

UNIVERSITE SAAD DAHLAB- BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème

**ETUDE DE L'AUTOEPURATION DES EAUX USEES DU
CANAL DE TRANSFERT DE LA STEP DE LA VILLE DE
OUARGLA VERS SEBKHATE SEFIONE**

Présenté par :

BOUHNI Abdelkrim

Devant le jury compose de:

Mr. KHOULI M/R president

Mr. BENSAFIA D examinateur

Mr. REMINI B Promoteur

Promotion 2021 /2022

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes parents

À Mon Frère et à Ma Sœur

À toutes les familles Bouhni et Bouache

*À tous Mes amis qui ont toujours été à Mon
côté dans les bons et mauvais moments.*

Remerciements

Louange tout d'abord à mon Dieu qui m'a donné la force pour terminer ce modeste travail

Je remercie:

- *Mes parents ,*
- *Mon promoteur et mon Chèr enseignant, **Mr. Boualem Remini** pour son soutien et ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail.*
- *L'ensemble des membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.*
- *Enfin, je remercie mes enseignants et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et respect.*

ملخص:

نتناول في مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا ظاهرة التطهير الذاتي لمياه الصرف الصحي في قناة نقل الرابطة من محطة التطهير الخاصة بمدينة ورقلة إلى سبخة سفيون تقع مدينة ورقلة على بعد 800 كلم جنوب شرق الجزائر و هي منطقة جافة ، ويبلغ طول القناة المدروسة 42 كلم ، وخلال عام 2021 قمنا بتنفيذ مهمة عمل في الموقع ، نفذت عملية سحب العينات في 4 أماكن تقع على طول القناة. تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية على العينات. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن القناة تشارك بفعالية عملية التطهير الذاتي لمياه الصرف الصحي، وأظهرت النتائج انخفاض في نسبة الاكسجين المحلل و DBO_5 وايضا في نسبة DCO وهذا الانخفاض سجل في الفرق بين نقطة الانطلاق (المحطة) ونقطة الوصول (السبخة).
الكلمات المفتاحية: ورقلة, سبخة سفيون, محطة تطهير, تطهير الذاتي, قناة النقل.

Résumé

Notre projet de fin d'études examine le problème de l'autoépuration des eaux usées du canal de transfert de la STEP vers Sebkhat Sefione

Ouargla, une région aride se localise a environ 800 km au sud –est d'Alger .Le canal étudié est d'une longueur de 42 km .durant l'année 2021 nous avons effectué une mission de travail sur le site .Des prélèvements des échantillons ont été effectués au niveau de 4 endroits situés sur le long de canal .

Des analyses physico-chimique ont été menées sur les échantillons.

Les résultats obtenus montrent qu'effectivement le canal participe a l'autoépuration des eaux usées les valeurs de Oxygène dessous DBO_5 et de la DCO diminue avant d'attendre la sebkhat .

Mots clés :

Ouargla ; STEP ; Sebkhat Sefione ; autoépuration ; canal de transfert.

ABSTRACT

Our end-of-studies project examines the problem of self-purification of wastewater from the transfer channel of the STEP of ouargla to Sebkhat Sefione

Ouargla an arid region is located about 800 km southeast of Algiers. The canal studied is 42 km long. During the year 2021 we carried out a work mission on the site, performed at 4 place located along the canal.

Physico-chemical analyzes were carried out on the samples.

The results obtained show that the channel effectively participates in the self-purification of wastewater, the Oxygène value below BOD_5 and COD this decreases before waiting for the sebkhat.

Keys words :

Ouargla ; STEP ; Sebkhat Sefione ; self-purification; transfer channel.

sommaire

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I.....	2
I-1 Définition	3
I-2 Origine des eaux usées.....	3
I-2-1 Les eaux usées domestiques.....	3
I-2-2 Les eaux usées industrielles.....	3
I-2-3 Les eaux pluviales et de ruissellement	4
I-3 Composition des eaux usées	4
I-4.Pollution de l'eau :.....	4
I-5.Type de pollution :.....	4
I-6.Paramètres de pollution des eaux :	5
I-7. Assainissement des eaux polluées :	5
I-7.1.Le réseau unitaire :.....	6
I-7.2.Le réseau séparatif :	6
I-8. L'autoépuration :	6
I.8.1. Processus physiques et chimiques d'autoépuration :.....	6
I.8.2.Processus biologiques d'autoépuration :	7
I-9 épuration des eaux usées.....	7
I-9-1 Traitements physico-chimiques : traitements primaires.....	7
I-9-2 Traitements biologiques : traitements secondaires	7
I-9-3 Traitements tertiaires	8
I-10 La réutilisation des eaux usées épurées dans le monde.....	8
I-10-1- Agriculture.....	8
I-10-2- Arrosage des espaces verts.....	8
I-10-3-Aquaculture.....	9
I-10-4- Industrie	9
I-10-5- Usages urbains	9
I-10-6- Production d'eau potable	9
I-10-7- Recharge des nappes	9
I-11-Evaluation de la qualité de l'eau usée épuré pour l'irrigation	9
I-11-1 Risque sanitaire	10
I-11-2 Les consommateurs de cultures consommées crus.....	10
I-11-3 Les travailleurs agricoles	10
I-11-4 Les risques pour communautés locales de l'irrigation par aspersion	10

I-11-5 Risques environnementaux	10
I-11-6 Métaux.....	10
I-11-7 Salinisation	10
I-11-8 Sodicit�	11
I-11-9 Excès d'éléments nutritifs.....	11
I-12 Les recommandations USEPA pour la réutilisation des eaux	12
I-13-Les recommandations de l'Union Européenne	12
<i>Chapitre II</i>	1
II .1.1 Situation géographique	12
II.1.2. Evolution de la population :.....	13
II.1.3. Climatologie.....	13
II.1.3.1.La précipitation :.....	14
II.1.3.2. Températures	14
II.1.3.3. Humidité relative.....	15
II.1.3.4. �vaporation	15
II.1.3.5. Vent.....	16
II.1.4- Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	16
II 1-4-1- La nappe du continental intercalaire (CI).....	17
II.1-4-2- La nappe du complexe terminal (CT)	17
II.1-4-2-1- La nappe miopliocène.....	18
II.1-4-2-2- La nappe du sénonien.....	18
II.1-4-3- La nappe phréatique.....	19
II.1-5 : Occupation des sols dans la cuvette :	19
Chapitre III	21
III.1-Démarche expérimentale :	21
III.1.1-Station d'épuration	21
III.1.1.1- Un prétraitement :	22
III.1.1.1.1-Un dégazage :.....	22
III.1.1.1.2 : dégrillage :.....	23
III.1.1.1.3-Un dessablage :	24
III.1.1.1.4 Ouvrage de répartition :.....	26
III.1.1.2- Un traitement biologique par lagunage aéré :	27
III.1.2.Canal de transfert :.....	29
III.1.3.Sebkhet sefioune :	30
III.2 :évaluation qualitative des eaux :.....	33

III.2.1 :Echantillonnage :	33
III.2.1.1 :parametre de polution.....	33
III.2.2 : les analyses sont faites dans laboratoire de la STEP de Beni Merade.....	34
III.2.2.1 : potentiel d'hydrogène (PH) :	34
III.2.2.2. Conductivité électrique, salinité et température :	35
III.2.2.3. Oxygène dissous :	36
III.2.2.4. Matière en suspension (MES) :	36
III.2.2.5 : Méthodologie de Demande chimique en oxygène (DCO) :	37
III.2.2.6. Demande biologique en oxygène (DBO5) :	39
III.2.2.7. Nitrites :	40
Chapitre IV	21
IV.1 : Introduction.....	42
IV.2 : Lieux de prélèvements des échantillons.....	42
IV .3. Résultats des analyses des échantillons :.....	44
IV.4. Interprétation des résultats obtenus :.....	45
IV.4.1. Évolution de DCO ET DBO₅ :	45
IV.4.2. Évolution des MES :	45
IV.4.3. Évolution l'oxygène dissous (O₂)	45
IV .5 :Conclusion :	46
Conclusion general	42
REFERENCES.....	43

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 bassin de lagunage de STEP Said Otba Ouargla

Figure I-2 Les eaux usées industrielles (123RF)

Figure I- 3 : Intégration des eaux usées traitées dans le cycle général des ressources en eau (BAUMONT et al, 2005).

Chapitre II

Figure II. 1. Localisation géographique de la cuvette d'Ouargla

Figure II.2. Histogramme de précipitation moyenne mensuelle d'Ouargla (2003-2017)

Figure II -3. Températures moyennes mensuelles

Figure II.4. Humidité relative moyenne mensuelle

Figure II.5. Évaporation moyenne mensuelle

Figure II.6. Vitesse du vent moyenne mensuelle

Figure II.7. Coupe hydrogéologique (UNESCO 1972)

Figure II.8 Carte d'occupation du sol (BG 2004)

Chapitre III

Figure III 1: step said Otba Ourgla google earth 2021

Figure III 2: Schéma de la station d'épuration de

Figure III 3 : dégazage

Figure III 4 : dégrilleur automatique

Figure III 5: dégrilleur manuelle

Figure III 6: les 3 canaux rectangulaires

Figure III 7: pont racleur

Figure III 8: une pompe d'aspiration (eau +sable)

Figure III 9: vis d'Archimède

Figure III 10: Débit mètre (1888,57 m³/h 07/04/2021)

Figure III 11: Ouvrage de répartition.

Figure III.12 : Photo de STEP Said OTBA Ouargla

Figure III.13 : Canal de transfert

Figure III.14. des regards dans la longueur de canal de transfert pour l'aération et les prelevement

Figure III.15 : Sebkhet sefioune

Figure III.16. Sebkhet sefioune (avril 2021)

Figure III.17. Shema Trilogie (SCS) .

Figure III.18: La procédure de prélèvement

Figure III.19 : laboratoire de Beni Merad (ONA)

Figure III.20: pH metre

Figure III.21: Mesure de la conductivité électrique, salinité et température

Figure III.22: Oxymètre

Figure III.23: les filtres de MES dans les points de prélèvement

Figure III.24: Unité de filtration

Figure III.25.: Balance électronique

Figure III.26.: Étuve

Figure III.27: les kits de DCO

Figure III.28: Thermostat

Figure III.29.: Spectrophotomètre DR3900

Figure III.30 : Matériels utilisés pour la DBO_5

Figure III.31 : Les kits de nitrite gamme (0.015 à 0.6 mg/l).

Figure III.32: Notre échantillon dans laboratoire de la step Beni Merad

Chapitre IV

Figure IV .1 : Situation des lieux de prélèvements

Figure IV.2 : schéma des lieux des prélèvements

Figure IV.3 : Sortie de canal de transfert et l'un des points de prélèvements

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 : Grille de classification des eaux usées

Tableau I.2 : Normes de rejet de l'OMS, appliquées en Algérie (Journal Officiel de la République Algérienne 15/07/2012).

Tableau I- 3: Normes bactériologiques appliquées dans certains pays et préconisées par des organisations (**LAVISON et MOULIN, 2007 in BELAID, 2010**).

Tableau I- 4: Limites recommandées en éléments traces (mg/l) dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (**FAO, 2003 in BELAID, 2010**).

Chapitre II

Tableau II-1 : Dairas, communes et localités de la région de Ouargla

Tableau II.2. Précipitation moyenne mensuelle de Ouargla (2003-2017)

Chapitre III

Tableau III.01 Informations sur les bassin de station

Tableau III.02 : Conditions de mesure de la DBO₅

Chapitre IV

Tableau IV .1 : les résultats des analyses des échantillons de prélèvements.
25/04/2017 STEP Ouargla

Tableau IV .2 : les résultats des analyses des échantillons de notre
prélèvement.02 /10/2021

Introduction générale

OUARGLA correspond à une grande dépression qui s'étend sur une superficie de 750 Km² environ du lit quaternaire de la basse vallée fossile de l'Oued Mya, qui descend du plateau du Tadmaït au Sud et se termine à Sebkhet Sefioune à 40 Km au Nord de Ouargla. Ce grand Oued quaternaire ne coule pas actuellement, quoique des eaux peu profondes étaient exploitées localement dès le VIII^{ème} siècle sous forme de sources.

Ouargla est limitée ;

- au Nord et Nord-Est par les wilayas de Djelfa et d'El Oued
- au Sud et Sud-Est par les wilayas de Tamanrasset et d'Illizi
- à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa

Ce travail constitue une contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux usées épurées sortie de la station d'épuration qui évacué dans canal de transfert qui liée entre la station de Ouargla et la sebkhate de sefione.

On a étudié la trilogie station d'épuration – canal de transfert – sebkhate sefione

* L'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées épurées à la sortie de la station;

En fin, nous avons d'évaluer les analyses des échantillons prélevés tout au long de canal de transfert pour voir si on 'a une auto-épuration pour les eaux sortie de station vers sebkhat sefione.

CHAPITRE I
Généralités sur les eaux usées
Et l'autoépuration

I-1 Définition

Lorsque l'homme utilise l'eau il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement : c'est ce que l'on appelle l'eau usée. Cette eau usée peut contenir différents polluants (MOULIN *et al*, 2013).

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'oeufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfuré (H₂S), dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues dans l'eau usée est en suspension, le reste étant en solution (MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE, 2005).



Figure I.1 Bassin de lagunage de STEP Said Otba Ouargla

I-2 Origine des eaux usées

I-2-1 Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont essentiellement porteuses de polluants organiques. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc., et en eaux-vannes qui sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (CIEAU, 2013).

Les eaux domestiques se composent d'eaux noires (excrétas, urine et boues de vidange, c'est-à-dire des eaux usées sanitaires) et d'eaux grises (eaux usées provenant de la cuisine et du bain) (DRECHSEL *et al*, 2011).

I-2-2 Les eaux usées industrielles

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles. L'eau résiduaire industrielle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées et phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (DICTIONNAIRE-ENVIRONNEMENT, 2013).



Figure I-2 Les eaux usées industrielles (123RF)

I-2-3 Les eaux pluviales et de ruissellement

Les eaux de pluie ne sont pas exemptes de pollutions : au contact de l'air, elles se chargent d'impuretés (fumées industrielles, résidus de pesticides, etc.), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds, etc.).

Les eaux pluviales peuvent être collectées en même temps que les eaux usées domestiques ou bien séparément ; on parle alors de réseau unitaire ou séparatif (CIEAU, 2013).

I-3 Composition des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes (BAUMONT *et al*, 2005).

I-4. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une dégradation de sa qualité causée par un facteur de nature physique, chimique ou biologique d'origine naturelle et/ou humaine rendant son utilisation dangereuse et perturbe l'équilibre de l'écosystème.

I-5. Type de pollution :

Dans le domaine de l'eau, on distingue quatre types de pollution :

- La pollution physique, due à la présence de matières en suspension et parfois de colloïdes. Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée.
- La pollution chimique, due à l'existence de certaines substances chimiques en solution à des taux pouvant provoquer le changement de saveur ou l'apparition d'un caractère toxique de l'eau.
- La pollution radioactive est la plus redoutable en raison de sa grande vitesse de propagation.
- La pollution biologique, se manifeste lors de l'existence de certains types de microorganismes capables de se proliférer dans l'eau.
- La pollution thermique, provoquée par l'accroissement excessive de la température de l'eau par suite de rejets des eaux des circuits de refroidissement des établissements industriels spécialement les centrales énergétiques.

I-6. Paramètres de pollution des eaux :

Pour l'évaluation de la qualité de l'eau, plusieurs grilles de classification ont été proposées, celle proposée dans le **tableau I. 1** est la plus utilisée et se base sur les paramètres suivants :

- La demande chimique en oxygène (DCO) : la quantité d'oxygène consommée pour oxyder par voie chimique les matières biodégradables et non biodégradables présentes dans l'eau. La DCO est une indication importante de la pollution globale d'une eau par des composés organiques.
- La demande biochimique en oxygène (DBO₅) : la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour oxyder en cinq (5) jours à l'obscurité et à 20 °C les matières biodégradables présentes dans l'eau
- L'oxygène dissous : l'oxygène dissous dans l'eau est un élément fondamental qui intervient dans la majorité des processus biologiques ; végétaux et animaux l'utilisent pour la respiration. L'oxygène participe également aux dégradations biochimiques et chimiques.
- L'Ammonium (NH₄⁺) : la forme réduite de l'azote souvent rencontrée dans les eaux usées et qui constitue le premier stade de dégradation de la matière organique azotée. Sa présence peut avoir comme origine probable la réduction des nitrates et des nitrites. (**Autoépuration du canal transfert des eaux usées épurées (STEP de Ouargla-Sebkhet Sefioune) Hidheb –chettouh 2017**)

Tableau I. 1 : Grille de classification des eaux usées (Autoépuration du canal de transfert des eaux usées épurées (STEP de Ouargla-Sebkhet Sefioune) Hidheb –chettouh 2017

Paramètres Classe	DCO (mg /l)	DBO ₅ (mg /l)	O ₂ dissous (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)
Bonne (absence de pollution significative)	≤ 20	≤ 3	≥ 7	≤ 0.1
Assez bonne (pollution modérée)	20 – 25	3 – 5	5 – 7	0.1 – 0.5
Médiocre (pollution nette)	25 – 40	5 – 10	3 – 5	0.5 – 2
Mauvaise (pollution importante)	40 – 80	10 – 25	< 3	2 – 8
Hors classe (pollution très importante)	> 80	> 25	–	> 8

I-7. Assainissement des eaux polluées :

Lorsqu'elles sont rejetées, les eaux usées sont prise en charge par un réseau d'assainissement collectif composé d'un système de collecte et d'évacuation des eaux résiduaires, d'un réseau d'égout qui aboutit au dispositif de traitement et d'une station de traitement (**CHAUCHE Dalila ; Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla ; 2007**).

Tableau I. 2 : Normes de rejet de l'OMS, appliquées en Algérie (**Journal Officiel de la République Algérienne 15/07/2012**).

Paramètres	Unités	Normes
T°	(C°)	30
PH	/	6.5 – 8.5
O ₂	(mg/l)	5
DBO ₅	(mg/l)	30
DOC	(mg/l)	90
MES	(mg/l)	30
NO ₂ -	(mg/l)	1
NO ₃ -	(mg/l)	<1

On distingue deux grands types de réseaux d'assainissement :

I-7.1.Le réseau unitaire :

Reçoit en mélange les eaux usées et les eaux pluviales. Ce type de réseau est souvent équipé de déversoir d'orage qui permet de décharger le système en cas de forte pluie par l'évacuation d'une partie de l'eau pluviale vers la nature.

I-7.2.Le réseau séparatif :

Plus récent est composé de deux collecteurs séparés, l'un pour les eaux usées et l'autre pour les eaux pluviales. Il est impératif de noter que parfois et pour des raisons technico-économique il est préférable de construire un réseau dit mixte composé en partie d'un réseau unitaire et en autre partie d'un réseau séparatif.

Les eaux usées épurées sont soit rejetées dans le milieu naturel (mer, chotts, sebkhas ou barrages par le biais des cours d'eau), soit réutilisées dans différents domaines (agricole, industriel, municipal...etc.). (CHAOUCH Noura : **Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées ;**)

I-8. L'autoépuration :

Un certain nombre de processus naturels permettent aux écosystèmes aquatiques de transformer ou d'éliminer des substances apportées au milieu. Si les organismes vivants jouent un rôle essentiel dans ces processus, un certain nombre de processus chimiques et physiques y apportent une contribution non négligeable.

I.8.1. Processus physiques et chimiques d'autoépuration :

- L'arrivée de rejets polluants dans une grande masse d'eau de surface ou une masse d'eau fréquemment renouvelée (rivière) permet leur dilution et leur dispersion.
- Certains polluants peuvent décanter en surface et être dégradés et/ou s'évaporer sous les rayons du soleil. Ajoutons que les rayons UV ont un effet désinfectant.
- Une partie des polluants sont adsorbés sur de fines particules qui 'flottent' entre deux eaux, les matières en suspension. Les particules d'argile sont particulièrement propices à l'adsorption. Ces particules décantent progressivement et finissent par sédimenter. Dans certains cas, l'accumulation de sédiments peut piéger certains polluants.

- Beaucoup de matières polluantes peuvent être décomposées en corps simples par des réactions chimiques d'oxydation ou de réduction. (**Autoépuration du canal de transfert des eaux usées épurées (STEP de Ouargla-Sebkhet Sefioune) Hidheb –chettouh 2017**)

I.8.2. Processus biologiques d'autoépuration :

Dans les milieux aquatiques, c'est une véritable équipe de nettoyage qui prend en charge tous les déchets organiques ('naturels' ou rejetés par les activités humaines. Les détritivores : tels que gammarides, écrevisses, vers, larves d'insectes aquatiques, ... décomposent les gros déchets. Les déchets plus petits, de même que les matières organiques sont consommés et dégradés par des micro-organismes, principalement bactéries et champignons. Ils forment une véritable chaîne de dégradation, chacun des maillons de la chaîne utilisant les déchets du maillon précédent pour assurer sa subsistance)

- 1- En temps normal, c.-à-d. si la pollution organique est limitée et s'il y a assez d'oxygène, l'équipe de nettoyage aérobie est capable de dégrader assez rapidement toute la matière organique.
- 2- En composés simples tels que gaz carbonique et en sels minéraux, notamment nitrates et phosphates réutilisables par les végétaux. La pollution ne disparaît pas, elle est simplement recyclée. S'il y a beaucoup de pollution, la consommation en oxygène augmente et donc, sa concentration diminue.
- 3- Une 'équipe de nettoyage anaérobie qui n'a pas besoin d'oxygène prend le relais.
- 4- Elle travaille beaucoup moins vite et n'est pas capable de dégrader complètement les matières organiques. Certaines substances produites peuvent s'avérer nauséabondes et/ou toxiques.
- 5- Des sous-produits (méthane, sulfure d'hydrogène, ammoniac...) peuvent venir empoisonner le lieu naturel de rejet, allant même jusqu'à inhiber sa capacité d'autoépuration (http://www.coordinationseenne.be/downloads/CoS-fichesFR-2013/CoS-fiche6-13_prof_PRINT.pdf la date de la dernière consultation avril 2016)

I-9 épuration des eaux usées

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en trois catégories : les traitements primaires, secondaires et tertiaires (**MOULIN et al, 2013**).

I-9-1 Traitements physico-chimiques : traitements primaires

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Cette étape permet d'éliminer 90% des particules et objets en suspension (**MOULIN et al, 2013 ; ADEME, 2003**). Il reste alors dans l'eau tout ce qui y est dissous : éléments azotés, phosphatés, composés actifs et particules fines (**MOULIN et al, 2013**).

I-9-2 Traitements biologiques : traitements secondaires

Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela, on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer (**MOULIN et al, 2013**). On en distingue différents types :

Le lagunage naturel : Les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse. Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées (**ADEME, 2003**).

Les boues activées : On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins. Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore (**FEPS, 2013**).

Les biofiltres et filtres bactériens : On peut également faire percoler l'eau à travers un matériau où se développent des bactéries. Cela peut être des galets ou des supports (lits bactériens) ou des argiles cuites, des schistes, des sables . . . (biofiltres). Ces traitements sont utilisés en plus du processus des boues activées, permettant d'éliminer une plus grande diversité de polluants (ADEME, 2003).

I-9-3 Traitements tertiaires

Les traitements tertiaires regroupent toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires (OUALI, 2001).

Ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable. Ce sont des traitements complémentaires, dénommés parfois traitements avancés (coagulation physico-chimique, filtration sur sable, chloration, ozonation, traitement par le charbon actif, etc.) (EDLINE, 1996).

On les réalise afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments, des substances nutritives comme le phosphore et l'azote (FEPS, 2013).

I-10 La réutilisation des eaux usées épurées dans le monde

La REUE recouvre deux notions complémentaires : l'épuration puis la réutilisation proprement dite d'**eaux usées**. Elle propose de les traiter éventuellement une nouvelle fois et de s'en servir pour toutes sortes d'usages. On constate (figure I .3) que la REUE agit à deux niveaux : premièrement elle évite les rejets d'eaux issues de stations d'épuration dans le milieu naturel, et deuxièmement, elle constitue un approvisionnement supplémentaire. Domaines de la REU dans le monde sont :

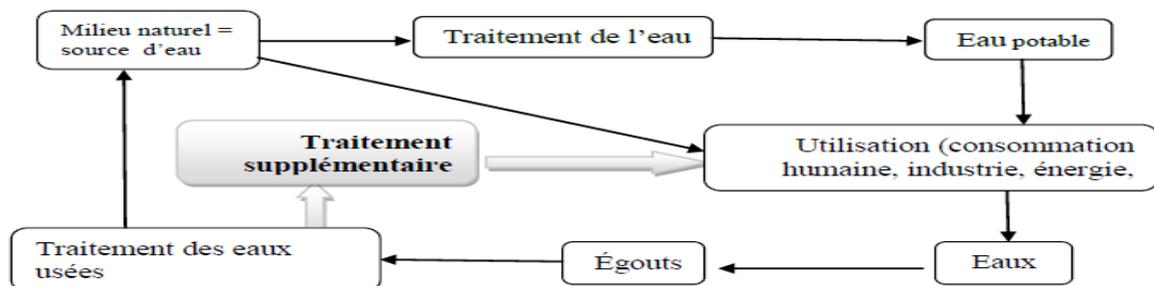


Figure I- 3 : Intégration des eaux usées traitées dans le cycle général des ressources en eau (BAUMONT et al, 2005).

I-10-1- Agriculture

La réutilisation agricole des EU comme moyen d'économiser la ressource a donc été une des premières voies de développement des projets de REUE. L'utilisation d'eaux usées à la place d'engrais de synthèse coûteux est économiquement intéressante pour les agriculteurs. De plus, l'arrosage avec des eaux usées constitue une sorte de ferti-irrigation, c'est-à-dire l'application combinée d'eau et de fertilisants via le système d'irrigation (BAUMONT et al, 2005).

I-10-2- Arrosage des espaces verts

Les eaux usées sont couramment employées pour l'arrosage des espaces verts urbains, comme les jardins publics et les terrains de golf. Il faut alors veiller à protéger le public contre les risques résultant d'un contact direct avec l'herbe, les buissons, les arbres, ou tout ce qui peut être contaminé (OMS, 1989).

I-10-3-Aquaculture

L'élevage de poissons et la culture de plantes aquatiques dans des bassins fertilisés par des EU et des excréta sont des pratiques courantes, en particulier en Asie. En Inde, plus de 130 réseaux de viviers fertilisés par des eaux-vannes couvrant une superficie d'environ 12000 ha. Le rendement annuel moyen est de plus de 1000 kg/ha, assurant de 10 à 20% de la consommation de poisson de l'agglomération de Calcutta (OMS, 1989).

I-10-4- Industrie

Parmi les activités industrielles, la production d'énergie est de très loin le secteur qui prélève le plus d'eau dans le milieu (RNDE, 2003).

D'après (ASANO, 1998), un des premiers cas dans le monde est une papeterie du Japon qui est fournie en eaux épurées depuis 1951.

La REUE industrielle peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs, etc. (BAUMONT et al, 2005).

I-10-5- Usages urbains

Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses, et il en existe de multiples exemples à travers le monde ; ces projets concernent :

- l'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux ;
- les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance ;
- les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles ;
- le lavage de voirie, réservoirs anti-incendies, etc. (BAUMONT et al, 2005).

I-10-6- Production d'eau potable

La production d'eau potable est l'aboutissement le plus extrême de la réutilisation des EUE. Elle a lieu essentiellement dans les zones arides ou semi-arides. Le cas unique de Windhoek en Namibie correspond à une situation unique en terme de ressources en eau, et la réutilisation directe (quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel) était la seule solution envisageable.

Il en est de même pour le comté d'Essex, qui se trouve dans la zone la plus « sèche » d'Angleterre. D'un point de vue sanitaire, il faut noter qu'aucune incidence sur la santé n'a été relevée, aussi bien à Windhoek où la REUE existe depuis plus de 25 ans qu'à Chelmsford (début du projet en 1996). (BAUMONT et al, 2005).

I-10-7- Recharge des nappes

Ce mode de réutilisation a lieu essentiellement dans des zones arides qui doivent faire face à des problèmes d'assèchement de nappes, ou dans des zones côtières où les nappes sont envahies par l'eau de mer (BAUMONT et al, 2005). Il faut souligner que le succès d'une opération de recharge de nappe dépend beaucoup de la qualité des études hydrogéologiques et pédologiques préalables (FABY & BRISSAUD, 1998).

I-11-Evaluation de la qualité de l'eau usée épuré pour l'irrigation

L'utilisation des eaux d'égout épurées comporte cependant aussi des inconvénients, notamment du point de vue de la santé publique et en raison de leur salinité, parfois assez élevée (DRAPEAU & JANKOVIC, 1977).

I-11-1 Risque sanitaire

Les excréta humains sont en cause dans la transmission de nombreuses maladies infectieuses comme le choléra, la typhoïde, divers types d'hépatites virales, la poliomyélite, la schistosomiase et l'infestation par divers types d'helminthes (OMS, 2012 (b)).

Les risques pour la santé liés à la réutilisation des eaux usées peuvent varier selon les trois sous-catégories de la population.

I-11-2 Les consommateurs de cultures consommées crues

En ce qui concerne les risques pour la santé associés à la consommation, la préoccupation principale a trait aux légumes souvent mangés crus, par exemple les plats de salades crues. Plusieurs vagues de diarrhées ont été associées aux légumes irrigués au moyen d'eaux usées (DRECHSEL et al, 2011).

I-11-3 Les travailleurs agricoles

Les groupes les plus touchés sont les travailleurs agricoles, en raison de la durée et de l'intensité de leur contact avec les eaux usées et les sols contaminés. Des études épidémiologiques de groupes d'agriculteurs utilisant des eaux usées ont apporté des preuves accablantes du risque élevé d'infections aux helminthes ; cela a mené à la valeur stricte des directives de l'OMS de ≤ 1 œuf par litre d'eau d'irrigation (DRECHSEL et al, 2011).

I-11-4 Les risques pour les communautés locales de l'irrigation par aspersion

Les études de meilleure qualité réalisées sur l'irrigation par aspersion avec des eaux usées traitées indiquent qu'il peut exister un risque accru d'infection lorsque la teneur en coliformes thermo tolérants des eaux usées atteint 10^6 pour 100 ml, mais qu'il n'y a pas d'augmentation du risque infectieux lorsque ces eaux contiennent au plus 10^4 – 10^5 coliformes thermo tolérants pour 100 ml (OMS, 2012 (a)).

I-11-5 Risques environnementaux

L'utilisation agricole d'excréta et d'eaux ménagères peut avoir sur l'environnement des impacts tant positifs que négatifs.

I-11-6 Métaux

L'utilisation d'eaux usées contenant des rejets industriels fortement chargés en métaux lourds conduit à une accumulation de métaux dans les sols et les cultures et a été mise en relation avec des problèmes de santé chez les consommateurs de cultures.

Les métaux sont liés aux sols dont le pH dépasse 6,5 et/ou la teneur en matières organiques est élevée. Pour les valeurs de pH inférieures à ce seuil, toute la matière organique est consommée ou tous les sites d'adsorption utilisables dans le sol sont saturés ; les métaux deviennent mobiles et peuvent être absorbés par les cultures et contaminer les étendues d'eau. On trouve fréquemment dans les eaux usées du cadmium, du cuivre, du molybdène, du nickel et du zinc, qui peuvent être facilement mobilisés et absorbés par les végétaux. Le cadmium et le nickel présentent des dangers pour la santé plus graves que les autres métaux en raison de leur plus forte toxicité pour l'homme. Les effets des métaux lourds sur les cultures sont complexes, car ces métaux peuvent participer à des interactions antagonistes, qui influent sur leur absorption par les végétaux (OMS, 2012 (a) ; OMS, 2012 (b)).

I-11-7 Salinisation

Ce problème survient même avec de l'eau douce en l'absence d'un lavage du sol et d'un drainage du terrain appropriés. Mais l'utilisation d'eaux usées peut accélérer le processus de salinisation du sol en raison de la forte teneur en sels de ces eaux (OMS, 2012 (b)).

La salinité peut influencer sur la productivité du sol de quatre façons

- Elle modifie la pression osmotique au niveau de la zone de racines.
- Elle entraîne une toxicité ionique spécifique (ions sodium, bore ou chlorure).
- Elle peut perturber l'absorption par les végétaux des nutriments essentiels (potassium et nitrates, par exemple), en raison de l'antagonisme avec les ions sodium, chlorure et sulfates.
- Elle peut détruire la structure du sol en provoquant sa dispersion et le bouchage des pores (**OMS, 2012 (a) ; OMS, 2012 (b)**).

Comme indiqué précédemment, le risque de salinisation se mesure par une combinaison de paramètres. Selon le type de sol et les conditions de drainage, les problèmes de salinisation apparaissent pour des conductivités >3 dS/m, des teneurs en matières solides dissoutes >500 mg/l (devenant sévères si >2000 mg/l) (**Ayers & Wescot, 1985**).

I-11-8 Sodicit 

C'est une forme particulière de salinisation, résulte d'une forte concentration d'ions sodium par rapport aux concentrations d'ions calcium et magnésium. Ce phénomène peut se produire même avec des eaux ayant une faible teneur en matières solides dissoutes et une conductivité peu élevée. Les carbonates et les bicarbonates peuvent également provoquer une défloculation des sols. Cet effet reste modéré lorsque la concentration de bicarbonates se situe entre 90 et 500 mg/l ; au-dessus de 500 mg/l, des problèmes peuvent apparaître (**OMS, 2012**).

I-11-9 Excès d'éléments nutritifs

Dans le cas des macroéléments, comme l'azote et le phosphore, il existe quatre possibilités d'incidence :

- Les nitrates sont hautement solubles et peuvent se déplacer facilement dans les sols irrigués avec des eaux usées par lixiviation (**DRECHSEL et al, 2011**). (**OMS, 2012 (a)**). Un exc dent d'azote par le biais des eaux usées peut entraîner des retards dans la maturité des cultures, une pourriture noire et un faible rendement économique.
- Un exc dent d'azote et de phosphore dans les eaux usées peut causer l'eutrophisation de cours d'eau naturels et de mauvaises herbes dans les systèmes d'irrigation.
- Le lessivage de l'azote peut entraîner la pollution des eaux souterraines et la méthémoglobinémie (une réduction de la capacité du sang à transporter l'oxygène, élément vital, dans tout le corps, généralement chez les nourrissons) dans des cas où on boit des eaux souterraines riches en azote (notamment des concentrations élevées en nitrates) (**DRECHSEL et al, 2011**).

En 1985, les directives ont été réexaminées et la nature des risques sanitaires associés à l'agriculture et à l'aquaculture a été révisée.

En 1989, l'OMS a publié un nouvel ensemble de directives sur la qualité microbiologique pour la réutilisation de l'eau récupérée dans l'agriculture et l'aquaculture. D'autres utilisations à des fins non potables n'étaient pas prises en compte. Les directives fixent des valeurs ≤ 1000 CF/100ml et ≤ 1 œuf de nématode intestinal/l pour une irrigation sans restrictions, et seulement ≤ 1 œuf de nématode intestinal/l pour une irrigation avec restrictions (**OMS & PNUE, 2005**).

En 2000, elles ont été révisées, en intégrant les résultats de nouvelles études épidémiologiques (**BLUMENTHAL et al., 2000**).

Les modifications ont essentiellement porté sur la norme "œufs d'helminthes" qui pour certaines catégories est passée de 1 à 0,1 œuf/l. Ces recommandations sont destinées à une utilisation internationale et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée.

I-12 Les recommandations USEPA pour la réutilisation des eaux

L'USEPA (United States Environmental Protection Agency) a publié en 1992, en collaboration avec l'USAID (United States Agency of International Développement), ses propres recommandations sur la réutilisation des EUE, intitulées "Guidelines for Water Reuse". Contrairement à l'OMS, ces recommandations ne sont pas basées sur des études épidémiologiques ni sur une estimation du risque, mais sur un objectif de zéro pathogène dans les eaux réutilisées. Ces normes microbiologiques sont donc beaucoup plus strictes. Les normes de l'USEPA concernent tous les usages envisageables pour des eaux usées épurées (usage urbain, agricole, industriel, recharge de nappe, etc.) ce qui en fait un outil puissant (USEPA, USAID, 1992).

I-13-Les recommandations de l'Union Européenne

Pour l'heure, il n'existe aucune réglementation sur la réutilisation de l'eau au niveau européen. La seule référence dans ce domaine est l'article 12 de la directive européenne sur les eaux usées (91/271/CEE, UE, 1991) qui stipule que "les eaux traitées doivent être utilisées chaque fois qu'il y a lieu" (OMS & PNUE, 2005).

Cette lacune n'a pas empêché les pays membres d'adopter leur propre réglementation, sans homogénéisation à l'échelle européenne. En effet, aujourd'hui, certains pays comme l'Italie s'inspirent des normes américaines, et d'autres, comme la France, des normes de l'OMS. Les normes bactériologiques appliquées dans certains pays sont cités dans (Tableau I- 3). D'autres organismes ont établi des recommandations complémentaires pour quelques paramètres chimiques. Ainsi, la FAO (2003) a fixé, selon la durée de réutilisation, des limites concernant les éléments traces dans les eaux usées traitées destinées à l'irrigation (Tableau I- 4).

Tableau I- 3: Normes bactériologiques appliquées dans certains pays et préconisées par des organisations (LAVISON et MOULIN, 2007 in BELAID, 2010).

Pays/Organisation	Recommandations
OMS (niveau A)	1000 coliformes thermotolérants/100mL + 1 œuf d'helminthe/L
USEPA	< 1 ou 200 coliformes thermotolérants/100mL selon culture
Title 22 (Californie)	2,2 ou 2,3 coliformes totaux/100mL (selon cultures + filière de traitement agréée)
France (CSHPF, niveau A)	1000 coliformes thermotolérants/100mL + 1 œuf d'helminthe/L + contrainte techniques particulières
Afrique de Sud	1 ou 1000 coliformes thermotolérants/100mL (selon culture + filière imposés)
Japon	1 E. coli/100mL + résiduel de chlore total > 0,4 mg/L
Koweït	100 ou 10000 coliformes totaux/100mL (selon culture + effluent oxydé + filtré et désinfecté)
Arabie Saoudite	2,2 coliformes totaux/100mL (culture à accès restreint)
Tunisie	< 1 nématode intestinal/L

CHAPITRE I: Généralités sur les eaux usées et l'autoépuration

Tableau I- 4: Limites recommandées en éléments traces (mg/l) dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (FAO, 2003 in BELAID, 2010).

Eléments	Utilisation à long terme	Utilisation à court terme
Aluminium	0,5	20
Arsenic	0,1	2
Béryllium	0,1	0,5
Bore	0,75	2
Cadmium	0,01	0,05
Chrome	0,1	1
Cobalt	0,05	5
Cuivre	0,2	5
Fluor	1	15
Fer	5	20
Plomb	5	10
Lithium	2,5	2,5
Manganèse	0,2	10
Molybdène	0,01	0,05
Nickel	0,2	2
Sélénium	0,02	0,02
Vanadium	0,1	1
Zinc	2	10

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

Introduction :

Dans ce chapitre, on va étudier la zone d'étude la cuvette de Ouargla pour avoir une idée sur cette zone.

II .1.1 Situation géographique

La wilaya de Ouargla se situe à 800 Km au Sud-est d'Alger, la plus importante des dix wilayas du Sahara algérien sur le plan économique en raison de la présence de gisements pétrolier et d'importantes ressources en eaux souterraines. Elle est limitée :

- Au Nord : par les Wilayas : Djelfa, El-Oued et Biskra,
- A l'Est : par la Tunisie,
- Au Sud : par la Wilaya de Tamanrasset et la wilaya d'Illizi,
- A l'Ouest: par la Wilaya de Ghardaïa (Figure. 1).

La Wilaya couvre une superficie de 163.323 Km². Elle comporte actuellement 21 communes regroupées en 10 daïras comme le montre le tableau ci-après.

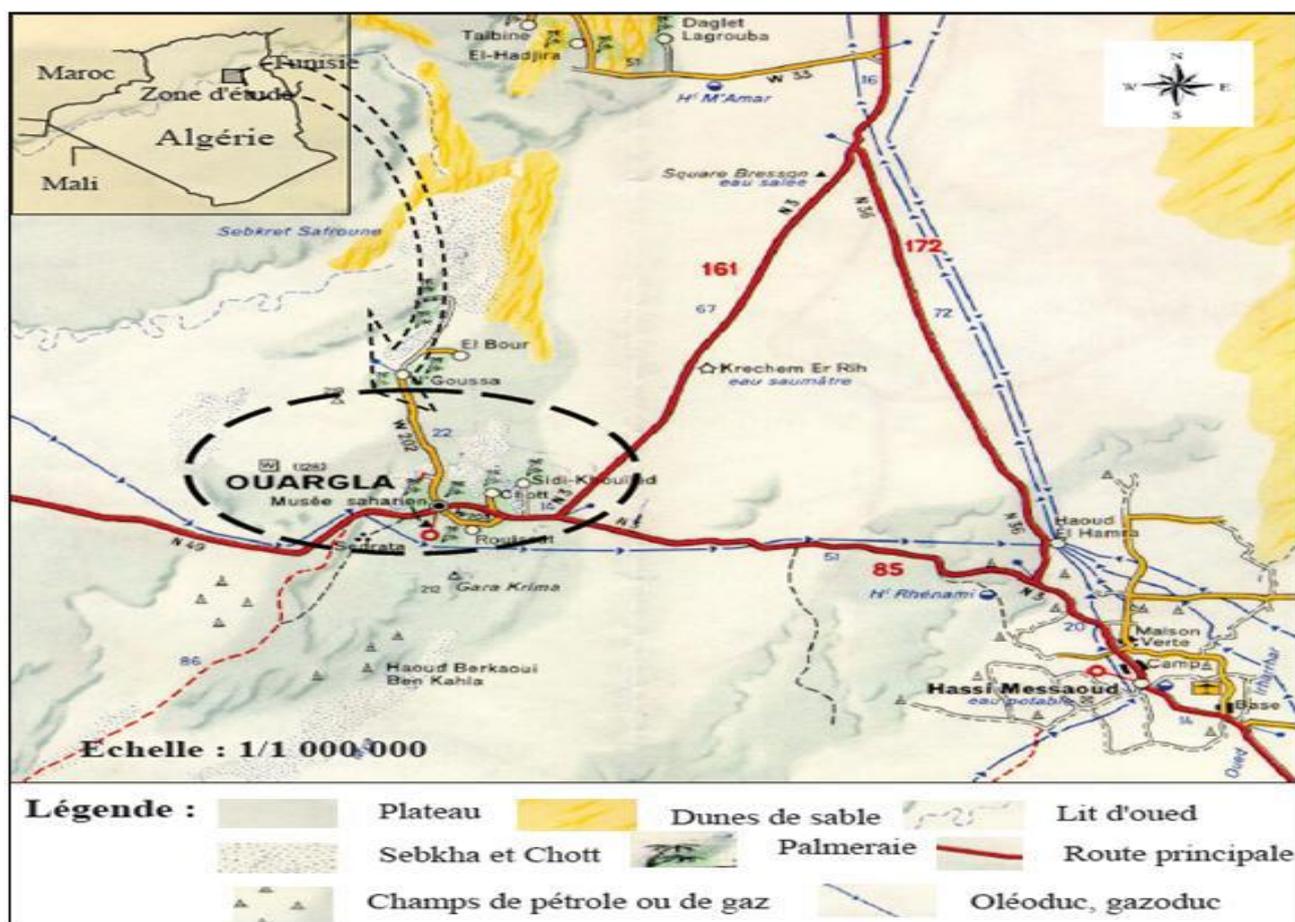


Figure II.1. Localisation géographique de la cuvette d'Ouargla

Chapitre II: Présentation de la zone d'étude

Notre région d'étude est la cuvette de Ouargla qui s'étend sur une superficie de 99 000 hectares. Ces coordonnées géographiques sont :

- Altitude moyenne : 157 m
- 32° de l'attitude Nord
- 5°20'' de Longitude Ouest.

Tableau II-1 : Dairas, communes et localités de la région d'Ouargla

DAIRA	COMMUNES
Ouargla	Ouargla; Rouissat
N'Goussa	N'Goussa
Sidi Khouiled	Sidi Khouiled, AinBeïda, Hassi Ben Abdellah
Hassi Messaoud	Hassi Messoud
El Borma	El Borma
El-Hadjira	El-Hadjira, El-Alia
Temacine	Temacine, Blidet-Amor
Touggourt	Touggourt, Nezla, Tebesbest, Zaouia El- Abidia
Megarine	Megarine, Sidi Slimane
Taïbet	Taïbet, Bennaceur, M'Nagueur

II.1.2. Evolution de la population :

La population de la cuvette d'Ouargla a évalué de 248755 habitants en 2008 à 259820 en 2011habitants, pour atteindre 297696 habitants en 2018. Cette population est répartie sur Superficie 25489 km². La ville d'Ouargla rassemble 52.26% de la population de la cuvette.

II.1.3. Climatologie

La région d'étude est caractérisée par un climat de type saharien avec des températures élevées, une faible pluviométrie et une forte évaporation.

Les données climatiques issues de l'ONM (2013) nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

II.1.3.1. La précipitation :

Généralement, il pleut rarement à Ouargla, les précipitations sont irrégulières entre les saisons et les années. Le cumul moyen annuel est de 32,19 mm. La période pluviale de l'année est très restreinte, elle est de 2 à 3 mois, par contre la période sèche s'étale sur le reste de l'année.

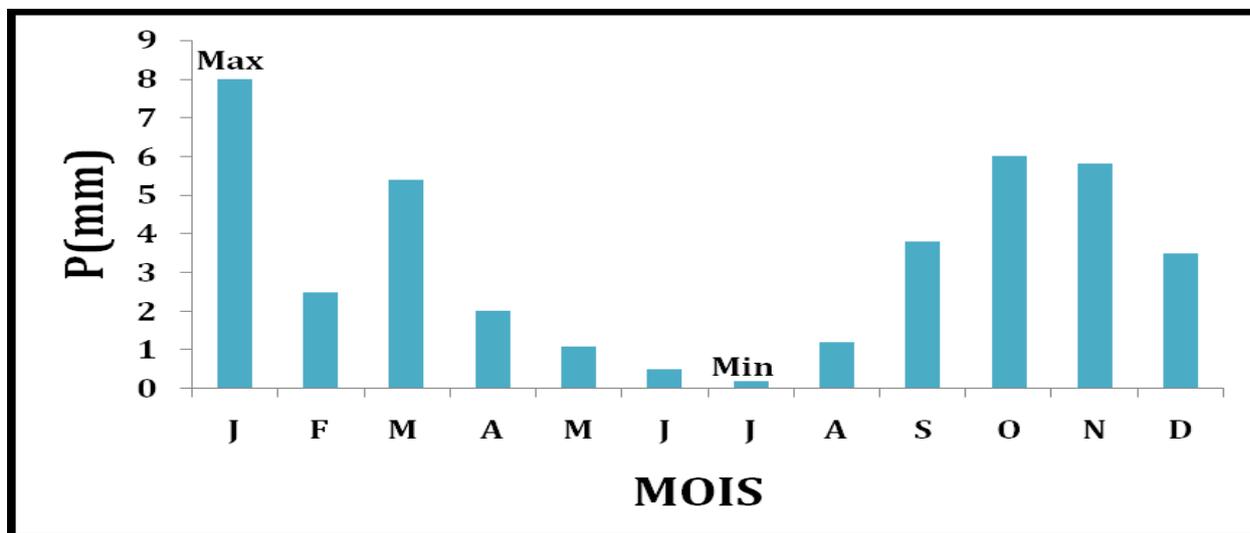


Figure II.2. Histogramme de précipitations moyennes mensuelles de Ouargla (2003-2017)

Tableau II.2. Précipitation moyenne mensuelle d'Ouargla (2003-2017)

MOIS	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	8	2,5	5,4	2	1,1	0,5	0,2	1,2	3,8	6	5,8	3,5

II.1.3.2. Températures

La température moyenne annuelle est de 22,27°C, avec un maximum de 43,76 °C au mois de juillet et un minimum de 2,5°C au mois de janvier.

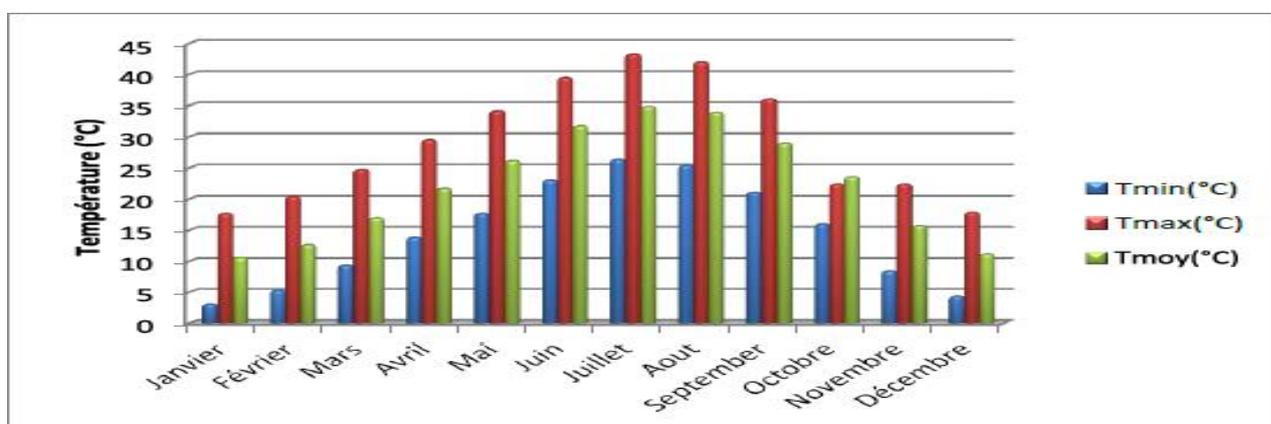


Figure II -3. Températures moyennes mensuelles

II.1.3.3. Humidité relative

L'air à Ouargla est très sec. L'humidité moyenne annuelle est de 47.15 %. Le taux d'humidité varie d'une saison à une autre. Le maximum d'humidité étant de 58.5 % le mois de décembre alors que le minimum enregistré est de 34.37 % le mois de juillet à cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois.

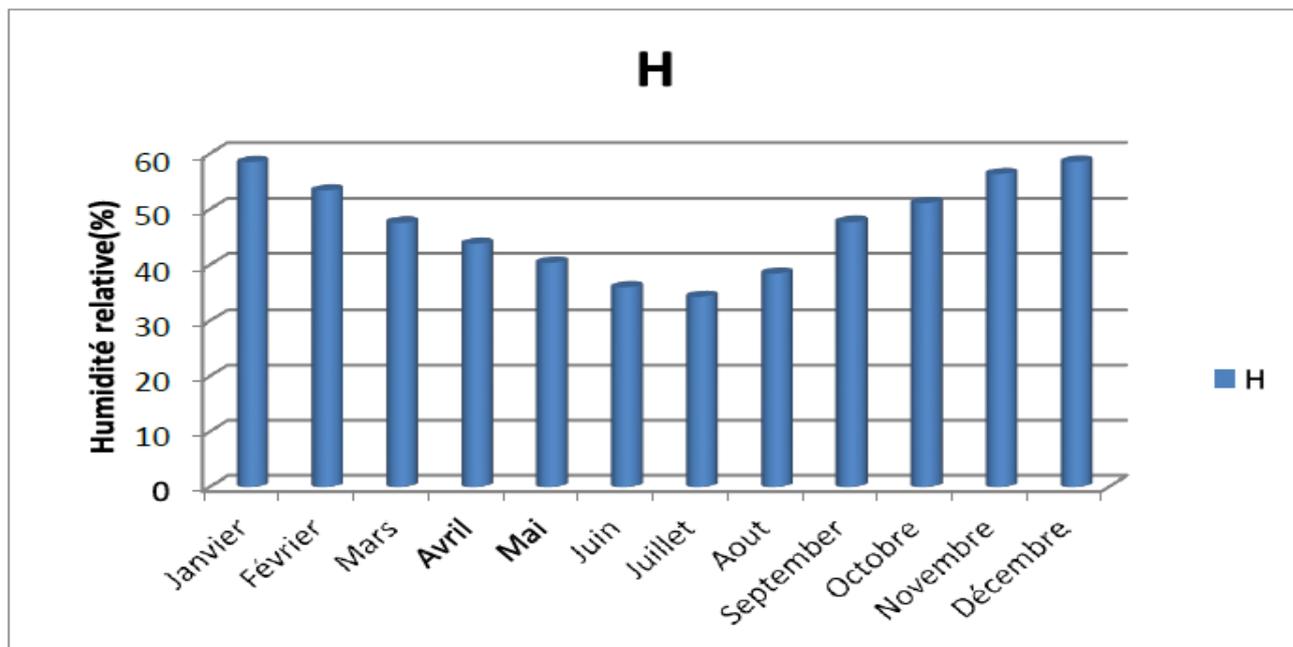


Figure II.04. Humidité relative moyenne mensuelle

II.1.3.4. Évaporation

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Le cumul est de l'ordre de 2700.22 mm avec un maximum de 413.27 mm au mois de juillet et un minimum de 82.84 mm au mois de décembre.

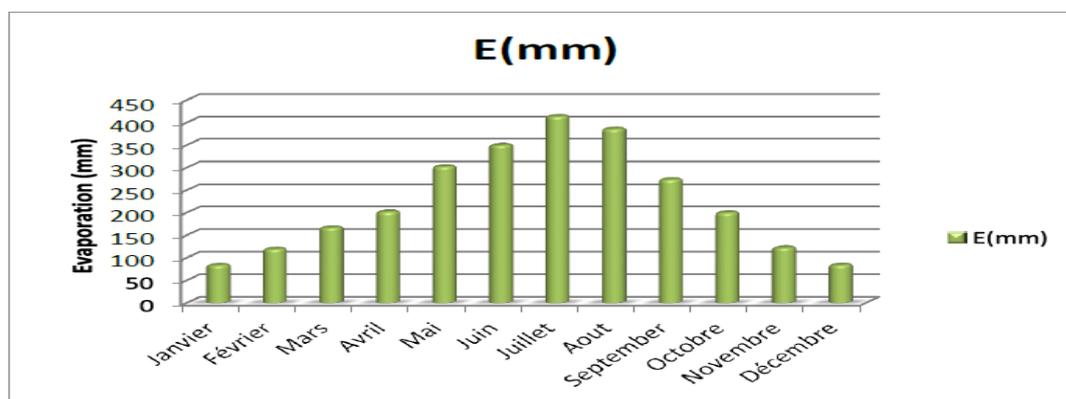


Figure II.05. Évaporation moyenne mensuelle

II.1.3.5. Vent

Les vents dans la région sont fréquents, ils soufflent le long de l'année dans différentes directions en fonction des saisons :

- En hiver : ce sont les vents d'Ouest qui dominent.
- En printemps : ce sont les vents du Nord, du Nord-Est et les vents de sables qui prédominent avec une vitesse maximale de 17,56 m/s. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 13.82 m/s.

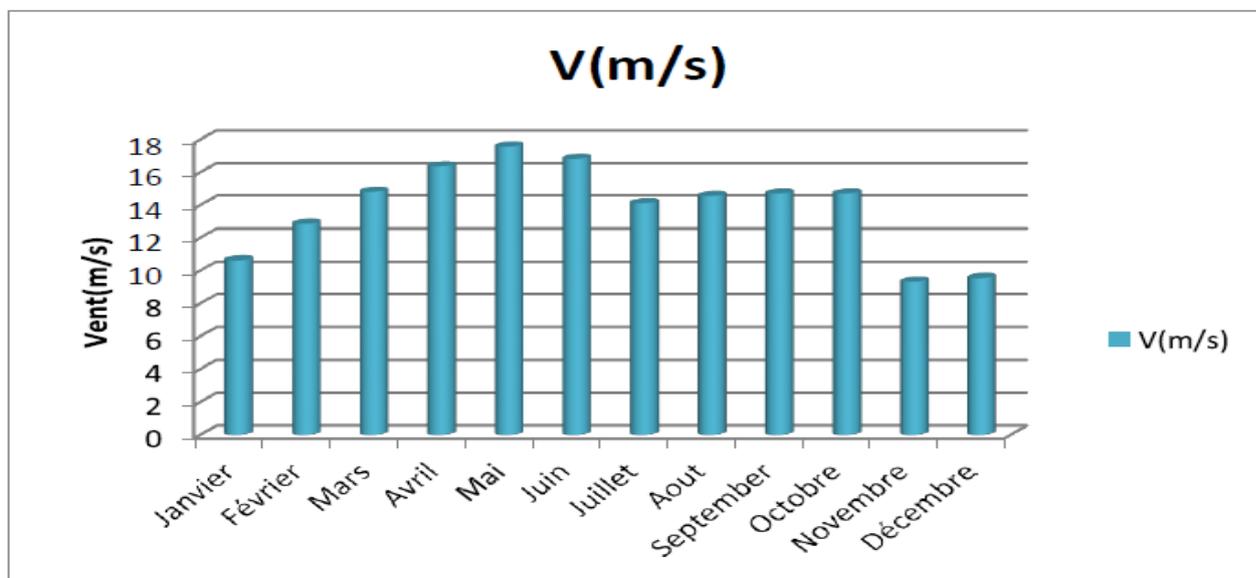


Figure II.06. Vitesse du vent moyenne mensuelle

II.1.4- Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques

Les terrains du Bas-Sahara assurant l'infiltration et la circulation souterraine des eaux qui sont essentiellement représentés par les formations sablo-gréseuses du continental intercalaire des accumulations sableuses fluvio-lacustres du tertiaire continental.

Sur les régions où affleure la formation des eaux circulent dans les calcaires, en direction des parties basses de la cuvette, sous le toit imperméable des argiles du Sénonien inférieur qui peut atteindre une épaisseur de 300 mètres.

Dans la cuvette de Ouargla, il y a des nappes souterraines captives et phréatiques, Donc en peu dire que le grand bassin sédimentaire du Sahara septentrional contient trois principaux aquifères :

- A la base, se situe la nappe du continental intercalaire(CI), l'un des plus grands réservoirs captifs du monde (CI)
- Au milieu, se localise la nappe du complexe terminal (CT)
- Au sommet, s'installent les nappes phréatiques (Figure II.07).

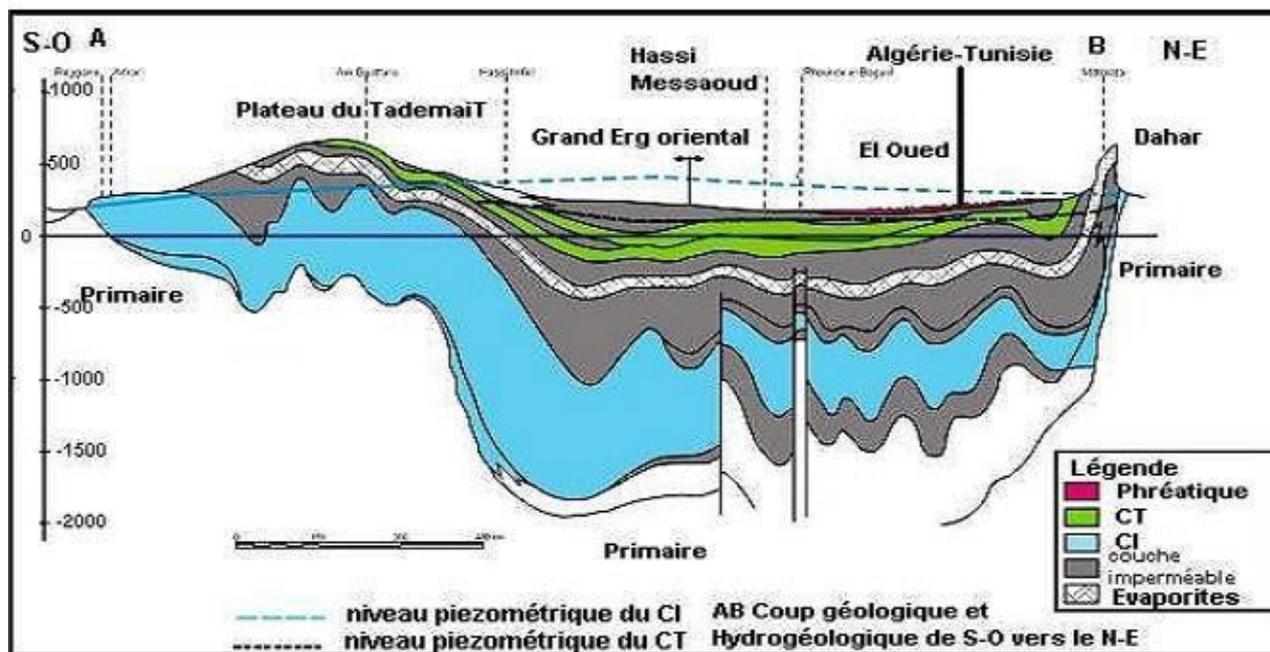


Figure II. 7. Coupe hydrogéologique (UNESCO 1972)

Actuellement, les deux principales ressources hydriques exploitées dans la région d'Ouar-gla sont le CI et le CT. La forte salinité de la nappe phréatique ne lui permet pas d'être employée pour la consommation humaine.

II 1-4-1- La nappe du continental intercalaire (CI)

D'une superficie de 800000 km² et d'une réserve de 627,30 hm³. Il s'agit de la nappe al-bienne. Les eaux de cette nappe, sont du type sulfato-sodique dont la température varie de 51°C à 66°C, le pH de 7,7 à 8,8 et le résidu sec de 1,5 à 2,4 g/l. En rencontre cet aquifère a des profondeurs allant de 1000 à 1500 m .

II.1-4-2- La nappe du complexe terminal (CT)

Les nappes du continental terminal sont moins profonds que celles du continental intercalaire (moins de 400m) et couvrent une superficie de 350000 km² leur eaux sont généralement plus chargé en sels. Ce complexe est constitué de deux nappes à savoir :

- La nappe du miopliocène.
- La nappe du sénonoien.

II.1-4-2-1- La nappe miopliocène

L'exploitation de la nappe de miopliocène est extrêmement ancienne d'une profondeur allant de 70 à 140 m, constituée de sables fins à grossiers à graveleux. A intercalation de calcaires blancs tendres et marnes sableuses d'argiles sableuses rosées et passées de gris et de gypse. La température de ces eaux est de l'ordre 23 à 25°C alors que leur salinité varie de 1,8 à 4,6 g/l. Elle s'écoule du sud-ouest vers le nord-est en direction de chott Melghir.

II.1-4-2-2- La nappe du sénonien

Cette seconde nappe artésienne de la vallée de l'Oued Mya est connue par la salinité de ces eaux variant de 1,8 à 4,4 g/l ; et leur température de l'ordre de 30°C. Cette nappe se trouve à des profondeurs variant de 180-350 m.

Du point de vu géologique, Le Sénonien est constitué de deux formations lithologiques superposées :

❖ Le Sénonien lagunaire à la base qui est constitué par une alternance irrégulière de bancs d'anhydrite, de dolomies, d'argile et de sel dont les pourcentages varient d'un endroit à un autre :

- L'anhydrite forme des bancs dont l'épaisseur peut atteindre 250 m.
- La dolomie constitue parfois des barres plus importantes (≈ 60 m).
- Les niveaux d'argile et de marne ne dépassant généralement pas 120m d'épaisseur.

Le Sénonien lagunaire y est particulièrement épais, son épaisseur est supérieure à 400 m.

Il est formé par :

- Sénonien salifère : ayant une épaisseur moyenne de 200 m ;
- Sénonien anhydritique : son épaisseur moyenne atteint 300 m ;
- Sénonien carbonaté : Son épaisseur moyenne est de 150 m ;
- Sénono-Eocène est formé essentiellement de carbonates ayant une épaisseur comprise entre 150 à 200 m. Il s'agit des calcaires dolomitiques cristallins ou micro-cristallins parfois vacuolaires ou crayeux ou plus carrément argileux.

❖ Le Sénonien carbonaté au sommet (200 m environ) ; formé de calcaire blanc, tendre à moyennement dure par fois crayeux à vacuolaire avec passées de marne dolomitique grise tendre à pâteuse dolomitique.

II.1-4-3- La nappe phréatique

Au niveau de la cuvette de Ouargla la nappe superficielle se trouve de 1 à 8 m de la surface du sol et repose sur un niveau imperméable étanche, qui occupe tout le fond de la vallée et l'isole des nappes artésiennes sous-jacentes.

Les zones dans lesquelles la nappe phréatique est la plus profonde sont situées à des points hauts de la topographie (Sud- ouest d'Ouargla, Sud d' Oum Raneb et versants Nord- Est de N'Goussa). La nappe est moins profonde dans les zones à proximité des palmeraies irriguées (Ouargla et N'Goussa). Le point où la nappe se trouve le plus près du sol est au Sud de Sebkhha Sefioune à 45 km au nord de la ville d'Ouargla.

La salinité des eaux varie d'une zone à une autre, elle est de moins 50 g/l dans la ville d'Ouargla et de ses environs, la concentration en sel diminue dans le sens des écoulements des eaux ou elle peut atteindre plus de 25 g/l dans les zones proches des chotts.

La forte salinité est due essentiellement au lessivage des formations gypseuses et argileuses par les eaux de la nappe, tandis que la faible minéralisation est due à la dilution par les eaux d'irrigation provenant des nappes sous-jacentes et à l'absence de niveaux gypseux dans la formation sableuse qui caractérise la nappe phréatique.

L'alimentation de la nappe provient essentiellement :

- Des rejets d'eaux usées d'origine domestique
- De l'eau excédentaire liée à une irrigation irrationnelle des palmeraies
- Des eaux de ruissellement venant des parties hautes et des apports de crues des trois Oueds dans la cuvette (N'sa, M'Zab et M'ya)

II.1-5 : Occupation des sols dans la cuvette :

D'après la carte d'occupation du sol (Fig. II-8) établie par le bureau d'étude 'BG' pour l'office national de l'assainissement ONA, les sable et sols nus possèdent la plus grande extension spatiale : une surface de 3095 hectares contenant différents types de sables et sols nus. Les Sebkhhas occupent une surface globale de l'ordre de 2023 hectares. Les superficies d'eau sont de 1105 ha au niveau de la vallée d'Ouargla et 843 ha correspondant à Oum Raneb. La végétation est représentée par les palmeraies avec une surface de 2286 hectares (Les palmeraies de la zone d'Ouargla représentent 72 % de la palmeraie totale de la vallée).

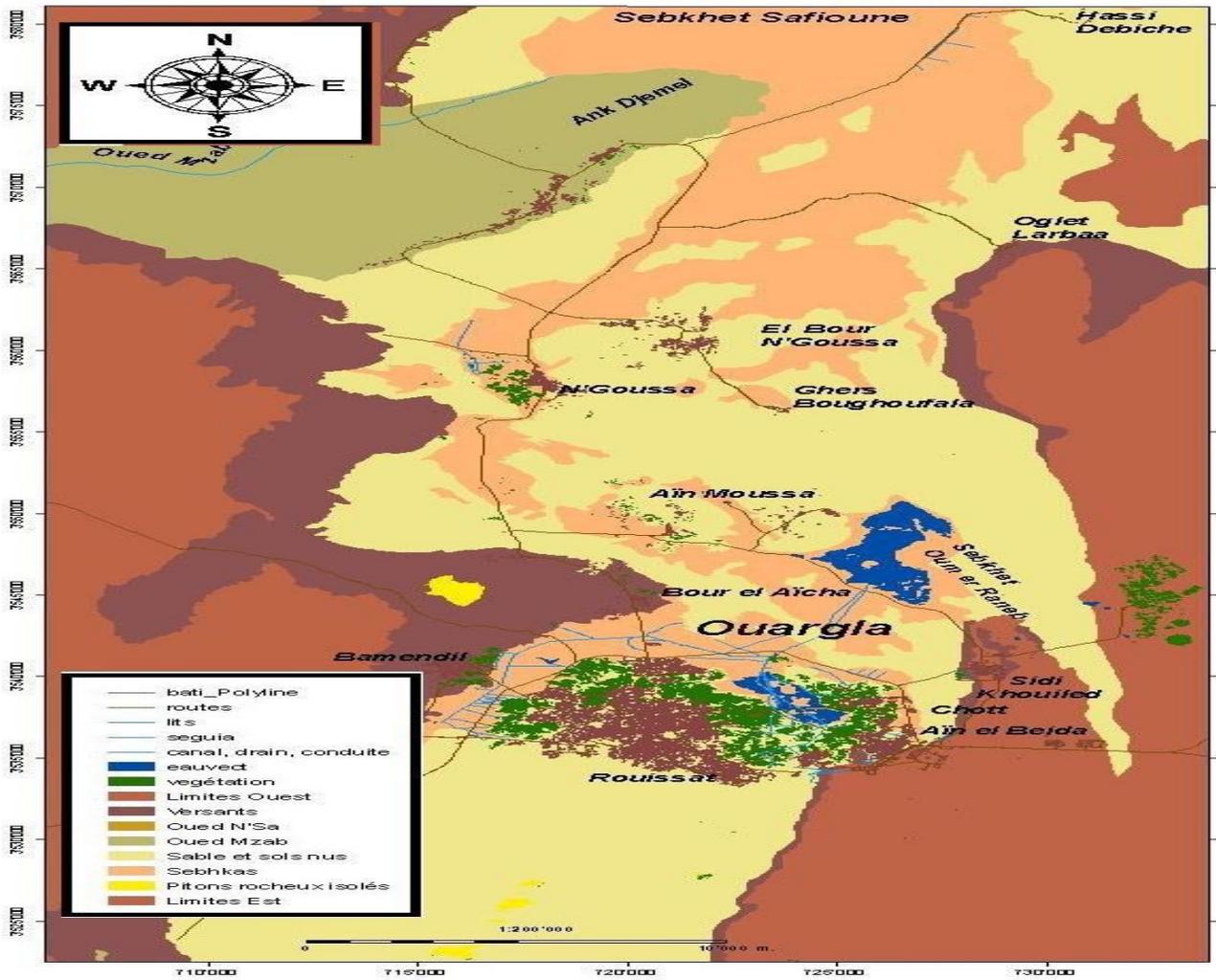


Figure II.08 Carte d'occupation du sol (BG 2004)

Chapitre III

**Description et fonctionnement de
la trilogie (STEP – canal de trans-
fert – Sebket Sefione (SCS))
et la méthodologie de travail**

Introduction :

Notre étude expérimentale a été concerné la cuvette de Ouargla Ainsi, nous avons sélectionné trois zones d'étude :

- La station d'épuration ;
- Le canal de transfert des eaux épurées ;
- La Sebket Sefioune ;

III.1-Démarche expérimentale :

Le protocole expérimental basé sur le suivi de la qualité des eaux usées, eaux usées épurées transférées.

III.1.1-Station d'épuration

La station d'épuration (Figure III. 1) est située à Said Otba au Nord-Est de de la cuvette de Ouargla. Ces coordonnées géographiques sont :

- Latitude : $31^{\circ}59'46,23''$ Nord.
- Longitude : $5^{\circ}21'55,77''$ Est.

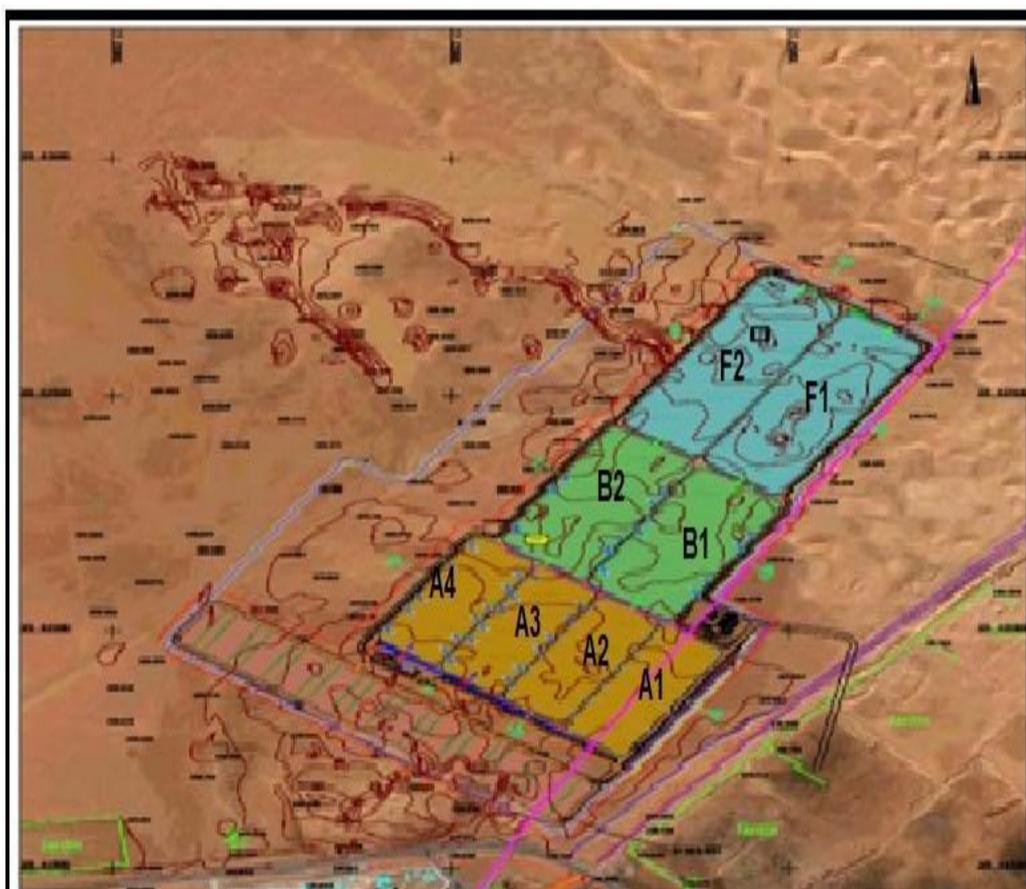
Construite en 2006 par l'ONA de Ouargla en collaboration avec la société **DYWIDAG** et mise en marche en 2009, la STEP vise les objectifs suivants :

- La suppression des nuisances et des risques sur la santé humaine au niveau des zones urbaines ;
- La protection du milieu récepteur ;
- La réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation.

La STEP emploie le lagunage aéré comme technique d'épuration sur une surface de 80 ha avec une capacité de traitement actuelle de 37.000 m³/j. Elle est conçue pour couvrir un débit moyen de 57.000 m³/j en 2015 et 74.927 m³/j en 2030 avec une possibilité d'extension par l'emploi de quatre (4) bassins supplémentaires (2 pour le premier étage, 1 pour le second étage et 1 pour le troisième). La station comporte également une administration, une salle de contrôle, un laboratoire et une salle d'exposition.



Figure III 1: step said Otba Ouargla (google earth 2021)



● 1er étage de lagunage aéré ● 2ème étage de lagunage aéré ● 3ème étage de finition

Figure III 2: Schéma de la station d'épuration de Ouargla (DYWIDAG, 2010 in MENSOUS, 2011).

Les eaux usées de la région d'étude sont canalisées vers la station d'épuration grâce à cinq stations de refoulement à savoir : la station de chott, la station de Sidi Khouiled, la station de la caserne et de l'hôpital, la station de la douane et la station de N'goussa. Le schéma de traitement appliqué au niveau de la STEP comporte les opérations suivantes :

III.1.1.1- Un prétraitement :

III.1.1.1.1-Un dégazage :

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



Figure III 3 : dégazage

III.1.1.1.2 : dégrillage :

Les matières les plus volumineuses sont retenus lors du passage des eaux usées à travers deux dégrilleurs automatiques (l'espace entre les barreaux est de 25 mm) disposés en parallèles un canal de secours équipé d'une grille manuelle (l'espace entre les barreaux est de 40 mm) est disposé en parallèle pour assurer le by passe en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques. Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés vers une benne à déchets.



Figure III 4 : dégrilleur automatique



Figure III 5: dégrilleur manuelle

III.1.1.1.3-Un dessablage :

Réalisé dans trois canaux rectangulaires de 2 m de large et 23 m de long placés en parallèles lorsque la vitesse de l'eau diminue dans ses canaux le sable décante. Chaque canal est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à son extrémité. Une pompe d'aspiration permet de refouler l'eau vers un classificateur de sable où les particules de sables sédimentées sont extraites au fond par une vis d'Archimède et stockés dans une benne et l'eau franchi une cloison siphonide en direction des lagunes.



Figure III 6: les 3 canaux rectangulaires



Figure III 7: pont racleur



Figure III 8: une pompe d'aspiration (eau +sable)



Figure III 9: vis d'Archimède



Figure III 10: Débit mètre (1888,57 m³/h 07/04/2021)

III.1.1.1.4 Ouvrage de répartition :

Un répartiteur à eau est disposé en aval des ouvrages de prétraitement afin de répartir et canaliser les eaux usées vers les lagunes du premier étage. Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques de 1,5 m de largeur munis de batardeaux pour pouvoir mettre une lagune quelconque hors service en cas de nécessité.



Figure III 11: Ouvrage de répartition.

III.1.1.2- Un traitement biologique par lagunage aéré :

Les lagunes d'aération assurent la dégradation de la matière organique grâce à un apport artificiel d'oxygène fourni par les aérateurs de surface qui fonctionnent à raison de 13 h/j. Cette aération artificielle favorise le développement des microorganismes qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La lagune de finition assure la séparation des phases eaux épurées et boues et une amélioration des rendements d'épuration. **(Ben Arima Abd El Hakim : Traitement des eaux usées)**

Fiche technique de la station d'épuration d'Ouargla (office national de l'assainissement ONA)

Principe : lagunage aéré

Surface : 80 hectares

Périmètre : 04 km

Volume nominal : 400 000 EQ/ hab

Débit nominal : 57000 EQ/ hab

communes : rouissat , ainelbaida , ouargla

Système de relevage : 5 stations de refoulement

Situation géographique : said otba ouargla

Anne de mise en service : 2009

Volume totale des bassins : 716000 m³

Traitement secondaire Type de traitement : biologique

Tableau III.01 Informations sur les bassin de station **(office national de l'assainissement ONA)**

	Niveau A	Niveau B	Niveau C
nombre des bassins	4	2	2
volume du bassin (m³)	85200	113600	74000
surface du bassin (H)	2.4	4.1	4.9
profondeur du bassin (m)	3.5	2.8	1.5
nombre des aérateurs	12 par bassin	07 par bassin	0



Figure III.12 : Photo de STEP Said OTBA Ouargla

III.1.2. Canal de transfert :

Les eaux de drainage et les eaux épurées au niveau de la STEP sont canalisées puis vers la sebkha qui située à environ 42 km au nord de la STEP Afin de permettre la séparation complète des deux flux sur l'intégralité du tracé, la section présente deux chenaux étanches. Au droit des regards, un bord déversant est réalisé entre les deux chenaux pour éviter une mise en charge, en cas de surcharge accidentelle d'un des côtés. Ce cas de figure ne se produit pas en fonctionnement normal de l'installation.

Le canal se compose de deux types des matériaux ; une partie de 23,5 km en conduite PRV de diamètre 1,2 m et une partie en béton de 18 ,5 km avec une section de 1.90 x 1.20 m permet d'écouler 1.20 m³/s au maximum par chenal, Les regards, disposés tous les 100 m les long du tracé du canal, permettent la descente d'un homme pour les déférents opérations d'entretien

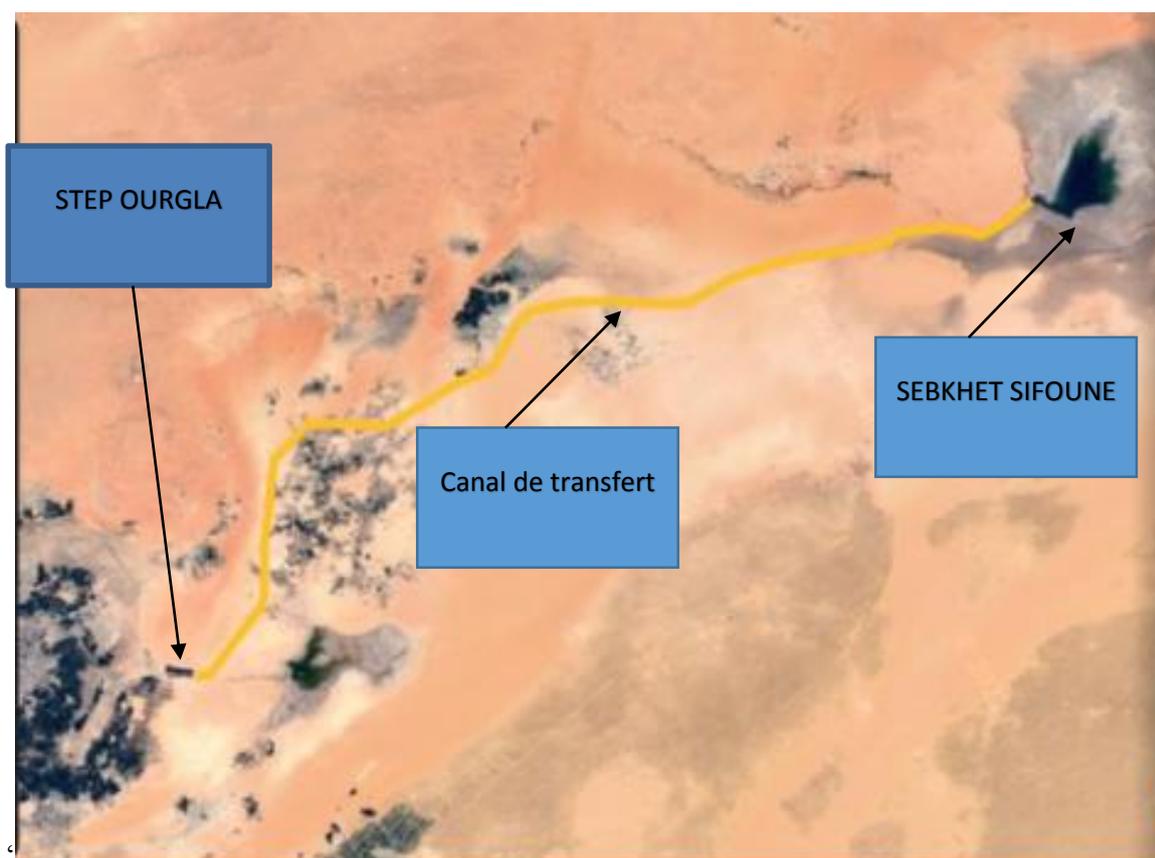


Figure III.13 : Canal de transfert

Canal De Transfert :

langueur : 42 km

matière de fabrication : 23,5 km PRV / 18,5 km BETON

penne : 0,5 ‰

point de rejet : sebkhet sefioune

lits de séchage :

nombre : 11

surface : 5429 m²



Figure III.14. des regards dans la longueur de canal de transfert pour l'aération et les prelevement

III.1.3. Sebkhet sefioune :

Une nouvelle zone humide à environ 42 km de la ville de Ouargla, qui a été formé à la suite d'une protection spéciale et la désinfection projet énorme Ouargla. Cette zone, qui couvre près de 8.000 hectares dont 2500 hectares submergés dans les eaux usées qui est pompée dans la zone du projet de nettoyage, ont commencé à prendre forme depuis l'été dernier après l'entrée en projet d'exploitation a également fait la province de forêts claires. Et a commencé ce site qui a su constituer un climat de mini-humide pour attirer une foule d'oiseaux sauvages, selon le recensement effectué chez 18 Janvier 2011, il comprend un certain nombre de variétés d'oiseaux migrateurs comme plongeur rose et hérons blancs et les cigognes blanches et propriétaire gris et triste petit pluvier.



Figure III.15 : Sebkhet sefioune

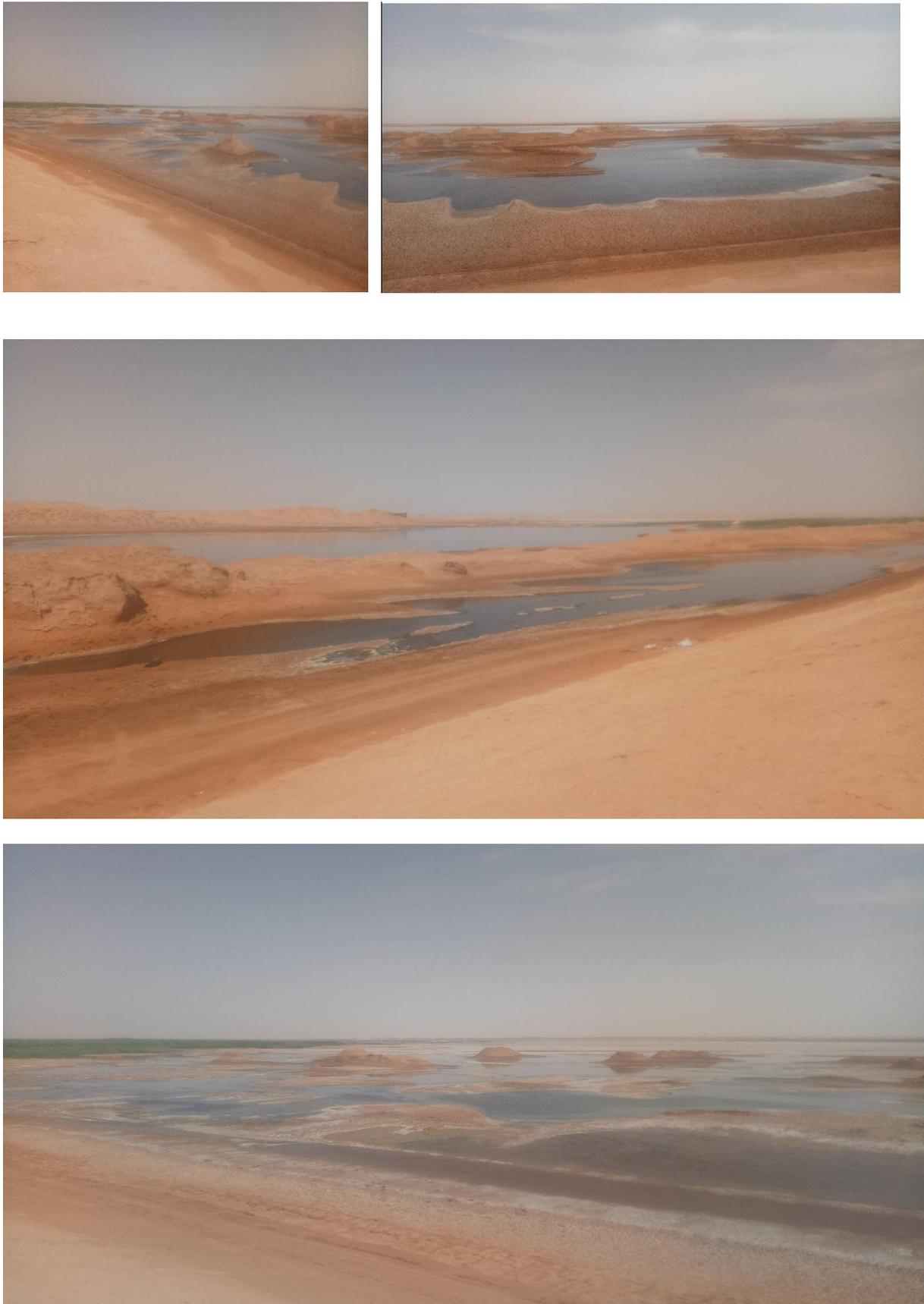


Figure III.16. Sebkhet sefioune (avril 2021)

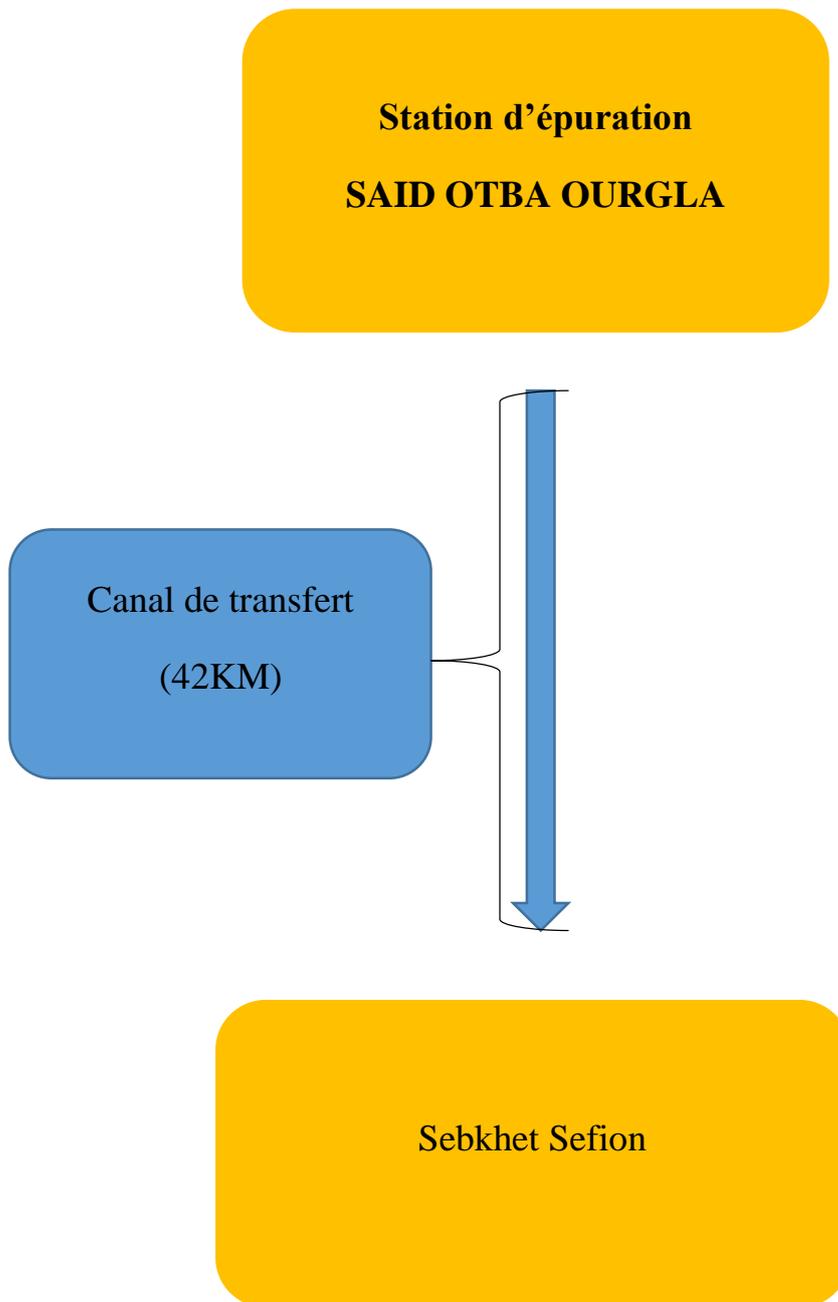


Figure III.17. Schéma Trilogie (SCS) .

III.2 :Évaluation qualitative des eaux :

III.2.1 :Echantillonnage :

les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate des échantillons

III.2.1.1 :parametre de polution

Afin d'étudier l'évolution spatial de la qualité des eaux et leurs dérivabilité nous avons analysé pour chacun des points sélectionné les paramètres suivants :

- La demande chimique en oxygène (DCO),
- La demande biochimique en oxygène (DBO₅),
- Les matières en suspension,
- Les nitrites,
- Les nitrates,
- La température,
- Le pH,
- La conductivité,
- La salinité,
- L' O₂ dissous.

Les prélèvements ont été effectués pour l'analyse des paramètres ci hauts.

Mode de prélèvement : Les eaux au niveau du canal de transfert et sebkhet sefioune doivent être prélevées dans des flacons stériles (analyse bacterio). Ceux ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant conformément à la procédure présentée dans la figure ci-dessous.

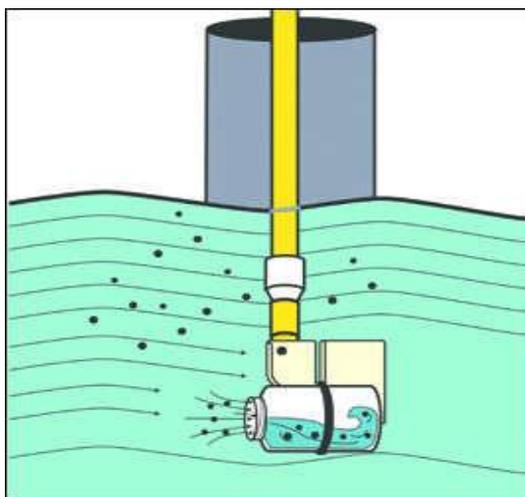


Figure III.18: :La procédure de prélèvement

III.2.2 : les analyses sont faites dans laboratoire de la STEP de Beni Merade



Figure III.19 : laboratoire de Beni Merad ONA

III.2.2.1 : potentiel d'hydrogène (PH) :

La mesure est réalisée à l'aide d'un pH- mètre portable en vue de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

La méthode consiste à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher et a noter le pH affiché sur le cadran du pH mètre une fois stabilisée (**Figure III.20:**),



Figure III.20: ph mètre

III.2.2.2. Conductivité électrique, salinité et température :

La mesure est réalisée à l'aide d'une conductivité mètre de (Figure III.21).

La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue. Elle influe également sur la décomposition de la matière organique le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques. (DAHOU Abderahim : LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE PERFORMANCE 42-47 EPURATOIRES CAS DE (REGION D'OUARGLA) ;)



Figure III.21: Mesure de la conductivité électrique, salinité et température

III.2.2.3. Oxygène dissous :

Cette analyse a nécessité l'emploi d'un oxymètre



Figure III.22: Oxymètre

III.2.2.4. Matière en suspension (MES) :

Pour la détermination des matières en suspension (M.E.S) nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de 0.45 μm . Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement. Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (M_0 - M_1)1000/V$$

Où

- V : volume de l'échantillon (ml) ;
- M_0 : masse du disque filtrant avant utilisation (mg) ;
- M_1 : masse en mg du disque filtrant après utilisation (mg).

Cette mesure à nécessité l'emploi des appareils ci-dessous. (**Ben Arima Abd El Hakim : Traitement des eaux usées (cas de la STEP d'Ouargla) Rapport de Stage office national de l'assainissement ONA. ; 2015 ; pp2-14)**



Figure III.23: les filtres de MES dans les points de prélèvement



Figure III.24: Unité de filtration	Figure III.25.: Balance électronique	Figure III.26.: Étuve
--	--	------------------------------

III.2.2.5 : Méthodologie de Demande chimique en oxygène (DCO) :

- boîte rouge pour l'eau brute
- boîte bleu pour l'eau épurée

La mesure de ce paramètre consiste à :

1. agitation
2. ajouter 2ml d'échantillon dans le kit qui correspond l'analyse
3. agitation
4. mettre le kits sur plaque chauffant a 148 °C pendant 2 heures
5. agitation et le refroidir de 148°C jusqu'à 18 °C
6. lire le résultat dans un spectrophotomètre

DCO_{EAU BRUTE} <1000 mg/l

DCO_{EAU EPUREE} >125mg/l



Figure III.27: les kits de DCO



Figure III.28: Thermostat



Figure III.29.: Spectrophotomètre DR3900

III.2.2.6. Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La mesure de la DBO₅ nécessite la connaissance des informations regroupées dans le tableau suivant :

Tableau III. 2 : Conditions de mesure de la DBO₅

La charge	DCO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur	Inhibiteur (gouttes)
Très faible	0-40	432	1	10
Faible	0-80	365	2	10
Moyenne	0-200	250	5	5
Plus que moyenne	0-400	164	10	5
Un peu chargée	0-800	97	20	3
Chargée	0-2000	43.5	50	3
Très chargée	0-4000	22.7	100	1

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée est mis sous incubation afin de pouvoir déterminer la quantité d'oxygène dissous nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée

Ainsi, la mesure de la DBO₅ consiste à :

- Introduire 2 pastilles d'hydroxyde de lithium et quelques gouttes de l'inhibiteur de nitrification dans l'échantillon à analyser ;
- Visser la tête de mesure sur les bouteilles brunes de 510 ml ;
- Mettre les bouteilles au réfrigérant à 20°C pendant cinq jours ;
- Lire au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle. Cette différence de pression sera enregistrée par une OXI TOP est convertie en DBO₅ (mg/l) une fois multipliée par le facteur de dilution. La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour la DBO₅ Volume de la prise d'essai.

A partir de la DCO on va de tenir la DBO :

DBO = 50% DCO pour l'eau industrielle

DBO = 80% DCO pour l'eau domestique (urbaine)

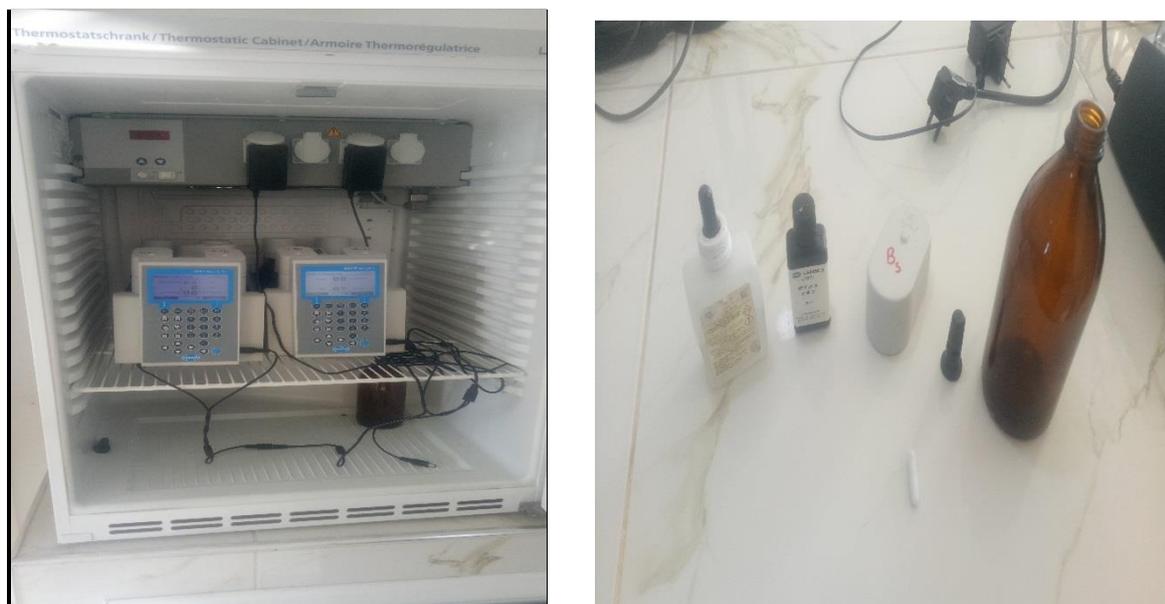


Figure III.30 : Matériels utilisés pour la DBO₅

III.2.2.7. Nitrites :

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composé aromatique, contenant un colorant azoïque de couleur intense mesurable par le Spectrophotomètre



Figure III.31 : Les quittes de nitrite gamme (0.015 à 0.6 mg/l).

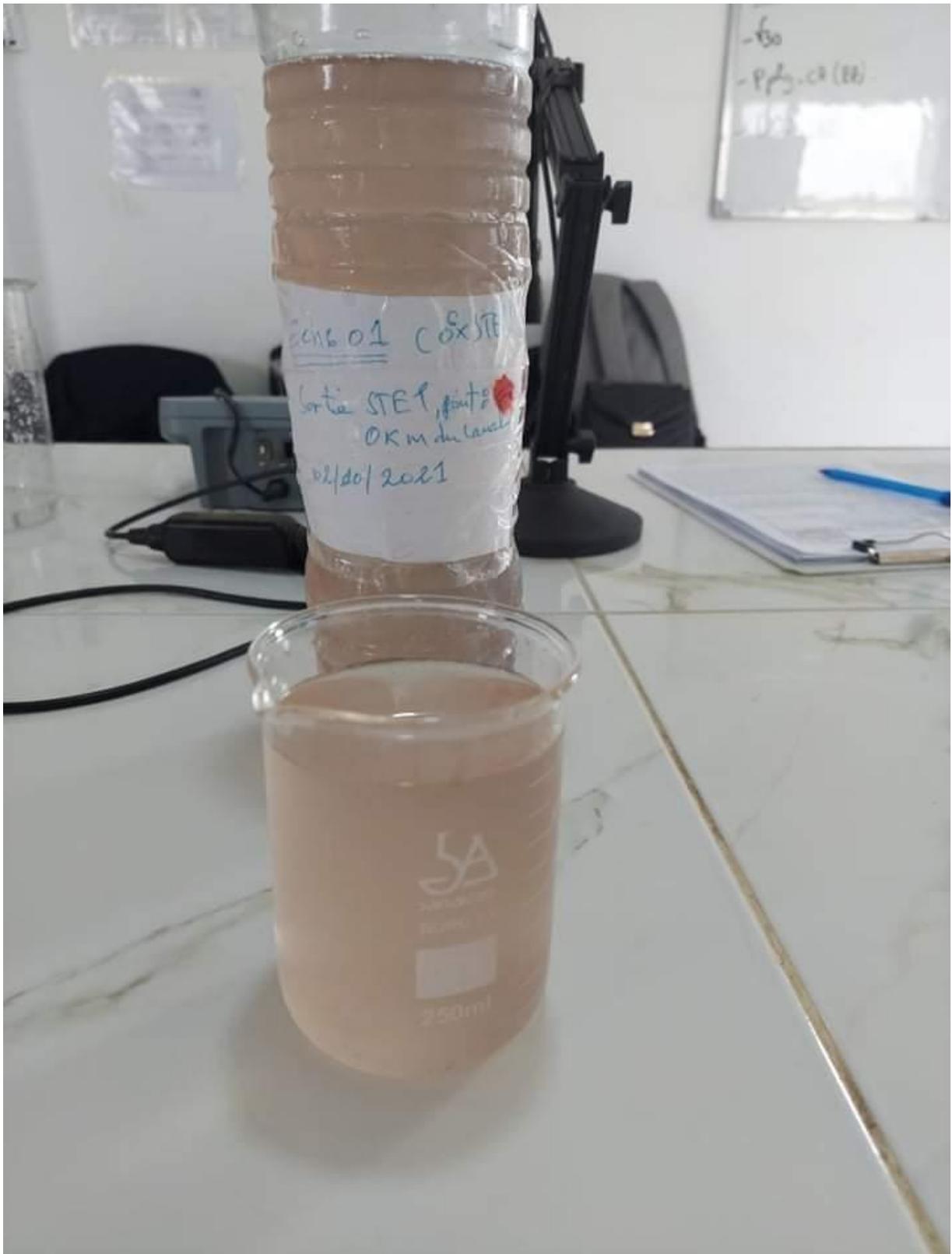


Figure III.32: Notre échantillon dans laboratoire de la step Beni Merad

Chapitre IV :
Résultats et discussions

IV.1 : Introduction

Dans ce chapitre, on va analyser les résultats concerne les échantillons prélevé dans la longueur de canal de transfert de step Ourgla vers Sabkhat Sefioun.

IV.2 : Lieux de prélèvements des échantillons

Pour atteindre notre objectif, nous effectuons des prélèvements de 4 échantillons des eaux usées épures, de la sortie de la station d'épuration jusqu'à Sebkhath Sefioun de longueur de 42 km de la STEP a sebkhath Sefioun .

Le schéma illustrant les lieux de prélèvements de nos échantillons a été représenté par les

(figure IV .1) ; (figure IV.2)

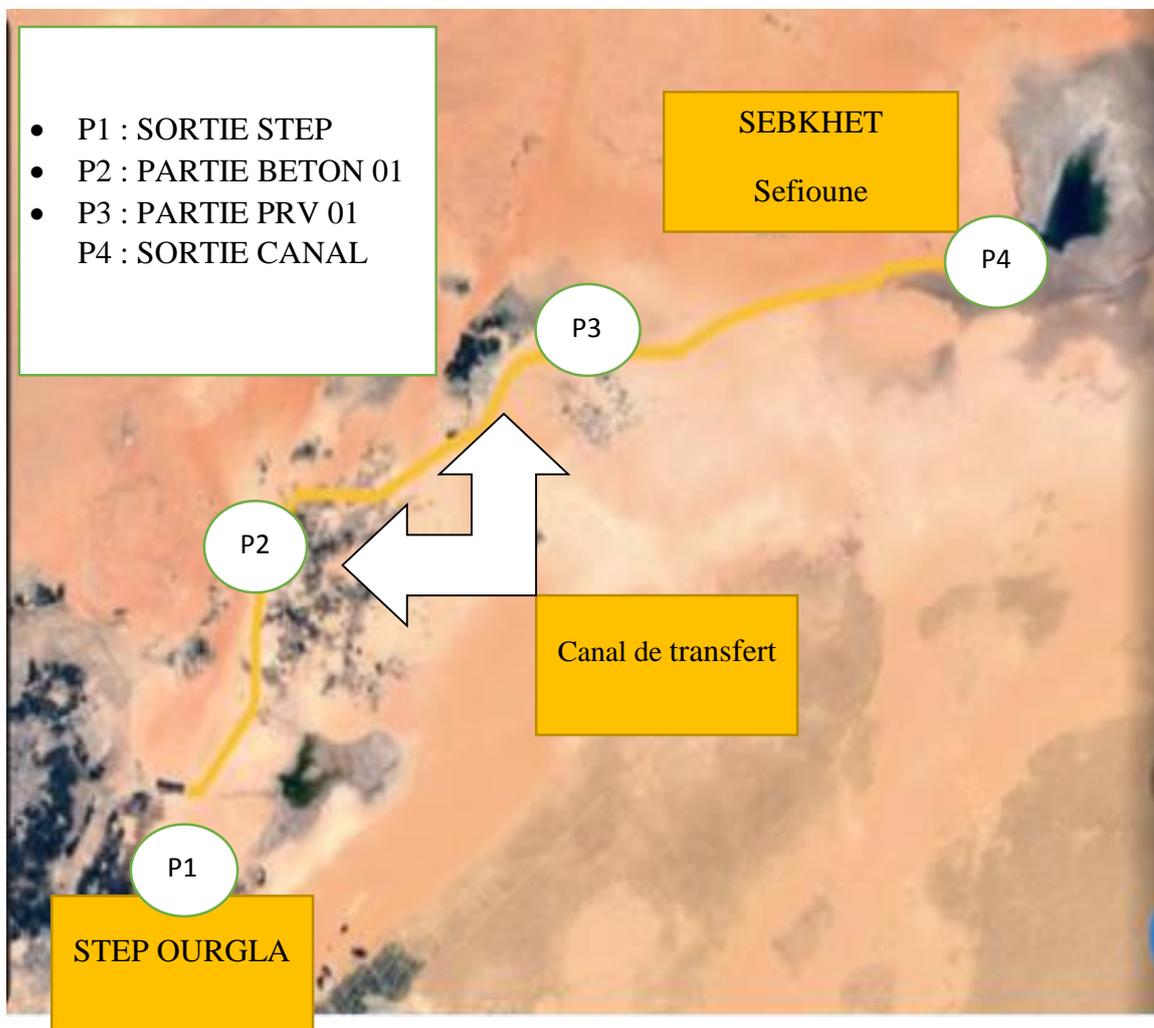


Figure IV .1 : Situation de points des prélèvements

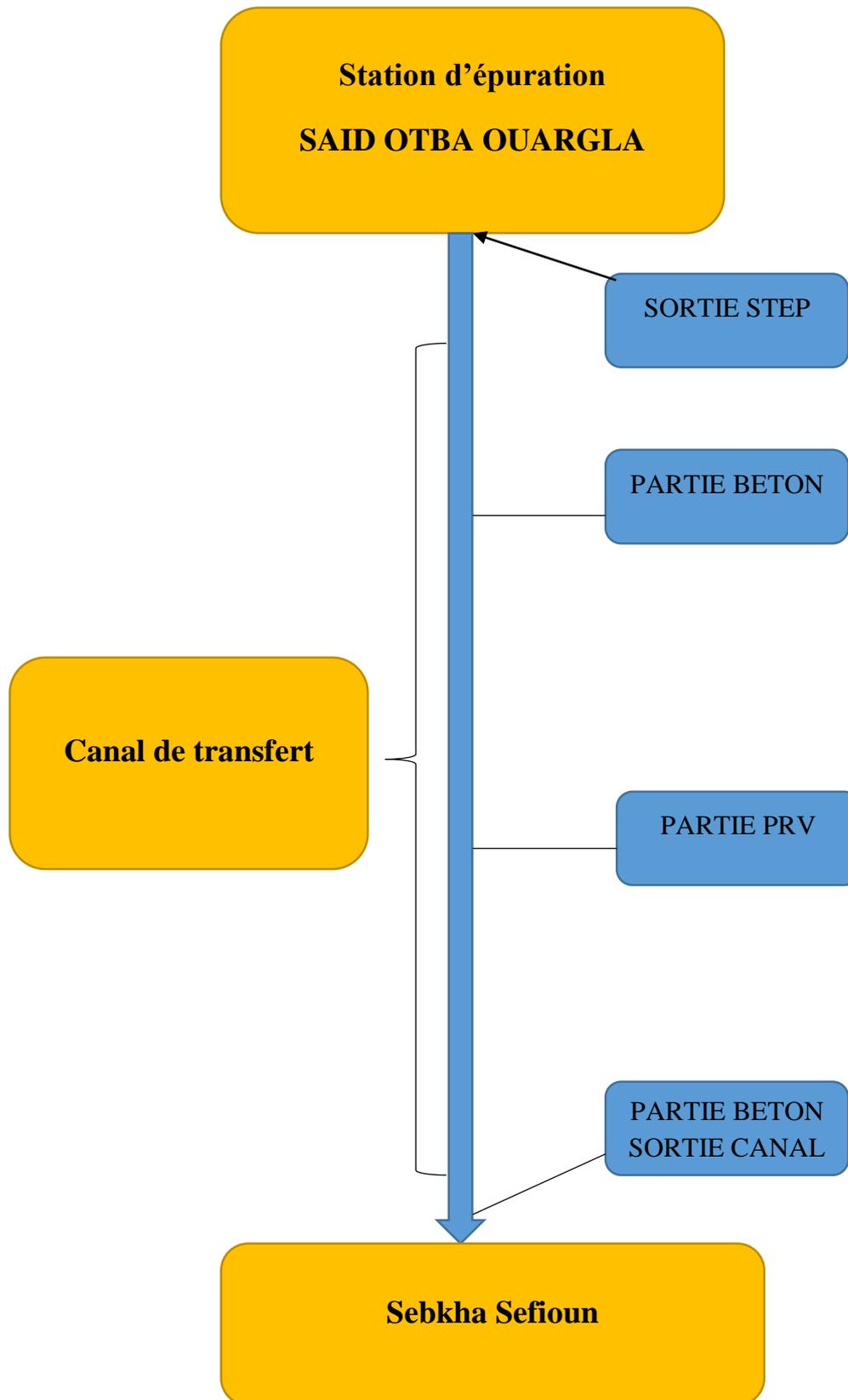


Figure IV.2 : Schéma des lieux des prélèvements



Figure IV.3 : Sortie de canal de transfert et l'un des points de prélèvements

IV .3. Résultats des analyses des échantillons :

Tableau IV .1 : les résultats des analyses des échantillons de prélèvements.
25/04/2017 STEP Ouargla

	pH	conductivité(us/cm)	O ₂ (mg/l)	DCO(mg /l)	DBO ₅ (mg/l)	MES(mg)
SORTIE STEP	7.86	14470	6.3	81.5	36	66
SORTIE CANAL	7.61	14470	1	70	37	116

Tableau IV .2 : les résultats des analyses des échantillons de notre prélèvement.02 /10/2021

	pH	Conductivité(us/cm)	O ₂ (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	MES(mg)
SORTIE STEP	7.41	12980	0.81	118	16	53.33
SORTIE CANAL	7.40	7330	1.36	59.2	6	70

REMARQUE

On a effectué les analyses pour deux échantillons pour les points de prélèvements suivants :

La sortie de la step d'Ourgla (l'entrée de canal)

La sortie de canal (l'entrée de sabkha)

On a demandé des données de la même opération pour les même points de prélèvements et on a reçu les données de 25/04/2017 et avec ses données on va faire une comparaison

Les analyses sont fait dans laboratoire de la STEP de Beni Merad Blida « ONA »

IV.4. Interprétation des résultats obtenus :

D'après les compagnes d'analyse des paramètres physique et chimique qu'on a effectués dans des points bien déterminer au cour du canal de transfert qui achemine les eaux traites vers le rejet finale sebkha sefioune une variation des valeurs a était registres pour quelque paramètres

IV.4.1. Évolution de la DCO ET de la DBO₅ :

Une diminution des valeurs des paramètres chimique tel que la DCO et la DBO₅ cause par la vitesse d'écoulement d'eau dans le canal,

-Pour calculer la vitesse d'écoulement en partie Béton (forme rectangulaire), on applique la loi de Chézy

$$V = C \cdot \sqrt{Rh \cdot I}$$

C: coefficient de Chézy

Rh: le rayon hydraulique

I : la pente

$$C = (1/n) \cdot Rh^{1/6}$$

n : la rugosité

$$Rh = w / p$$

W : section mouille

P : périmètre mouille

IV.4.2. Évolution des MES :

Une perturbation a été enregistrée sur l'évolution de MES au cours du canal jusqu'au sebkhet, on observe une augmentation a cause de pénétration des sables des dunes dans le canal.

IV.4.3. Évolution l'oxygène dissous (O₂)

La quantité de l'oxygène atteint son maximum a la sortie STEP (bassin de finition) on remarque que la quantité d'oxygène dissous est maximal à cause de présence des algues. L'augmentation de la quantité d'oxygène observée à la sortie de la STEP jusqu'à Sebkhet sefioune peut être expliquée par la force de l'écoulement de l'eau mais elle reste toujours inferieure aux normes de rejets appliquées en Algérie.

IV .5 :Conclusion :

Les sebkha sont de point très important dans le Sahara c'est ou la nappe respirer donc il faut les protéger de la pollution

D'après les résultats expérimentaux nous avons constate, une diminution des paramètres de pollution la DCO et de la DBO5 causé par la vitesse d'écoulement donc on'a une autoépuration dans notre canal d'étude.

Mais les résultats expérimentaux de MES montre une augmentation de la concentration des matières en suspension la pénétration des particules de sables des dunes,

Conclusion générale

Au niveau de la cuvette de Ouargla la nappe superficielle se trouve de 1 à 8 m de la surface du sol et repose sur un niveau imperméable étanche, qui occupe tout le fond de la vallée et l'isole des nappes artésiennes sous-jacentes.

Les zones dans lesquelles la nappe phréatique est la plus profonde sont situées à des points hauts de la topographie (Sud-ouest d'Ouargla, Sud d'Oum Raneb et versants Nord-Est de N'Goussa). La nappe est moins profonde dans les zones à proximité des palmeraies irriguées (Ouargla et N'Goussa). Le point où la nappe se trouve le plus près du sol est au Sud de Sebkhia Sefioune à 45 km au nord de la ville d'Ouargla.

La station d'épuration de Ouargla emploie le lagunage aéré comme technique d'épuration sur une surface de 80 ha avec une capacité de traitement actuelle de 37.000 m³/j. Elle est conçue pour couvrir un débit moyen de 57.000 m³/j en 2015 et 74.927 m³/j en 2030 avec une possibilité d'extension par l'emploi de quatre (04) bassins supplémentaires

Les lagunes d'aération assurent la dégradation de la matière organique grâce à un apport artificiel d'oxygène fourni par les aérateurs de surface qui fonctionnent à raison de 13 h/j.

Cette aération artificielle favorise le développement des microorganismes qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La lagune de finition assure la séparation des phases eaux épurées et boues et une amélioration des rendements d'épuration.

Les eaux de drainage et les eaux épurées au niveau de la STEP sont canalisées puis vers la sebkha qui est située à environ 42 km au nord de la STEP. Afin de permettre la séparation complète des deux flux sur l'intégralité du tracé, la section présente deux chenaux étanches. Au droit des regards, un bord déversant est réalisé entre les deux chenaux pour éviter une mise en charge, en cas de surcharge accidentelle d'un des côtés. Ce cas de figure ne se produit pas en fonctionnement normal de l'installation.

Le canal se compose de deux types de matériaux ; une partie de 23,5 km en conduite PRV de diamètre 1,2 m et une partie en béton de 18,5 km avec une section de 1.90 x 1.20 m permet d'écouler 1.20 m³/s au maximum par chenal. Les regards, disposés tous les 100 m le long du tracé du canal, permettent la descente d'un homme pour les différentes opérations d'entretien

Un certain nombre de processus naturels permettent aux écosystèmes aquatiques de transformer ou d'éliminer des substances apportées au milieu. Si les organismes vivants jouent un rôle essentiel dans ces processus, un certain nombre de processus chimiques et physiques y apportent une contribution non négligeable.

Sabekhat Sefioune est une zone humide à environ 42 km de la ville de Ouargla, qui a été formée à la suite d'une protection spéciale et de la désinfection projetée à Ouargla. Cette zone, qui couvre près de 8.000 hectares dont 2500 hectares submergés dans les eaux usées qui sont pompées dans la zone du projet de nettoyage, ont commencé à prendre forme depuis l'été dernier après l'entrée en projet d'exploitation a également fait la province de forêts claires. Et a commencé ce site qui a su constituer un climat de mini-humide pour attirer une foule d'oiseaux sauvages, selon le recensement effectué le 18 Janvier 2011, il comprend un certain nombre de variétés d'oiseaux migrateurs comme plongeur rose et hérons blancs et les cigognes blanches et propriétaire gris et triste petit pluvier.

REFERENCES

ADEME, 2003

ASANO, 1998

Ayers & Wescot, 1985).

BAUMONT et al, 2005

BLUMENTHAL et al., 2000

Ben Arima Abd El Hakim : Traitement des eaux usées (cas de la STEP d'Ouargla) Rapport de Stage office national de l'assainissement ONA. ; 2015 ; pp2-14)

Bel F. & Cuche D. 1969. Mise au point des connaissances sur la nappe du Complexe Terminal, ERESS, Ouargla, Algérie, 20p.

Bel F. & Dermagne F. 1966. Etude géologique du Continental Terminal, ANRH Alger, Algérie, 22p.

BG Bureau d'étude Bonnard et Gardel 2004

CHAOUCH Noura : Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées ; Thèse de doctorat en science chimie ; Université Hadj Lakhdar – Batna ; 2014 ; pp 11-14).

CHAOUCHE Dalila ; 'Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla ; 2007).

DAHOU Abderahim : LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE PERFORMANCE 42-47 EPURATOIRES CAS DE (REGION D'OUARGLA) ; mémoire master ; 2013.pp)

DICTIONNAIRE-ENVIRONNEMENT, 2013

DRECHSEL et al, 2011

DRAPEAU & JANKOVIC, 1977

EDLINE, 1996

FAO, 2003 in BELAID, 2010

FABY & BRISSAUD, 1998

FEPS, 2013

FEPS, 2013

Hidheb –chettouh : Autoépuration du canal de transfert des eaux usées épurées(STEP de Ouargla-Sebkhet Sefioune) 2017

http://www.coordinationseenne.be/downloads/CoS-fichesFR-2013/CoS-fiche6-13_prof_PRINT.pdf la date de la dernière consultation avril 2016

LAVISON et MOULIN, 2007 in BELAID, 2010

L'ONM(2013)

Laboratoire de Beni Merad ONA

MOULIN et al, 2013 ;

MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE, 2005

OMS, 1989

OMS & PNUE, 2005

OMS, 2012

Office national de l'assainissement ONA)

OUALI, 2001

RNDE, 2003

Station d'épuration said Outba Ouargla

USEPA, USAID, 1992

ZEDDOURLA.2010. Caractérisation hydrogéologique et hydrochimique des nappes du complexe terminal de la région de Ouargla. Th. Doctorat, (2008), Univ. de Annaba, 172p