. n°34 : Table d'égouttage.**

#### **4.6 Le bassin d'homogénéisation mixte :**

Il sert à la formation de boues brutes à partir des boues primaires et des boues en excès. Et en dernier la boue homogène obtenue se dirige vers le digesteur (fig n°35) avec une température de 37°. La boue va dégager des gaz ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) qui vont passer par une conduite vers un gazomètre ou ils seront stockés. Une partie de ces gaz sera utilisée pour des chaudières du digesteur, l'autre partie sera brûlée. Après cette étape la boue se dirige vers l'étape de l'épaississement finale puis sera stocké dans des silos. Enfin, la boue va être mélangée avec de la chaux pour la rendre plus dure.



**Fig. n°35 : digesteur anaérobie.**

#### **4.7 Désinfection (fig. n°36, n°37) :**

Avant leur évacuation, les eaux traitées doivent être désinfectées pour éviter tout risque de contamination. A cette fin, les eaux épurées de la station subiront un traitement de désinfection par le chlore gazeux. Le chlore est un oxydant puissant et un bactéricide utilisé pour la destruction de composés tels que les germes, les micro-organismes et pouvant être rencontrés dans l'eau épurée.



**Fig. n°36: Tank chlore gazeux.**



**fig. n°37: Evaporateur de chlore.**

#### **4.8 By-pass général (fig. n°38) :**

L'ouvrage d'entrée situé en amont du dégrillage possède deux déversoirs qui communiquent avec un puits du by-pass général ce dernier sera fonctionnelle pour détourner les eaux non traitées, les eaux chargées de sang durant les jours de l'Aïd El kbir, les eaux pluviales trop chargée en sable seront directement rejetées vers la sebkha. En cas de panne électrique générale ou les eaux usées ne peuvent pas être traitées seront directement dirigées vers la Sebkha.



**Fig. n°38: By-pass general.**

#### **4.9 Le Bio-filter (fig. n°39):**

Le bio filtre est situé à l'amont du dégrillage. Ce dernier doit être couvert pour capter l'air pollué et l'évacuer par un extracteur vers ce bio filtre pour faire circuler et éliminer les mauvaises odeurs et les gaz pollués. Tout cela se fait à partir d'un filtre formé par des matériaux perméable à l'air et possède une grande capacité de rétention.

**Fig. n°39 : Bio-filtre.**

#### **4.10 Le préleveur automatique (fig. n°40) :**

C'est un appareillage fixe réglable en fonction du temps placé l'un à l'entrée et l'autre à la sortie de la STEP. Il permet des prises d'échantillons pour 31 bouteilles chaque 24h pour analyses au laboratoire.



**Fig. n°40 : Préleveur automatique.**

### **5. Les paramètres physicochimiques :**

Afin d'analyser les performances de la station d'épuration d'EL kerma de la wilaya d'Oran, et de mettre en valeur les eaux usées rejetées par la station, des analyses physico-chimiques et microbiologiques sont effectuées avant et après épuration et ceci dans le but d'évaluer la qualité des eaux rejetées dans le milieu naturel pour les utiliser éventuellement dans le domaine agricole. A cet effet, les prélèvements quotidiens (24h) à l'entrée et à la sortie de la STEP sont analysés dans le laboratoire de la station dans le but d'évaluer les paramètres physico-chimiques.

#### **5.1 Température (T) :**

La température est un paramètre important dans toute réaction biologique. Elle influe sur l'efficacité du procédé de traitement. L'activité biologique diminue avec une température basse. La température en degrés Celsius se mesure à l'aide d'un Thermomètre.

### **5.2 Potentiel d'hydrogène (PH) :**

Le PH se mesure à l'aide d'un pH-mètre, il indique l'acidité de l'eau usée ainsi que son alcalinité son rôle est important pour la croissance des micro-organismes pour un PH optimum de 6,5 à 7,5. Par contre pour un PH compris entre 5 et 8,5 la croissance est directement affectée. Et pour un PH allant de 5 à 9 indiquant un développement et croissance bactérienne.

### **5.3 La conductivité électrique (CE) :**

Mesuré à l'aide d'un conductimètre évalue la capacité de l'eau à conduire un courant électrique en milli-siemens par centimètre et permet aussi de mettre en évidence la variation de la Minéralisation. Elle nous renseigne sur le taux de salinités des eaux.

### **5.4 La demande biologique en oxygène (DBO5) :**

La demande biologique en oxygène se mesure à l'aide d'un oxitop à l'obscurité. Elle permet d'évaluer les fractions biodégradables de la charge polluante carbonée des eaux usées. Elle exprime la quantité d'oxygène indispensable à l'oxydation des matières organiques des eaux usées. Cette mesure est limitée à 5 jours.

### **5.5 La demande chimique en oxygène (DCO) :**

L'évaluation de la DCO se fait par oxydation avec le dichromate de potassium dans une solution portée à l'ébullition pendant 2 h en présence d'ions  $+$  de Ag et d'ions Hg puis mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à partir de la longueur d'onde du rayon lumineux absorbé par les molécules de la solution.

### **5.6 Les matières en suspensions (MES) :**

Elles peuvent être d'origine minéral ou organique. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles sont mesurées par l'utilisation de la méthode par filtration, disque filtrant de 0,45 $\mu$ m. Le filtre sec à 104 °C qui sera pesé avant et après filtration. La MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = \left( \frac{m_1 - m_0}{v} \right) * 1000$$

- m<sub>1</sub> : la masse en mg du disque filtrant après utilisation
- m<sub>0</sub> : la masse en mg du disque filtrant avant utilisation
- v : volume de la prise d'eau en ml.

### 5.7 Les matières volatiles sèches (MVS)

Les MVS représentent la partie organique des MES, la partie restante représente les matières minérales. Cette partie comprend les particules de la biomasse vivante ou morte.

### 5.8 L'Oxygène dissous :

il se mesure à l'aide d'un oxymètre. C'est un indicateur de pollution. Les matières organiques et minérales sont oxydées et se traduit par une diminution de la concentration d'oxygène.

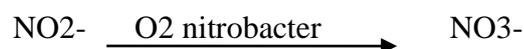
### 5.9 L'azote total (N) ou ammoniacal N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> :

C'est un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole domestique ou industriel. Il provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. Il est déterminé à partir d'un échantillon qu'on met sur le thermostat à 120°C Puis on le laisse refroidir et on lui ajoute les différents réactifs LCK 138, LCK 238, LCK 338. Après on obtient la mesure de l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.

### 5.10 Les nitrites (NO<sub>2</sub>) :

Résulte de la nitrification biologique de l'azote ammoniacal par les bactéries autotrophes en présence d'oxygène dissout appelées nitrosomonas  $\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{nitrosomona}} \text{NO}_2^-$   
Obtenues par l'ajout dans un échantillon d'un réactif LCK 341 et le mettre dans un spectrophotomètre qui nous indique la valeur.

### 5.11 Les nitrates (NO<sub>3</sub>):



Pour mesurer les nitrates, on ajoute à l'échantillon pris un réactif LCK 339 puis on l'introduit dans la cuve du spectromètre puis on li le résultat.

### 5.12 Le phosphore (PT) :

Les phosphores contenues dans les eaux usées sont uniquement sous forme de phosphate et particulièrement l'ortho phosphate  $PO_4^{3-}$  et sont d'origine urinaire des eaux usées domestiques. Il peut être déterminé par l'oxydation de la matière organique par des solutions  $H_2SO_4$  et le persulfate d'ammonium dans un thermo réacteur et la valeur de la mesure est obtenue à l'aide d'un spectrophotomètre.

Remarque : le phosphore total n'a pas été sujet de traitement vis-à-vis des valeurs obtenues par les analyses chimiques à l'entrée et à la sortie de la STEP.

### 5.13 Les métaux lourds (ETM) :

Les métaux lourds sont présents dans les eaux usées sous forme de traces et sont généralement de provenance des rejets industriels. Ils présentent un impact écologique et sanitaire important constituant ainsi un risque considérable pour l'environnement.

## 6. le lagunage :

Le lagunage repose sur un mécanisme naturel qui est la photosynthèse. L'épuration s'effectue dans plusieurs bassins étanches disposés en série grâce à un long temps de séjours.

La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent de l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies responsables de la dégradation de la matière organique.

Le gaz carbonique dégagé par les bactéries plus les sels minéraux contenus dans les eaux usées favorise la multiplication des algues.

Ce cycle s'auto-entretient par le rayon ultra violet (UV) émise par l'énergie solaire et aussi par présence de la matière organique contenue dans l'eau usée. En fond de bassin, la lumière ne pénètre pas, la matière organique décantée est dégradée par des bactéries anaérobies (A.Tali et A.Baiziz, 2018).

### **7. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons décrit le fonctionnement de la STEP, à partir des différentes étapes de traitements que doit subir l'eau usée dont le but d'éliminer les matières polluantes qu'elle contient.

Le rôle de la station d'épuration d'EL Kerma se limite au traitement secondaire, en rendant les eaux usées conformes aux normes des rejets dans le milieu naturel (Sebkha d'Oran).

Pour subvenir au besoin d'irrigation des terres agricoles, un traitement tertiaire est indispensable (système de lagunage) des eaux épurées de la station d'EL Kerma. Ce traitement est réalisé au niveau de la station installée dans la région de HamouL, située à 4 km au Sud de la commune d'EL Kerma et gérée par l'office national de l'irrigation et le drainage. L'eau obtenue après traitement est conforme aux normes d'irrigation ; elle est destinée vers les terrains agricoles de la plaine de la M'léta.

### 1. Introduction :

Des analyses physico-chimiques sont nécessaires pour vérifier la qualité des eaux rejetées dans le milieu naturel. Pour cela, des échantillons journaliers d'eau sont prélevés à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration afin de déterminer le taux de pollution et la vérification de l'efficacité du traitement réalisé par la station.

Pour notre étude, nous avons pris des prélèvements d'échantillons journaliers durant le mois de janvier 2019 (du 03/01/2019 au 31/01/2019). Ces échantillons prélevés ont été analysés au niveau du laboratoire de la station.

Les paramètres mesurés sont : la température T (°C), le potentiel d'hydrogène (PH), la conductivité (Ct), matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>), l'évaluation de la performance de la STEP, la biodégradabilité et les paramètres de pollution

### 2. La température (fig. 41) :

Les valeurs des températures enregistrées à l'entrée (T1) et à la sortie (T2) de la STEP au cours du mois de janvier 2019 sont portées dans le Tableau n°13.

**Tableau n°13 : Valeurs des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période, janvier 2019).**

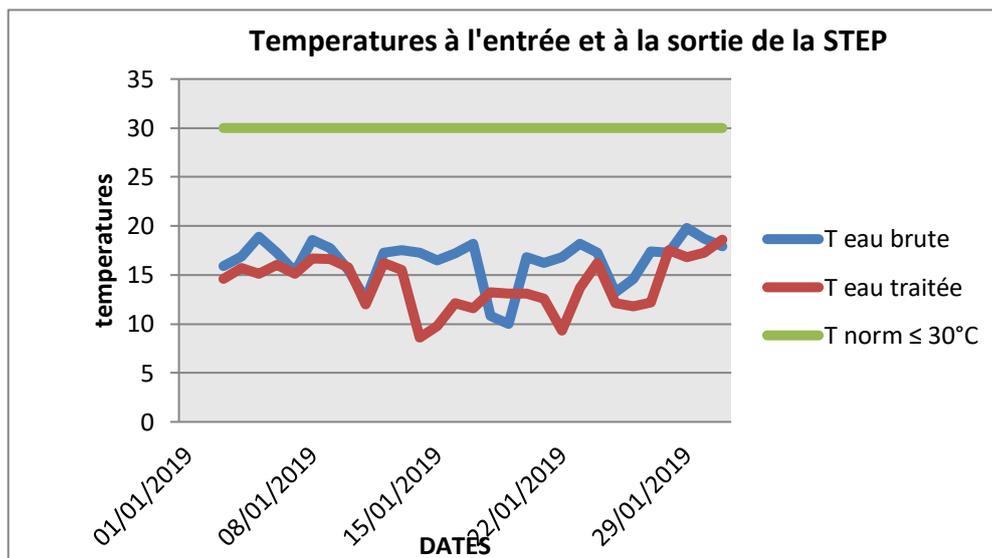
Dates	T1 à l'entrée	T2 à la sortie	Dates	T1 à l'entrée	T2 à la sortie
03/01/2019	15,90	14,60	18/01/2019	10,8	13,20
04/01/2019	16,90	15,70	19/01/2019	10,0	13,10
05/01/2019	18,90	15,10	20/01/2019	16,8	13,10
06/01/2019	17,30	16,00	21/01/2019	16,2	12,60
07/01/2019	15,30	15,10	22/01/2019	16,8	9,30
08/01/2019	18,60	16,70	23/01/2019	18,2	13,70
09/01/2019	17,70	16,60	24/01/2019	17,3	16,20
10/01/2019	15,50	15,80	25/01/2019	13,2	12,10
11/01/2019	12,50	12,00	26/01/2019	14,6	11,80
12/01/2019	17,30	16,20	27/01/2019	17,4	12,20
13/01/2019	17,50	15,50	28/01/2019	17,3	17,50
14/01/2019	17,30	8,60	29/01/2019	19,8	16,80
15/01/2019	16,50	9,80	30/01/2019	18,7	17,30

16/01/2019	17,2	12,10	31/01/2019	17,9	18,60
17/01/2019	18,2	11,60			

D'après la figure n°43, nous constatons que les températures à l'entrée varient de 10°C à 19,8 °C et de 8,60°C à 18,6 °C à la sortie.

Les températures de l'effluent traité restent toujours inférieures à celles enregistrées au niveau des eaux brutes. Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et de conditions météorologiques.

L'élévation de la température au cours du temps est influencée par la température atmosphérique. Cette augmentation favorise l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation ce qui présente un intérêt dans la station d'épuration. En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C. Concernant nos valeurs, elles sont inférieures aux normes Algériennes.



**Fig. n°41 : Variation de température des eaux brutes et des eaux épurées durant le mois de janvier (03/01/2019 au 31/01/2019).**

### 3. Le potentiel d'hydrogène (PH) (fig. n°42) :

Une eau usée urbaine possède un pouvoir tampon élevé. Les valeurs de PH des eaux usées avant traitement (Tableau n°14) sont comprises entre 7,3 et 7,8 que l'on peut classer comme eau brute alcaline qui répond aux normes ( $6,5 < \text{PH} < 8,5$ ) favorable à l'activité bactérienne pendant le processus du traitement. En ce qui concerne les eaux traitées, le PH est supérieur à celui enregistré à l'entrée, il varie entre 7,33 et 8,36 (tableau n°15) (indiquant une eau épurée alcaline respectant la norme de rejet comprises entre 6,5 et 8,5).

Tableau n°14 : Valeurs du PH à l'entrée de la STEP.

Date	PH	Norme mini	Norme maxi	Date	PH	Norme mini	Norme maxi
03/01/2019	7,58	6,5	8,5	18/01/2019	7,8	6,5	8,5
04/01/2019	7,60	6,5	8,5	19/01/2019	7,7	6,5	8,5
05/01/2019	7,54	6,5	8,5	20/01/2019	7,7	6,5	8,5
06/01/2019	7,54	6,5	8,5	21/01/2019	7,6	6,5	8,5
07/01/2019	7,69	6,5	8,5	22/01/2019	7,6	6,5	8,5
08/01/2019	7,60	6,5	8,5	23/01/2019	7,7	6,5	8,5
09/01/2019	7,74	6,5	8,5	24/01/2019	7,5	6,5	8,5
10/01/2019	7,51	6,5	8,5	25/01/2019	7,61	6,5	8,5
11/01/2019	7,53	6,5	8,5	26/01/2019	7,7	6,5	8,5
12/01/2019	7,59	6,5	8,5	27/01/2019	7,7	6,5	8,5
13/01/2019	7,68	6,5	8,5	28/01/2019	7,5	6,5	8,5
14/01/2019	7,62	6,5	8,5	29/01/2019	7,6	6,5	8,5
15/01/2019	7,68	6,5	8,5	30/01/2019	7,7	6,5	8,5
16/01/2019	7,6	6,5	8,5	31/01/2019	7,7	6,5	8,5
17/01/2019	7,3	6,5	8,5				

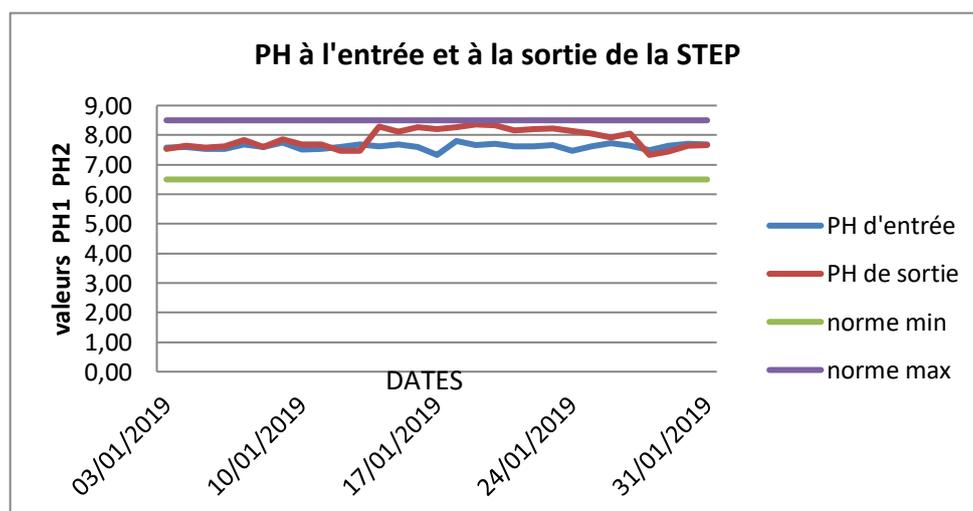


Fig. n°42 : Variation de la valeur du PH à l'entrée et à la sortie de la STEP au cours de la période du mois de janvier 2019 (du 3/1/2019 au 31/01/2019).

Tableau n°15 : Valeurs du PH à la sortie de la STEP.

DATES	PH	Norme mini	Norme maxi	DATES	PH	Norme mini	Norme maxi
03/01/2019	7,53	6,5	8,5	18/01/2019	8,27	6,5	8,5
04/01/2019	7,64	6,5	8,5	19/01/2019	8,36	6,5	8,5
05/01/2019	7,58	6,5	8,5	20/01/2019	8,33	6,5	8,5
06/01/2019	7,63	6,5	8,5	21/01/2019	8,16	6,5	8,5
07/01/2019	7,83	6,5	8,5	22/01/2019	8,21	6,5	8,5
08/01/2019	7,60	6,5	8,5	23/01/2019	8,23	6,5	8,5
09/01/2019	7,85	6,5	8,5	24/01/2019	8,14	6,5	8,5
10/01/2019	7,68	6,5	8,5	25/01/2019	8,06	6,5	8,5
11/01/2019	7,68	6,5	8,5	26/01/2019	7,93	6,5	8,5
12/01/2019	7,47	6,5	8,5	27/01/2019	8,05	6,5	8,5
13/01/2019	7,46	6,5	8,5	28/01/2019	7,33	6,5	8,5
14/01/2019	8,28	6,5	8,5	29/01/2019	7,45	6,5	8,5
15/01/2019	8,12	6,5	8,5	30/01/2019	7,65	6,5	8,5
16/01/2019	8,27	6,5	8,5	31/01/2019	7,66	6,5	8,5
17/01/2019	8,20	6,5	8,5				

La courbe du PH à la sortie de la STEP (figure n°42) coïncide avec la courbe du PH de l'entrée durant la période allant du 03/01/2019 au 13/01/2019 et du 28 au 31 du même mois. Durant la période allant du 14/01/2019 au 27/01/2019 la courbe du PH à la sortie se situe au dessus de la courbe du PH à l'entrée avec une légère augmentation des valeurs du PH indiquées dans le Tableau n° 15 par rapport aux valeurs à l'entrée indiquée dans le Tableau n°14

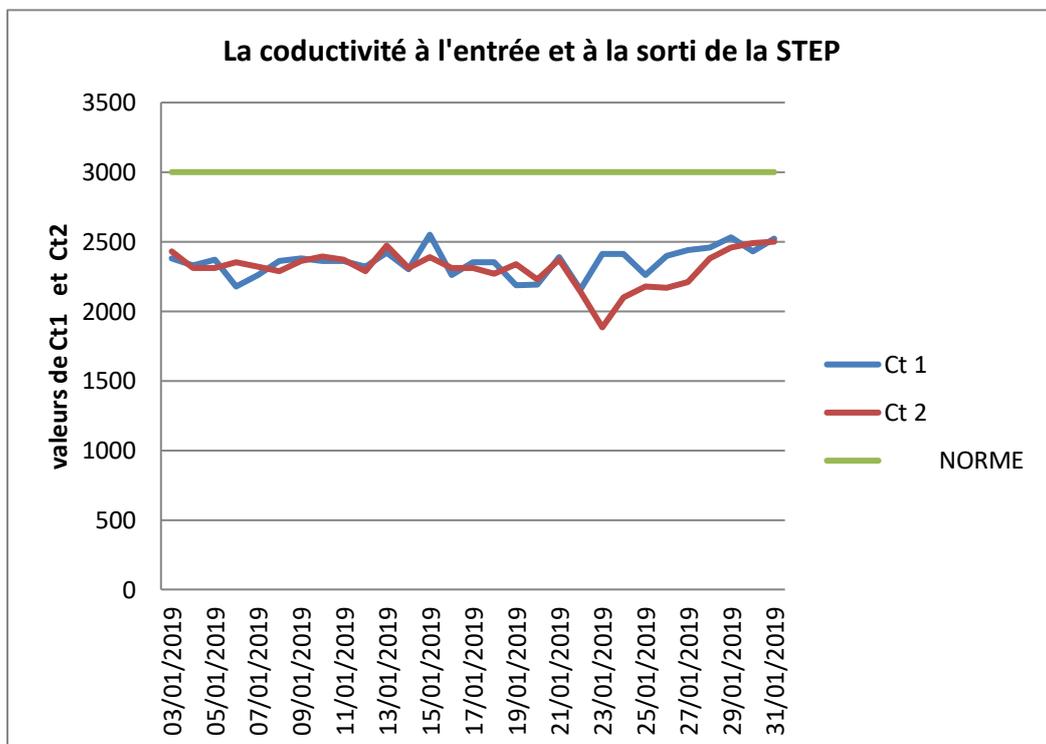
#### 4. Conductivité (fig. n°43) :

Les valeurs de la conductivité électrique se situent dans un intervalle de 2156  $\mu\text{s/cm}$  à 2550  $\mu\text{s/cm}$  à l'entrée (Tableau n°16) et de 1884  $\mu\text{s/cm}$  à 2500  $\mu\text{s/cm}$  à la sortie.

Ces valeurs sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à usage domestique utilisées au niveau de la station d'épuration d'EL Kerma qui possède une conductivité inférieure à 3000  $\mu\text{s/cm}$  (normes Algériennes).

**Tableau n°16 : Valeurs de conductivité du mois de janvier à l'entrée et à la sortie de la STEP.**

DATES	CONDUCT 1 μs/cm entrée	CONDUCTI 2 μs/cm sortie	NORME μs/cm	DATES	CONDUCT 1 μs/cm entrée	CONDUCTI 2 μs/cm sortie	NORME μs/cm
03/01/2019	2380	2430	3000	18/01/2019	2350	2270	3000
04/01/2019	2330	2310	3000	19/01/2019	2185	2340	3000
05/01/2019	2370	2310	3000	20/01/2019	2190	2230	3000
06/01/2019	2180	2350	3000	21/01/2019	2390	2370	3000
07/01/2019	2260	2320	3000	22/01/2019	2156	2141	3000
08/01/2019	2360	2290	3000	23/01/2019	2410	1884	3000
09/01/2019	2380	2360	3000	24/01/2019	2410	2100	3000
10/01/2019	2360	2392	3000	25/01/2019	2260	2176	3000
11/01/2019	2360	2370	3000	26/01/2019	2400	2168	3000
12/01/2019	2320	2290	3000	27/01/2019	2440	2210	3000
13/01/2019	2420	2470	3000	28/01/2019	2460	2380	3000
14/01/2019	2300	2310	3000	29/01/2019	2530	2460	3000
15/01/2019	2550	2390	3000	30/01/2019	2430	2490	3000
16/01/2019	2260	2310	3000	31/01/2019	2520	2500	3000
17/01/2019	2350	2310	3000				



**Fig n°43 : Variation journalière de la conductivité électrique (Période, du 03/01/2019 au 31/01/2019).**

### 5. Matières en suspensions (MES) (Tableau n°17) :

Les matières en suspensions sont de très fines particules en suspensions qui donnent un aspect trouble à l'eau. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux. Les valeurs enregistrées au cours de notre étude (janvier 2019) révèlent une réduction importante du MES des eaux traitées (Tableau n°17). La figure n°44 montre que les valeurs du MES à l'entrée se situe largement au dessus de la courbe des normes avec des valeurs comprises entre 85mg/l et 335 mg/l (il s'agit d'eau usée urbaine). Contrairement à la sortie où la courbe représentative du MES se situe au dessous de la courbe des normes (30mg/l) avec des valeurs qui varient entre 9mg/l et 52 mg/l. Ces valeurs indique un bon traitement, à l'exception de la valeur douteuse enregistrée le 29/01 /2019 (52mg/l) à la sortie de la STEP. Après information, cette valeur a été enregistrée lors d'une panne technique au niveau de l'aérateur qui fournie de l'oxygène et qui a une influence direct sur le traitement.

**Tableau n°17 : Valeurs des MES avant et après traitement durant le mois de janvier 2019.**

DATES	MES 1 (mg /l)	MES.2 (mg/l)	NORMES (mg/l)	DATES	MES 1 (mg /l)	MES 2 (mg/l)	NORMES (mg/l)
03/01/2019	295	30	30	18/01/2019	170	14	30
04/01/2019	335	31	30	19/01/2019	160	33	30
05/01/2019	255	17	30	20/01/2019	85	13	30
06/01/2019	220	24	30	21/01/2019	280	11	30
07/01/2019	200	26	30	22/01/2019	200	22	30
08/01/2019	195	26	30	23/01/2019	220	12	30
09/01/2019	245	15	30	24/01/2019	170	12	30
10/01/2019	255	16	30	25/01/2019	200	11	30
11/01/2019	190	18	30	26/01/2019	125	13	30
12/01/2019	200	21	30	27/01/2019	190	16	30
13/01/2019	220	13	30	28/01/2019	160	13	30
14/01/2019	235	21	30	29/01/2019	200	52	30
15/01/2019	205	11	30	30/01/2019	180	32	30
16/01/2019	220	18	30	31/01/2019	170	19	30
17/01/2019	205	9	30				

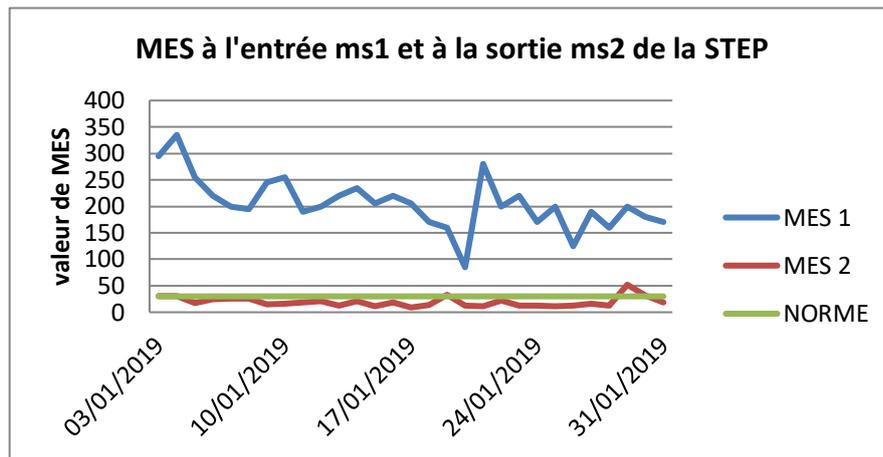


Fig n°44 : Variation de MES des eaux brutes et épurée, période du 03/01/2019 au 31/01/2019.

**6. Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La DCO est un paramètre d'indication sur les qualités des substances organiques chimiquement oxydables présentes dans l'eau. La mesure de la DCO est surtout utilisée pour la surveillance des eaux usées. Pour notre cas les valeurs de la DCO (Tableau n°18) enregistrées à la rentrée de la STEP sont très élevés et varient entre 282,89 mg /l et 612 mg/l. La courbe représentative (figure n°45) se situe largement au dessus de la courbe des normes. Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO oscillent entre 25mg/l et 99mg/l largement inférieur à celle de l'eau brute. Par ailleurs l'eau traitée obéit aux normes Algériennes de rejet (120mg/l), et à celle du journal de la communauté européenne (125mg/l) mais avec un léger dépassement aux normes de l'OMS (90mg/l), mais supérieur à celle destinées à l'irrigation (40mg/l).

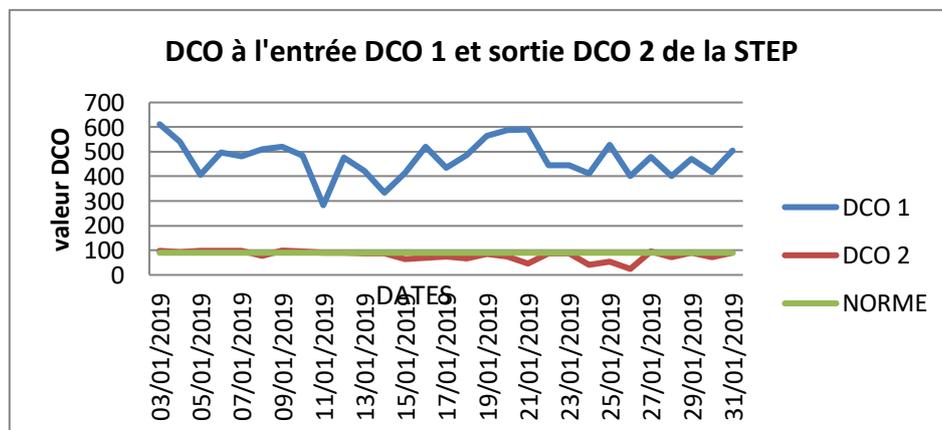


Fig. n°45 : Variation journalier de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et épurée, période du 03/01/2019 au 31/01/2019.

**Tableau n°18 : Valeurs de (DCO) à l'entrée et à sortie de la STEP durant le mois de janvier 2019.**

DATES	DCO 1	DCO 2	NORME	DATES	DCO 1	DCO 2	NORME
03/01/2019	612	99	90	18/01/2019	486,4	67	90
10/01/2019	542,23	94	90	19/01/2019	565,8	86	90
05/01/2019	406,39	98	90	20/01/2019	587,4	74	90
06/01/2019	497,87	97	90	21/01/2019	589,2	47	90
07/01/2019	481,16	99	90	22/01/2019	445,1	87	90
08/01/2019	509,82	78	90	23/01/2019	446,1	89	90
09/01/2019	519,76	99	90	24/01/2019	412,2	42	90
10/01/2019	484,51	96	90	25/01/2019	527,0	53	90
11/01/2019	282,89	90	90	26/01/2019	401,8	25	90
12/01/2019	477,26	91	90	27/01/2019	477,7	96	90
13/01/2019	421,66	87	90	28/01/2019	401,9	73	90
14/01/2019	334,63	88	90	29/01/2019	470,4	90	90
15/01/2019	414,31	65	90	30/01/2019	416,7	72	90
16/01/2019	520,1	70	90	31/01/2019	503,7	90	90
17/01/2019	434,6	74	90				

### 7. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

La mesure de la DBO<sub>5</sub> est un paramètre prescrit pour la surveillance des rejets et de fonctionnement des stations d'épuration. Les variations de la teneur en DBO<sub>5</sub> au cours du suivi du mois de janvier 2019 sont représentées par la figure n°46.

La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 170mg/l et 480mg/l en fonction des jours ; ces variations s'expliquent par la nature des résiduaire de la station d'épuration d'EL Kerma. Ce pendant, on constate que le maximum de la pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO<sub>5</sub> entre 8mg/l et 48mg/l (Tableau n°19), plus ou moins inférieure aux normes Algériennes de rejet (40mg/l) et celle du journal officiel de la communauté européenne (30mg/l).

Tableau n°19 : Valeurs de DBO<sub>5</sub> avant et après le traitement durant le mois de janvier 2019.

DATES	DBO5 1	DBO5 2	NORME	DATES	DBO5 1	DBO5 2	NORME
03/01/2019	460	38	30	18/01/2019	420	30	30
04/01/2019	240	36	30	19/01/2019	480	24	30
05/01/2019	300	24	30	20/01/2019	340	28	30
06/01/2019	250	30	30	21/01/2019	300	16	30
07/01/2019	300	36	30	22/01/2019	210	10	30
08/01/2019	400	12	30	23/01/2019	210	8	30
09/01/2019	260	36	30	24/01/2019	300	16	30
10/01/2019	320	22	30	25/01/2019	280	12	30
11/01/2019	250	48	30	26/01/2019	170	15	30
12/01/2019	340	10	30	27/01/2019	280	28	30
13/01/2019	270	46	30	28/01/2019	270	24	30
14/01/2019	300	16	30	29/01/2019	270	44	30
15/01/2019	320	32	30	30/01/2019	300	24	30
16/01/2019	320	13	30	31/01/2019	380	24	30
17/01/2019	260	34	30				

**Remarque :**

Les tests de la DBO<sub>5</sub> et la DCO avant et après le traitement consiste à la détermination de l'efficacité du traitement.

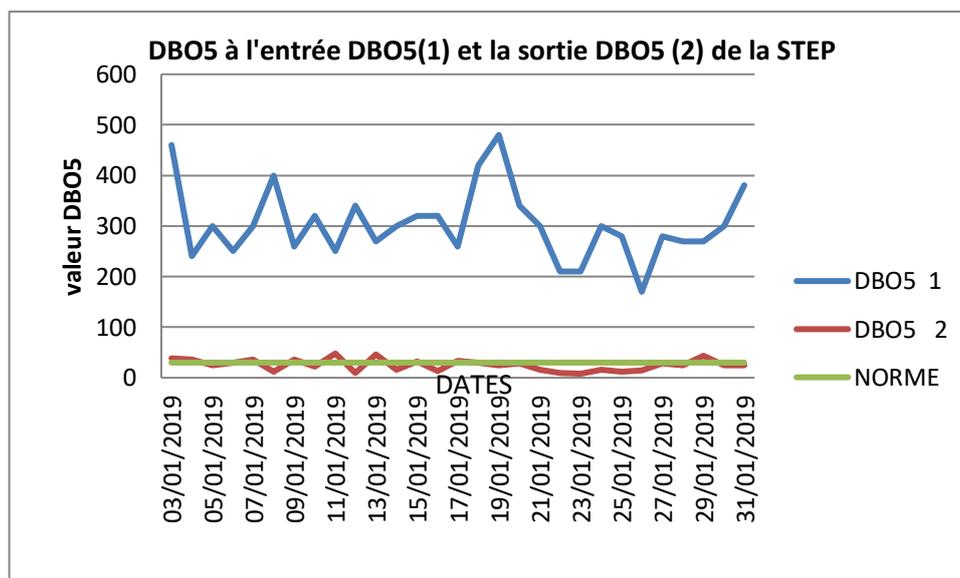


Fig. n°46 : Variation journalière de la demande biochimique en oxygène (DBO5) des eaux brutes et eaux épurées, période du 03/01/2019 au 31/01/2019.

## 8. Evaluation de la performance de la STEP :

L'évaluation de la performance de la STEP est exprimée par le rendement en pourcentage ou le taux d'abattement pour chaque paramètre, en prenant en considération les valeurs de la DCO, DBO5, et la MES. Le rendement noté R% est calculé à partir de l'équation suivante :

$$R\% = \frac{Pe - Ps}{Pe} * 100$$

**Pe** : paramètre à l'entrée

**Ps** : paramètre à la sortie

**R%** : le rendement d'élimination

- Calcul du rendement de la DCO : à partir des valeurs moyennes mensuels à l'entrée et à la sortie de la STEP qui sont respectivement 471,4mg/l et 79,8mg/l. On obtient un rendement moyen total de 83,07%.

- Calcul de rendement de la DBO5 : les valeurs des eaux brutes d'une moyenne de 303,4 mg/l et des eaux traitées de 25,4 mg/l, correspondent à un rendement moyen total de 91,62%.

- Calcul du rendement du MES : la moyenne mensuel des eaux brutes est de 206,4 mg/l et de 19,6 mg/l des eaux traitées avec un rendement moyen total de 90,50%. En conclusion, pendant un mois, nous avons globalement obtenu ou atteint un bon rendement d'élimination.

## 9. Biodégradabilité

Le rapport entre la DCO et la DBO5 est un indice qui permet de déterminer l'origine de l'effluent à l'entrée de la STEP, il est en moyenne de  $1,5 < 3$  ; ce qui confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont d'origine domestique.

## 10. Les paramètres de pollutions :

### 10.1 Les matières azotées :

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (Norg), azote ammoniacal (ammoniac  $NH_3$ , ion ammonium  $NH_4^+$ ), nitrates ( $NO_3^-$ ) et nitrites ( $NO_2^-$ ) (KOLLER, 2004).

#### 10.1.1 Les nitrates :

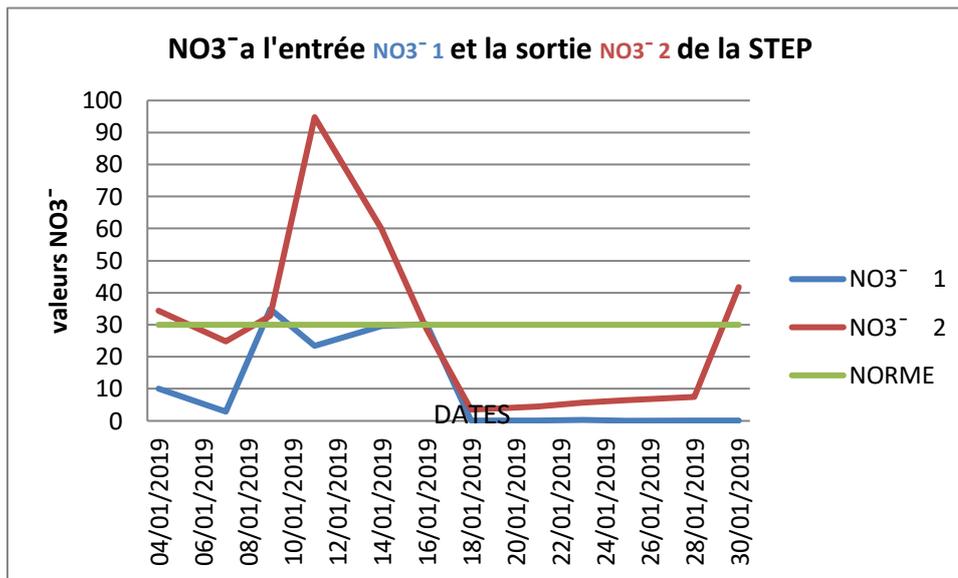
Les valeurs des nitrates obtenues à l'entrée de la STEP sont comprises entre 0,04 mg/l et 34,92 mg/l et de 3,5 mg/l à 94,8 mg/l à la sortie de la STEP (Tableau n°20). On constate que

les taux des nitrates ont augmenté considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes (figure n°47). Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a une origine humaine. Nous estimons environ 13g/jour d'azote rejeté par un être humain adulte sous forme organique présent dans l'urine (CHOCAT, 1997). Ainsi le transfert dans l'égout, véritable réacteur biologique, entraîne la réduction de ces nitrates essentiellement en azote gazeux (CHOUBERT, 2002). Pour le mois de janvier 2019, l'augmentation considérable du taux de nitrates dans les eaux épurées par rapport aux eaux brutes est certainement due à l'oxydation de la matière organique par l'oxygène émis lors du traitement au niveau du bassin d'aération.

**Tableau n°20 : Variation journalière des nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> à l'entrée et à la sortie de la STEP durant le mois de janvier 2019.**

DATES	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 2	NORME
04/01/2019	9,99	34,4	30
07/01/2019	2,83	24,9	30
09/01/2019	34,92	32,8	30
11/01/2019	23,4	94,8	30
14/01/2019	29,6	59,9	30
16/01/2019	30,24	28,6	30
18/01/2019	0,08	3,5	30
21/01/2019	0,17	4,5	30
23/01/2019	0,38	5,7	30
25/01/2019	0,04	6,6	30
28/01/2019	0,09	7,5	30
30/01/2019	0,06	42	30

On constate qu'une partie de la courbe représentative des eaux épurée à la sortie de la STEP, dépasse la courbe normale (figure n°49), correspondant aux valeurs des journées du 04, 09, 11, 14, et le 30 du mois de janvier 2019 (Tableau n°20) qui s'explique par les mesures prises au moment des prélèvements, ne se concordent pas avec la même eau de l'entrée et la sortie, ceci est du à la panne du prélèvement automatique.



**Fig. n°47 : Variation journalière de la teneur en nitrate des eaux brutes et épurées dans la station d'El Kerma, Période du 04/01/2019 au 30/01/2019 (prélèvement chaque 48 h).**

#### 10.1.2 Les nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (fig. n°48) :

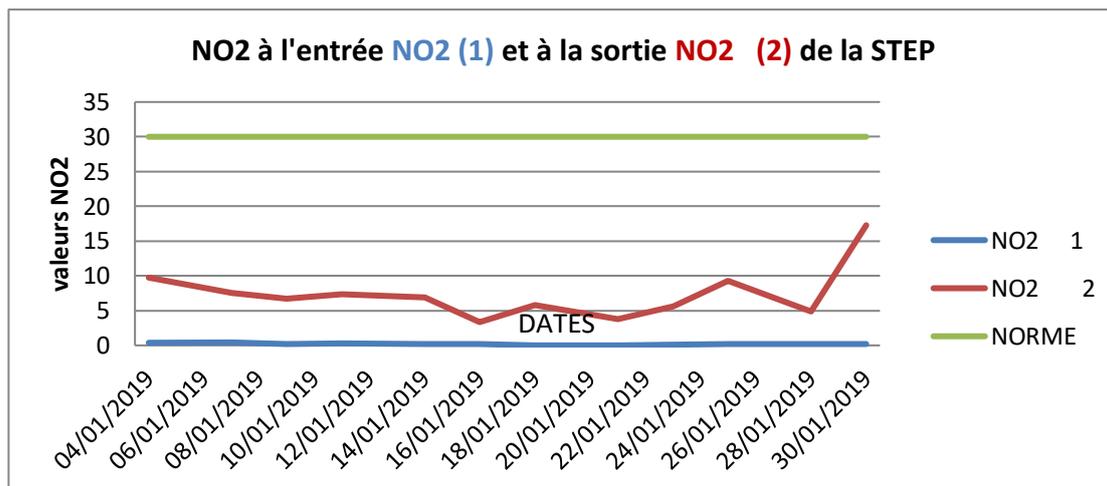
Les nitrites sont obtenues au cours de procédés des traitements des eaux dans les bassins à boue activé de la STEP ou l'insuffisance de l'oxygène (taux d'O<sub>2</sub> < 1mg/l) dissous oblige les bactéries à utiliser pour leur besoin des nitrates décomposées et transformées en di-azote dégagé dans l'air. Cette opération s'appelle dénitrification.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque ou la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant à des températures élevées, cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement (CHOUBERT, 2002).

D'après les résultats obtenus au cours de la campagne (janvier 2019), on remarque que la teneur en nitrites des eaux à l'entrée est très faible (entre 0 mg/l et 0,256 mg/l) (Tableau n°21), ceci est fonction de la qualité des eaux usées à l'entrée. La teneur en nitrites obtenues après traitement est comprise entre 3,4 mg /l et 17mg/l (conforme aux normes Algériennes) (voir annexe).

**Tableau n°21 Variation journalière des nitrites NO<sub>2</sub> avant et après le traitement janvier 2019.**

DATES	NO2 1	NO2 2	NORME
04/01/2019	0,4	9,7	30
07/01/2019	0,43	7,5	30
09/01/2019	0,19	6,7	30
11/01/2019	0,256	7,3	30
14/01/2019	0,231	6,9	30
16/01/2019	0,16	3,4	30
18/01/2019	0,00	5,8	30
21/01/2019	0,00	3,7	30
23/01/2019	0,11	5,6	30
25/01/2019	0,191	9,3	30
28/01/2019	0,21	4,9	30
30/01/2019	0,16	17	30



**Fig. n°48 : Variation journalière des nitrites avant et après le traitement à la station d'EL kerma, période du 04/01/2019 au 30/01/2019 (mesure prise chaque 48 h).**

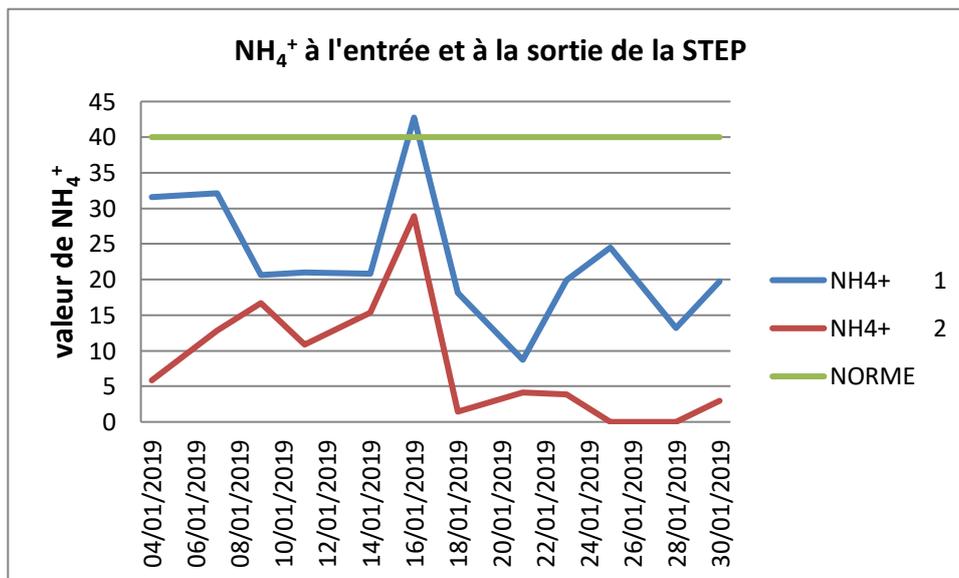
### 10.1.3 L'ammonium :

Le Tableau n°22, représentent la variation journalière de la teneur en ammonium à l'entrée et à la sortie de la STEP pour le mois de janvier 2019.

Les concentrations en ion ammonium sont comprises entre 8,72 mg/l et 42,75mg/l pour l'eau brute avec une moyenne de 22,74mg/l. Ces eaux subissent une décroissance de 0 mg/l à 28,9 mg/l après traitement (figure 49). Les valeurs sont conformes aux normes de rejet dans le milieu naturel appliquées en Algérie.

**Tableau n°22 Variation journalière des ammoniums à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Kerma au mois de janvier 2019.**

DATES	NH4+ Entrée	NH4+ Sortie	NORME
04/01/2019	31,57	5,8	40
07/01/2019	32,08	12,8	40
09/01/2019	20,63	16,7	40
11/01/2019	20,95	10,9	40
14/01/2019	20,82	15,3	40
16/01/2019	42,75	28,9	40
18/01/2019	18,1	1,4	40
21/01/2019	8,72	4,1	40
23/01/2019	19,9	3,9	40
25/01/2019	24,5	0,0	40
28/01/2019	13,2	0,0	40
30/01/2019	19,7	3	40



**Fig. n°49 : Variation journalière des ammoniums avant et après le traitement à la STEP d'El Kerma.**

### 10.2 Pollution phosphorée :

Le phosphore des eaux usées, particulaire ou soluble est constitué essentiellement de phosphore inorganique (poly-phosphate) et des ortho-phosphate dont une part provient de l'hydrolyse des poly-phosphates, de phosphore organique : phospholipides, esters et poly-nucléotides (DERONZIER et CHOUBERT, 2004).

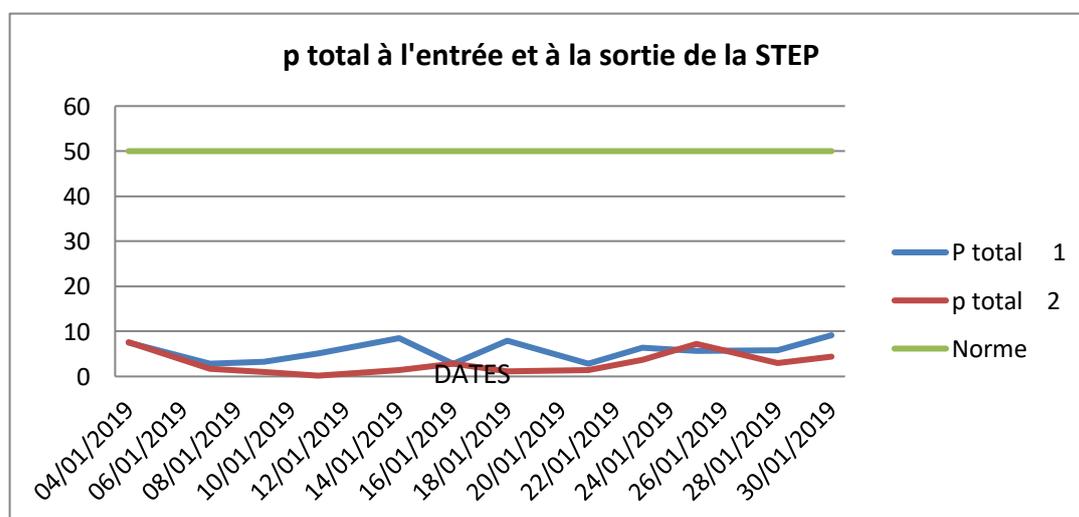
L'évolution journalière des  $\text{PO}_4^{3-}$  de l'eau brute et de l'effluent traité est portée dans le Tableau n°23.

D'après les résultats, les valeurs obtenues des ortho-phosphates varient de 2,8 mg/l à 9,15 mg/l. Pour l'eau d'entrée les valeurs sont comprises entre 0,2 mg/l et 7,6 mg/l. Pour l'eau traitée, les valeurs ne dépassent pas les normes Algériennes de rejet (50 mg /l) (figure n°50).

Une partie du phosphore total dégradé par les micro-organismes peut atteindre 25% de la quantité journalière (DEBRONZIER et CHOCAT, 2004) ; les 75% à 80% restants ne sont pas complètement traités ce qui est bien confirmé par les résultats des analyses obtenues.

**Tableau n°23 : Valeurs du phosphore total à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Kerma au mois de janvier 2019.**

DATES	P total Entrée	p total Sortie	Norme
04/01/2019	7,53	7,6	50
07/01/2019	2,87	1,8	50
09/01/2019	3,33	1,0	50
11/01/2019	5,13	0,2	50
14/01/2019	8,55	1,5	50
16/01/2019	2,8	2,8	50
18/01/2019	7,96	1,1	50
21/01/2019	2,82	1,5	50
23/01/2019	6,37	3,8	50
25/01/2019	5,7	7,22	50
28/01/2019	5,88	3,02	50
30/01/2019	9,15	4,38	50



**Fig. n°50 Variation journalière ½ jours du phosphore total période du 04/01/2019 au 30/01/2019 de la STEP d'El Kerma.**

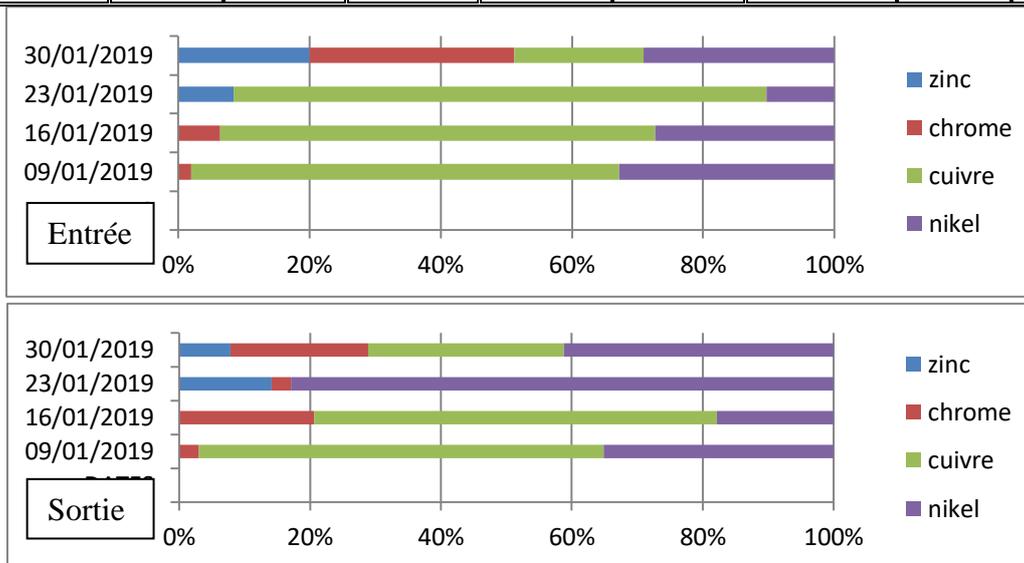
10.3 Les Métaux lourds (figure n°51, 52, 53) :

Le traitement des eaux usées de la STEP d'EL kerma est limité à la détermination de quatre éléments de métaux lourds : le zinc, le chrome, le cuivre et le nickel. En effet, diverses sources interviennent dans l'émission des métaux lourds dans les eaux usées. Ces sources sont principalement liées aux activités industrielles et domestiques et leur présence représente un grand risque sur la santé et la nature.

Les résultats d'analyse de ces métaux dans les eaux usées avant et après traitement sont illustrés dans les tableaux n°24, n°25 et n°26. Ces valeurs se présentent, globalement, dans notre cas, en faibles quantités en dessous des limites maximales des normes Algérienne avant et après traitement.

**Tableau n°24 : Valeurs des métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Kerma du mois de Janvier 2019.**

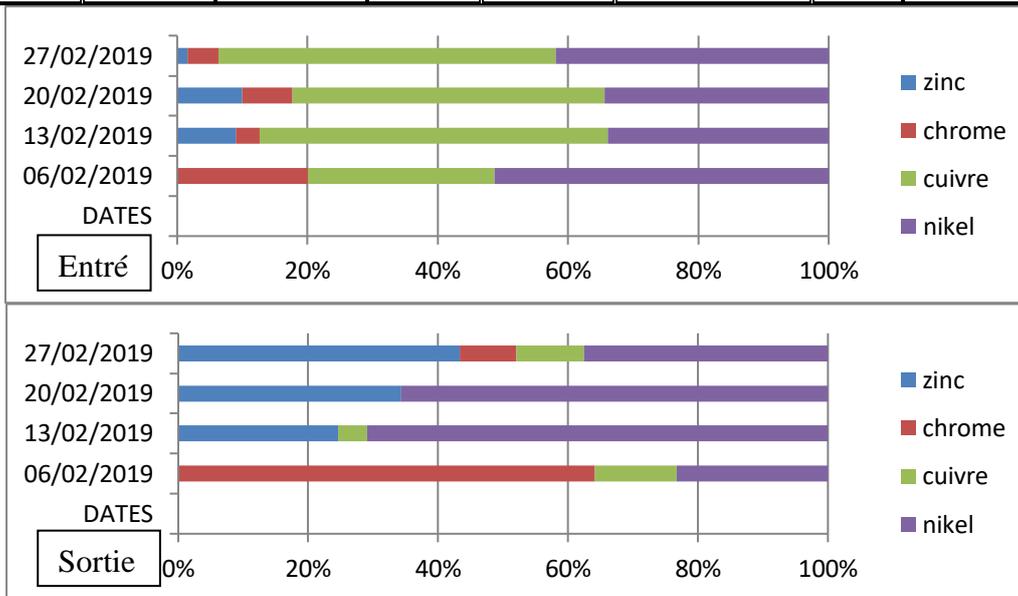
MOIS DE JANVIER DATES	MÉTAUX LOURDS À L'ENTRÉE				MÉTAUX LOURDS À LA SORTIE			
	Zinc	Chrome	cuivre	Nikel	Zinc	Chrome	Cuivre	Nikel
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
09/01/2019		0,030	0,615	0,349		0,012	0,387	0,195
16/01/2019		0,139	0,414	0,120		0,021	0,219	0,090
23/01/2019	0,17	0,036	0,000	1,000	0,105	0,000	1,010	0,128
30/01/2019	0,09	0,242	0,344	0,475	0,148	0,231	0,146	0,215



**Fig. n°51 : Variation des valeurs des métaux lourds du mois de janvier entrée et sortie de la STEP d'El Kerma.**

**Tableau n°25 : Valeurs des métaux lourds à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Kerma du mois de février 2019.**

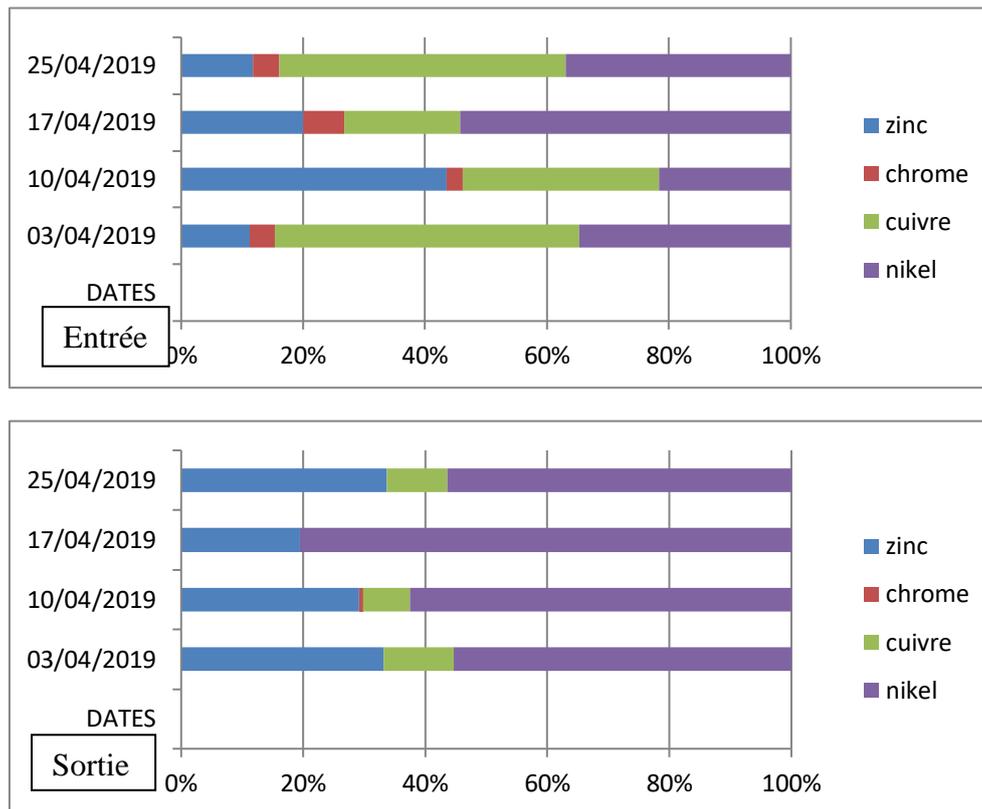
MOIS FEVERIER DATES	MÉTAUX LOURDS À L'ENTRÉE				MÉTAUX LOURDS À LA SORTIE				
	Zinc	chrome	cuivre	nikel		zinc	Chrome	Cuivre	nikel
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	DATES	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
06/02/2019		0,239	0,340	0,610	06/02/2019		0,229	0,045	0,083
13/02/2019	0,176	0,070	1,040	0,660	13/02/2019	0,060	0,000	0,011	0,173
20/02/2019	0,112	0,086	0,534	0,384	20/02/2019	0,101	0,000	0,000	0,193
27/02/2019	0,039	0,119	1,300	1,050	27/02/2019	0,195	0,039	0,047	0,169



**Fig. n°52 Variation journalière des métaux lourds avant et après traitement durant le mois de Février 2019 (STEP d'El Karma).**

**Tableau n°26 : Valeur journalière des métaux lourds à l'entrée et à la sortie de le STEP d'El Karma du mois d'Avril.**

MOIS D'AVRIL DATES	MÉTAUX LOURDS À L'ENTRÉE				MÉTAUX LOURDS À LA SORTIE				
	zinc	Chrome	Cuivre	nikel		zinc	Chrome	Cuivre	nikel
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	DATES	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
03/04/2019	0,24	0,09	1,04	0,72	03/04/2019	0,10	0,00	0,04	0,17
10/04/2019	1,18	0,070	0,874	0,585	10/04/2019	0,147	0,003	0,039	0,315
17/04/2019	0,29	0,097	0,272	0,777	17/04/2019	0,063	0,000	0,000	0,260
25/04/2019	0,23	0,084	0,920	0,723	25/04/2019	0,102	0,000	0,030	0,171



**Fig. n°53 Variation journalière des valeurs des métaux lourds durant le mois d'avril à l'entrée et à la sortie de la STEP.**

#### 10.4 La pollution bactérienne :

La nature de la population microbienne est très variée dans les eaux usées (RODIER, 2005 In Meziane.A, 2014). Les bactéries sont recherchées dans les eaux usées comme témoins de contamination fécale (GAUJOUS ,1995).

L'OMS (1989) à choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences, il s'agit des coliformes et Escherichia coli. La raison de ce choix réside dans le fait que la numération de ces bactéries est beaucoup plus simple et rapide (entre 24h et 48h) que celle des germes pathogènes nécessitant plusieurs jours d'identification.

D'après les valeurs enregistrées à la STEP d'EL Kerma avant et après le traitement du mois de janvier, février et avril 2019 (Tableau n°27, 28, 29), les bactéries Coliformes et Escherichia coli représentent des valeurs élevées même après traitement indiquant l'abondance des ces bactéries dans les eaux traitées qui dépendent de la charge polluante des eaux brutes et aussi de la capacité de la station à éliminer ces bactéries.

Les valeurs de la concentration des bactéries Coliformes et Escherichia coli du mois de janvier, février et avril de l'année 2019 sont comprises entre 9100 et 9800 à l'entrée et entre

4300 et 7800 à la sortie. Ces valeurs dépassant largement les normes recommandées n'autorisent pas l'utilisation de ces eaux pour l'irrigation, (voir annexe : page du journal officiel de la République Algérienne).

**Tableau n°27 : Valeurs des Bactéries coliforme et Escherichia coli (Période, janvier de l'année 2019).**

Année 2019 <b>JANVIER</b>	Entrée STEP			Sortie STEP		
	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)
13/01/2019	36	9200	9200	36	4300	4300
16/01/2019	36	9500	9500	36	7400	7400
24/01/2019	36	9400	9400	36	7300	7300
30/01/2019	36	9200	9200	36	7100	7100
Moyenne	36	9325	9325	36	6525	6525

**Tableau n°28 : Valeurs des Bactéries coliforme et Escherichia coli (Période, février de l'année 2019).**

Année 2019 <b>FEVERIER</b>	Entrée STEP			Sortie STEP		
	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)
07/02/2019	36	9300	9300	36	7200	7200
13/02/2019	36	9800	9800	36	7400	7400
19/02/2019	36	9200	9200	36	7100	7100
27/02/2019	36	9600	9600	36	7300	7300
Moyenne	36	9475	9475	36	7250	7250

**Tableau n°29 : Valeurs des Bactéries coliforme et Escherichia coli (Période, Avril de l'année 2019).**

Année 2019 <b>AVRIL</b>	Entrée STEP			Sortie STEP		
	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)	T °C	Bactéries Coliformes (CFU/100ml)	Escherichia coli (CFU/100ml)
03/04/2019	36	9500	9500	36	7500	7500
10/04/2019	36	9100	9100	36	7200	7200
17/04/2019	36	9200	9200	36	7400	7400
25/04/2019	36	9600	9600	36	7800	7800
Moyenne	36	9350	9350	36	7475	7475

## 11. Étape de lagunage :

### 11.1 Présentation de l'ONID :

Cette étape se fait hors de la STEP d'EL Kerma. Elle est assurée par l'office national d'irrigation et de drainage (ONID). Ce site de lagunage et de stockage est situé à l'Est de la sebkha d'Oran à une vingtaine de kilomètre au sud de la ville d'Oran et à 7km de la STEP d'EL Kerma. Cet organisme (ONID) à été agréé le 18 mai 2005, c'est une structure chargée de l'ensemble de l'activité hydraulique agricole dans les Grands périmètres d'irrigations (GPI). Elle est subdivisée en 5 directions régionales selon le découpage hydrographique adopté par le secteur. Elle est présente dans l'ensemble des grands périmètres d'irrigation, soit plus d'une vingtaine d'unités et son potentiel humain dépasse les 2.000 personnes. Devant le déficit hydrique accru que connaît le pays, L'ONID à lancé une nouvelle expérience dans un vaste programme qui permet d'augmenter sensiblement les superficies irriguées. Il consiste en la réutilisation des eaux usées épurées, produites par les stations d'épuration pour irriguer des périmètres à l'aval de chaque station d'épuration et lagune. A ce titre, l'ONID a commencé par la réalisation et l'aménagement de deux périmètres hydro-agricoles alimentés par des STEP. Il s'agit du périmètres d'irrigation de Hennaya dans la wilaya de Tlemcen et, dans notre cas, le périmètre d'irrigation de la plaine de Mléta dans la wilaya d'Oran avec une superficie irrigable de 5160 ha sur un total de 8100 ha (Talaboulma.R, 2018 projet pilote ONID).

Les 40% de la totalité des eaux épurées par la STEP d'El Kerma sont évacuées par un canal de 3km jusqu'à la station poste1 de L'ONID de capacité de 50.000 m<sup>3</sup>. Ces eaux sont déversées dans les bassins de lagunage en nombre de huit qui peuvent contenir un volume total de 400.000 m<sup>3</sup> au niveau la station poste2 puis cette eaux et acheminée jusqu'au bassin de stockage d'un volume de 1,5 million de m<sup>3</sup> (figure n°54).

### 11. 2 Principe de lagunage (figure 55) :

Le principe du traitement par lagunage naturel est d'assurer l'autoépuration des eaux qui se base sur les phénomènes naturels, le soleil, les algues et le plancton. Ce procédé est réalisé sur une étendue d'eau profonde (0,8 à 1,20 m). Il est crée artificiellement appelé lagune qui peut être très vaste et où la lumière peut pénétrer et favoriser le développement d'algues vertes dont l'action photosynthétique produit de l'oxygène et permet le développement de bactéries épuratoires aérobies. Le lagunage entraine donc une dégradation des matières organiques en

aérobie soit à l'aide des bactéries aérobies continues dans les eaux, soit par un apport artificiel qui va accélérer l'oxydation et la dégradation des matières organiques.

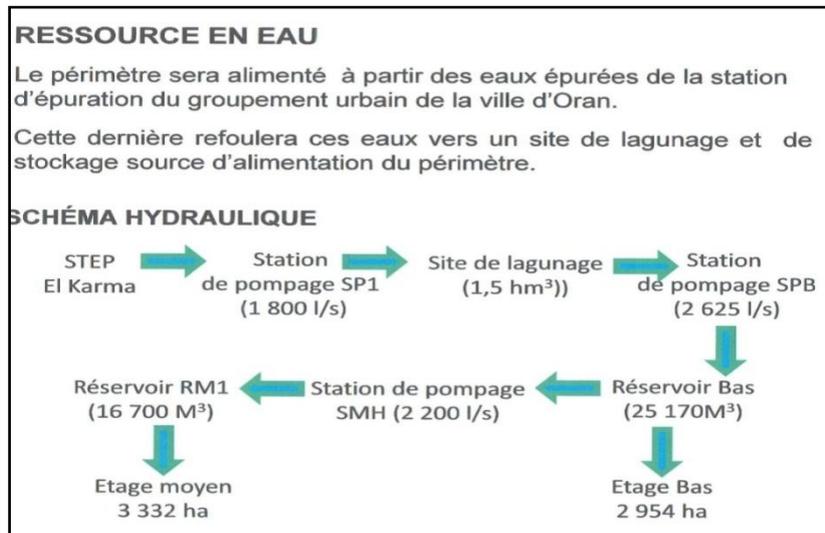


Fig. n°54 Schéma hydraulique de la conduite de l'eau traitée vers la station de lagunage (Talaboulma.R, 2018 projet pilote ONID).

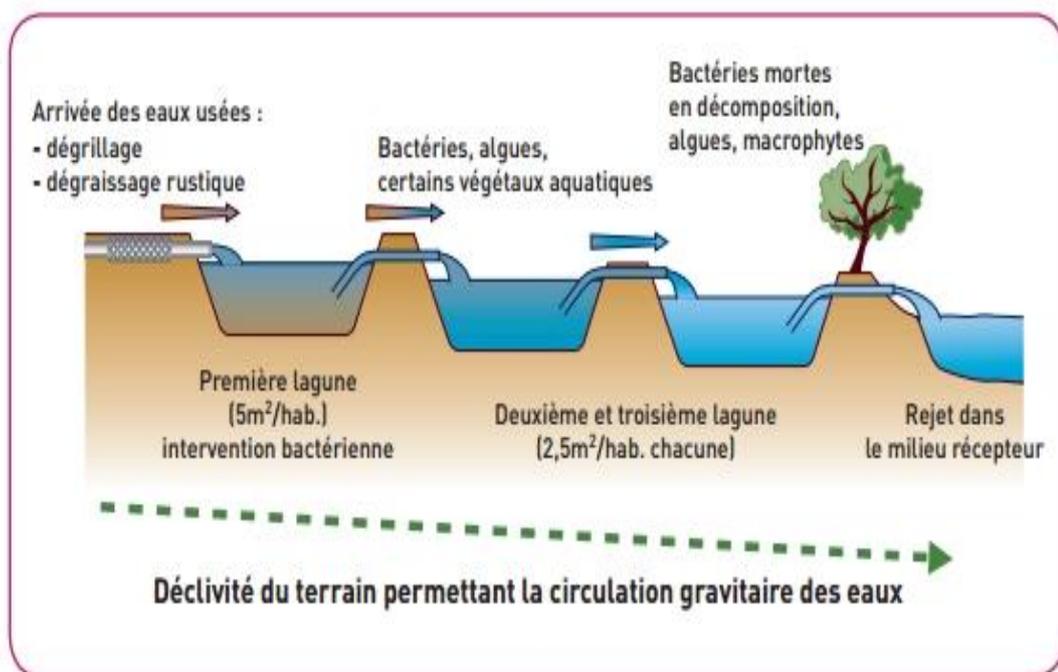


Fig. n°55 Le système de lagunage.

Ce mode de lagunage permet d'éliminer 80% à 90% de la DBO, 20% à 30% de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes biologiques par l'action du rayonnement solaire. Cette station de lagunage comporte de grands bassins disposés en série. La durée de séjour des eaux usées dans les bassins peut atteindre 60 jours et les eaux traitées doivent avoir subi une décantation préalable (lagunage primaire). Le lagunage naturel tertiaire assure

l'exposition des micro-organismes pathogènes au rayonnement solaire. Ce rayonnement provoque une destruction des germes. A la fin de cette étape l'eau épurée sera pompée et stockée dans des réservoirs puis distribuer pour l'irrigation des terre agricoles de la plaine de la M'léta au sud de la wilaya qui s'étend sur une superficie de 8100 ha. Cette plaine est répartie entre les deux communes d'Oued Tlétat (3833 ha) et Tafraoui (4267 ha).

D'après, Talaboulma.R, 2018 projet pilote ONID, la station de lagunage à reçu en 2018 3110715 m<sup>3</sup>, en 2019 un volume de 1032965 m<sup>3</sup> et en 2020 elle atteint à nos jour un volume de 7932000 m<sup>3</sup>.

## **12. Conclusion :**

Selon les analyses physico-chimiques effectuées par la STEP d'EL Kerma, les eaux collectées à la sortie ne sont pas conformes aux normes Algérienne et elles sont non utilisées pour l'irrigation. Ces eaux sont rejetées et perdus dans la nature. Le traitement contre la pollution Bactérienne au niveau de cette station reste très insuffisant pour autoriser ces eaux à l'irrigation des terres agricoles.

Pour cela un traitement tertiaire, correspondant au système de lagunage, a été mis en place, indispensable pour récupérer une certaine quantité de ces eaux autrefois jeter dans la sebkha. Ces eaux seront utilisées pour l'irrigation des terrains agricoles de la plaine de M'léta et ainsi soulager le déficit en précipitation enregistré dans la région.

## Conclusion générale

Notre étude, arrive à sa fin, n'est qu'une introduction à une meilleure connaissance des différents fonctionnements des stations d'épuration à travers tout le territoire Algérien. Dans notre cas, il s'agit de la station d'EL Kerma qui est située au Sud-est de la wilaya d'Oran à 7 km de l'office national d'irrigation et de drainage (ONID). Dans la partie « caractéristiques générales », cette région est définie par un climat semi aride à hiver tempéré avec une précipitation moyenne annuelle de 374,52 mm et la moyenne des températures annuelles estimée à 17,87 °C à la station d'Es Sénia, durant la période 1980 - 2019. La géologie de cette région est formée par deux ensembles : l'Anté Néogène allant du Permo-Carbonifère au Crétacé et le Néogène allant du Miocène au Plio-quadernaire avec l'existence de formations hydrogéologiques formées par des grès lumachiliques du Calabrienne et par des alluvions du Plio-quadernaires. Dans cette partie aussi, Une carte piézométrique à été établie par SOGREAH/AGP en 1997 recouvrant la totalité du secteur d'étude où la plus part des directions d'écoulement convergent vers une zone comprise entre l'aéroport d'Oran, Dayat Morcelly, St Remy, Sidi Maarouf, Sidi Chahmi et Nedjma.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'importance et la place que peut occuper la station d'épuration des eaux usées d'EL Kerma surtout dans la lutte contre la pollution et la préservation des ressources en eau. Nous nous sommes intéressés aux différentes fonctions et procédés de traitements en décrivant les différentes étapes que les eaux usées subissent pour qu'elles soient épurées et ne présentent à la fin aucun risque pour l'environnement en accord avec les normes de rejet des effluents. Un suivi journalier indispensable pour les analyses physico-chimiques à l'entrée et à la sortie de la STEP a pour but de prendre des mesures pour déterminer les paramètres de pollution. Les effluents traités sont caractérisés par un PH légèrement alcalin et les concentrations de la DCO et la DBO<sub>5</sub> des eaux traitées sont satisfaisantes. L'élimination des nutriments en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et en PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> reste performante.

Les performances épuratoires de la station d'EL Kerma se sont confirmées par les résultats obtenus des effluents traités qui présentent des rendements épuratoires satisfaisants conformes aux normes de rejet des effluents par le journal officiel de la république Algérienne.

Malheureusement la boue obtenue après traitement contient les métaux lourds qui demandent beaucoup de moyens pour les éliminer que malheureusement la station n'a pas à sa portée. La valorisation de la boue reste toujours en projet vu son importance dans le dessalement de plusieurs milliers d'hectares de terres et l'amélioration des rendements agricoles de la région. Au cours du traitement la station produit une quantité considérable de gaz de méthane par jour jusqu'à 70% (5437 m<sup>3</sup>/j) de la totalité (biogaz, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>). Cette quantité n'est pas utilisée complètement sauf pour le chauffage et le malaxage du digesteur. Son exploitation reste en projet et hisserait définitivement Oran dans le cercle des villes inscrites au développement durable ; donc la station d'épuration d'EL Kerma joue un rôle important géré par la mise en place d'équipes d'exploitation expérimentés qui lui permet d'être bien valorisée et constitue un modèle de référence. Après la mise en service de la station d'EL Kerma le taux d'exploitation n'a pas dépassé le seuil des 30%. Les eaux traitées sont insuffisamment exploitées, elles sont déversées directement dans la Sebkhah d'Oran, ce n'est qu'à partir de l'année 2016 où le ministère des ressources en eau s'est lancé dans un projet d'utilité publique rentrant dans le cadre du plan quinquennal 2010/2014 de la mise à l'eau de la station d'épuration des eaux usées, il s'est fixé pour objectif une utilisation accrue des eaux traitées pour couvrir les besoins de la wilaya, en matière d'irrigation agricole. Pour cela, une station de lagunage a été réalisée et mise en service en 2018 gérée par l'ONID (office national d'irrigation et de drainage). Cette office reçoit 40% des eaux traitées de la station d'EL Kerma pour un traitement plus poussé pour l'irrigation de la plaine de la M'léta, une superficie de 5160 ha sur un total de 8100 ha sera irriguée dans un premier temps à partir des eaux traitées de la station d'EL Kerma. Malheureusement pour le moment la superficie d'irrigation n'a pas dépassé les 200 ha et cela à cause des problèmes rencontrés à la station de lagunage de Hamoul, exemple manque d'étanchéité (membrane d'isolation) au niveau des ouvrages de lagunages et d'énormes fuites persistantes au niveau des réservoirs de stockage. La station de lagunage de Hamoul a commencé à recevoir 40% des eaux traitées de la station d'EL Kerma à partir du début de l'année 2018 sur une période de l'année allant du mois de mars jusqu'au mois de novembre de 3110715 m<sup>3</sup> sur une totalité de 9187600 m<sup>3</sup>, en 2019 sur la même période elle a reçu 1032965 m<sup>3</sup> sur un total de 7932000 m<sup>3</sup> et en 2020 sur une période allant du mois de mars au mois de mai le volume atteint est de 389430 m<sup>3</sup> sur un volume total de 758000 m<sup>3</sup>. D'après ces chiffres, le rendement de notre station de lagunage est très insuffisant pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation au-delà de 200 ha.

## Références bibliographiques

- **AYAD.H et FETTANE.O, 1999** - Contribution à l'étude hydrogéologique de la partie Sud-est du plateau d'Oran, mémoire d'ingénieur d'état en hydrogéologie pp 116.
- **ASNO, 1998** - Waste water réclamation and reuse.water quality management library pp 1475.
- **AULICINO et al, 1996** - Enteric viruses in a waste water treatment plant in Rone water , air , and soil pollution 91 pp 327-334.
- **ADDA.M, 2013** - caractérisation hydro- chimique et pollution des eaux souterraines conteste urbain : cas de l'agglomération oranaise (Algérie), mémoire de Magister en sciences de la terre hydrogéologie, département des sciences de la terre et de l'univers, université Oran 2 P 170.
- **BELAID, 2010** - Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'EL Hajeb.
- **BAUMONT et al, 2005** - Réutilisation des eaux usées épurées, risques sanitaires et faisabilité en Ile de France. institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France.
- **BENZIANE.A, 2013** - Le système aquifère de la grande Sebkhha d'Oran considérations géologiques et hydrogéologique.
- **BETAOUAF.N, 2012** - Réutilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine et périurbaine au Maghreb Arabe avantages et inconvénients. Mémoire de Master en hydraulique département d'hydraulique université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- **BOUKERROUCHA.A, 2011** - Modélisation des stations d'épuration à boues activées cas de la station de BARAKI mémoire de Magister. Ecole Nationale supérieure d'Agronomie EL Harrach Alger PP 173.
- **BONTOUX, 1993** - Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et documentation Lavoisier pp 166.
- **BOUKLIA .H.R, 2011** - Contribution à la gestion de l'eau dans la ville d'Oran, université des sciences et de la technologie d'Oran, pp 134.
- **BOUKLIA HASSANE.O, 2014** - Evaluation de la formation de biofilm par klebsiella pneumoniae isolée de sondes urinaires, mémoire de Master en biologie, microbiologie CHU de Tlemcen.

- **BOUAZZA.S, 2014** - Actualisation de l'étude hydrogéologique de la plaine de la M'léta (Algérie – Nord-Ouest), mémoire d'ingénieur d'état en géologie, hydrogéologie université Oran 2 pp 164.
- **CHOUBERT, 2002** - Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées à basse température, Thèse doctorat de l'université Louis pasteur Strasbourg I, pp 29-32.
- **CHOCAT, 1997** - Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Technique et documentation Edit, Paris PP 1124.
- **FRANCK, 2002** - Analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques. Scérén CRD AQUITAINE. Bordeaux PP 165-239
- **GOUJOUS, 1995** - La pollution des milieux aquatiques, aide mémoire. Edition technique et documentation Lavoisier PP 220.
- **GHELLAL A. et MOHAMMEDIS, 2018** - Contribution à l'étude du dysfonctionnement dans une station d'épuration. Casa STEP d'EL Kerma – Oran, mémoire de Master en hydraulique, université Abou Baker Belkaid Tlemcen. PP 96.
- **HADDAD. M.S** - Etude hydro-chimique d'une station d'épuration à boue activée, cas de la station de Cap Falcon (wilaya d'Oran) N.W Algérie, mémoire de Master en sciences de la terre, hydrogéologie, (2018).
- **MEZIANE.A, 2014** - Etude de performances du traitement biologique de la station d'épuration EL kerma-Oran, mémoire de Master en hydraulique, (2014), université Abou Baker Belkaid 162 p
- **MOUSSA.K, 2006** - Etude d'une Sebkhia d'Oran (ouest algérien) , thèse de doctorat d'état en sciences de la terre, université Mohamed Ben Ahmed Oran2
- **RODIER, 2005** - L'analyse d'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer 8<sup>ème</sup> édition Dunod technique Paris PP 1008-1043.
- **SAHABIA.S, 2012** - Etude du climat d'Oran et ses simulations futures sous le scénario A1B du GIEC, mémoire en sciences et technologies de l'espace.
- **SFAX** - Salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse Doctorat de l'université de SFAX PP 193.
- **TALEB.M.K, 2006** - Etat de l'assainissement d'une zone côtière analyses et perspectives d'aménagement cas : commune de Ain el turck, mémoire de Magister en sciences de l'environnement et climatologie, faculté des sciences, département de physique université d'Es Sénia, pp 169.

- **TALLA et BAIZID A.**, 2018 - Les procédés de traitement des eaux usées (la station d'épuration d'EL kerma), mémoire de Master en sécurité industrielle Oran, institut de maintenance et de sécurité industrielle, université Oran 2 ; pp 71.
- **TALABOULMA.R**, 2018 - Développement de l'irrigation par les eaux usées épurées le périmètre de M'léta, projet pilote, office national d'irrigation et de drainage, pp 26.
- **TOZE**, 1999 - PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters water Res 33 PP 3545-3556.
- **YOUNSLT et CHIKHA.B.R**, 2015 - Epuration des eaux usées de la commune de Tougourt par le procédé de la boue activée, mémoire de Master en hydraulique, université Hamma Lakhdar de l'Oued faculté des sciences et de technologies.

## LES ABREVIATIONS

**MES** : Matière en Suspension  
**MVS** : Matière volatile sèche  
**DCO** : La Demande Chimique en Oxygène  
**DBO<sub>5</sub>** : La Demande Biochimique en Oxygène  
**STEP** : Station de traitement de l'Eau Polluante  
**MS** : La Matière Sèche  
**MO** : La Matière Organique  
**MV** : La Matière Volatile  
**MVS** : Matière Volatile Sèche  
**T** : Température  
**C<sub>m</sub>** : Charge massique  
**PH** : Potentiel d'Hydrogène  
**PT** : Phosphore Total  
**Norg** : Azote organique  
**NTK** : Azote Khejldal  
**LCK** : Liquide chimique on kit  
**SAR** : Taux d'absorption de sodium  
**JORAP** : Journal officiel de la République Démocratique et populaire  
**N** : Azote  
**R<sub>b</sub>** : Rapport de biodégradabilité  
**I** : Indice climatique d'aridité  
**P** : Précipitation  
**T<sub>m</sub>** : Température moyenne  
**T<sub>max</sub>** : Température maximale  
**T<sub>min</sub>** : Température minimale  
**Q<sub>s</sub>** : Indice de Stewart  
**°K** : Degré kelvin  
**QE** : Indice climatique d'Emberger

**TAC** : Titrage alcalimétrique complet  
**E.H** : Équivalents Habitants  
**H** : Habitants  
**CE** : La Conductivité Électrique  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé  
**CT** : Coliformes Totaux.  
**CF** : Coliformes Fécaux  
**j** : Jour  
**Pb** : Plomb.  
**Zn** : Zinc.  
**Cd** : Cadmium  
**Fe** : Fer  
**Pb** : plomb  
**Cr** : Chrome.  
**NO<sub>2</sub>-** : Nitrite  
**NO<sub>3</sub>-** : Nitrate  
**PO<sub>4</sub> 3-** : Phosphate  
**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac  
**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium