



**République Algérienne Démocratique et Populaire**



**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued**

**Faculté des Science et Technologie**

**Département d'Hydraulique et de Génie civil**

## **MEMOIRE**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme Master professionnel (LMD) en  
Hydraulique

Option: **Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement**

## **THEME**

**Diagnostic et évaluation du risque d'échec  
d'une nouvelle stratégie de gestion des  
ressources en eau dans la vallée d'Oued Souf  
(SE algérien)**

**Présenté par :**

DAHA Tidjani

REGUIEGUE Khaled

**Soutenu publiquement devant le jury composé de:**

Mr. MILOUDI Abdel-Monem    M.A.A    Université d' El-Oued    Président

Mme. ZAIR Nadjat    M.C.B    Université d'El-Oued    Examineur

Mr. KHECHANA Salim    M.C.A    Université d' El-Oued    Promoteur

Promotion : Mai 2017

# REMERCIEMENTS

Nous remercies en premier lieu Dieu tout puissant pour m'avoir donné la force, la santé et la volonté d'accomplir ce modeste travail.

Nous voudrais tout d'abord d'exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur KHECHANA Salim Professeur à l'université d'El-Oued et le responsable de département d'Hydraulique et de Génie civil pour leurs encadrements, ses remarques pertinentes et ses suggestions qu'ont permis l'amélioration de la qualité de ce travail.

Nous voudrais également exprimer mes vifs remerciements aux membres du jury pour l'honneur Mr: MILOUDI Abdel-Monemet M<sup>m</sup>e ZAIR Nadjat qu'ils me font en acceptant de participer au jury.

Nous tiens à exprimer mes très vifs remerciements à tous mes enseignants du département d'hydraulique et de Génie civil et de la Faculté des Sciences et Technologie à l'université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

Nous exprimons mon profonde gratitude à tous mes collègues de l'université d'El Oued.

Nombreuses sont les personnes qui m'ont aidé durant l'acquisition des données et la préparation de ce travail, mais nous voudrais adresser mon remerciements plus particulièrement à :

- A.AMAMRA,DRE d'El-Oued
- S.BEN TICHA Chef du Groupe des Travailleurs ONA
- STEP 01 KOUININE

Nous étendons aussi des remerciements particuliers à la famille et les amis qui ne sont pas dissimuler leurs efforts et leur motivation pour nous.

Pour tous ceux qui ont apporté leur aide de près ou de loin à la réalisation de ce document, nous dis merci.

## **Résumé**

l'an 1985 la ville d'El-Oued a été déclarée en état d'alerte à cause de la situation catastrophique qui vit la région du problème de la remontée d'eau d'où résulte des inconvénients sur l'écologie et l'homme qui provoquent des dégâts sur tous les plans influe sur toute la zone.

En raison de la montée de l'eau dans la vallée d'Oued Souf, la direction des ressources hydriques a alloué un budget spécial pour éliminer ce problème en développant une nouvelle stratégie de quatre schémas : d'assainissement, de drainage, d'épuration et d'évacuation.

Pour cela, nous allons faire un diagnostic sur les quatre schémas directeurs : commençant par le système d'assainissement choisi à travers les 18 communes de la vallée, passant par une étude du système de drainage vertical. Avant la description et le diagnostic du système d'évacuation des eaux d'assainissement et de drainage après leurs épurations vers les chotts, nous allons encore diagnostiquer le système d'épuration formé par les quatre stations d'épuration (STEP), afin de proposer des solutions aux différents problèmes connus et des recommandations pouvant aider les décideurs à comprendre les causes de défaillance de ce méga projet au moins au court terme.

## Table des matières

Remerciement

Résumé

Liste des abréviations

Table des matières..... i

Liste des tableaux..... vi

Liste des figures..... vii

Liste des photos.....viii

N°	Titres	Page
<b>01</b>	<b>Introduction générale</b>	<b>01</b>
<i>Chapitre I : Présentation de la région d'étude</i>		
<b>I</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>02</b>
<b>II</b>	<b>Caractéristiques géographiques</b>	<b>02</b>
<b>II.1</b>	<b>Situation géographique</b>	<b>02</b>
<b>II.2</b>	<b>Répartition administratif et démographique</b>	<b>03</b>
<b>II.3</b>	<b>situation Topographique</b>	<b>05</b>
<b>II.3.1</b>	<b>Nature topographique de la région d'étude</b>	<b>05</b>
<b>II.3.2</b>	<b>Pente de terrain</b>	<b>05</b>
<b>III</b>	<b>Géologie de la région de Oued Souf</b>	<b>08</b>
<b>III.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>08</b>
<b>III.2</b>	<b>Cadre géologique et paléogéographique régional</b>	<b>08</b>
<b>III.3</b>	<b>Cadre géologique local</b>	<b>09</b>
<b>III.4</b>	<b>Interprétation des coupes</b>	<b>11</b>
<b>III.5</b>	<b>Stratigraphie</b>	<b>14</b>
<b>III.5.1</b>	<b>Formation de l'ère Secondaire</b>	<b>14</b>
<b>III.5.2</b>	<b>Formations de l'ère Tertiaire</b>	<b>16</b>
<b>III.5.3</b>	<b>Formations du Quaternaire</b>	<b>17</b>
<b>IV</b>	<b>Situation Climatique</b>	<b>17</b>
<b>IV.1</b>	<b>Climat de la région</b>	<b>17</b>

<b>IV.2</b>	<b>Etude des paramètres climatiques</b>	<b>17</b>
<b>A</b>	<b>La précipitation</b>	<b>17</b>
<b>B</b>	<b>La température</b>	<b>18</b>
<b>IV.3</b>	<b>Synthèse climatique</b>	<b>20</b>
<b>IV.3.1</b>	<b>Indice d'aridité</b>	<b>20</b>
<b>IV.3.2</b>	<b>Diagramme pluviothermique</b>	<b>21</b>
<b>IV.4</b>	<b>L' Humidité</b>	<b>22</b>
<b>IV.5</b>	<b>L'évaporation</b>	<b>23</b>
<b>IV.6</b>	<b>Le Vent</b>	<b>24</b>
<b>IV.7</b>	<b>L'insolation</b>	<b>25</b>
<b>V</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>27</b>
<i><b>Chapitre II: Hydrogéologie et hydrodynamique</b></i>		
<b>I</b>	<b>Introduction</b>	<b>29</b>
<b>II</b>	<b>Cadre Hydrogéologique Générale</b>	<b>29</b>
<b>II.1</b>	<b>Présentation des nappes aquifères de la région du Souf</b>	<b>30</b>
<b>II.2</b>	<b>Zone de recharge et exutoire</b>	<b>33</b>
<b>A</b>	<b>La recharge</b>	<b>33</b>
<b>B</b>	<b>L'exutoire</b>	<b>34</b>
<b>II.3</b>	<b>Estimation des réserves</b>	<b>35</b>
<b>II.4</b>	<b>Litho stratigraphie des Nappe d'El-Oued</b>	<b>35</b>
<b>II.4.1</b>	<b>Nappe phréatique</b>	<b>36</b>
<b>II.4.2</b>	<b>la nappe de complexe terminal</b>	<b>36</b>
<b>II.4.3</b>	<b>la nappe du continentale intercalaire</b>	<b>36</b>
<b>III</b>	<b>Etude des coupes hydrogéologiques</b>	<b>37</b>
<b>IV</b>	<b>L'étude piézométrique</b>	<b>39</b>
<b>IV.1</b>	<b>La carte piézométrique de la nappe CT de la vallée du Souf en 2011</b>	<b>39</b>
<b>IV.2</b>	<b>Carte piézométrique de la nappe phréatique d'El-Oued en Mai 2014</b>	<b>40</b>
<b>V</b>	<b>Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe du CT</b>	<b>42</b>
<b>V.1</b>	<b>Expérimentations des pompages d'essais</b>	<b>42</b>
<b>V.2</b>	<b>Essais des pompages</b>	<b>42</b>

<b>VI</b>	<b>LA REMONTEE DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE</b>	<b>43</b>
<b>VI.1</b>	<b>Principaux causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique</b>	<b>43</b>
<b>VI.2</b>	<b>Solution envisagée</b>	<b>44</b>
<b>VI.2.1</b>	<b>Schéma d'assainissement</b>	<b>45</b>
<b>VI.2.2</b>	<b>Schéma d'épuration</b>	<b>45</b>
<b>VI.2.3</b>	<b>Schéma de drainage</b>	<b>45</b>
<b>VI.2.4</b>	<b>Schéma d'évacuation</b>	<b>46</b>
<b>VI.3</b>	<b>Les objectifs attendus de la nouvelle politique de gestion</b>	<b>46</b>
<b>VI.3.1</b>	<b>Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe</b>	<b>46</b>
<b>VI.3.2</b>	<b>Réutilisation agricole des eaux drainées</b>	<b>46</b>
<b>VI.3.3</b>	<b>Augmentation du pouvoir épurateur du sol</b>	<b>46</b>
<b>VI.3.4</b>	<b>Maintient écologique et sanitaire du site de rejets</b>	<b>46</b>
<b>VI</b>	<b>Conclusion</b>	<b>47</b>
<b><i>Chapitre III: Diagnostic des systèmes d'assainissement et drainage vertical</i></b>		
<b>I</b>	<b>Introduction</b>	<b>49</b>
<b>II</b>	<b>Diagnostic d'assainissement</b>	<b>49</b>
<b>II.1</b>	<b>Assainissement collectif</b>	<b>49</b>
<b>II.2</b>	<b>Assainissement autonome</b>	<b>50</b>
<b>II.2.1</b>	<b>Qualité des eaux</b>	<b>51</b>
<b>II.3</b>	<b>Avantage du diagnostic</b>	<b>51</b>
<b>II.4</b>	<b>Rôle du diagnostic</b>	<b>51</b>
<b>II.5</b>	<b>Phases principales d'une étude de diagnostic</b>	<b>52</b>
<b>II.6</b>	<b>Présentation des conclusions de l'étude</b>	<b>52</b>
<b>II.7</b>	<b>Etats des lieux</b>	<b>53</b>
<b>II.8</b>	<b>Impact des eaux usées</b>	<b>54</b>
<b>II.9</b>	<b>Caractéristiques et état du réseau existant</b>	<b>55</b>
<b>A</b>	<b>caractéristiques du réseau existant</b>	<b>55</b>
<b>B</b>	<b>état du réseau existant</b>	<b>55</b>
<b>II.10</b>	<b>Station de relevage</b>	<b>60</b>
<b>II.11</b>	<b>Proposition des solutions et programme de</b>	<b>62</b>

	<b>réhabilitation</b>	
<b>III</b>	<b>Diagnostic du système de drainage vertical</b>	<b>63</b>
<b>III.1</b>	<b>Définition de drainage</b>	<b>63</b>
<b>III.2</b>	<b>Etude du système de drainage vertical</b>	<b>63</b>
<b>III.2.1</b>	<b>Etude du système de drainage vertical existant</b>	<b>63</b>
<b>III.2.2</b>	<b>Objectifs du système de drainage vertical</b>	<b>64</b>
<b>III.2.3</b>	<b>Principe de drainage</b>	<b>64</b>
<b>III.2.4</b>	<b>But du système de drainage existant</b>	<b>65</b>
<b>III.2.5</b>	<b>Plan du réseau</b>	<b>66</b>
<b>III.2.6</b>	<b>Paramètres de dimensionnement de réseau de drainage</b>	<b>66</b>
<b>III.2.7</b>	<b>Description du système</b>	<b>67</b>
<b>III.2.8</b>	<b>Caractéristiques des forages</b>	<b>67</b>
<b>III.2.8.1</b>	<b>Réalisation des forages</b>	<b>69</b>
<b>III.2.8.2</b>	<b>Equipement des forages</b>	<b>70</b>
<b>III.3</b>	<b>Rentabilité de réseau de drainage vertical</b>	<b>70</b>
<b>III.3.1</b>	<b>Identification des essais de puits et pompage d'essais</b>	<b>71</b>
<b>III.3.2</b>	<b>Interprétation des données des essais du pompage a longue durée</b>	<b>71</b>
<b>III.4</b>	<b>hypothèse du cause d'échec de système de drainage vertical</b>	<b>74</b>
<b>IV</b>	<b>Proposition des solutions le problème de la remontée des eaux souterraines</b>	<b>80</b>
<b>V</b>	<b>Conclusion</b>	<b>81</b>
<b><i>Chapitre IV: Diagnostic des systèmes d'épuration et évacuation</i></b>		
<b>I</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>84</b>
<b>II</b>	<b>CONSEQUENCES DE REJET DES EAUX USEES DANS LE MILIEU NATUREL</b>	<b>84</b>
<b>III</b>	<b>LA NECESSITE D'EPURATION</b>	<b>84</b>
<b>III.1</b>	<b>Les stations d'épuration (STEP)</b>	<b>84</b>
<b>III.1.1</b>	<b>Objectifs de base de l'épuration</b>	<b>85</b>
<b>III.1.2</b>	<b>Caractéristique les quatre Station d'épuration</b>	<b>86</b>
<b>III.2</b>	<b>Épuration des eaux usées</b>	<b>88</b>

<b>III.2.1</b>	<b>Procédé d'épuration des eaux usées à Oued Souf</b>	<b>88</b>
<b>III.2.2</b>	<b>Le lagunage aéré</b>	<b>88</b>
<b>III.3</b>	<b>Avantages et inconvénients du lagunage aéré</b>	<b>90</b>
<b>III.4</b>	<b>L'objectif du traitement</b>	<b>90</b>
<b>IV</b>	<b>Traitement (Cas de la STEP 01 Kouinine)</b>	<b>90</b>
<b>IV.1</b>	<b>Traitement physique</b>	<b>90</b>
<b>IV.2</b>	<b>Traitement biologique des eaux usées</b>	<b>92</b>
<b>IV.3</b>	<b>Collecte et séchage des boues</b>	<b>95</b>
<b>IV.4</b>	<b>Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage</b>	<b>95</b>
<b>IV.5</b>	<b>Problématique</b>	<b>96</b>
<b>IV.6</b>	<b>Analyse physico-chimique</b>	<b>97</b>
<b>IV.6.1</b>	<b>Le but général de la manipulation</b>	<b>97</b>
<b>IV.6.2</b>	<b>Le principe de La manipulation</b>	<b>97</b>
<b>IV .6.3</b>	<b>Echantillonnage</b>	<b>97</b>
<b>A</b>	<b>Analyse physico-chimique</b>	<b>97</b>
<b>B</b>	<b>Analyse biologique (Quatre stations dans la zone d'étude)</b>	<b>99</b>
<b>C</b>	<b>Les normes réglementaires</b>	<b>102</b>
<b>IV.7</b>	<b>Proposition des solutions</b>	<b>103</b>
<b>V</b>	<b>Schéma d'évacuation</b>	<b>103</b>
<b>V.1</b>	<b>Problématique de cette rejet</b>	<b>103</b>
<b>V.2</b>	<b>Causes du problème</b>	<b>105</b>
<b>V.3</b>	<b>Solutions proposées pour cette catastrophe</b>	<b>105</b>
<b>VI</b>	<b>Conclusion</b>	<b>106</b>
	<b>Conclusion générale</b>	<b>108</b>
	<b>Références bibliographique</b>	<b>110</b>

# Liste des abréviations

## Liste des abréviations

- A.B.H.S:** Agence de Bassin Hydrographique Sahara.
- A.D.E:** Algérienne Des Eaux.
- A.E.P :** Alimentation en Eau Potable.
- A.N.R.H :** l'Agence Nationale des Ressources Hydriques.
- B.G : Bonard et Guardel :** bureau des études conseillé de projet.
- BNEDR :** Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.
- C.D.T.N:** Centre de développement des techniques nucléaires.
- CI:** Continental Intercalaire.
- CT :** Complexe terminal.
- DBO<sub>5</sub> :** Demande Biologique en Oxygéné par 5 jour.
- DCO :** Demande Chimique d'un Oxygéné.
- DCF :** Direction De Conservation des Forêts.
- D.H.W :** Direction d'Hydraulique de la Wilaya.
- DN :** Diamètre Nominale.
- D.P.S.B :** Direction de La Programmation et du Suivi Budgétaires.
- D.R.E:** Direction des Ressources en Eau.
- D.S.A :** Direction des Services Agricoles.
- EH :** équivalents/habitants.
- H<sub>2</sub>S :** gaz d'hydrogène sulfuré.
- HTS:** Haute Teneur en Silice.
- MES :** Matières En Suspension.
- NB :** note besogne.
- N.D :** Niveau Dynamique.
- N.S :** Niveau Statique.
- O.N.A :** Office National d'Assainissement.
- O.N.M :** Office National de la Météorologie.
- P.E.H.D:** Le polyéthylène haute densité.
- PRV :** Matériau Plastique.
- PVC :** Polychlorure de vinyle.
- SAU :** Surface Agricole Utile.
- SIG :** Système d'Information Géographique.

**ST10** : Station de pompage des eaux de drainage.

**STEP** : Station d'épuration.

**U.N.E.S.C.O**: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

## La liste des tableaux

N°	Titres	Page
<b>I.1</b>	<b>Surface et population de la vallée de Souf par commune</b>	<b>4</b>
<b>I. 2</b>	<b>Altitude moyenne des différentes communes du Souf (DHW, 2012)</b>	<b>6</b>
<b>I.3</b>	<b>précipitations moyennes mensuelles durant la période (1978-2013)</b>	<b>18</b>
<b>I. 4</b>	<b>températures moyennes mensuelles durant la période (1978-2013)</b>	<b>19</b>
<b>I. 5</b>	<b>Classement en fonction de l'indice d'aridité (selon De Martonne)</b>	<b>20</b>
<b>I. 6</b>	<b>Couples température/ précipitation mensuelle interannuelle</b>	<b>21</b>
<b>I. 7</b>	<b>Humidité relative moyenne mensuelle (1978-2013)</b>	<b>22</b>
<b>I. 8</b>	<b>Evaporation moyenne mensuelle à Oued Souf en (1978-2013)</b>	<b>23</b>
<b>I. 9</b>	<b>vitesses du vent moyennes mensuelles à Oued Souf en (1978-2013)</b>	<b>24</b>
<b>I.10</b>	<b>Répartition moyenne mensuelle d'insolation à Oued Souf en (1990-2008)</b>	<b>25</b>
<b>II. 01</b>	<b>Épaisseur moyen des différents aquifères et estimation de la réserve</b>	<b>35</b>
<b>II. 02</b>	<b>Log stratigraphique et l'hydrogéologie de forage Barrémien dans la région du Souf</b>	<b>37</b>
<b>III. 01</b>	<b>Nombre de fosses septiques dans la vallée d'Oued Souf</b>	<b>50</b>
<b>III. 02</b>	<b>Caractéristique des matériaux composés d'une eau usée en souf</b>	<b>51</b>
<b>III. 03</b>	<b>Résumé sur les risques associe à des eaux résiduaires</b>	<b>54</b>
<b>III. 04</b>	<b>Informations sur les conduites et les regards</b>	<b>55</b>
<b>III. 05</b>	<b>Les problèmes dans les conduites PVC existants</b>	<b>55</b>
<b>III. 06</b>	<b>Etat des regards</b>	<b>56</b>
<b>III. 07</b>	<b>Les stations de relevage et pompage</b>	<b>61</b>
<b>III. 08</b>	<b>les coordonnées UTM des sites des essais de pompages</b>	<b>72</b>
<b>III. 09</b>	<b>Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D05</b>	<b>73</b>
<b>III. 10</b>	<b>Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D20</b>	<b>73</b>
<b>III. 11</b>	<b>Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D53</b>	<b>74</b>
<b>IV. 01</b>	<b>Consistance des travaux par centre d'agglomération</b>	<b>86</b>
<b>IV. 02</b>	<b>analyses physique-chimique</b>	<b>98</b>
<b>IV. 03</b>	<b>la concentration des matières en suspension est faible</b>	<b>99</b>
<b>IV. 04</b>	<b>un paramètre d'indication de la pollution biodégradable dans l'eau</b>	<b>99</b>
<b>IV. 05</b>	<b>un paramètre d'indication de pollution chimique</b>	<b>100</b>
<b>IV. 06</b>	<b>L'échantillonnage des quatre stations et des analyses dans les laboratoires</b>	<b>101</b>
<b>IV. 07</b>	<b>propriétés physico-chimiques</b>	<b>102</b>
<b>IV. 08</b>	<b>propriétés biologiques</b>	<b>102</b>

## La liste des figures

N°	Titres	Page
I.01	Situation géographique de la zone d'étude	3
I.02	Répartition administrative des chefs-lieux des communes de la vallée d'Oued Souf (Khechana. S, 2007)	5
I.03	Cartes topographique de la vallée du Souf (2004)	7
I.04	Carte géologique de la zone d'étude (Extrait d'après la carte du Sahara Septentrional G. Busson 1970)	10
I.05	Coupe Géologique N° 1 (A.N.R.H, 1989)Extraite à partir des logs lithologiques des forages	11
I.06	Coupe géologique N° 2 (A.N.R.H, 1989)Extraite à partir des logs lithologiques des forages	12
I.07	Coupe géologique N° 3 (A.N.R.H, 1989)Extraite à partir des logs lithologiques des forages	13
I. 08	Histogramme des précipitations moyennes	18
I. 09	Histogramme des température moyennes mensuelles	19
I. 10	diagramme pluviothermique de la station de Guemar durant la période(1978-2013)	21
I. 11	Histogramme de l'humidité relative moyenne	23
I. 12	Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle	24
I. 13	Histogramme des vitesses du vent moyennes	25
I. 14	Histogramme de l'insolation moyennes mensuelles	26
II. 01	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO,1972)	30
II. 02	Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement de la nappe (Cote Marc, 2006)	31
II. 03	Coupe Hydrogéologique du Souf (A.N.R.H, 1989)	38
II. 04	Coupe Hydrogéologique d'El- Hamraia, El-Oued (A.N.R.H, 1989)	39
II. 05	Carte piézométrique de la nappe CT de la vallée du Souf en 2011	40
II. 06	La carte piézométrique de la nappe phréatique de la région d'étude (mai 2014)	41
II.07	Schématisation générale du projet [Khechana. S, 2010]	45
III. 01	Assainissement de vallée de Oued Souf	50
III.02	Localisation des 58 forages de drainage à EL Oued (BG, 2004)	65
III. 03	Coupe transversale de forage	68
III. 04	Plan de réseau de drainage vertical existant	69
III.05	Courbe débit / Rabattement à D05	73
III.06	Courbe débit / Rabattement à D53	74
III.07	Localisation des forages et des puisards	76
III.08	rabattement et rabattement résiduel mesurés en D05	77
III.09	rabattement et rabattement résiduel mesurés en D20	77
III.10	rabattement et rabattement résiduel mesurés en D53	78
III.11	Structure interne de l'aquifère à la nappe libre d'El Oued et échec des forages de système de drainage vertical pour évacue les eaux de la remontée	80
IV. 05	Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage nature aéré	89

## La liste des photos

N°	Titres	Page
<b>III. 01</b>	<b>branchement irrégulier (BEGGAS et H. LIHIOU,2014)</b>	<b>56</b>
<b>III. 02</b>	<b>regard Incliné (BEGGAS et H. LIHIOU,2014)</b>	<b>57</b>
<b>III. 03</b>	<b>Regard n'est pas en service (BEGGAS et H. LIHIOU,2014)</b>	<b>57</b>
<b>III. 04</b>	<b>désagrégation en béton</b>	<b>58</b>
<b>III. 05</b>	<b>Fermeture des trous des regards</b>	<b>58</b>
<b>III. 06</b>	<b>des regards chargés du sable</b>	<b>59</b>
<b>III. 07</b>	<b>déchets bouchant les regards</b>	<b>59</b>
<b>III. 08</b>	<b>dégradation de tampon</b>	<b>60</b>
<b>III. 09</b>	<b>La bâche de la station de relevage (BEGGAS et H. LIHIOU, 2014</b>	<b>62</b>
<b>III. 10</b>	<b>Photos de forage en réalisée (BEBOUKHA.Y et MEDJOURI. M , 2011)</b>	<b>70</b>
<b>IV. 01</b>	<b>Technique dégrillage</b>	<b>91</b>
<b>IV. 02</b>	<b>Chambres de grès extracteur</b>	<b>92</b>
<b>IV. 03</b>	<b>La première phase de lagunage aéré (A1, A2, A3)</b>	<b>93</b>
<b>IV. 04</b>	<b>Le second composé</b>	<b>93</b>
<b>IV. 05</b>	<b>2ème phase de lagunage aéré (B .B2 .B3)</b>	<b>94</b>
<b>IV. 06</b>	<b>Troisième complexe</b>	<b>94</b>
<b>IV. 07</b>	<b>lagunages terminal ou les supplémentaires (F1.F2.F3)</b>	<b>95</b>
<b>IV. 08</b>	<b>Appareil PH mètre</b>	<b>97</b>
<b>IV. 09</b>	<b>Appareil Oxymétrie</b>	<b>98</b>
<b>IV. 10</b>	<b>mètre oxitop(DBO)</b>	<b>99</b>
<b>IV. 11</b>	<b>appareil Thermo-réacteur et spectrophotomètre pour mesurer DCO</b>	<b>100</b>
<b>IV. 12</b>	<b>La zone de rejet actuel d'El Oued</b>	<b>104</b>
<b>IV. 13</b>	<b>Arrivée des eaux usées traitées et des eaux de drainage (mélange) à Miha Fatma</b>	<b>104</b>
<b>IV. 14</b>	<b>La mort du bétail</b>	<b>104</b>

# *Introduction générale*

# INTRODUCTION GENERALE

L'eau sur terre c'est la vie ; c'est un bien commun à toute la population, mais, aussi, il est du devoir de chacun de la protéger et de veiller à une utilisation plus rationnelle dans l'intérêt de tout le monde.

Malheureusement, plusieurs régions sahariennes sont confrontées à des problèmes liées aux ressources en eau d'ordre quantitatif et qualitatif. Parmi ces régions, la vallée d'Oued-Souf qui souffre trop du problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique et ses conséquences néfastes sur l'environnement et sur la vie socio-économique de population.

Plusieurs efforts ont été fournis pour résoudre ce problème, le plus important parmi lesquels, est un projet d'assainissement et de drainage des eaux usées, d'irrigation et pluviale, qui rentre dans une stratégie de gestion des risques liés aux aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau, doté d'un enveloppe monétaire très important, basé, essentiellement, sur quatre schémas principaux : assainissement, drainage, épuration et évacuation des eaux épurées et drainer vers le site de rejet finale.

D'après les simulations faites par les bureaux d'étude, le projet a un garantie jusqu'à 2030, mais, après six (06)ans de mise en service, on trouve que les schémas de projet n'allons pas loin et pas mal de problèmes s'émergent, ce qui nous laisse parler au risque d'échec de ce projet de gestion des ressources hydriques dans la vallée de Oud-Souf.

Pour ce faire, nous avons proposé cette étude qui est basée sur le diagnostic et l'évaluation des risques d'échec de cette stratégie, qui se scinde essentiellement en quatre chapitres :

En premier chapitre, nous allons présenter la zone d'étude ;

En deuxième chapitre, nous allons parler de l'hydrogéologie et de l'hydrodynamique de la région étudiée ;

Dans les deux derniers chapitres, nous allons diagnostiquer les quatre schémas : d'assainissement, de drainage, d'épuration et d'évacuation, en vue de détecter les problèmes existants et proposer des solutions pour les résoudre ou les éviter.

# *Chapitre I*

## *Présentation de la région d'étude*

## I. INTRODUCTION

La wilaya d'El Oued est située au Sud-Est du pays au centre d'une grande cuvette synclinale.

Elle est située à environ 700 Km au Sud-est d'Alger et à 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Et devint une commune depuis 1957, une wilaya depuis janvier 1984 ce découpage a pour but de faciliter les conditions de vie sociale.

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 agglomère, 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 plantait 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.

## II. Caractéristiques géographiques

### II. 1. Situation géographique :

La wilaya d'El Oued est située au Sud-Est de l'Algérie, et de Nord-Est du Sahara septentrional elle est limitée par les wilayas suivantes (Fig. I. 01):

- Au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela, Tébessa.
- A l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla.
- au Sud par la wilaya d'Ouargla.
- A l'Est par la république tunisie

Géographiquement El Oued est limitée par les coordonnées suivantes :

- Longitudes  $X_1 = 05^{\circ}30'$  et  $X_2 = 07^{\circ}00'$  Est.
- Latitudes  $Y_1 = 35^{\circ}30'$  et  $Y_2 = 37^{\circ}00'$  Nord.

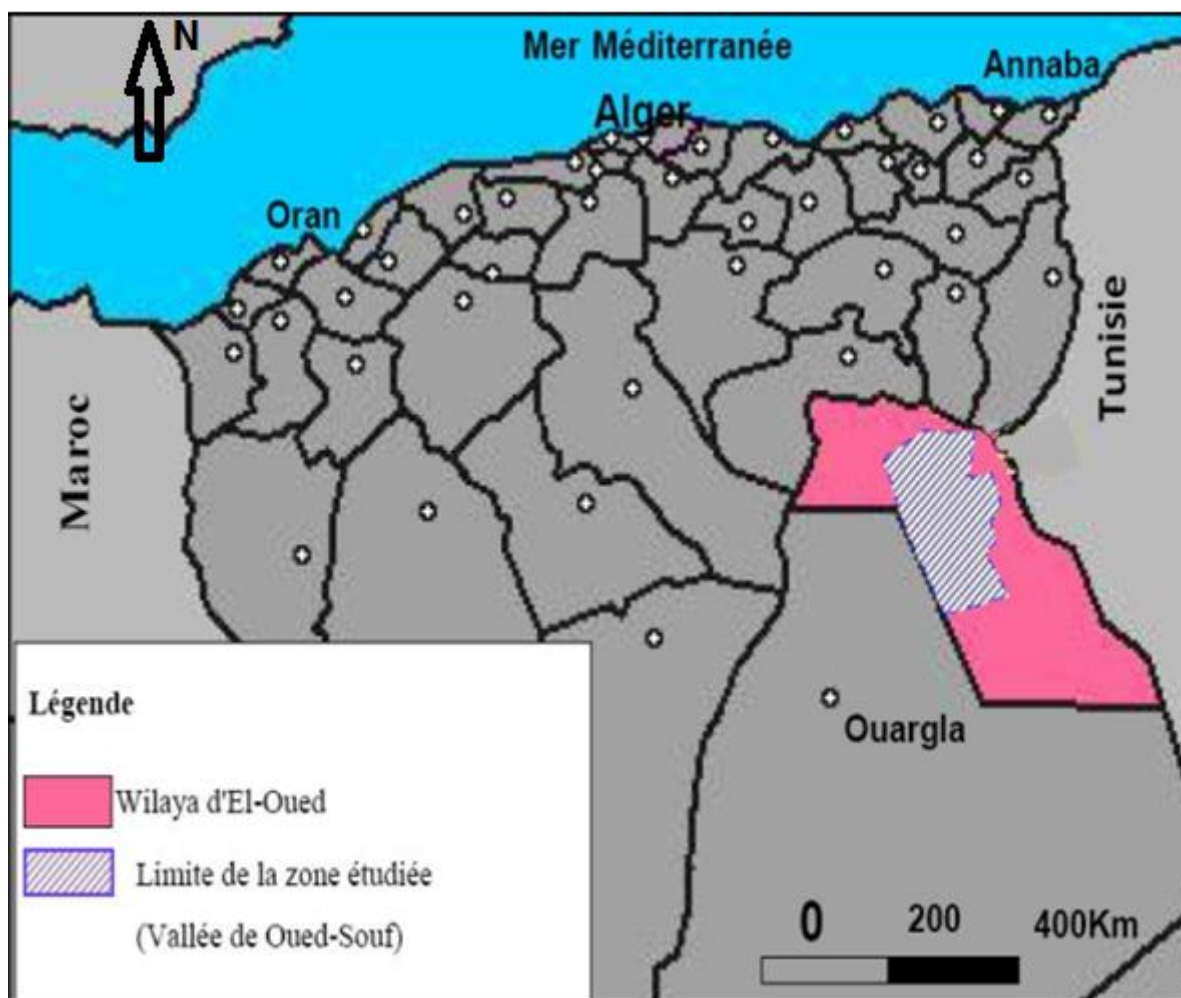


Fig.I.01 Situation administrative de la zone d'étude

## II. 2. Répartition administratif 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 552850 habitants, selon le recensement de 2014.

Selon le tableau I.1, nous constatons que la commune la plus peuplée est d'El-Oued (2074.5hab/km<sup>2</sup>), suivi par la commune de Hassani Abdelkerim (475.69hab/km<sup>2</sup>), sachant que la commune El-Ogla a la moindre densité populaire (5.39hab/km<sup>2</sup>).

**Tab.I.1: Surface et population de la vallée de Souf par commune**

N°	Commune	Population (hab)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densité populaire (hab/km <sup>2</sup> )
01	Hassi Khalifa	37 360	1112	33.6
02	El-Ogla	7 285	1352	5.39
03	Mih Ouansa	20 030	1111	18.03
04	El-Oued	159 735	77	2074.5
05	Robbah	25 940	499	51.98
06	Oued Allenda	7 675	712	10.77
07	Bayadha	38 160	139	274.53
08	Nakhla	15 465	700	22.09
09	Guemar	47 905	1264	37.89
10	Sidi Aoun	14 035	480	29.24
11	Trifaoui	9 925	474	20.94
12	Magrane	28 210	618	45.65
13	Ourmes	6 560	443	14.80
14	Kouinine	12 260	116	105.69
15	Reguiba	49 075	1966	24.96
16	Taghzout	16 285	539	30.21
17	Debila	29 355	78	376.45
18	Hassani Abdelkerim	27 590	58	475.69
<b>Total</b>		<b>552850</b>	<b>11747</b>	<b>47.06</b>

(D.P.S.B, 2014)

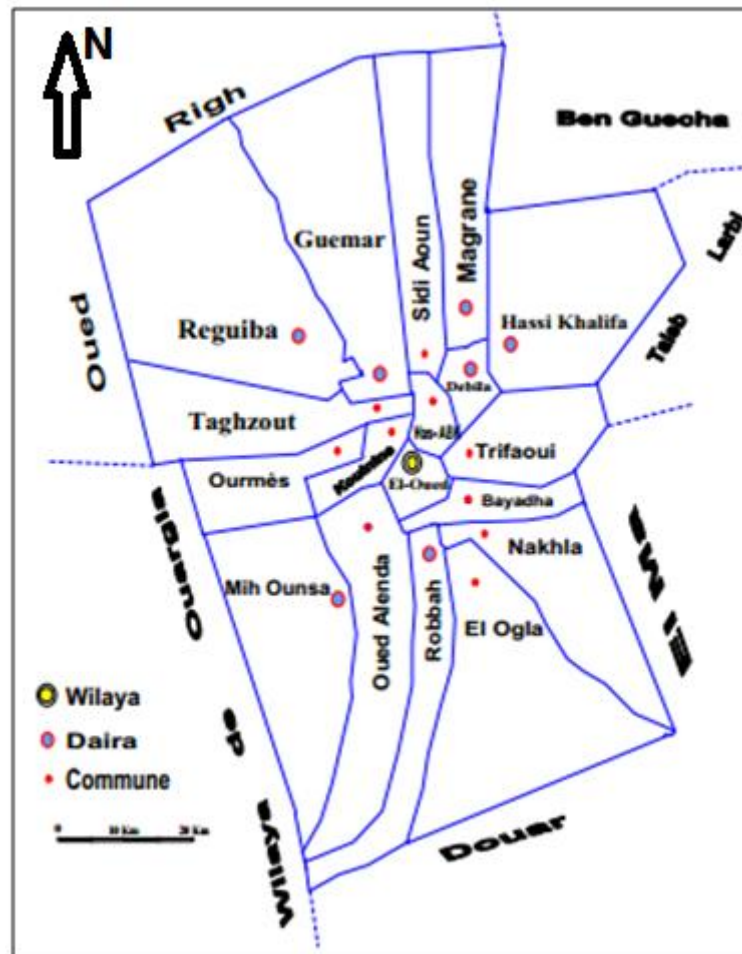


Fig.I.02: Répartition administrative des chefs-lieux des communes de la vallée d'Oued Souf (Khechana. S, 2007)

## II. 3. Situation Topographique

### II. 3. 1. Nature topographique de la région

La région de Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude, elle est située au Sud-est du pays. Le point le haut se trouve à la cote 125 m à la commune d'Essoualah, alors que le point le plus bas se trouve à la côte 29 m à la commune de Réguibia. L'altitude moyenne de la région est de 80 mètres avec une diminution notable du Sud vers le Nord de l'ordre 25 mètres au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara (ANRH, 2011).

### II. 3. 2. Pente de terrain

D'après la carte topographique (I-3), le pendage général de la zone d'étude est orienté Sud/Nord, avec une pente moyenne très faible (de l'ordre de 0,002 m/m à 0,003 m/m) et des

incidents liés à la présence des dunes. On constate d'après le tableau (I.2) que l'altitude moyenne de la commune d'El-Oued est de l'ordre de 77m

**Tableau I. 2: Altitude moyenne des différentes communes du Souf (DHW, 2012)**

<b>.N°</b>	<b>Commune</b>	<b>Altitude Moy (m)</b>	<b>.N°</b>	<b>Commune</b>	<b>Altitude Moy (m)</b>
<b>01</b>	<b>Hassi Khalifa</b>	<b>77</b>	<b>10</b>	<b>Sidi Aoun</b>	<b>54</b>
<b>02</b>	<b>El-Ogla</b>	<b>91</b>	<b>11</b>	<b>Trifaoui</b>	<b>81</b>
<b>03</b>	<b>Mouih Ouansa</b>	<b>91</b>	<b>12</b>	<b>Magrane</b>	<b>60</b>
<b>04</b>	<b>El- Oued</b>	<b>77</b>	<b>13</b>	<b>Ourmes</b>	<b>85</b>
<b>05</b>	<b>Robbah</b>	<b>93</b>	<b>14</b>	<b>Kouinine</b>	<b>75</b>
<b>06</b>	<b>Oued Allenda</b>	<b>83</b>	<b>15</b>	<b>Reguiba</b>	<b>57</b>
<b>07</b>	<b>Bayadha</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>Taghzout</b>	<b>78.5</b>
<b>08</b>	<b>Nakhla</b>	<b>85</b>	<b>17</b>	<b>Débila</b>	<b>62</b>
<b>09</b>	<b>Guemar</b>	<b>64</b>	<b>18</b>	<b>Hassani Abdelkrim</b>	<b>66</b>

(DHW, 2012)

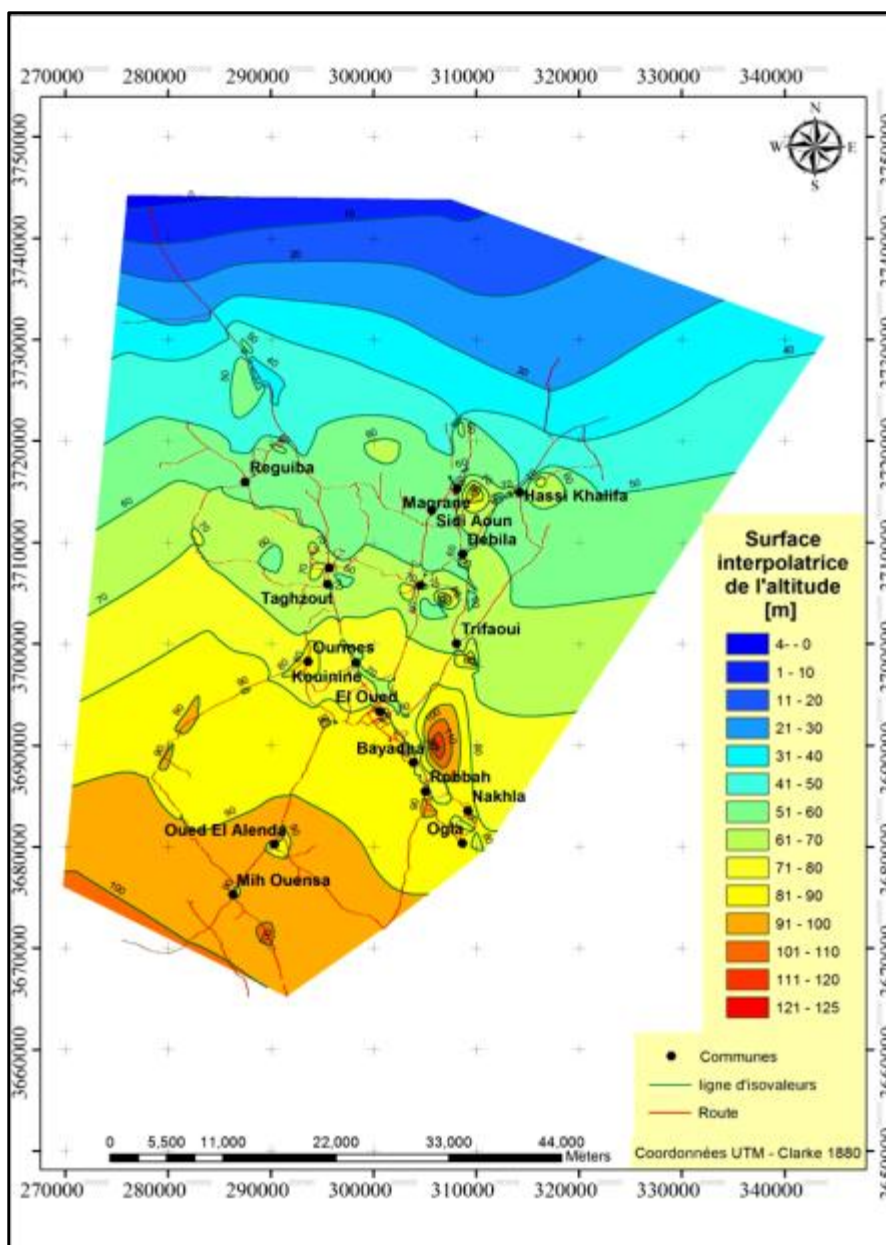


Fig. I.03: Carte topographique de la vallée du Souf (ONA 2004)

### **III. Géologie de la région d'Oued Souf :**

#### **III.1. Introduction :**

La géologie algérienne est caractérisée par quatre grands ensembles structuraux. Nous distinguons du Nord vers le Sud:

- le domaine des massifs primaires Kabyles.
- le domaine tellien.
- le domaine présaharien qui regroupe les hauts plateaux et l'atlas saharien.
- le domaine de la plate forme saharienne.

La région du Souf appartient au domaine de la plate-forme saharienne. Elle est située dans le bas Sahara oriental.

Dans le cadre d'étude de la reconnaissance géologique du sud de l'Algérie, plusieurs auteurs ont étudié la région, parmi eux :

- le géologue N. GOUSKOV, (1948) ; CORNET, (1961), BEL et CUCHE, (1968).
- G. BUSSON (en 1970) a étudié en détail le mésozoïque saharien en se basant sur un essai de synthèse des données de sondages algéro-tunisien.
- G. FABRE (1976) étude géologique du Sahara algérien.

Parmi les études récentes, il y a celle réalisée par le C.D.T.N (Centre de Développement des Techniques Nucléaires) en 1991, l'A.B.H (2005), A.D.E (2003), A.N.R.H (1993-2001), etc....

#### **III.2. Cadre géologique et paléogéographique régional :**

L'appellation «Oued Souf» que l'on a donné à la partie septentrionale de la région du Souf est due à la forme très nette d'une dépression de direction Nord-sud.

Elle est caractérisée par un remplissage sédimentaire qui s'étend sur près d'une centaine de kilomètres au niveau du sol désertique et même parfois au dessous de l'altitude zéro.

Sur toute l'étendue de la région du Souf, la structure géologique est simple dont le substratum est formé par le crétacé.

Abstraction faite de différents terrains de couverture, post-crétacé, on observe une succession du Sud au Nord, de différents étages du crétacé dont l'albien est le dernier terme, du sénonien supérieur situé sous les chotts.

Cette structure de soubassement crétacé est le résultat d'une phase d'érosion précédant la transgression Miocène. Dès le début du Miocène, il s'est établi partout un régime lagunaire et continental donnant naissance à un dépôt détritique sableux et argileux.

Les sondages réalisés le long de la région montrent que le substratum n'affleure nulle part.

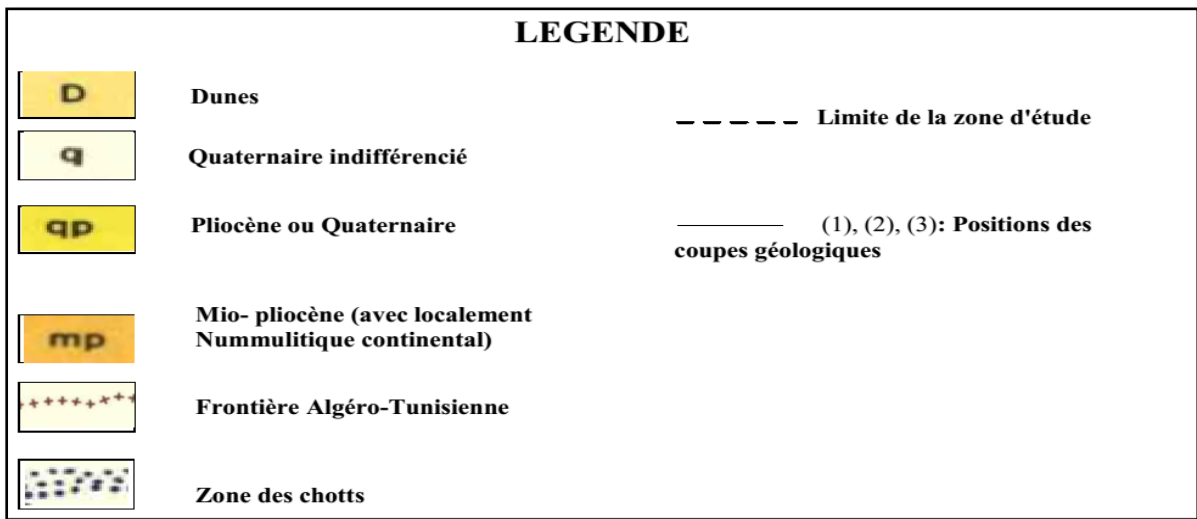
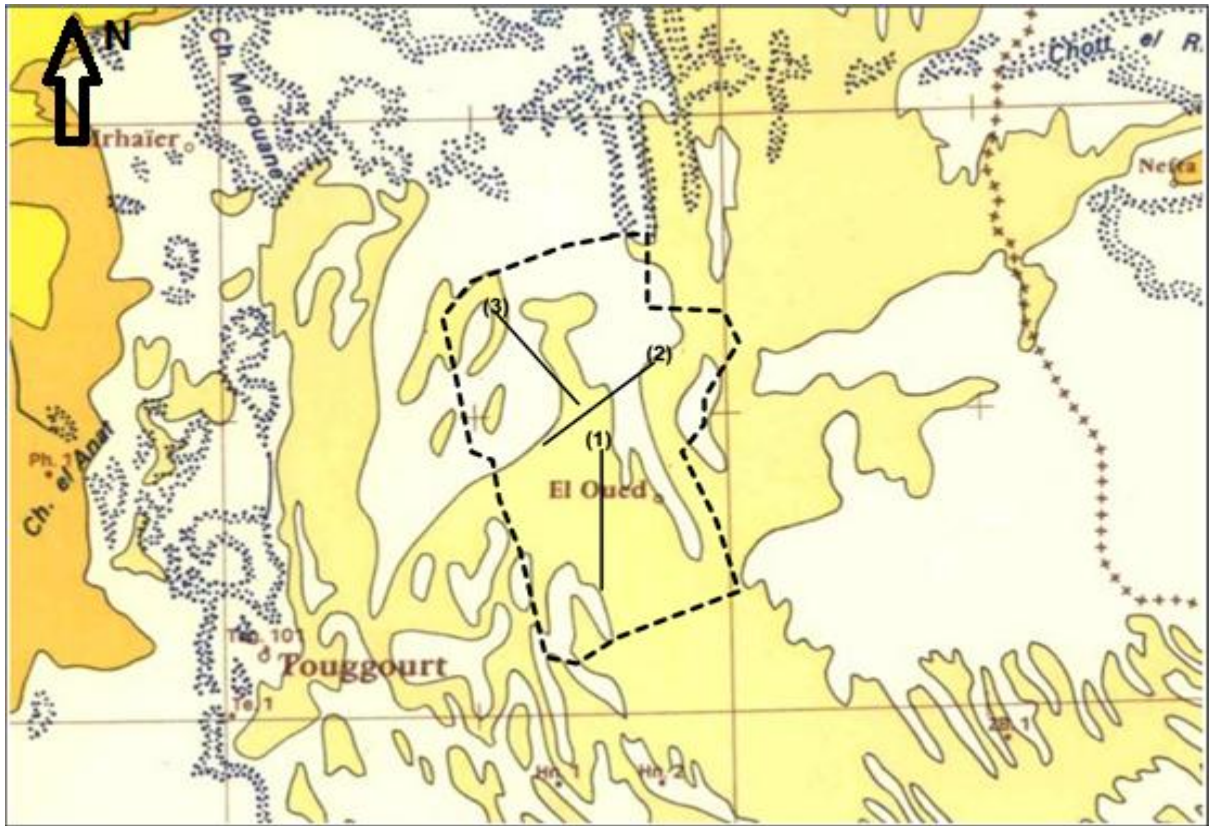
L'immense étendue de la région est recouverte par les dépôts sableux d'âge quaternaire, sauf dans le nord de la région d'El oued, ou encore dans les environs de Bayadha où l'on voit apparaître des couches sableuses du Pliocène.

Dans la partie méridionale et le centre d'El Oued, le dépôt quaternaire est représenté par les dunes formant vers le Nord l'extrémité Ouest du Grand Erg oriental. Ce sont les formations des chotts qui disparaissent peu à peu sous le sable dunaire.

### **III.3. Cadre géologique local :**

Nous proposons dans le cadre de cette étude, de définir le comportement hydrogéologique de la nappe phréatique. Nous étudierons plus précisément les formations allant du Miocène jusqu'au Barrémien, en précisant une description lithologique dans notre zone d'étude.

Seuls les terrains Mio-pliocène sont visibles en affleurement. Ils sont recouverts par endroits par d'épais dépôts quaternaires (dune et cordon d'Erg). La succession des terrains et leur description lithologique ont été rendus possibles grâce aux logs de forages.



**Fig.I.04: Carte géologique de la zone d'étude**  
(Extrait d'après la carte du Sahara Septentrional G. Busson 1970)

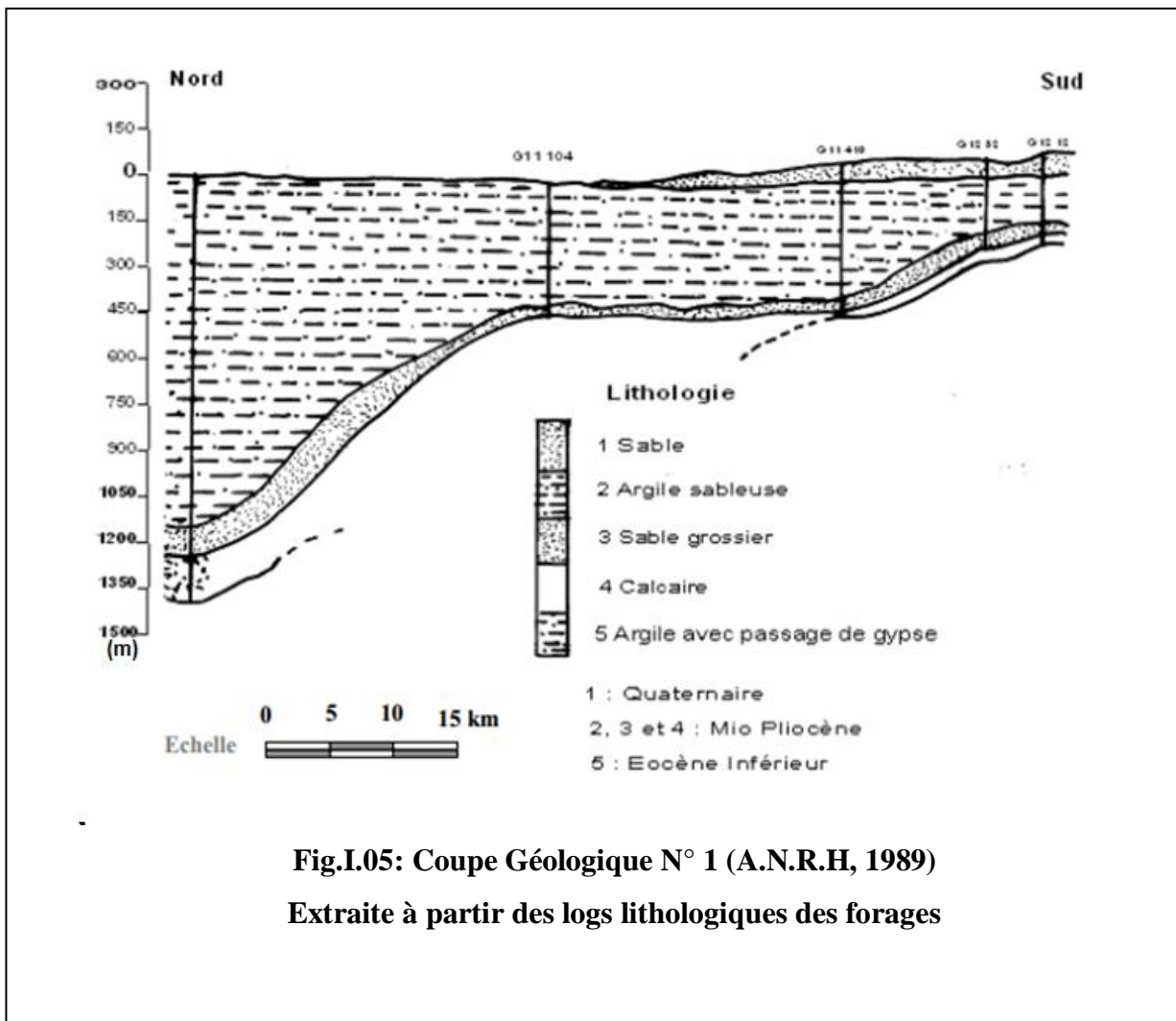
### III.4. Interprétation des coupes :

L'établissement des coupes a pour but, d'établir une corrélation lithologique du sous sol, ainsi que d'identifier l'extension géographique, l'épaisseur approximatif de la nappe et l'épaisseur utile des couches.

#### • Coupe N° 1:

Cette coupe est faite sur la base des coupes de forages, elle est orientée du Nord vers le Sud.

On remarque que l'épaisseur du Mio Pliocène qui est constitué par des argiles, de sables et de calcaires diminue du Nord vers le Sud. Au niveau G11104, on remarque l'absence des formations quaternaires représentées par des sables; cette lacune ne peut être expliquée que par l'effet d'une érosion, ces formations tendent à s'épaissir vers le Sud. (Fig. 6)



• Coupe N° 2

La coupe N° 2 orientée NE-SW, en allant de la région dite Merzaga vers Ourmès, on remarque au niveau du forage (H1252), l'absence du Quaternaire, ce ci ne peut être expliqué que par l'effet d'une érosion éolienne. Les formations miopliocènes sont caractérisées par une épaisseur considérable (plus de 200 m). Cette dernière devient régulière sur tout le reste de la région, au contraire de celle de Quaternaire qui est constituée par des sables qui changent d'une région à l'autre (par exemple, au niveau du forage H11540 l'épaisseur présente presque la moitié de celle de H1284) (Fig.7).

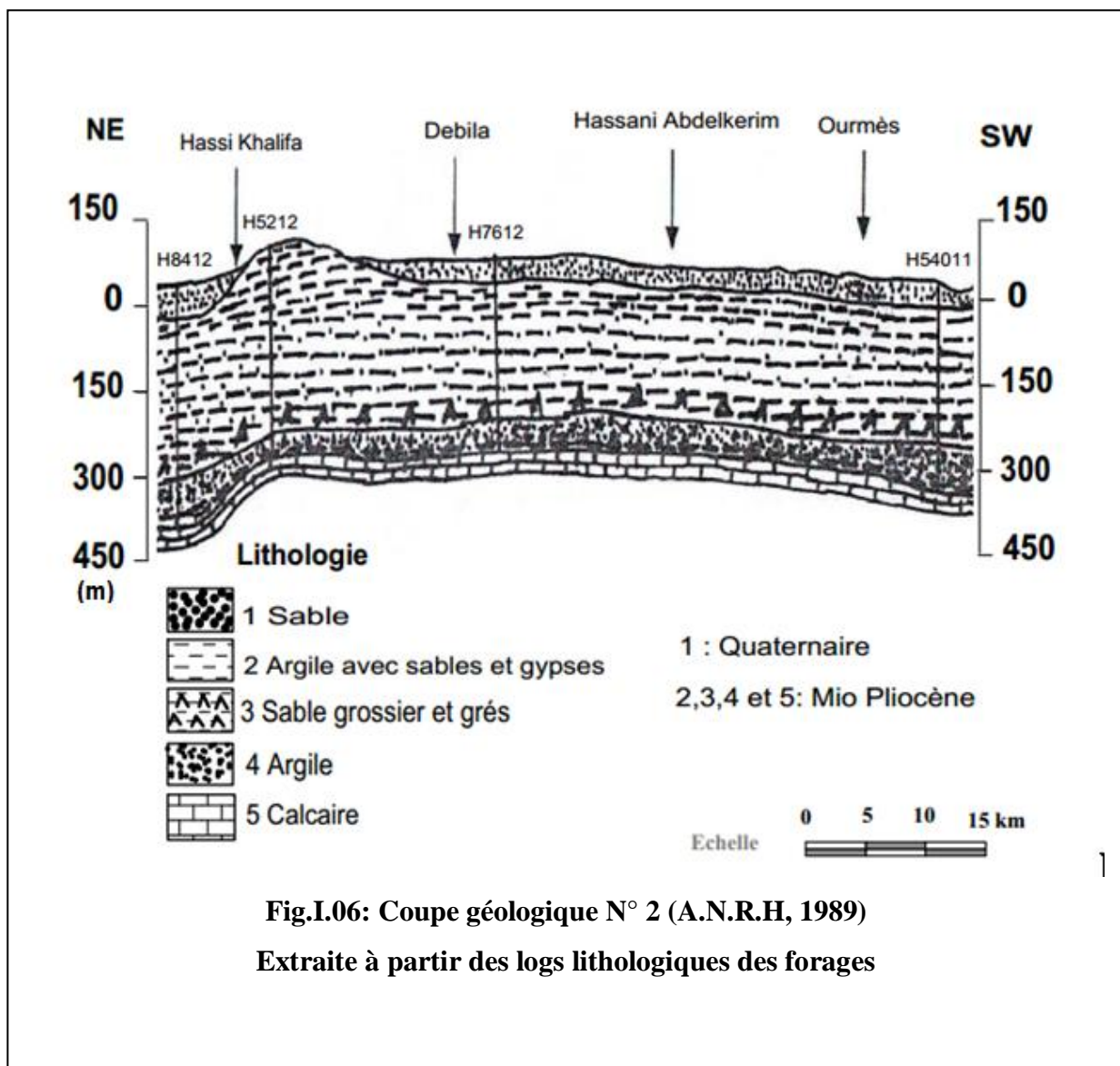
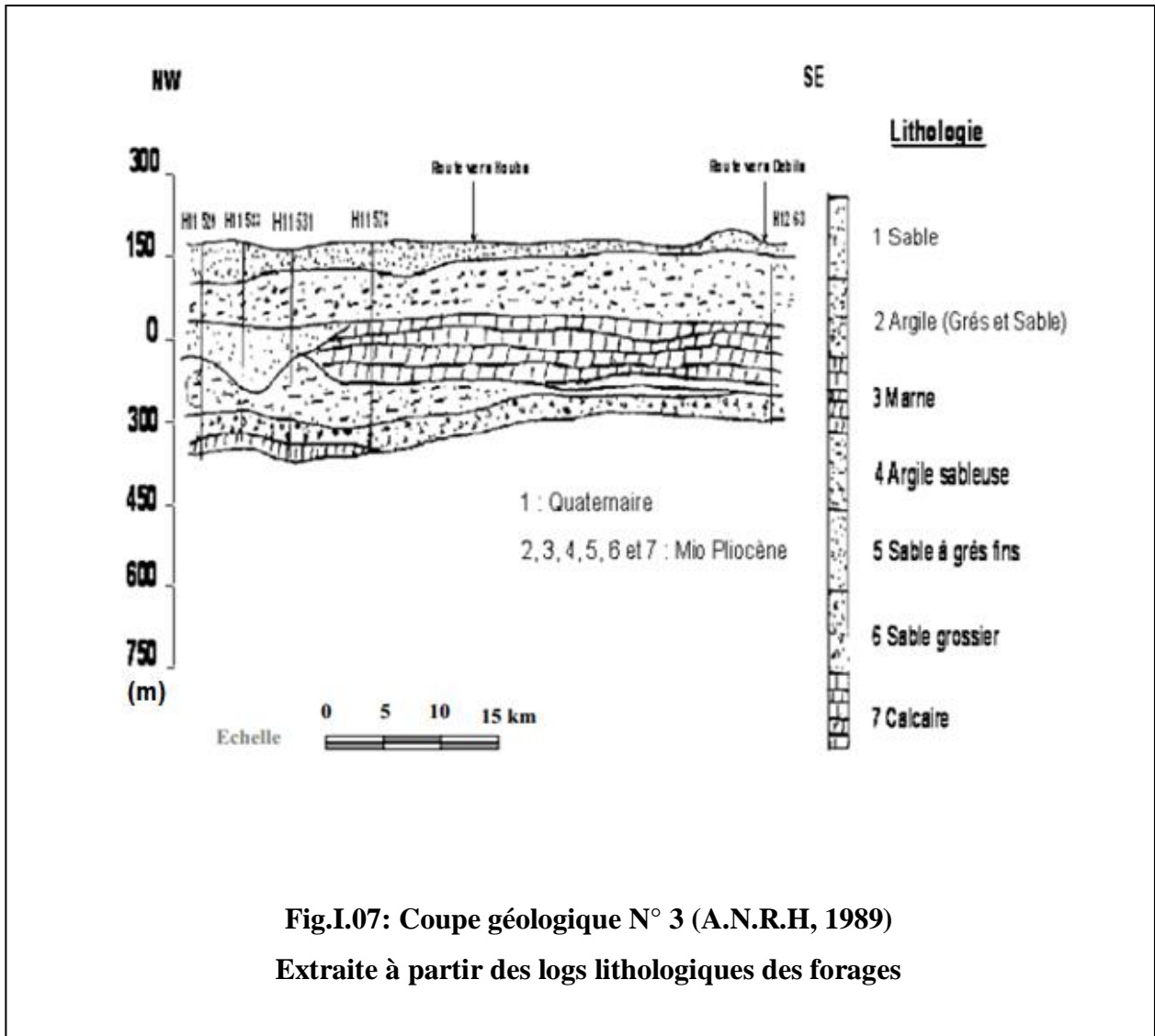


Fig.I.06: Coupe géologique N° 2 (A.N.R.H, 1989)

Extraite à partir des logs lithologiques des forages

• **Coupe N° 3:**

La coupe N° 3 est orientée du Nord-Ouest vers le Sud-Est, elle est différente des autres surtout du point de vue stratification; cette dernière est croisée, ce qui donne naissance à des "biseautages". Cette situation est bien visible dans les quatre premiers forages. On constate que l'épaisseur des formations quaternaires, est plus importante au Nord-Ouest qu'au Sud-Est. (Fig.8).



**Fig.I.07: Coupe géologique N° 3 (A.N.R.H, 1989)**

**Extraite à partir des logs lithologiques des forages**

### III.5. Stratigraphie:

D'après le forage F1 à l'Albien nous observons les formations suivantes:

#### III.5.1. Formation de l'ère Secondaire:

Le synoptique des différents aquifères existants de notre région d'étude sont:

##### a) Crétacé inférieur:

- **Le Barrémien:**

Cet étage est capté par tous les forages du continental intercalaire réalisés dans cette région, il présente une lithologie d'alternance de grès avec passages d'argiles et parfois des intercalations de calcaire dolomitique, on rencontre également des sables avec présence de silex. L'épaisseur moyenne de cet étage est de l'ordre de 200 à 230 mètres.

- **L'Aptien:**

Comme le Barrémien, ce dernier est constitué principalement par des formations dolomitiques, marneuses et marno-calcaires. D'après les coupes géologiques des forages réalisés dans la région, l'Aptien est le seul étage dont l'épaisseur ne dépasse pas les 30 mètres.

- **L'Albien:**

Cet étage est constitué par une alternance de marnes, de grès de sables et par des calcaires avec passages de silex et d'argile.

La limite inférieure est constituée par le toit de la barre aptienne, alors que sa limite supérieure se caractérise par l'apparition des faciès argilo carbonatés. D'après les coupes de sondages des forages Albien, l'épaisseur de cet étage varie de 100 à 150 mètres; dans d'autres endroits elle peut atteindre 200 mètres.

- **Vraconien:**

C'est en fait, une zone de transition entre l'Albien sableux et le Cénomaniens argilo carbonaté. Cet étage est constitué principalement d'une alternance irrégulière de niveaux argilo dolomitiques. On montre aussi des argiles sableuses et de rares passées de grés à ciment calcaire.

Dans la zone d'étude, l'épaisseur de cet étage varie entre 250 et 300 mètres. En raison de l'importance de ses niveaux argileux, il constitue une importante couverture de l'Albien.

##### b) Crétacé moyen:

- **Le Cénomaniens:**

Tous les forages réalisés dans cette région ont montré que cet étage est constitué par une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites. Cet étage joue le rôle d'un écran imperméable.

Quant aux limites de cet étage, on peut dire que la limite inférieure est caractérisée par l'apparition d'évaporites et de dolomies qui la distingue nettement, la limite supérieure caractérisée par l'apparition d'évaporites et de calcaires correspondants à la limite inférieure du Turonien.

- **Le Turonien:**

Cet étage représente la base du Complexe Terminale. Il est généralement carbonaté et constitué par des calcaires dolomitiques et des dolomies micro cristallines compactes avec des intercalations de calcaires Turoniens et parfois de marnes.

Les forages de la région montrent clairement que son épaisseur varie d'un endroit à un autre, elle dépasse parfois 650 mètres.

- c) **Crétacé supérieur:**

- **Le Sénonien:**

La plupart des études géologiques effectuées à travers le Sahara algérien montrent que le Sénonien est formé de deux ensembles très différents du point de vue faciès: l'un correspond au Sénonien lagunaire situé à la base et l'autre au Sénonien carbonaté au sommet.

- **Sénonien lagunaire:**

La limite de ce sous étage est bien distinguée. Le Sénonien lagunaire est caractérisé par un faciès évaporé avec des argiles où ces derniers sont aisément différenciés de ceux du Turonien.

Il est constitué également d'anhydrites, de calcaires dolomitiques d'argiles et surtout les bancs de sel massif dont l'épaisseur avoisine 150 mètres. La limite supérieure de cette formation coïncide avec le toit de la dernière intercalation anhydride.

- **Le Sénonien carbonaté:**

Ce second sous étage est constitué par des dolomies, des calcaires dolomitiques avec des intercalations marno argileuses et en grande partie par des calcaires fissurés. Son épaisseur dépasse parfois les 300 mètres.

Il faut mentionner par ailleurs l'existence d'une continuité lithologique entre le Sénonien carbonaté et l'Eocène, qui présentent des calcaires de même nature avec présence de nummulites.

### III.5.2. Formations de l'ère Tertiaire:

- **L'Eocène:**

Il est formé par des sables et des argiles, parfois on rencontre des gypses et des graviers. Dans cette région, l'Eocène est carbonaté à sa base, sa partie supérieure est marquée par des argiles de type lagunaire. L'épaisseur de cet horizon varie entre 150 et 200 mètres.

- **Le Miopliocène:**

Il 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 Complexe Terminale (CT). La plupart des coupes de sondages captant cet horizon, montrent que le Miopliocène est constitué par un empilement de niveaux alternativement sableux, sablo argileux avec des intercalations gypseuses et des passées de grès.

Sur toute l'étendue du Sahara oriental, Bel et Demargne séparent cet horizon en 4 niveaux:

- **Niveaux argileux:**

Il est peu épais et existe uniquement dans la zone centrale du Sahara oriental. Avec l'Eocène lagunaire, les argiles de la base du Miopliocène constituent une barrière peu perméable entre les nappes du Sénon-Eocène carbonatées et celle du Pontien sableux.

- **Niveaux grès sableux:**

C'est le plus intéressant sur le plan hydrogéologique, son épaisseur reste presque régulière sur toute l'étendue du Sahara oriental. A sa base, on trouve parfois des graviers alors que le sommet se charge progressivement d'argiles. C'est à ce niveau que se rattache le principal horizon aquifère du Complexe Terminal.

- **Niveaux argileux:**

Il ne présente pas un grand intérêt du point de vue hydrogéologique, ce niveau renferme des lentilles sableuses qui peuvent former le quatrième niveau (sableux) du Miopliocène.

- **Niveau sableux:**

Ce niveau constitue le deuxième horizon aquifère du Complexe Terminal, du point de vue hydrogéologique, ces niveaux sableux présentent un grand intérêt car ils correspondent pour ainsi dire à la nappe des sables du Complexe Terminal.

### **III.5.3. Formations du Quaternaire:**

Elles se présentent sous forme des dunes de sable dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours.

Les terrains quaternaires représentent la couverture superficielle qui se localisent surtout au niveau des dépressions et couvrent la plus grande extension au niveau du bas Sahara, ils sont formés d'un matériel et éolien d'où on trouve la formation des alluvions sableuses et argileuses.

## **IV. Situation Climatique:**

### **IV.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 d'Oued Souf, dont ses coordonnées sont:

- Code A.N.R.H: 13 04 14.
- Altitude: 69 m.
- Longitude: 06°47'E.
- Latitude: 33°30 ' N.

### **IV.2. Etude des paramètres climatiques**

#### **A. 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.

#### **a.1. la précipitation moyenne mensuelle:**

Le tableau (I.1) ci-dessous donne les précipitations moyennes mensuelles observées durant la période (1978-2013).

Tab. N°: (I.1): précipitations moyennes mensuelles durant la période (1978-2013)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	P cumul
P (mm)	5,9 4	6,3 5	7,86	7,13	12,8 3	06,9 3	12,97	07,9 0	04,1 4	01,8 4	0,18	01,71	75,78

(O.N.M, 2014)

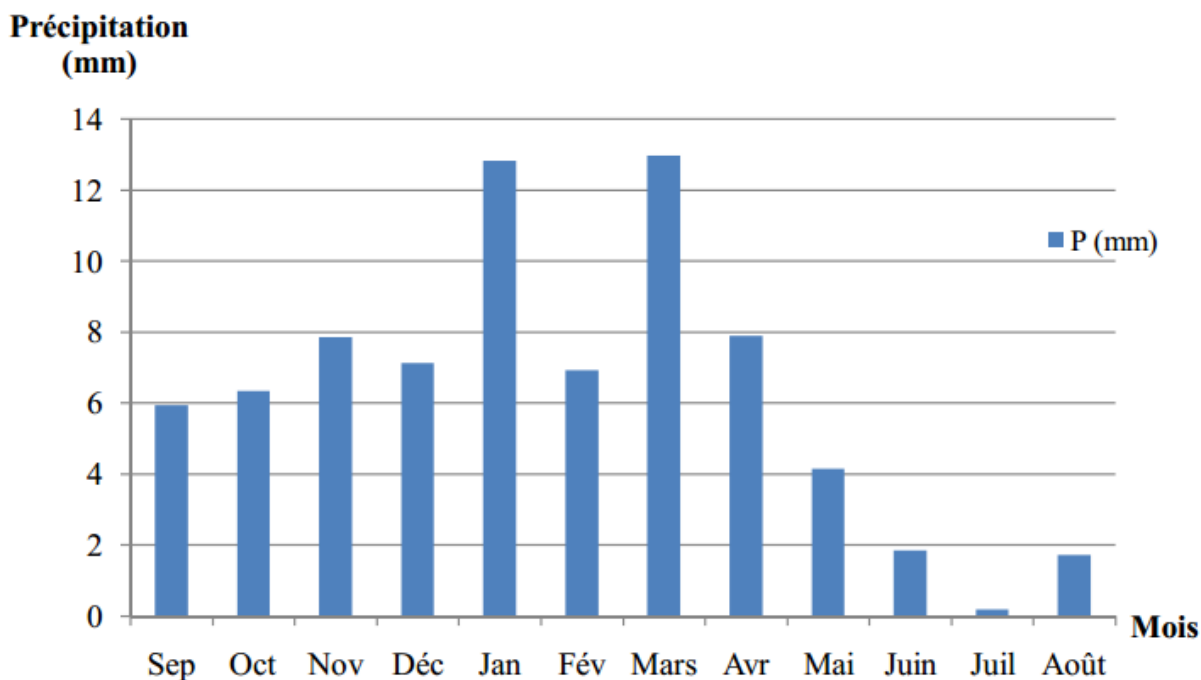


Fig. N°: (I. 08): Histogramme des précipitations moyennes

Ce graphe montre une variabilité des précipitations dans le temps sur une période de 35ans. La pluviométrie maximale est de l'ordre de 12,83 mm enregistré pendant le mois de Janvier, et le minimum est de l'ordre de 0,18 mm enregistré pendant le mois de juillet, la précipitation annuelle est 75,78 mm.

### B. La température:

a 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.

**b.1. La température moyenne mensuelle:**

Le tableau (II. 02) ci-dessous donne les valeurs de la température moyennes mensuelles observées durant la période (1978-2013).

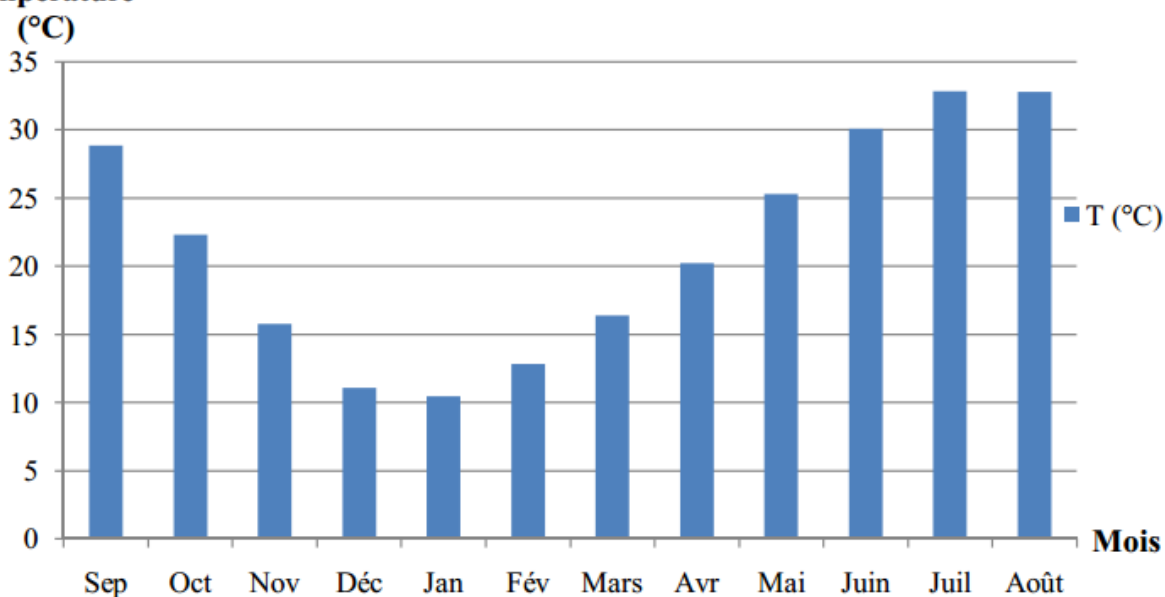
**Tab. N°: (I. 4): températures moyennes mensuelles durant la période (1978-2013)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	T moy
T (°C)	28,8 4	22,2 7	15,7 5	11,0 3	10,4 3	12,8 1	16,38	20,1 9	25,2 8	30,0 9	32,8 4	32,78	<b>21,56</b>

(O.N.M, 2014)

Ce tableau montre une variabilité de température dans le temps sur une période de 35 ans (1978-2013):

On enregistre une température moyenne mensuelle de 21,56°C, elle est maximale pendant le mois de juillet est de l'ordre de 32,84 °C qui représente le mois chaud et minimale pendant le mois de janvier est de l'ordre 10,43°C

**Température****Fig. N°: (I. 09): Histogramme des température moyennes mensuelles**

**IV.3. Synthèse climatique:**

La combinaison des données des précipitations et celle des températures permet de mettre en évidence :

- le domaine climatique ou le type de climat suivant la méthode d'Emberger et/ou le calcul de l'indice d'aridité.
- les périodes sèches et humides au cours de l'année grâce au diagramme pluviothermique de Gaussen.

**IV.3.1. Indice d'aridité:**

Cet indice permet d'identifier le type de climat dans la région d'étude à l'aide de la formule de MARTONE.

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

Avec :

I : indice d'aridité.

P : précipitation moyenne mensuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

**Application numérique:**

$$P = 75.78 \text{ mm}$$

$$T = 21.56 \text{ °C}$$

$$\text{Donc : } I = 2.40$$

**Tab. N°: (I. 5): Classement en fonction de l'indice d'aridité (selon De Martonne)**

Classement de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 05$	Climat hyperaride
$05 < I < 07.5$	Climat steppique
$07.5 < I < 10$	Climat semi-aride
$10 < I < 20$	Climat hyperaride
$20 < I < 30$	Climat tempéré
30	Climat humide

$I = 2.40 < 05$ , Ce qui confirme que la région d'El-Oued est caractérisée par un climat hyper aride.

### IV.3.2. Diagramme pluviothermique :

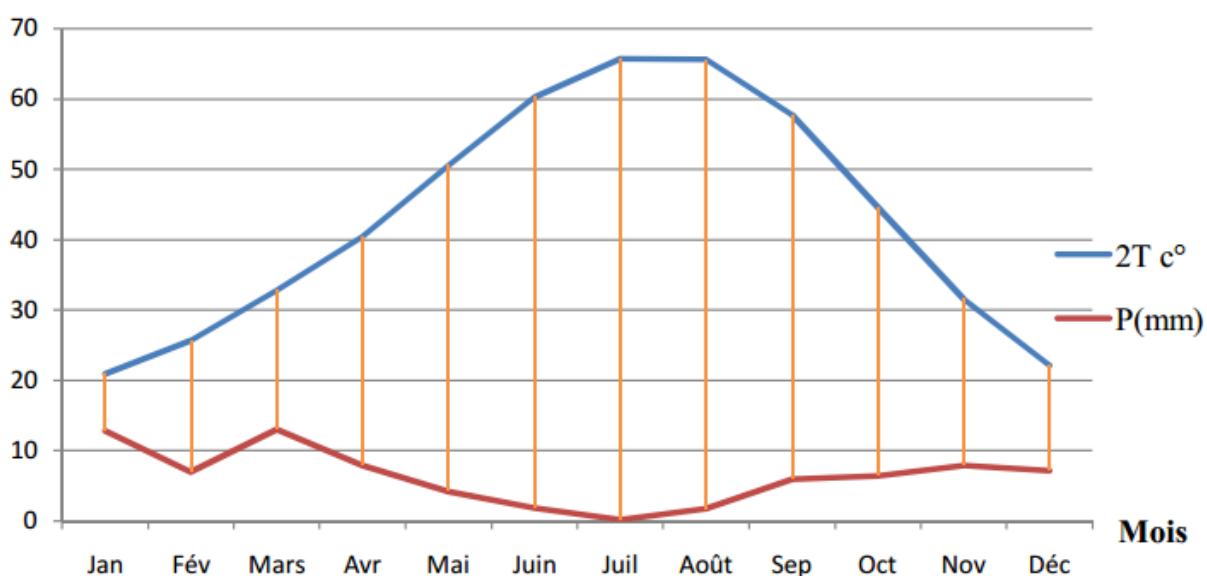
En se basant sur les données des précipitations et des températures mensuelles sur la même période d'observation, on peut établir la courbe pluviothermique dont le but est de déterminer la période sèche et celle humide. Un mois sec est celui où le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égale au double de la température moyenne (°C) du même mois.

Cette relation permet d'établir un diagramme pluviothermique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations (in Baygnons). Lorsque les températures passent au dessus de la courbe des précipitations, la période correspondante est déficitaire en eau; et lorsque la courbe des précipitations passe au dessus de celle des températures, la période correspondante est humide.

**Tab. N°: (I. 6): Couples température/ précipitation mensuelle interannuelle**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>2T °C</b>	20,86	25,62	32,76	40,38	50,56	60,18	65,68	65,56	57,68	44,54	31,5	22,06
<b>P (mm)</b>	12,83	06,93	12,97	07,90	04,14	01,84	0,18	01,71	5,94	6,35	7,86	7,13

(O.N.M, 2014)



**Fig. N°: (I. 10): diagramme pluviothermique de la station de Guemar durant la période(1978-2013)**

A partir de ce diagramme, on constate que l'année hydrologique de la région d'étude est caractérisée uniquement par une période sèche et l'absence totale de la période humide, même pour le mois de janvier qui est marqué par la température la plus basse (10,43°C) et la précipitation la plus élevée (12,83 mm).

#### IV.4. L'Humidité:

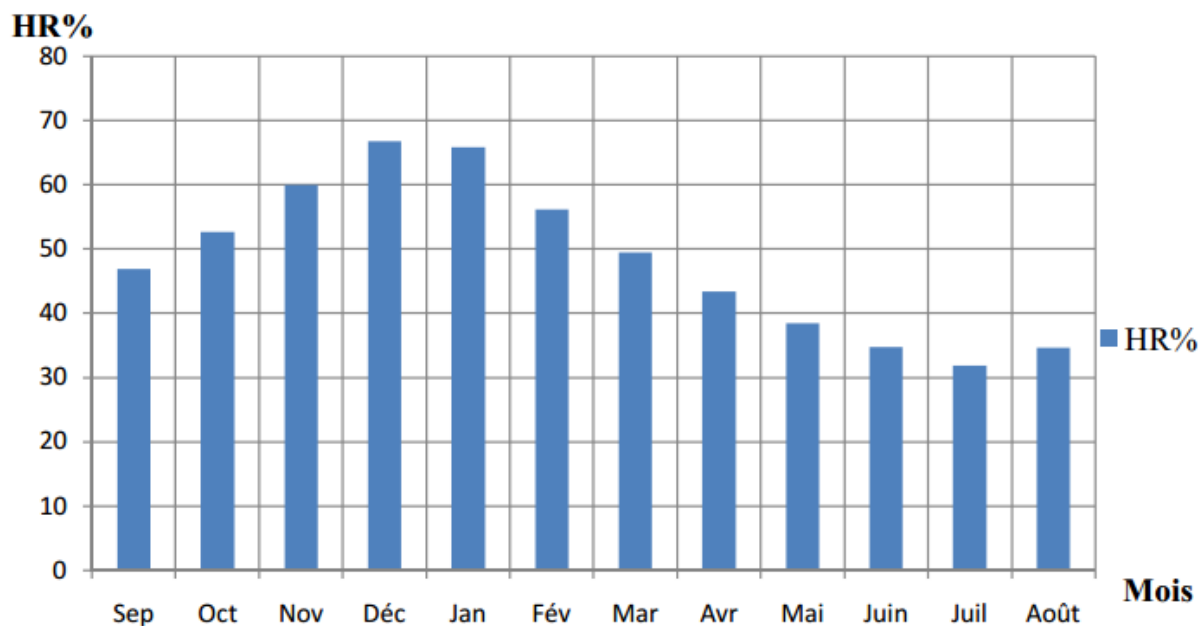
L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère, elle a des effets sur les altérations chimiques telles que l'oxydation.

Le tableau suivant donne les valeurs d'humidité relative moyenne, observées durant la période de (1978-2013).

**Tab. N°: (I. 7): Humidité relative moyenne mensuelle (1978-2013)**

Saison	Automne			Hiver				Printemps			Été			Moy
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août		
	46,93	52,72	60,04	66,81	65,87	56,22	49,49	43,43	38,5	34,74	31,9	34,63	<b>48,44</b>	
													<b>HR%</b>	

(O.N.M, 2014)



**Fig. N°: (I. 11): Histogramme de l'humidité relative moyenne**

L'histogramme (**Fig. I. 11**) permet de distinguer les mois secs des mois relativement humides. On remarque grâce à ces valeurs que ( $HR > 50\%$ ) les mois humides sont Janvier, Février, Octobre, Novembre, Décembre et les mois secs caractérisant le reste de l'année.

L'humidité moyenne de la région représentée dans le tableau, où on remarque un minimum enregistré pendant le mois de juillet avec une valeur de l'ordre de 31,9 %, c'est la saison d'été, et un maximum enregistré pendant le mois de décembre avec une valeur de 66,81 %, c'est la saison d'hiver

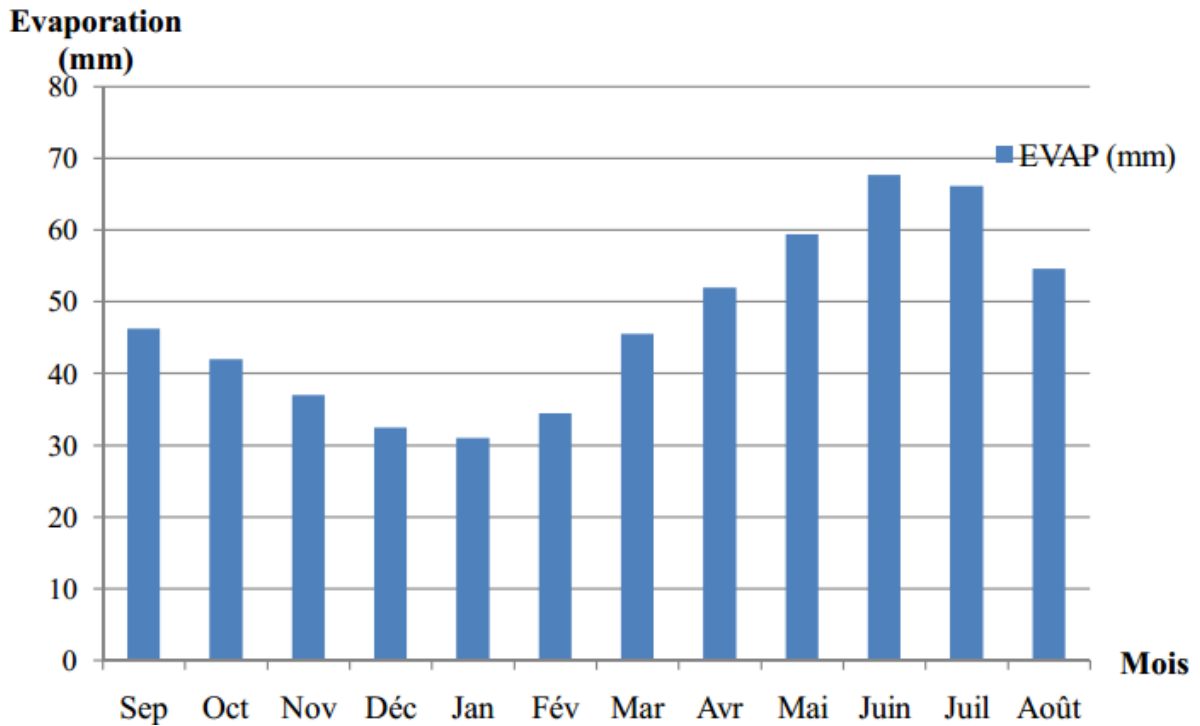
#### IV.5. L'évaporation:

Le tableau suivant (**I. 8**) porte les valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation période (1978-2013). L'évaporation la plus élevée se produit en juin, Juillet et Août, et la plus faible en janvier. En moyenne elle est de 47,38 mm par an.

**Tab. N°: (I. 8): Evaporation moyenne mensuelle à Oued Souf en (1978-2013)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy
EVAP (mm)	46,3	42	37	32,5	31	34,5	45,5	52	59,4	67,7	66,1	54,6	47,38

(O.N.M, 2014)



**Fig. N°: (I. 12): Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle**

#### **IV.6. 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 véritables 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 (1978-2013) est reportée sur le tableau (II. 05).

Tab. N°: (I. 9): vitesses du vent moyennes mensuelles à Oued Souf en (1978-2013)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy
Vent (m/s)	2,20	1,69	1,60	1,56	1,83	2,34	2,85	3,08	3,07	2,92	2,45	2,17	2,31

(O.N.M, 2014)

D'après le tableau suivant on peut remarquer que la vitesse du vent moyenne oscille entre 1,56 m/s enregistrée durant le mois de décembre et 3,08 m/s pour le mois de avril, Les vitesses du vent moyennes annuelles est 2,31 m/s.

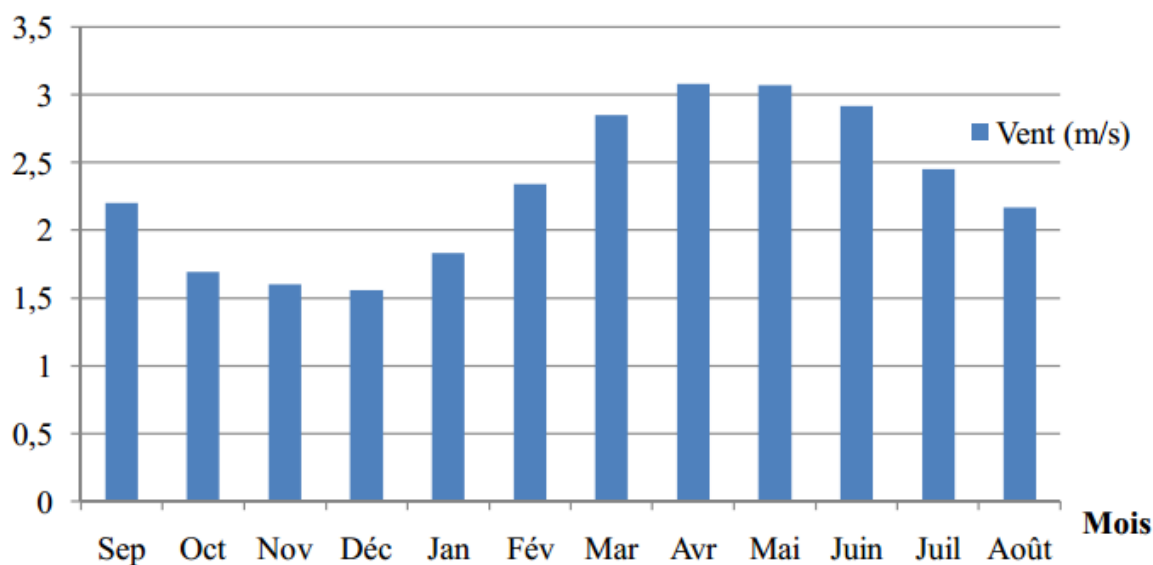
**Vent (m/s)**

Fig. N°: (I. 13): Histogramme des vitesses du vent moyennes

**IV.7. L'insolation:**

On appelle insolation ou radiation solaire globale la période durant laquelle le soleil peut briller :

On la détermine par des mesures directes ou par dépouillement des bandes héliographiques.

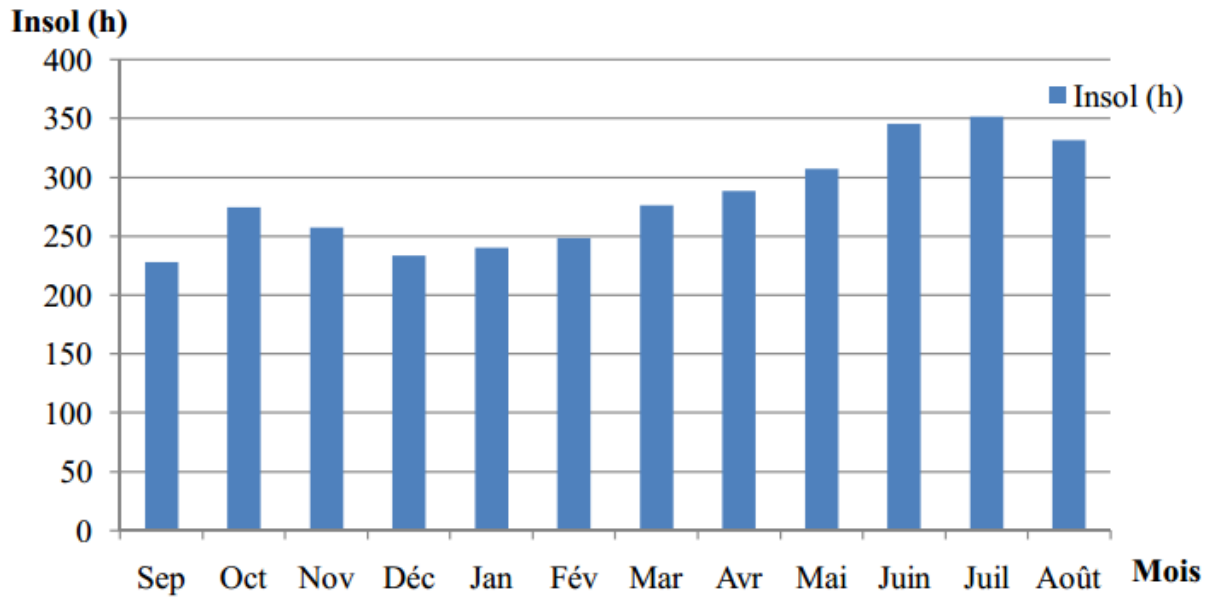
Au niveau de la station d'El Oued (Guemar), nous possédons une série des données de 1976 à 2008.

- la durée moyenne d'insolation annuelle est de 282 heures.
- le maximum est enregistré en juillet avec 351.9 heures.
- le minimum apparaît en décembre avec 228 heures.

**Tab. N°: (II. 08): Répartition moyenne mensuelle d'insolation à Oued Souf en (1990-2008)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy
Insol (h)	228	274.4	257.2	233.6	240.2	248.6	276.5	288.6	307.5	345.9	351.9	331.7	<b>282</b>

(O.N.M, 2009)



**Fig. N°: (I. 14): Histogramme de l'insolation moyennes mensuelles**

## **V. CONCLUSION**

El'Oued c'est un coin de désert, un morceau de Sahara, sables, dunes, Oasis et palmiers. On se trouve étonné de découvrir en ce coin de terre une population aussi importante, une vie aussi intense.

Elle est limitée au Nord par la commune de Kouinine, au Sud par la commune de Bayadha, à l'Est par la commune de Trifaoui et A l'Ouest par la commune d'Oued Alanda.

Cette région a une altitude moyenne de 82 m au-dessus du niveau moyen de la mer et accusée par une diminution notable du Sud-ouest au Nord pour atteindre les 66 m d'altitude.

Selon la coupe d'un forage de l'Albienne la ville d'Oued Souf, les principaux étages repérés dans cette région sont :

Le Barrémien, L'Aptien, L'Albien, Le Vraconien, Le Cénomaniens, Le Turonien, Le Sénonien, L'Éocène et Le Mio- pliocène. Parmi ces étages, seuls le Cénomaniens et l'Eocène jouent le rôle d'écran imperméable.

# *Chapitre II*

## *Hydrogéologie et Hydrodynamique*

## I. INTRODUCTION

La vallée du souf, regroupe un certain nombre d'oasis au sein du Grand Erg oriental, et comme dans la plupart des oasis du Sahara septentrional, les seules ressources hydriques disponibles pour l'irrigation, sont les nappes souterraines.

Celles de la région du Souf, sont contenues dans des formations aquifères de natures différentes. A l'échelle régionale et du pays, les auteurs (Baba SY, 2005; BRL-BNEDER, 1992; Cornet, 1961; Castany, 1982; UNESCO, 1972a) distinguent généralement deux ensembles géologiques qui contiennent les ressources en eau souterraine d'épaisseur et de caractéristiques hydrogéologiques variables. L'étude hydrogéologique compose dans son contenu les éléments de réponse répartis en deux étapes essentielles: Définir les différentes nappes aquifères de la région et l'évolution des niveaux piézométriques. Déterminer les paramètres hydrodynamiques des aquifères (transmissivité, perméabilité...).

## II. Cadre hydrogéologique générale

Dans le Sahara Septentrional, les nappes aquifères les plus sollicitées sont la nappe du Continental Intercalaire (CI) et celle de Complexe Terminale (CT). L'étude géologique du Sahara Septentrional montre que la dorsale du M'Zab orientée, Nord-Sud divise la plateforme en deux bassins hydrogéologiques:

- Le bassin Occidental (280 000 Km<sup>2</sup>) drainé vers le Sud.
- Le bassin Oriental (500 000 Km<sup>2</sup>) drainé vers le Nord (A.N.R.H, 2005).

Au niveau du bassin Oriental, le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal sont séparés par la transgression Cénomaniennne alors qu'au niveau du bassin Occidental nous observons l'existence d'une relation directe entre les deux aquifères.

Le Continental Intercalaire s'étend sur une superficie de 600 000 Km<sup>2</sup> environ, il est limité à l'Ouest par la ligne (N-S) allant de Bechar au Touat, à l'Est il s'étage jusqu'à la Libye, au Sud il est limité par les affleurements du primaire et du socle, et au Nord par l'accident Sud Atlasique. Le Complexe Terminal (CT) s'étend sur une superficie de 350 000 Km<sup>2</sup>.

Il regroupe les formations récentes déposées dans le bas de Sahara depuis le début du Tertiaire jusqu'au quaternaire; autrement dit, il comprend les formations de l'Eocène et du Miopliocène (D.H.W, 2005).

Les études géologiques réalisées dans le passé n'ont décelé aucune relation (communication) entre les deux principaux aquifères présents dans la zone d'étude.

## II.1. Présentation des nappes aquifères de la région du Souf :

La wilaya d'El Oued présente des potentialités en eau assez importantes, représentées par trois types d'aquifères, l'un libre correspondant à la nappe phréatique, les deux autres sont captifs, correspondant aux nappes multicouche du complexe terminal et la nappe du continental intercalaire.

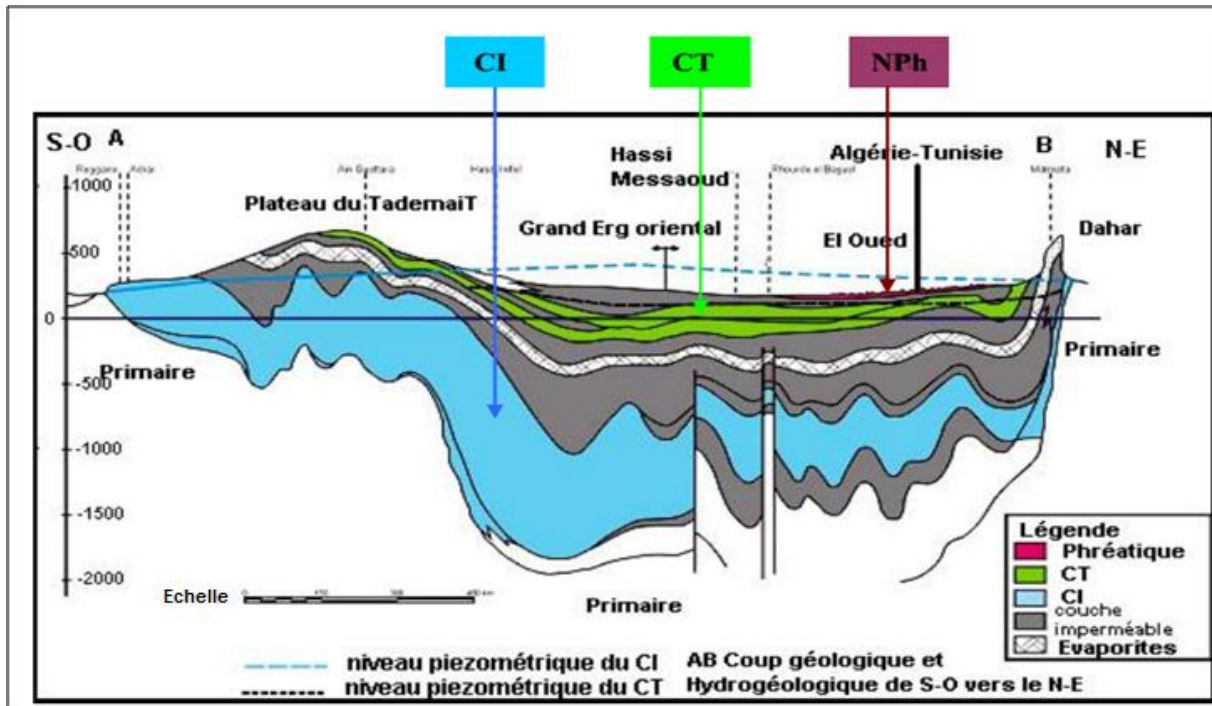


Fig. N°: (II. 01): Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972)

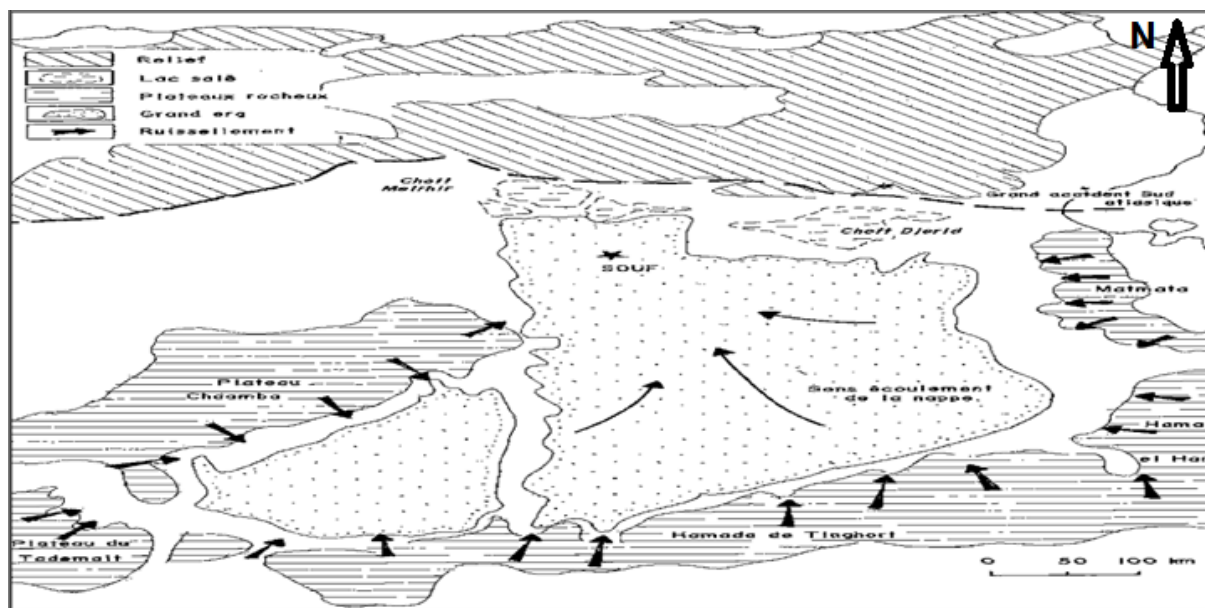
### A. Nappe Phréatique:

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 sur 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 31 000 (D.S.A, 2014).

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 derniers est des nappes profondes du Complexe Terminale et Continentale Intercalaire (Marc Cote, 1998).



**Fig. N°: (II. 02): Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement de la nappe (Cote Marc, 2006)**

### **B. Nappe du Complexe Terminale (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 Miopliocène 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.

#### **b.1. 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 au résienne, 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 Laarbi et Douar El Maa, la nappe est exploitée à ce jour artisanalement. C'est le cas de la nappe Pontienne.

### **b.2. 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.

### **C. Nappe du Continental Intercalaire (CI):**

Le terme « CI » 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. 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.

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 sebkhass 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 jalonnent 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, 1972 a ;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 multicouche 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 trois forages artésiens pour l'AEP d'un débit cumulé de 340 l/s et une température avoisinant les 70°C.

## **II.2. Zone de recharge et exutoire:**

### **A) La recharge:**

L'alimentation des nappes du Sahara septentrional s'effectue pour:

#### **a.1. La recharge de la nappe phréatique:**

Est assurée par infiltration comme suite (O.N.A, 2004) :

- les eaux de rejets dues à l'inexistence d'un réseau d'assainissement et d'exutoire naturel.
- les pluies torrentielles, viennent s'ajouter depuis quelques années.
- les eaux d'irrigation, provenant des nappes profondes (Pontien Barrémien).

Cette nappe a engendré un problème néfaste pour l'environnement dans certaines zones de la vallée.

#### **a.2. La recharge du complexe terminal (CT)**

-Sur les bordures relativement arrosées du bassin, par infiltration directe sur les affleurements calcaires (Sénonien, Éocène inférieur, Turonien), ou au travers des nappes d'infero-flux des oueds: bordure Sud-Atlasique, M Zab (Algérie). Jebel Tebaga, Dahra (Tunisie), Jebel Nefousa (Libye).

-Dans les deux grands ergs (Occidental et Oriental) (Algérie), par infiltration de pluies exceptionnelles ta travers des formations dunaires perméables (BRL, 1998).

- A l'Est du Djerid, la partie nord de la « chaîne » des Chotts est considérée comme source de recharge potentielle (EDMUNDS et al, 1997) (OSS, 2003). Toutes les zones de recharges de CT sont situées hors notre zone d'étude.

### **a.3. La recharge du Continental Intercalaire (CI):**

-De façon directe par infiltration des eaux de ruissellements qui se produisent sur les zones périphériques d'affleurement, notamment:

1. Dans le piémont de l'Atlas saharien (Algérie), 2. Dans le massif du Dahar (Tunisie).
3. Sur les rebords ouest (Touat, Gourara) et sud (Tidikelt) du plateau de Tademait (Algérie).
4. Sur le rebord Sud du Tinrhert et sa prolongatin (en Libye) jusqu' au Jebel Fezzan dans le massif du Nefusa (en Libye), (GEOMATH, 1994).

- Indirectement dans:

1. le grand erg occidental à travers des sables dunaires.

Du complexe terminal, dans la région du Dahar ou il n'existe pas de séparation imperméable entre les deux réservoirs (BRL, 1998a). (OSS, 2003).

NB : Toutes les zones de recharges de CI sont situées hors notre zone d'étude.

### **B) L'exutoire:**

**-Exutoire artificiel:** les forages et les puits sont considérés comme des exutoires artificiels.

**-Exutoire naturel :**

#### **b.1.Pour la nappe phréatique:**

L'exutoire de la nappe phréatique c'est la zone de dépression des chotts qui situe au nord de la vallée.

#### **b.2.Pour la nappe du CT :**

Les zones exutoires sont principalement centrées sur :

- les Chotts algéro-tunisiens (Chotts Marouan en Algérie situé dans la zone d'étude, et Gharsa-Djérid en Tunisie).
- le Golfe de Syrte entre Misrata et Buwayrat Al Hasun.

#### **b.3.Pour la Nappe du CI :**

- le Touat-Gourara et le Tidikelt.
- l'exutoire tunisien marqué par la faille d'El Hamma.
- l'exutoire libyen au niveau d'Ain Tawargha.

NB : Il n'existe pas un exutoire pour le CI dans la zone d'étude.

### II.3. Estimation des réserves:

Les études hydrogéologiques montrent que le Sahara renferme d'énormes réserves d'eaux souterraines, constituée par des grès de porosité 25%, le bassin considéré ayant 600 000 Km<sup>2</sup> (en Algérie), l'étude UNESCO (1972) évalue approximativement la réserve d'eau moyenne de l'ensemble des aquifères du CI et du CT à 60000 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. MARGAT (1992), sans détail précis sur la méthode de calcul, fait état de 40000 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> de réserves aquifères du CI. Il évalue la réserve du CT (couvrant 350 000 Km<sup>2</sup>) à 20 000 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. Nous tentons, ici, d'évaluer la ressource dans les aquifères du Sahara septentrional au-dessous de la région du Souf. Les réserves totales contenues dans le réservoir représentent le volume total des formations aquifères, auquel est appliquée la porosité efficace (OSS, 2002). L'estimation des réserves, des aquifères de la nappe phréatique, du CT et du CI est rendue possible après la connaissance de l'épaisseur moyen de chaque aquifère. Le volume utile ou la réserve est

calculée par la formule :  $V = e \times s \times ne$

Où e : épaisseur moyen

S : la superficie

Ne : la porosité efficace

D'après les études faites par l'A.N.R.H pour mieux connaître les aquifères du Sahara septentrional, ces études nous a permis d'avoir une estimation de l'épaisseur moyen de chaque aquifères.

**Tab. N°: (II. 01): Épaisseur moyen des différents aquifères et estimation de la réserve**

Aquifère	Nappe phréatique	CT	CI
Épaisseur mouillée (A.N.R.H, 2005)	45 m	342 m	385 m
Superficie (s)	11 738 km <sup>2</sup> =11 738 000 000 m <sup>2</sup>		
porosité efficace (ne)	12.49×10 <sup>-2</sup>	5×10 <sup>-2</sup>	5×10 <sup>-2</sup>
Réserves en m <sup>3</sup>	65.97×10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	200×10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	226×10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>

### II.4. Litho stratigraphie des nappes d'El-Oued:

Les coupes des sondages profonds réalisées dans la région, montrent que les nappes aquifères d'el-oued, composées des formations suivants ( tableau. II. 1):

**II.4.1. Nappe phréatique:**

D'âge Quaternaire, cette nappe est constituée de sable, sable argileux, argile sableuse, avec des intercalations de gypse et des lentilles argileux d'âge quaternaire et miopliocène. Le substratum est argileux.

**II.4.2. la nappe de complexe terminal:****a) Les Nappes de Sable:**

Est essentiellement constitué de sable, sable argileux, avec des intercalations de gypse et de calcaire. Le toit est argileux et le mur est constitué d'argiles lagunaires et de marnes d'âge Eocène moyen correspondant au toit de la nappe des calcaires.

**b) La nappe des calcaires:**

Est constituée de calcaires à silex :

au niveau supérieur d'âge Eocène inférieur et de calcaires gypseux au niveau inférieur d'âge sénonien carbonaté. Sa limite supérieure rencontre l'Eocène moyen qui est formé par des argiles lagunaires et des marnes, tandis que sa limite inférieure rentre en contact avec le Sénonien lagunaire, constitué d'évaporites et d'argiles.

**II.4.3. la nappe du continentale intercalaire:**

La nappe du continental intercalaire représente le plus important aquifère dans le Sahara septentrional. Elle est constituée par des sables et des grès d'âge Crétacé inférieur. Cette nappe est confinée entre un toit, constituée par une épaisse couche d'argiles et de marnes d'âge Cénomaniens, alors que le mur est constitué argiles, lui conférant caractère captif.

Tab. N°: (II. 02): Log stratigraphique et l'hydrogéologie de forage Barrémien dans la région du Souf

Nature hydrogéologique		Nature lithologique	Étage		Ère
Niveau perméable	Nappe Phréatique	Sables	Quaternaire		
Niveau Imperméable		Argiles			
Nappe des sables	Nappe Complexe Terminale	Sables	Pliocène		Tertiaire
Semi – perméable		Argiles gypseuses			
nappes des sables		Sables grossiers, graviers	Pontien	Miocène	
Niveau imperméable		Argiles lagunaires, marnes	Moyen	Éocène	
Nappe des calcaires (perméables)		Calcaire fissuré	Inférieur		
Semi-perméable			Évaporites, argiles	Sénonien lagunaire	
Niveau imperméable	Argiles, marne	Cénomanién			
Niveau perméable	Sables et Grés	Albien			
Semi-perméable	calcaire, marne	Aptien			
Niveau perméable	calcaire, sable	Barrémien			
		Nappe Continental Intercalaire			

(D.W.H, 2004)

### III. Etude des coupes hydrogéologiques

Il est difficile d'aborder en détail l'étude de toutes les nappes de la région de Souf. Pour cette raison, nous avons effectué 02 coupes hydrogéologiques pour visualiser la géométrie et la superposition des aquifères (**Fig. II. 03**) et une coupe (**Fig. II. 04**) confirme les informations rapportées par la géophysique.

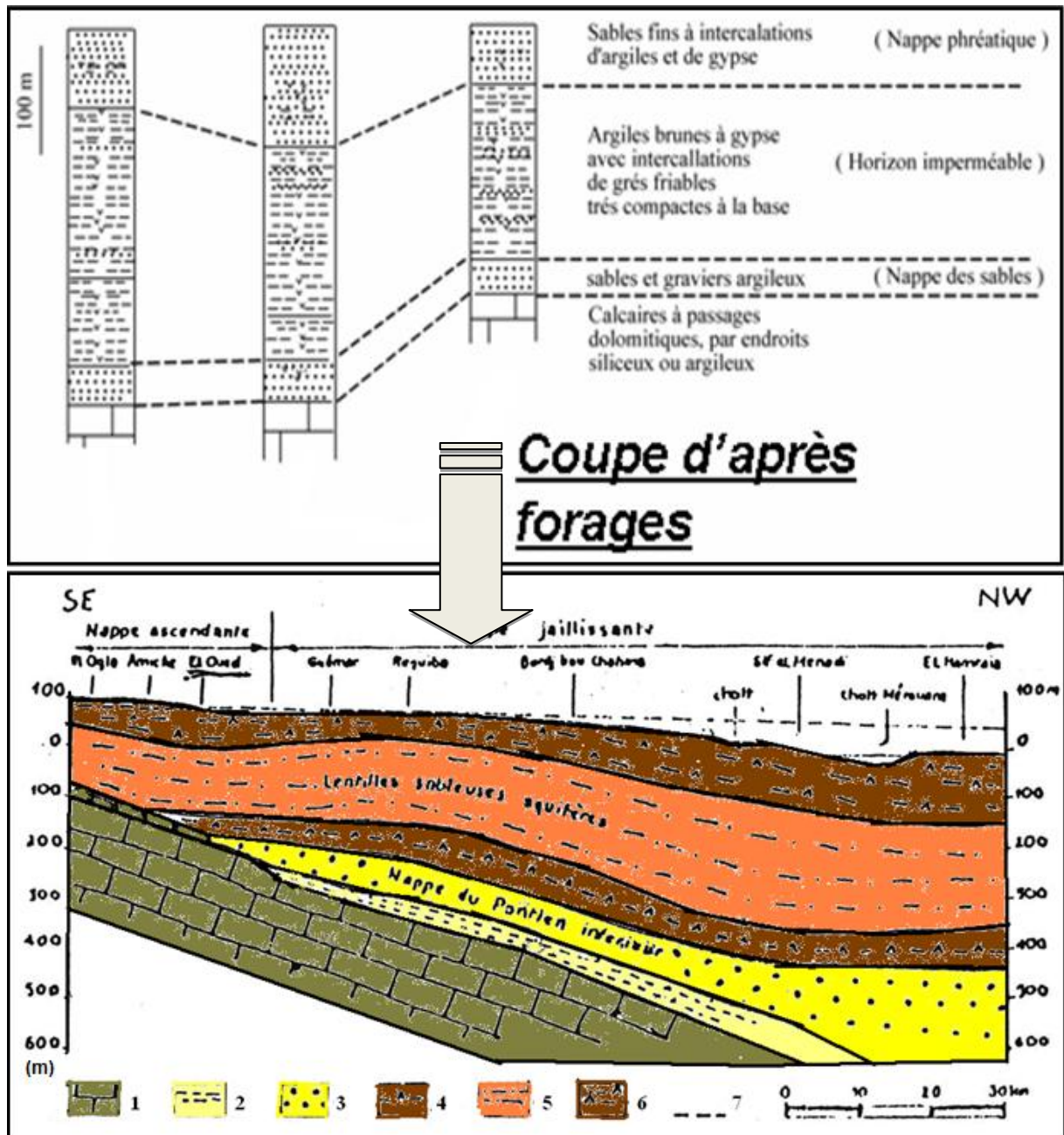


Fig. N°: (II. 03): Coupe Hydrogéologique du Souf (A.N.R.H, 1989)

Lithologie :

- 1- calcaire de l'Eocène inférieure marin et de l'Eocène moyen évaporés.
- 2- argiles sableuses et marnes de la base du complexe terminal.
- 3- sables grossiers du Pontien inférieur.
- 4- argiles et gypses dominants.
- 5- argiles et sables dominants.
- 6- argiles, sables et gypses (les trois derniers étages appartiennent au Moi-pliocène).
- 7- niveau hydrostatique de la nappe du Pontien inférieur.

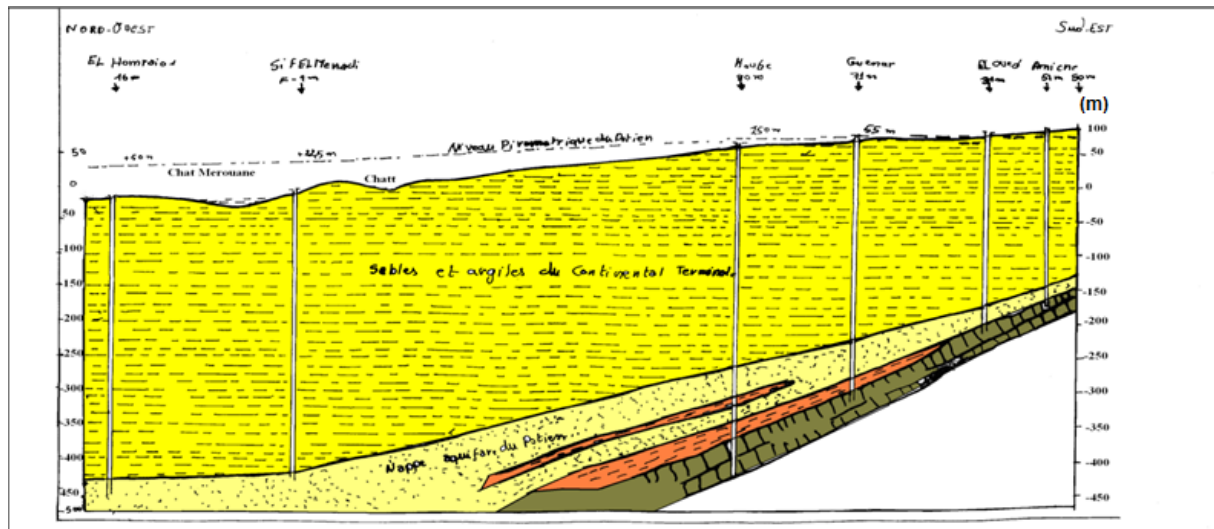


Fig. N°: (II. 04): Coupe Hydrogéologique d'El- Hamraia, El-Oued (A.N.R.H, 1989)

**IV. L'étude piézométrique:**

La carte piézométrique a pour but de représenter la configuration de l'aquifère et de schématiser la fonction conduite du réservoir et le comportement hydrodynamique de l'aquifère, elle traduit la morphologie de la surface d'eau de la nappe à une époque déterminée. Une campagne piézométrique fais pendant les basses eaux a permis de suivre l'évolution de la piézométrie de la nappe.

**IV.1.La carte piézométrique de la nappe CT de la vallée du Souf en 2011:**

Les hauts niveaux piézométriques de la nappe est située à Robbah 81,9 et Trifaoui qui marqué une valeur de 80 m, une zone basse située au Nord-Ouest à Hassi Khalifa où le niveau piézométrique est compris entre 21 et 25 m, on remarque aussi que le niveau piézométrique dans la commune d'El-Oued varie entre 70 et 75 m, On constate que la surface piézométrique n'est pas régulière. On doit tirer la valeur de gradient hydraulique à partir la carte piézométrique et multiplier cette valeur par la perméabilité, Le gradient hydraulique:  $I = \Delta H / L$  D'où  $\Delta H$  : la différence de charge entre deux points alignés aux lignes de courants.

L : la distance entre ces deux points. La valeur moyenne de gradient hydraulique est  $2.5 \times 10^{-3}$  (Iab et Icd).

On remarque que cette valeur est très faible, indiquant une faible pente de la surface piézométrique et par conséquent une faible vitesse d'écoulement.

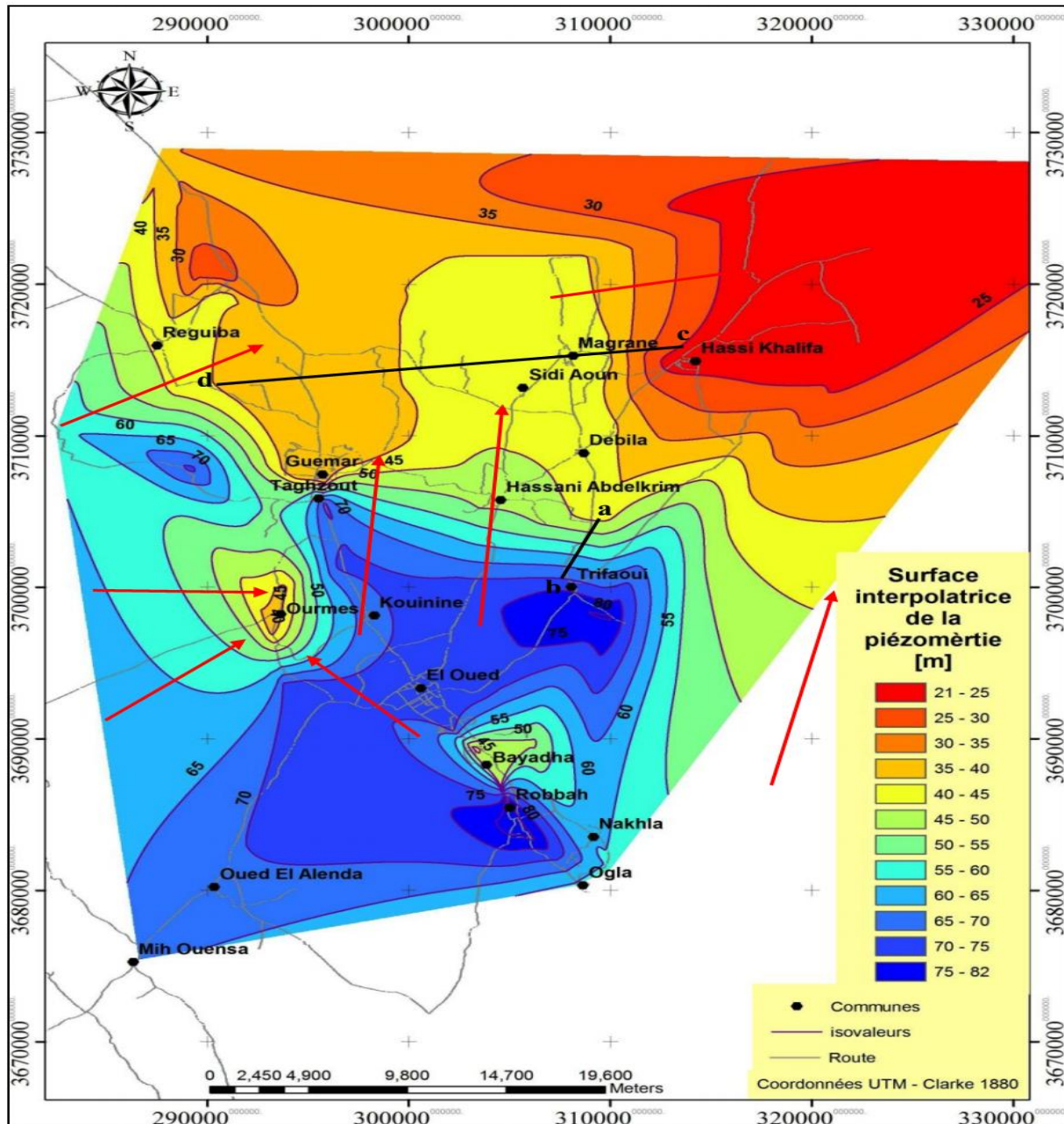


Fig. N°: (II. 05): Carte piézométrique de la nappe CT de la vallée du Souf en 2011

#### IV.2. Carte piézométrique de la nappe phréatique d'El-Oued en Mai 2014:

La carte au-dessous représente la haute piézométrie des 58 forages de réseau de drainage vertical durant la période Mai 2014 de la région d'El Oued (Fig. II. 06), montre que:

La partie haute de la nappe, représentée en **claire**, est située au sud-ouest avec une côte de près de 76 m et une zone basse au nord-est, représentée en **brune**, avec une côte de 60 m, le sens d'écoulement de la nappe se fait en générale de sud-ouest vers nord-est.

Le gradient hydraulique oscille entre, comme titre d'exemple nous donnent les valeurs de gradient hydraulique dans quelques points sur la carte :

(I AB =  $0.44 \times 10^{-3}$ ), (I CD =  $4 \times 10^{-3}$ ). On remarque aussi qu'il y a des sens d'écoulement secondaire suivant le gradient hydraulique de la zone. Ces écoulements secondaires ont évidemment des directions diverses mais finissent par rejoindre le sens d'écoulement principal.

On remarque que cette valeur est très faible, indiquant une faible pente de la surface piézométrique et par conséquent une faible vitesse d'écoulement.

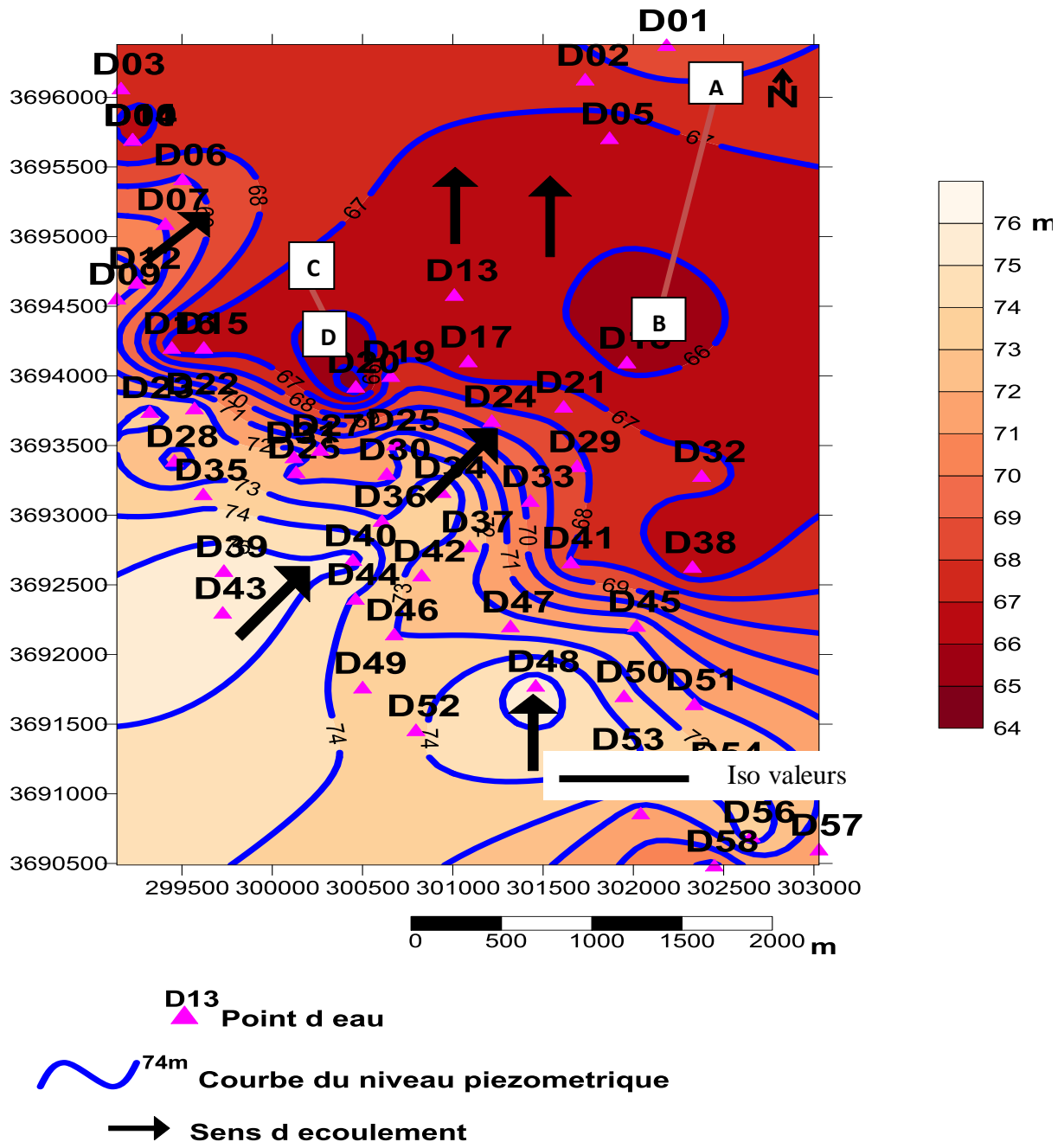


Fig. N°: (II. 06): La carte piézométrique de la nappe phréatique de la région d'étude (mai 2014)

## V. Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe du CT

La détermination des caractéristiques hydrauliques de la nappe de complexe terminal se fait par des pompages d'essais. Cette méthode consiste à représenter expérimentalement par des graphiques, les courbes et les droites des fonctions mathématiques régissant l'écoulement des eaux souterraines vers les ouvrages de captage. L'étude de ces graphiques permet:

- D'analyser l'évolution du cône de dépression de la surface piézométrique.
- De préciser les principales caractéristiques hydrauliques de la nappe.
- De voir en temps réel l'effet de l'exploitation de l'aquifère.

### V.1. Expérimentations des pompages d'essais:

#### - Essais de puits:

Cet essai consiste en l'exécution de pompage par palier de débit de courte durée avec la mesure du niveau d'eau dans les puits. Cet essai permet de déterminer les caractéristiques du complexe: aquifère/ouvrage de captage. La manière la plus rentable sans très solliciter la nappe, est de n'extraire que la réserve régulatrice afin d'éviter une surexploitation minière de la ressource. Cela n'est possible que si le débit d'exploitation est inférieur au débit critique en respectant le nombre d'heure de pompage par jour.

#### - Essais de nappe:

Cet essai est réalisé en un seul palier de débit de longue durée, avec la mesure des niveaux d'eau dans le forage (rabattement) et dans des piézomètres si c'est possible. Ce type d'essai est utilisé dans le but de déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (Transmissivité, Coefficient d'emménagement...).

Il faut noter que l'interprétation n'est possible que si le type d'aquifère est identifié.

### V.2. Essais des pompages:

Des essais de pompage par paliers et de longue durée ont été réalisés sur 03 sites répartis dans la zone d'étude de la vallée d'Oued-Souf, à Guemmar (F 87- EL-Houde), Magrane (F58 – hammadine), Bayadha (F31 - Soualah). L'essai par paliers est composé de quatre paliers de 6 heures chacun à débit constant, séparés par un intervalle d'au moins 12 heures. L'essai de longue durée a consisté en un pompage à débit constant de 72 heures suivi de 24 heures de remontée. Son interprétation a permis de calculer la transmissivité (T), le coefficient de perméabilité (K), le coefficient de perméabilité verticale (Kv) et la porosité efficace (Sy).

L'interprétation des pompages d'essais repose sur des méthodes graphiques d'approximation.

Après l'utilisation du logiciel (Aquifer Test), ces méthodes sont toutes basées sur les hypothèses suivantes:

1. Le débit est supposé constant pendant toute la durée de pompage.
2. La surface de la nappe est supposée horizontale.
3. le forage capte la nappe sur la totalité de son épaisseur.
4. L'écoulement est supposé laminaire.
5. L'aquifère est illimité.

## **VI. LA REMONTEE DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE :**

Dans un passé non lointain (années 1940), la nappe phréatique de la vallée de Oued Souf était l'unique ressource pour l'approvisionnement en eau potable de la population et l'abreuvement du cheptel, ainsi que pour l'arrosage des cultures vivrières (10.000 puits traditionnels actuellement). Avec l'augmentation de la population et le recours aux forages profonds (CT-CI), une montée progressive et persistante de la nappe phréatique a atteint son paroxysme dans les années 1990.

Les premières apparitions de ce phénomène remontent à l'année 1969 et ont pris de l'ampleur dans les années 80, en raison d'un développement urbain anarchique venant perturber l'équilibre naturel qui existait auparavant.

La technique d'exploitation de la nappe phréatique dans la vallée du Souf est le ghout qui est sous forme de cuvette entonnoir aménagé (cratère abritant des palmeraies) dans le sable qui permet aux racines des palmiers d'atteindre la zone de remontée capillaire de la nappe superficielle (-15m). Actuellement la vallée souffre des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des ghouts ainsi que des zones basses de la ville et de sa périphérie.

### **VI.1. Principaux causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique :**

Les causes de la remontée des eaux de la nappe du Souf sont multiples, dont les principales sont :

#### **a) Plus de rejets et moins de prélèvement :**

C'est la cause la plus importante du phénomène de la remontée, En effet l'absence d'exécutoire naturel oblige toutes les eaux citées plus haut à rejoindre la nappe en question d'une part cette même nappe n'est plus sollicitée d'autre part, ceci montre clairement la cause de l'équilibre naturel qui existait avant la détérioration de la qualité des eaux de la nappe étudiée.

**b) Mauvaise gestion des eaux :**

L'ensemble des forages exploités destinés à l'alimentation des agglomérations produisent d'énormes débits (14634,62 m<sup>3</sup>/j) ce qui traduit une consommation excessive, en plus, l'absence d'un réseau d'AEP adéquat et des compteurs sur les branchements particuliers ; ceci fait partie de la mauvaise gestion des eaux

**c) Exploitation des nappes profondes .****d) Les systèmes d'assainissement utilisés (fosses septiques) :**

Le majorité des habitants utilisent des systèmes traditionnels pour l'évacuation des eaux usées, qui permettent l'infiltration des eaux usées à la nappe phréatique, soit directement par l'utilisation de dispositifs individuels d'assainissement (puits à fonds perdus, appelés localement « fosses septiques »); ces puits sont en général en contact directe avec la nappe phréatique et ne répondent à aucune norme de l'assainissement individuel ; ou indirectement par le déversement des eaux usées dans les rues par certains citoyens (sous la forme directe avec des seaux ou par des tuyaux en PVC qui permettent l'évacuation gravitaire et permanente des eaux usées ménagères ou industrielles vers l'extérieur du local consommateur).

Les dispositifs individuels utilisés pour l'évacuation des eaux usées, différents d'une zone à une autre selon le niveau de vie, les moyens financiers disponible, et principalement le degré de sensibilisation du citoyen.

L'utilisation des fosses non normalisées est une principale cause de la remontée des eaux, en raison des quantités d'eau incroyables qu'elles acheminent directement vers la nappe phréatique, sans parler de leur majeur inconvénient, qui est suite à la démanaison des parois à cause du gaz H<sub>2</sub>S dégagé de la fermentation anaérobie, ces fosses deviennent un véritable danger pour les citoyens, puisque la plupart sont implantées dans les maisons, et elles ont causé la mort de plusieurs victimes (Khelef K, 2006).

**VI.2. Solution envisagée :**

Depuis l'an 2005, la vallée de Oued-Souf a bénéficié d'un grand projet d'assainissement et de 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, 2007]. Une représentation schématique générale de ce projet est démontrée dans la figure II.07, indiquant qu'il est fondé essentiellement sur quatre (04) schémas :

### VI.2.1. Schéma d'assainissement :

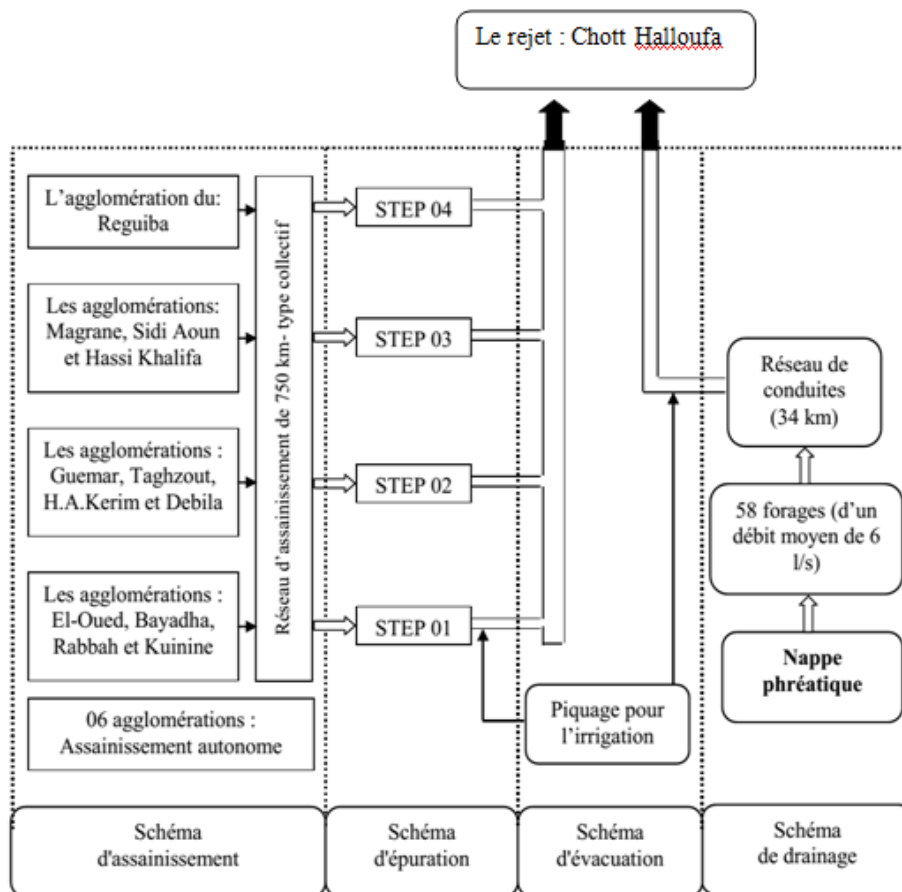
Dans les grandes agglomérations de la vallée (12 communes), le mode d'assainissement utilisé est de type collectif avec un réseau de collecte de 750 km et 57 stations de pompages (relevage et refoulement), le reste (les 6 communes) en assainissements autonomes améliorés.

### VI.2.2. Schéma d'épuration :

Les 12 communes sont regroupées en quatre (04) sous ensembles, une station d'épuration est proposée pour chaque centre. La filière d'épuration choisie est le lagunage aéré parce qu'elle est la plus adaptée aux objectifs attendus au contexte de ce projet.

### VI.2.3. Schéma de drainage :

Dans l'aire d'étude, la solution de drainage proposée est par le système de drainage vertical, composé par un réseau de 58 drains (forages) connectés à 34 km de conduites, l'ensemble des eaux drainées aboutit à la station de pompage existante (ST10) qui refoulera ensuite vers le lieu d'évacuation final.



STEP : Station d'épuration

Fig. N°: (II.07): Schématisation générale du projet [Khechana. S, 2010]

**VI.2.4. 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.

**VI.3. Les objectifs attendus de la nouvelle politique de gestion :**

La gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée d'Oued Souf concerne toutes les problématiques quantitatives et qualitatives, qui sont inters reliés, souvent en compétition et peuvent gérer dépendant avec des aspects socio-économiques et écosystème que. Le choix de ce problème (la remontée des eaux de la nappe phréatique) qui fait l'objet de la gestion intégrée est fait conformément aux besoins de la population et aux valeurs de la société. C'est pourquoi la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée vise quatre (04) objectifs principaux:

**VI.3.1. Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe :**

Quand ce système mis en service, en aura fini avec la remontée des eaux et avec les nombre incidences néfastes qui en découlent, touchant plusieurs secteurs, notamment l'habitat, l'environnement et l'agriculture. La stabilisation de niveau piézométrique permettra de réduire les fluctuations des débits d'une période à l'autre [Cretenet J N et al, 2003].

**VI.3.2. Réutilisation agricole des eaux drainées (ou restauration des eaux évacuées):**

Le prélèvement, pour la réutilisation, d'eaux traitées sortants des stations d'épurations sera possible grâce à l'implantation d'ouvrages de piquage le long de la canalisation. Un robinet de prélèvement pour l'irrigation des espaces verts est prévu à la sortie du local de protection de chacun des forages implanté dans les endroits publics (écoles, annexes universitaires et administrations publiques), qui permettra de garantir un certain degré d'approvisionnement en eau d'irrigation pour protéger une part de la production agricole [Burri J M et Burri J P, 2004].

**VI.3.3. Augmentation du pouvoir épurateur du sol :**

L'espacement entre les forages a été calculé pour qu'au cours de pompage, le niveau d'eau se maintienne à 1m au-dessous de la surface du sol des points les plus bas (Ghouts), ce qui proscrit l'assainissement autonome.

**VI.3.4. Maintient écologique et sanitaire du site de rejets :**

L'évaluation environnementale stratégique et l'étude d'impact du site des rejets qui accompagnent ce projet, à savoir les contraintes et les potentiels environnementaux sur la santé et le milieu écologique ont pu être définis dans une perspective de développement

durable. Les experts ont souligné que le site de rejet, à savoir le chott de Haloufa, situé au Nord-Ouest de la vallée d'El-Oued, est maintenu et que le choix de ce site est judicieux et n'aura aucun impact négatif que ce soit sur l'environnement ou sur l'exploitation des gisements de sel, distants de plus de 20 km, et tout changement du choix de ce site entraînera inéluctablement l'apparition, à nouveau, le problème de la remontée des eaux, mais, des associations locales et des organismes non gouvernementaux (ONG) ont été appelées au changement de cet endroit pour des raisons écologiques vers l'erg oriental [Khechana S, 2010].

## VI. CONCLUSION

Le système aquifère d'El-Oued est constitué de trois nappes : nappe libre (phréatique), et deux nappes captives (nappe de complexe terminal et nappe de continentale intercalaire). L'interprétation des essais de pompage par paliers et à longue durée qui a été effectué au niveau des 03 stations nous permet de définir les paramètres hydrodynamiques de la nappe du CT:

- Le débit soutiré oscille entre  $10^{-3}$  l/s à 55.5 l/s.
- Transmissivité moyenne de la nappe du CT est  $5.26 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.
- La perméabilité de CT dans la région du Souf est comprise entre  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  m/s pour la nappe la plus exploitée du Mio-Pliocène, ce qui nous donne une valeur moyenne de coefficient de perméabilité  $K = 2.55 \times 10^{-4}$  m/s.
- La porosité efficace estimée à 5%, la zone d'étude présente des potentialités en eau très importantes qui sont évaluées à 10,08 m<sup>3</sup>/s.

[Prélèvements (2,84 m<sup>3</sup>/s) + Disponibilités (7,25 m<sup>3</sup>/s)]. Le diagnostic de la remontée des eaux visé a décrit les causes, les conséquences et les impacts de ce problème sur les différents secteurs, dont la principale cause générant ce problème est l'exploitation irrationnelle des nappes profondes.

## Chapitre III

# Diagnostic des système d'assainissement et drainage vertical

## I. INTRODUCTION :

La ville d'El Oued souffre d'un gros problème de remontée des eaux en surface, qui affectent la vie des habitants. Les autorités locales ont proposé un méga projet, dont sa principe est basée sur quatre schémas : assainissement, drainage, épuration et évacuation.

L'assainissement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Le but de l'assainissement collectif est l'évacuation des eaux usées provenant des habitations, industries et élevages, ainsi que des eaux pluviales provenant des toitures, cours, bassins versants et de la voirie. Les eaux usées selon leurs sources sont porteuses des germes pathogènes, des matières organiques, des détergents, des matières de corrosion, ...etc., elles devront donc être évacuées avec beaucoup des soins afin d'éviter toutes nuisances à la population, aux animaux et aux cultures, puis être épurées avant d'être dirigées vers le milieu naturel.

L'objectif du système de drainage est de drainer et d'évacuer le surplus d'eau, tels afin que la nappe phréatique est à 3 m de profondeur dans les cités les plus basses (Chott et Sidi-Mestour), pour assurer l'auto d'égouts et augmentant le pouvoir épurateur du sol.

Dans ce chapitre ont va entamer une :

- Etude et diagnostique sur les problèmes liés aux systèmes d'assainissement ;
- Etude de système de drainage et sa rentabilité ainsi que des solutions proposées pour les deux schémas.

## II. Diagnostique d'assainissement :

### II.1. Assainissement collectif:

Le réseau d'assainissement collectif adopté pour les zones d'habitat dense consiste à collecter et transférer les eaux usées afin de les traiter en un seul point. Les réseaux collecte prévus (y compris le réseau de desserte et refoulement) possèdent une longueur de 613 km avec environ 50 stations de pompage (A Miloudi, 2008). Le taux de raccordement au réseau d'assainissement à été 43.66 % en 2016 (DRE, 2016), cette assainissement Regroupement des 12 communes en 4 sous-ensembles.

Les travaux d'aménagement effectués sur le réseau urbain ont concerné:

- 750 Km de collecteurs gravitaires dont 260 Km réhabilités, 40 Km remplacés et 450Km nouveaux.
- 09 stations de pompage vers les stations d'épuration .
- 57 stations de relevage .
- 04 stations de pompage des eaux épurées vers le collecteur de transfert.

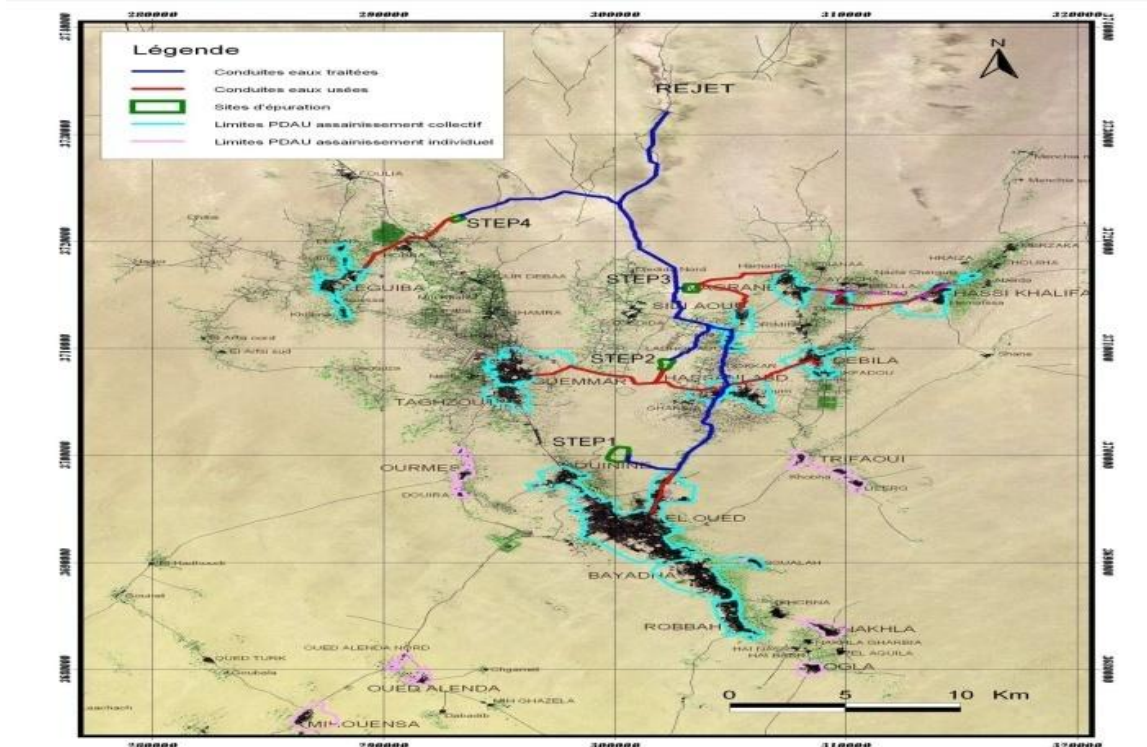
**II.2. Assainissement autonome**

La fosse septique constitue un système autonome au niveau de chaque habitation et convient essentiellement dans les zones où la densité de l'habitat est réduite et le niveau de nappe est loin de la surface du sol. Les communes où les effluents urbains sont collectés dans des fosses septiques au lieu des fosses perdus sont au nombre de 569 (**tableau 01**). Cette assainissement Regroupement des 06 communes.

**Tableau N°: (III. 01): Nombre de fosses septiques dans la vallée d'Oued Souf**

Communes	Assainissement autonome
MihOuenssa	363
Oued Alandah	93
Terifaoui	36
Oermes	72
Reguiba	05
<b>Total</b>	<b>569</b>

ONA (2008)



**Figure N°: (III. 01): Assainissement de vallée de Oued Souf (ONA 2014)**

**II.2.1. Qualité des eaux :**

Les eaux usées sont d'origines domestiques en plus d'autres sources et possèdent-les Caractéristiques expliquées dans le tableau N° (III. 02) :

**Tab N°: (III. 02): Caractéristique des matériaux composés d'une eau usée en souf :**

matériaux	Concentrations diurnes		
	Valeurs standards		Moyenne des mesures
	Min-mg/l	Max – mg/l	Mg/l
MES	225	450	337.5
DBO5	250	500	375
DCO	600	1000	800
Pt	15	30	22.5

(ONA 2014)

**Avec pt:** pénétration du sable dans le réseau.

Notons que la teneur en MES est relativement faible compte tenu de la géologie locale : cela s'explique par le fait que le réseau est séparatif ou unitaire, et que le sable qui arrive à pénétrer dans le réseau d'assainissement se trouve piégé au niveau des regards.

**II.3. Avantage du diagnostic :**

Le diagnostic présente de nombreux avantages et les informations obtenues pour cette étude sont indispensables en vue de :

- Mieux connaître le fonctionnement réel du réseau afin d'optimiser le fonctionnement du système (réseau de collecte + station d'épuration).
- Envisager les actions ultérieures sur le réseau (travaux, méthodes de gestion).

**II .4. Rôle du diagnostic :**

- Hiérarchiser les réparations du réseau existant de la zone étudiée ;
- Proposer un programme de réhabilitation ;
- Préparer, en fonction des capacités de la collectivité, un programme de remise en conformité du système de collecte.
- Prévoir la gestion du système, afin de le maintenir en conformité.

## II. 5. Phases principales d'une étude de diagnostic:

### a- Données de Base :

Plus les renseignements à disposition seront nombreux et précis, plus le diagnostic pourra être fiable.

#### -Pour cela on doit collecter toutes les données concernant :

- L'historique du réseau.
- La description des contraintes du site.
- La nature des éléments constitutifs du réseau.
- Les détails sur la géométrie de l'ouvrage.
- Un état détaillé du réseau.
- Anomalies de fonctionnement connus.

### b- Méthodologie de diagnostic :

#### - La méthodologie détaillée des investigations peut comporter sept volets principaux :

- Mesures de débit.
- Réseau de collecte des eaux pluviales-branchements non conformes.
- Etude des rejets industriels.
- Evaluation de l'impact du système d'assainissement sur le milieu naturel.
- Elaboration du schéma directeur d'assainissement.
- Réseau de collecte et de transfert des eaux usées.
- Système d'assainissement global.

## II. 6. Présentation des conclusions de l'étude :

Le chargé d'étude fournit :

- Un rapport complet présentant dans le détail les investigations effectuées au cours de l'étude ainsi que ses conclusions et propositions. Tous les rapports (plans, croquis, résultats de mesures, analyse...) sont joints.
- Un rapport synthétique permettant de présenter au maître d'ouvrage les conclusions de l'étude et le programme chiffré de travaux qui en découle.

Cette phase d'étude représente un pas très important, car elle nous apporte les renseignements nécessaires de tout ce qui concerne le fonctionnement des réseaux et des ouvrages annexes.

### a-Anomalies et Dysfonctionnements du réseau :

Le réseau actuel est sujet à plusieurs dysfonctionnements qui remettent en cause sa fiabilité.

Nous constatons les problèmes suivants :

- Non-décharge affecte les conduites du réseau inappropriées ne sont pas spécifiées propriétés hydrauliques.
- Regards remplis des grains de sable.

- fermeture de trous de tampons pour certains regards.
- Dépôts importants de déchets solides dans les regards et ensablement des canalisations.
- Exploitation défectueuse par manque de moyens des services d'assainissement et de voirie des communes.
- plusieurs regards immergés dans le sable.
- Erreurs de conception ou d'exécution.
- raccordement non généralisé des habitations (utilisation de fosses septiques) .

Cette situation a pour conséquences des déversements d'eaux usées dans les rues, ce qui pousse les populations à dévier ces eaux stagnantes vers le réseau.

Le réseau actuel présente de sérieux problèmes d'accessibilité, or un réseau d'assainissement d'eaux usées doit être conçu de façon à permettre un accès plus facile aux différentes installations pour effectuer des travaux d'entretien. L'empiètement de certaines maisons sur le réseau se traduit par l'existence de regards à l'intérieur des concessions. Les services chargés du curage trouvent d'énormes difficultés pour accéder à certains tronçons. La zone d'étude est aussi marquée par l'étroitesse des rues à cause des occupations irrégulières de certaines habitations; les stagnations permanentes d'eaux usées font que les populations sont régulièrement confrontées à des odeurs mauvaises et à des risques élevés de maladies. Cette situation est contraire à l'objectif du réseau d'assainissement qui est essentiellement la préservation de l'environnement.

## **II.7. Etats des lieux :**

### **a. Connaissance sur le réseau existant :**

Le réseau en question est de type unitaire avec une structure latérale. Il est destiné à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) Maintenant, le réseau d'assainissement de la zone étudiée Oued Souf étend sur une superficie de 77.2km<sup>2</sup>. Il est de type unitaire avec un schéma d'évacuation par réseau radial regards de visite ; Ce réseau est composé de collecteurs circulaires de diamètres 250 mm.

Le PVC est un matériau qui a l'avantage d'offrir une bonne résistance à l'agression d'ordre chimique.

La station de pompage et relevage le PEHD est un matériau qui a l'avantage d'offrir une bonne flexibilité et résistance à l'abrasion et rugosité faible (plus facilement utilisable pour des faibles pentes).

### **b. Longueur du réseau provoque plusieurs problèmes le plus important :**

- L'accumulation de sable à l'intérieur de la conduite
- L'accumulation de boue à l'intérieur de la conduite.
- Formation du calcaire et par conséquent le diamètre de canal décroissant.

- Conduite contre la pente dans certains endroits.

## II.8. Impact des eaux usées:

### a. Les différents risques de maladies à transmission hydrique :

Considéré comme types d'eaux usées qui ont un dangereux grand sur l'eau humaine, connue sous le nom d'eau noire, ce qui peut causer beaucoup de maladies graves, car il contient beaucoup de bactéries, les parasites et les virus ceci avec beaucoup de matériaux toxiques et des métaux lourds qui sont utilisés dans le nettoyage de la présence d'eau l'assainissement menace des maladies de la santé humaine grave menace pour l'environnement catastrophe naturelle. Le tableau N° (III. 03) montre certaines maladies sexuellement transmissibles.

**Tableau N°: (III. 03):Résumé sur les risques associe à des eaux résiduaires**

<p><b><u>Maladies hydriques</u></b>  Par contamination virale (poliomyélite, hépatite A.)  Par contamination bactérienne (salmonellose, Shigellose, leptospirose.)  Par protozoaires (amibiase, giardias.)  <b><u>Maladies liées à la présence d'éléments toxiques pour l'homme</u></b>  Par micropolluants organiques (détergents, pesticides, composées cyclique d'huile lourdes ou goudrons.)  Par substances minérales de type métaux lourds (plomb, cadmium, mercure).</p>	<p><b>Risque pour la santé de l'homme.</b></p>
<p><b><u>Maladies par contamination virales bactériennes</u></b>  Atteindre par effet toxique d'élément agissent seuls ou en synergie (micropolluants organique, minéraux, substances, radioactives.)</p>	<p><b>Risque pour les êtres vivants dans le biotope milieu de rejet</b></p>
<p>Ces risques sont liés à la modification de certain paramètre:  -physiques, tels température, matière en suspension.  -physico-chimiques, tels vitesses dissolution de l'oxygène.  -ces paramètre peuvent être modifiés des le lieu de rejet mais aussi de façon défère à la suite de transformation chimiques de produits déversé.</p>	<p><b>Risque de dégradation des écosystèmes aquatiques</b></p>

**II.9. Caractéristiques et état du réseau existant :****a. caractéristiques du réseau existant :**

Réseau d'assainissement est constitué de deux composants principaux :

-les conduites

-les regards

Le tableau N° (III. 04) présente les caractéristiques des deux éléments.

**Tab N°: (III. 04):Informations sur les conduites et les regards**

Paramètres	Quantité	Forme	Matériau
Conduites	77.2km <sup>2</sup>	Circulaire	PVC (à joint 6 bar)
Regards	34297 Regard	Carré	Ciment(CRS) ou HTS ; concentration 400kg/m <sup>3</sup> . Fer T12

**b. état du réseau existant :****b.1.Etat des conduites :**

La plupart du réseau actuel a des conduites PVC. Nous avons remarqué que certains problèmes dans les conduites que nous avons enregistrés dans le tableau N° (III. 05).

**Tab N°: (III. 05): Les problèmes dans les conduites PVC existants**

Nature	Etat
PVC	Bouchée
	à renouveler
	Dégradé

Les conduites du réseau existant de la zone d'étude oued souf est en actuellement accepté état Sauf pour certaines régions.

**b.2.Etat des regards:**

Le réseau d'assainissement de la zone étudiée renferme dans sa totalité a peu près 34297 regards en béton armé de type carré. La profondeur maximale est de 5,28 m et la distance entre les regards varie de 7 m à 54 m. Nous avons remarqué que certains problèmes dans les regards et nous avons enregistré dans le tableau N° (III. 06).

Tab N°: (III. 06): Etat des regards

Les échantillons	L'état des regards
1	Regards en bon état
2	Regards en mauvais état
3	Regards non identifié
4	Regards renouvelés
5	Regards n'est pas en service
6	Regards renouvelés et chargé de sable
7	Regards déformé
8	Regards irrégulier

**b.2.1. Branchement non réguliers:**

Branchement irrégulier faite par les entrepreneurs ou les habitants.

**Photo. N°:( III. 01): branchement irrégulier (BEGGAS et H. LIHIOU,2014)**

**b.2.2.Regard (Incliné) male installé:**

Se pose au niveau de l'emplacement de ces regards.



**Photo. N°:( III. 02): regard Incliné (BEGGAS et H. LIHIU,2014)**

**b.2.3.Regard sous fonction:**

N'est pas en service.



**Photo. N°:( III. 03): Regard n'est pas en service (BEGGAS et H. LIHIU,2014)**

**b.2.4. Résolution et désagrégation du béton (Ferrailage désastreux):**

Défaut de béton de réalisation ou choc extérieur.



**Photo. N°:( III. 04): désagrégation en béton.**

**b.2.5. Fermeture du trou de regard :** Les habitants ferment les trous de regards pour éviter les odeurs de l'égout et l' $H_2S$ .



**Photo. N°:( III. 05): Fermeture des trous des regards**

**b.2.6.Regard chargé du sable :**Le sable pénétré par les trous dans les regards et fait boucher les conduites.



**Photo. N°:( III. 06): des regards chargés du sable**

**b.2.7.Regard rempli des déchets :**



**Photo. N°:( III. 07): déchets bouchant les regards.**

**b.2.8. Dégradation de tampon :** en raison de la pression mécanique.

**Photo. N°:( III. 08): dégradation de tampon**

**II.10. Station de relevage:** dans la zone d'étude il ya 57 stations de relevage répartis comme suit :

Le débit de dimensionnement de la station est le débit de pointe des effluents à l'horizon 2030 arrivant dans la bache d'aspiration. Sur les stations de pompage importantes, le projet prévoit pour le débit de pointe,. Le corps principal de la station de pompage est constitué d'un parallélépipède de section rectangulaire dont les arêtes sont de 3m, 4m ou 6 m, en fonction du débit qui définit le volume de la bache de pompage, et de la profondeur d'arrivée de la canalisation. La profondeur maximale tolérée pour les stations de pompage est de l'ordre de 8m. Chacune de ces 3 arêtes correspond à une configuration de type donnée dans le figure N° ( III. 09) , et correspond aux dispositions et aménagement suivants : La bache de pompage est fermée sur sa partie supérieure par une dalle en béton dans laquelle est pratiqué un puits pour la manipulation des pompes. Au-dessus de ce puits est prévu un dispositif de levage des pompes qui est mobile, pour les stations d'arêtes 3m et 4m, et se trouve constitué d'un rail fixé au plafond avec des poulies mobiles pour les stations d'arête 6m.

Tableau N°: (III. 07):Les stations de relevage et pompage

Communes	Station de relevage/pompage
EL-OUED	9
KOUININE	4
BAYADHA	7
ROBBAH	3
HASSANI ABDELKRIM	4
DEBILA	4
GUEMAR	6
TAGHZOUT	2
SIDI AOUN	3
MAGRANE	5
HASSI KHALIFA	4
REGUIBA	6

Problèmes dans les stations de relevage :

- L'accumulation de sable dans la bêche.
- campagne de pluie désordre dans le travail de la pompe.
- L'érosion du conduite en raison du grand débit.



Fig. N°:( III. 09): La bache de la station de relevage (BEGGAS et H. LIHIOU,2014)

### II.11.Proposition des solutions et programme de réhabilitation :

Suite à l'analyse effectuée dans la phase état des lieux, nous allons proposer des solutions techniques afin de remédier à l'ensemble des dysfonctionnements.

Dans un premier temps nous allons étudier le fonctionnement d'un réseau unitaire, ensuite, nous ferons la conception du nouveau réseau. Cette phase comprend les points suivants:

#### a. Développement des études de diagnostic :

Le développement de ces études a pour but la mise en place de la métrologie en réseau d'assainissement, et due aux :

- L'acquisition et le traitement des données ont évolué et se font maintenant grâce à l'outil informatique (télétransmission des données et exploitation sur ordinateur).
- Les capteurs ont également évolué, leurs utilisations et leurs limites sont mieux.

#### b. Travaux de Réhabilitation :

Elle comprend la remise en état de la partie endommagée du réseau par :

- Remplacez les conduites en béton pour conduites de matière PVC.
- Remplacement des tampons de regard endommagé afin d'éviter les fuites de sable
- réparation une partie dégradé dans le regard.
- réparation la position les regards pour le niveau de sol.
- La remise en état des zones contre la pente.

**c. Elaboration d'un programme de nettoyage périodique :**

-Les nettoyages périodiques, doivent être déterminés pour chaque cas particulier, sur les tronçons de canalisations bouchées.

-Les appareils manuels ou à moteur électrique peuvent être équipés de flexibles spéciaux avec têtes d'outils diverses pour les travaux de débouchage sur des canalisations de 150 mm, jusqu'à 40 m de longueur.

**d. Gestion informatique du réseau :**

-Pour une bonne gestion il n'y a pas mieux qu'une gestion informatisée, mais pour pouvoir la faire il faut une connaissance totale du réseau et son comportement dans différentes situation. La première chose à faire est d'entreprendre une campagne de mesure pour créer une banque de données qui servira de référence aux événements futurs, ainsi détecter chaque fonctionnement anormal du réseau.

- Pour perfectionner ce système, on peut placer des capteurs de plusieurs paramètres (débit, vitesse,...etc.), au niveau des points les plus sensibles du réseau, qui seront connectés à des commandes automatique ou semi-automatique à distance.

**III. Diagnostic du système de drainage vertical****III.1.Définition de drainage :**

Le système de drainage est une opération d'évacuation des eaux excédentaires d'un sol hors de zones habituellement inondées, peut renforcer les effets négatifs d'une sécheresse.

Le drainage comporte 03 phases :

- Captage où collectent des eaux excédentaires.
- Acheminement par un réseau de collecteurs ou de fossés.
- Restitution au réseau hydrographique naturel.

**III.2.Etude du système de drainage vertical :****III.2.1.Etude du système de drainage vertical existant :**

Dans l'aire d'étude, la 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 500 mètres entre eux, avec un réseau de conduites de 34 km. Ces forages ont été réalisés par l'entreprise Cosider TP pole 95 en 2007, dans le cadre du projet de lutte contre la remontée du niveau de la nappe phréatique, les dites forages sont situés dans leur totalité au niveau de la ville d'El Oued.

Le bilan d'eau sera équilibré en éliminant le surplus par pompage dans ces forages répartis sous la ville d'El-Oued. La figure. N°(III.02) montre la répartition des 58 forages dans la zone d'étude.

Le réseau de drainage devient opérationnel depuis 2011, l'ensemble des eaux drainées aboutit à la station de pompage existante (ST10) qui refoulera ensuite vers le lieu d'évacuation final « Chott Halloufa ».

### **III.2.2. Objectifs du système de drainage vertical:**

Le système de drainage a été installé pour ces objectifs :

- L'eau peut être réutilisée localement.
- Les drains verticaux qui sont des puits de pompage ne nécessitent pas d'entretien s'ils sont bien réalisés et ne risquent pas de se boucher contrairement aux drains horizontaux.
- Le niveau de l'eau peut être abaissé suffisamment pour permettre à l'assainissement Autonome d'être efficace.
- La variante présente un coût inférieur à celui des autres variantes.

### **III.2.3.Principe de drainage :**

Le principe du drainage est de récupérer l'ensemble des eaux d'infiltration sous l'agglomération d'El Oued par pompage dans 58 puits forés ( il y a sept forage non active a cause du faible débit), d'utiliser une part aussi grande que possible de ces eaux sur place pour l'irrigation d'espaces verts, de collecter le solde des eaux au niveau de la station de pompage ST 10 (réseau de collecte ramifié en plus le collecteurs et conduites en PRV (matériau plastique), puis de les refouler sur environ 4200 m vers le nord jusqu'à la premier cheminé d'équilibre (MC3) à partir de ce point l'eau de drainage refoulé vont être mélangé avec les eaux traité de la STEP 01 et vont être acheminée jusqu'à le rejet final sur une distance de 47 Km.

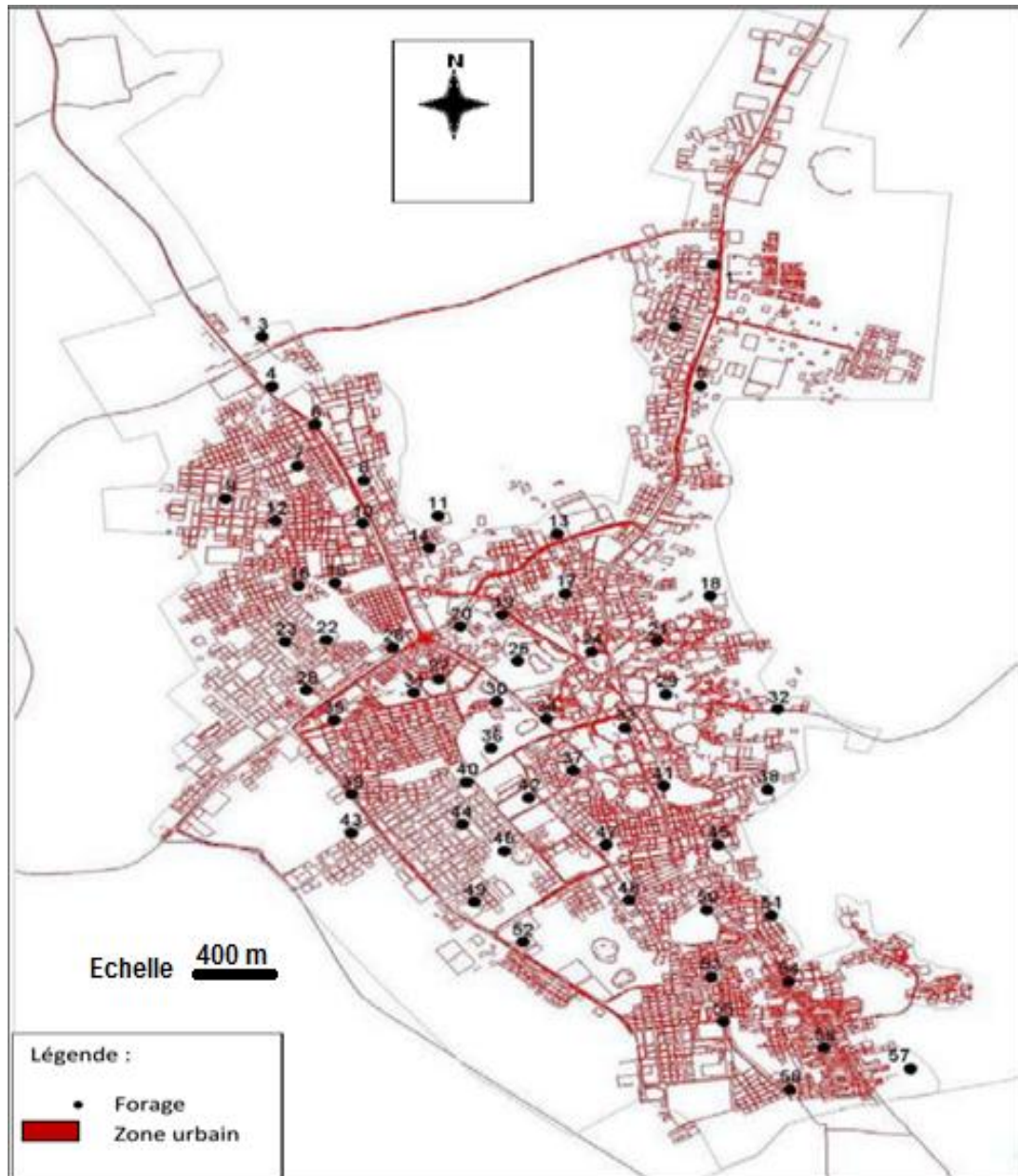


Fig. N°: (III.02): Localisation des 58 forages de drainage à EL Oued (BG, 2004)

#### III.2.4. But du système de drainage existant :

ce système a été conçu pour :

- le rabattement du niveau de la nappe phréatique jusqu'à la côte  $Z= 60$  m celle du rejet actuel (le point le plus bas) = 61m, pour abaisser la nappe n'est pas pour l'assécher.
- d'équilibrer le bilan d'eau au niveau de la ville d'El-Oued,
- d'assurer une profondeur minimum de la nappe phréatique de 1,5 m dans les quartiers inondés.
- de stabiliser ou inverser le problème de remontée dans le reste de la ville et d'éviter que de nouvelles zones ne soient inondées.

- Assécher le Chott pour éviter la contamination de la nappe phréatique au nord de la ville et éliminer les nuisances dues à de l'eau stagnante aux abords de la ville.
- La réutilisation des eaux drainées pour l'agriculture et l'irrigation locale.
- D'après les études faites par BG, le drainage vertical, par pompage dans les forages permet d'abaisser suffisamment la nappe (entre 5 et 10 m de profondeur), sa pente devient ainsi pratiquement nulle et l'écoulement souterrain vers les points bas s'arrête.

### **III.2.5. Plan du réseau :**

Deux types de réseaux de drainage ont été considérés :

#### **A. Réseau ramifié :**

Des collecteurs bien définis relient les forages et la station de pompage. La forme du réseau est ramifiée. Le principal désavantage est dans l'absence de redondance. Si l'on ferme une conduite, tous les forages qui se trouvent à l'amont seront arrêtés. Par contre l'avantage est dans le coût de réalisation puisque le linéaire des conduites est inférieur d'un réseau maillé.

#### **B. Réseau maillé :**

Les collecteurs forment des mailles sur lesquelles se branchent les conduites qui proviennent des forages. La présence des mailles assure une redondance, en autres termes même si l'on ferme une conduite l'écoulement vers la station de pompage est assurée par un autre chemin.

La comparaison entre ces deux types de réseau nous a fait pencher vers un réseau ramifié, pour les raisons suivantes :

- ✓ Le réseau maillé, capable d'assurer une redondance correcte au réseau de drainage afin de faire face à plusieurs cas de fermeture de conduite, est bien plus lourd que le réseau ramifié retenu. Le coût des conduites seules est 2 fois plus chères que la solution « réseau ramifié ». La différence de coût est plus importante si l'on tient compte de tous les autres coûts (appareillage, tranchées, vannes, ...).
- ✓ La fermeture d'une conduite pour réparation, et l'arrêt consécutif de tous les forages à l'amont de cette conduite, peuvent être tolérés compte tenu de la destination du réseau (drainage de la nappe) et de l'inertie de la nappe.

### **III.2.6. Paramètres de dimensionnement de réseau de drainage :**

- Un modèle topographique du terrain reposant sur les levés au sol.
- Un modèle du toit de la nappe phréatique reposant sur les mesures de profondeur de la nappe en avril 2002 dans 24 puits en ville.
- Un modèle de la profondeur de la nappe établi par différence entre le modèle topographique et le modèle du toit de la nappe.

- Les caractéristiques hydrodynamiques du sous-sol déterminées par les essais de pompage et les essais d'infiltration.

La Figure. N° (III. 04) illustre le processus.

### **III.2.7. Description du système :**

Le réseau de drainage de la ville de l'Oued Souf est partagé en quatre sous systèmes différentes d'une capacité de drainage de l'eau qui se jette séparément dans la station de pompage ST10.

- Sous-système 1 Collecteur (C1)
- Sous-système 2 Collecteur (C2)
- Sous-système 3 Collecteur (C3)
- Sous-système 4 Collecteur (C4)

### **III.2.8. Caractéristiques des forages :**

- La profondeur des forages est déterminée par la cote du terrain à l'emplacement des forages et la cote de l'eau dans le Chott. Ce dernier est de 64 m. Il est prévu qu'un niveau dynamique de pompage à la cote 60 m puisse être atteint pour éviter que l'eau continue s'écouler vers le Chott et permettre que ce dernier finisse par s'assécher. Un regard de 1 m au-dessus de la pompe définit le niveau de celle-ci à la cote 59 m et celui du sommet des crépines à la cote 58 m. Les crépines d'une longueur de 8 m

s'arrêtent à la cote 50 m. Elles se poursuivent par un tube décanteur aveugle de 2 m

La cote de la fin du forage s'établit ainsi à 48 m.

- La longueur du tubage au-dessus des crépines est définie par la différence entre la cote du sommet des crépines (58 m) et celle du terrain naturel, variable pour chaque forage. Cette dernière est comprise entre 66,75 m et 94 m, 79 m en moyenne. La longueur moyenne du tubage s'établit ainsi à 21 m (79 m - 58 m). La profondeur des forages est comprise entre 18,75 m et 46,31 m en moyenne. Cette conception est illustrée dans la Figure N°: (III. 03).

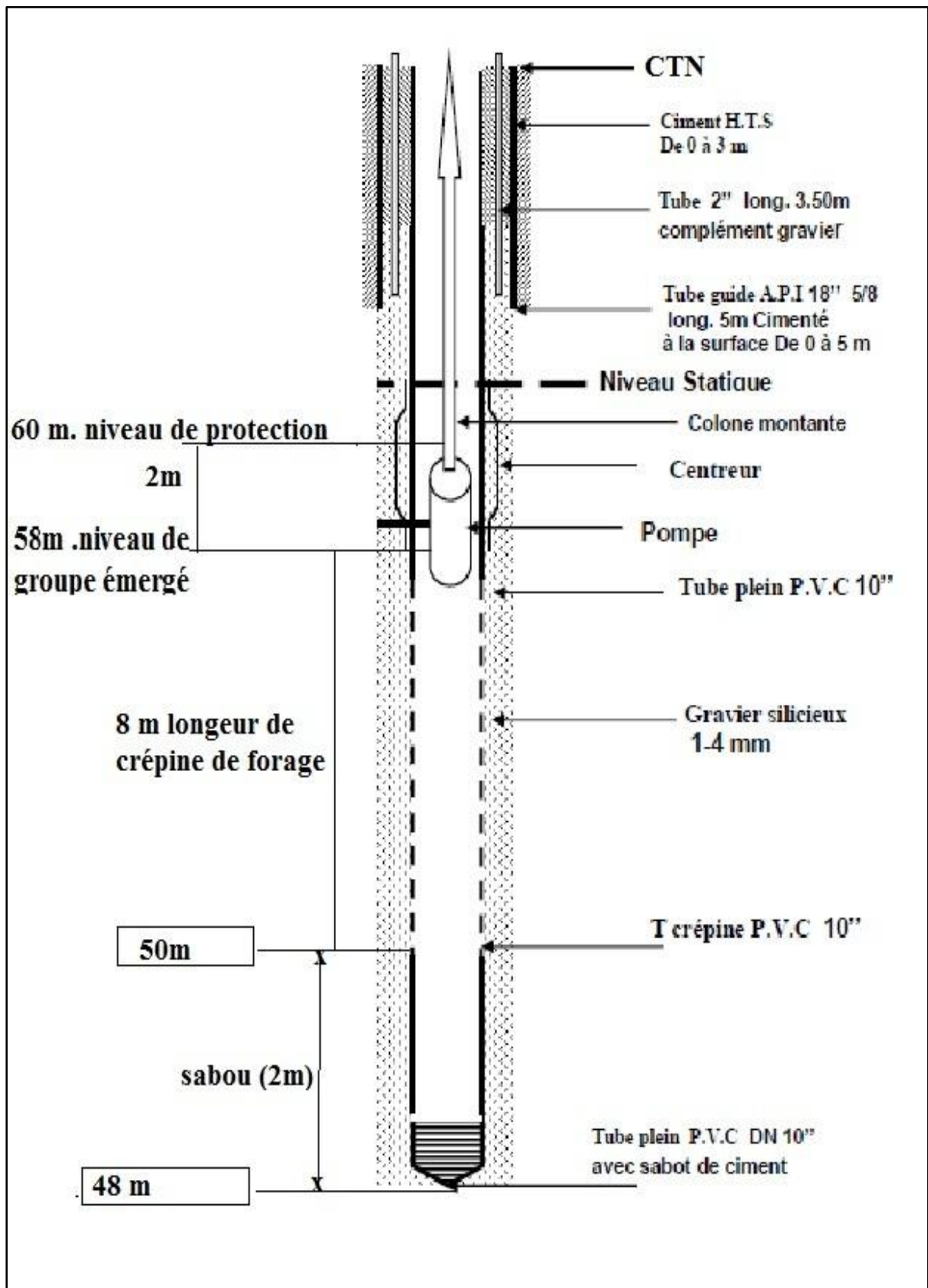


Fig. N°: (III. 03): Coupe transversale de forage

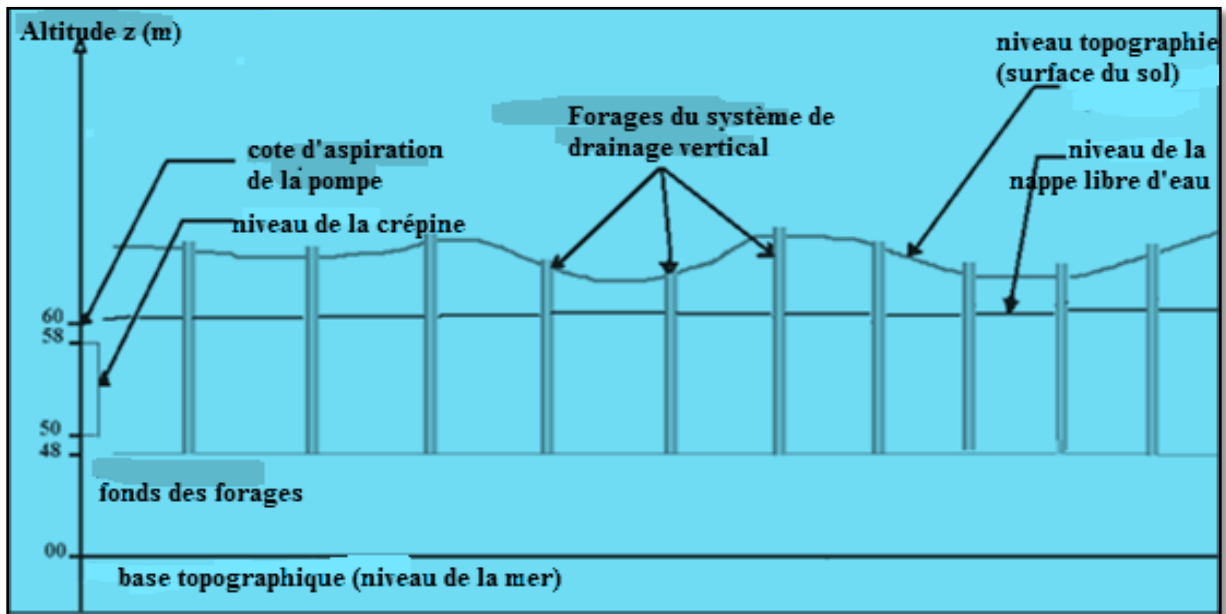


Fig. N°: (III. 04): Plan de réseau de drainage vertical existant

### III.2.8.1. Réalisation des forages :

Les travaux de forage comprennent la séquence suivante :

- Exécution d'un avant-trou jusqu'à une profondeur de 5 m, tubé en 18" 5/8, cimenté.

Le tubage sera laissé en place pour servir de protection à l'équipement.

- Forage au rotary  $\varnothing$  17" 1/2 jusqu'à 31 m de profondeur moyenne, 50 m maximum, avec boue synthétique au polymère.

- Équipement du forage comprenant de haut en bas : tube plein PVC  $\varnothing$  10" avec centreurs, crépine PVC 10", slot 20 avec centreurs chaque 4 m, tube décanteur 2 m, sabot.

- Circulation à la boue allégée.

- Mise en place du gravier filtrant composé de quartz roulé 1 - 2 mm jusqu'à 2 m au-dessus des crépines.

- Bouchon de ciment sur une longueur de 2 m au-dessus du gravier.

- Remblayage avec tout-venant.

- Cimentation entre 0 et 6 m de profondeur.

- Traitement à l'hexamétophosphate.

- Développement à l'air lift puis à la pompe immergée jusqu'à obtention d'eau claire.

- Pompage d'essai par paliers enchaînés comprenant 3 paliers de 2 heures, suivi d'une remontée de 2 heures.

- Pompage continu d'une durée de 24 heures, suivi d'une remontée de 12 heures.

- Fermeture du forage par couvercle boulonné, sur le tubage 18" 5/8, muni d'un orifice 3/4" fermé par bouchon vissé pour passage d'une sonde (O.N.A, 2004).



**Photo. N°:( III. 10): Photos de forage en réalisée  
(BEBOUKHA.Y et MEDJOURI. M , 2011)**

### III.2.8.2.Equipement des forages:

L'équipement des forages comprend :

- une électropompe immergée pour forage y compris l'armoire électrique et les sondes de niveau bas et niveau haut
- une colonne d'exhaure en acier à joint vissé
- ne plaque de support de pompe aménagée pour les passages étanches de la colonne d'exhaure
- le câble d'alimentation d'énergie électrique
- un raccord PVC pour la descente d'une sonde de mesure de niveau
- un manomètre
- un robinet de puisage à l'extérieur du local de protection
- un tube de ventilation se terminant par une crosse
- un compteur
- un clapet anti-retour
- un ballon anti-bélier
- une vanne de sectionnement

### III.3.Rentabilité de réseau de drainage vertical :

En vu de la recherche d'une réponse à l'échec du réseau de drainage vertical dans certaines cités (Sidi Mestour et Chott), on à procédé à interpréter les essais de puits qui ont été réalisé

au niveau des forages de drainage eu même, afin de déterminer les paramètres hydrodynamiques et les conditions aux limites de la nappe phréatique.

### **III.3.1. Identification des essais de puits et pompage d'essais :**

#### **a. Essai de puits par paliers de débit de courte durée :**

Les essais de puits par paliers de débit de courte durées évalue les caractéristiques du complexe aquifère /ouvrage de captage sont :

Débit critique - Débit spécifique -Débit spécifique relatif- Les pertes de charge- Le débit maximum d'exploitation ou la productivité qu'il permet d'établir le programme d'équipement technique de l'ouvrage.

#### **b. Pompage d'essais de longue durée :**

Le pompage d'essais de longue durée est exécuté par un seul palier de débit constant, durant au moins 24 heures avec optimum de 72 heures avec des mesures de niveau d'eau dans le puits et dans un ou plusieurs piézomètres.

Chaque palier est suivi d'arrêt de pompage d'une durée égale permettant la remontée du niveau d'eau et la mesure de rabattement résiduel.

Le pompage d'essais poursuit trois butes principaux :

- Mesure sur terrains de caractéristique hydrodynamique (transmissivité, coefficient d'emménagement et la perméabilité).
- Etude quantitative des caractéristiques particulière de l'aquifère.
- Observation directe de l'effet de l'exploitation sur l'aquifère.

### **III.3.2. Interprétation des données des essais du pompage a longue durée :**

Dans le cadre de l'évaluation des caractéristiques des forages qui ont été réalisés dans la nappe phréatique de Oued-Souf, on a utilisé des techniques de l'informatique à l'aide de logiciel «Aquifer-Test». Ces forages sont appartient du projet : " Réseau d'assainissement et drainage vertical des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation et mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la vallée du Souf "; réalisé par l'entreprise SINCO Groupement (Sino Hydro et Cosider Pole T95).

Pour atteindre ces dites objectifs, nous avons procédé à interpréter, parmi les 58 forages, seulement, les forages D05, D20, D53 se trouvant respectivement, à l'intérieur du château d'eau Chott, hôtel Louss et à l'école KINA Laiche (Chouhada), implantés aux coordonnées UTM suivantes :

**Tableau N°: (III. 08):les coordonnées UTM des sites des essais de pompages**

Site	X	Y	Z (m)
<b>D05</b>	301868.619	3695710.673	76.15
<b>D20</b>	300463.059	3693926.222	69.57
<b>D53</b>	301927.2813	3691220.6143	80.32

**Logiciel « Aquifère test » :**

A l'aide de ce logiciel on a analysé 3 forages afin d'évaluer la productivité qui exprimée en capacité spécifique (Cs).

La capacité spécifique est défini comme suit :

$$Cs = Q/S \text{ en m}^2/\text{s}$$

- Q : débit de pompage en m<sup>3</sup>/s.
- S : le rabattement en m du à la perte de charge.

Qui est le résultat de la somme des pertes de charge de l'aquifère et du forage sous forme suite à l'écoulement turbulente de l'eau à travers les crépines de pompage.

La capacité spécifique est estimée sur un graphe sur lequel le débit met en abscisse et le rabattement en ordonnée, et par la mesure de l'ajustement de la pente de la droite.

Les conditions d'application de cette formule sont :

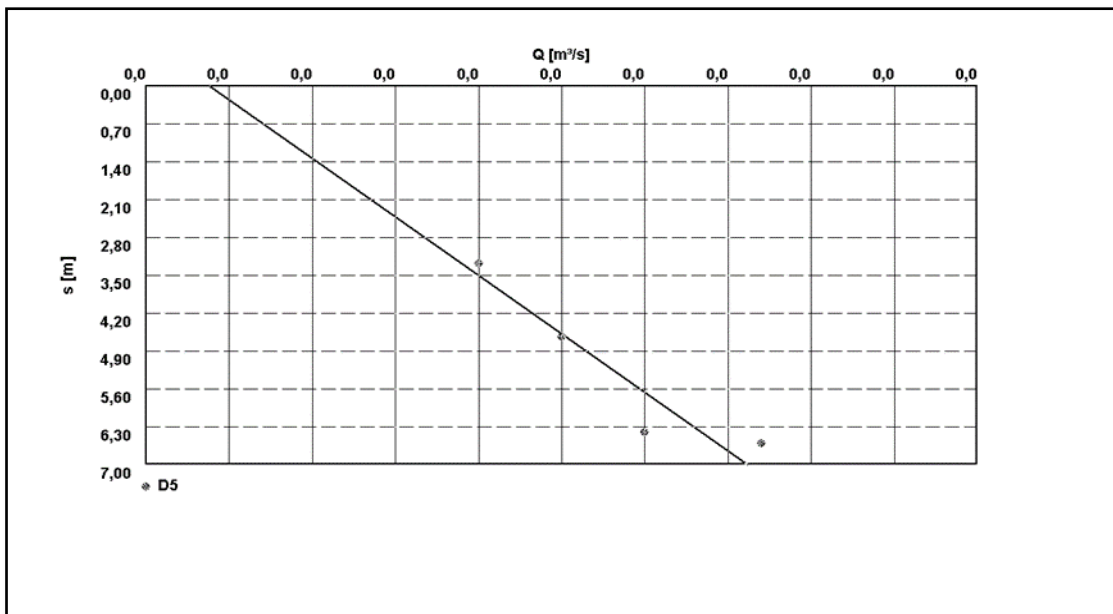
La durée de pompage doit être assez longue pour que l'équilibre s'établisse et le débit doit être constant.

Le rabattement dans le puits est une courbe de la baisse du niveau piézométrique dans l'aquifère et de la perte de charge dû aux caractéristiques techniques du forage, entre la diminution de la pression dans l'aquifère et la perte de la pression dû de perte du puits.

Les données nécessaires pour l'utilisation de ce programme sont: Le débit de pompage dans le forage en pompage, et le rabattement.

**Tableau N°: (III. 09): Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D05**

PALIER	N.S (m)	N.D (m)	RABATT(m)	DEBIT (l/s)
1 <sup>er</sup> Palier	09.20	12.48	03.28	02.00
2 <sup>eme</sup> Palier	09.20	13.84	04.64	02.50
3 <sup>eme</sup> Palier	09.20	15.60	06.40	03.00
L. durée	09.20	15.80	06.60	03.70



Débit spécifique =  $4.62 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

**Fig. N°: (III.05): Courbe débit / Rabattement à D05**

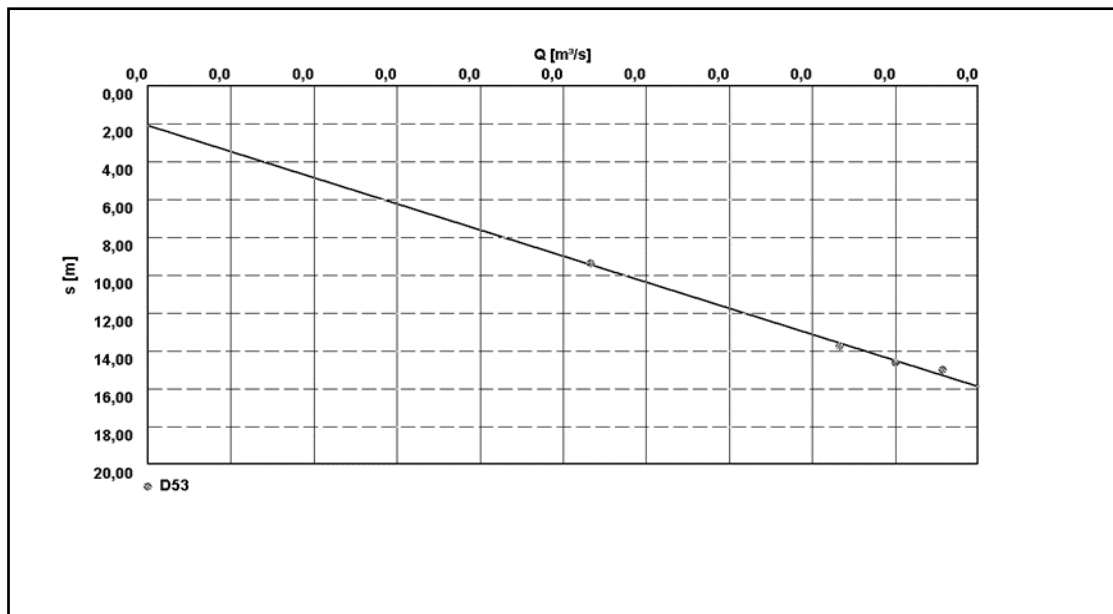
**Tableau N°: (III. 10): Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D20**

**D20**

PALIER	N.S (m)	N.D (m)	RABATT(m)	DEBIT (l/s)
1 <sup>er</sup> Palier	/	/	/	/
2 <sup>eme</sup> Palier	/	/	/	/
3 <sup>eme</sup> Palier	/	/	/	/
L. durée	00.35	09.85	09.50	02.50

**Tableau N°: (III. 11): Calcul de débit spécifique: Valeurs débits /rabattements Forage D53**

PALIER	N.S (m)	N.D (m)	RABATT(m)	DEBIT (l/s)
1 <sup>er</sup> Palier	04.66	14.04	09.38	01.60
2 <sup>eme</sup> Palier	04.66	18.42	13.76	02.50
3 <sup>eme</sup> Palier	04.66	19.30	14.64	02.70
L. durée	04.68	19.68	15.00	02.87



**Débit spécifique =  $2,17 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$**

**Fig. N°: (III.06): Courbe débit / Rabattement à D53**

#### **III.4.hypothèse du cause d'échec de système de drainage vertical :**

L'objectif de ce système est de drainer cet excès, tels afin que la nappe phréatique est à 3m de profondeur dans les cités les plus basses (Cités du Chott et Sidi-Mestour), pour assurer l'auto d'égouts et augmentant le pouvoir épurateur du sol.

Après deux années de fonctionnement, les résultats attendus de système de drainage vertical n'est pas atteint où les eaux souterraines continue d'augmenter dans les cités les plus touchées ainsi que les débits de certains forages sont très faibles.

Les responsables du projet de drainage manquaient un outil pour comprendre la cause d'échec du système de drainage vertical dans les cités les plus touchées par la remontée des eaux souterraines (Chott et Sidi-Mestour). Pour répondre à cette préoccupation, nous avons

entrepris de procéder à un essai à niveau variable dans trois puits de système de drainage vertical.

#### **III.4.1.Essai de pompage:**

L'analyse exacte de pompage d'essai effectué à la nappe libre dans la région d'Oued-Souf est considérablement entravée par des difficultés dans la description de la structure interne de cette réserve avec précision.

La distribution spatiale des divers domaines hétérogènes et des perméabilités différentes semble fortement imprévisible, sinon totalement aléatoires. Toutefois, la connaissance de ces structures est nécessaire pour déterminer le sens d'écoulement dans différentes zones et de comprendre s'il existe des limites étanches ou à flux imposés.

Pour déterminer les limites de la nappe libre et dans l'ordre de signaler si des anomalies sont observées dans les structures internes du sol, nous étions intéressés aux essais du puits effectué aux forages de drainage (D05, D20 et D53) au cours de l'hiver 2008. La durée de l'essai de pompage est de 24 heures avec un temps de remontée de 12 heures et les débits de pompage étaient de 2.8, 2.5 et 5.10 l/s respectivement.

Nous avons choisi ces forages en raison de ses faibles débit ( $> 6$  l/s) mesuré à la fin de l'opération de forage et ses emplacements dans les cites les plus touchées par le problème de la remontées des eaux souterraines.

La réponse de niveau piézométrique était observée dans les mêmes puits et à 02 puisards (SD5 et SD20) en proximité de D5 et D20 (Fig.6). Après 24 heures de l'essai de puits, nous avons procédé au pompage dans les puisards (SD5 et SD20), à l'aide d'une pompe émergé. La profondeur de l'eau est observée dans les puits voisins (D5 et D20).

Rabatement surveillés au cours du pompage d'essai est présenté dans les Figures 7, 8 et 9.

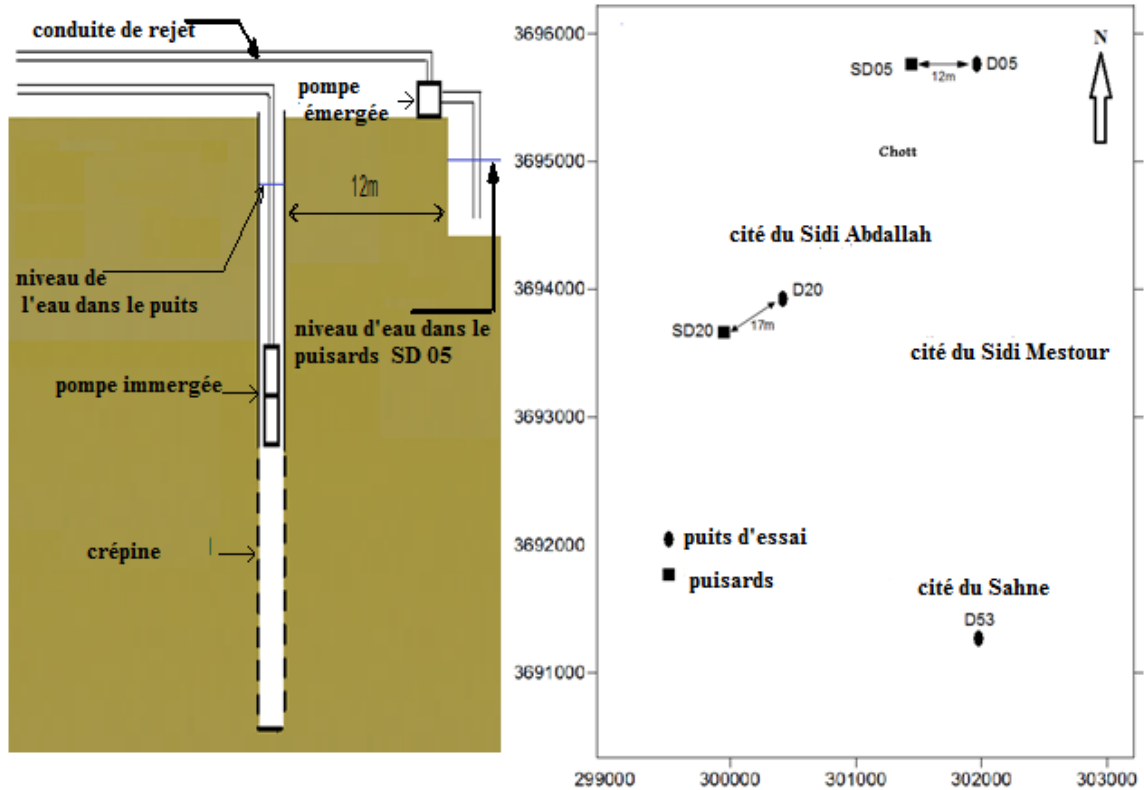


Fig. N°: (III.07): Localisation des forages et des puisards

a : pompage et système de décharge dans les puisards et les forages

b: localisation des forages et des puisards dans les cites et distances entre eux

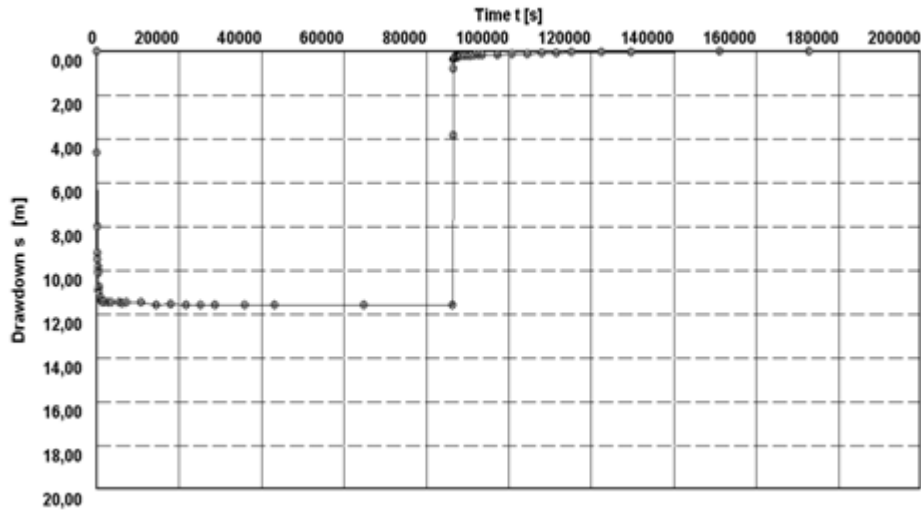
Juste après le début du pompage, le niveau d'eau était rapidement tombé dans le pompage de trous de forage.

Au niveau du D05, le niveau statique a été de 1,34 m et le débit de pompage était de 2,8 l/s. Le niveau d'eau à D05 montra une réponse immédiate avec le pompage et un rabattement rapide en un temps réduit (3 min), après, le rabattement a été atteint seulement 0,51 m pendant le reste de la durée de pompage. Après 2 minutes d'arrêt du pompage, le niveau d'eau a monté rapidement jusqu'à 6,5 m, après cela, il avait une remontée constante par rapport au temps.

À une distance de 12m de forage D05 il ya un puisard (SD05), qui a été utilisé comme point d'observation.

La réponse de la charge hydraulique dans (SD05) était très lente et le niveau d'eau a diminué de 1 à 2 cm, même après 4 heures au début du pompage.

Au cours du pompage dans SD05, nous n'avons pas enregistré aucune variation du niveau d'eau dans le forage D05.

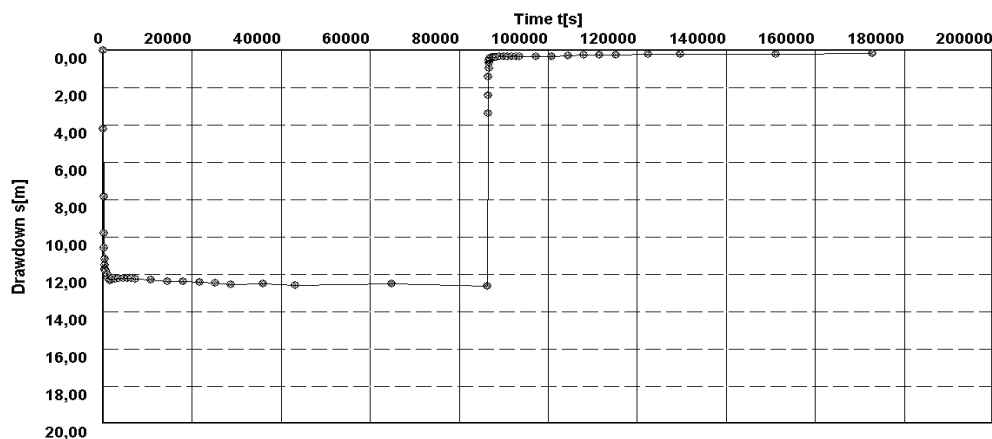


**Fig. N°: (III.08):rabattement et rabattement résiduel mesurés en D05**

Pour le forage D20, le niveau statique a été 0,35 m et le débit de pompage était de 2,5 l/s. le rabattement atteint plus de 11.70 m après 7 minutes de pompage et 12.61m après 1440 minutes. Le niveau de l'eau à D20 a montré une réponse immédiate avec le pompage et diminution rapide du niveau en temps réduit, après cela, le rabattement suit une augmentation constante en fonction du temps (atteint 0,91 m au reste de la durée de pompage). Après 5 minutes d'arrêt du pompage, le niveau d'eau a augmenté rapidement jusqu'à 6.28 m, après cela, il avait une augmentation constante en fonction du temps.

À une distance de 17m à D20, il y a le puisard (SD20) qui a été utilisé comme point d'observation. La réponse en (SD20) a été très lente, de l'ordre de 1 à 3 cm, même après 4 heures au début du pompage.

Au cours du pompage dans le SD20, nous n'avons pas enregistré aucun changement dans le niveau d'eau de forage D20.



**Fig. N°: (III.09):rabattement et rabattement résiduel mesurés en D20**

Pour le forage D53, le niveau statique a été de 7,10 m et le débit de pompage était de 5.10 l/s. Le rabattement atteint plus de 7 m après 3 minutes de pompage et atteint 7.47m après 1 440 minutes. Le niveau d'eau à D53 a montré une réponse immédiate avec le pompage et un rabattement rapide en un temps réduit (3 min), après que le prélèvement a une augmentation constante en fonction du temps (atteint seulement 0,51 m en est demeurée la durée de pompage). Après 2 minutes d'arrêter le pompage, le niveau d'eau a augmenté rapidement jusqu'à 7,75 m, puis, le rabattement résiduelle avait une diminution par rapport au temps.

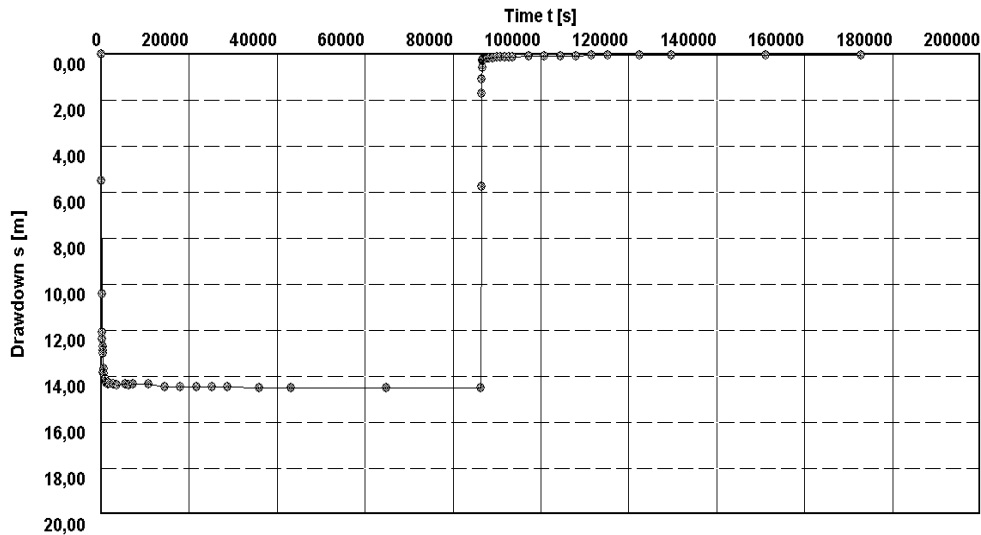


Fig. N°: (III.10): rabattement et rabattement résiduel mesurés en D53

### III.4.2. Résultats et discussion:

#### a. Interprétation du test et résultats:

##### a.1. La courbe de descente : Cette courbe montre deux phases :

La première est le résultat de l'effet de capacité du puits caractérisant le couple aquifère.

La deuxième partie de la courbe a une augmentation régulière du rabattement en fonction du temps, ce qui nous permet de tracer une ligne de pente C. cette pente reflète l'impact d'une limite probablement étanche.

Le calcul de la transmissivité T donne par C.V. Theis:

$$T = \frac{0.183Q}{C}$$

Q: taux de pompage (l/s).

C: pente de la ligne de rabattement.

Après application numérique, on a trouvé que:

Au D05 ainsi,  $Q = 3 \text{ l/s}$  et  $C05 = 4.2$ , donc,  $T = 0.183Q / C05 = 2.18 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$ .

Au D20 ainsi,  $Q = 2,5 \text{ l/s}$  et  $C20 = 4$ , donc,  $T = 0.183Q / C20 = 1.14 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$ .

Au D53 ainsi,  $Q = 5,10 \text{ l/s}$  et  $C53 = 3,9$ , donc,  $T = 0.183Q / C53 = 2.39 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$ .

**a.2. La courbe de remontée :** cette courbe a montré deux phases distinctes :

La première phase au cours de laquelle une augmentation rapide du niveau d'eau est observée en raison du problème de la post-production et le recouvrement de la charge hydraulique dans le puits de pompage.

La deuxième phase, l'augmentation du niveau d'eau était constante indiquant une remontée normale dans la nappe phréatique :

$$s' = \frac{Q}{4\pi T} \times \log\left(\frac{t+t'}{t'}\right) \Rightarrow s' = \frac{Q}{4\pi S} \times \log\left(1 + \frac{t}{t'}\right)$$

Lors de l'analyse de données de récupération, le prélèvement ( $h_0 - H$ ) est dénommé rabattement résiduelle ( $s'$ ) et est exprimée comme la différence entre le niveau d'eau d'origine avant le début du pompage et le niveau d'eau mesuré à un moment ( $t'$ ) après la cessation de pompage. Les données de récupération ont été transformées selon l'équation suivante:

$$T = \frac{Q}{4\pi C}$$

Il est généralement connu que la transmissivité ou conductivité hydraulique des estimations des essais à niveau variable sont beaucoup plus petits que ceux des essais de pompage. Dans les essais de pompage effectués par l'ONA (Office National d'assainissement) en 2002, les valeurs de la transmissivité sont entre  $1,54 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  au nord et  $8,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  au sud. La transmissivité moyenne est de  $3,77 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Le niveau d'eau dans les puisards n'est pas changé au cours du pompage dans les puits, ainsi que le pompage dans les puisards n'était pas montré aucune influence sur le niveau des eaux souterraines dans les forages de drainage qui confirme l'existence d'une limite étanche sépare deux aquifères: le premier aquifère est en bas, prend en charge l'eau pompée à travers les puits et le deuxième est en haut, qui contient des eaux dans les puisards (SD05 et SD20).

Cette étanchéité est probablement due à:

- soit l'existence une faible entre les forages et les puisards, qui est loin dans la réalité, en raison de la prédominance des formations sableuses caractérisant une zone inactive du séisme.
- soit à l'existence d'une formation semi-perméable (argiles sableuses, sables argileux) joue le rôle de la compartimentation de l'aquifère multicouches.

L'existence de deux aquifères discontinus est confirmée par:

- l'indépendance de niveau d'eau dans les forages D05 et D20 suite au pompage continu dans les puisards SD05 et SD20 respectivement.
- l'indépendance de niveau d'eau dans les puisards suite au pompage continu dans les forage.

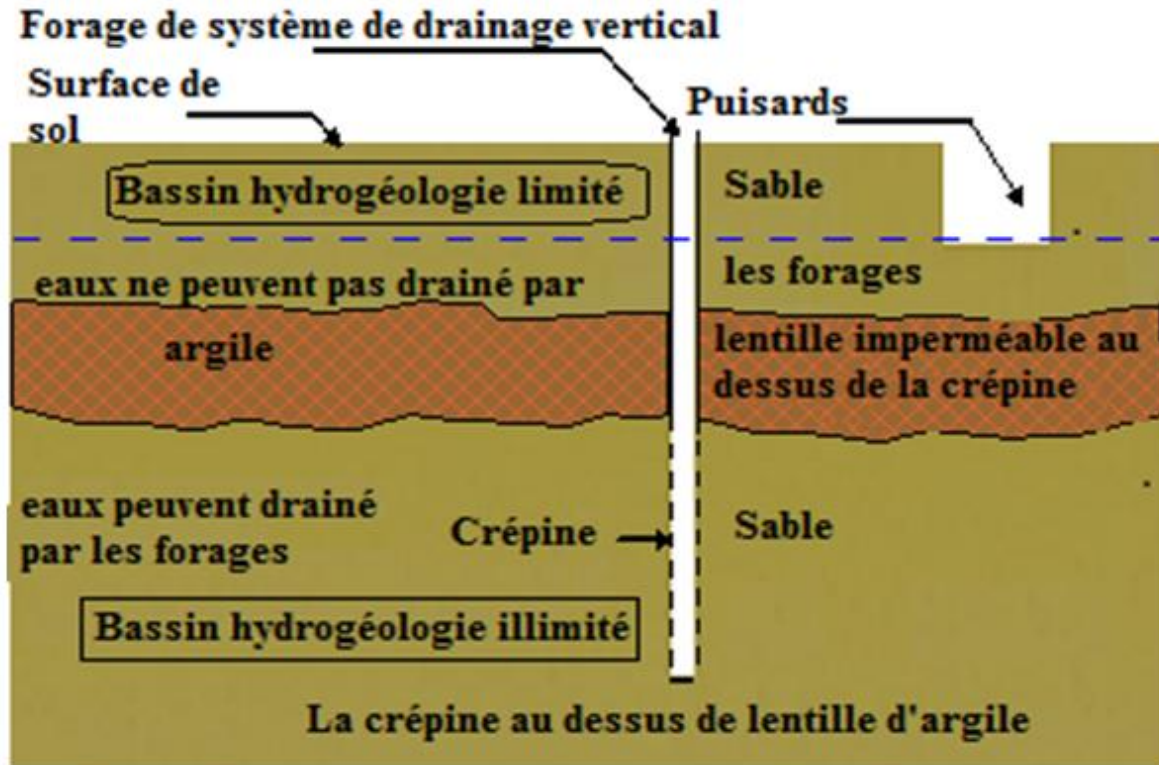


Fig. N°: (III.11): Structure interne de l'aquifère à la nappe libre d'El Oued et échec des forages de système de drainage vertical pour évacue les eaux de la remontée

#### IV. Proposition des solutions le problème de la remontée des eaux souterraines:

- Réaliser une prospection géophysique pour déterminer l'étendue et les limites des couches superficielles principalement lentilles d'argile.
- Remplacer le système de drainage vertical par un autre horizontal dans les cités les plus touchés.
- Installer une station de pompage, au centre (la plupart de la zone d'El-Oued touchée) afin de permettre la réalisation d'essais de pompage expérimentale, conçus, construits et équipés conformément à des programmes de recherche axés sur l'hydrodynamique et les ressources en eau souterraine
- Réaliser une étude géophysique destinée à déterminer les caractéristiques des couches superficielles (0 - 100 m).
- Contrôle périodique des ouvrages et l'entretien de réseau de drainage horizontal.

- Exploitation de l'énergie renouvelable pour sauvegarder une partie de l'énergie électrique
- Pratiquer une gestion rationnelle des ressources en eau et tarification adéquate.

## V. CONCLUSION

Après avoir terminé l'analyse des données disponibles sur le réseau d'assainissement de la cité ainsi que les zones d'extension, les remarques et les problèmes déduits à partir du diagnostic du réseau de la zone étudiée sont :

- Le problème des regards non identifiés.
- Le problème des regards qui sont asphaltés et remplie avec le sable.
- Le problème des regards qui ne sont pas munis d'échelles et qui ne comportent pas de tampons.
- La différence de niveau entre les logements et le réseau existant, ce qui démunie le taux de raccordement au réseau conçu qu'il fait le bouchage de la conduite.
- La profondeur des regards existant est faible dans quelque place qui crie une difficulté avec les autres réseaux réalisés tel que (réseau d'A.E.P, ligne électriques, ligne téléphonique, conduite de gaz de ville.....).
- Absence du réseau d'assainissement pour les zones récemment urbanisées.
- La remontée des eaux souterraines dans la vallée d'Oued Souf est un problème connu qui affectent la vie des habitants. Les autorités locales ont soutenu la mise en œuvre d'un grand projet fondé principalement sur le principe de l'élimination de l'eau excédentaire par un système de drainage vertical composé par 58 forages.

Après deux années de fonctionnement de ce système, l'eau de la nappe libre encore monté à la surface dans les cités les plus touchés (Chott et Sid Mestour).

Pour cette situation et d'en comprendre la cause de défaillance de ce système, nous avons procédé à effectuer des essais de puits dans ces cités.

L'interprétation des résultats d'essais de puits est basée sur l'observation du niveau d'eau sur les mêmes puits et des puisards situé au voisinage, indique une discontinuité entre l'eau pompée du puits et l'eau pompée dans les puisards, qui nous a permis de dire que la nappe libre dans la région n'est pas homogène, il a une certaine hétérogénéité et est intercalé par les lentilles d'argile avec des faibles profondeurs. Ces lentilles argileuses agissent comme un substrat qui prend en charge l'eau à monter à la surface. Le drainage des forages qui a un faible débit, serait sans doute une mal position de la crépine, correspond à la couche d'argile.

Cela est dû à la prédétermination de la profondeur de la crépine pour tous les puits (altitude Z est entre 50 et 58m).

Ainsi, la principale erreur qui a conduit à l'échec du système de drainage vertical est l'hypothèse que la nappe est homogène et formée uniquement par les sables.



## *Chapitre IV*

# *Diagnostic des système d'épuration et d'évacuation*

## I. INTRODUCTION

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré.

Au cours de ce chapitre nous sommes intéressés à l'étude des paramètres de la pollution des eaux usées évacuées par les agglomérations urbaines à l'exutoire, et les différents procédés d'épuration de ces effluents avant les rejets dans le milieu naturel.

## II. CONSEQUENCES DE REJET DES EAUX USEES DANS LE MILIEU NATUREL:

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible.

Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant le rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine.

## III. LA NECESSITE D'EPURATION :

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole, navigation, baignades et autres activités sportives).

### III.1. Les stations d'épuration (STEP) :

Dans la vallée d'El Oued, Les 12 communes sont regroupées en quatre (04) sous ensemble, une station d'épuration est proposée pour chaque centre. Une fois traitées, l'autre partie sera rejetée dans une zone pastorale, il est situé à 11 km au nord de la zone de Sidi Aoun par

l'intermédiaire d'un collecteur alimenté par les différentes stations d'épuration en plus de réseau de drainage vertical.

Cette opération est 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 zone Miha fatma 11 km au nord Sidi Aoun.
- Les travaux de réalisation de la STEP1 ont été lancés en début 2006, où 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 Sinohydro-Cosider TP; et de la réalisation de 3 STEP, dont se chargera une entreprise portugaise, Tixera.
- 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 :
  - 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.
  - Facilité d'exploitation: fonctionnement de la station et gestion des boues.

#### **III.1.1. Objectifs de base 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,

Tab. . N°: (IV. 01): Consistance des travaux par centre d'agglomération.

Centre	Réseaux de collecte (km)	Conduites de refoulement (km)	Stations de pompage	Stations d'épuration
Robbah Bayadha El Oued Kouinine	375	95	23	STEP 1
Guemar Taghzout Hassani A. k Débila	177	23	16	STEP 2
Hassi Khalifa Sidi Aoun Magrane	133	17	12	STEP 3
Reguiba	65	15	06	STEP 4
<b>Totaux</b>	<b>750</b>	<b>150</b>	<b>57</b>	<b>04</b>

(DRE, 2016)

**III.1.2. Caractéristique les quatre stations d'épuration:****STEP 1:**

El Oued – Bayadha – Kouinine – Robbah

**Étage aéré n°1 :**

4 bassins de 2,2 ha de surface à mi-hauteur

14 aérateurs de 15 kW par bassin

**Étage aéré n°2 :**

4 bassins de 1,5 ha de surface à mi-hauteur

5 aérateurs de 15 kW par bassin

**Étage finition :**

4 bassins de 2,2 ha de surface à mi-hauteur

**Lits de séchage :**42 000 m<sup>2</sup> de surface**STEP 2:**

Guemmar – Taghzout – Hassani Abdelkrim - Debila

**Étage aéré n°1 :**

3 bassins de 1 ha de surface à mi-hauteur

8 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage aéré n°2 :**

3 bassins de 0,6 ha de surface à mi-hauteur

3 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage finition :**

3 bassins de 1 ha de surface à mi-hauteur

Lits de séchage :

18 000 m<sup>2</sup> de surface

**STEP 3:**

Sidi Aoun – Magrane – Hassi Khalifa

**Étage aéré n°1 :**

3 bassins de 0,9 ha de surface à mi-hauteur

7 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage aéré n°2 :**

3 bassins de 0,6 ha de surface à

Mi-hauteur

3 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage finition :**

3 bassins de 0,9 ha de surface à mi-hauteur

**Lits de séchage :**

16 000 m<sup>2</sup> de surface

**Lits de séchage :**

42 000 m<sup>2</sup> de surface

**STEP 4:**

Réguiba

**Étage aéré n°1 :**

2 bassins de 0,5 ha de surface à mi-hauteur

4 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage aéré n°2 :**

2 bassins de 0,3 ha de surface à mi-hauteur

2 aérateurs de 11,5 kW par bassin

**Étage finition :**

2 bassins de 1 ha de surface à mi-hauteur

**Lits de séchage :**

10 000 m<sup>2</sup> de surface

### III.2. ÉPURATION DES EAUX USEES :

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les matières en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

#### III.2.1. Procédé d'épuration des eaux usées à Oued Souf :

Le principe de fonctionnement des stations d'épuration de Oued Souf est basé sur les techniques d'épuration de lagunage aéré, inclus des processus physico-chimiques, où il sera abandonné les matières organiques et micro-organiques et les réduire à un niveau acceptable.

Il comprend les étapes suivantes :

- Traitement physique,
- Traitement chimique (biologique).

#### III.2.2. Le lagunage aéré :

##### Principe de fonctionnement :

Il existe 9 bassins (lagunes) dans la station pour le traitement des eaux usées (A1. A2. A3. B1. B2. B3. F1. F2. F3) mais, 6 bassins seulement en service (A1. A2. B1. B2. F1. F2), en raison d'un débit, relativement, faible, des eaux usées entrants à la station, estimé à 24000 l/ j.

L'ensemble des eaux usées restent 13 jours dans ces bassins, 6 jours en A, 4 jours en B et deux jours en F, ensuite, elles sont refoulées durant le dernier jour par des pompes vers les bassins des autres étapes de traitement.

Les bassins aérés sont le cœur du processus de traitement par aération, auquel les eaux à épurer sont alimentées par l'oxygène nécessaire pour le développement des bactéries et les organismes composés de la matière organique et lui rester en liquide.

La taille des lagunes est déterminée de telle sorte à donner assez de temps pour terminer le traitement par la concentration des polluants, le degré d'aération et le degré de traitement. Donc le volume de bassin est une résolution géométrique basée sur les informations disponibles.

Le processus de traitement passé par trois phases :

- 1ère phase : en bassins A, équipés de 13 pompes, la taille de chaque bassin est : longueur 232 m et largeur 91 m et la profondeur est de 3.5 m, avec un volume de 66471 m<sup>3</sup> ;

- 2ème phase : en bassin B, qui équipés de 6 pompes et aérateurs naturels, la taille de chaque bassin est (194 m ; 91m ; 3.5m) et un volume d'eau de 44369 m<sup>3</sup> ;
- 3ème phase : en bassins F, qui sont équipés seulement par des aérateurs naturels, la taille de chaque bassin est (254 m ; 91m ; 2.7 m) et le volume d'eau est de 33270 m<sup>3</sup>.

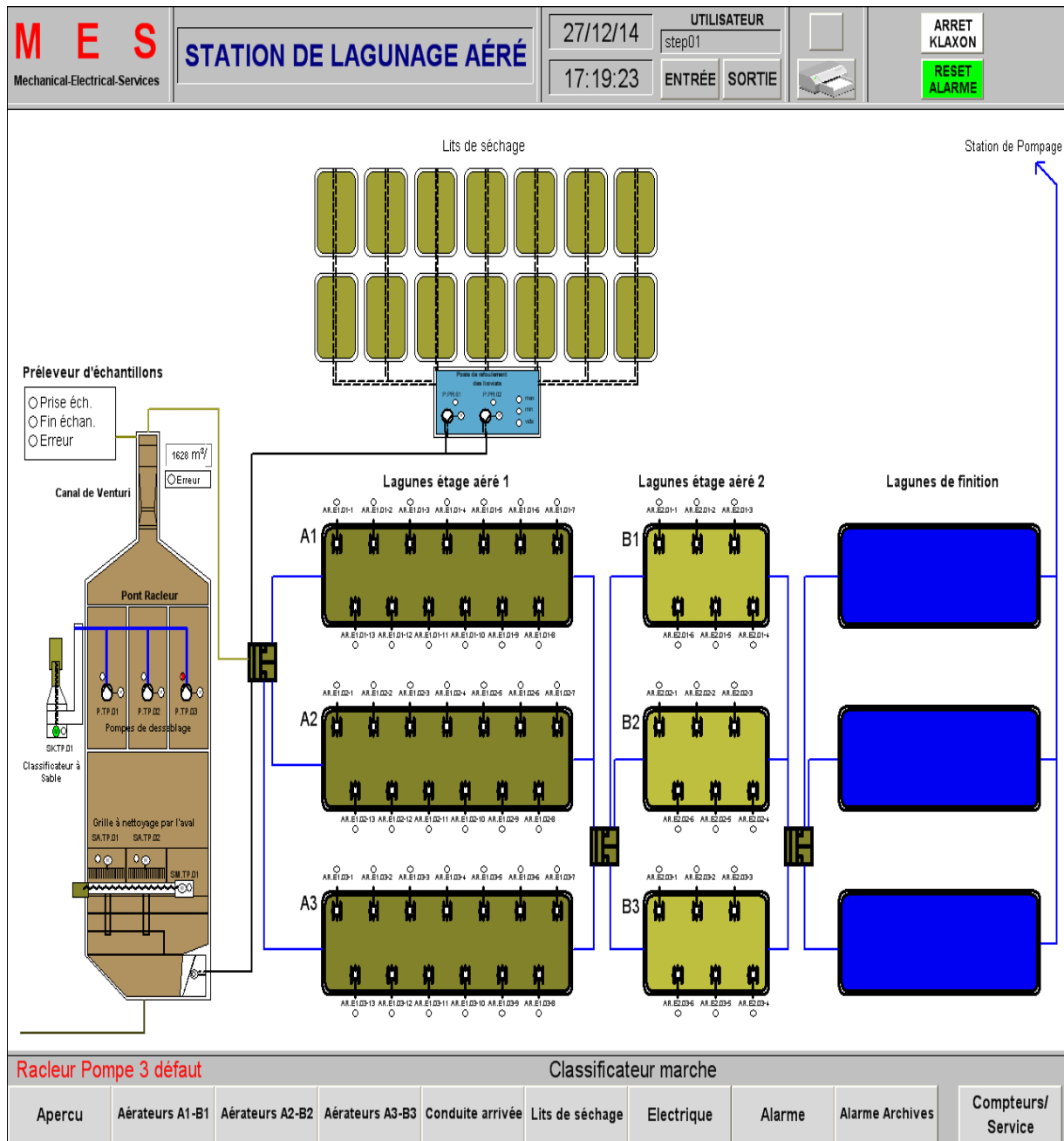


Figure. N°: (IV. 05): Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage nature aéré (STEP 01 KOUININE)

### III.3. Avantages et inconvénients du lagunage aéré :

#### a) Avantages :

Le lagunage aéré présente de nombreux avantages par rapport aux procédés classiques :

- Excellente élimination de la pollution microbiologique,
- Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement,
- Très bonne intégration paysagère,
- Fréquence de curage espacée,
- Boues stabilisées,
- Accepte les effluents concentrés,
- Accepte les variations assez importantes de charge organique.

#### b) Inconvénients :

A l'inverse, le lagunage naturel présente les inconvénients suivants :

- Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie,
- En cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs, de moustiques, de rongeurs.
- Emprise au sol importante,
- Difficultés d'extraction des boues,
- Pas de réglage possible en exploitation,
- Sensibilité aux effluents septiques et concentrés.

### III.4.L'objectif du traitement:

- La récupération de l'eau,
- Éliminer le phénomène de la montée des eaux,
- Maintien de la santé,
- La préservation de l'environnement.

## IV.TRAITEMENT (CAS DE LA STEP 01 KOUININE):

### IV.1.Traitement physique ( traitement premier):

#### a) Traitement préliminaire des eaux usées:

C'est la première étape de traitement des eaux usées, auquel, elles passent des conduites vers les chambres d'échange de gaz, qui sont des chambres bien aérée du haut avec un tube qui jette vers le haut sous la forme d'une cheminée. Elle est donc saturé des gaz résultant des interaction et des analyses biologiques obtenus par les matières organiques et la durée de séjour dans les canaux de drainage, pour cela, il est nécessaire d'éliminer les gaz qui résulte comme H<sub>2</sub>S et H<sub>2</sub>.

**b) Dégrillage :**

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau, les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques... etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).



**Photo. N°:( IV. 01): Technique dégrillage**

**c) Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau.



**Photo. N°:( IV. 02): Chambres de grès extracteur**

**- le premier complexe :**

Le premier complexe (RP1) : auquel se fait la collecte des eaux sortant traitement premier. Ce complexe comprend 3 vannes (A1.A2.A3) pour contrôler la distribution de l'eau par écoulement lagunages aéré.

**IV.2.Traitement biologique des eaux usées (traitement secondaire):**

Ce traitement s'effectue par lagunage aéré.

**a) La première phase de lagunage aéré (A1, A2, A3) :**

- longueur de bassin : 232 m - largeur de bassin : 91m
- hauteur de bassin : - partie entrant de l'eau : 4.50m, et partie sortant de l'eau : 4.2m
- Hauteur de l'eau : 3.50 m
- volume d'eau en bassin : 66471 m<sup>3</sup> / bassin
- Temps de séjour : 6 jours

Le rôle de ces bassins est le traitement biologique des eaux usées.

Cette méthode est considérée la meilleur pour obtenir des résultats fiables et garanties pour éviter la pollution biologique (DBO5) et la pollution chimique (DCO), par l'intervention des micro-organismes et l'aération de 13 pompes pour chaque bassin, en vue d'obtenir la décomposition des polluants organique entre 70-80 % comme suit :

Eau + polluants organique + micro-organismes + O<sub>2</sub> → masse biologique + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O



**Photo. N°:( IV. 03): La première phase de lagunage aéré (A1, A2, A3)**

- **Le second complexe (RP2):** auquel se fait ainsi la collecte des eaux sortant de traitement préliminaire. Il comprend 3vannes (B1.B2.B3) pour commander la distribution du débit d'eau passant au second lagunage aéré.



**Photo. N°:( IV. 04): Le second composé**

**b) 2ème phase de lagunage aéré (B1.B2.B3) :**

- longueur de bassin : 194m
- largeur de bassin : 91m
- hauteur de bassin : - partie entrant de l'eau : 4.50m, et partie sortant de l'eau : 4.30 m
- hauteur d'eau : 2.70 m -volume d'eau en bassin : 44368 m<sup>3</sup>/bassin
- temps de séjour : 4jours

Cette méthode est considérée la meilleur pour obtenir des résultats fiables et garanties pour éviter la pollution biologique (DBO5) et la pollution chimique (DCO), de 06 pompes d'air (aérateur) dans chaque bassin, pour obtenir la décomposition des polluants organiques entre 20-30%.



**Photo. N°:( IV. 05): 2ème phase de lagunage aéré (B .B2 .B3)**

- **Troisième complexe:** auquel se fait la collecte des eaux sortant de la seconde phase de traitement. Il comprend 3 vannes pour commander la distribution du débit d'eau en fonction des lagunages finaux (F1.F2.F3).



**Photo. N°:( IV. 06): Troisième complexe**

**c) Lagunages terminal ou supplémentaires (F1 .F2. F3) :**

- longueur de bassin : 254m
- largeur de bassin : 91m
- hauteur de bassin : - partie entrant de l'eau : 3.70m, et partie sortant de l'eau : 2.50 m
- hauteur d'eau : 1.50 m - volume d'eau : 33270 m<sup>3</sup>/bassin
- temps de séjour : 3jours

Ils sont conçues pour le même but que (A et B), mais fonctionne de manière à optimiser la qualité biologique des eaux traitées, la majorité des matières analysées restent dans les bassins (A et B) au cours du temps, cette boues s'accumulent aux bassins supplémentaires. Le temps nécessaire pour nettoyer les bassins de la boue est lié au

remplissage des bassins aérés qu'on peut estimer entre 8-10 ans et l'eau traitée transformée à la station de pompage.



**Photo. N°:( IV. 07): lagunages terminal ou les supplémentaires (F1.F2.F3) :**

#### **IV.3.Collecte et séchage des boues :**

Composé des 14 sites, divisé en deux à 7 lignes, chaque ligne remplis des graviers de différentes tailles et recouvert par le sable, considérant comme couverture du sol avec les feuilles de (Godèrent) pour empêcher les fuites d'eau des boues vers les eaux souterraines et encore pour prenant et éliminant la boue.

Afin d'éliminer les boues des bassins d'eaux usées, on utilise une pompe et alésage, pour la transformation de la boue dans les canaux pour activer la pompe, les boues adsorbé des se déplace vers le site de séchage de la boue stockée et l'élimine leur eau dans les conditions naturelle, et dans les mêmes conditions de la même zone, dans une plage de temps allant du 15 à 18 jours, alors que nous pouvons obtenir un volume des matériaux séchés allant du 400-450 kg/m<sup>3</sup>.

#### **IV.4.Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage :**

Le microclimat est le climat local auquel sont soumises les lagunes, il résulte de l'action de plusieurs facteurs qui jouent un rôle important dans l'implantation du lagunage naturel ; ce sont principalement :

##### **a. La température :**

Les écarts de température exercent une influence sur le bon fonctionnement des systèmes de lagunage naturel. Lorsqu'ils sont bien ensoleillés et bien oxygénés, les bassins aérobies ne dégagent pas d'odeur. Un ciel nuageux, plusieurs jours de suite, affaiblit le phénomène de photosynthèse créant ainsi des zones anaérobies dont les produits de fermentation conduisent à de mauvaises odeurs.

**b. Le régime des vents dominants dans la région et leur orientation :**

Les vents dominants sont ceux dont la direction est la plus fréquente. Ce régime des vents étant connu pour une région donnée, nous permet de fixer l'implantation du système de telle sorte à éviter le rabattement sur les habitations des mauvaises odeurs susceptibles de provenir de l'installation, et de ne pas avoir des effets néfastes sur l'ouvrage.

**c. L'évaporation :**

L'évaporation est un facteur très important. Elle est très intense en période estivale (10 à 15 mm/j). Conjugée à une infiltration importante, elle peut être néfaste et doit donc être prise en considération lors des calculs de dimensionnement des bassins (ANRH, 1996).

**d. La pluviométrie :**

Elle devrait également être connue pour le calcul de la hauteur des digues, afin d'éviter tout risque éventuel d'inondation (ANRH, 1996).

**IV.5.Problématique****a) des boues :**

Le processus de dépollution des eaux usées urbaines produit d'un côté de l'eau épurée ; de l'autre des sous-produits en grande quantité : les boues ; représentant chaque jour un volume considérable, ces boues doivent trouver une destination continu.

**- Origine des boues :**

Les éléments polluants et leur produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grand majorité des cas, dans suspension, plus ou moins concentré, dénommées « boues ».

La composition d'une boue urbaine dépend à la fois de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise dans la station d'épuration.

**b) Huiles et sang :**

Il est considéré comme très problématique car elle limite la qualité des installations de traitement des eaux usées en particulier l'absence de retrait de l'élément d'huiles (désuilage) qui est le plus gros problème face à la station de défauts.

**-- Origine des huiles et sang :**

- Stations de lavage et graissage,
- Sang de bétail à l'abattoir.
- Restaurants.
- huiles domestique.

**c) L'impact environnemental :**

L'épuration des eaux usées peuvent conduire à la contamination du sol et des eaux

souterraines, de l'air et peut être fait par des fuites qui peuvent se produire en raison de l'absence de murs de protection contre les intempéries et les installations de revêtement de sol (mauvaise mise en œuvre) et la prolifération des bactéries dans la station en raison de la propagation de la pulvérisation par le vent.

#### **IV.6. Analyse physico-chimique:**

##### **IV.6.1. Le but général de la manipulation :**

Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la région d'Oued-Souf.

##### **IV.6.2. Le principe de La manipulation :**

- La détermination de la matière en suspension (MES).
- La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).
- La détermination de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO5).
- La détermination de la turbidité.
- La Détermination de PH.
- La détermination de conductivité.
- La détermination de température.
- La détermination de l'oxygène dissous.

##### **IV .6.3. Echantillonnage :**

###### **a) Analyse physico-chimique :**

###### **a.1. PH :**

La mesure qui a été réalisée montre que l'échantillon a une valeur de pH caractéristique des eaux usées urbaines et sont propices à une bonne épuration biologique (PH naturel).



**Photo. N°:( IV. 08): Appareil PH mètre**

###### **a.2. Température (T °C) :**

La température de l'eau usée analysée oscille entre 20 °C et 30 °C ce qui lié à la période et l'heure du prélèvement, néanmoins les valeurs de la température sont raisonnables, enregistre valeur de T °c favori pour les bactéries.

- Mesure de la conductivité électrique :

Prenez une certaine quantité d'eau et placé dans le dispositif

- Oxygène dissous:

La concentration à saturation de l'O<sub>2</sub> augmente dans une eau usée, à ce conduit à l'augmentation de la réserve d'O<sub>2</sub> mise à la disposition des processus d'autoépuration.



**Photo. N°:( IV. 09): Appareil Oxymétrie**

**Tab. . N°: (IV. 02): analyses physique-chimique**

Les analyses	Qualité de l'eau entrante	Qualité de l'eau sortante
Conductivité (ms/cm)	4.65	5.19
salinité	2.5	2.8
oxygène dissous (mg/l)	0.88	6.30
L'oxygène dissous dans l'eau %	8.7	58.9
Pression (mbar)	16.5	120.6
PH	7.6	7.79
T °c	17.6	8.4
Oxydation Cumin et retours équipes (mv)	-43.3	-51.8

**(Laboratoire STEP 01 KOUININE)**

**b) Analyse biologique (Quatre stations dans la zone d'étude) :**

**B.1. Matières En Suspension (MES) :**

**Tab .N°: (IV. 03): la concentration des matières en suspension est faible.**

STEP	MES (mg/l)	
	Qualité de l'eau entrante	Qualité de l'eau sortante
1	124.4	18.68
2	425.36	28.16
3	194.27	31.19
4	211.80	37.40

**(Laboratoire STEP 01 KOUININE)**

**b.2.Demande Biologique en Oxygène (DBO) :**

**Tab .N°: (IV. 04): un paramètre d'indication de la pollution biodégradable dans l'eau**

STEP	DBO5 (mg/l)	
	Qualité de l'eau entrante	Qualité de l'eau sortante
1	282.1	37.40
2	594.97	41.64
3	207.15	28.72
4	343.67	35.61

**(Laboratoire STEP 01 KOUININE)**



**Photo. N°:( IV. 10): DBO( mètre oxitop)**

**b.3.Demande Chimique en Oxygène (DCO) :****Tab .N°: (IV. 05): un paramètre d'indication de pollution chimique**

STEP	DCO (mg/l)	
	Qualité de l'eau entrante	Qualité de l'eau sortante
1	407.4	102.19
2	837.03	119.33
3	371.76	84.28
4	575.17	107.83

**(Laboratoire STEP 01 KOUININE)****Photo. N°:( IV. 11): appareil Thermo-réacteur et spectrophotomètre pour mesurer DCO**

**Tab .N°: (IV. 06): L'échantillonnage des quatre stations et des analyses dans les laboratoires**

Désignation	STEP 01	STEP 02	STEP 03	STEP 04
Wilaya :	El-Oued	El-Oued	El-Oued	El-Oued
Zone	direction de l'assainissement d'EL-oued			
Unité	direction de l'assainissement d'EL-oued			
Nom (STEP et Lagune)	Kouinine	HASSANI ABD KRIM	SIDI AOUNE	REGUIBA
Date de mise en service	2009	2011	2011	2011
Enreprise de réalisation:	G.C.B	TEIXEIRA DUARTE/CANAGAZ		
Procédé d'épuration:	Lagunage aéré			
Capacité actuelle et à l'horizon en EQ/Hab :	188 354 EQ / Hab(2015) - 246 300 EQ / Hab(2030)	61 055 EQ / Hab(2015) - 79 620 EQ / Hab(2030)	56 452 EQ / Hab (2015) - 72 286 EQ / Hab(2030)	22 648 EQ / Hab(2015) - 28451 EQ / Hab(2030)
Volume nominale actuelle et à l'horizon en M <sup>3</sup> /j :	33904(2015) )-44 335 (2030)	10990(2015) )-14 332(2030)	10161(2015) -13 011(2030)	4077 (2015)- 5121(2030)
Volume réel entrant à la STEP ou lagune en M <sup>3</sup> /j:	22391	2950	2224	918
Taux de collecte (raccordé à la STEP ou Lagune) % :	86	20	47	35
Volume annuel traité en HM <sup>3</sup> :	0,0215	0,0026	0,0021	0,0008
Commune raccordées à la STEP ou lagune :	Eloued- Kouinine- Rabah- Bayada	Hassani Abdk- Debila- Guemmar - Tagzout	Sidi Aoune- Magranne - Hassi Khalifa	Reguiba
Impact :	protection de la nappe phréatique et réutilisation des eaux en irrigation et création des espaces veres			
Qualité de l'eau entrante :	Eau brute	Eau brute	Eau brute	Eau brute
MES :	124.4mg/l	425.36mg/l	194.27 mg/l	211.80 mg/l
DBO5:	282.1 mg/l	594.97mg/l	207.15 mg/l	343.67 mg/l
DCO:	407.4 mg/l	837.03mg/l	371.76 mg/l	575.17 mg/l
Qualité de l'eau sortante :	Eau épurée	Eau épurée	Eau épurée	Eau épurée
MES :	18.68 mg/l	28.16mg/l	31.19 mg/l	37.40 mg/l
DBO5:	37.40 mg/l	41.64 mg/l	28.72mg/l	35.61 mg/l
DCO:	102.19 mg/l	119.33mg/l	84.28 mg/l	107.83 mg/l

Gestion :	ONA	ONA	ONA,	ONA
Date de la convention : /	/	/	/	/
Délai : /	/	/	/	/
Boues:/	/	/	/	/
Production des boues de matière sèche (Tonnes/ans)	/	/	/	/
Production des boues de matière sèche (kg/ans)	/	/	/	/
Siccité des boues%	/	/	/	/
Quantité des boues produites m <sup>3</sup>	/	/	/	/
Devenir des boues (Décharge/Aire de Stokage/AGRICULTURE)	/	/	/	/

(DRE 2016)

## c). Les normes réglementaires :

Tab .N°: (IV. 07): propriétés physico-chimiques

propriété	unité	NORME
PH	/	8.5-5.5
Température	C°	Inférieure à 30 C°
Concentration O2	Mg/l	Supérieure à 5
Conductivités	Us/cm	/_

(Laboratoire STEP 01 KOUININE)

Tab .N°: (IV. 07): propriétés biologiques

propriété	Qualité de l'eau entrante	Qualité de l'eau sortante
DCO (mg/l)	500	125
DBO5 (mg/l)	250	40
MES (mg/l)	361	40

(Laboratoire STEP 01 KOUINONE)

- Lorsque ces résultats ont dépassé les valeurs standard sont compte rentables Re :

$$\text{Re} = [\text{DCO (brute)} - \text{DCO (épurée)}] / \text{DCO (brute)} * 100$$

Quand il dépasse la valeur de  $\text{Re} > 80\%$ , alors nous savons que le processus de traitement a été bonne, mais le déséquilibre est dû à l'entrée dans l'eau d'huiles ou d'autres substances ne relève pas de l'usage domestique est Re compte pour DBO et MES de la même manière.

#### **IV.7. Proposition des solutions**

- l'inclusion de la technologie déshuilage dans les quatre station.
- Installation de station de traitement tertiaire après traitement secondaire.
- L'étude des conditions climatiques.
- amélioration conditions environnementales et la possibilité de son développement.

Et il doit être pris en considération aussi :

- Élimination des mauvaises herbes.
- Élimination des matières flottantes.
- Limitation de la prolifération d'insectes par l'emploi judicieux d'insecticides.

#### **V. 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 de l'eau traité dans les quatre stations avec l'eau de drainage vertical dans le site de rejet final situé à 11 km au Nord Sidi Aoun. Le projet a été réalisée sur la base de l'arrivée d'eau du Chott Halloufa 70 km au Nord-Ouest de la vallée. Mais nous avons remarqué que le rejet final il est effectivement situé à 11 km Nord de Sidi Aoun (zone Miha Fatma) qui présente une zone pastorale, confirme l'apparition d'une véritable catastrophe biologique.

##### **V.1. Problématique de ce rejet:**

L'observation générale et précise de site de rejet, nous à permis de découvrir que nous avons vraiment dans une situation pleine des nombreuses catastrophes résultant d'un déséquilibre écologique et environnemental sévère, à savoir:

- La mort du bétail et surtout des dromadaires qui présentent la richesse paysagère et culturel de la région,
- La mort de toute une couverture végétale et surtout, les palmiers dattiers qui présentent le symbole de la société d'Oued-Souf,
- Le remplacement des palmiers dattiers mortes par les roseaux, en raison de la remontée des eaux dans la région,
- La propagation des insectes nuisibles et portants des maladies,
- La pollution de la zone pastorale,
- La migration de la population de la région en raison des circonstances qui sont devenus inappropriés,
- La propagation des mauvaises odeurs,
- L'arrivée des dommages aux zones résidentielles voisines de Djedeida.
- Les souffrances de la population de l'estuaire et ses effets.

-L'abondance de l'activité agricole et l'élevage par les citoyens habités alentour de la zone de rejet,

- Plaintes répétées et de ne pas écouter par les fonctionnaires.



**Photo. N°: (IV. 12):** La zone de rejet actuel d'El Oued



**Photo. N°: (IV. 13):** Arrivée des eaux usées traitées et des eaux de drainage (mélange) à miha fatma

**Photo. N°: (IV. 14):**La mort du bétail

**V.2. Causes du problème:**

L'ensemble des problèmes reconnus sont dues, probablement aux:

- Dépourvue de quatre stations d'épuration de processus de déshuilage,
  - Le site de rejet n'est favorable en raison de ses caractéristiques géomorphologique et pédologique,
  - Pollution et évolution des propriétés des eaux par rapport à celles au niveau de la sortie des stations,
  - Les insectes qui transportent des virus toxiques.
  - La pulvérisation de pesticides fréquemment résultantes variations dans les caractéristiques d'eau.
  - Dégradation environnementale des zones au voisinage de site de rejet par les restes d'animaux mortes,
  - La décomposition des animaux et des oiseaux dans les eaux de rejet.
  - Utiliser le site de rejet par les propriétaires pour jeter leurs décharges domestiques,
- Ces raisons ont conduit la zone à cette catastrophe.

**V.3. Solutions proposées pour cette catastrophe:**

Pour résoudre le problème d'évacuation (ou de rejet), nous avons envisagés les solutions suivantes:

- Evacuer les eaux épurer et drainer vers le site de (Chott Halloufa situé à 70 km au Nord-Ouest de la vallée), tel qu'il à été programmer par l'étude,
- Mise en place station d'épuration comporte des installations de traitement tertiaire (où les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires) Après un traitement secondaire dans la station d'épuration.
- Réaménagement de la zone Miha Fatma.
- Compenser les éleveurs et les paysans pour la réactivité de la zone.
- L'exploitation dans l'industrie et l'agriculture des eaux après le traitement tertiaire de la station proposée,
- Installer des stations de relevage dans la zone Miha Fatma pour permettre aux eaux d'atteindre Chott Halloufa 70 km.

**VI. Conclusion:**

Après l'achèvement du diagnostic de la technique d'épuration dans les quatre stations dans la zone d'étude, nous pouvons retirer les éléments suivants:

- Les stations ne contiennent pas le processus de déshuilage,
- Mauvaise conception des stations, basée sur l'hypothèse d'une région rurale,
- Certains matériaux sont arrivées avec les eaux usées réduisent le taux réel de l'eau traitée.

Les eaux épurer sont évacuer à un site non programmer, ce qui à conduit à une catastrophe biologique abouti à des conséquences graves. Ce site de rejet qui est n'est loin d'une zone urbaine à savoir la zone pastoral de Miha Fatma, a causé la dégradation de toute un système écologique (la mort des faunes et des flores).

# **Conclusion générale et recommandations**

# CONCLUSION GÉNÉRALE

La vallée de Souf est une unité de ressource en eau située au Sud-est algérien, occupe une superficie de 11738 km<sup>2</sup> qui représente 18 communes administrativement et englobe un nombre de population de plus de 552850 habitants.

La ville d'El Oued, fait partie de la vallée du Souf, dite région du Bas-Sahara à cause de sa faible altitude, elle est située au Sud-Est du pays. Elle est caractérisée par une topographie plane, et sans exutoire. La région est caractérisée par un climat aride de type saharien, des précipitations faibles et variables, d'une forte évaporation et d'un rayonnement solaire excessif.

L'étude hydrogéologique compose dans son contenu les éléments de réponse répartis en deux étapes essentielles: Définir les différentes nappes aquifères de la région et l'évolution des niveaux piézométriques. Déterminer les paramètres hydrodynamiques des aquifères (transmissivité, perméabilité...).

L'objectif principal de notre étude, est de donner un aperçu, de diagnostiquer et d'étudier les quatre schémas d'un méga projet installé contre la remontée des eaux dans la vallée de Souf (18 communes); schéma d'assainissement, de drainage, d'épuration et d'évacuation.

Cette étude nous a permis de remarquer qu'il y a plusieurs problèmes dans le système d'assainissement, représenté en des regards (regards non identifiés, remplis de sable, profondeur faibles), et la différence de niveau entre les logements et le réseau existant, ce qui démunie le taux de raccordement au réseau conçu qu'il fait le bouchage de la conduite.

Le projet comporte aussi un schéma de drainage vertical composé par 58 forages, installé en vue d'éliminer la lame d'eau excédentaire. Ce système de drainage qui a été échoué à cause de la mauvaise position des crépines des forages correspond probablement à des lentilles d'argiles, ce qui résulte de l'hypothèse que la nappe est homogène et formée uniquement par les sables.

Comme nous avons remarqué aussi au diagnostic des stations d'épurations et le système d'évacuation que les stations d'épuration ne contiennent pas le processus de déshuilage, et les matériaux sont arrivées avec les eaux usées réduisent le taux réel de l'eau traitée.

Les eaux épurées sont évacuées à un site non programmé (Chott Halloufa), le site de rejet qui est loin d'une zone urbaine à savoir la zone pastorale de Miha Fatma, pose un problème environnemental sévère.

A la fin de diagnostic de chaque schéma, nous avons proposé des solutions pour le bien être de la population d'une part et pour la préservation de l'environnement d'autre part.

**Référence bibliographique**

[01]- Mr: KHECHANA Salim (2007), Etude de la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien), Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de MAGISTER en Hydrogéologie, Université de Annaba.

[02]- Mr: 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), Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences, Université de Annaba.

[03]- Mr: MILOUDI Abdel-Monem (2008), Mécanismes et remèdes de phénomène de la remontée des eaux dans la région d'Oued Souf -L'impact sur l'environnement de la région, mémoire Présenté pour l'Obtention du Diplôme de MAGISTER en Hydraulique, Université de Ouargla.

[04]-Ahmed Ben sai(2006), Diagnostic réseau d'assainissement de la ville de Khenchela, Présenté en vue de l'obtention de diplôme Ingénieur d'état en hydraulique urbain, Université d'Oum El Bouaghi.

[05]- BENAOUA Anissa et MERABET Ibtiham, Rentabilité de réseau de drainage vertical : causes et solutions proposées (Cas de la ville d'El-Oued),mémoire Présenté pour l'Obtention du Diplôme Master professionnel (LMD) en Hydraulique Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

[06] -BEGGAS mohammed et LIHIOU hicham, diagnostic et étude du réseau d'assainissement de la cité El-Hamaissa – commune de hassi khalifa ( W.El-Oued), présente en vue de l'obtention Diplôme Master professionnel (LMD) en Hydraulique Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

[07]-Mr :MADJOURI Mohamed et BEBOUKHA Yacine (2011), diagnostic sur le réseau de drainage vertical contre la remontée des eaux dans la vallée du Souf, Mémoire présente pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique urbain, centre universitaire d'El-Oued.

[08] -Serraye Aicha, La problématique de gestion des excédents hydriques dans la ville d'El-Oued, Impacts environnementaux et recommandations, En Vue De L'obtention Du Diplôme de Magister en Ecologie et Environnement, Université Kasdi Merbah-Ouargla.

[09]- Zeghoud Mohamed Seifeddine, Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra, Présenté en vue de l'obtention de diplôme de Master professionnel (LMD) en Hydraulique Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

- [10]- **A.N.R.H:** Coupe Hydrogéologique du Souf (1989).
- [11]-**A.N.R.H:** Coupe Hydrogéologique d'El- Hamraia, El-Oued (1989).
- [12]-**A.N.R.H:** La litho stratigraphique du forage F1 à l'Albien (1993).
- [13]-**BG** (Bureau d'étude Bonard et Gardel). « Vallée du Souf : Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation, Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique ». Mission II. (2002). 111p.
- [14]- **DRE** : Consistance des travaux par centre d'agglomération.
- [15] -**DRE** : STEP et Lagune en exploitation.
- [16]-**DHW:** Log stratigraphique et l'hydrogéologie de forage Barrémien dans la région du Souf (2004).
- [17]-**D.P.S.P:** Répartition de la population du logement de la Wilaya d' El Oued par(2014).
- [18]-**O.N.M:** (Office National Météorologique) Station de Guemar, les données climatiques.
- [19]-**STEP:**
- [20]-**ONA:** les données système d'assainissement.
- [21]-**UNESCO:** Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (1972)
- [22]-**UNESCO.** Projet ERESS. « Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport sur les résultats du projet », Paris (1972). 100 p.