

**République Algérienne Démocratique Et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université HAMMA LAKHDAR EL-Oued**



**Faculté de Technologie**  
**Département de : Hydraulique & de Génie Civil**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

**Présenté En vue de l'obtention du diplôme de Master en hydraulique**

**OPTION : ouvrages hydrauliques.**

**THEME:**

**Impact de nouveau point de rejet  
(Chott HALLOUFA) sur l'environnement  
de Oued souf**

***Encadreur :***

- MILOUDI Abdelmonem

***Présenté par :***

- BEKKARI Said  
- ZIDI Abdallah

**Soutenu publiquement devant le jury:**

|                                   |                          |           |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Mr. SAYEH Almobarek<br>Mohammed   | Université Hamma Lakhdar | Président |
| M <sup>elle</sup> . MEZIANI Assia | Université Hamma Lakhdar | Examineur |
| MILOUDI Abdelmonem                | Université Hamma Lakhdar | Encadreur |

**Promotion: Juin2019**

# *Remerciement*

---

Louange à Dieu, tout puissant de m'avoir guidé durant ma formation et de m'avoir permis de réaliser ce modeste travail.

Je voudrais exprimer mes sincères remerciements au monsieur

**Abdl-Monem MILOUDI** pour sa disponibilité permanente, ses commentaires et bien sûr ses Critiques constructives ainsi qu'à l'ensemble des enseignants qui ont assuré ma formation.

Je tiens aussi à présenter mes remerciements les plus ardents à messieurs les membres de jury d'avoir accordé à mon travail une importance très encourageante.

Je n'oublie pas de remercier aussi l'ensemble du corps administratif du

Département de **HYDRAULIQUE** et génie civil

Enfin ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.

*Said -abdallah*



## الملخص:

للتلوث أسباب عديدة، سواء كانت طبيعية أو تحت تأثير الإنسان لاسيما (الزراعة ومياه الصرف الصحي ) ولتكون لها أثر على نوعية المياه الطبيعية، إن الحفاظ على الموارد المخصصة للاستهلاك البشري تمثل أولوية خاصة، سواء على الصعيد الوطني أو الدولي ، من خلال التطبيق التدريجي للأحكام المتعلقة بحماية هذه الموارد من التلوث عن طريق التسيير الكمي لإدارة هذه الموارد. يشكل غور وادي سوف وحدة الموارد المائية تقع في الجنوب الشرقي الجزائري، ويعتبر خزان الجوفيتين CI و CT حيث يتربع على مساحة  $11738\text{km}^2$ .

تعاين ولاية وادي سوف من ظاهرة صعود المياه، والتي تسببت في تدهور نوعية المياه الجوفية من خلال امتزاج هذه الأخيرة بالمياه القذرة للهالوعات في غياب تام لشبكة صرف المياه ، وقد أثرت هذه المشكلية بشكل مباشر على مدينة الوادي، مما دفع بالسلطات إلى اتخاذ قرار إنجاز شبكة محلية لصرف المياه القذرة للمدينة والتي تصب شمال الولاية، في غياب دراسات علمية دقيقة تعمل على الحد من تأثير هذه المياه على البيئة في هذا المنحى نعالج في هذه الدراسة الجانب النوعي لمياه شط حلوفه وبالأخص خطر التلوث بهذه المنطقة وتأثيره على البيئة خلال دراستنا قمنا بخرجة ميدانية في يوم 05 ماي 2019 . وذلك للقيام بتحليل كيميائية لمياه المنطقة، بهدف معرفة تأثير تلوث منطقة التفرغ على المحيط البيئي ، وذلك من خلال إنجاز خريطة لمؤشرات التلوث ، هذه الأخيرة بينت بأن مياه مصب شط الحلوف متوافقة مع المعايير الوطني ماعدا نسبة الملوحة و الناقلية وتبين إن ذلك راجع الى اختلاط المياه المصفاة من محطات التصفية مع مياه شبكة تصريف المياه الزائدة .

**الكلمات المفتاحية: التلوث ، صعود المياه ، المياه الجوفية ، شط الحلوف**

## **Résumé:**

La pollution a de nombreuses causes, naturelles ou anthropiques (agriculture Et assainissement) et ont un impact sur la qualité de l'eau naturelle, la conservation des ressources allouées à la consommation humaine est une priorité particulière, tant au niveau national qu'international, par l'application progressive des dispositions sur la protection de ces ressources contre la pollution par la gestion quantitative de ces ressources La vallée de oued Souf est une unité de ressources en eau située dans le sud-est algérien et le réservoir souterraine, CI et CT où quadrupler en surface 11738 km<sup>2</sup> .

L'état de oued Souf souffre de l'émergence d'eau provoquant une dégradation de la qualité des eaux souterraines du fait de leur mélange avec l'eau sale des puits en l'absence de réseaux de drainage des eaux. Ce problème a directement affecté la ville de la vallée, poussant les autorités à prendre la décision de compléter le réseau local. Pour drainer l'eau sale de la ville qui se déverse dans le nord de wilaya . En l'absence d'études scientifiques précises visant à réduire l'impact de cette eau sur l'environnement dans cette direction, nous abordons l'aspect qualitatif de l'eau des eaux usées, en particulier le risque de pollution dans cette zone et son impact sur l'environnement, lors de notre étude, nous avons gradué le 5 mai 2019.

Afin de connaître l'effet de la pollution de la zone de rejet sur l'environnement, il a été établi une carte de ces indicateurs de pollution qui montrait que l'eau de la bouche de la conduite d'eau était compatible avec les normes nationales sauf la salinité et l'acidité et qu'il était prouvé que l'eau mélangée filtrée Filtre avec excès d'eau de drainage.

**Mots clés : pollution , ramentée des eaux , les eaux souterraine , Chott HALLOUFA**

**Abstract :**

Pollution has many causes, natural or anthropogenic (agriculture And sanitation) and have an impact on the quality of natural water, the conservation of resources allocated to human consumption is a particular priority, both at national and international level, through the progressive application of the provisions on the protection of these waters. resources against pollution by the quantitative management of these resources The Oued Souf valley is a water resources unit located in the south-east of Algeria and the underground reservoir, with CI and CT where he sits on an area 11738 km<sup>2</sup>.

The state of oued Souf suffers from the emergence of water causing degradation of the quality of the groundwater because of their mixture with the dirty water of the wells in the absence of drainage networks of the waters. This problem directly affected the city of the valley, pushing the authorities to make the decision to complete the local network. To drain the dirty water of the city that pours into the north of wilaya. In the absence of specific scientific studies to reduce the impact of this water on the environment in this direction, we address the qualitative aspect of wastewater water, especially the risk of pollution in this area and its impact on the environment, during our study, we graduated on 05 May 2019 .

In order to know the effect of pollution of the area of discharge on the environment, through the completion of a map of these pollution indicators, which showed that the water of the mouth of the water pipe is compatible with national standards except salinity and acidity and it was found that mixing water filtered from stations Filter with excess water drainage water.

**Key words : Pollution , rise of water , underground water , Chott HALLOFA**

# Sommaire

| Titre                                                                                            | Page |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Remerciement                                                                                     |      |
| Résumé                                                                                           |      |
| Sommaire                                                                                         |      |
| Liste de figures                                                                                 | iv   |
| Liste des tableaux                                                                               | vii  |
| List des abréviations                                                                            | viii |
| Introduction Général                                                                             | 2    |
| <b>CHAPITRE I :Présentation La Zone D'étude</b>                                                  |      |
| I.1. aperçu historique sur la région d'oued-souf                                                 | 04   |
| I.2. situation géographique                                                                      | 04   |
| I.3. repartitions administrative et demographic                                                  | 06   |
| I.4. situation économique                                                                        | 07   |
| I.5. climatologie                                                                                | 07   |
| I.5.1. climat de la region                                                                       | 08   |
| I.5.2. étude des parameters climatiques                                                          | 08   |
| I.5.2.1. la precipitation                                                                        | 08   |
| I.5.2.2. la température                                                                          | 09   |
| I.5.2.3. L'humidité                                                                              | 10   |
| I.5.2.4 L'évaporation                                                                            | 11   |
| I.5.2.5. le vent                                                                                 | 12   |
| I.6. Relief                                                                                      | 14   |
| I.7. géologie de la région d'El Oued                                                             | 16   |
| I.8. Caractéristiques Hydrogéologique                                                            | 20   |
| I.8.1 nappe phréatique                                                                           | 20   |
| I.8.2. Nappe Du Complexe Terminal (CT)                                                           | 21   |
| I.8.3. nappe du continent intercalaire (CI)                                                      | 23   |
| conclusion                                                                                       | 25   |
| <b>CHAPITRE II: Historique Sur La Ramentee Des Eaux Et Les Ouvrages Des Remèdes De Phénomène</b> |      |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1. description du phénomène                                                | 27 |
| II.2 historique de la remontée des eaux                                       | 27 |
| II.3. les causes de la remontée de la nappe à oued souf                       | 29 |
| II.3.1. La pluviométrie exceptionnelle                                        | 29 |
| II.3.2. Utilisation des forages pour l'irrigation                             | 29 |
| II.3.3. La topographie de la région                                           | 29 |
| II.3.4. Transfert des nappes profondes                                        | 29 |
| II.3.5. Absence d'un exutoire                                                 | 30 |
| II.3.6. absence d'un réseau d'assainissement                                  | 31 |
| II.4. Analyse technique de la remontée de la nappe                            | 31 |
| II.5. les remèdes de phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique | 34 |
| II.5.1. planification d'un projet                                             | 34 |
| II.5.2. réseaux d'assainissement                                              | 34 |
| II.5.3. schéma d'assainissement                                               | 34 |
| II.5.3.1. schéma d'épuration                                                  | 36 |
| II.5.3.2. schéma d'évacuation                                                 | 39 |
| II.5.4. le réseau de drainage horizontal                                      | 40 |
| II.5.5. le réseau de drainage verticale:                                      | 42 |
| II.6. les objectifs attendus par les solutions                                | 45 |
| Conclusion                                                                    | 46 |
| <b>CHAPITRE III : Impact le point de rejet sur l'environnement</b>            |    |
| III.1. Présentation de nouveau point de rejet ( chott HALLOUFA)               | 48 |
| III.2. Développement de surface de rejet Chott HALOUFA                        | 49 |
| III.3. campagne d'analyse                                                     | 52 |
| III.4. résultats et discussion                                                | 55 |
| III.4.1. définition d'un système d'information géographique ( SIG )           | 55 |
| III.4.1.1. Les composants d'un SIG                                            | 55 |
| III.4.1.2 Comment fonctionne un SIG                                           | 56 |
| III.4.1.3. Domaines d'application de SIG                                      | 57 |
| III.4.2. Le potentiel d'hydrogène ( pH )                                      | 57 |
| III.4.3. Oxygène dissous (O <sub>2</sub> )                                    | 59 |
| III.4.4. Conductivité électrique (CE)                                         | 60 |
| III.4.5. La salinité                                                          | 61 |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| III.4.6. La demande biochimique en oxygène (DBO5) | 63 |
| III.4.7 La demande chimique en oxygène ( DCO )    | 64 |
| III.4.8. Matières en suspension (MES)             | 65 |
| III.4.9. l'azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$       | 66 |
| III.4.10. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )            | 67 |
| III.4.11. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )            | 69 |
| Conclusion                                        | 71 |
| Conclusion Général                                | 73 |
| Références                                        | 75 |
| Annexe                                            | 77 |



# Liste de figures

| Numéro Des Figures | Titres                                                                                                                          | pages |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Figure 01          | Situation géographique de la région d'Oued Souf                                                                                 | 05    |
| Figure 02          | Précipitations moyennes mensuelles durant la période 1978/2018.                                                                 | 09    |
| Figure 03          | Températures moyennes mensuelles durant la période 1978-2016                                                                    | 10    |
| Figure 04          | Humidités moyennes mensuelles durant la période 1978/2015.                                                                      | 11    |
| Figure 05          | Evaporations moyennes mensuelles durant la période 1986-2009.                                                                   | 12    |
| Figure 06          | vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 1993/2015.                                                             | 14    |
| Figure 07          | Le relief du Souf (Voisin A.R, 2004)                                                                                            | 15    |
| Figure 08          | Plan géologique du Grand Erg Oriental, (Baba Sy.M, 2005)                                                                        | 18    |
| Figure 09          | La litho stratigraphique du forage F1, (ANRH, 1993)                                                                             | 19    |
| Figure 10          | <i>Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara Septentrionale (UNESCO, 1972a)</i>                                               | 20    |
| Figure 11          | Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement de la nappe (Cote Marc, 2006).                               | 21    |
| Figure 12          | Limites de l'aquifère du Complexe terminale avec les niveaux piézométrique et le sens d'écoulement (Baba SY et al., 2006)       | 23    |
| Figure 13          | Limite de l'aquifère du Continental Intercalaire avec les Niveaux piézométrique et le sens d'écoulement (Baba SY et al., 2006). | 24    |
| Figure 14          | Etendue d'une remontée des eaux                                                                                                 | 28    |
| Figure 15          | L'évolution des prélèvements à partir du complexe terminal et du continental intercalaire (D.S.A. El, 1993)                     | 30    |
| Figure 16          | Mécanismes d'alimentation de la nappe phréatique COTE ,1998 in (ANRH2003)                                                       | 33    |
| Figure 17          | Schéma général d'assainissement actuel (ONA ; 2011)                                                                             | 35    |
| Figure 18          | La zone de rejet actuel d'El Oued                                                                                               | 39    |
| Figure 19          | Exutoire canal de transfert                                                                                                     | 39    |
| Figure 20          | Station de pompage des eaux de drainage ST10                                                                                    | 41    |
| Figure 21          | Conduite d'amiante ciment utilisée dans le réseau drainage horizontale                                                          | 41    |
| Figure 22          | canal de collecte des eaux de drainage " ST10                                                                                   | 42    |
| Figure 23          | Schématisation générale du projet [Khechana. S, 2010]                                                                           | 44    |

|                  |                                                                                                |    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 24</b> | le site de point de rejet Chott HALLOUFA                                                       | 48 |
| <b>Figure 25</b> | les communes à connecté de rejet Chott HALLOUFA                                                | 49 |
| <b>Figure 26</b> | la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2013                                                     | 50 |
| <b>Figure 27</b> | la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2016                                                     | 51 |
| <b>Figure 28</b> | la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2019                                                     | 52 |
| <b>Figure 29</b> | les points des prélèvements de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                                | 53 |
| <b>Figure 30</b> | les matérielles de préleveur                                                                   | 54 |
| <b>Figure 31</b> | forme de couches thématiques. Refaire                                                          | 56 |
| <b>Figure 32</b> | pH des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                                                | 58 |
| <b>Figure 33</b> | Oxygène dissous ( $O_2$ ) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                         | 59 |
| <b>Figure 34</b> | Conductivité électrique (CE) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                      | 61 |
| <b>Figure 35</b> | Salinité des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                                          | 62 |
| <b>Figure 36</b> | Demande Biochimique en Oxygène (DBO <sub>5</sub> )des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 | 63 |
| <b>Figure 37</b> | 1 la Demande Chimique en Oxygène (DCO)des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019             | 65 |
| <b>Figure 38</b> | Matières En Suspension (MES)des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                       | 66 |
| <b>Figure 39</b> | Azote ammoniacal ( $NH_4^+$ ) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                     | 67 |
| <b>Figure 40</b> | Nitrites $NO_2^-$ des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                                 | 68 |
| <b>Figure 41</b> | Nitrates $NO_3^-$ des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019                                 | 69 |
| <b>Figure 42</b> | Un œuf de oiseaux dans le Chott HALLOUFA                                                       | 70 |

## Liste des tableaux

| <b>Numero Des Tableaux</b> | <b>Titres</b>                                                    | <b>Pages</b> |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Tableau 01</b>          | surface et population de la vallée de souf par commune           | 06           |
| <b>Tableau 02</b>          | précipitations moyennes mensuelles durant la période (1978-2018) | 08           |
| <b>Tableau 03</b>          | températures moyennes mensuelles durant la période (1978-2016)   | 10           |
| <b>Tableau 04</b>          | humidité relative moyenne mensuelle (1978-2015)                  | 11           |
| <b>Tableau 05</b>          | évaporation moyenne mensuelle à Oued Souf en (1986-2009)         | 12           |
| <b>Tableau 06</b>          | vitesses du vent moyennes mensuelles à Oued Souf en (1993-2015)  | 13           |
| <b>Tableau 07</b>          | Consistance des travaux par centre d'agglomération (O.N.A, 2008) | 38           |

# List des abréviations

|                  |                                                         |
|------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>B.H.S</b>     | Agence de Bassin Hydrographique Sahara                  |
| <b>A.D.E</b>     | Algérienne Des Eaux                                     |
| <b>A.E.P</b>     | Alimentation en Eau Potable                             |
| <b>A.N.R.H</b>   | l'Agence Nationale des Ressources Hydriques             |
| <b>B.G :</b>     | Bonard et Guardel bureau des études conseillé de projet |
| <b>B.N.E.D.R</b> | Bureau National d'Etude pour le Développement Rural     |
| <b>CI</b>        | Continental Intercalaire                                |
| <b>CT</b>        | Complexe terminal                                       |
| <b>DCF</b>       | Direction De Conservation des Forêts                    |
| <b>D.H.W</b>     | Direction d'Hydraulique de la Wilaya                    |
| <b>DN</b>        | Diamètre Nominale                                       |
| <b>D.P.S.B</b>   | Direction de La Programmation et du Suivi Budgétaires   |
| <b>D.S.A</b>     | Direction des Services Agricoles                        |
| <b>EH</b>        | équivalents/habitants                                   |
| <b>G.C.B</b>     | (génie civil, bâtiment, filiale de Sonatrach)           |
| <b>N.B</b>       | note besoin                                             |
| <b>N.D</b>       | Niveau Dynamique                                        |
| <b>N.S</b>       | Niveau Statique                                         |
| <b>O.N.A</b>     | Office National d'Assainissement                        |
| <b>O.N.M</b>     | Office National de la Météorologie                      |
| <b>PRV</b>       | Matériau Plastique                                      |
| <b>PVC</b>       | Polychlorure de vinyle                                  |
| <b>SAU</b>       | Surface Agricole Utile                                  |
| <b>SIG</b>       | Système d'Information Géographique                      |
| <b>ST10</b>      | Station de pompage des eaux de drainage                 |
| <b>STEP</b>      | Station d'épuration                                     |
| <b>DN</b>        | diamètre nominale                                       |
| <b>L.A.D.E</b>   | Laboratoire d'Algérie d'eau.                            |

# **Introduction Général**

## **Introduction Général**

L'eau, une ressource minérale indispensable pour toutes les créatures vivantes, c'est une nécessité pour la vie. Avec l'accroissement démographique, l'homme a dû vivre loin des rivières et autres plans d'eau, par conséquent, d'autres sources comme l'eau souterraine furent découvertes.

Le paysage traditionnel du souf est marqué par la beauté spécifique, car l'originalité du souf, établissement humain créé dans un erg, est grande. Mais sa splendeur n'est pas seulement dans le mouvement des dunes ocre ou blanches de l'erg, elle est aussi dans une création humaine, inattendue.

El Oued: la ville aux mille coupoles, capitale du Souf, son architecture s'y distingue de celle des autres villes sahariennes. Au lieu des terrasses, ce sont des coupoles qui couvrent les maisons. Mais ses efforts ne sont pas vains car l'ensoleillement est maximum.

La région d'El Oued est confrontée au phénomène de la remontée des eaux depuis une quarantaine d'années et qui ne cesse de prendre de l'ampleur chaque année.

Le phénomène de remontée des eaux de la nappe phréatique a pris des dimensions très alarmantes ces dix dernières années; l'utilisation des eaux des nappes profondes (le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal) d'une façon excessive a augmenté considérablement le volume des apports, ainsi que l'absence d'un exutoire naturel pour les rejets des eaux d'assainissement domestique et industriel,

Face à l'approche que nous abordons dans l'étude. Surtout le risque de pollution dans cette zone et son impact sur l'environnement lors de notre étude, nous avons gradué le terrain le 5 mai 2019

Afin de déterminer la valeur spécifique de l'eau et son effet sur l'environnement et de suivre l'expansion de sa zone géographique

# **Chapitre I :Présentation La Zone D'étude**

La ville de Oued Souf est une unité de ressource en eau, appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude, et la commune la plus agglomérée, est le chef-lieu d'El-Oued, l'une de principales oasis du Sahara septentrional Algérien dans l'Erg oriental. Le Souf vient du nom berbère désignant rivière ou Oued.

A l'origine de l'activité principale des habitants de la région était l'agriculture. Les cuvettes (Ghouts) que creusait l'agriculture et dans lesquelles les plantaient ses palmiers, permettaient à ces derniers de puiser l'eau dont il avait besoin pour leur développement à partir de la nappe phréatique qui était tout proche.

Cette méthode facilitait la tâche à l'agriculteur, elle lui évitait donc l'irrigation des palmiers .

## **Présentation de la zone d'étude :**

### **I.1. aperçu historique sur la région d'oued- souf :**

Le Souf est le nom berbère d'une rivière, synonyme de « Oued ». A l'origine, les habitants d'El-Oued vivaient de la culture de la terre, où chacun avait sa palmeraie et son potager réalisé à l'issue d'une somme d'efforts considérable. La forme de la culture consistait à creuser des cuvettes pour planter à proximité de la nappe phréatique. Cette situation a fait que l'agglomération soit implantée à travers des entonnoirs ou cratères, rendant tout aménagement planimétrique du terrain difficile et les aménagements plus coûteux. (LECHAAR1, 1990).

### **I.2. situation géographique :**

La wilaya d'El-Oued est située au Sud-est algérien (figure01), et plus précisément au nord du grand Erg oriental. Elle est encadrée à l'est par la Tunisie et à l'ouest par Oued Righ, autrement dit, elle est limitée au nord par la wilaya de Biskra, Tébessa et la wilaya de Khenchela, au sud et à l'ouest par la wilaya de Ouargla et à l'est par la république tunisienne.

Géographiquement, la wilaya d'El Oued est limitée par les coordonnées suivantes :

X 1= 05°30'et X2 = 07° Est

Y 1= 35°30'et Y2 = 37°Nord



La wilaya d'El Oued occupe une superficie de 44,586km<sup>2</sup>, avec une population de 529842 habitants, donnant ainsi une densité de 14 ha/km<sup>2</sup>. La zone concernée par l'étude s'étend sur 18 communes, soit une superficie d'environ 350.000 hectares . (O.N.R.G.M 1999).

La région du Souf est divisée administrativement en 9 daïras et 18 communes qui sont :

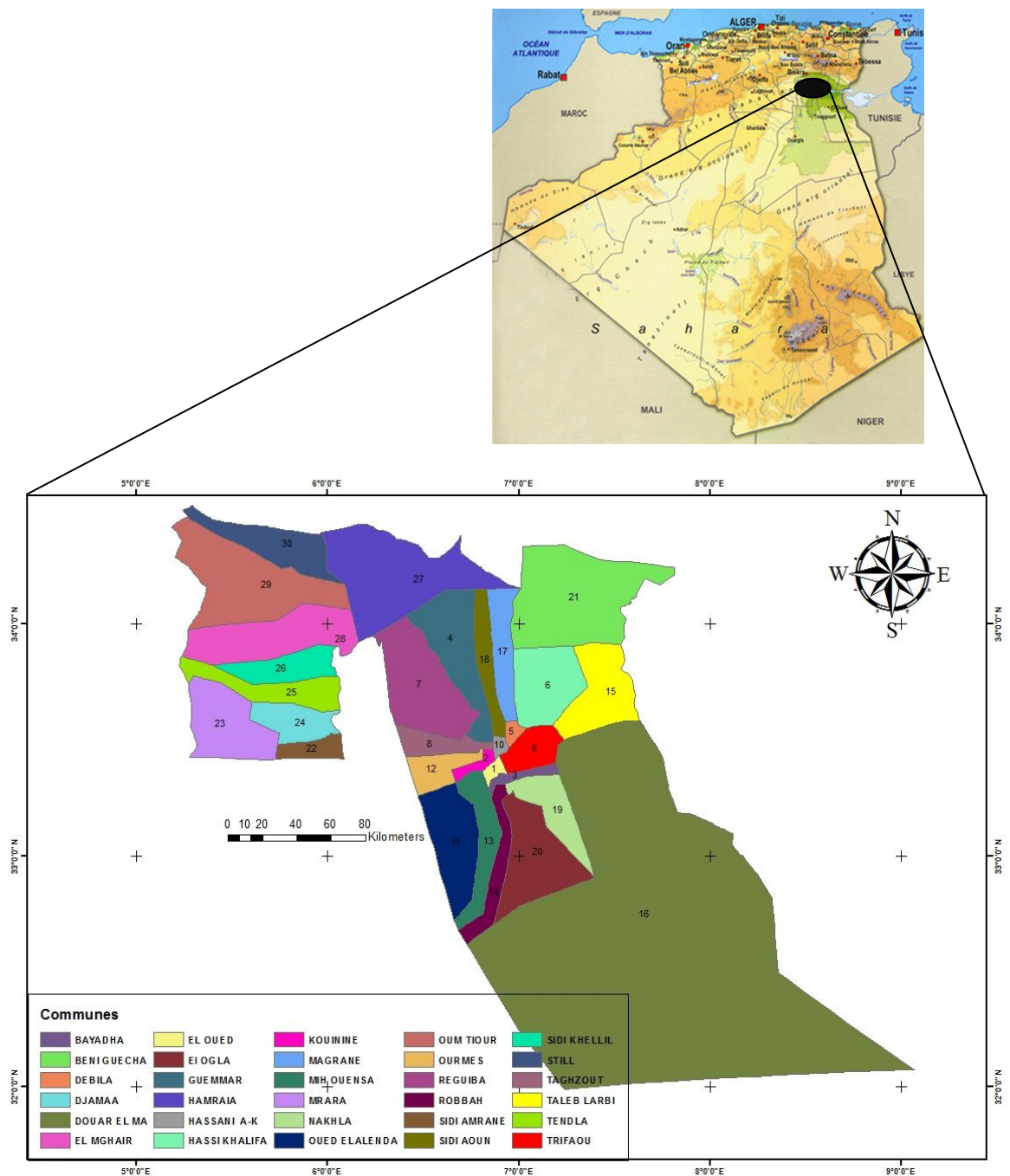


Figure (01) : Situation géographique de la région d'Oued Souf

### I.3. répartition administrative et démographique :

La zone d'étude occupe une superficie de 11738 Km<sup>2</sup> qui représente 18 communes administrativement et englobe un nombre de population de **566425** habitants (tableau01) selon le recensement de Direction de planification et statistique.

| N° | Commune            | Population (hab) | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Densitépopulaire (hab/km <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| 01 | HassiKhalifa       | 38235            | 1112                          | 34.38                                   |
| 02 | El-Ogla            | 7465             | 1352                          | 5.52                                    |
| 03 | MihOuansa          | 20650            | 1111                          | 18.58                                   |
| 04 | El-Oued            | 163555           | 77                            | 2124.09                                 |
| 05 | Robbah             | 26570            | 499                           | 53.24                                   |
| 06 | OuedAllenda        | 7720             | 712                           | 10.84                                   |
| 07 | Bayadha            | 38990            | 139                           | 280.5                                   |
| 08 | Nakhla             | 15845            | 700                           | 22.63                                   |
| 09 | Guemar             | 49325            | 1264                          | 39.02                                   |
| 10 | SidiAoun           | 14315            | 480                           | 29.82                                   |
| 11 | Trifaoui           | 10120            | 474                           | 21.35                                   |
| 12 | Magrane            | 28780            | 618                           | 46.56                                   |
| 13 | Ourmes             | 6655             | 443                           | 15.02                                   |
| 14 | Kouinine           | 12610            | 116                           | 108.7                                   |
| 15 | Reguiba            | 50460            | 1966                          | 25.66                                   |
| 16 | Taghzout           | 16600            | 539                           | 30.79                                   |
| 17 | Debila             | 30015            | 78                            | 384.8                                   |
| 18 | Hassani Abdelkerim | 28335            | 58                            | 488.53                                  |
|    | Total              | 566425           | 11738                         | 48.25                                   |

(D.P.S.B, 2015)

### I.4. situation économique :

La région est caractérisée par une économie agricole liée intimement au palmier

dattier. Actuellement il existe près de 2500000 palmiers dattier dont 183000 seulement sont productifs. La moyenne d'exportation est de 40000 tonnes/an. L'élevage est une autre activité qui se répartie comme suit :

- Ovin : 500 000 têtes.
- Caprin : 153 000 têtes.
- Camelin : 27300 têtes.
- Bovin : 4700 têtes.-

Cela permet d'avoir :

- Une production de viande rouge estimée à : 4700 tonnes/an;
- Une production de viande blanche estimée à : 2240 tonnes/an;
- Une production d'œufs estimée à : 27561270 Œufs/an;
- Une production laitière : 44000000 litres/an.

L'agriculture et le commerce représentent les principales activités des habitants de la région. La culture dominante est le palmier dattier viennent après le tabac, les arachides en dernier la pomme de terre et quelques cultures maraîchères. La ville d'El-Oued est un centre d'échange commercial très actif grâce à sa position géographique. En ce qui concerne les activités artisanales, la région du Souf a toujours été un centre artisanal, connu particulièrement dans la confection des outils de travail destinés à l'agriculture ainsi que pour ses tapis tissés. Enfin son architecture est admirable, distinctes par les coupoles qui coiffent les maisons. ( KHECHANA Salim, 2014).

## **I.5. climatologie :**

L'état de l'atmosphère peut se caractériser par la mesure des différentes grandeurs physiques comme la température, les précipitations, l'humidité, le vent,.....etc.

Dans ce chapitre on à étudié des paramètres hydro climatologique mesurés durant les années(1978-2018) à la station de Guemar (El-Oued).

### **I.5.1. climat de la région :**

Le climat de la région est de type saharien caractérisé par un été chaud et sec où la

température peut atteindre 54°C et un hiver doux. Les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et leur violence connue sous le nom de Sirocco ainsi que des vents de sables durant le printemps.

Les données pluviométriques, (de la température, de l'humidité, de l'évaporation, etc.....) ont été observées par l'Office National de la Météorologie (O.N.M) et enregistrées à la station climatologique de l'aérodrome de Oued Souf, dont ses coordonnées sont:

- Code A.N.R.H: 13 04 14.
- Altitude: 64 m.
- Longitude: 06°47'E.
- Latitude: 33°30 ' N.

## I.5.2. étude des paramètres climatiques :

### I.5.2.1. la précipitation :

La précipitation est un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. Ce terme précipitation désigne des cristaux de glace ou des gouttelettes d'eau qui, ayant été soumis à des processus de condensation et d'agrégation à l'intérieur des nuages, sont devenus trop lourds pour demeurer en suspension dans l'atmosphère et tombent au sol.

**la précipitation moyenne mensuelle:** Le tableau (02) ci-dessous donne les précipitations moyennes mensuelles observées durant la période (1978-2018).

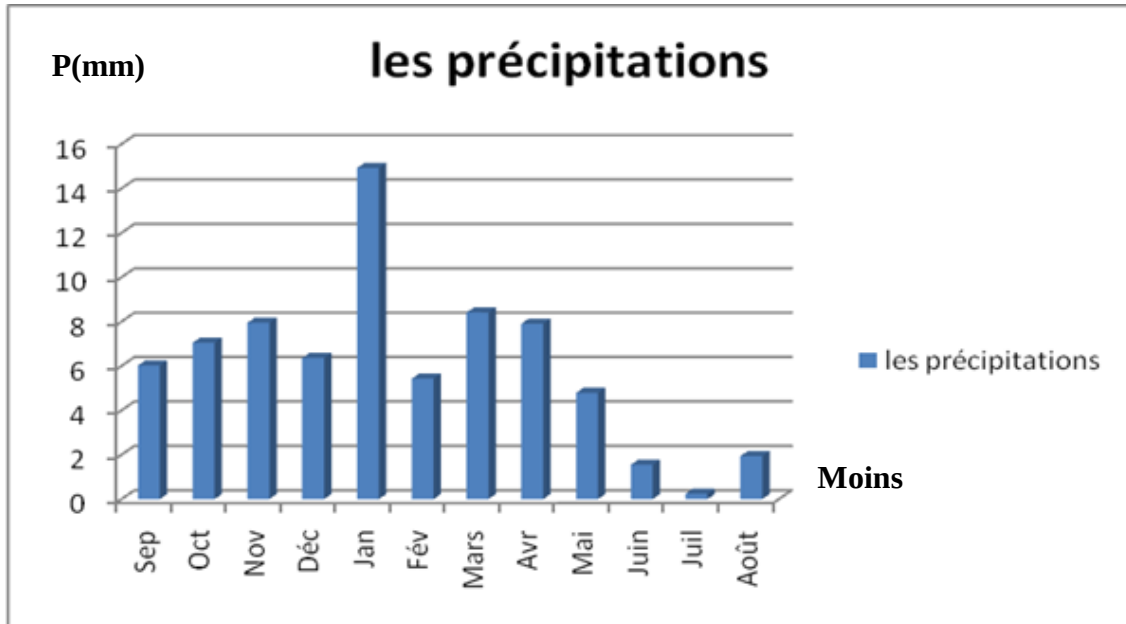
**Tableau (02): précipitations moyennes mensuelles durant la période (1978-2018)**

| Mois          | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  | Jan   | Fév  | Mars | Avr   | Mai  | Juin  | Juil | Août  | P cumul      |
|---------------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|--------------|
| <b>P (mm)</b> | 6.02 | 7.05 | 7,95 | 6.36 | 14.92 | 5.43 | 8.41 | 07,91 | 4.79 | 01,55 | 0,25 | 01,94 | <b>72.58</b> |

(O.N.M, 2018)

Nous observons que tout au long de ces 40 ans, une grande irrégularité des précipitations

moyennes mensuelles : les pluies connaissent leur maximum en janvier avec 14.92 mm et un minimum de l'ordre de 0.25mm enregistré pendant le mois de juillet. (Figure 02). Les précipitations mensuelles permettant d'apprécier le régime pluviométrique.



(O.N.M, 2018)

**Figure(02) :Précipitations moyennes mensuelles durant la période 1978/2018.****I.5.2.2. la température**

La température dans cette région est constamment variable. Les écarts entre la nuit et le jour dépassent parfois 21°C.

A l'ombre, les minimax de températures progressent régulièrement de 3°C à 25°C, alors que les maximas de 15°C à 40°C et c'est selon la durée de l'ensoleillement. Ces valeurs sont élevées entre le début du mois de Janvier et la fin du mois de Juillet.

**la température moyenne mensuelle:**

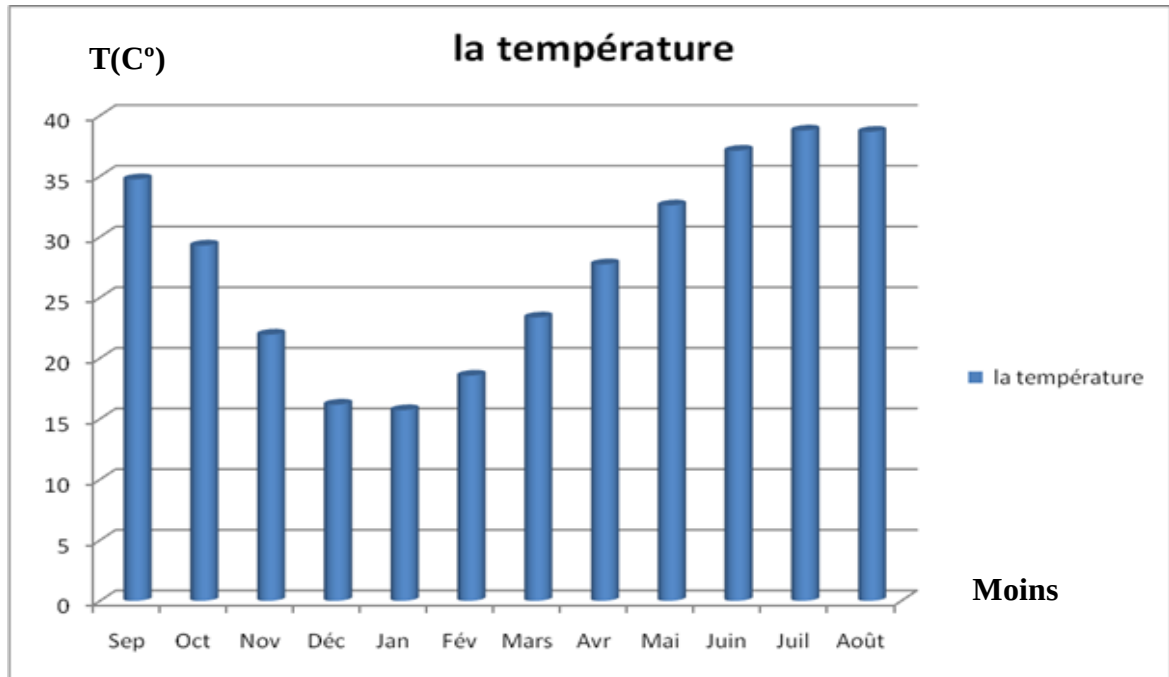
Le tableau (03) ci-dessous donne les valeurs de la température moyennes mensuelles observées durant la période (1978-2016).

**Tableau (03): températures moyennes mensuelles durant la période (1978-2016)**

| Mois   | Sep   | Oct   | Nov   | Déc   | Jan   | Fév   | Mars  | Avr   | Mai   | Juin | Juil  | Août  | T moy |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| T (°C) | 34.74 | 29.28 | 21.94 | 16.17 | 15.71 | 18.56 | 23.35 | 27.73 | 32.59 | 37.1 | 38.76 | 38.66 | 27.88 |

(O.N.M, 2016)

A partir la Figure (03) des variations mensuelles des températures ; on peut tirer que la valeur maximale est de 35.98°C au mois de juillet et la valeur minimale est de 12.15°C au mois de janvier.



(O.N.M, 2016)

**Figure (03): Températures moyennes mensuelles durant la période 1978-2016**

#### I.5.2.3. L'humidité:

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère, elle a des effets sur les altérations chimiques telles que l'oxydation. Le tableau suivant donne les valeurs d'humidité relative moyenne, observées durant la période de (1978-2015).

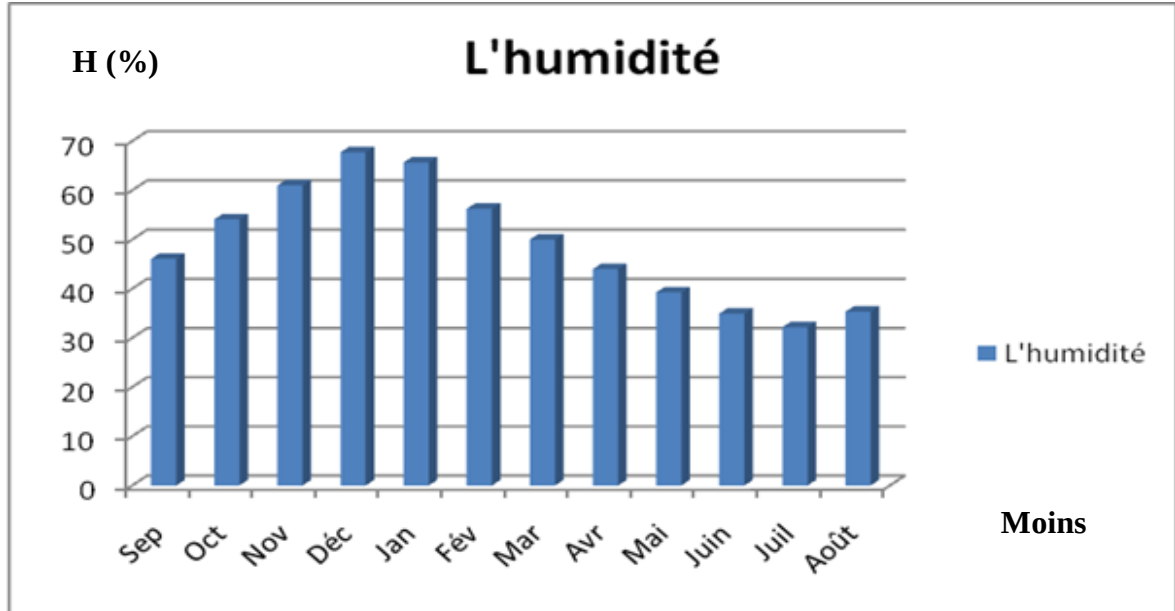
**Tableau: (04): humidité relative moyenne mensuelle (1978-2015) :**

| Saison | Automne |       |     |       | Hiver | Printemps |     |     |       |       |       | Eté   | Moy   |
|--------|---------|-------|-----|-------|-------|-----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mois   | Sep     | Oct   | Nov | Déc   | Jan   | Fév       | Mar | Avr | Mai   | Juin  | Juil  | Août  |       |
| HR %   | 46.08   | 54.08 | 61  | 67.72 | 65,67 | 56,24     | 50  | 44  | 39.24 | 34,94 | 32.18 | 35.32 | 48,87 |

(O.N.M, 2015)

Dans la région d'El-Oued, l'humidité de l'air est faible ; la moyenne mensuelles de

l'humidité relative est de 48.87%. Cette humidité varie sensiblement en fonction des saisons. En effet, pendant l'été, elle chute jusqu'à 32.18% pendant le mois de Juillet (Figure 04) ; et ceci sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds, alors qu'en hiver, elle s'élève et atteint une moyenne maximale de 67.72 % au mois de Décembre.



(O.N.M, 2015)

**Figure (04): Humidités moyennes mensuelles durant la période 1978/2015.**

#### I.5.2.4 L'évaporation :

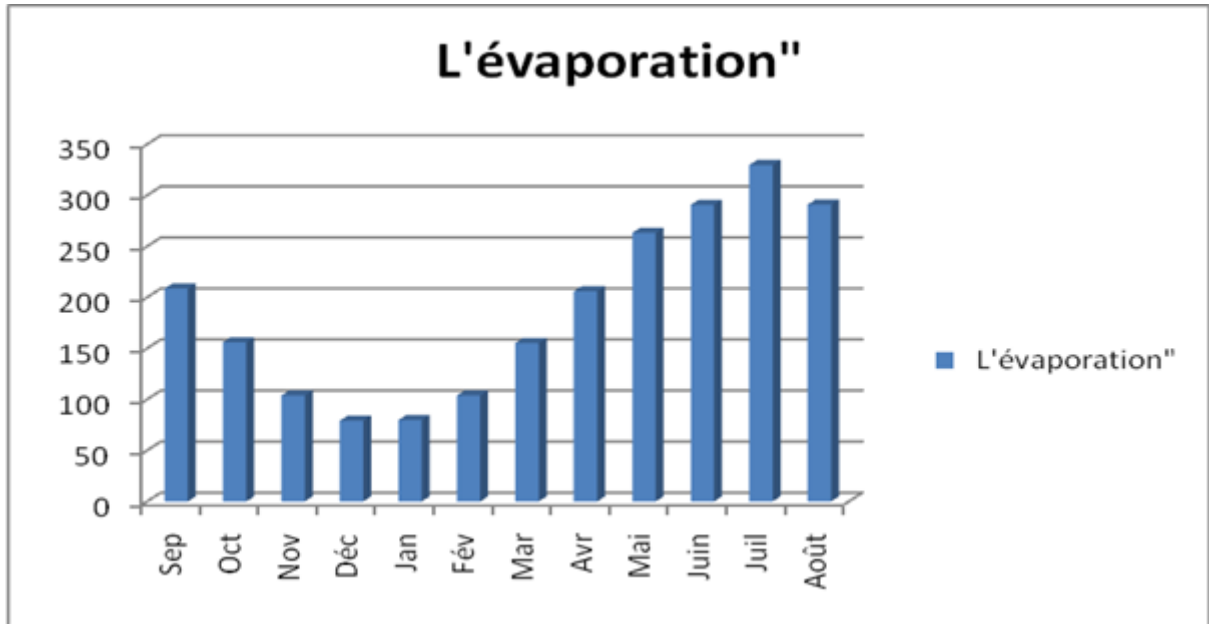
Le tableau suivant (05) porte les valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation période (1986-2009). L'évaporation la plus élevée se produit en juin, Juillet et Août, et la plus faible en janvier. En moyenne Elle est de 189.02 mm par an.

**Tableau (05): évaporation moyenne mensuelle à Oued Souf en (1986-2009) :**

| Mois      | Sep   | Oct   | Nov    | Déc  | Jan  | Fév   | Mar   | Avr   | Mai   | Juin  | Juil  | Août | Moy    |
|-----------|-------|-------|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| EVAP (mm) | 208.7 | 156.1 | 104.02 | 79.3 | 79.7 | 103.9 | 155.4 | 206.2 | 263.3 | 290.8 | 329.8 | 291  | 189.02 |

(O.N.M, 2009)

Les volumes d'eau perdus par évaporation atteignent leur maximum au mois de Juillet (Figure 05) avec 329.8 mm contre un minimum de 79.3mm au mois de décembre.



(O.N.M, 2009)

**Figure (05): Evaporations moyennes mensuelles durant la période 1986-2009.****I.5.2.5. le vent :**

Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord-est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud Ouest. Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud-Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre février et avril (durant le printemps). Mais heureusement, les véritable tempêtes restent très rares

On remarque qu'au printemps les vents sont les plus forts dominés par le vent d'Est communément appelé "El-Bahri".

Ce dernier souffle principalement pendant la période qui s'étale d'Avril à Juillet. En été, il apporte de la fraîcheur, mais il est peu apprécié au printemps car il donne naissance au vent de sable et retarde la floraison des cultures locales tel que le tabac et le palmier.

Ces vents de sable donnent au ciel une couleur jaune et peuvent durer jusqu'à trois jours consécutifs avec une vitesse moyenne de 30 à 40 km/h.



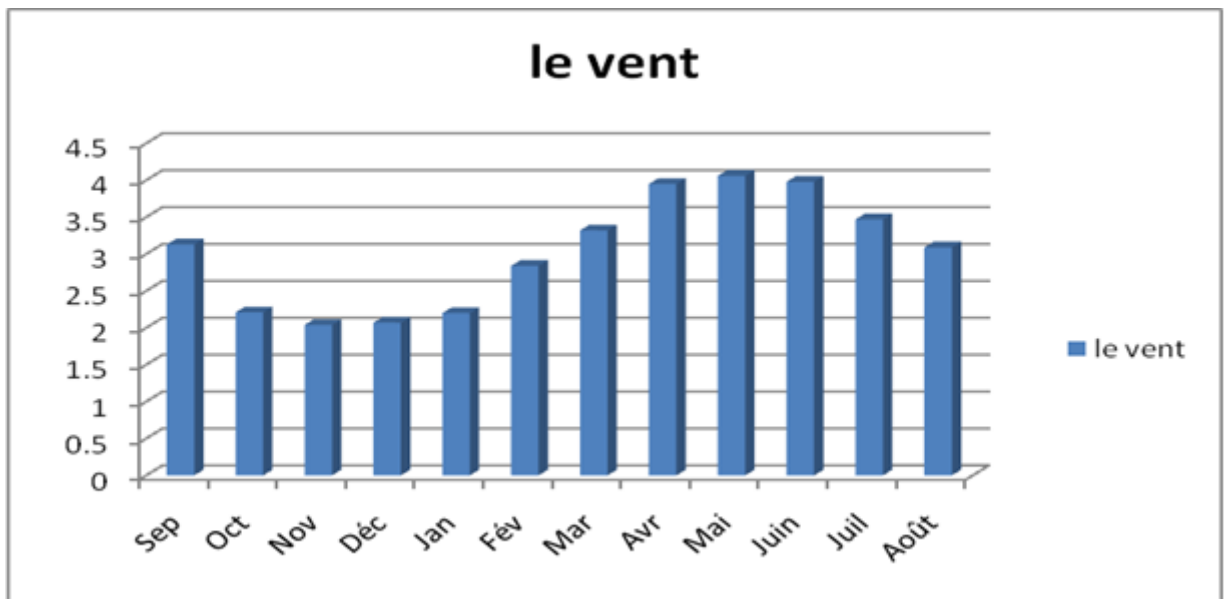
La vitesse moyenne des vents enregistrée pour la période de (1993-2015) est reportée sur le tableau (06).

**Tableau (06): vitesses du vent moyennes mensuelles à Oued Souf en (1993-2015):**

| Mois              | Sep         | Oct         | Nov         | Déc         | Jan        | Fév         | Mar         | Avr         | Mai         | Juin        | Juil        | Août        | Moy         |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Vent (m/s)</b> | <b>3.13</b> | <b>2.21</b> | <b>2.04</b> | <b>2.07</b> | <b>2.2</b> | <b>2,84</b> | <b>3.32</b> | <b>3.95</b> | <b>4.06</b> | <b>3.98</b> | <b>3.47</b> | <b>3.09</b> | <b>3.03</b> |

(O.N.M, 2015)

Au niveau de la région, les vents sont fréquents durant toute l'année. Les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant du mois de février jusqu'au mois d'Aout (Figure 06), avec un maximum de 4.06 m/s durant le mois de Mai.

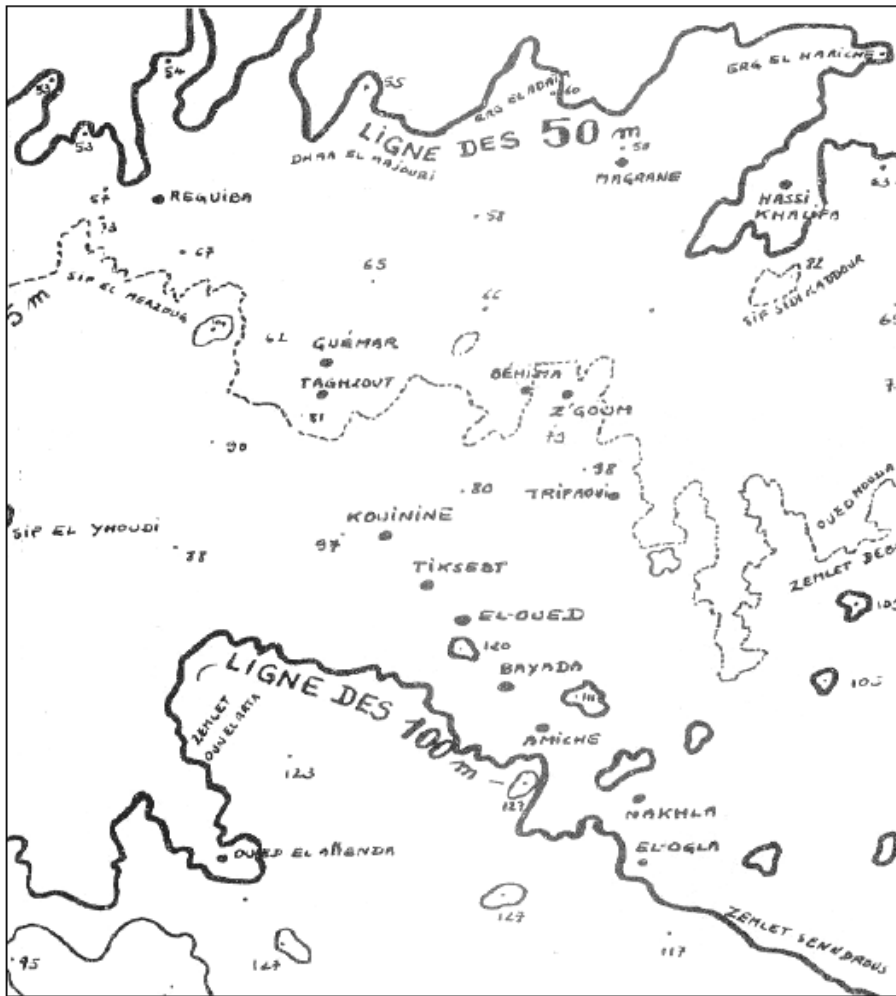


(O.N.M, 2015)

**Figure (06) : vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 1993/2015.**

#### I.6. relief:

Le relief du Souf est presque tout entier compris entre deux lignes orientées Est-Ouest ; la première au Nord est la courbe des 50 m, et la seconde au sud, celle des 100 m. une troisième ligne, relie les points de 75 m, est parallèle à ces deux lignes en leur milieu. La courbe de niveau des 50 m passe par Réguiaba, Magrane et Hassikhalifa (figure



Il convient de préciser que le terme Oued n'implique pas l'existence d'un cours d'eau, mais vise à caractériser une dépression ou Houd où la végétation, quoique maigre, reste différente de celle de la Remla ou «Ämi» .

Les Sahanes sont des plateaux déprimés, souvent assez étendus, parfois caillouteux ou recouverts d'une croûte gypseuse ; ils sont enserrés par l'Erg qui leur donne ainsi une forme de cratère. Cette croûte ou agglomérat de petits gravillons de gypse les Sahanes contre l'invasion des sables. Même que les Houds ne sont que des Sahanes comblés par l'absence de cette croûte protectrice .

L'Erg Soufi est plus modeste, presque jusqu'à Bir-Djedid (160 km au sud d'El-Oued) on ne rencontre qu'une étendue uniforme et imprécise de Remla (monticule). Les masses de sable qui paraissent à première vue infranchissable, le sont au contraire assez facilement, car l'Erg rarement compact ; il est la plupart du temps coupé par de longs couloirs appelés Gassi .

### **I.7. géologie de la région d'El Oued :**

La région du Souf se situe dans une mer de sable de couleur jaune ocre, issue de dépôts quaternaires. Dans la région du Souf, les conditions tectoniques et paléogéographiques ont permis la mise en place d'une série sédimentaire à caractère lithologique divers et variable dans le temps, plutôt calme, régulière et homogène dans l'espace (figure 09). Ces caractéristique sont favorisé la formation dans le Souf et dans tout le bas Sahara de plusieurs terrains aquifères à comportement hydrodynamique variable en fonction de leurs faciès.

le bassin oriental du bas Sahara, entre la dorsale du M'Zab et les reliefs du Dahar, les formations post – turoniennes constituent (figure 08 ) un système aquifère généralement indépendant du Continental Intercalaire ;Le Barrémien est l'étage du Continental Intercalaire, capté par tous les forages réalisés dans la région du Souf; il présente une lithologie, d'alternance de grés avec passages d'argiles et parfois des intercalations de calcaire, dolomitique, des sables avec la présence de silex, l'épaisseur moyenne de cet étage est de l'ordre de 200 à 230 m.

L'Aptien même que le Barrémien, sont constitués principalement par des formations dolomitiques, marneuses et marno-calcaires. Et d'après les coupes géologiques des forages réalisés dans la région du Souf, L'Aptien est le seul étage dont l'épaisseur ne dépasse guère

30 mètres (figure 09).

L'Albien est constitué par une alternance de marnes, de grès de sables et surtout par des calcaires avec passages de silex et d'argile, l'épaisseur varie de 100 à 150 m ; dans d'autres endroits elle peut atteindre 200 m (figure 09).

Le Vraconien une zone de transition entre l'Albien sableux et le Cénomaniens argilo carbonaté, constitué principalement d'une alternance irrégulière de niveaux argilo dolomitiques. L'épaisseur varie entre 250 et 300 mètres

Le Cénomaniens formé par une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites. Cette couche joue le rôle d'un écran imperméable.

Le Turonien représente la base décomplexée terminale. Il est généralement carbonaté et composé par des calcaires dolomitiques et des dolomies micro cristallines compactes avec des intercalations de calcaires Turoniens et parfois de marnes. Son épaisseur varie d'un endroit à un autre ; elle dépasse parfois 650 mètres.

Le Sénonien dans tout le Sahara oriental, est formé de deux ensembles très différents du point de vue lithologique :

\* *Le Sénonien lagunaire à la base*, est généralement net. L'épaisseur avoisine 150 mètres. En effet, les évaporites et argiles sénoniens sont aisément différenciables des calcaires et dolomies du Turonien.

\* *Le Sénonien carbonaté au-dessus*, Son épaisseur dépasse par fois 300 mètres, est essentiellement formé de dolomies et de calcaires dolomitiques, avec des intercalations de marnes et d'argiles, plus rarement d'anhydrite.

L'Eocène comme pour le sénonien, sont deux ensembles distincts ; du point de vue lithologique :

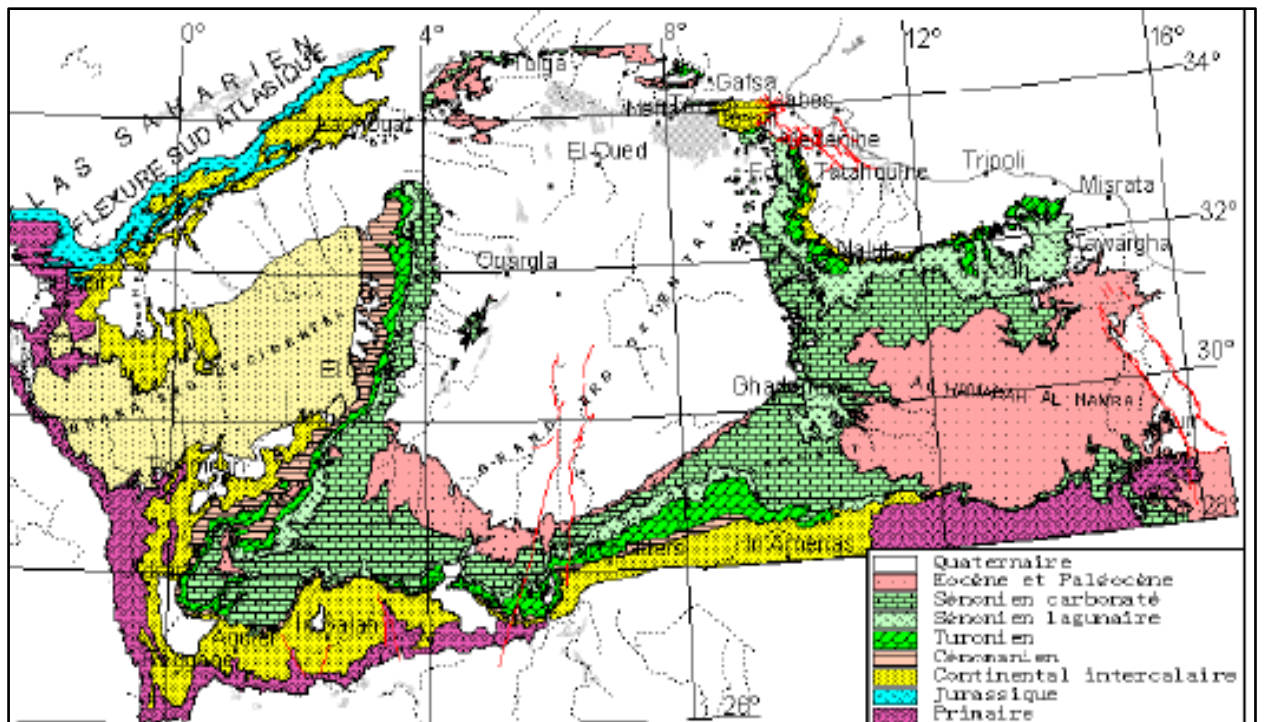
\* *L'Eocène carbonaté à la base*, réunis forme un très puissant ensemble calcaire.

\* *L'Eocène évaporites au-dessus* constituée par une alternance de calcaires, d'argiles et d'anhydrites.

Le Mi pliocène repose en discordance indifféremment sur le primaire d'une part et sur le crétacé inférieur, le Turonien, le Cénomaniens et l'Eocène d'autre part. Il appartient à l'ensemble appelé communément "Continental Terminale".

La plupart des coupes de sondages captant cet horizon, montrent que le Mi pliocène est constitué par un empilement de niveaux alternativement sableux, sablo argileux avec des intercalations gypseuses et dépassées de grès. Son épaisseur varie de quelques mètres à plus de 2000 m dans la fosse sud atlasique.

Le Quaternaire est formé en général par un niveau argilo gréseux à la base se présentant comme une croûte ancienne et met en charge les aquifères mi pliocènes de l'Oued Rhir. Et le niveau le plus superficiel du Quaternaire est constitué de sables éoliens (l'érosion du Hoggar) parfois gypseux. Ils forment d'énormes accumulations dans le grand Erg Oriental du Souf. Les nappes phréatiques sont contenues généralement dans ces niveaux. (Abdel-Monem MILOUDI, 2008)..



**Figure (08).** Plan géologique du Grand Erg Oriental, (Baba Sy.M, 2005).

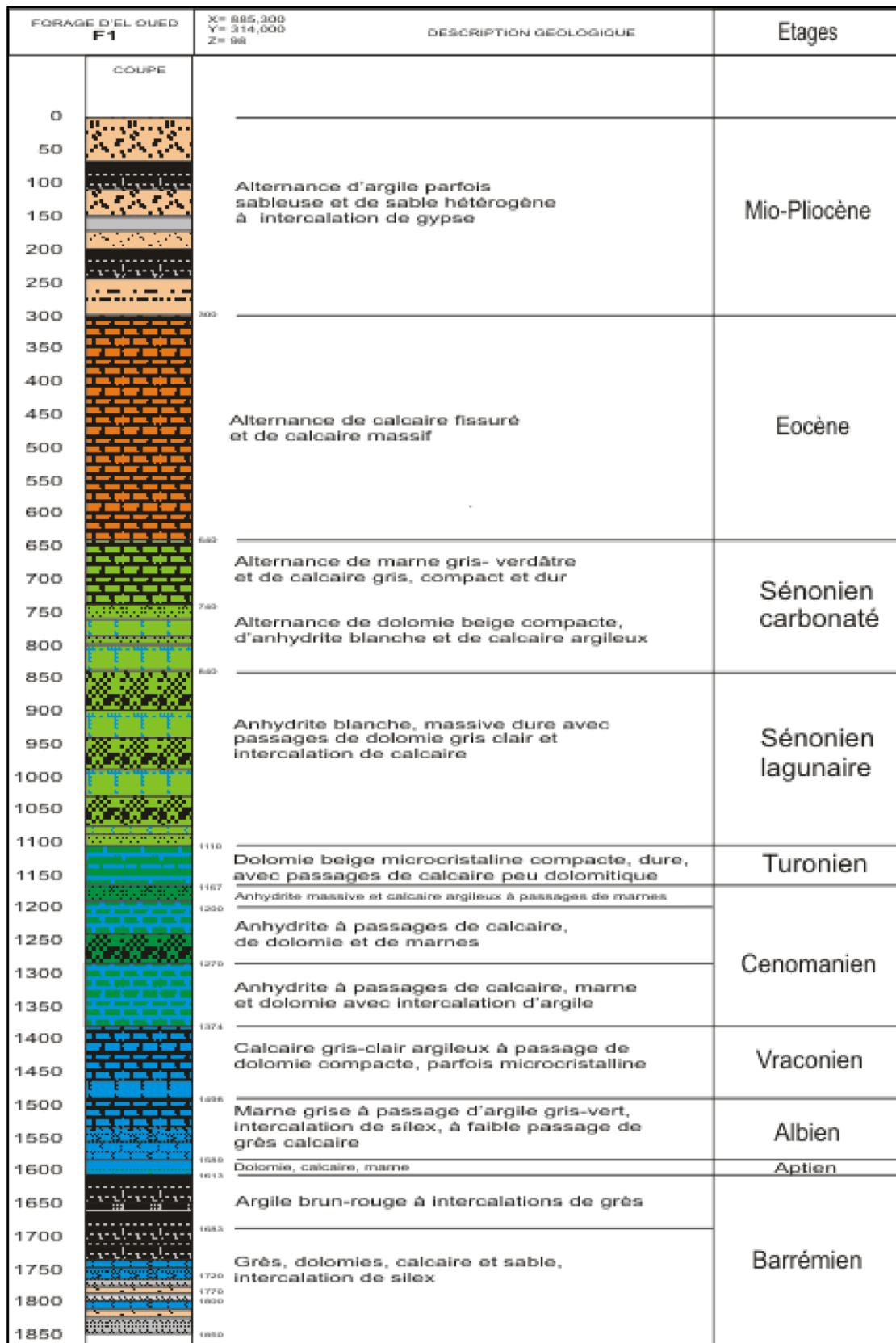
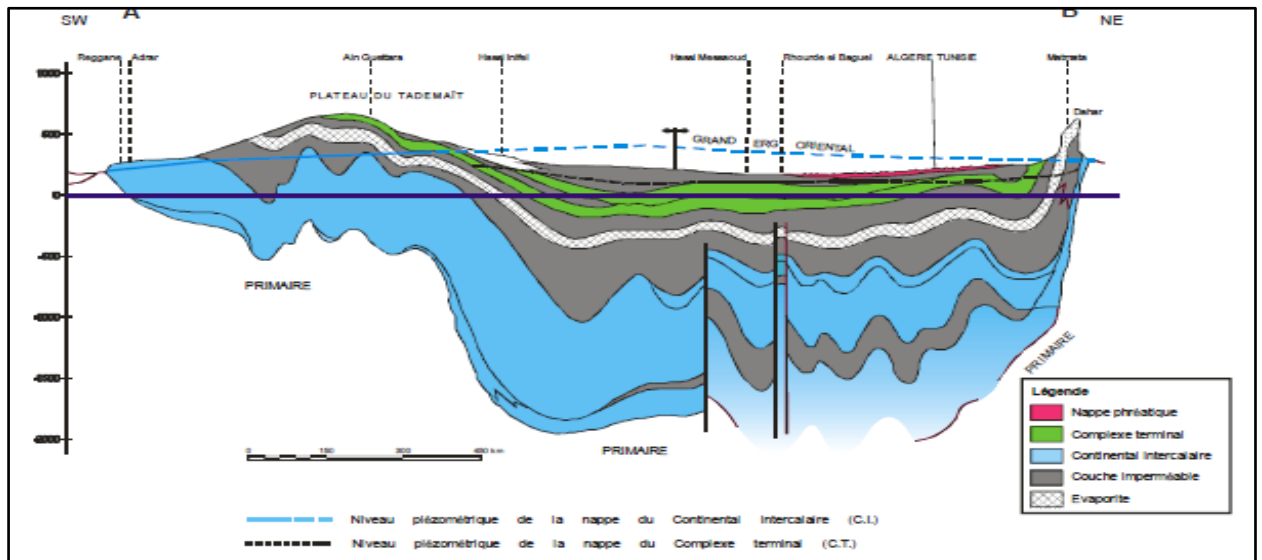


Figure (09) : La litho stratigraphique du forage F1, (ANRH, 1993).

### 1.8. Caractéristiques Hydrogéologiques :

Du point de vue hydrogéologie, la région d'El Oued est représentée par deux systèmes aquifères, à savoir : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire. Ces deux systèmes sont surmontés par une nappe libre appelée nappe phréatique figure (10).



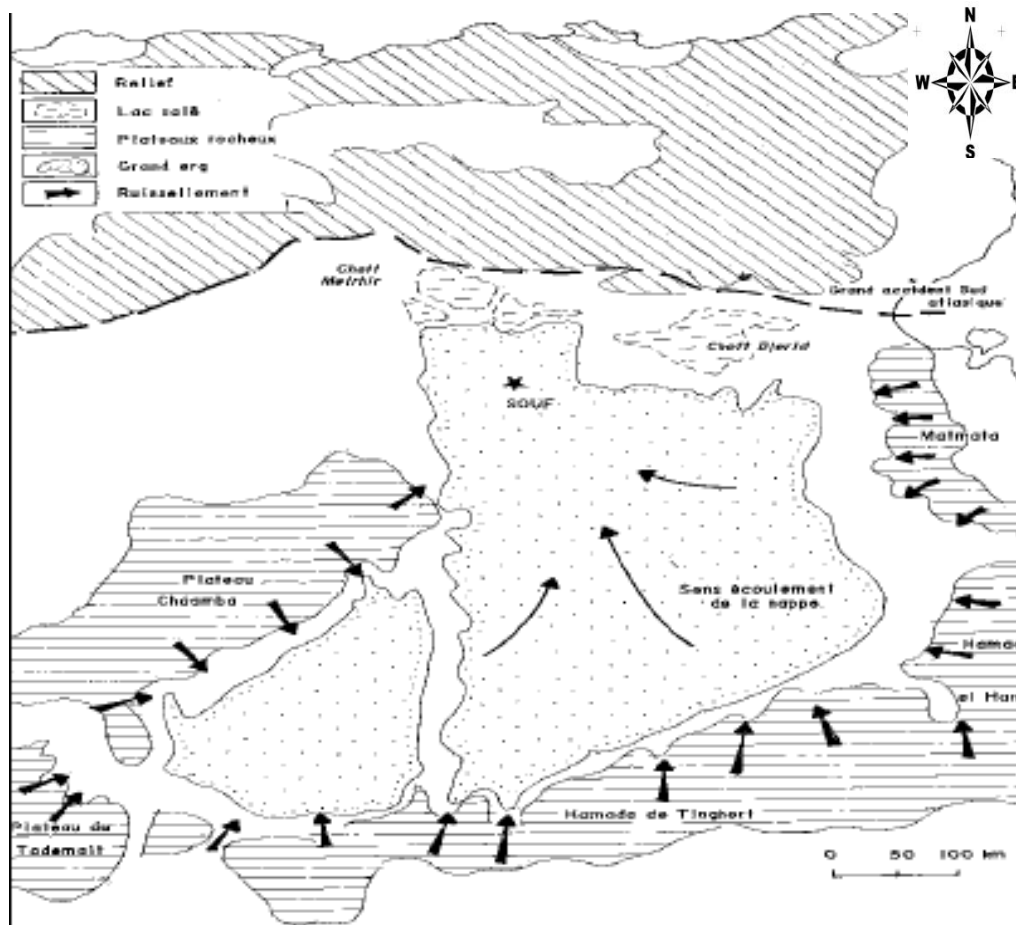
**Figure (10) :** Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara Septentrionale(UNESCO, 1972a).

#### 1.8.1 nappe phréatique :

La nappe phréatique présente dans toute la région du Souf, correspond essentiellement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire; elle se localise à des profondeurs variant entre 10 et 60 mètres. Vu son importance, cette nappe représente la source principale en eau des palmeraies; elle est surtout exploitée par des puits traditionnels qui selon les enquêtes sont en nombre de 21 000.

La circulation des eaux dans cette nappe est relativement rapide sur toute la région du Souf et particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qui influent sur la perméabilité des sables. Excepté la région des Chotts, la nappe libre est présente sur toute la zone d'étude. La nappe phréatique dans la région du Souf est principalement alimentée par les eaux utilisées par les populations (les eaux d'irrigation, industrielles et domestiques) et la source absolue de ces dernières est des nappes profondes du Complexe Terminale et Continentale Intercalaire figure(11) .





**Figure(11) : Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement de la nappe (Cote Marc, 2006).**

### **I.8.2. Nappe Du Complexe Terminal (CT) :**

Ce terme regroupe sous une même dénomination, un ensemble de nappes aquifères qui sont situés dans la formation géologique différentes : Sénonien carbonaté, Eocène et Mi pliocène sableux. D'après CORNET 1964, nous rappelons l'existence des 03 nappes dont les deux premières correspondent respectivement aux nappes de sables d'âge Miocène (Pontien) et Pliocène, alors que la dernière à l'Eocène inférieur

#### **a. nappes des sables :**

Au sein de ces niveaux sableux, vient s'engendrer deux nappes captives, dont la

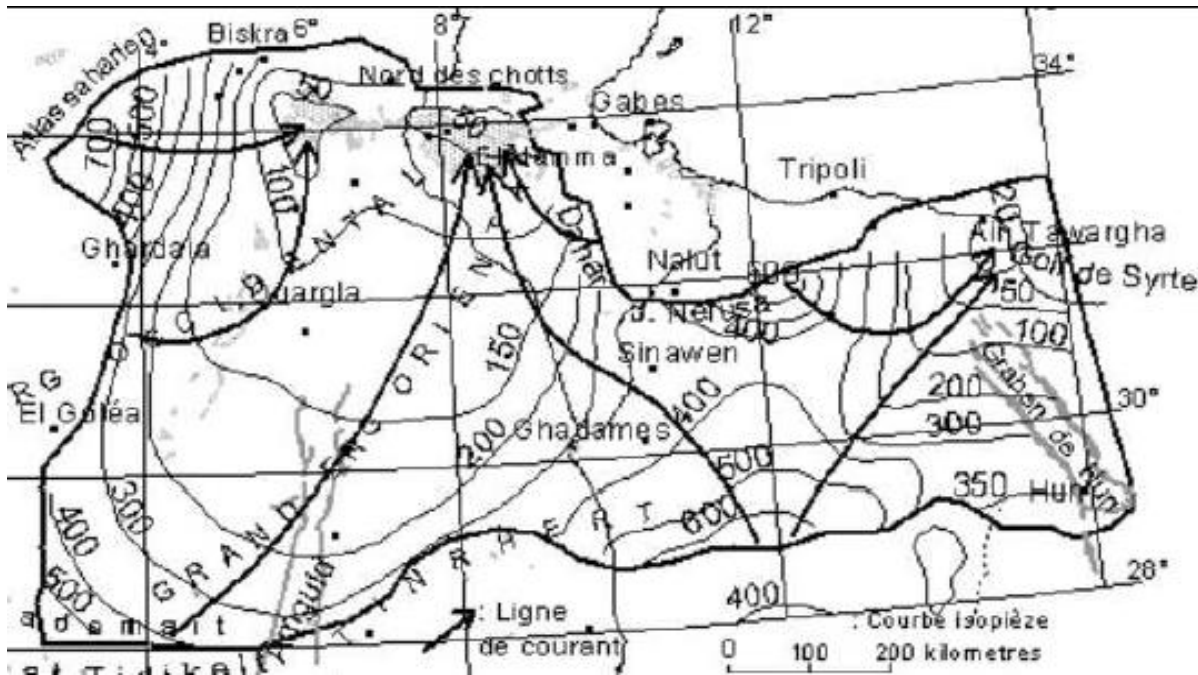


première correspond à la formation supérieure du Complexe Terminal appelée communément réservoir du « Sub-Souf ». Cette nappe constituée de sables grossiers et faisant partie du Complexe Terminal mène progressivement vers le Nord du Sahara en direction de la fosse Sud aurésienne, dans la région d'étude elle se trouve à 280 mètres de profondeur. Il faut mentionner également l'existence d'une deuxième nappe de sables d'âge Pontien. Au dessus des bancs supérieurs de la nappe des calcaires en contact avec les marnes de l'Eocène inférieurs et des graviers siliceux constituant donc une deuxième nappe captive en continuité avec la nappe du Pontien du Sud Tunisien, la profondeur de cette nappe varie entre 400 et 450 mètres. Quant à l'épaisseur utile de cette nappe, elle est de 50 mètres environ. L'écoulement des eaux dans ces deux dernières nappes se fait du Sud-ouest vers le Nord-est, autrement dit vers la zone des chotts (Melghir et Merouane). Dans la zone à fortes exploitations telle que la ville d'El-Oued, l'extraction des eaux se fait par pompage. Par contre dans les régions où l'exploitation est moindre à Taleb Laarbiet Douar El Maa, la nappe est exploitée à ce jour artisanalement. C'est le cas de la nappe Pontienne.

**b. les nappes de calcaires :**

Le Complexe Terminal possède une litho-stratigraphie plus complexe; les forages captant cette nappe nous montrent l'existence de deux niveaux servant de repère pour la classification des eaux souterraines ; du Sud au Nord, nous observons l'existence d'un premier niveau calcaire mieux individualisé, parfois il est purement calcaire, quelque fois il est formé par des calcaires gypseux. Il correspond au niveau inférieur.

Le niveau supérieur, principalement représenté par des calcaires siliceux, est considéré comme une zone de transition entre la nappe des calcaires et celle des sables. Dans l'ensemble, ces deux niveaux sont séparés par des formations tantôt marneuses, tantôt sableuses avec des passées d'argile rouge.

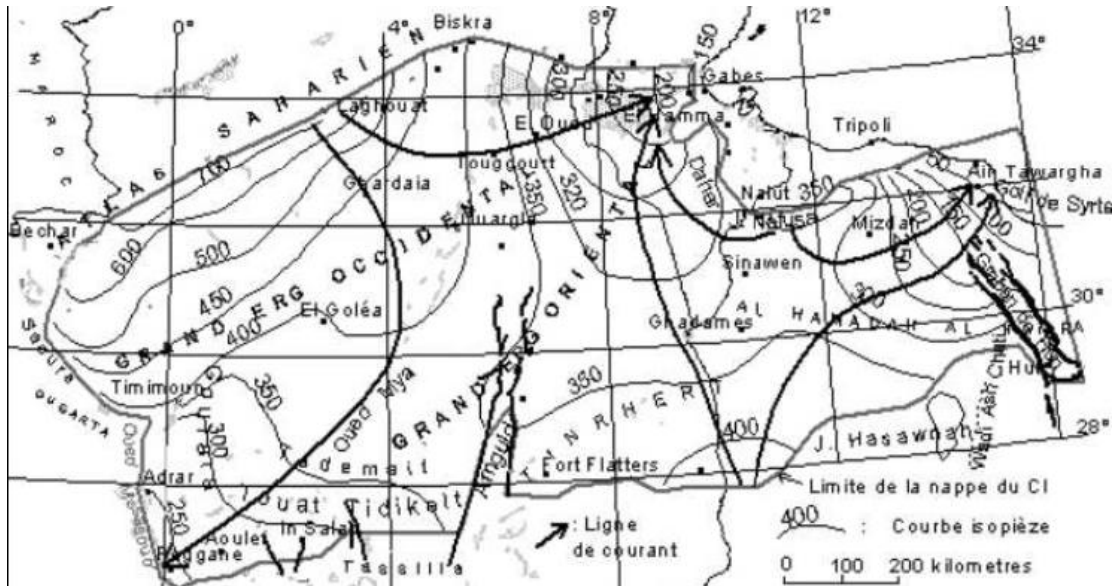


**Figure (12) : Limites de l'aquifère du Complexe terminale avec les niveaux piézométrique et le sens d'écoulement (KHECHANA Salim, 2014).**

### **I.8.1. nappe du continent intercalaire (CI) :**

Le terme « C.I » correspond ainsi aux formations continentales du Crétacé inférieur cette période se situe entre deux cycles sédimentaires régit par une régression marine suivit d'une transgression du Crétacé supérieur. Le Continent Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base Trias et le sommet de l'Albien.

Le traitement manquant du réservoir aquifère du Continental Intercalaire est son volume considérable dû à la fois à son extension sur plus de 600 000 Km<sup>2</sup> et son épaisseur moyenne de plusieurs centaines de mètres. Bien que l'intérêt majeur de ce système aquifère soit constitué par les grandes quantités d'eaux qui ont été stockées au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire et qui peuvent maintenant être exploitées ; il reçoit encore de nos jours une alimentation naturelle par les eaux météoriques et présente donc un fonctionnement hydraulique caractérisé par une alimentation, un écoulement et une série d'exutoire.



**Figure (13) : Limite de l'aquifère du Continental Intercalaire avec les Niveaux piézométrique et le sens d'écoulement (Baba SY et al., 2006).**

Baba SY et al., (2006) met en évidence les zones d'alimentation qui sont:

a) piémont sud atlasique au Nord-Ouest, b) Tinrhert au Sud, c) Dahar à l'Est, d) Jebel Nafusa au Nord-est, e) Jebel Hassawna au Sud, où la nappe du Cambro-ordovicien est drainée vers le Nord par la nappe du Continental Intercalaire (figure 13).

L'exutoire naturel principal de l'aquifère est situé en Tunisie. Il consiste en des remontées verticales par failles dans la zone du Chott Fedjaj et grâce à un écoulement vers la nappe de la Geffara tunisienne par l'intermédiaire des failles d'El Hamma et de Medenine. Les bordures occidentales et méridionales du Tademaït constituent également une zone d'exutoire naturelle importante, probablement jalonnée anciennement par des sources, dont les foggaras ont pris la relève. L'eau non captée s'évapore dans un chapelet de sebkhas qui occupent le fond des dépressions du Gourara, du Touat et du Tidikelt. Par ailleurs, des transferts verticaux à partir du Continental Intercalaire vers le Complexe Terminal existent peut-être à la faveur des fractures qui jalonne en Amguid-El Biod. Sur le reste du domaine, mis à part la zone de communication possible avec le Complexe Terminal sur le Grand Erg Occidental, le toit de la formation, constitué d'une épaisse couche d'argile et d'anhydrite, est parfaitement imperméable et isole complètement les deux réservoirs. L'exploitation du Continental Intercalaire s'est d'abord effectuée, depuis de longs siècles des exutoires artificiels, par le système traditionnel des foggaras, introduit sur la bordure du plateau du Tademaït dès le Xe siècle (UNESCO, 1972a ; BRL-BNEDER, 1992). La formation du

Continental Intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo-argileux du Crétacé Inférieur. C'est un système aquifère multicouches dont la profondeur atteint localement 2000 mètres et dont la puissance varie entre 200 et 400 m. Elle est exploitée par trois forages artésiens. La commune d'El-Oued exploite cet aquifère par deux forages artésiens pour l'AEP d'un débit cumulé de 340 l/s et une température avoisinant les 70°C.( KHECHANA Salim, 2014).

**conclusion:**

Dans cette première partie nous avons analysé les données nécessaires concernant notre agglomération du point de vue ; topographie, géologie, climatologie, démographie, ainsi; nombre et accroissement de population pour la ville de El oued souf compris les caractéristiques des paramètres climatiques ;

- ✓ Le climat d'Oued Souf est chaud et sec en été et froid en hiver.
- ✓ Les températures peuvent atteindre la valeur maximale au mois de Juillet et Août.
- ✓ Les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle sont faibles.

***CHAPITRE II: Historique***  
***Sur La Ramentée Des Eaux***  
***Et Les Ouvrages Des***  
***Remèdes De Phénomène***

La région d'El Oued est confrontée au phénomène de la remontée des eaux depuis une quarantaine d'années et qui ne cesse de prendre de l'ampleur chaque année.

Le phénomène de remontée des eaux de la nappe phréatique a pris des dimensions très alarmantes ces dix dernières années; l'utilisation des eaux des nappes profonde (le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal) d'une façon excessive a augmenté considérablement le volume des apports, ainsi que l'absence d'un exutoire naturel pour les rejets des eaux d'assainissement domestique et industriel, sont les principales causes de ce déséquilibre écologique. Contribuant au dépérissement des palmiers, l'inondation des cratères et des dépressions (Ghouts), entraîne des conséquences mortelles tant sur les plans d'environnement, l'agriculture, l'économie et la santé de la région du Souf. Et pour les remèdes de ce phénomène.

Face à cette problématique, diverses solutions ont été proposées et en cours de projetées pour mettre fin à cette inondation particulière.

### **II.1. description du phénomène :**

La pente de la nappe phréatique est faible et bien que la transmissivité soit élevée, les qualités d'eau qui s'écoulent vers l'aval sont peu importantes. Les apports d'eaux extérieurs (continentale intercalaire, complexe terminal ou rejets) restent pratiquement sur le site et font monter le niveau de la nappe, en remplissant les fissures du terrain, créant un dôme. La pente de la nappe, augmentant localement permet un écoulement plus important jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre s'établisse ou que la nappe monte jusqu'en surface des sols, lorsque les apports dépassent les possibilités d'écoulement souterrain. Les premiers signes d'une remontée de la nappe phréatique sont visibles dans les ghouts, car la profondeur de l'eau y est en temps normal, de l'ordre de 1 à 2 mètres. Une remontée de 1, 5 mètres aura comme conséquence l'apparition de tranches d'humidité (COTE, 2001).

### **II.2 historique de la remontée des eaux :**

A cause des conditions topographiques et hydrogéologiques favorables dans la région, les Soufis ont creusé des cuvettes Ghouts, en enlevant le sable pour le déposer autour des cuvettes, sous forme de dunes pour préservation du Ghout (REMINI., 2004).

Avant les années soixante, les oasiens utilisaient uniquement les eaux de la nappe

phréatique pour les besoins en eau potable et agricole; il existe un équilibre entre les prélèvements et les rejets et le niveau piézométrique de la nappe restait stationnaire(D.S.A., 1998). Ce système de culture est bien adapté au milieu (Erg), mais fragile parce qu'il est étroitement lié au niveau de la nappe, et ceci plus que dans la technique d'exhaure de l'eau dès que le niveau de celle-ci s'abaisse (cas au milieu du XXème siècle), ou s'élève(cas actuellement), le palmier risque de mourir d'insuffisance ou de trop d'eau (COTE,1998).



**Figure. (14) : Etendue d'une remontée des eaux (réalisé par : said bekkari et abdallah zidi)**

La nappe phréatique de la région du Souf subit une remontée progressive de son niveau piézométrique depuis les années soixante, et semble s'aggraver avec les temps(ANRH, 2000). Les premières apparitions de la remontée de la nappe phréatique durant l'année 1969 dans les communes de Magrane et Hassi Khalifa (D.S.A., El Oued, 1998). A partir des années 80, une remontée maxima de la nappe a été observée tout autour de la ville (A.N.R.H., 2003). L'eau qui était de 2 à 3 mètres sous le plancher des ghouts, n'a plus été qu'à 1m, puis a affleuré en hiver et a fini par noyer en permanence le fond du ghout. Les répercussions sur la palmeraie sont directes : dépérissement des palmiers, puis mort et abandon des ghouts (COTE, 1998).

Le phénomène est apparu aux portes immédiates de la ville d'El Oued, puis l'auréole a grandi, au point de toucher aujourd'hui la moitié sud du Souf, de Kouinine à Nakhla, On peut dire que 515 ghouts sont ennoyés et que 120000 palmiers sont morts (VOISIN, 2004).

### **II.3. les causes de la remontée de la nappe à oued souf**

Les causes de la remontée de la nappe phréatique ont été rattachées à quelques suppositions, parmi lesquelles :

#### **II.3.1. La pluviométrie exceptionnelle :**

Généralement, les précipitations dans la zone du Soufon lieu de novembre à février, le plus souvent fines et modérées et de courte durée .Ces pluies deviennent parfois torrentielles et engendrent des dégâts, tels a été le cas en 1969 (D.S.A., 1993).

#### **II.3.2. Utilisation des forages pour l'irrigation**

Avant, le mode d'irrigation dans le Souf se faisait directement à partir de la nappe phréatique. Avec la baisse du niveau de la nappe, l'ère cours aux nappes plus profondes (du complexe terminal et du continental intercalaire) a été imposé. Plusieurs puits forés dans le Souf servent aujourd'hui à des périmètres irrigués(Domaine Dhaouia) (L.A.D.E., 2004).

#### **II.3.3. La nature du sol :**

La nature du sol de la région d'El Oued est très vallonnée avec des zones basses et des dépressions. Cette sol conjuguée à une très forte perméabilité des sols (90 % de sable) facilite l'infiltration des eaux d'irrigation et de pluie (70 mm/an) vers la nappe phréatique. Cette situation est aggravée par le manque d'exutoire naturel proche de la région (A.N.R.H, 1993).

#### **II.3.4. Transfert des nappes profondes :**

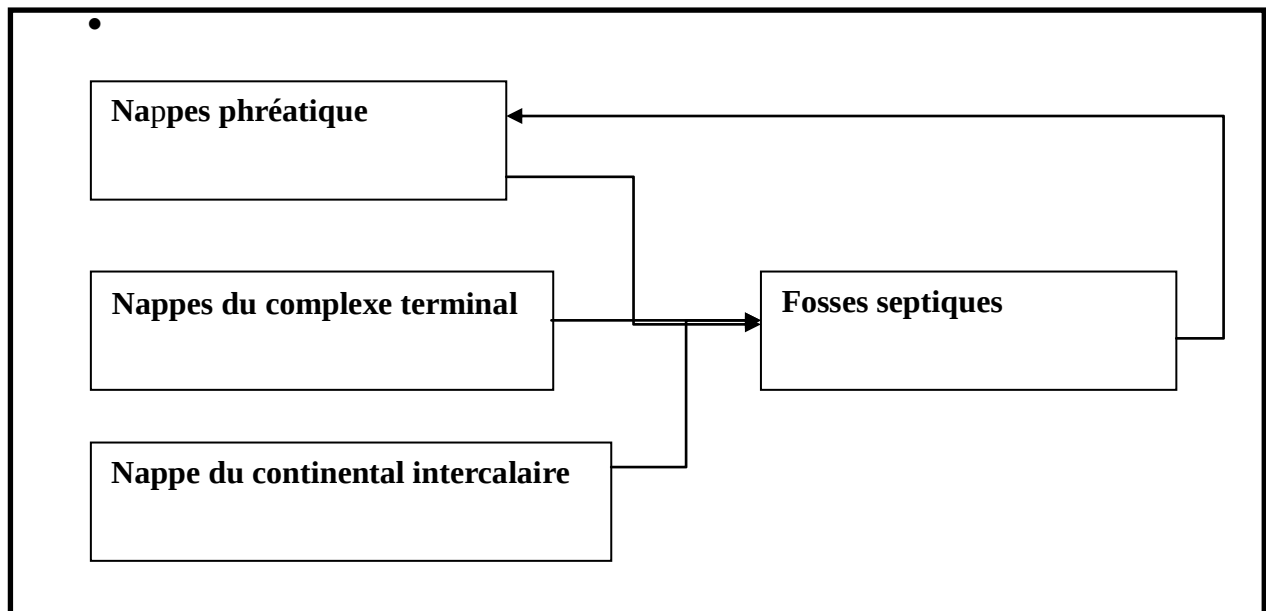
l'utilisation des eaux des nappes profondes (CI et CT) pour l'alimentation en eaux potable et l'agriculture contribue fortement à la remontée de la nappe superficielle. Ce transfert est facilité également par la communication inter nappes, qui est due à la vétusté des équipements d'anciens forages et par les eaux usées. Il est à noter que les études techniques réalisées dans le Souf ne mentionnent pas l'existence d'une interaction entre les différences nappes, et ce par des mouvements de sol (failles, perméabilité etc....) (A.N.R.H, 1998).



### **II.3.5 absence d'un exutoire :**

la zone du Souf n'est pas pourvue d'un exutoire, les eaux usées n'ont qu'un seul chemin, traverser le sable pour atterrir dans la nappe phréatique (ce qui provoque l'asphyxie des palmiers). Au début, le système hydraulique du Souf; alimentation- évacuation était simple et équilibré :

- L'alimentation se faisait à partir de la nappe phréatique ;
- L'évacuation des eaux usées se faisait dans les fosses septiques pour rejoindre à la fin la nappe phréatique



**Figure (15) : L'évolution des prélèvements à partir du complexe terminal et du continental intercalaire (D.S.A. El, 1993)**

Donc, on parle de la rupture d'un système d'équilibre où la nappe phréatique aboutissait directement à la nappe phréatique à un système où trois nappes (nappe phréatique, nappe du complexe terminal et nappe du continental intercalaire) aboutissaient la nappe phréatique (D.S.A, 1993).

### **II.3.6. absence d'un réseau d'assainissement :**

de toutes les localités du Souf, seule la ville d'El Oued est dotée d'un réseau d'assainissement, et encore sur un linéaire de 75 km de conduite en béton et amiante, ou

16% seulement sont raccordés, avec un rejet à 4 km à l'extérieur de la ville (ANRH, 1998). De plus, les habitants utilisent toujours les puits abandonnés et les ghouts pour l'assainissement. Ceci influe sur le réservoir de la nappe phréatique et détériore davantage la qualité de l'eau (L.A.D.E., 2004).

#### **II.4. Analyse technique de la remontée de la nappe :**

Solen Moulait A., 2004, le phénomène de remontée de la nappe phréatique dans la région du Souf est complexe et s'étend pratiquement sur un demi-siècle. D'après les données contenues dans les rapports de Marc Côte (1993 - 2001), complétées par celles du B.N.E.D.E.R (1992-1993 et 1994); ANRH (1993); ANRH (1994), et l'inventaire des forages et des enquêtes sur les débits (ANRH 1999), on peut établir les techniques suivantes:

Avant 1956, toute l'eau utilisée pour l'alimentation humaine, animale et l'agriculture provenait de la nappe phréatique. L'augmentation de la population et l'extension des cultures ont eu comme conséquences une surexploitation, avec en corollaire un abaissement lent et progressif de la nappe. Dans les années 1940, la baisse était déjà de l'ordre de 0,5 m au sud d'El-Oued, 1m à El-Oued, 1,5m à Kouinine et 2 m au nord de Kouinine.

En 1956, un premier forage moyennement profond au Complexe Terminal (CT) a été creusé pour l'AEP d'El Oued et entre 1957 et 1969, environ un nouveau forage par année a été exécuté dans le CT.

En 1969, suite à de fortes pluies, une remontée générale de la nappe a été constatée avec inondation de 150 ha dans la région de Magrane et Hassi-Khalifa. La nappe est progressivement redescendue par la suite (B.N.E.D.E.R, décembre 1993).

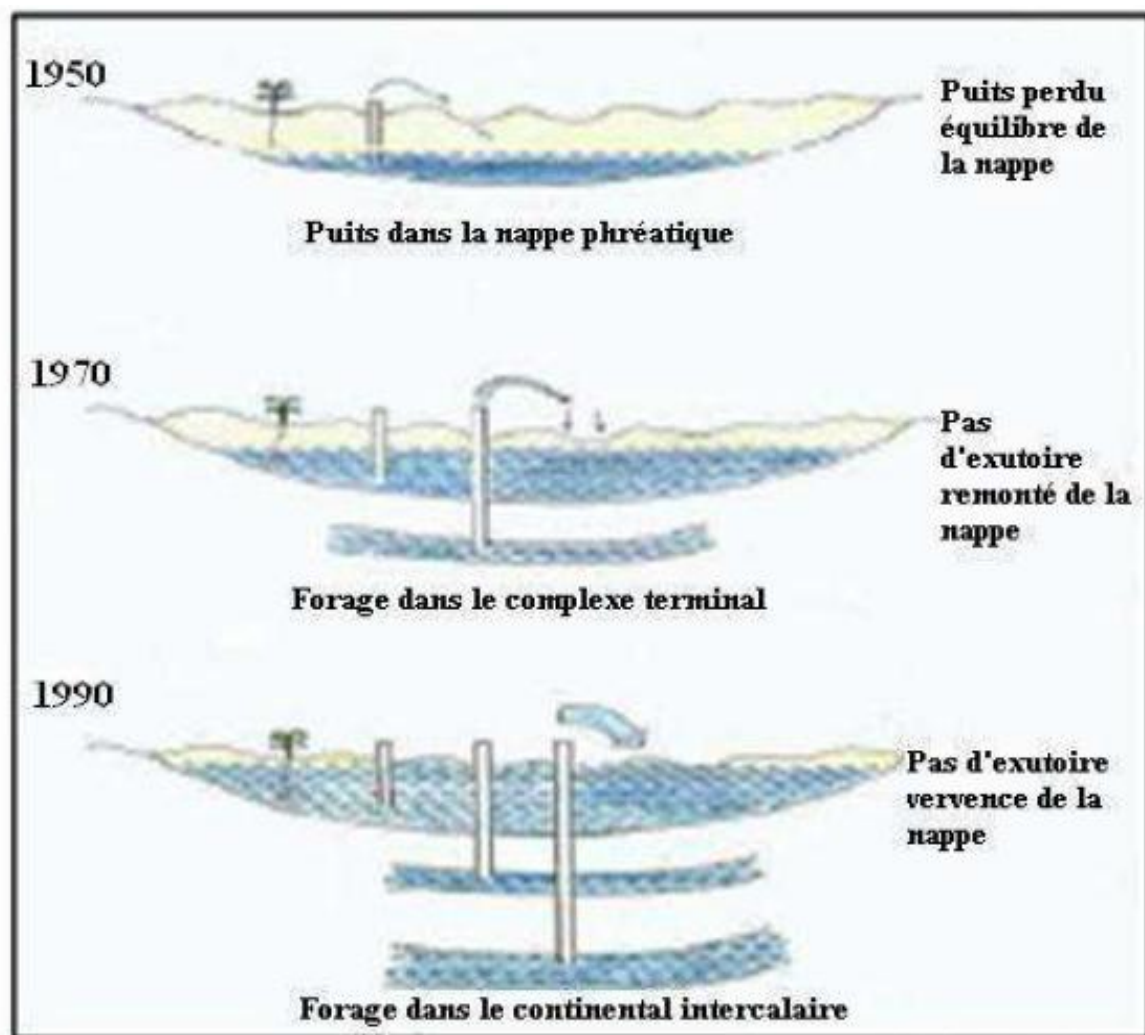
De 1970 à 1980, environ 2 forages par année ont été réalisés dans le CT et en 1980, on observe les premiers ghouts ennuyés à El-Oued et une remontée progressive et persistante de la nappe phréatique aux portes d'El Oued, ce qui en 1985 alarme les autorités.

Entre 1980 et 1997, une centaine de nouveaux forages sont réalisés dans le CT. En 1986 et 1987, trois forages profonds, au continental Intercalaire (C.I.), ont été exécutés, deux

d'entre eux sont exploités pour l'AEP d'El Oued, le troisième à Hassi Khalifa, pour l'agriculture est fermé.

En 1993, la nappe avait ennoyé la palmeraie sur 25 km dans le couloir Kouinine-Robbah. (ANRH, 1993).

Schématiquement, la remontée maximum de la nappe correspond à la zone déconcentration des forages pour l'approvisionnement en eau potable, autre de l'agglomération linéaire d'El-Oued. Au-delà, chaque fois que l'on se rapproche d'une A.E.P villageoise, la nappe a tendance à remonter (Figure 17) (COTE, 1998).



**Figure (16) : Mécanismes d'alimentation de la nappe phréatique CÔTE ,1998 in (ANRH 2003)**

Entre 1993 et 2000, une série d'investigations ont été entreprises pour connaître les

caractéristiques géométriques, géologiques, physicochimiques et bactériologiques de l'aquifère et un important travail de recensement et de supervision des forages existants a été entrepris

## **II.5. les remèdes de phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique :**

A la lumière des souffrances de la ville de oued souf du phénomène de la ramentée des eaux , les autorités ont atteint l'achèvement réseau d'assainissement et réseau des drainage pour réduire le phénomène ,ce schéma est composé de : schéma d'assainissement schéma d'épuration , schéma d'évacuation .

### **II.5.1. planification d'un projet :**

Depuis l'an 2005, la vallée de Ou drainage des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation pour la lutte contre la remontée des eaux de la nappe phréatique, c'est une nouvelle stratégie en cours de concrétiser dans la vallée, qu'on peut la classer dans le concept de la gestion des risques associés aux aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eaux due au surplus d'eau (hydromorphie) [Khechana S, 2010]. Une représentation schématique générale de ce projet est démontrée dans la figure (24), indiquant qu'il est fondé essentiellement sur quatre (04) schémas :

- Schéma de drainage, schéma d'assainissement, schéma d'épuration et schéma d'évacuation. L'ordre de service (ODS) de la première tranche de ce projet a été notifié au mois d'octobre 2005, et cela a été suivi par l'installation des chantiers. Deux entreprises sont à pied d'œuvre pour sa réalisation. Le groupement algéro-chinois, Sino hydro-Cosider TP, s'occupera du réseau de drainage, du réseau d'assainissement, ainsi que du collecteur principal. L'autre entreprise, GCB (génie civil, bâtiment, filiale de Sonatrach), réalisera la station d'épuration. Le suivi des travaux est assuré par un bureau d'étude algéro-suisse BG (Bonard et Gardel).

### **II.5.2. réseaux d'assainissement :**

De la totalité de l'eau entrant dans une habitation, seule une vingtaine de litres par habitant et par jour est évaporée par les habitants et le ménage. Le reste est restitué comme eau usée ou utilisée pour le jardinage. Les systèmes de fosses septiques et puits perdus permettent

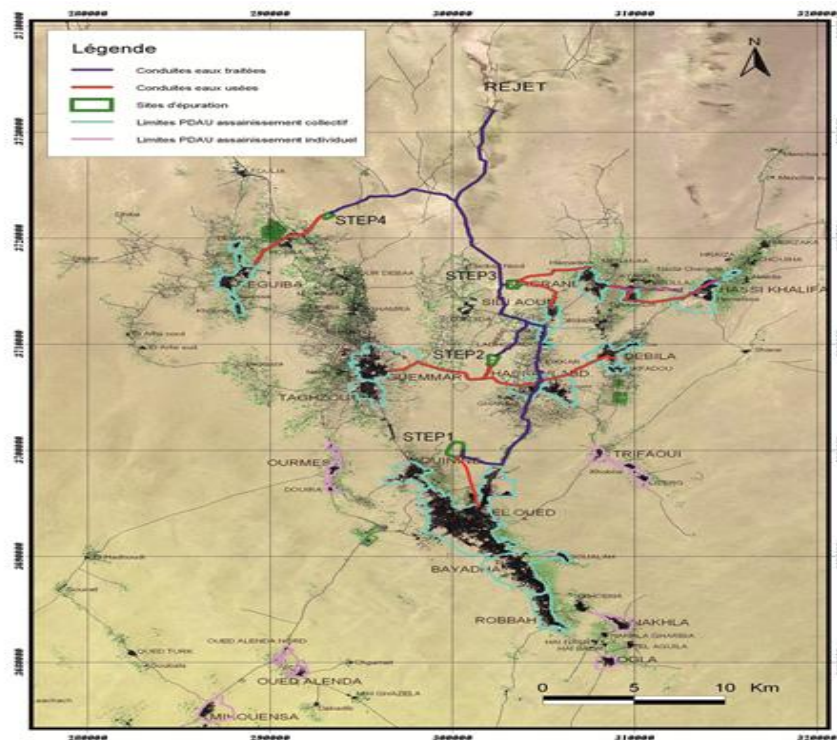
une rein filtration de l'eau usée localement et participent à la remontée de la nappe phréatique. La connexion au réseau d'assainissement de l'ensemble des habitations est une des conditions de réduction des ré infiltrations et par là même d'évacuation des eaux usées

### **II.5.2. schéma d'assainissement :**

L'évolution du niveau de la nappe phréatique a été modélisée pour les 18 communes de la vallée du Souf. Les projections à l'horizon 2030 indiquent qu'en l'absence de réseau d'assainissement, la nappe pourrait montrait montrer de plus de 6 m à El-Oued et que dans cette ville la nappe montrait encore de 2,5 m même avec un réseau d'assainissement.

Dans les autres chefs-lieux, la montée est moins importante et il suffit au plus d'un réseau d'assainissement pour stabiliser la nappe (ONA, 2004).

Le projet de l'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation de la région de Oued Souf a pour but d'assurer la collecte, le transit, au besoin la rétention de l'ensemble des eaux polluées, pluviales et usées et de procéder à leur traitement avant leurs rejet dans le milieu naturel.



**Figure (17) :Schéma général d'assainissement actuel (ONA ; 2011)**

Le schéma d'assainissement est constitué par différents ouvrages permettant la collecte des eaux usées par groupes de localités limitrophes, dans des stations d'épuration par lagunage.

Le schéma d'assainissement proposé est constitué par un réseau de canalisations dont l'objectif est de collecter les eaux usées dans les grandes agglomérations de la vallée (12 communes), le mode d'assainissement utilisé est de type collectif avec un réseau de collecte de :

- 750 Km de réseau de collecte.
- 57 stations de pompages (relevage et refoulement), le reste (les 6 communes) en assainissements autonomes améliorés .
- Regroupement des 12 communes en 4 sous-ensembles. L'objectif est de collecter les eaux usées des différentes agglomérations, et de les injecter dans des stations d'épuration (STEP), afin de les rendre exemptes de matières nuisibles à la santé publique et à l'environnement (ONA, 2004).

#### **II.5.3.1. schéma d'épuration :**

Les 12 communes sont regroupées en quatre (04) sous ensembles, une station d'épuration est proposée pour chaque centre. Une fois traitées, une partie de ces eaux sera utilisée pour l'irrigation des périmètres agricoles limitrophes aux STEP; l'autre partie sera rejetée dans une zone de Chott située à 70 km au Nord Ouest d'El-Oued par l'intermédiaire d'un collecteur alimenté par les différentes stations d'épuration.

Cette opération se divisée en deux tranches :

- Dans la première tranche, il s'agit d'installer le réseau d'assainissement de quatre communes (El Oued, Robbah, Bayadha et Kouinine), et de construire une station d'épuration (STEP) de 250 000 équivalents/habitants.
- Les eaux usées et celles épurées seront évacuées par le biais d'un collecteur de Chott HALLOUFA.

- GCB a donc entamé le 11 janvier 2006 les travaux de réalisation de la STEP, dont le délai est de 27 mois. Le réseau d'assainissement des quatre communes (Robbah, Bayadha, El-Ogla et Nakhla) s'étend sur une distance linéaire de 310 kilomètres.
- La deuxième tranche concerne la mise en place du réseau d'assainissement des 14 autres communes, tâche dévolue au groupement Sino hydro-Cosider TP dans 37 mois; et de la réalisation de 3 STEP, dont se chargera une entreprise portugaise, Tixera, durant 33 mois. La filière d'épuration choisie est le lagunage aéré parce qu'elle est la plus adaptée aux objectifs attendus au contexte de ce projet , les principales raisons sont :La filière d'épuration retenue: le lagunage aéré facultatif multi cellulaire :
  - Filière d'épuration la mieux adaptée au contexte de la région;
  - Performances épuratoires adaptées aux objectifs sur la pollution carbonée et Bactériologique
  - Procédé acceptant les caractéristiques des effluents (dilution, salinité, sulfates)
  - Filières adaptées pour des grosses collectivités ( pouvant aller jusqu'à 4 millions EH)
  - Coûts d'investissement et de fonctionnement inférieurs aux autres procédés
  - Fiabilité et souplesse du procédé d'épuration .
  - Facilité d'exploitation: fonctionnement de la station et gestion des boues- Besoins en surfaces «limités» et disponible dans la vallée.

Une fois traitées, une partie de ces eaux sera utilisée pour l'irrigation des périmètres agricoles limitrophes aux STEP; l'autre partie sera rejetée dans une zone de Chott située à 70 km au Nord-Ouest d'El-Oued par l'intermédiaire d'un collecteur alimenté par les différentes stations d'épuration.

✓ **objectifs de l'épuration:**

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées.
- Évacuer des eaux traitées sans impacts négatifs sur la nappe et sur l'environnement.
- Préserver la ressource en eau en réutilisant et valorisant les eaux traitées.
- Atteindre le niveau B pour les eaux traitées qui permet l'irrigation

| Paramètres                                        | STEP 1      | STEP 2 | STEP 3  | STEP 4 | Total         |
|---------------------------------------------------|-------------|--------|---------|--------|---------------|
| <b>Population Total (EH)</b>                      | 312528      | 139772 | 117 816 | 54845  | <b>624961</b> |
| <b>Population raccordée horizon 2030 (EH)</b>     | 246300      | 79 620 | 72 286  | 28451  | <b>426657</b> |
| <b>Débit m<sup>3</sup>/J</b>                      | 44 335      | 14 332 | 13011   | 5 121  | <b>76 799</b> |
| <b>Charge DBO5 kg/j (ratio 45 g/EH, 250 mg/l)</b> | 11 084      | 3 583  | 3 253   | 1 280  | <b>19 200</b> |
| <b>Charge DCO Kg/j (ratio 90 g/EH,j, 500mg/l)</b> | 22 167      | 7 166  | 6 505   | 2 561  | <b>38 399</b> |
| <b>Charge MES kg/j(ratio 65 g/EH.J, 361mg/l)</b>  | 16 010      | 5 175  | 4 699   | 1 849  | <b>27 733</b> |
| <b>Surface du site (ha)</b>                       | 100         | 40     | 42      | 20     | <b>202</b>    |
| <b>Superficie occupée (ha) par les ouvrages</b>   | 27,6        | 9,6    | 8,8     | 4,6    | <b>50,6</b>   |
| <b>Superficie des bassins (ha)</b>                | <b>17,6</b> | 7,8    | 7,2     | 3,6    | <b>36,2</b>   |
| <b>Nombre de bassins de lagunage</b>              | 12          | 9      | 9       | 6      | <b>36</b>     |
| <b>Superficie des lits de séchage (ha)</b>        | 4           | 1,8    | 1,6     | 1      | <b>8,4</b>    |

**Tableau (07): Consistance des travaux par centre d'agglomération (O.N.A, 2008)**

#### **II.5.3.2. schéma d'évacuation :**

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées traitées avec les eaux de drainage s'effectue grâce à un collecteur de transfert d'orientation Sud –Nord vers le site de rejet final situé à



70 km au Nord-Ouest de la vallée. A l'aval des 4 stations d'épurations, un système de collecte des eaux usées traitées est installé avec la possibilité, de réutiliser l'eau à des fins agricoles, le long de ce système d'évacuation.



**Figure (18 ):**La zone de rejet actuel d'El Oued (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtissam 2015)



**Figure (19 ):** Exutoire canal de transfert (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtissam 2015)

#### **II.5.4. le réseau de drainage horizontal**

Au début des années 1990 on a enregistré le démarrage des travaux de réalisation du réseau de drainage, qui est devenu opérationnel en 2001. Actuellement, seule la commune d' El Oued possède un réseau de drainage horizontal.

Ce réseau du drainage est destiné essentiellement pour les cités touchées par l'inondation (cité Chott, Nazla et Sidi Mastour). Le réseau de drainage excédentaires (de la nappe phréatique) présente 4050 m de longueur, (Le collecteur drainant le plus long est le drain principal de la cité Sidi Mastour de longueur de 2504 m). La quantité d'eau à drainer environ de 6 200m<sup>3</sup>/jour (débits totale – débits de drains verticale), les collecteurs sont des conduites d'amiants ciments DN 200 mm perforées des trous de diamètres 2 cm, la distance entre deux trous, distribuée sur un angle 120° orienté vers le haut (figure 21), les côtés et le dessous de conduite sont dépourvue des trous. La collecte est gravitaire et aboutit à une station de pompage située dans la même enceinte que la station de relèvement ST10 pour les eaux usées, à partir de laquelle les eaux de drainage sont évacuées vers l'extérieur de la ville via une canalisation de 400 mm parallèle à celle des eaux usées. Selon les renseignements obtenus, ces drains seraient posés à l'intérieur d'un enrobage de graviers (figure 20), mais sans géotextile, ce qui explique qu'ils s'ensablent de manière chronique et qu'ils requièrent un curage périodique. Cela explique aussi en partie l'usure anormalement rapide des roues des pompes de la station ST10. Cependant, il est à signaler que les services d'hydraulique rencontrent des problèmes d'entretien, dû à la forte agressivité des eaux de drainage provoquant une corrosion rapide des pompes. Le drainage horizontal est assuré par des drains horizontaux de tel sorte que:

- L'eau drainée sous la partie haute de la ville est rejetée directement dans le réseau d'assainissement où elle se mélange avec les eaux usées.
- Les eaux de basses parties (Chott et Sidi Mastour) sont salées, leur drainage est collecté dans un réseau séparée et rejetées vers le Nord-Ouest par un conduite distincte de celles des eaux usées.
- L'eau collectée est évacuée vers le Nord par la conduite de rejet des eaux assainies par un branchement effectué à la sortie de la station de traitement.
- L'eau qui ne serait pas utilisée pour l'irrigation devrait être évacuée vers le Nord, par un branchement au-delà de la station d'épuration au prix d'un surdimensionnement de la conduite d'évacuation des eaux d'assainissement et des pompes



**Figure (20) : Station de pompage des eaux de drainage ST10 (A)Conduite de refoulement vers le canal de collecte(B)Puits de collecte (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtissam 2015)**

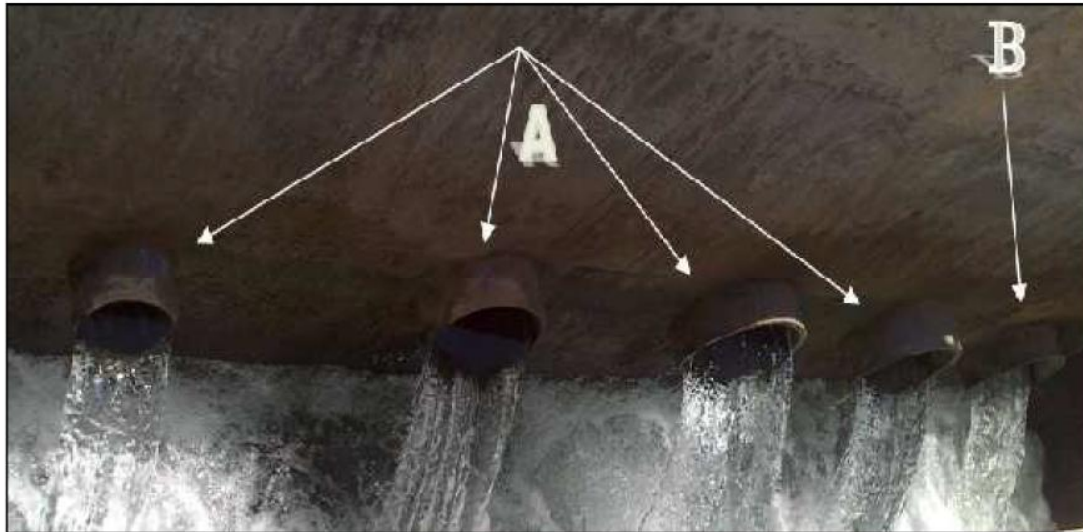


**Figure (21) : Conduite d'amiante ciment utilisée dans le réseau drainage horizontale (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtissam 2015)**

#### **II.5.5. le réseau de drainage verticale:**

Malgré un réseau d'assainissement, un contrôle de la production - distribution, et le développement d'espaces verts, un réseau de drainage est indispensable pour éviter l'enneigement de la ville . Dans l'aire d'étude, le solution de drainage proposée est par le système de drainage vertical, composé par un réseau de 58 drains (forages) de 21 à 40

mètres de profondeur, équipés de pompes submersibles pouvant débiter 6 l/s, à une distance de 500mètres entre eux, avec un réseau de conduites de 34 km, l'ensemble des eaux drainées aboutit à la station de pompage existante (ST10) qui refoulera ensuite vers le lieu d'évacuation final.



**Figure (22 ) :canal de collecte des eaux de drainage " ST10 " (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtissam 2015)**

**(A )**les eaux de drainage verticale ( 4 secteurs )

**( B )** les eaux de drainage horizontale

Le bilan d'eau sera équilibré en éliminant le surplus par pompage dans ces forages répartis sous la ville d'El-Oued, à condition que:

- Si l'eau est de bonne qualité, elle peut être réutilisée localement pour des périmètres irrigués.
- Le rabattement pourrait être suffisant pour autoriser l'assainissement autonome.
- Le sous-sol peut être utilisé, dans certaines limites, pour stocker l'eau en période de faible demande en saison hivernale, à condition de déstocker en période estivale



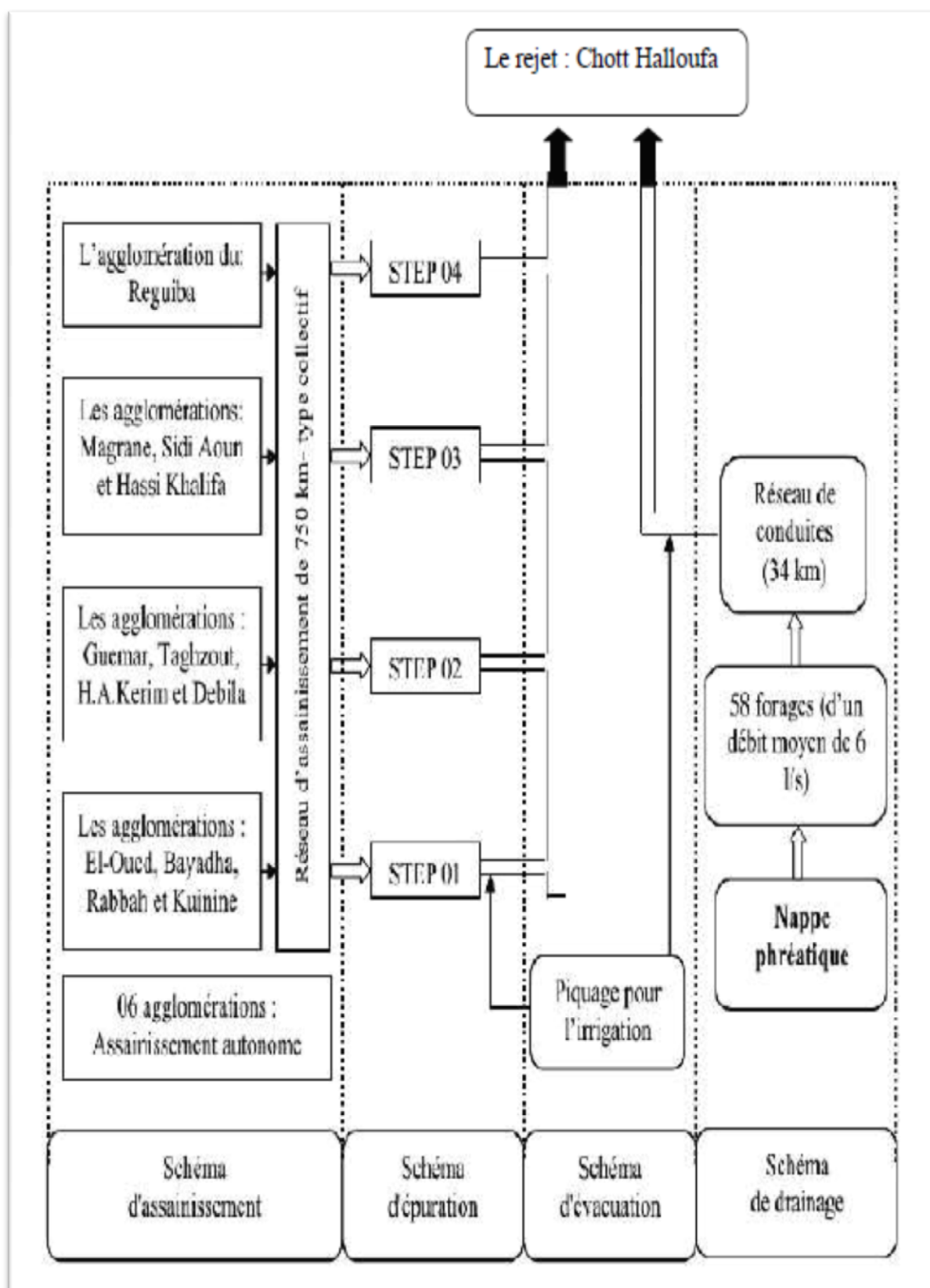


Figure (23) : Schématisation générale du projet [Khechana. S, 2010]

## **II.6. les objectifs attendus par les solutions :**

1- Les solutions doivent être adaptées au contexte de la région , durables, compatibles avec le développement de la vallée et économiquement acceptables.et amélioration du cadre de vie des populations.

2- arrêter ou inverser le problème de remontée de la nappe phréatique et de son impact négatif.

3- Protection de la nappe phréatique contre la pollution, et l'augmentation du pouvoir épurateur du sol.

4- Protection des populations contre les maladies à transmission hydrique.

5- Préserver la qualité des eaux de la nappe phréatique.

6- Développement de l'agriculture par la réutilisation des eaux épurées, et amélioration de rendements des cultures (amélioration du drainage).

7- Réutilisation des eaux usées et traitées dans l'agriculture et l'industrie, et valoriser les eaux traitées.

8- Réutilisation des eaux de drainage :

Les eaux de drainage constituent une ressource non négligeable. Le réseau de drainage vertical dans la vallée de Souf comprend 58 forages connectés à 34 Km de conduites, le volume d'eau connecté par ce réseau est d'ordre de 8 million m<sup>3</sup>/an, on peut utiliser ce volume de façon souple pour l'irrigation d'environ 620 ha.

9- Assurer l'absence d'impacts négatifs au niveau des exutoires des eaux résiduelles tant en terme de qualité que de quantité (Maintient écologique et sanitaire du site de rejets) .

10- la nappe serait rabattue entre 5 et 10 m de profondeur, ce qui autorise l'assainissement autonome des zones non raccordables, ou stabiliser le niveau de la nappe.

11- réduction de la consommation en eau et limiter les apports d'eau et/ou augmenter les sorties d'eau dans les zones affectées.

12- Le développement d'exploitations agricoles irriguées depuis la nappe phréatique dans ou aux alentours des zones touchées joue un rôle important pour stabiliser ou inverser la tendance à la remontée, ces exploitations rejetant dans l'atmosphère 10 000 à 15 000 m<sup>3</sup>d'eau/ha par an.

13- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées . (BENAOUDA Anissa et MERABET Ibtiham 2015)

### **Conclusion**

Pour réduire les effets néfastes de la remontée des eaux, les autorités locales ont réalisé plusieurs solutions, pour sauver la vallée au triple plan socio-économique, écologique et touristique.

Les solutions ont été appliquées depuis les années quatre-vingt et sont les suivantes :

Le remblayage des Ghouts, la Création d'une ceinture verte autour de la ville d'El Oued, vers une gestion rationnelle des ressources en eaux tel que l'arrêt d'exécution des nouveaux forages pour l'irrigation dans le CT et le CI , remplacés par des puits dans la nappe phréatique, contrôle les forages d'agricoles, pose d'un réseau de collecte des eaux usées, amélioration des

outils de gestion, l'implantation de réseau de drainage horizontal, et le projet de la vallée de Souf (projet d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation pour la lutte contre la remontée des eaux de la nappe phréatique) est fondé essentiellement sur quatre schémas:

- Schéma de drainage, schéma d'assainissement, schéma d'épuration et schéma d'évacuation.

# **CHAPITRE III :**

## **Impact le point de rejet sur l'environnement**

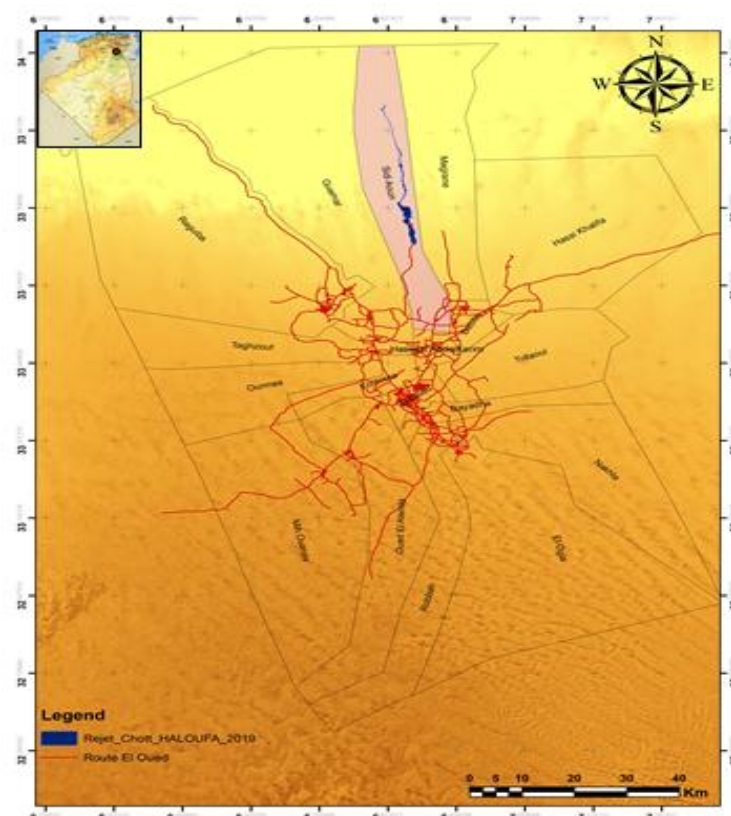


L'évacuation des eaux usées des oasis du Sahara, comme c'est le cas pour la plupart des agglomérations situées en zones arides, se heurte au problème du réseau d'assainissement partiel ou même inexistant et d'un réseau hydrographique suffisamment important, susceptible de servir d'exutoire .

Le présent travail a pour objectif l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de rejet (chott HALLOUFA) de la région du oued souf Pour étudier et comparer la répartition spatiale des résultats, des cartes thématiques ont été élaborées en utilisant un Système d'Information Géographique (SIG) .

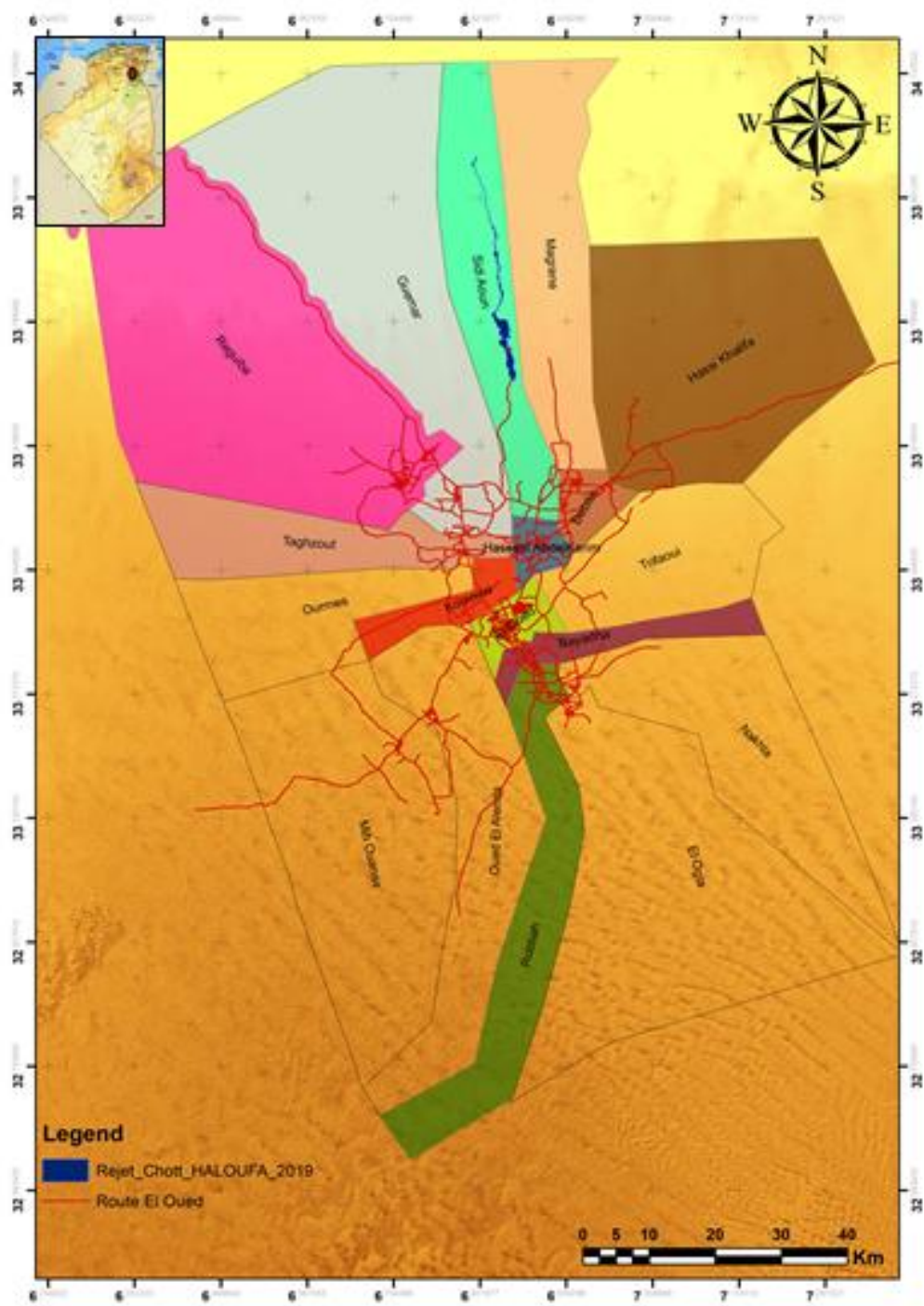
### III.1. Présentation de nouveau point de rejet ( chott HALLOUFA):

L'embouchure de Chott HALLOUFA est située au nord de la ville d'oued Souf dans la commune de Sidi Aoun est estimée à 11,5 km<sup>2</sup> (figure24) et à une longueur d'environ 10 km.



**Figure(24):** le site de point de rejet Chott HALLOUFA (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

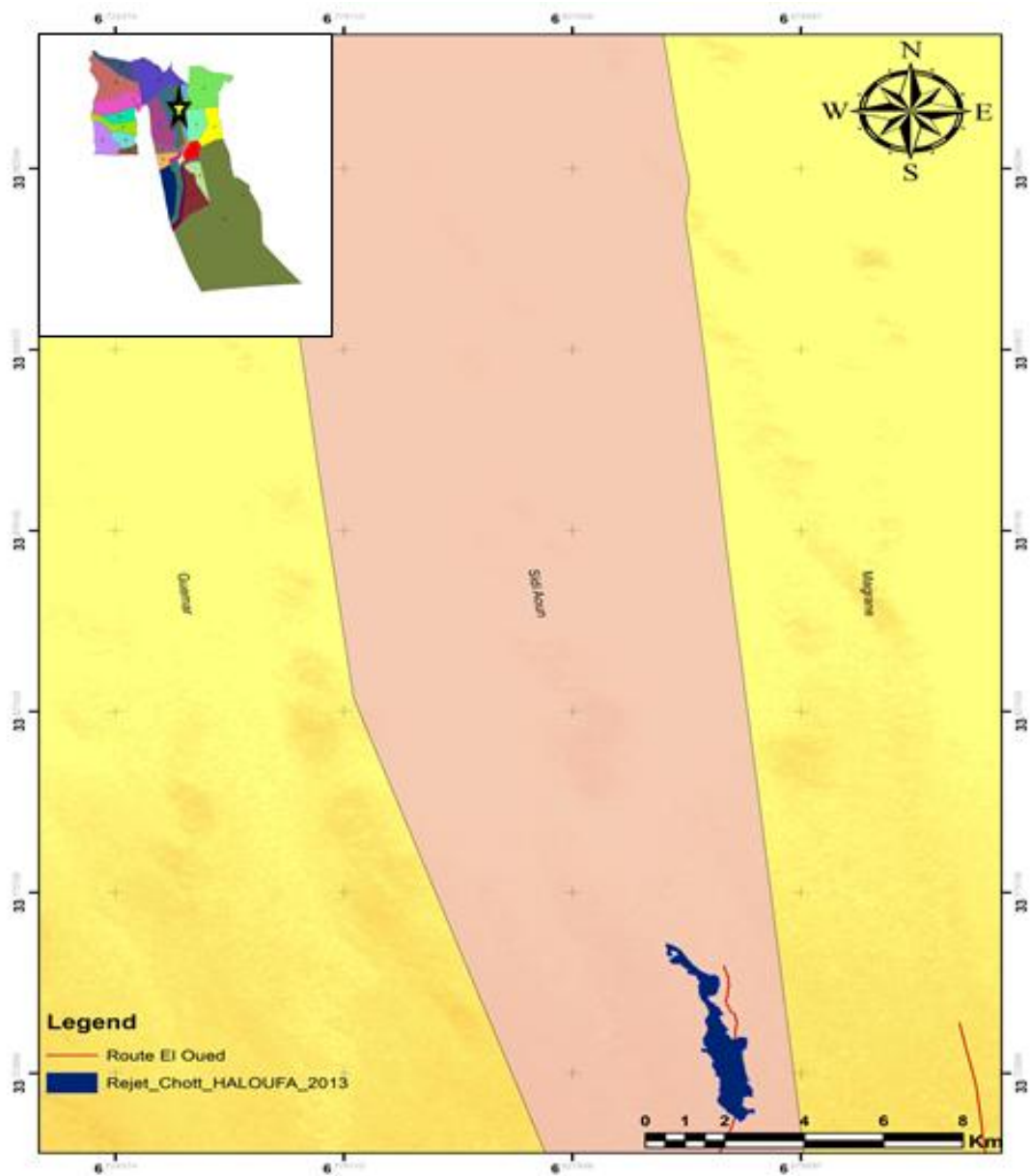
Le rejet reçoit les eaux usées de quatre stations reliées à 12 commune (figure 25) :



**Figure (25) :** les communes à connecté de rejet Chott HALLOUFA (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

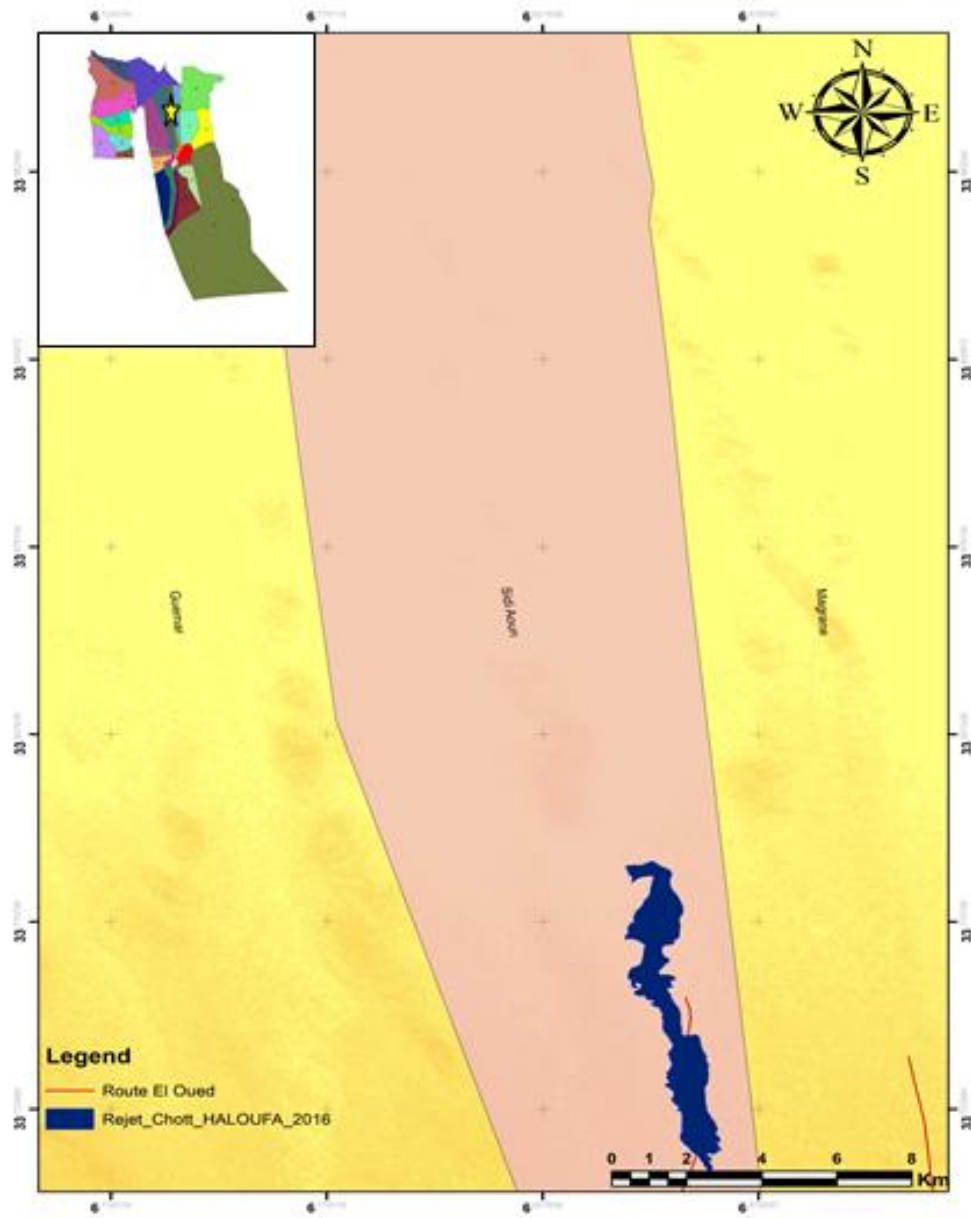
### 1. Développement de surface de rejet Chott HALOUFA :

Après les problèmes rencontrés par l'état du phénomène de la remontée des eaux doit résoudre l'achèvement d'un réseau d'assainissement et un réseau de drainage qui a abouti à une nouvelle installation appelée l'embouchure de Chott HALLOUFA de la stratégie précédente a été en aval de plusieurs changements de forme et de surface depuis l'exploitée en 2012 et nous avons abordé ici Les changements survenus en termes de superficie, où la superficie en 2013 était d'environ 2,5 km<sup>2</sup>(figure 26) :



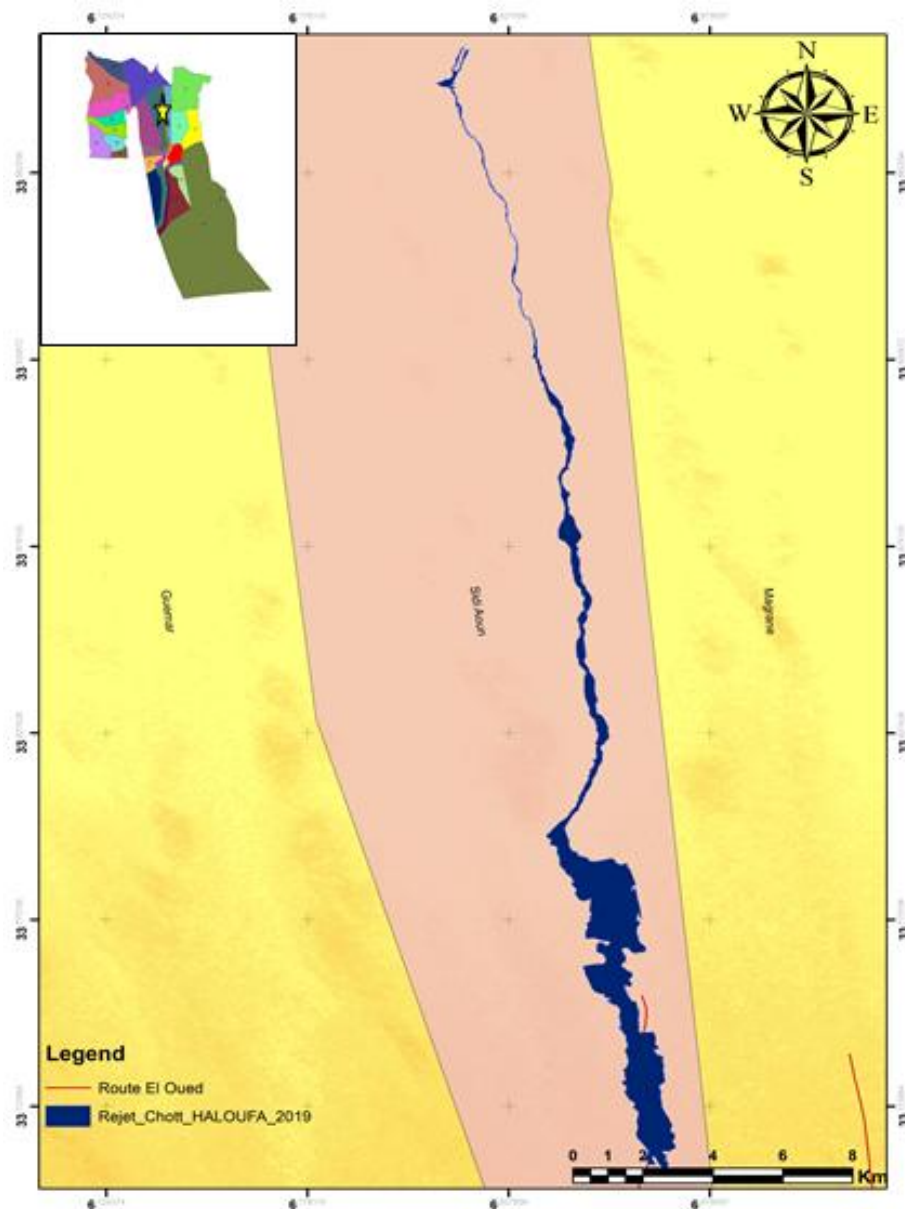
**Figure (26) :** la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2013 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

En 2016, le taux de raccordement aux réseaux d'assainissement augmentée ou d'après l'office national d'assainissement atteindre jusqu'au le 65%, dans cette année la surface totale de plan d'eau de rejet d'environ 6.5 km<sup>2</sup> (figure27).



**figure (27) :** la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2016 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

Actuellement en 2019 le taux des raccordements au réseaux d'assainissement devenue d'environ 90% d'après l'ONA d'El Oued c'est-à-dire de augmentation de débit de rejet où le plan d'eau atteint d'environ le 9 km<sup>2</sup> de surface (figure 28) .



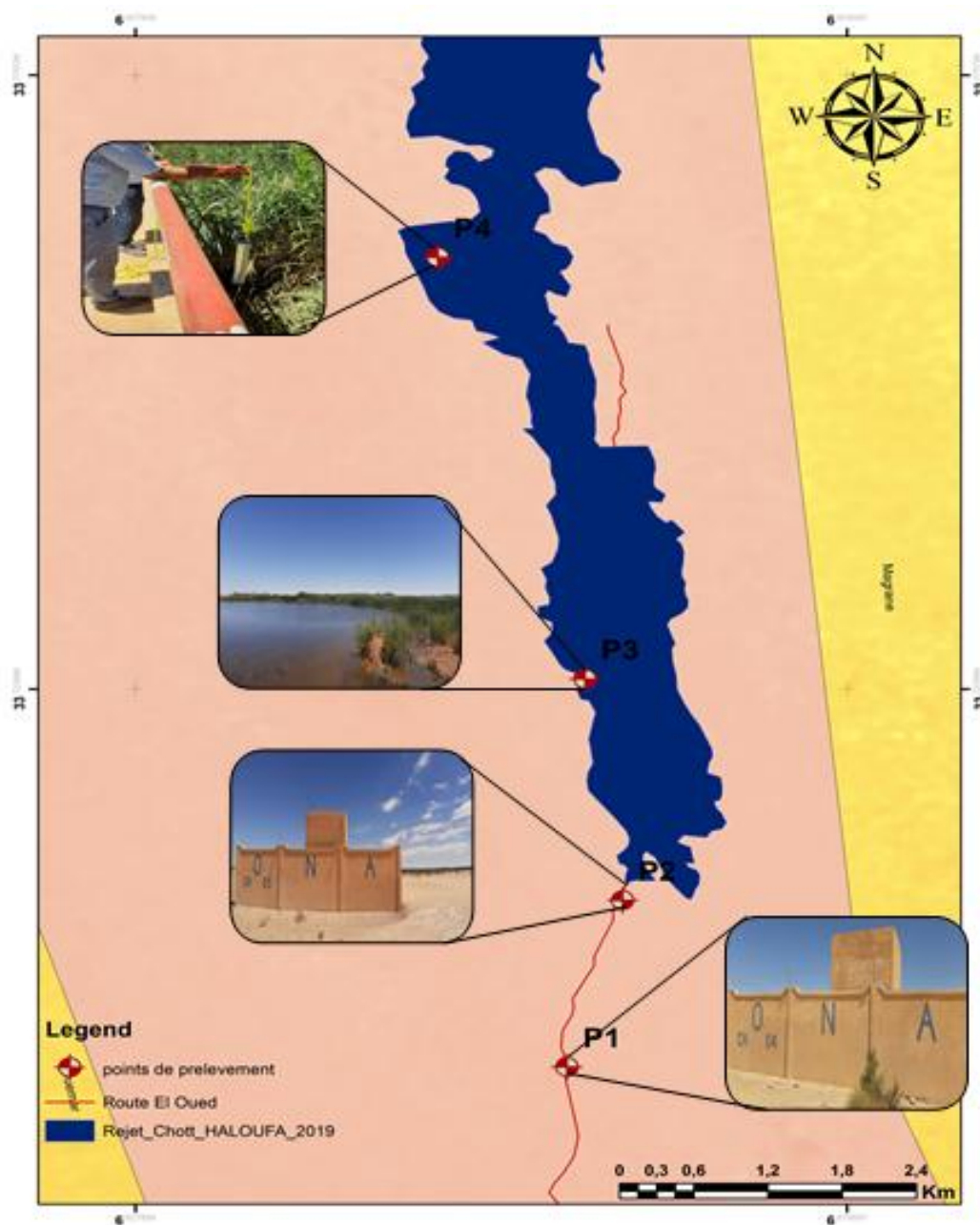
**Figure (28) :** la surface de rejet Chott HALLOUFA en 2019

(réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)



### III.2. campagne d'analyse:

Le 05/05/2019, en coordination avec le Office National d'Assainissement, nous avons réalisé une campagne d'analyses au niveau de Chott HALLOUFA afin de collecter des échantillons d'eau (figure 29) pour connaître et suivre la qualité de l'eau de rejet.



**Figure (29) :** les points des prélèvements de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019  
(réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

Pour l'achèvement des travaux nécessite la présence d'outils spéciaux pour permettre l'extraction des échantillons :

### ✓ Les étapes de travail

- Engagement à la présence d'équipements de protection spéciaux (Des gants ,botte...)
- Pour atteindre les meilleurs résultats doivent être lavés échantillons préleveur et des bouteilles avec de l'eau distillée avant chaque opération.
- Préserver la température des échantillons en les plaçant dans un sac chauffant



**figure (30) : les matériels de prélèvement (réalisé par : said bekkari et abdallah zidi)**

### III.4. résultats et discussion :

Après l'obtention des échantillons et la réalisation des tests de laboratoire, les résultats de l'étude et de la comparaison ont été développés en fonction des cartes locales et des quantités obtenues grâce à un système appelé arcgis.

### **III.4.1. définition d'un système d'information géographique ( SIG ) :**

Un système d'Information Géographique est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent.

Les SIG offrent toutes les possibilités des bases de données (telles que requêtes et analyses statistiques) et ce, au travers d'une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes. Ces capacités spécifiques font du SIG un outil unique, accessible à un public très large et s'adressant à une très grande variété d'applications.

#### **III.4.1.1. Les composants d'un SIG :**

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

Matériel : Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

Logiciels : Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Principaux composants logiciel d'un SIG : Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques. Système de gestion de base de données. Outils

géographiques de requête, analyse et visualisation. Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

Données : Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

Utilisateurs : Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique.

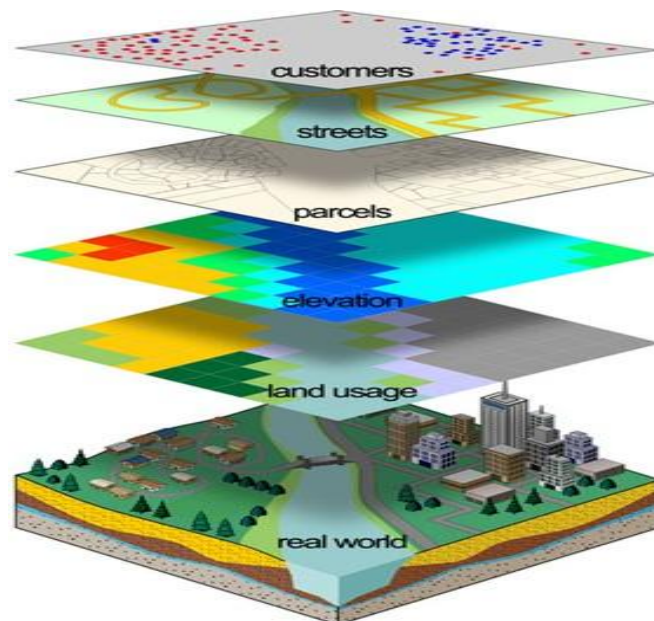
Méthodes : La mise en oeuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.



### III.4.1.2 Comment fonctionne un SIG :

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

**Références géographiques** L'information géographique contient soit une référence géographique explicite (latitude & longitude ou grille de coordonnées nationales) ou une référence géographique implicite (adresse, code postal, nom de route...). Le géocodage, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la terre afin de les analyser.



**Figure (31) :** forme de couches thématiques. Refaire

Les Systèmes d'Information Géographique exploitent deux différents types de modèles géographiques :

- 1- Le modèle vecteur Dans le modèle vecteur, les informations sont regroupées sous la forme de coordonnées x, y. Les objets de type ponctuel sont dans ce cas représentés par un simple point. Les objets linéaires (routes, fleuves...) sont eux représentés par poly ligne. Les objets polygonaux (territoire géographique, parcelle...) sont, quant à eux, représentés par des polygone

- 2- Le modèle raster Le modèle raster, quant à lui, est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol...

#### **III.4.1.3. Domaines d'application de SIG :**

Les SIG aident à la prise de décision, à la planification et à la gestion dans un environnement de résolution de problèmes. Les exemples suivant, montrent les possibilités d'applications des SIG.

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| * Hydraulique                    | * Risques d'inondation |
| * Urbanisme                      | * Collecte des déchets |
| * Mine et pétrole                | * Militaire            |
| * Agriculture                    | * Géomarketing         |
| * Gestion durable des ressources | * Santé Publique ..... |

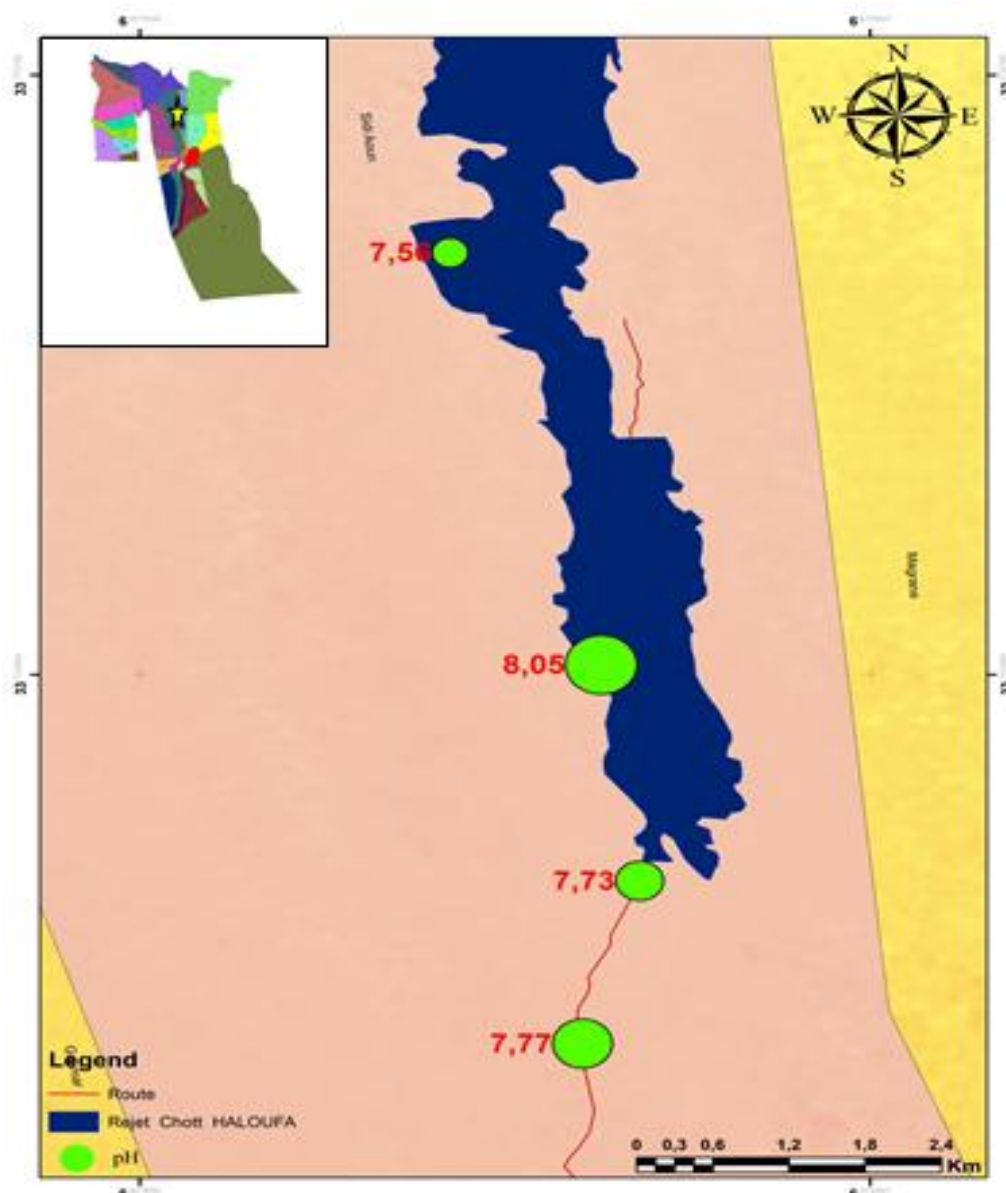
#### **III.4.2. Le potentiel d'hydrogène ( pH ) :**

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons.

En région bruxelloise, on admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale.

- Le taux du potentiel d'hydrogène (pH) dans les eaux du rejet en 2019:

L'examen de la carte potentiel d'hydrogène (pH)(figure 32) Nous observons une fluctuation de la valeur du pH d'un point à un autre, sans toutefois dépasser les normes nationales pour l'eau en aval  $5.5 < \text{pH} < 8.5$



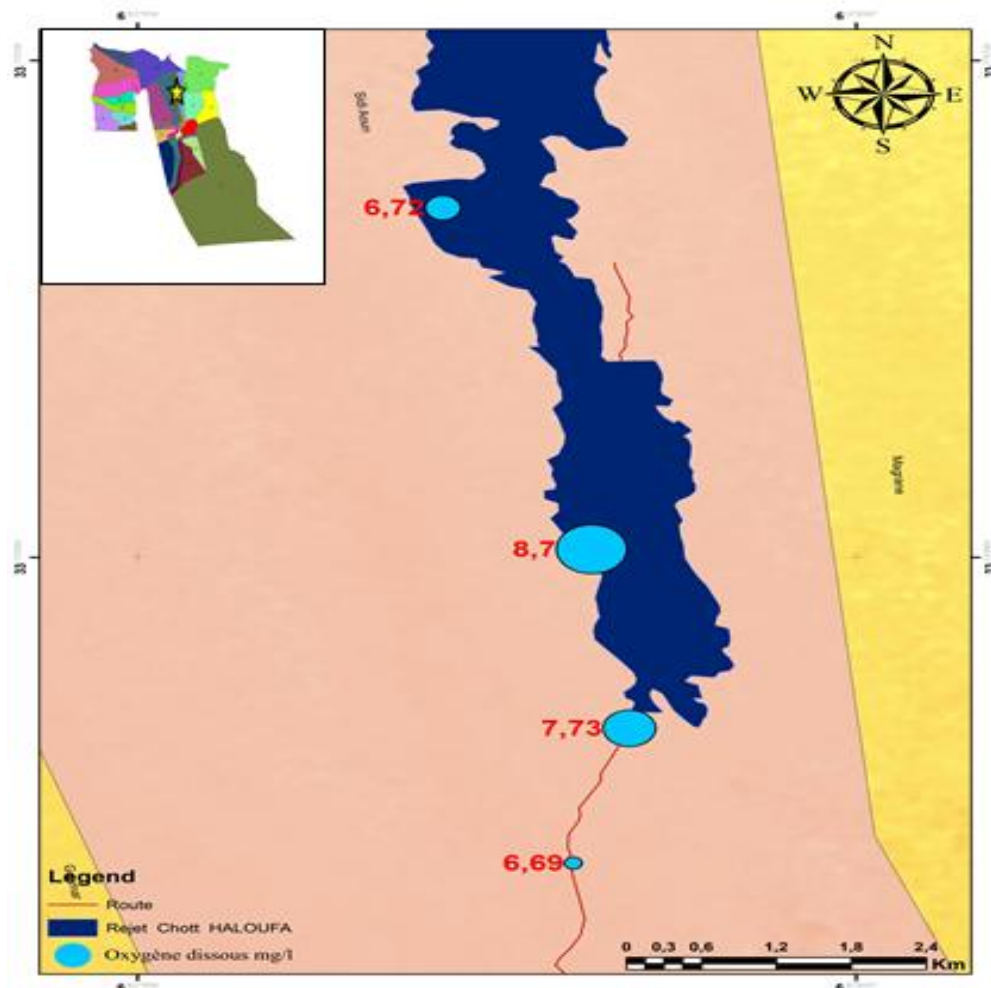
**Figure (32) :** pH des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

#### III.4.3. Oxygène dissous ( $O_2$ ) :

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle d, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en

nutriments. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau



**Figure (33 ) : Oxygène dissous ( $O_2$ ) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019**  
(réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

- Le taux du Oxygène dissous ( $O_2$ ) dans les eaux du rejet en 2019:

L'examen de la carte des Oxygène dissous( $O_2$ ) (Figure 33) Notez la valeur croissante de  $O_2$  dans les trois points et sa chute dans le dernier point tout en restant dans la zone  $mg/l$  spécifiée des normes  $>5$  nationales  $O_2$

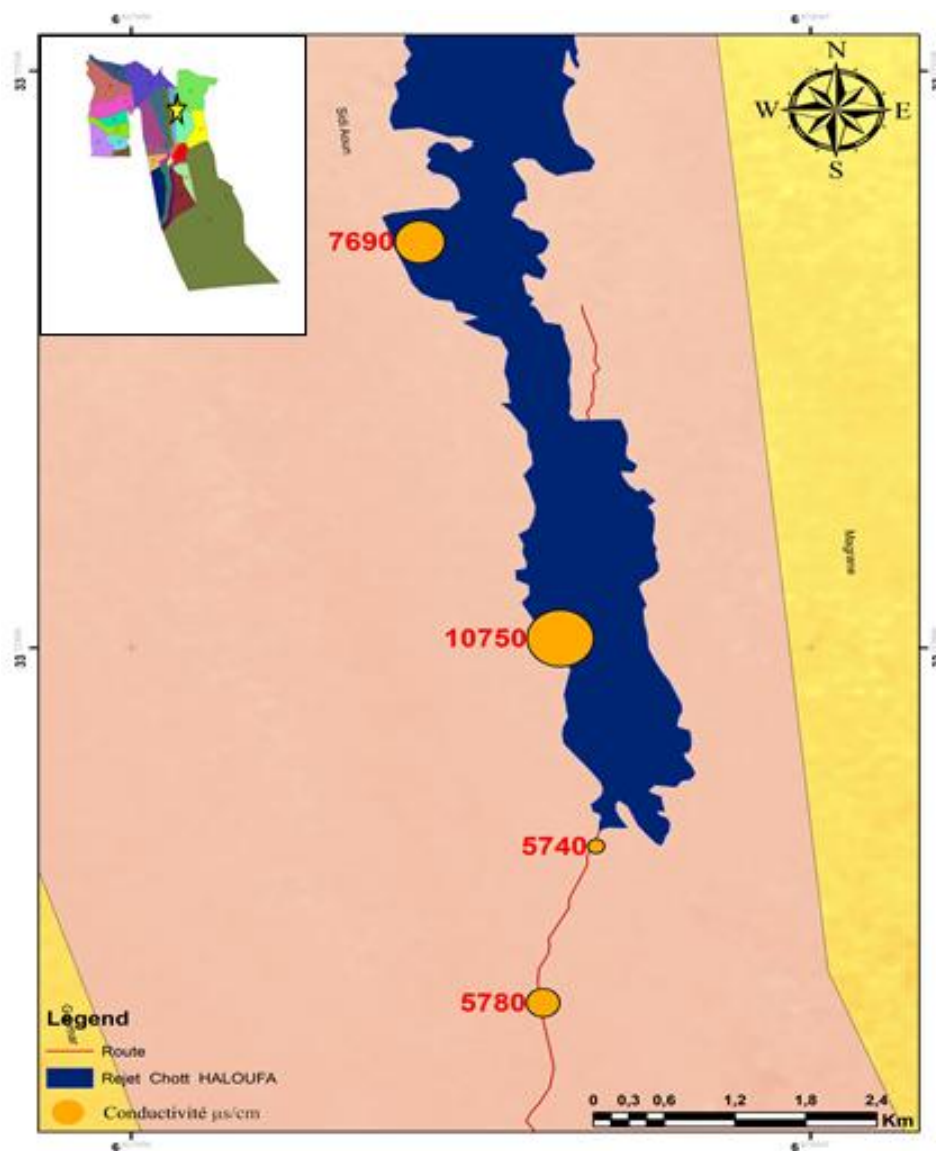
#### III.4.4. Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique (CE) est une expression numérique de la capacité d'une solution

à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime. Généralement en milli-siemens par mètre (mS/m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux usées.

- Le taux du Conductivité électrique (CE) dans les eaux du rejet en 2019 :

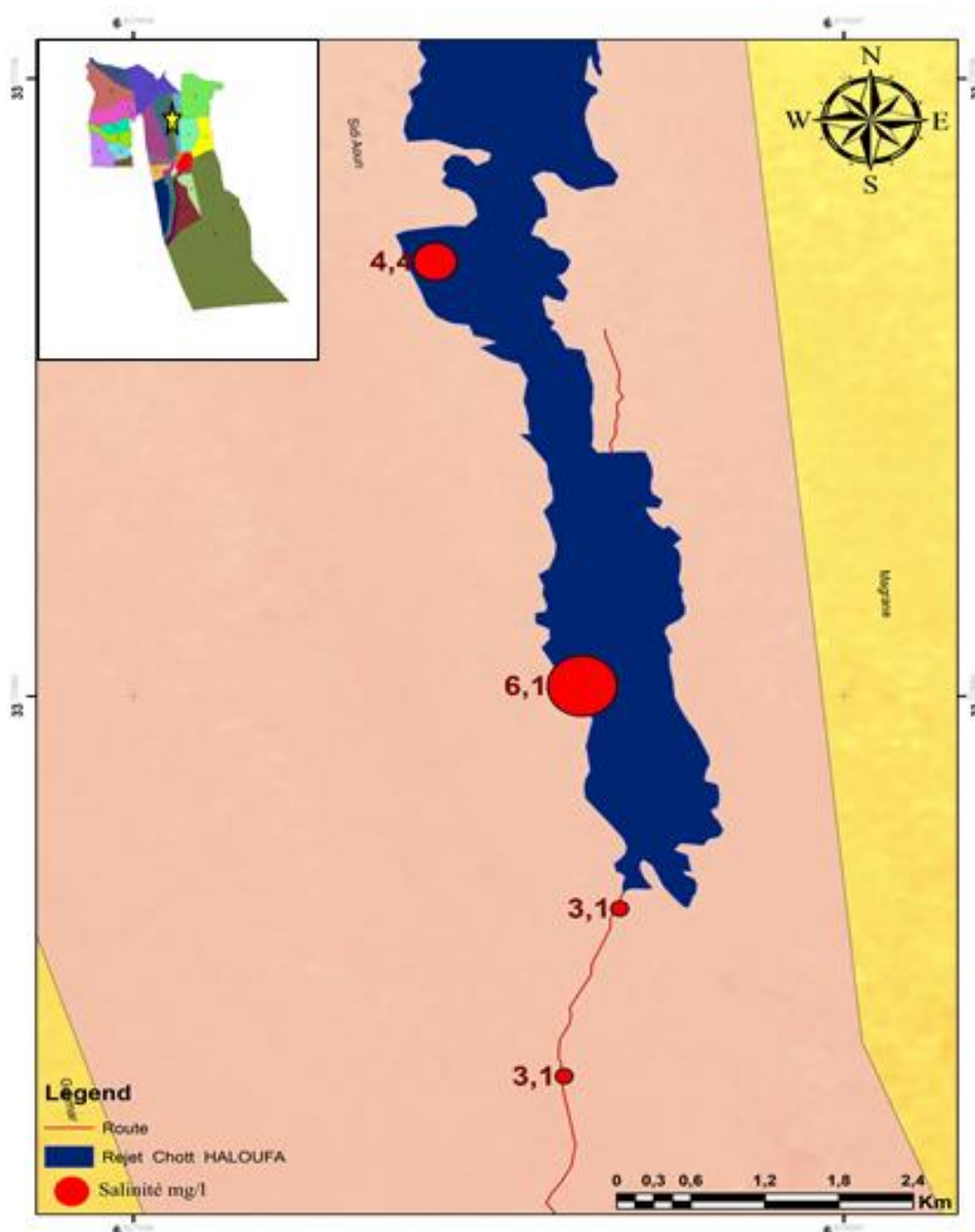
L'examen de la carte des Conductivité électrique (CE) (Figure 34) Notez qu'il y a une grande mobilité pour la plupart des points et n'est pas conforme aux normes nationales spécifiques.



**Figure (34) :** Conductivité électrique (CE) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

#### III.4.5. La salinité :

Selon R.S.AYERS et D.W.WESTCOT (1988) ; quand les eaux d'irrigation sont chargées en sels, ces derniers s'accumulent dans la zone racinaire après que la plante ait prélevé l'eau. Ces sels s'épaississent et limitent la disponibilité de l'eau dans le sol pour la culture. Les directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation.



**Figure (35) :** Salinité des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019(réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

- Le taux la salinité dans les eaux du rejet en 2019:

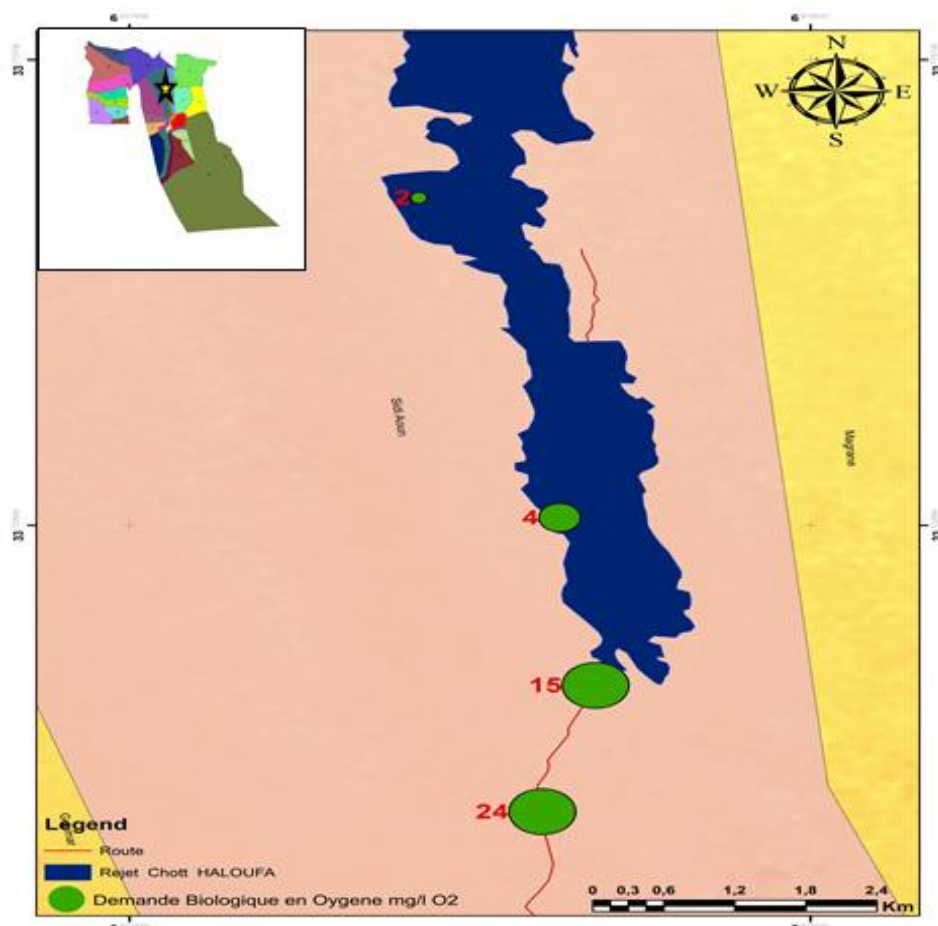
L'examen de la carte la salinité (Figure 35) Nous observons la stabilité du ratio aux points 1 et 2 et la hausse du point 3 et la diminution à nouveau mais ne correspondait pas aux normes nationales.



#### III.4.6. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>):

La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (graisses, hydrates de carbone, tensioactifs, etc.).

prélèvement d'oxygène se fait au détriment des autres organismes vivants du milieu aquatique. En ce qui concerne les eaux domestiques, environ 70% des composés organiques sont généralement dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours. L'indicateur utilisé est généralement la DBO<sub>5</sub> qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée. Plus la DBO<sub>5</sub> est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon est élevée.



**figure (36) :** Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)



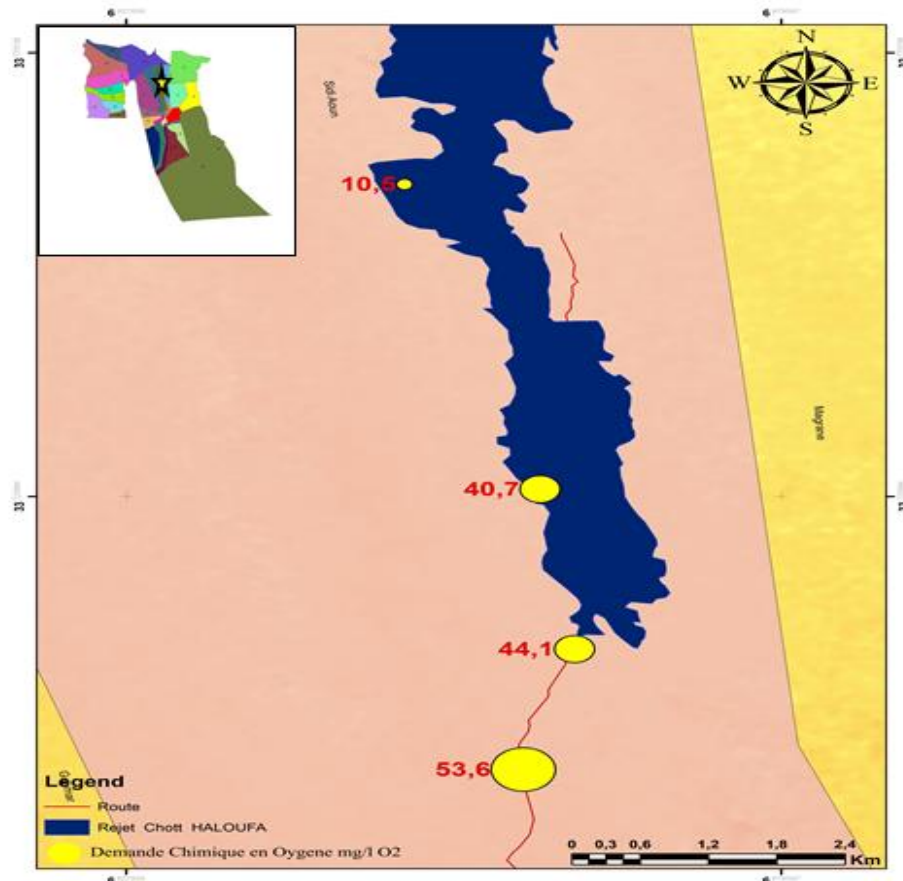
- Le taux dans les eaux du rejet du La demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ ) en 2019 :

:L'examen de la carte du La demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ ) (Figure 36) Nous notons une diminution marquée du rapport de  $DBO_5$  de P1 à P4 où P1 24 mg/l et P2 étaient respectivement de 24 mg/l et 15 mg/l et diminués dans P3 et P4 4 et 2 mg/l mais ils sont conformes aux normes nationales ( $DBO_5$ ) < 40 mg/l .

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

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (exceptés quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

- Le taux du La demande chimique en oxygène (DCO) dans les eaux du rejet en 2019:  
L'examen de la carte La demande chimique en oxygène (DCO) (Figure 37) Notez la valeur décroissante de DCO de P1 à P4 et conforme aux normes nationales  $DCO < 125$  mg/l

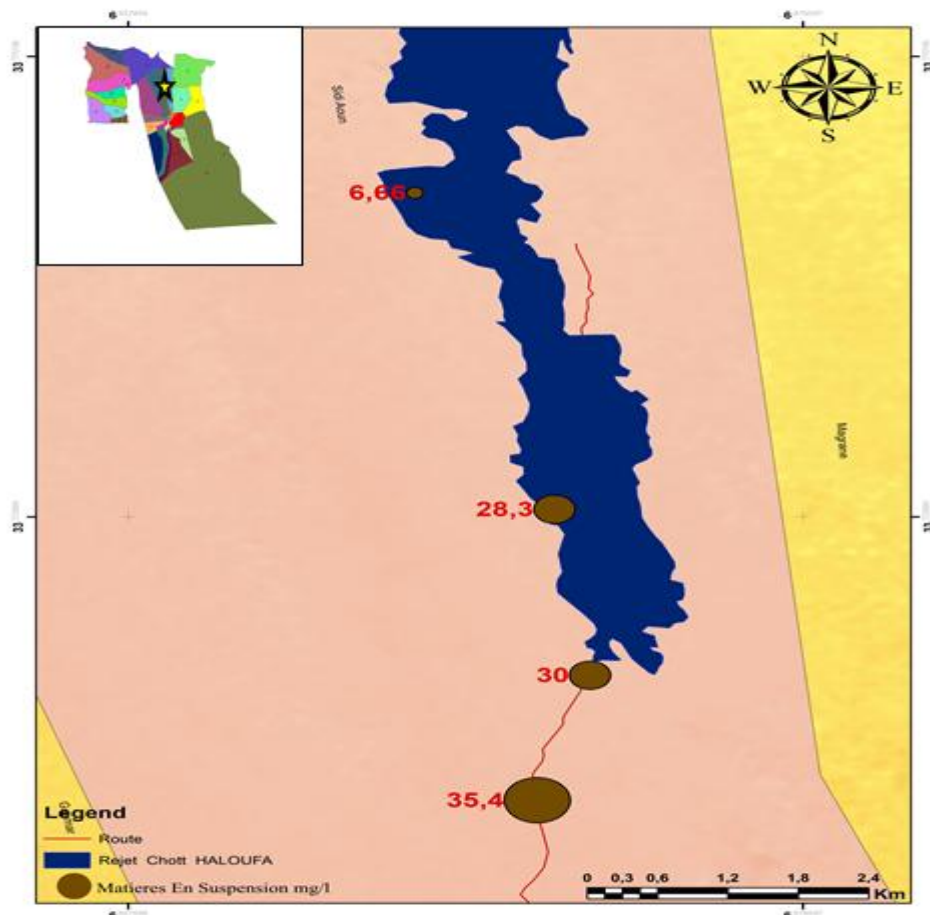


**Figure (37) :** la Demande Chimique en Oxygène (DCO)des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

#### III.4.8. Matières en suspension (MES):

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l.



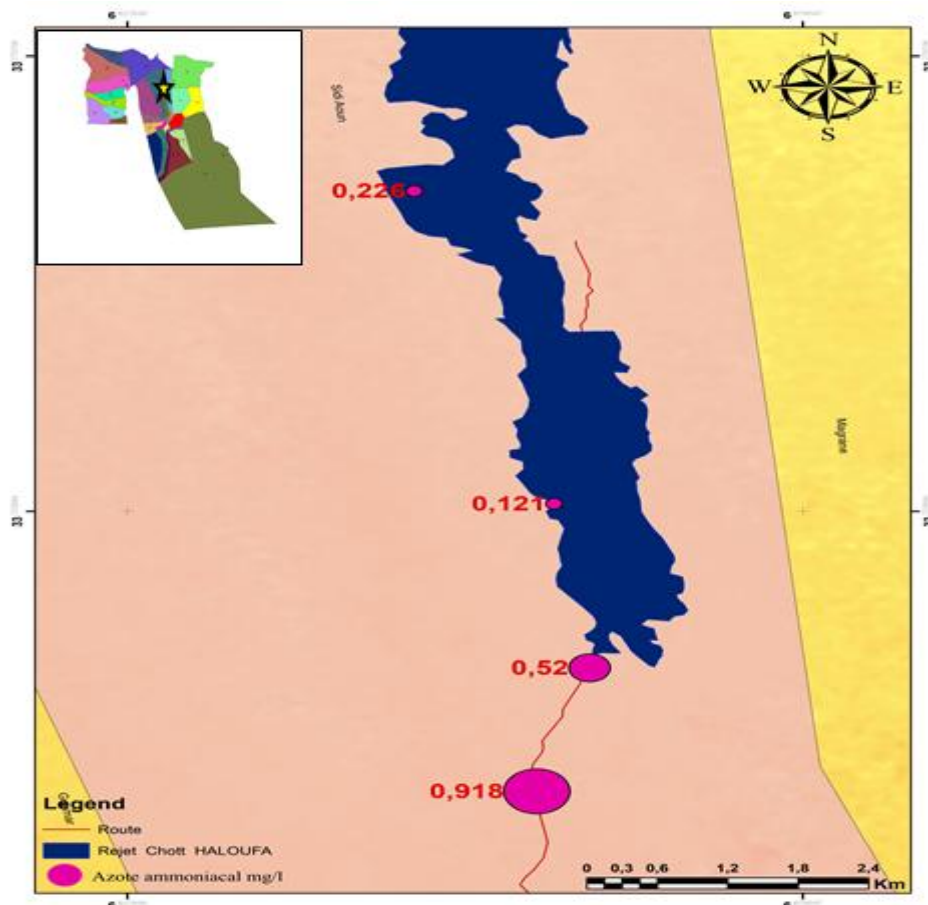
**Figure ( 38 ) :** Matières En Suspension (MES)des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

- Le taux du Matières en suspension (MES) dans les eaux du rejet en 2019 :

L'examen de la carte Matières en suspension (MES) (Figure 38) Nous observons une diminution de la valeur de mes sur l'extension longitudinale du substrat de P1 à P4 et conforme aux normes nationales  $MES < 40 \text{ mg/l}$

#### III.4.9. l'azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$ :

La concentration en ammonium est indicatrice de la pollution des eaux, soit par le déversement des eaux usées ménagères, soit au lessivage des sols agricoles. Etant donné que l'ammonium n'est pas très stable au plan chimique, car durant le temps qui s'écoule entre le prélèvement et l'analyse au laboratoire, une importante dégradation biologique peut se produire durant le transport. Cette transformation est particulièrement sensible pour de faibles concentrations. Il faut alors garantir une réfrigération adéquate de l'échantillon lors du prélèvement et du transport .



**Figure ( 39 ) :** Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

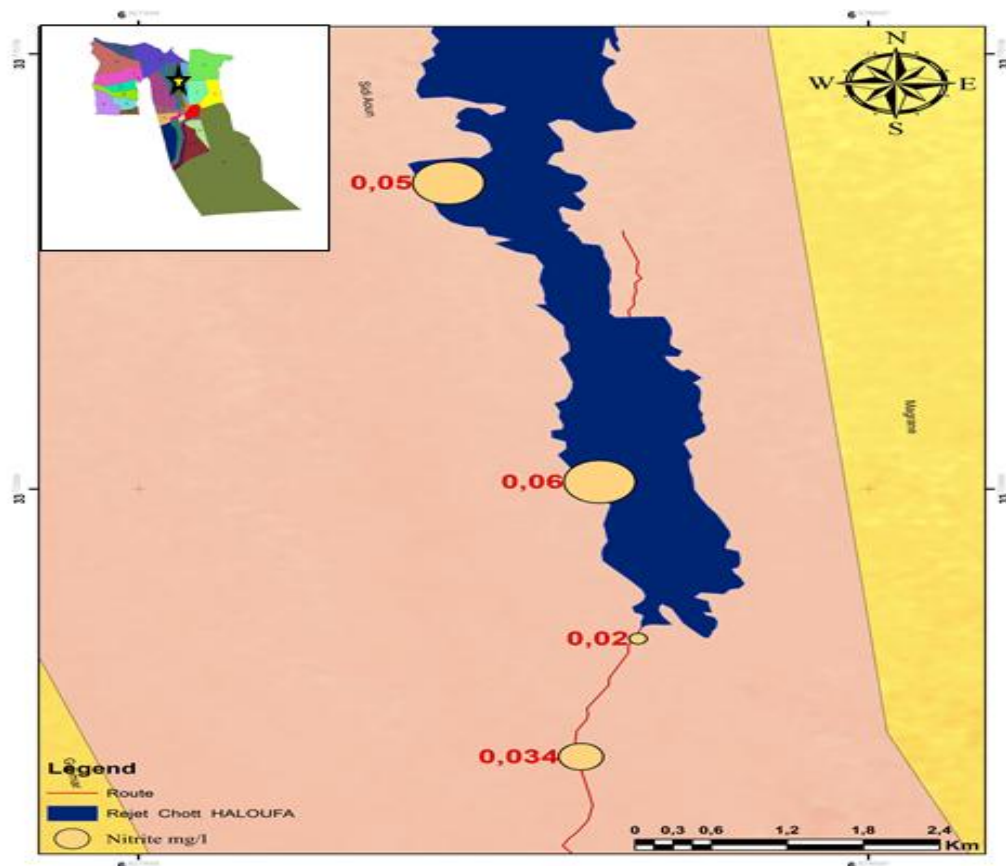
- Le taux du Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) dans les eaux du rejet en 2019:

L'examen de la carte Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (Figure 39) Nous notons une diminution significative de la valeur de l'ammoniac par rapport aux normes nationales  $\text{NH}_4^+ < 40 \text{ mg/l}$ .

#### III.4.10. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :

Les nitrites sont instables au plan biochimique. Entre le remplissage des flacons et l'analyse au laboratoire, une importante dégradation biologique peut se produire durant le transport. En présence de fortes concentrations en ammonium dans l'échantillon, les nitrites peuvent également apparaître par nitrification ; c'est la raison pour laquelle les échantillons devrait être réfrigérés ( $< 4^\circ\text{C}$ ) et analysés rapidement après prélèvement.

Les nitrites sont très toxiques pour la faune. Des concentrations élevées en nitrites peuvent être observées par suite de la transformation biologique de l'ammonium en nitrates ou, en condition anaérobies lors de la dénitrification des nitrates en  $\text{NO}_2^-$  ou  $\text{N}_2$  gazeux.



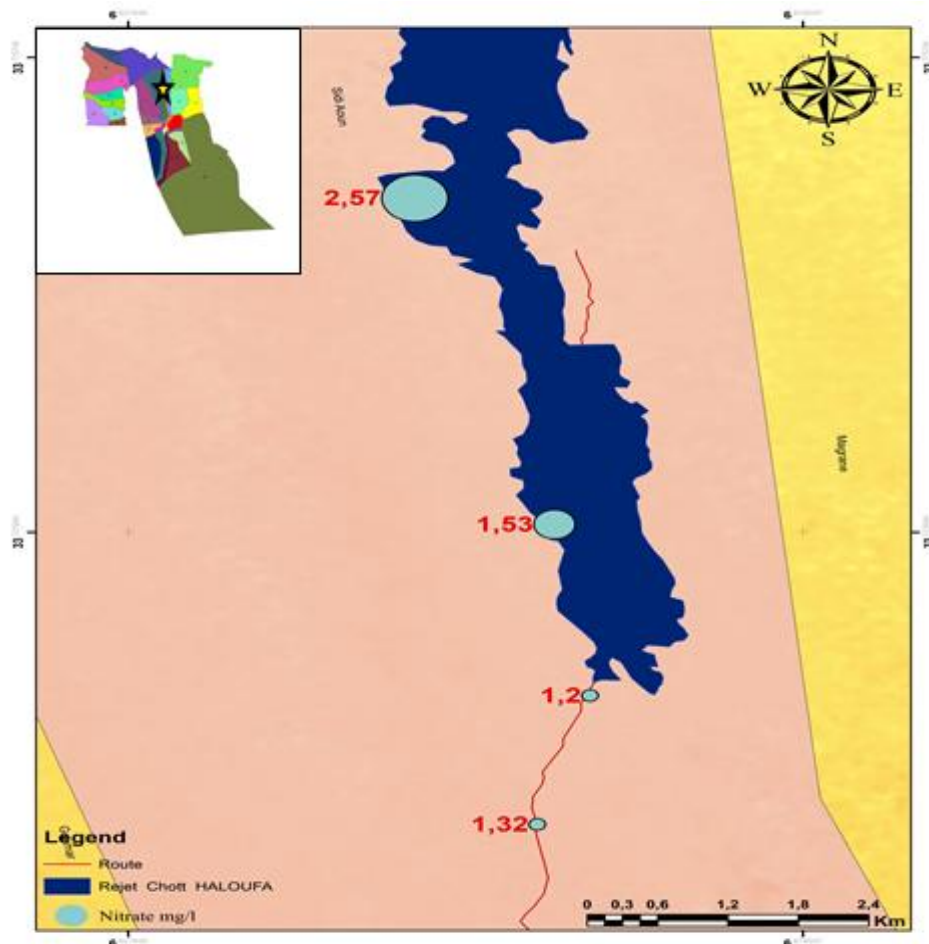
**Figure (40) :** Nitrites  $\text{NO}_2^-$  des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019 (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

- Le taux du Nitrites( $\text{NO}_2^-$ )dans les eaux du rejet en 2019:

L'examen de la carte Nitrites  $\text{NO}_2^-$  (Figure 40) Nous enregistrons une diminution significative de la valeur par rapport aux normes nationales et fluctuons leur propagation au niveau ponctuel  $\text{NO}_2^- < 10 \text{ mg/l}$ .

#### III.4.11. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ):

Les nitrates dans l'eau potable sont considérés comme un contaminant majeur. Ils sont, aujourd'hui, fréquemment constatés dans les aquifères. Dans les régions arides et régions semi-arides, les sources de nitrates dans les eaux souterraines sont soit liées à la pollution anthropique directe dans les villes ou avec le lessivage des engrais dans les zones agricoles (Girard et Hillaire Marcel, 1997). Par ailleurs, le transfert des nitrates vers les nappes est favorisé par une infiltration excessive d'eau d'irrigation ou de pluie.



**Figure (41):**Nitrates  $\text{NO}_3^-$  des eaux de rejet Chott HALLOUFA en Mai 2019(réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

- Le taux du Nitrates dans les eaux du rejet en 2019 :

L'examen de la carte des nitrates (Figure 41) Nous observons une augmentation de la valeur des nitrates aux points 2, 3 et 4, conformément aux normes nationales  $\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$

\* Lors de la réalisation des travaux et de notre contact avec l'environnement, nous avons constaté l'existence d'une faune diversifiée et d'un environnement naturel différent. Nous avons trouvé plusieurs espèces d'oiseaux et certains poissons ont créé une zone écologique propre à leur permettre de vivre et de se reproduire, ce qui indique que la région de Chott est une zone écologique pour les êtres vivantes, exempt de pollution. Donc on peut considérer Chott HALLOUFA une nouvelle zone écologique il faut la protégée.





**Figure (42) :**Un œuf de oiseaux dans le Chott HALLOUFA. (réaliser par : said bekkari et abdallah zidi)

## Conclusion

- Ces travaux nous ont permis de déterminer la localisation géographique du Chott HALOUFA et de suivre l'évolution de la région de 2013 à 2019. Nous avons constaté une forte augmentation de la superficie qui a doublé. En 2013 la surface de plan d'eau arrivée de 2,5 km<sup>2</sup>, et en 2016 développée jusqu'au d'environ 6,5 km<sup>2</sup> pour atteindre 11,5 km<sup>2</sup> en 2019.

- Après avoir mené la campagne d'échantillonnage et comparé les résultats obtenus avec les normes nationales, nous avons constaté ce qui suit:

✓ Éléments compatibles avec les normes nationales :

potentiel d'hydrogène (pH), Oxygène dissous (O<sub>2</sub>) , demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>),

demande chimique en oxygène (DCO) , Matières en suspension (MES) ,l'azote Ammoniacal( NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrites( NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) Nitrites( NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

.

✓ Éléments non conformes aux normes nationales :

Conductivité électrique (CE) , la salinité.

.- Pour réduire le taux de la salinité et Conductivité électrique préfère raccordement le réseau de drainage avec station de traitement avant d etre transféré à Chott HALLOUFA .

Puisque les eaux de Chott HALLOUFA conforme aux normes nationales ,il est conseillé de créer une zone de protection quelques des animaux qui peut vivre dans cette zone .



# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

À la fin des travaux, nous avons identifié l'emplacement géographique de la zone et identifié les caractéristiques climatiques qui la caractérisaient et mis en évidence la nature du terrain. Géologique (Remla ,Ami,Sahane) comme nous avons examiné le côté social et économique et en favorisant les activités économiques de l'agriculture.

La région d'El Oued est confrontée au phénomène de la remontée des eaux depuis une quarantaine d'années et qui ne cesse de prendre de l'ampleur chaque année.

Le phénomène de remontée des eaux de la nappe phréatique a pris des dimensions très alarmantes ces dix dernières années; l'utilisation des eaux des nappes profondes (le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal) d'une façon excessive a augmenté considérablement le volume des apports, ainsi que l'absence d'un exutoire naturel pour les rejets des eaux d'assainissement domestique et industriel, sont les principales causes de ce déséquilibre écologique. Contribuant au dépérissement des palmiers, l'inondation des cratères et des dépressions (Ghouts), entraîne des conséquences mortelles tant sur les plans d'environnement, l'agriculture, l'économie et la santé de la région du Souf. Et pour les remèdes de ce phénomène Pour remédier à ce phénomène, les autorités locales ont mené à bien des projets, notamment l'achèvement du réseau de drainage et du réseau d'égouts, qui ont créé une nouvelle installation appelée chott HALLOUFA.

Afin de connaître l'effet de la pollution de la zone de rejet sur l'environnement, nous avons été établis des cartes de ces indicateurs de pollution qui montraient que l'eau de la bouche de la conduite d'eau était compatible avec les normes nationales sauf la salinité et l'acidité et qu'il était prouvé que l'eau mélangée filtrée Filtre avec excès d'eau de drainage.

- Le potentiel d'hydrogène ( pH ) variée entre 7.56 à 8.05 comme il n'a pas dépassé les normes.
- L'oxygène dissous variée entre 6.69 mg/l à 8.7 mg/l comme il n'a pas dépassé les normes.
- La conductivité électrique variée entre 5740  $\mu$ S/cm à 10750  $\mu$ S/cm il a dépassé les normes.
- la salinité variée entre 3.1 mg/l à 6.1 mg/l il dépasse les normes.

- La demande biochimique en oxygène variée entre 2 mg/l à 24mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.
- la Demande Chimique en Oxygène variée entre 10.5 mg/l à 53.6 mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.
- Le Matières En Suspension variée entre 6.66 mg/l à 35.4 mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.
- Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) variée entre 0.121 mg/l à 0.918 mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.
- Le Nitrites  $\text{NO}_2^-$  variée entre 0.02 mg/l à 0.06 mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.
- Le Nitrates  $\text{NO}_3^-$  variée entre 1.2 mg/l à 2.57 mg/l comme il n'a pas dépasser les normes.

\* La oiseaux et les poissons existante montre qu'il n'ya pas d'effets négatifs sur l'environnement en aval, mais contribue au contraire à la création d'un nouvel environnement biochimique.

## Références

- **LE CHAARI M B, 1990.** Contribution à l'étude hydrogéologique des nappes superposées de la région d'El-oued. Mémoire Ing. Univ de Constantine. 100p.
- **ANRH, Janvier 2005.** Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El-oued.-
- **O.N.R.G.M, 1999.** Livet des substances utiles non métalliques de l'Algérie.-
- **Abdel-Monem MILOUDI, 2008.** Mécanismes et remèdes de phénomène de la remontée des eaux dans la région d'Oued Souf. Mémoire Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de MAGISTER Spécialité : Hydraulique. *UNIVERSITÉ KASDI MERBAHOUARGLA. P09.*
- **KHECHANA Salim, 2014.** Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper -aride Application sur la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien). Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences. *BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY. P06,p42.*
- **COTE M, 1998 .**Des oasis malades de trop d'eau. Revue sècheresse. N° 02 Vol 03. pp 123-130.
- **REMINI B, 2004.** La remontée des eaux dans la région d'El-Oued. Revue vecteur environnement Canada.
- **VOISIN R, 2004.** Le Souf monographie, Edit El Walid. 319p.
- **D.S.A. a, 1998.**La remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de oued Souf . Rapport de synthèse. P10.
- **BENAOUDA Anissa, MERABET Ibtissam. 2015.**Rentabilité de réseau de drainage vertical :causes et solutions proposées(Cas de la ville d'El-Oued). MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention du diplôme Master professionnel (LMD) en Hydraulique. Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued. P88-110.
- **ANRAH, Mars 2000:** Note relative à la remontée des eaux dans la vallée du Souf
- **Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles".** Novembre 2005. P1.2.3.
- **SALHI Hala. 2016,**Détermination de la piézométrie et la qualité des eaux de la nappe phréatique dans la zone urbaine(Cas de la commune d'El-Oued),MEMOIRE Présenté En vue de l'obtention du diplôme de Master en hydraulique. Université HAMMA LAKHDAR EL-Oued. P64.
- **DROUCHE Abdelmalek, 2014.**IMPACT DE LA REMONTEE DES EAUX SUR LA QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE ET SUR

L'ENVIRONNEMENT DANS LA VALLEE DU SOUF SUD-EST ALGERIEN. Thèse de Doctorat en Géologie appliquée Option: Hydrogéologie, UNIVERSITE MOKHTAR BADJI – ANNABA. P135-138.

# Annexe

**Tableau.1** : Arrêté interministériel correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux utilisées à des fins d'irrigation

| 2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES |                                  |       |                                   |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------|-----------------------------------|
| PARAMETRES                        |                                  | UNITÉ | CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE |
| Physiques                         | pH                               | —     | $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$     |
|                                   | MES                              | mg/l  | 30                                |
|                                   | CE                               | ds/m  | 3                                 |
|                                   | Infiltration le SAR = $0 - 3$ CE |       | 0.2                               |
|                                   | 3 - 6                            |       | 0.3                               |
|                                   | 6 - 12                           | ds/m  | 0.5                               |
|                                   | 12 - 20                          |       | 1.3                               |
| Chimiques                         | 20 - 40                          |       | 3                                 |
|                                   | DBO5                             | mg/l  | 30                                |
|                                   | DCO                              | mg/l  | 90                                |
|                                   | CHLORURE (Cl)                    | meq/l | 10                                |
|                                   | AZOTE (NO3 - N)                  | mg/l  | 30                                |
| Eléments toxiques (*)             | Bicarbonate (HCO3)               | meq/l | 8.5                               |
|                                   | Aluminium                        | mg/l  | 20.0                              |
|                                   | Arsenic                          | mg/l  | 2.0                               |
|                                   | Béryllium                        | mg/l  | 0.5                               |
|                                   | Bore                             | mg/l  | 2.0                               |
|                                   | Cadmium                          | mg/l  | 0.05                              |
|                                   | Chrome                           | mg/l  | 1.0                               |
|                                   | Cobalt                           | mg/l  | 5.0                               |
|                                   | Cuivre                           | mg/l  | 5.0                               |
|                                   | Cyanures                         | mg/l  | 0.5                               |
|                                   | Fluor                            | mg/l  | 15.0                              |
|                                   | Fer                              | mg/l  | 20.0                              |
|                                   | Phénols                          | mg/l  | 0.002                             |
|                                   | Plomb                            | mg/l  | 10.0                              |
|                                   | Lithium                          | mg/l  | 2.5                               |
|                                   | Manganèse                        | mg/l  | 10.0                              |
|                                   | Mercur                           | mg/l  | 0.01                              |
|                                   | Molybdène                        | mg/l  | 0.05                              |
|                                   | Nickel                           | mg/l  | 2.0                               |
|                                   | Sélénium                         | mg/l  | 0.02                              |
|                                   | Vanadium                         | mg/l  | 1.0                               |
|                                   | Zinc                             | mg/l  | 10.0                              |

(\*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.