

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Chahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

Faculté des sciences et technologie

Département de l'hydraulique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme 2ème Master en Hydraulique

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

THEME

**Contribution à l'étude du retour de la remontée de la nappe
phréatique dans le NE de la région d'El-oued**

Dirigé/encadré par:

*** MILOUDI Abdel -Monem**

Réalisé/Présenté par :

*** DIF Chaouki**

*** AYATI Khaled**

*** AHMOUDA Salim**

Promotion 2021

Dédicace

Avec l'aide de Dieu tout-puissant, nous avons pu terminer cette thèse de fin d'études Je dédie ce travail :

À toute la famille Dif , Ayati et Ahmouda petits et grands.

À tous nos amis et à tous nos collègues de la promotion du Master 2021

Enfin, Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont aidé

Remerciements

Nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné force, courage et nous avoir donné l'opportunité d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la patience tout au long de mes études.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions tous les enseignants et étudiants du département de technologie.

Surtout mon encadreur Monsieur MILOUDI Abdel-Monem.

Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, dont les noms ne figurent pas ici, à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent dans ces mots ma profonde gratitude ainsi que ceux qui travaillent pour la science et le pays.

Liste des abréviations

- **DRE** : Direction des Ressources des Eaux de la Wilaya
- **ONA** : Office National d'Assainissement.
- **ADE**: Algérienne Des Eaux.
- **UTM** : Universel Transverse Mercator.
- **D. P.A.T** : Direction de la Planification & de L'Aménagement du Territoire.
- **C.D.T.N** : Centre de Développement des Techniques Nucléaires.
- **D.S.A** : Direction des Services Agricoles.
- **G .O.D** : Groundwater occurrence(type d'aquifère).overall aquifer class
- **MNT** : Modèle Numérique du Terrain.
- **AEP** : Alimentation en Eau Potable.
- **ANRH**: Agence Nationale des Ressources Hydriques.
- **CT**: Complexe Terminal.
- **ONM** : Office National Météorologique.
- **TP** : Température annuelle en(C°).
- **ETP** : Evapotranspiration potentiel (mm).
- **Pr** : Précipitation (mm)
- **ETR** : Evapotranspiration réelle (mm).
- **hab** : habitant.
- **Les Unités** :
 - °C : Degré Celsius ;
 - m : Mètre ;
 - m³ : Mètre cube ;
 - m³ /s: Mètre cube par seconde ;
 - mg/l : Milligramme par litre ;
 - h : Heure ;
 - j : jour
 - L : litre
 - % : Pourcentage



Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Chapitre I : PRESENTATION DE LA REGION DU SOUF

Introduction.....	5
I.1- Situation géographique de la région d'Oued Souf.....	5
I.2- Les peuplements du Souf.....	8
I.3- Le cadre architectural et socioéconomique du Souf.....	9
I.4- Relief et topographie de la région du Souf.....	10
I.5- Contexte climatique du Souf.....	13
I.5.1- Climatologie.....	14
I.5.1.1- Températures.....	14
I.5.1.2- Précipitations.....	15
I.5.1.3- Evaporation potentielle.....	16
I.5.1.4- Vitesse du vent.....	17
I.5.1.5- Humidité de l'air.....	18
I.5.1.6- Insolation.....	19
I.5.2- Synthèse climatique.....	20
I.5.2.1- Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	20
I.5.2.2- Quotient pluviothermique.....	21
I.5.2.3- Indice d'aridité de Martonne.....	22
Conclusion.....	24

Chapitre II : Description sur le projet contre la remontée des eaux de la nappe de la commune d'El-oued.

II.1- Historique de la remontée des eaux de la nappe phréatique du Souf.....	26
II.2 - Schéma d'assainissement du Souf	27
II.3- Schéma d'épuration.....	37
II.4- Schéma de drainage.....	40
II.4.1- le réseau de drainage horizontal.....	40
II.4.2- le réseau de drainage vertical.....	41
II.4.3- Les objectifs du systèmes de drainage.....	44
Conclusion.....	45

Sommaire

Chapitre III : Diagnostique sur l'état piézométrique des eaux de la nappe phréatique du la région d'étude

Introduction.....	47
III.1- Piézométrie de la ville d'El-oued.	
III.1.1- La piézométrie du mois de Mars 2014.....	48
III.1.2- La piézométrie du mois de Mars 2016.....	52
III.1.3- La piézométrie du mois de Mars 2021.....	55
III.1.4- La piézométrie entre 2016 et 2021.....	62
Conclusion.....	63
Conclusion générale.....	66
Recommandation.....	67
Références bibliographiques.....	69

List des figures

Figure I-1: Les limites administratives de la wilaya d'El-oued	05
Figure I-2: Carte administrative de la zone d'étude. de la région d'El-Oued.....	07
Figure I-3: La ville « d'El Oued » ville aux mille et une coupoles et coupole.....	09
Figure I-4: L'artisanat du Souf	09
Figure I-5: L'agriculteur du Souf.....	10
Figure I-6: Topographie du Souf.....	11
Figure I-7: Modèle numérique de terrain en 3D qui présente Les reliefs du Souf.....	12
Figure I-8: Variation interannuelle des précipitations (1978-2017) du Souf.....	15
Figure I-9: L'évaporation potentielle de la région du Souf (1986-2009).....	16
Figure I-10: Les vitesses du vent dans la région du Souf (1993-2015).....	17
Figure I-11: Humidité de la région du Souf (1978-2015).....	18
Figure I-12: Insolation de la région du Souf (1997-2009).	19
Figure I-13: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN du Souf (1978- 2017).....	20
Figure I-14: Climagramme d'Emberger pour la région du Souf.....	22
Figure I-15: Abaque de l'indice d'Aridité de DE MARTONNE de la vallée du Souf.....	23
Figure II-1: Distribution spatiale de l'agriculture dans le Souf.....	27
Figure II-2: Le phénomène de remontée de la nappe phréatique par forage.....	28
Figure II-3: Première apparition du phénomène de remontée des eaux aux portes de la ville d'El Oued, 1973.....	29
Figure II-4: Évolution de la nappe phréatique dans la région d'El Oued en 2000.....	30
Figure II-5: Le réseau d'assainissement ancien de la commune d'El Oued (Bonnard & Gardel, 2004c).....	32
Figure II-6: Localisation des stations de relèvement existantes (Bonnard & Gardel.2003b).....	33
Figure II-7: La zone de rejet ancienne d'El Oued (Bonnard & Gardel, 2001b) -Modifier.....	34

List des figures

Figure II-8: Le système traditionnel d'assainissement (la fosse perdue).....	35
Figure II-9: Schéma directeur d'assainissement de la vallée du Souf (Bonnard & Gardel, 2003b-2004c).....	37
Figure II-10: Schéma de principe (plan d'implantation) la station d'épuration (Bonnard & Gardel, 2004e).....	38
Figure II-11: Nouveau point de rejet des eaux usées traitées et les eaux de drainage.....	39
Figure II-12: (A) Conduite d'amiante ciment utilisée dans le réseau drainage horizontal. (B) la station de pompage des eaux de drainage avant 2012.....	40
Figure II-13: Localisation des 58 forages de drainage à El Oued.....	41
Figure II-14: Réseau de drainage vertical de la commune d'El Oued.....	42
Figure II-15: Coupe type de la station de pompage (Drain vertical) (Bonnard & Gardel, 2004a).....	43
Figure III-1: Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2014.....	48
Figure III-2: Carte de niveau statique et la carte des zones inondées dans la commune d'El Oued en Mars 2014.....	50
Figure III-3: Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2016.....	52
Figure III-4: Carte de niveau statique et la carte des zones inondées dans la ville d'El Oued en Mars 2016.....	54
Figure III-5: Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2021.....	56
Figure III-6: Carte de niveau statique dans la ville d'El Oued en Mars 2021.....	58
Figure III-7: Carte des zones inondées dans la commune d'El Oued en Mars 2021.....	60
Figure III-8: Carte d'inventaire des forages d'irrigation de la commune d'El oued.....	61

List des Tableaux

Tableau 1 : Répartition de la superficie et nombre d'habitant de la zone d'étude.....	08
Tableau 2: Données climatiques de la région d'Oued Souf –Température & précipitation (1978-2017).....	10
Tableau 3: Précipitations interannuelles (1978 – 2017) du Souf.....	15
Tableau 4: Données climatiques de la région d'Oued Souf-Evaporation (1986-2009).....	16
Tableau 5: Données climatiques de la région d'Oued Souf-Vents-(1993- 2015)....	17
Tableau 6: Données climatiques du Souf- Humidité de l'air-(1978- 2015).....	18
Tableau 7: Données climatiques de la région d'Oued Souf- Insolation (1997- 2009)	19
Tableau 8: Valeur Indice d'Aridité DE MARTONNE (Lebourgeois F., 2010)....	23
Tableau 9: Répartition des fosses par commune (Bonnard & Gardel, 2002b)....	36



Introduction

Générale

Introduction Générale

L'eau est un élément cosmique, au même titre que le soleil et la terre. Elle est la condition de la vie. Malheureusement, dans plusieurs régions algériennes, surtout celles situées au Sahara, sont confrontées aujourd'hui à des problèmes liés à des aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau.

En plus de ces problèmes certaines régions comme celle de Souf est confrontée au phénomène de la remontée en surface, des eaux souterraines depuis plusieurs années et qui ne cesse de prendre de l'ampleur chaque année. Ce phénomène de la remontée des eaux souterraines a pris des dimensions très alarmantes ces dernières années. L'utilisation des eaux des nappes profondes (le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire) d'une façon excessive a augmenté considérablement le volume des apports, sont les principales causes de ce déséquilibre écologique. Contribuant au dépérissement des palmiers, l'inondation des cratères et des dépressions, entraîne des conséquences néfastes tant sur l'agriculture, l'environnement, l'économie et la santé public dans la région de Oued souf.

Dans cette étude, nous sommes intéressées au mécanisme de la remontée des eaux souterraines en surface par le suivi du niveau piézométrique de la nappe libre.

Dans cette étude nous nous sommes intéressés aux points suivants : Contribution à l'étude du retour de la remontée de la nappe phréatique dans le NE de la région d'El-ued.

Le mémoire présente trois chapitres Suivants :

- Présentation de la région du Souf : Situation géographique ; les peuplements ; le cadre architectural et socioéconomique ; Relief et topographie et contexte climatique.
- Description sur le projet contre la remontée des eaux de la nappe de la commune d'El-Oued.
- Diagnostique sur l'état Piézométrique des eaux de la nappe phréatique de la région d'étude.



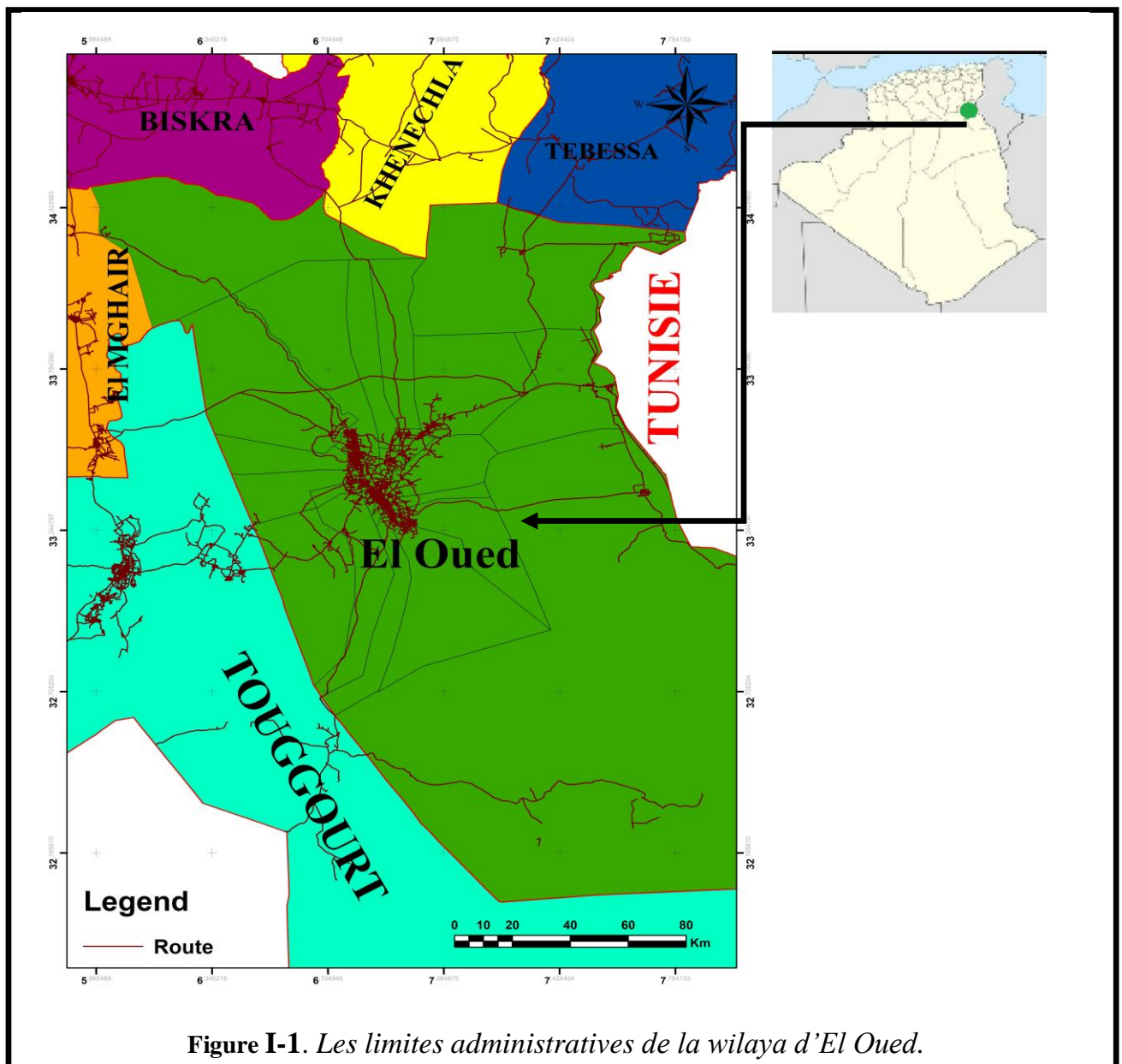
Chapitre I
Présentation de la
région du souf

Aux confins septentrionaux de l'*Erg* oriental s'étale une masse de palmeraies qui s'appelle le Souf.

Le terme Souf est un toponyme dont la première définition qui vient à l'esprit est celle d'une oasis : la métaphore de l'archipel perdu au milieu de l'océan figé des sables, l'isolement est bien un trait caractéristique.

I.1- Situation géographique de la région d'Oued Souf :

La zone d'étude est située dans la Wilaya d'El Oued, l'une des principales oasis du Sahara septentrional Algérien. Elle est située au Sud-Est de l'Algérie à une distance de 650 km de la capitale, au Nord-Est du Sahara septentrional.



Elle occupe une superficie de 35.752 km², et est limitée par les Wilayas de Khenchela et Tebessa au Nord, au Nord-Est par la Wilaya de Biskra , au Ouest par la Wilaya de Toghourt et El Meghaier, au Sud par la Wilaya de Toghourt et à l'Est par la frontière Tunisienne (**Figure I-1**).

Traditionnellement Oasis du Souf, situées au niveau du croisement de deux trajets de caravanes commerciaux; le premier chemin qui arrive de la région du Djéride Tunisien jusqu'à la région de Ouargélane . La deuxième de la région du Zab de Biskra passe par El Bir (puits) Djedid jusqu'aux Oasis de Ghadames au Sud-Est (Frontière libyenne).

Les limites des Oasis du Souf sont l'Erg oriental jusqu'aux abords du Chott Melghir, Où s'étire une masse de palmeraies limitée à l'Est par la frontière Tunisienne et à l'Ouest par l'immense oasis de l'Oued-Righ. Les limites de cette oasis atteignent la frontière libyenne au sud.

La région d'étude s'étend sur 18 communes (El Oued, Bayadha, Robbah, Kouinine, Guemmar, Taghzout, Hassani Abdelkrim, Debila, Sidi Aoun, Magrane, Hassi Khelifa, Reguiba, Mihouensa, Oued Alenda, Ogla, Nakhla, Ourmes et Trifaoui), une superficie d'environ de 11738,4 Km², limitée par les coordonnées géographiques suivantes : les longitudes 06°20' et 07°50' Est et les latitudes 32°50' et 34°30' Nord .

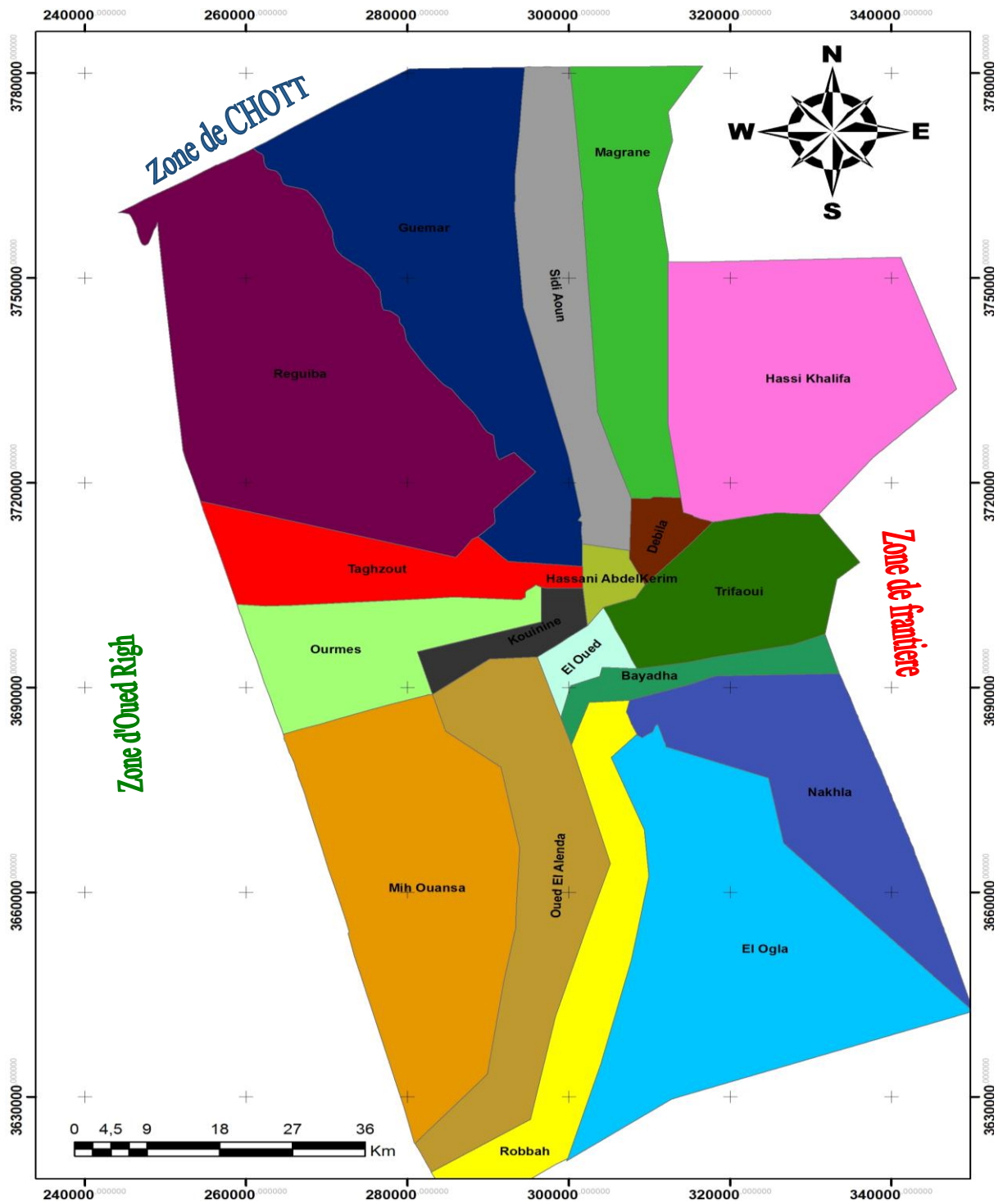


Figure I-2. Carte administrative de la zone d'étude.

I-2 Les peuplements du Souf :

Comme tout le Sahara, le Souf a été habité de temps immémorial. Il est certain que les cantonnements de populations se sont déplacés d'ici et là à travers les âges ; La région du Souf comprend 18 communes qui représentent une population totale de 643.120 habitants (DPAT, 2019), répartie sur une superficie de 11738,4 Km².

Tableau1. Répartition de la superficie et nombre d'habitant de la zone d'étude.

N°	Commune	Population (hab)	Superficie (km ²)	N°	Commune	Population (hab)	Superficie (km ²)
01	El Oued	185 615	77.2	10	Bayadha	43 720	139
02	Kouinine	14 395	116	11	Oued el Alenda	8 545	712
03	Réguiba	58 610	1 965,6	12	MihOuansa	23 885	1111
04	Guemar	57 220	1 264,4	13	Trifaoui	11 375	474
05	Taghzout	18 560	539,2	14	Magrane	32 115	618
06	Ourmés	7 540	442,8	15	Sidi Aoun	15 950	480
07	Débila	33 960	78	16	Robbah	29 685	499,2
08	Hassani Abdelkrim	32 030	58	17	Nakhla	18 040	700
09	Hassi Khalifa	43 255	1112	18	El Ogla	8 620	1352
Superficie total :		11 738.4 Km²		Population total :		643 120 hab	

Le tableau1 montre la répartition des habitants de la région du Souf, où nous remarquons que la commune la plus peuplée est celle d'El-Oued (Chef-lieu) 185.615 habitant avec une densité 2404,34 hab/km², suivie par la commune de Reguiba de 58. 610 habitants, par contre la commune d'El-Ogla la plus faible densité de population 6,36 hab/km².

I-3 Le cadre architectural et socioéconomique du Souf :

El Oued c'est « la ville aux mille coupoles et une ». En effet, tous les toits sont des coupoles, les unes mi-sphériques, les autres mi-cylindriques (**Figure I-4**).

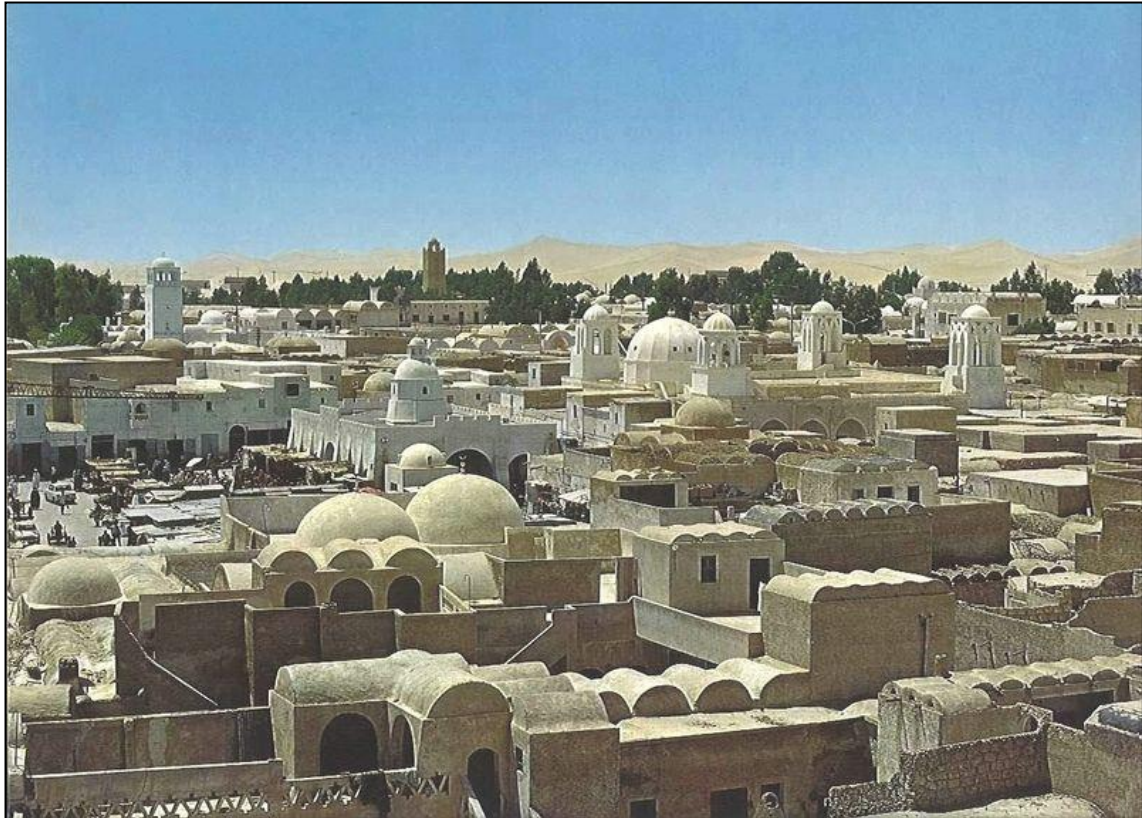


Figure I-3. La ville « d'El Oued » ville aux mille et une coupoles et coupole.

Les Souafas sont des musulmans convaincus comme toute l'Algérie. Ils se rendent régulièrement à la mosquée pour prier en commun, surtout le vendredi et pendant le Ramadan (Carême). Leur Dieu, c'est Allah. Les chefs religieux ou marabouts entretiennent ces sentiments.



Figure I-4. L'artisanat du Souf.

Cependant, au fur et à mesure que la région du Souf devenait une cité Commerciale importante, ou en un d'autres termes c'est un grand centre commercial régional. D'autres activités, initialement embryonnaires, se sont développées, telles que : les industries, l'artisanat (les tapis, décoration par le plâtre...etc.) (**Figure I-4**), plus récemment quelques petites industries.

Par ailleurs, L'activité principale a longtemps été représentée par l'agriculture, la perte de l'importance relative de l'activité agricole a été accélérée de l'année 2000 ; comme le phoeniciculture et les semi-pivots de pomme de terre (**Figure I-5**) et l'olive...etc.



Figure I-5. *L'agriculteur du Souf.*

I.4- Relief et topographie de la région du Souf :

Dans certaines régions de l'Erg oriental, on trouve des reliefs spectaculaires et bien différenciés. Le relief du Souf est presque tout entier compris entre deux lignes orientées Est-Ouest ; la première au Nord est la courbe des 30 m, et la seconde au Sud, celle des 100 m. Une troisième ligne, relie les points de 70 m, est parallèle à ces deux lignes situées entre elles. La courbe de niveau des 50 m passe par Réguiba, Magrane et Trifaoui (**Figure I-6**). Celle des 60 m relie Guemmar à Hassani Abdelkrim et la courbe de 100 m, Oued-Ziten, Amiche et El-Ogla.

Notre région est sablonneuse ; à une altitude moyenne de 80 m, possède des dunes qui dépassent parfois cent mètres (100 m) de hauteur ; le plus "haut sommet" du Souf est une dune de 127 m (*Ghourd*) située à 2 km au Sud d'Amiche, accuse une diminution notable du Sud au Nord pour être de 25 m au-dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir qui occupe le fond de l'immense bassin du bas Sahara (**Figure I-6**).

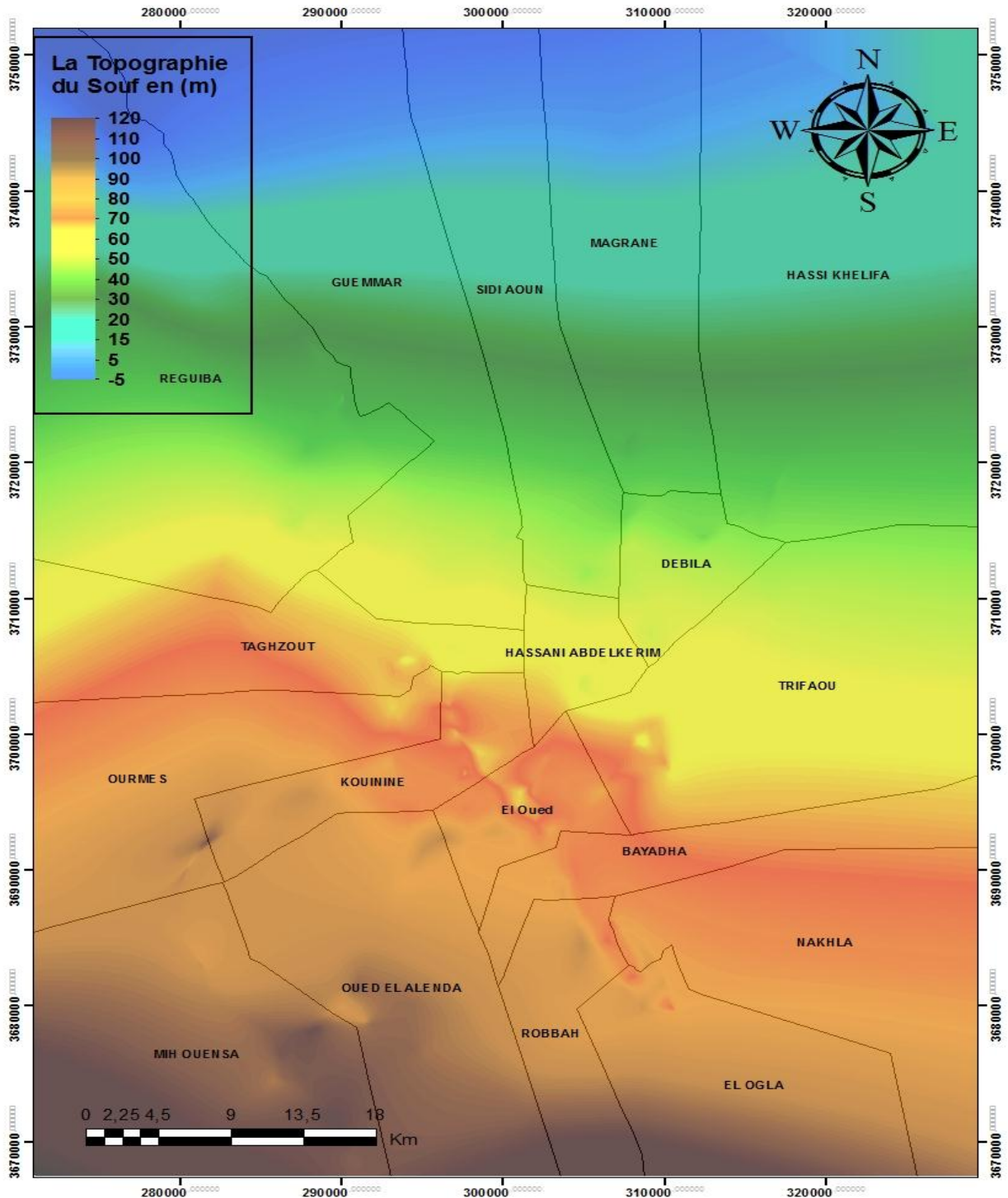


Figure I-6. Topographie du Souf.

Une telle variation d'altitude ne traduit pas un relief au sens typique du terme. Si en faisant obstruction des « gour » mamelons du Chott proprement dit, il s'agit plutôt d'une topographie quasi-monotone. Cette quasi-monotonie n'empêche pas la constatation de formes géographiques (**Figure I-7**). En effet, en montant, on a devant soi une REMLA (dépôt de sable fin sur une dune aplatie.) et, en descendant, c'est un Oued qui se découvre.

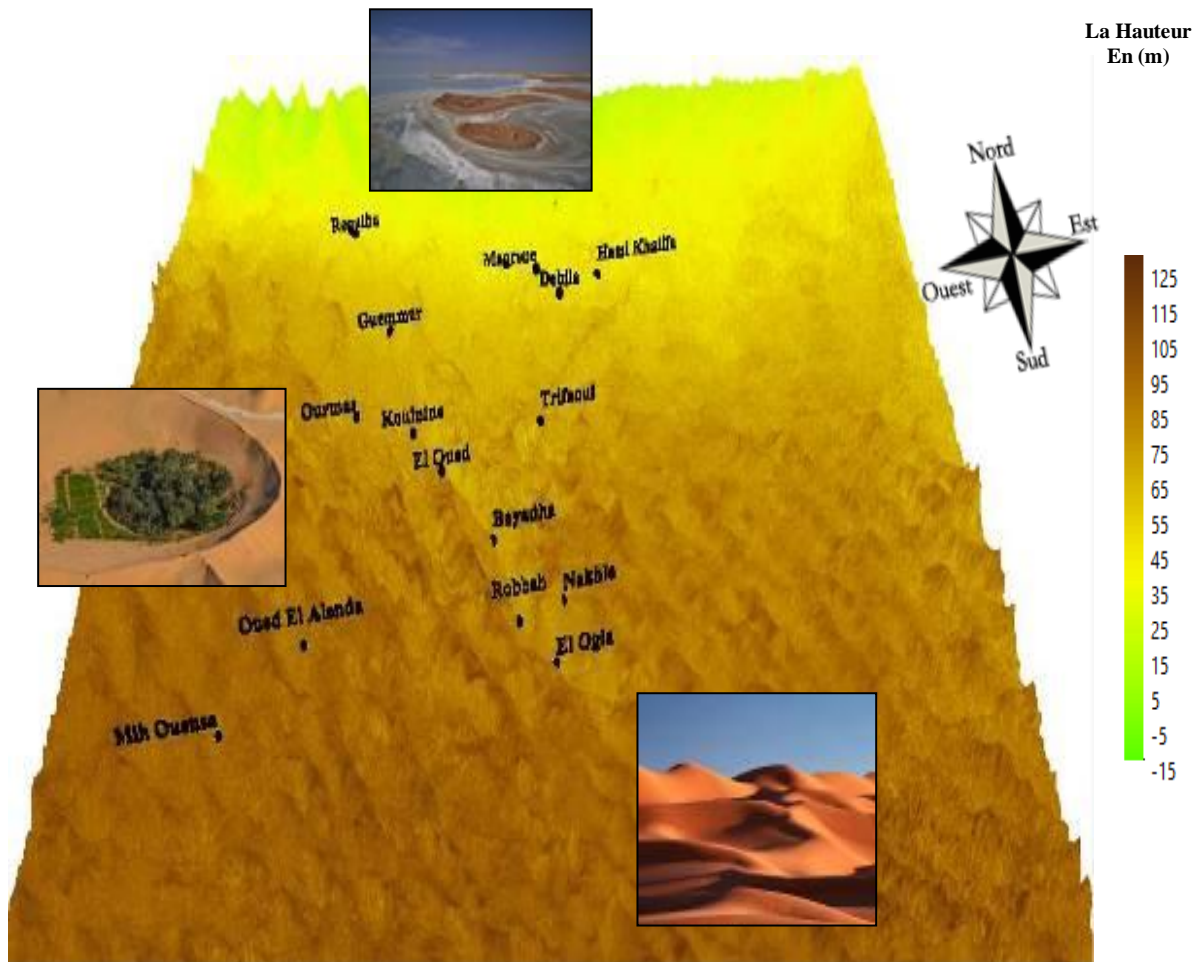


Figure I-7. *Modèle numérique de terrain en 3D qui présente Les reliefs du Souf.*

Il convient de préciser que le terme Oued n'implique pas l'existence d'un cours d'eau, mais vise à caractériser une dépression ou Houd où la végétation, quoique maigre, reste différente de celle de la Remla ou « Ämi » (Najah A, 1970). D'où l'on peut distinguer trois formes géographiques dans notre région :

Les Sahanes : Sont des plateaux déprimés, souvent assez étendus, parfois caillouteux ou recouverts d'une croûte gypseuse ; ils sont enserrés par l'**Erg** qui leur donne ainsi une forme d'entonnoir. Cette croûte ou agglomérat de petits gravillons de

gypse protège les Sahanes contre l'invasion des sables. Même que si les *Houds* ne sont que des *Sahanes* comblés par l'absence de cette croûte protectrice.

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

El Sabkha (mot arabe): Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhas (Dutil, 1971 ; Monod, 1992 ; Lezine, 1993 ; Briere, 2000).

Par d'une autre manière *El Sabkha* est un bassin occupant le fond d'une dépression à forte salinité et plus ou moins séparé d'un milieu marin (**Figure I-7**), dans des régions arides.

Néanmoins, il peut être toujours en contact avec le milieu marin par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profond), ou au contraire par des infiltrations (bassins d'eau peu profonds).

Dans ce dernier cas, il peut se produire des débordements périodiques d'eau vers le bassin. Dans les deux cas il va y avoir une augmentation de la salinité, une évaporation importante, l'apparition d'une saumure et la précipitation d'évaporites au fond du bassin si la profondeur est faible, ou à une extrémité si la profondeur est importante.

I.5 - Contexte climatique du Souf :

L'Algérie, du fait de sa situation géographique se trouve partagée en trois zones climatiques distinctes, la première à climat méditerranéen au Nord, la seconde semi-aride vers l'intérieur du pays (hauts plateaux) et enfin un climat aride qui caractérise le grand Sahara. Le Souf s'inscrit dans le Nord du Sahara septentrional, la mer du Golfe de Gabès se trouve à 305 km à l'Est.

I.5.1- Climatologie :

La station climatique (ONM) est située dans la Commune de Guemar à environ 20 km Nord de ville d'El Oued.

Tableau2. *Données climatiques de la région d'Oued Souf –Température & précipitation (1978- 2017) :*

Mois \ Paramètre	Température (C°)			Précipitation (mm)
	T _{min}	T _{max}	T _{moy}	
Janvier	9,62	20,76	15,31	14,67
Février	11,51	24,41	18,08	5,29
Mars	15,69	29,52	22,76	7,99
Avril	19,49	34,26	27,02	7,43
Mai	24,37	38,85	31,76	4,44
Juin	28,52	43,52	36,16	1,36
Juillet	30,03	45,31	37,77	0,26
Août	30,18	44,98	37,67	1,84
Septembre	26,79	40,67	33,85	5,72
Octobre	21,89	34,89	28,53	6,75
Novembre	15,87	27,10	21,38	7,24
Décembre	10,32	20,98	15,76	6,21
Moyenne	20,36	33,77	27,06	71,75*

* Cumulé annuel

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

I.5.1.1- Températures :

La température moyenne annuelle est de 27,06 °C, avec un maximum en Juillet de 37,77 °C (maxima moyens 45,31 °C), et un minimum en janvier de 15,31 °C (minima moyens 9,62 °C) (Tableau 2).

Le Souf a des étés brûlants qui sont aussi durs que ceux qui s'observent dans le Sahara septentrional.

Il nous faut préciser que, contrairement au reste de la zone climatique définie, on enregistre dans le Sud des variations importantes de température, entre le jour et la nuit, où le thermomètre indique jusqu'à 55 °C à l'ombre dans la journée pour n'enregistrer dans la nuit que 15 °C ou 16 °C ; car le sable se refroidit beaucoup plus vite que la pierre ou l'argile. Cet écart peut se chiffrer à 30 °C. Mais en hiver par contre la température descend souvent au-dessous de 0°C dans la nuit.

I.5.1.2- Précipitations :

Les précipitations sont très faibles et irrégulières, la moyenne annuelle de la région est de 71,75 mm/an (Tableau 2).

Tableau 3. Précipitations interannuelles (1978 – 2017) du Souf :

Année	P _i (mm)	Année	P _i (mm)	Année	P _i (mm)	Année	P _i (mm)	Année	P _i (mm)
1978	73,8	1986	90,2	1994	48,3	2002	32	2010	49
1979	86	1987	40	1995	60,1	2003	97,9	2011	29
1980	106	1988	77,9	1996	105,4	2004	133,5	2012	22
1981	29,9	1989	18,5	1997	72,2	2005	35,7	2013	64
1982	88,4	1990	209	1998	79,1	2006	121,3	2014	18
1983	15,9	1991	47,6	1999	124,3	2007	56,3	2015	13
1984	45	1992	64	2000	37,3	2008	31,4	2016	103,2
1985	40,6	1993	46,5	2001	52	2009	233,7	2017	100,1
<i>Pmoy</i> (1978-2017)								71,75 mm	

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

La variation interannuelle des précipitations pour la période de 1978 à 2017 (40 ans) est présentée dans le tableau 3 et illustrée sur le graphique (Figure 08). Pour la station de mesures nous remarquons que la hauteur annuelle des précipitations pour la période considérée varie de 13 mm en 2015 à 233,7 mm en 2009, tandis que le module pluviométrique interannuel est égal à 71,75 mm.

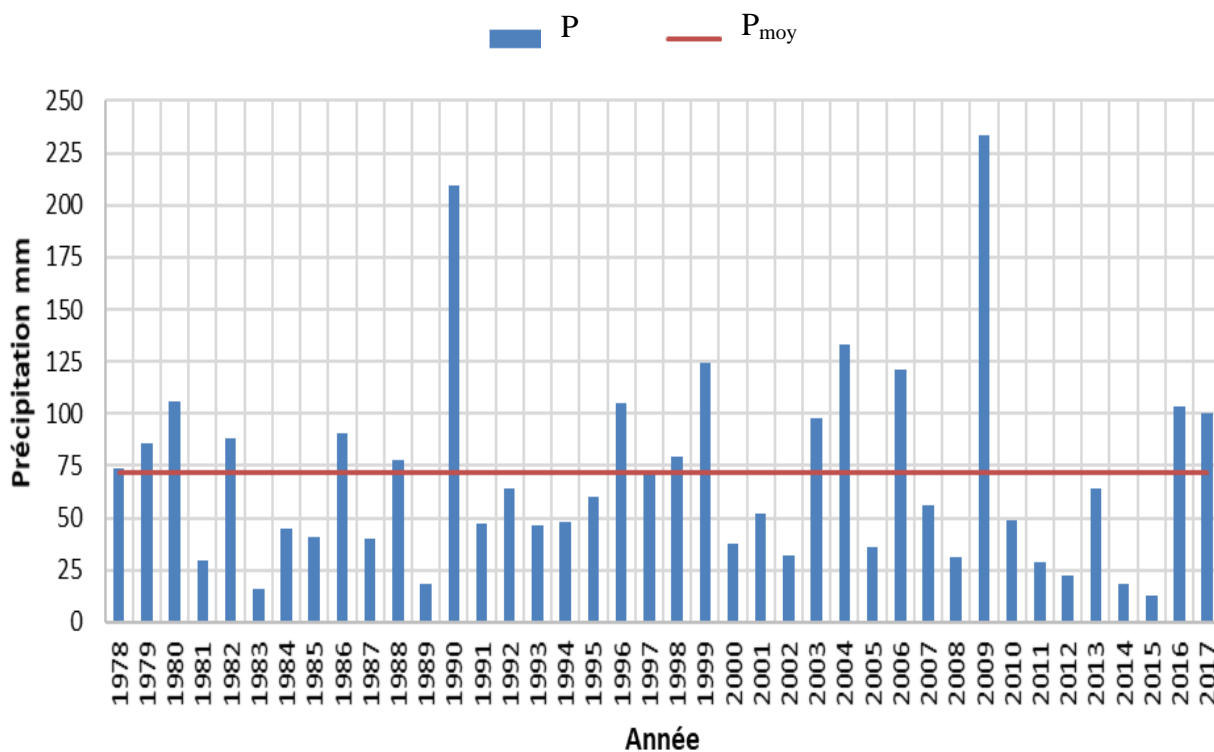


Figure I-8. Variation interannuelle des précipitations (1978-2017) du Souf.

La station météorologique de Guemar a enregistré 23 années de précipitations inférieures à la moyenne et 17 années au-dessus de la moyenne.

D’après Dubief (1963), les précipitations sahariennes ont une origine différente selon les saisons.

Dans le Souf, la pluviométrie assez capricieuse, satisfaisante dans l’ensemble, les précipitations se produisent généralement d’octobre à février. Le plus souvent fines et modérées, elles deviennent parfois torrentielles, où on a enregistré 146 mm au mois de janvier 2009.

I.5.1.3- Evaporation potentielle :

Tableau 4. *Données climatiques de la région d’Oued Souf-Evaporation-(1986- 2009) :*

Mois \ Paramètre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Joins	Juillet	Aout	Septembre	Novembre	Octobre	Décembre	Moyenne
Evaporation (mm)	76,47	99,55	148,93	197,68	252,37	278,76	316,13	278,88	200,08	149,64	99,68	76,00	2174,16*

* Cumulé annuel

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

L’évaporation est importante, elle atteint dans le Souf une ampleur considérable car ce phénomène physique rencontre ici les conditions nécessaires optimales : la moyenne annuelle est de 2174,16 mm (Tableau 4).

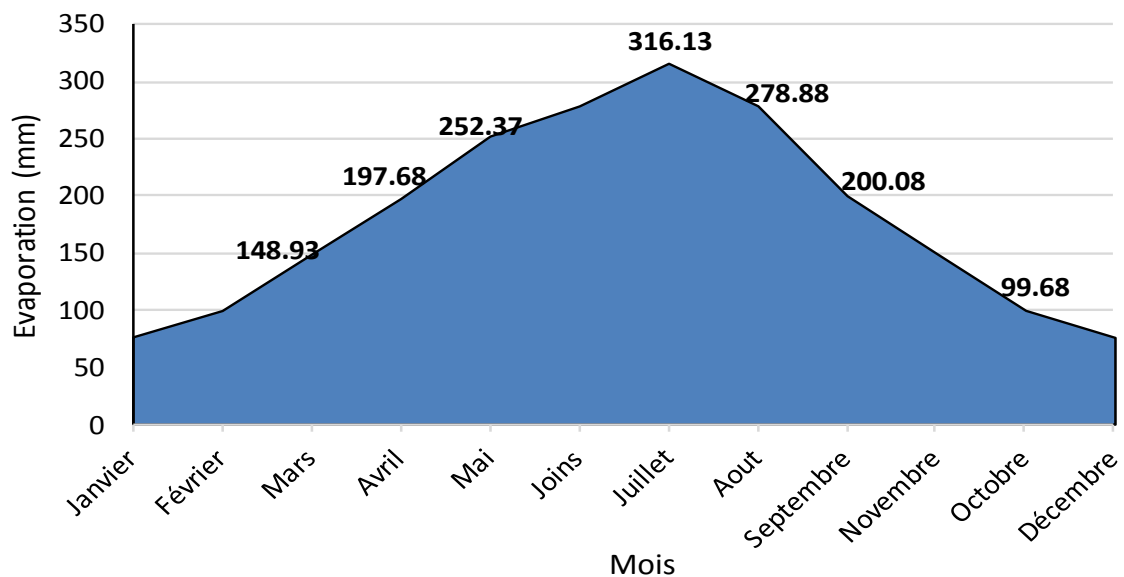


Figure I-9. *L’évaporation potentielle de la région du Souf (1986-2009).*

Le maximum est atteint au mois de juillet avec une moyenne de 316,13 mm (Figure09). Le minima est enregistrés durant le mois de décembre 76 mm.

I.5.1.4- Vitesse du vent :

Tableau 5. Données climatiques de la région d'Oued Souf-Vents-(1993- 2015) :

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Joins	Juillet	Aout	Septembre	Novembre	Octobre	Décembre	Moyenne
Vents (km/h)	21,13	27,17	31,78	37,83	38,83	38,09	33,22	29,52	29,96	21,17	19,52	19,78	29

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

Il est un dernier phénomène qui joue son rôle dans certains aspects de la vie au Souf ; c'est le vent. Selon le Tableau 5, nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année. Les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant d'Avril jusqu'en Septembre, avec un maximum de 38,83 km.h⁻¹ durant le mois de Mai (Figure 10).

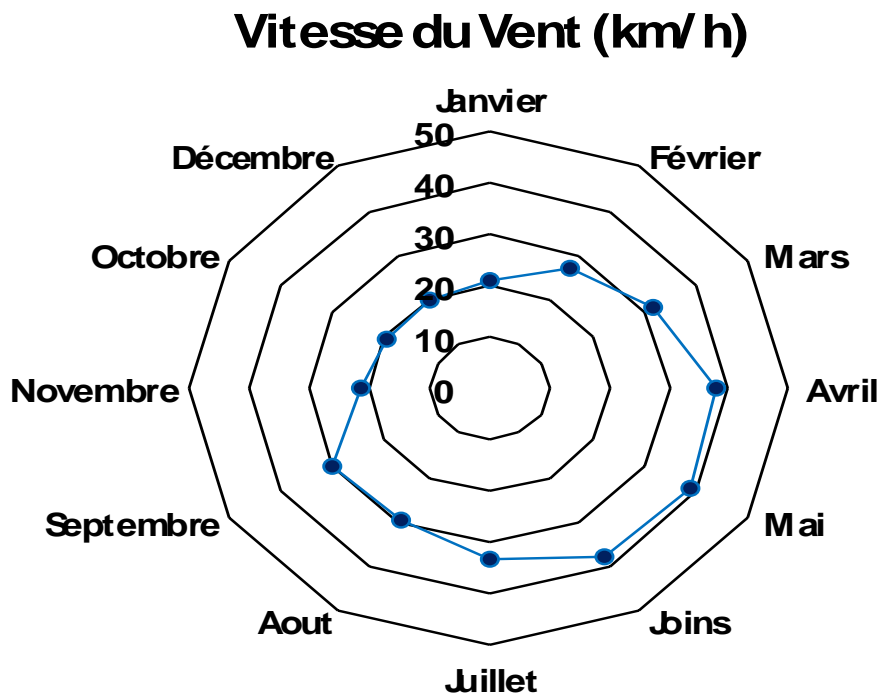


Figure I-10. Les vitesses du vent dans la région du Souf (1993-2015).

Tout comme les météorologistes, les habitants du Souf ont leur idée sur les vents : chacun a son nom : Le *gharbi* (mot Arabe) c'est-à-dire *d'Ouest*, est de peu d'intérêt. Au contraire, le *bahri*, vent d'Est qu'il faudrait appeler le « marin », en été il apporte de la fraîcheur.

Il faut signaler ; que le période du printemps les vents de sable sont les plus forts. Ils sont chargés de sables éoliens donnant au ciel une teinte jaune et peuvent durer jusqu'à trois jours consécutifs avec une vitesse allant de plus 150 à 180 km/h, caractérisés par une température élevée due au "*Chihili*" ou sirocco, parfois violent : il souffle du Sud, mais plus encore du Sud-Ouest.

I.5.1.5- Humidité de l'air :

Les valeurs d'humidité enregistrées à la station de Guemmar. Ces valeurs observées dans la station – située au ras du sol à l'entrée de l'aéroport doivent être moins importantes que les humidités régnantes à l'intérieur de l'oasis ou du ghout.

Tableau 6. Données climatiques du Souf- Humidité de l'air-(1978- 2015) :

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Joins	Juillet	Aout	Septembre	Novembre	Octobre	Décembre	Moyenne
Paramètre													
Humidité (%)	63,95	54,76	48,68	42,84	38,21	34,03	31,34	34,39	44,87	52,66	59,39	65,95	47,59

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

L'humidité de l'air est faible. La moyenne annuelle est de 47,59 % (Tableau 4). Elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année.

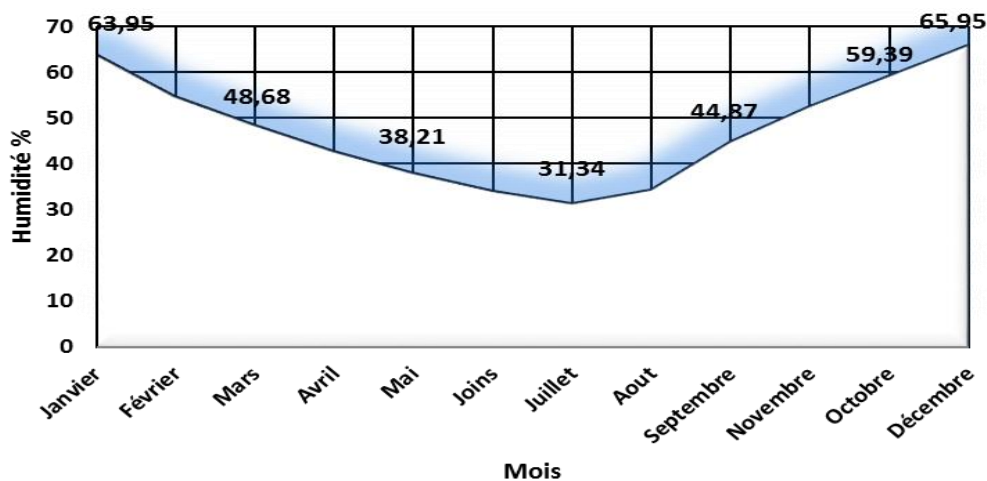


Figure I-11. Humidité de la région du Souf (1978-2015).

En effet, pendant l'été, elle chute jusqu'à 31,34 % au mois de Juillet, sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds ; alors qu'en hiver elle s'élève et atteint une moyenne maximale de 65,95 % au mois de Décembre (Figure I-11).

I.5.1.6- Insolation :

Tableau 7. *Données climatiques de la région d'Oued Souf- Insolation-(1997- 2009) :*

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Joins	Juillet	Aout	Septembre	Novembre	Octobre	Décembre	Moyenne
Paramètre													
Insolation (h)	236,37	247,08	278,39	281,92	308,20	342,09	352,59	329,06	271,82	259,20	238,52	225,92	3371,15*

* Cumulé annuel

(O.N.M. El Oued Guemmar, 2018)

A cause de la faible nébulosité de l'atmosphère, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui a un effet desséchant en augmentant la température (Ozenda, 1983)

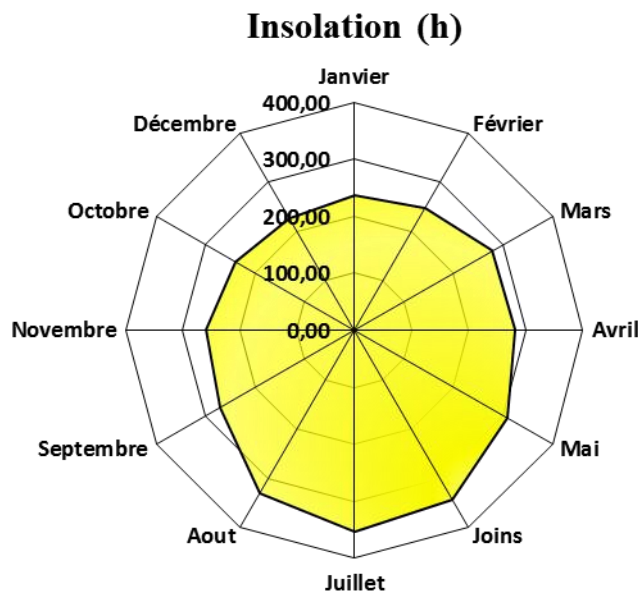


Figure I-12. *Insolation de la région du Souf (1997-2009).*

Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara septentrional et varient assez notablement d'une année à l'autre et même suivant les périodes de l'année envisagée.

Selon le tableau 7 la durée moyenne Cumulée d'insolation est d'environ 3371,15 heures, avec un maximum de 352,59 heures en Août et un minimum de 225,92 heures en Décembre (Figure I-12).

I.5.2- Synthèse climatique :

Une caractérisation globale du climat peut être réalisée par l'emploi d'indices ou de diagrammes climatiques. Pour caractériser le climat du Souf, nous utiliserons les indices DE DEMARTONE et d'Emberger, ainsi que le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et l'indice d'aridité DE MARTONNE.

I.5.2.1-Diagramme Ombrothermique de GausSEN :

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN (Figure I-13) de la région du Souf montre que la durée de la saison sèche est de 12 mois (sécheresse permanente).

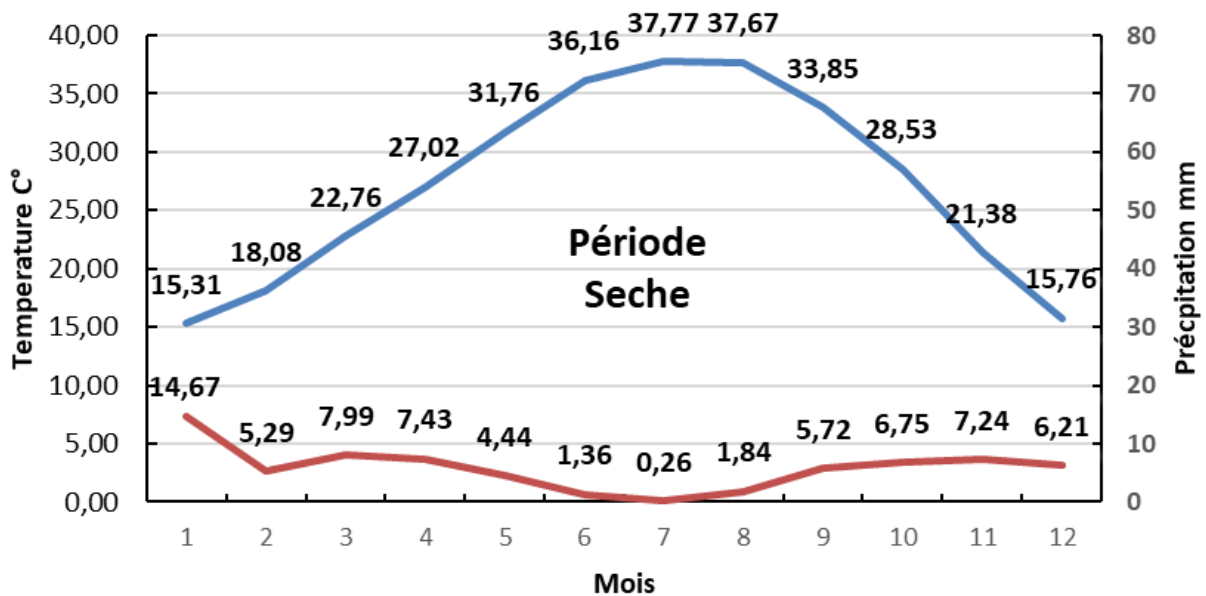


Figure I-13. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN du Souf (1978-2017).

A la suite de DE MARTONE (1927), de nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas du quotient pluvio-thermique d'Emberger (Emberger, 1930, 1955 ; Sauvage, 1963) et de l'indice xérothermique de Bagnouls et GAUSSEN (1953) qui sont les plus utilisés.

I.5.2.2-Quotient pluviothermique :

Le système d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens (DAJOZ, 1985 ; DAJOZ, 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique (Q_2) en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures

minimales du mois le plus froid en abscisses. Ce quotient est défini par la formule simplifiée suivante (STEWART, 1969).

Les travaux d'Emberger (1930, 1936, 1955) consistent à définir et classer les climats méditerranéens du point de vue biogéographique (Étages bioclimatiques) selon la formule suivante (Quotient pluviométrique) :

$$Q = \frac{1000}{\left[\left(\frac{M+m}{2}\right) - (M-m)\right]}$$

Pour classer le bioclimat, nous avons utilisé le quotient pluviométrique d'Emberger spécifique au climat méditerranéen (Claudin et *al.*, 1979). Dont la formule est :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Et de fait que M et m , les températures maxima et minima, exprimées en degrés absolus ($^{\circ}K$), Stewart (1969) cité par LE HOUEROU (1995) a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire :

$$Q_2 = \frac{3.43 P}{M - m}$$

P : Pluviosité moyenne annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en $^{\circ}K$.

m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en $^{\circ}K$.

3,43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie

D'après le série des données de la période 1978 à 2017 on :

$$P = 71,75 \text{ mm}$$

$$M = 49,40 \text{ C}^{\circ} \quad M = 318,57 \text{ k}^{\circ}$$

$$m = 3 \text{ C}^{\circ} \quad m = 276,15 \text{ k}^{\circ}$$

Pour la station d'El Oued (Guemmar) et pour la période 1978- 2017, $Q_2 = 5,22$. Il se dégage que le bioclimat de type hyper aride (saharien) à hiver doux (Figure I-14).

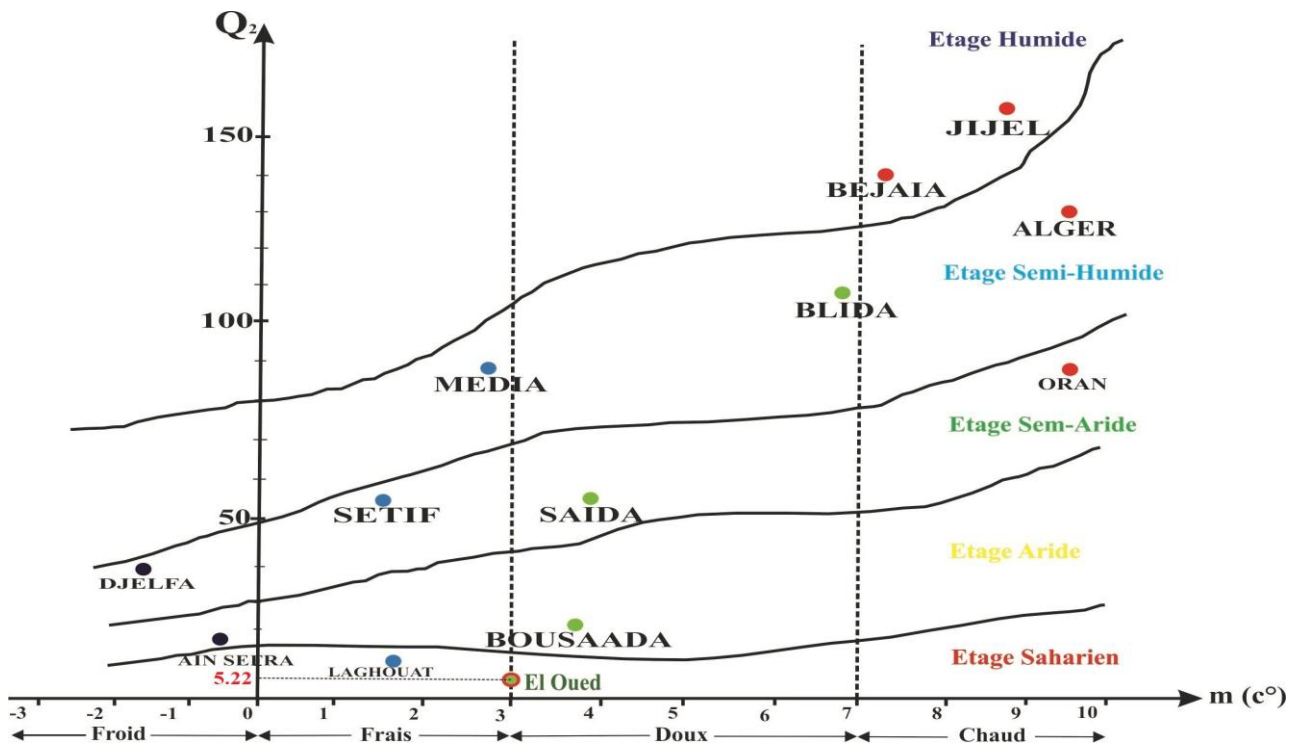


Figure I-14. Climagramme d'Emberger pour la région du Souf.

A partir de ce Climagramme (Figure I-14), nous constatons que l'étage bioclimatique de la région du Souf est saharien à hiver doux, puisque Q_2 est égal à 5,22.

I.5.2.3- Indice d'aridité de DE MARTONNE :

On peut aussi ajouter l'Indice d'aridité Annuelle de DE MARTONNE, qui permet de calculer le degré d'aridité annuelle d'une station quelconque. DE MARTONNE utilise, pour une station donnée, la moyenne annuelle des températures et le total annuel des pluies. Cet indice est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$I_{DM} = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

I_{DM} : Indice d'aridité.

P : Précipitation moyenne mensuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle ($^{\circ}C$).

$P = 71,75$ mm ; $T = 27,06$ $^{\circ}C$ donc $I = 1,94$.

Sur la base des fourchettes de l'indice d'aridité (Tableau I.7) fixées par DE MARTONNE on peut classer notre région.

Tableau 8. Valeur Indice d'Aridité DE MARTONNE (Lebourgeois F., 2010)

Valeur de I_{DM}	Type de Climat	Signification
$I < 5$	Saharien (Hyperaride)	Desert sans culture
$5 < I < 10$	Désertique (Aride)	Désert et steppe ; aucune culture sans irrigation
$10 < I < 20$	Steppique (Semi-Aride)	Formation herbacées, steppes ou savanes
$20 < I < 30$	Semi-Humide	Prairie naturelle ; irrigation généralement non nécessaire
$30 < I < 40$	Tempéré (Humide)	Les arbres jouent un rôle de plus en plus grand dans le paysage
$I > 40$	Himide	La forêt est partout la formation climatique

Nous pouvons dire que le type de climat de la région d'Oued Souf est de type Saharien (Figure I-15).

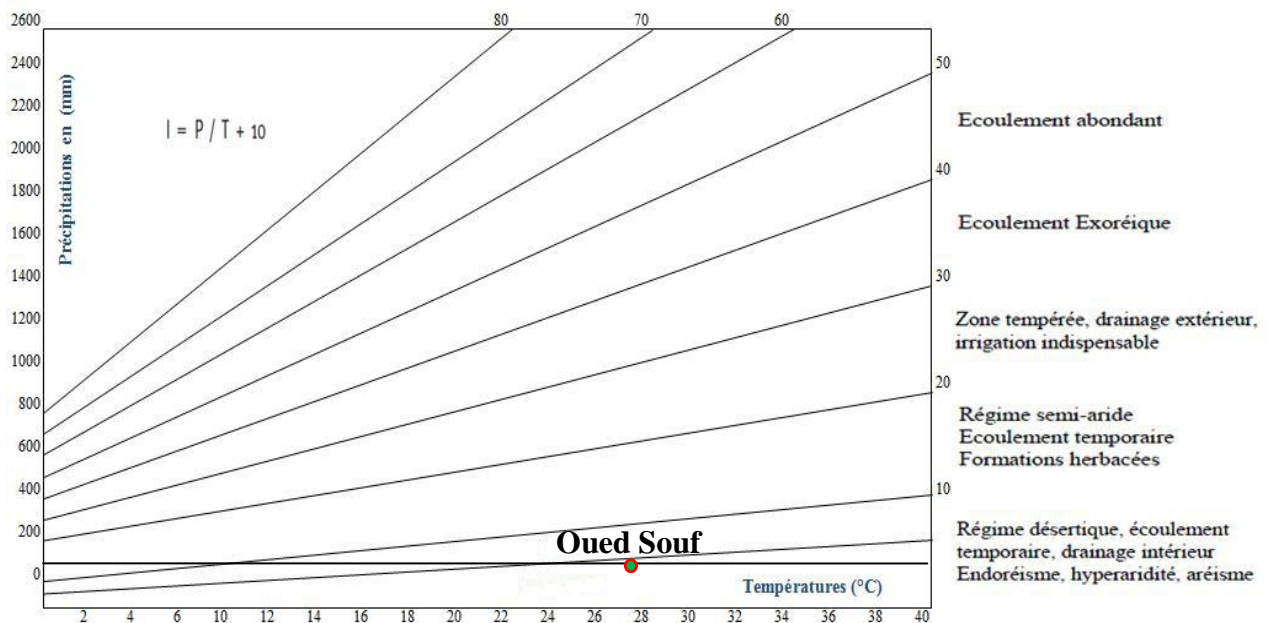


Figure I-15. Abaque de l'indice d'Aridité de DE MARTONNE de la vallée du Souf.

Conclusion :

La wilaya d'El Oued englobe trois vallées « Souf , frontière et choot ». Elle est considérée comme l'une des régions les plus touristiques en Algérie et plus particulièrement au Sahara septentrional. Qui fait du Souf la plus belle régions d'Algérie.

L'Oasis du Souf est un petit morceau de cet immense territoire géomorphologique que constitue le Grand Erg oriental ; du point de vue géographique considéré le Souf est point de milieu de grand Erg c'est-à-dire la liaison entre toutes les régions du Sud-Est. Et du point de vue économique c'est le centre commercial agricole, industriel, artisanal ...etc. Caractérisé par un climat aride de température moyenne annuelle 27,06 °C avec une altitude moyenne de 80 m, et de précipitation annuelle 71,75 mm.

Chapitre II

*Description sur le projet
contre la remontée des
eaux de la nappe de la
commune d'el oued*

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 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.

Les oasis du Sahara algérien ont conduit à un recours de plus en plus important à l'exploitation des nappes d'eau souterraine , l'absence d'exutoire naturelle , l'accroissement des besoins en eau, l'agrandissement de la superficie agricoles et l'absence d'un réseau d'assainissement collectif (le réseau est partiel à El-Oued et absent dans les autres communes de la région où les eaux utilisées sont collectées individuellement dans les fosses septiques) sont les principales causes qu'ont provoqué l'élévation des eaux de la nappe phréatique suivie par une dégradation environnementale.

Dans le but de maîtriser et limiter l'ampleur de la remontée de la nappe phréatique, l'État a mis en place un grand projet d'assainissement (par différents Des campagnes et bureaux d'études) contre la remontée de la nappe phréatique suivant un système approprié composé de 2 compartiments: réseau de drainage vertical, réseau d'assainissement des eaux usées.

La commune d'El-Oued a bénéficié d'un réseau d'assainissement et un réseau de drainage vertical, le premier est pour l'évacuation des eaux domestiques usées vers le point de rejet (Chott) au Nord de la région du Souf et en but d'améliorer la qualité des eaux souterraines, et le dernier est pour l'évacuation des eaux de zones inondées.

Avec tous ces investissements: est-ce que la ville d'El- oued peut sortir de cette critique situation ? et que devons nous faire avec ce volume grandissant ?

Il est important de savoir l'historique et la situation des réseaux hydrauliques (Eaux usées et eaux de drainage) dans la vallée du Souf.

II.1. historique de la remontée des eaux de la nappe phréatique du souf :

Le phénomène de remontée de la nappe phréatique dans la région du Souf est complexe et s'étend pratiquement sur un demi-siècle. D'après les données contenues dans les rapports de Marc Côte (1993-2001), complétées par BNEDER (1992- 1994), ANRH (1993- 1994), l'inventaire des Forages et l'enquête sur les débits (ANRH 1999), on peut établir l'historique suivant :

Avant 1956:

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

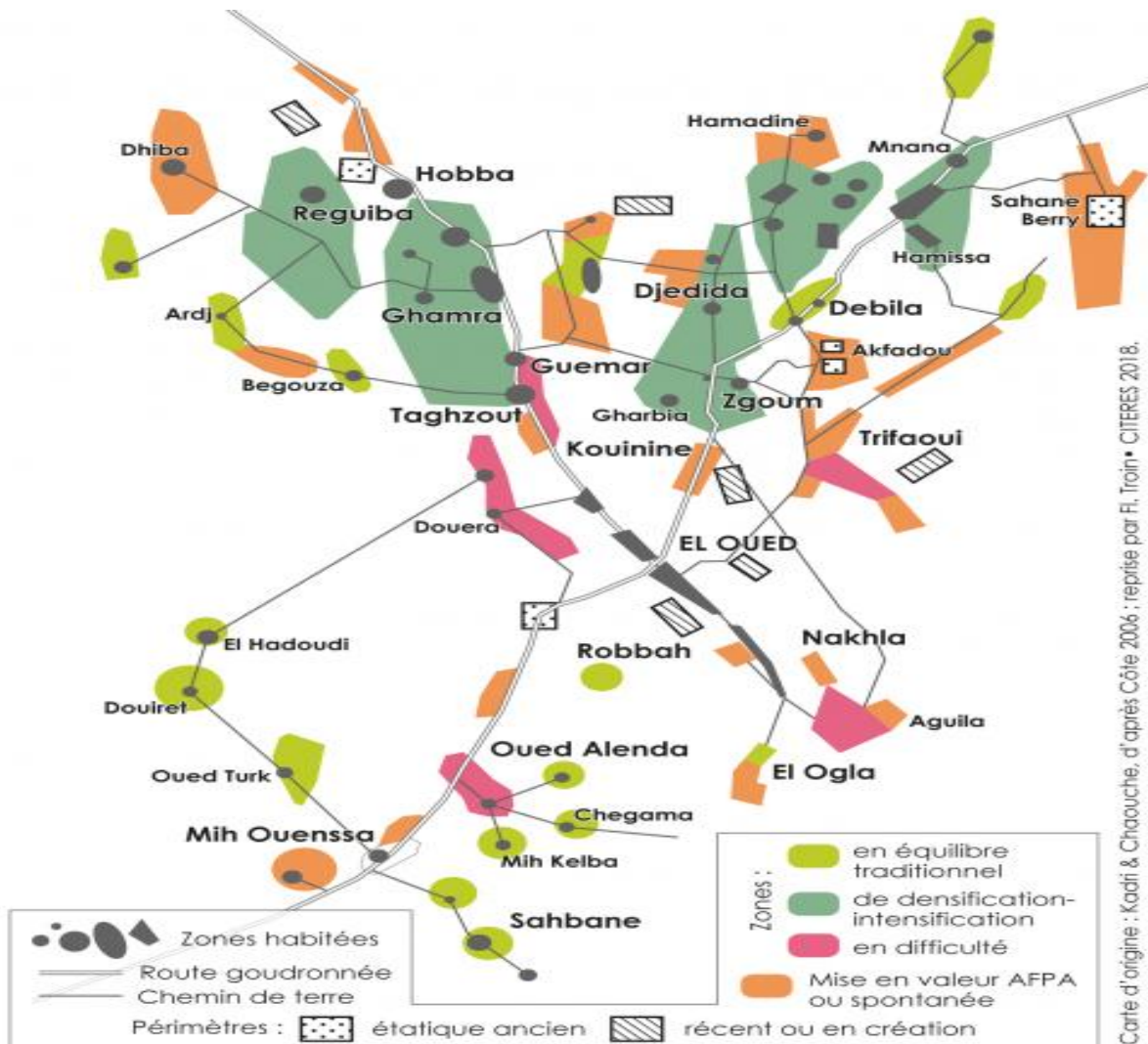
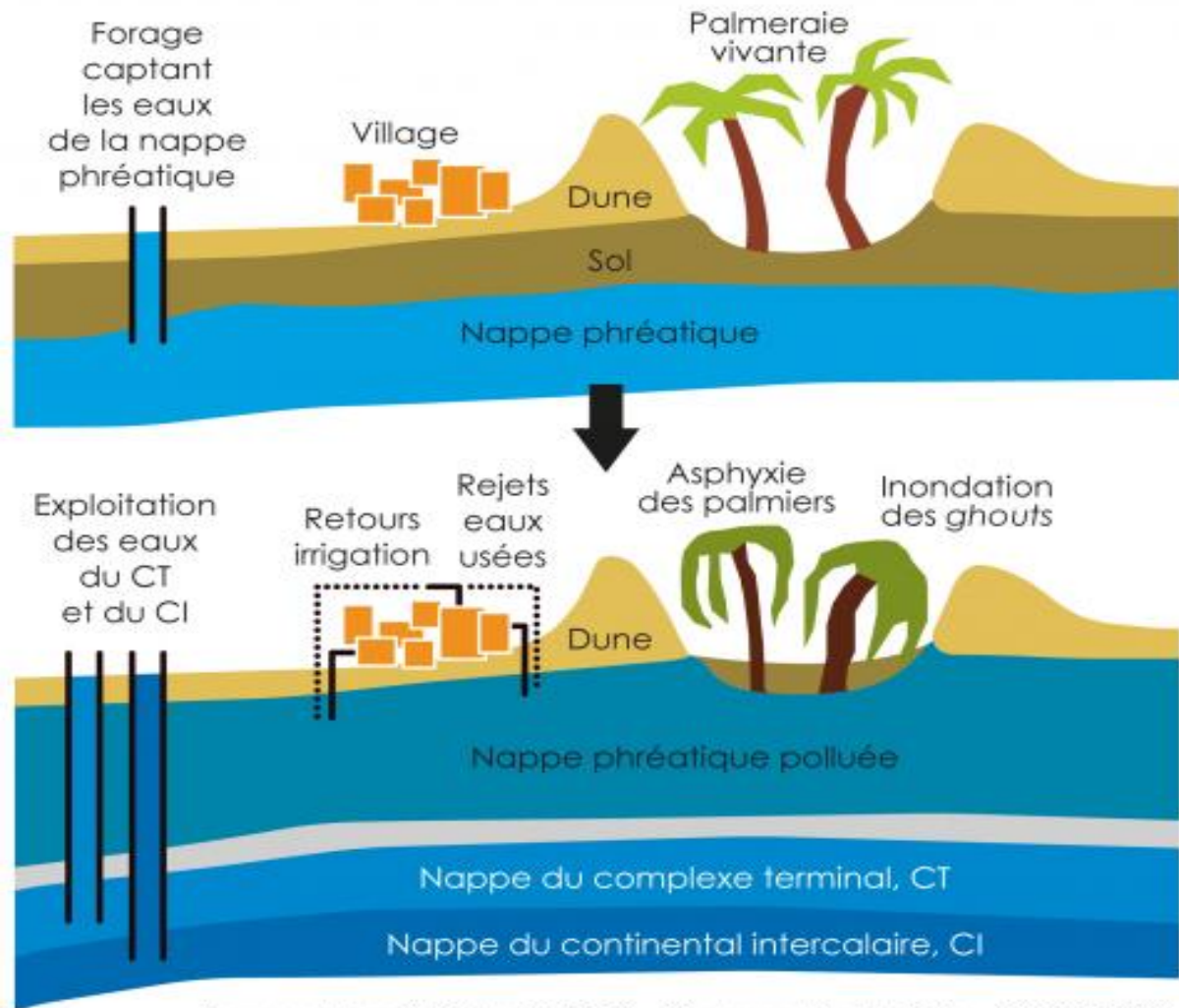


Figure II-1. Distribution spatiale de l'agriculture dans le Souf.

De 1956 à 1993:

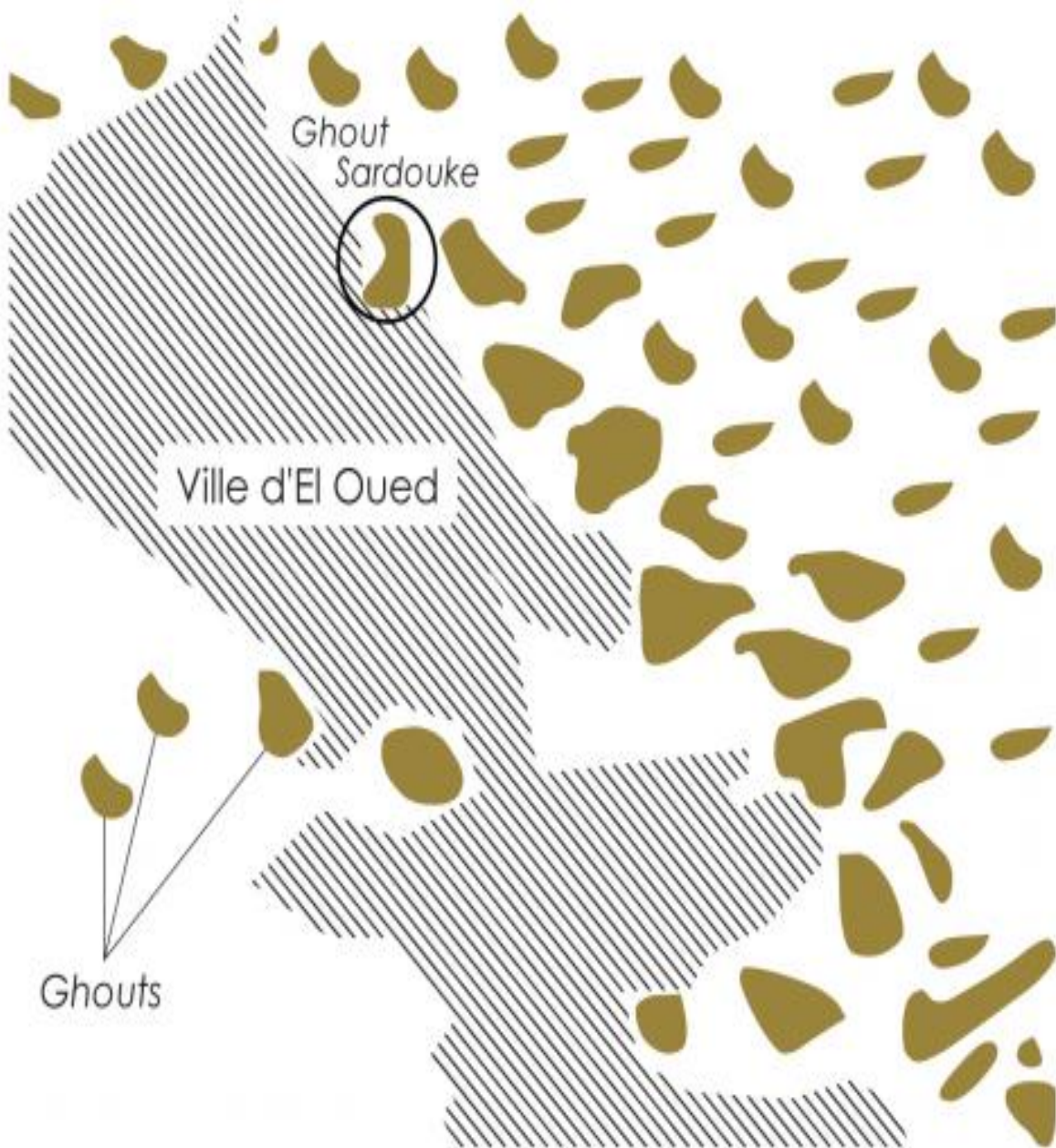
En 1956, un premier forage moyennement profond captant le Complexe Terminal (CT) a été creusé pour l'AEP d'El Oued et entre 1957 et 1969, environ un nouveau forage par année a été exécuté dans le CT (**Figure II-2**).



Source : d'après B. Remini, 2006. Cartographie : Fl. Troin • CITERES 2018.

Figure II-2. Le phénomène de remontée de la nappe phréatique par forage.

En 1969, suite à de fortes pluies, une remontée générale de la nappe a été constatée avec l'inondation de 150 ha dans la région de Magrane et Hassi-Khalifa. La nappe est progressivement redescendue par la suite. De 1970 à 1980, environ 2 forages par année ont été réalisés dans le CT et dès 1980, on observe les premiers ghouts ennoyés à El Oued et une montée progressive et persistante de la nappe phréatique aux portes d'El Oued (**Figure II-3**), ce qui en 1985 alarme les autorités locales.



Source : d'après M. Côte, 1998. Cartographie : S.R. Kadri & Fl. Troin • CITERES 2018.

Figure II-3. Première apparition du phénomène de remontée des eaux aux portes de la ville d'El Oued, 1973.

Entre 1980 et 1997 une centaine de nouveaux forages sont réalisés dans le CT. En 1986 et 1987, trois forages profonds, au Continental Intercalaire (C.I.), ont été exécutés, deux d'entre eux sont exploités pour l'alimentation en eau potable (AEP) d'El Oued, le troisième à Khalifa, pour l'agriculture, est fermé. Ils sont fortement artésiens, et

les débits, de l'ordre de 200 litres/seconde, sont de 5 à 10 fois plus importantes que ceux des forages dans le CT.

En 1993, la nappe avait ennoyé la palmeraie sur 25 km dans le couloir Kouinine – Robbah. Un réseau de surveillance de la nappe phréatique est mis en place et une série de recommandations émises (recommandations, reprises de l'Etude hydrogéologique de la région d'El Oued – Contributions au problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique (**Figure II-4**), ANRH 1993 .

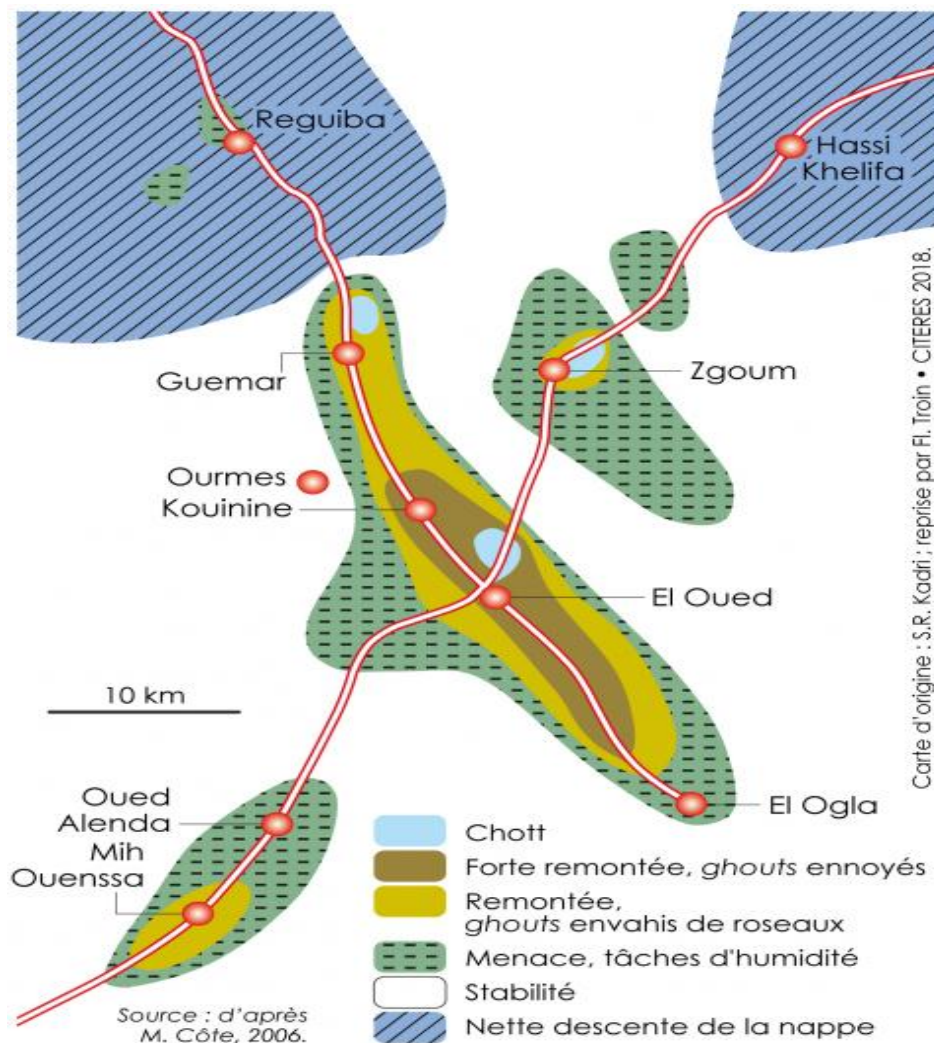


Figure II-4. Évolution de la nappe phréatique dans la région d'El Oued en 2000.

II.2 - Schéma d'assainissement du Souf :

Avant 2012 :

De très lourds travaux d'assainissement ont été engagés à El Oued depuis 1981 avec une faible efficacité (DRE. El Oued, 2016). La commune d'El Oued, la Seule à être assainie partiellement et la commune de Guemmar dispose d'un réseau non fonctionnel. Le taux de raccordement de la population au réseau d'assainissement ancien d'El Oued serait de l'ordre de 14% en 2010 d'après l'Office National d'Assainissement (ONA) d'El Oued. Les autres communes ne disposent pas de réseau d'assainissement.

- Assainissement collectif :

Le réseau d'assainissement se compose de collecteurs d'eaux usées et de collecteurs des eaux de drainage (Commune El Oued). Toutes les eaux sont évacuées en dehors de la ville (**Figure II-5**), vers une cuvette où s'est formée une grande lagune. Et les ouvrages d'assainissement sont ainsi composés de :

*73 700 ml de collecteurs des eaux usées (réseau d'assainissement) la grande partie non fonctionnelle, posés sans regard et sans branchement (COBA et *al.*1997).

*Pour Guemmar, le réseau qui concerne les quartiers Nord de la ville, a une longueur de 6 km environ. Avec l'absence de station de pompage à l'aval. Ce réseau n'a pas été mis en service.

Pour El Oued, l'ossature du réseau (diamètres de 200 à 600 mm) a une longueur de 23 km environ en service (Bonnard & Gardel, 2003a).

Une (1) station de pompage (refoulement) avec sa conduite de refoulement en 2×DN 400 mm, refoule les eaux usées et les eaux de drainage de la ville d'El Oued à une distance de 4 km de longueur vers le Nord-Est de la ville, et 8 station de relevage.

Le volume réel collecté par le réseau d'assainissement serait de 2026 m³/j (estimé après la campagne de mesures réalisée par ENHPO). En tenant compte du taux de raccordement de 14% à El Oued (ONA), le volume d'eaux usées produit par habitant et par jour serait de 180 litres (collecté par le réseau existant). Or, la dotation en eau par habitant est de 355 litres/j/hab, d'où une perte de 175 litres/jour/habitant. Ces pertes journalières représenteraient un volume total journalier de 19 753 m³ soit 721 000 m³/an.

Ces eaux sont acheminées au Nord-Est de la ville d'El Oued, évacuées et déversées sans traitement dans des dépressions que nous appellerons zones de rejet,

formant une lagune. Cette lagune constitue avec la décharge un point noir (chaud) de pollution (**Figure II-5**).

Cette zone qui couvre une superficie de 3,7 ha en 2001 (Bonnard & Gardel, 2001b) et qui s'étend progressivement, où en 2012 la surface des lacs pollués étalée jusqu'à d'environ 50 ha dans les dépressions. Le point de rejet est constitué d'une série de "mares" colonisées d'environ 85% par des roseaux (**Figure II-5**).

Ces eaux, qui en apparence semblent stagner (saturation du sol et affleurement de la nappe à cet endroit), s'infiltrent en grande partie pour rejoindre la nappe et s'évaporent pour une faible partie, donc on peut dire que la nappe phréatique est le seul exutoire actuel dans la région du Souf.

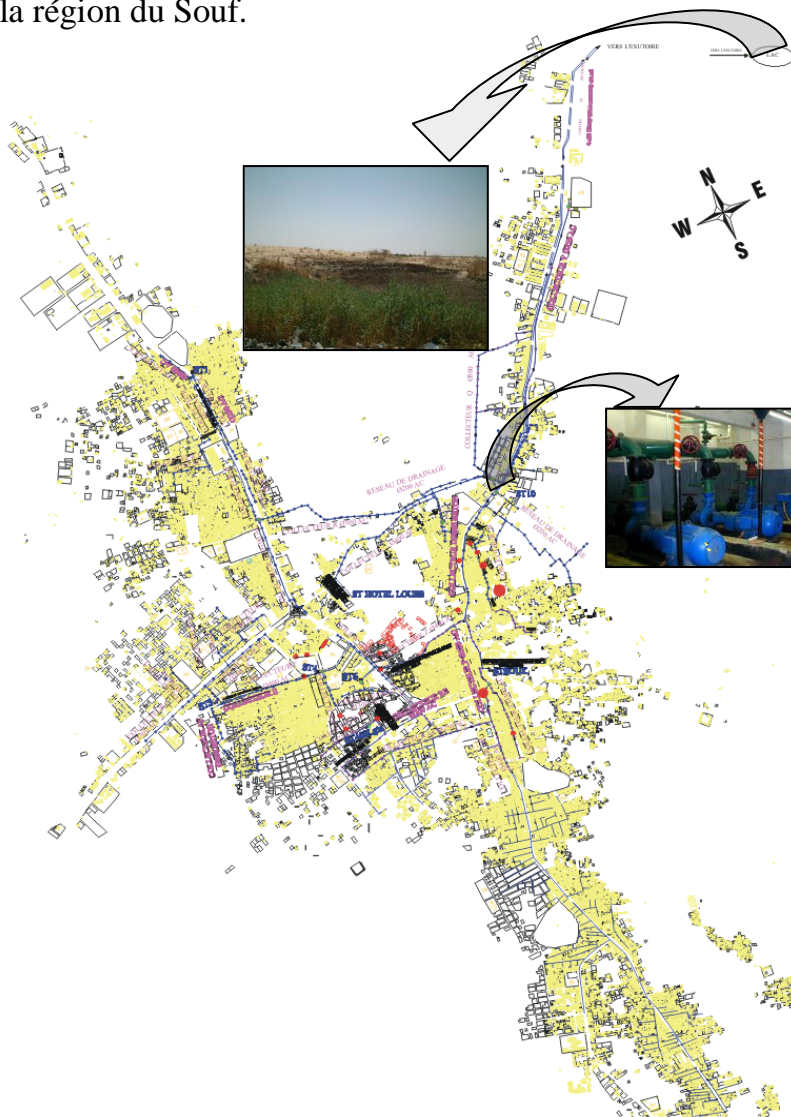


Figure II-5. Le réseau d'assainissement ancien de la commune d'El Oued (Bonnard & Gardel, 2004c).

La situation générale des stations de pompage (**Figure II-6**) est infectée et mauvaise ; que ce soit le génie civil, les équipements et surtout l'entretien des stations.

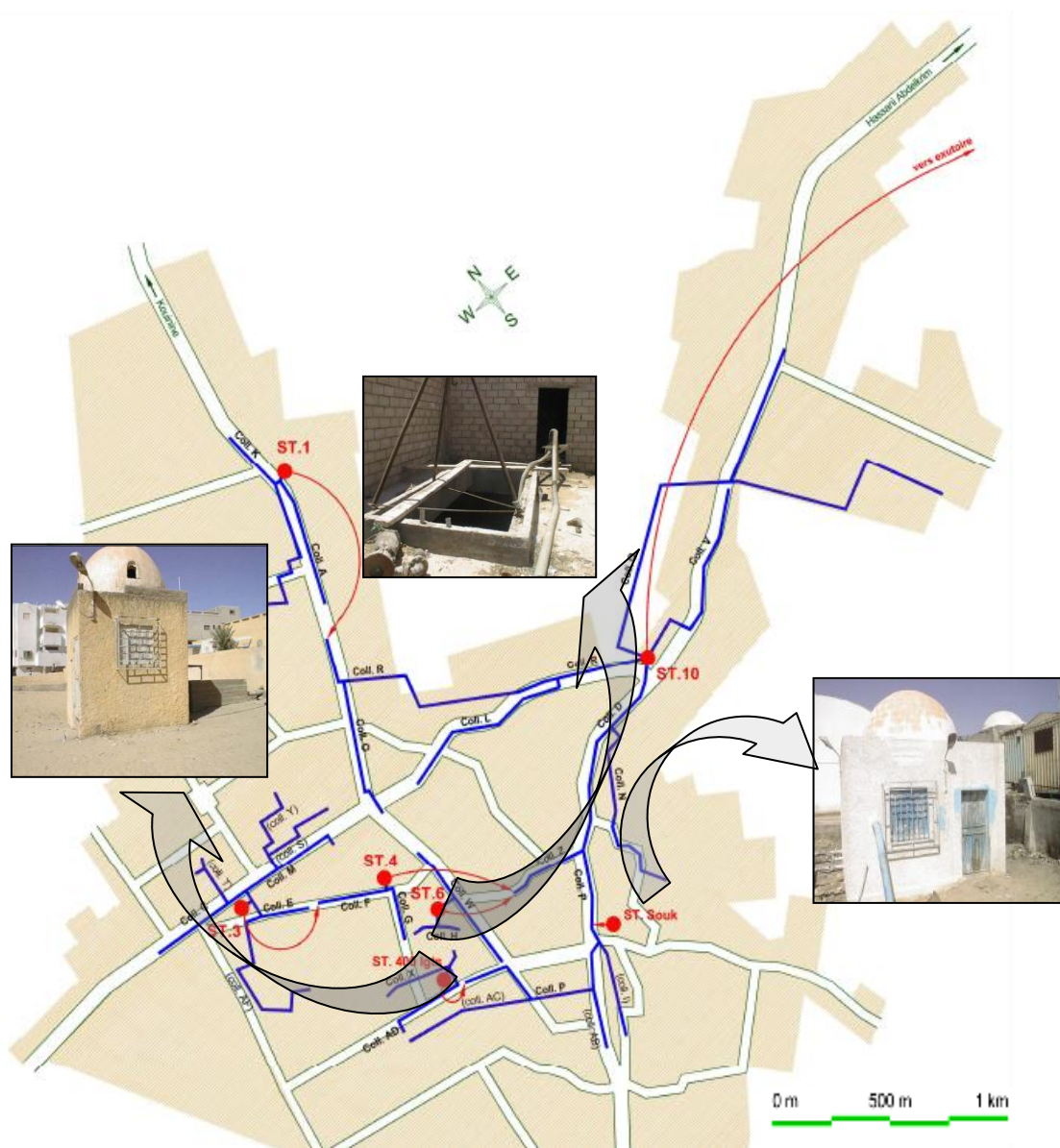


Figure II-6. Localisation des stations de relèvement existantes (Bonnard & Gardel.2003b)

Cette disposition présente l'inconvénient de mettre en charge une partie du collecteur d'arrivée, le dernier regard en particulier ayant presque une allure de fosse septique, avec une espèce de croûte en surface, ce qui n'est pas recommandé (Fermentations, risques de mauvaises odeurs et de colmatage). Il faut rouvrir complètement cette vanne et quitte à réparer sommairement le dispositif de dégrillage actuel en attendant la mise en place d'un équipement plus fiable et plus pratique.

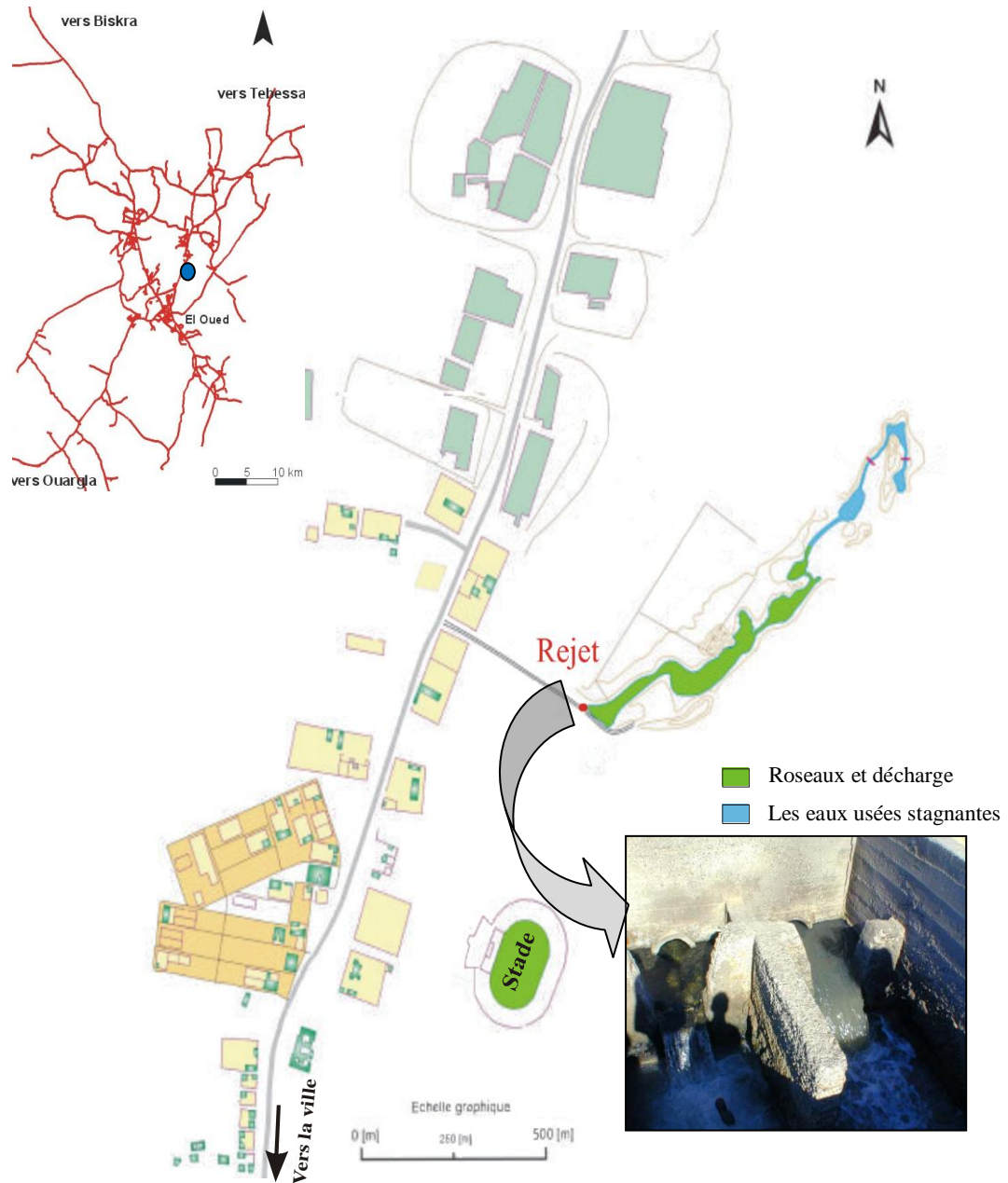


Figure II-7. La zone de rejet ancienne d'El Oued (Bonnard & Gardel, 2001b) -Modifier-

- Assainissement individuel :

Les bouchages du réseau ou le mauvais état de fonctionnement et son manque d'efficacité, ont fini par inciter à conserver les systèmes d'assainissement individuels et ne pas faire confiance au réseau collectif d'assainissement.

Ce système d'épuration individuel se compose généralement d'une fosse aménagée traditionnellement (**Figure II-8**), ou d'un puits perdu aménagé au sein de l'habitation, Dans les jardins ou les cours intérieures.

Le Soufi utilise dans la construction des fosses (ou puits) perdues les matières naturelles locales, essentiellement les roches de rose des sables, parce que la résistivité de ces roches à l'infiltration des eaux est très grande à cause de sa composition chimique qui est basée sur les cristaux de sable (quartz), qui ne présente aucune réaction chimique avec les eaux infiltrées, ce qui représente un bon support d'infiltration de ce dispositif d'épuration traditionnel (**Figure II-8**).

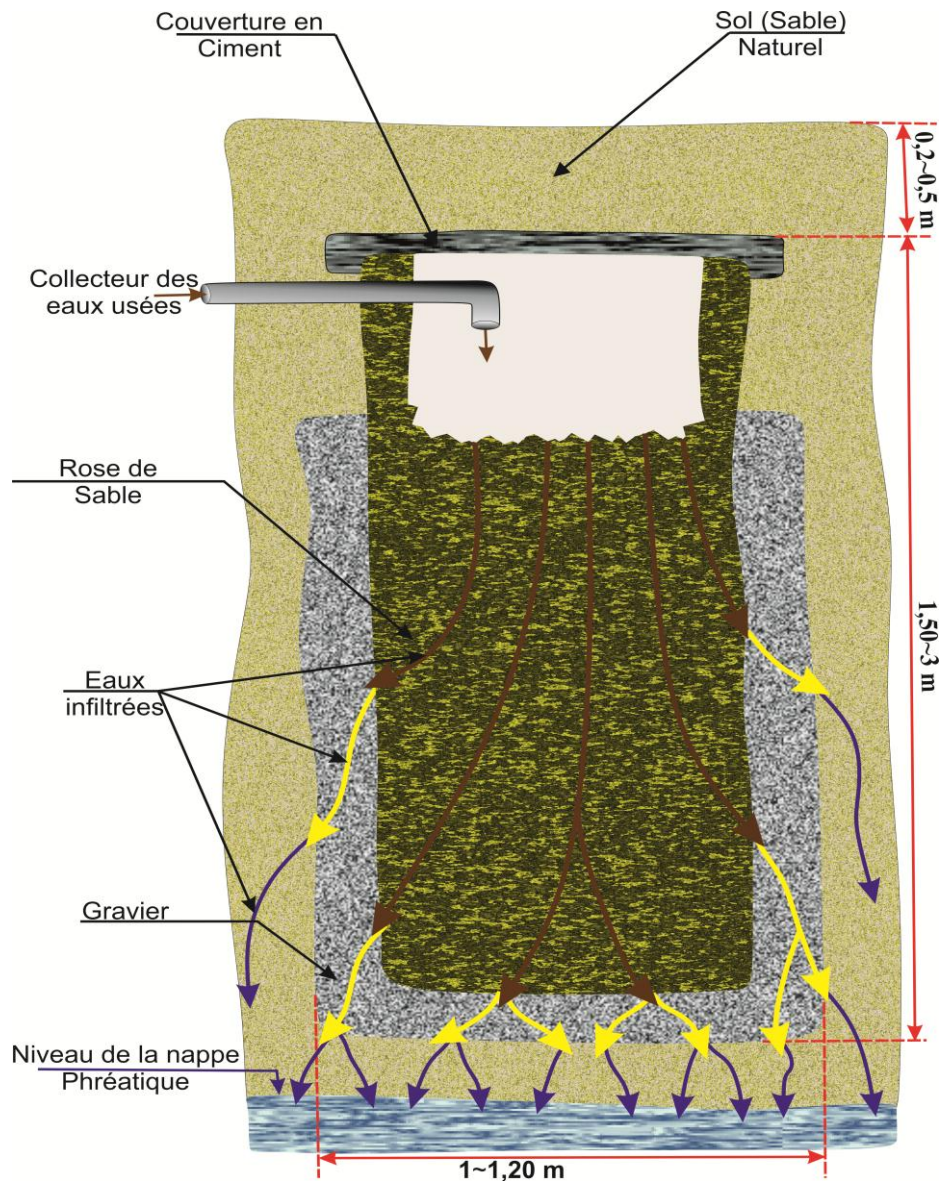


Figure II-8. Le système traditionnel d'assainissement (la fosse perdue).

La pratique de la fosse perdue est privilégiée pour les 18 communes du Souf qui totalisent 36 265 fosses (Tableau 9).

Tableau 9. Répartition des fosses par commune (Bonnard & Gardel, 2002b).

Commune	Nombre de fosses
Bayadha	3051
Ogla	470
El Oued	1165
Debila	2011
Guemmar	2612
Hassi Abdelkrim	1784
Hassi Khalifa	2195
Kouinine	1016
Magrane	1941
Mihouansa	613
Nakhla	1155
Oued Allenda	513
Ourmes	404
Reguiba	2455
Robbah	2006
Sidi Aoun	845
Taghzout	849
Trifaoui	680
Total	36 265

Cette forme d'assainissement individuel a largement contribué à l'alimentation de la nappe phréatique et à la contamination des eaux souterraines après quelques années d'utilisation.

De 2012 à 2021:

Le nouveau réseau d'assainissement de la vallée du Souf est constitué par différents ouvrages permettant la collecte des eaux usées (12 communes), le mode d'assainissement utilisé est de type collectif 750 km et 57 stations de pompes (relevage et refoulement), le reste (les 6 communes) en assainissements autonomes améliorés) par groupes de localités limitrophes dans des stations d'épuration (STEP). A la fin de cette opération l'eau traitée est renvoyée vers le collecteur principal pour être rejetée à 45Km au Nord de la vallée du Souf .

Et pour notre zone d'étude la commune d'el oued Le taux de raccordement Des logements au réseau d'assainissement est de l'ordre de 92% en 2019 d'après (DRE d'El Oued.) avec un réseau de collecte de 23 km et Une (1) station de pompage (refoulement) refoule les eaux usées et les eaux de drainage de la ville d'El Oued à une distance de 4.2 km de longueur vers le Nord-Est de la ville.

II.3 - 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. et Le groupement des agglomérations entrant dans le cadre de nouveau réseau d'assainissement est comme suit (**Figure II-9**) :

- Groupe 1: Robbah, Bayada, **El Oued** et Kouinine. (STEP 1).
- Groupe 2: Taghzout, Guemar, Hassani Abdelkrim et Debila. (STEP 2).
- Groupe 3: Sidi Aoun, Magrane et Hassi Khalifa. (STEP 3).
- Groupe 4: Reguiba. (STEP 4).

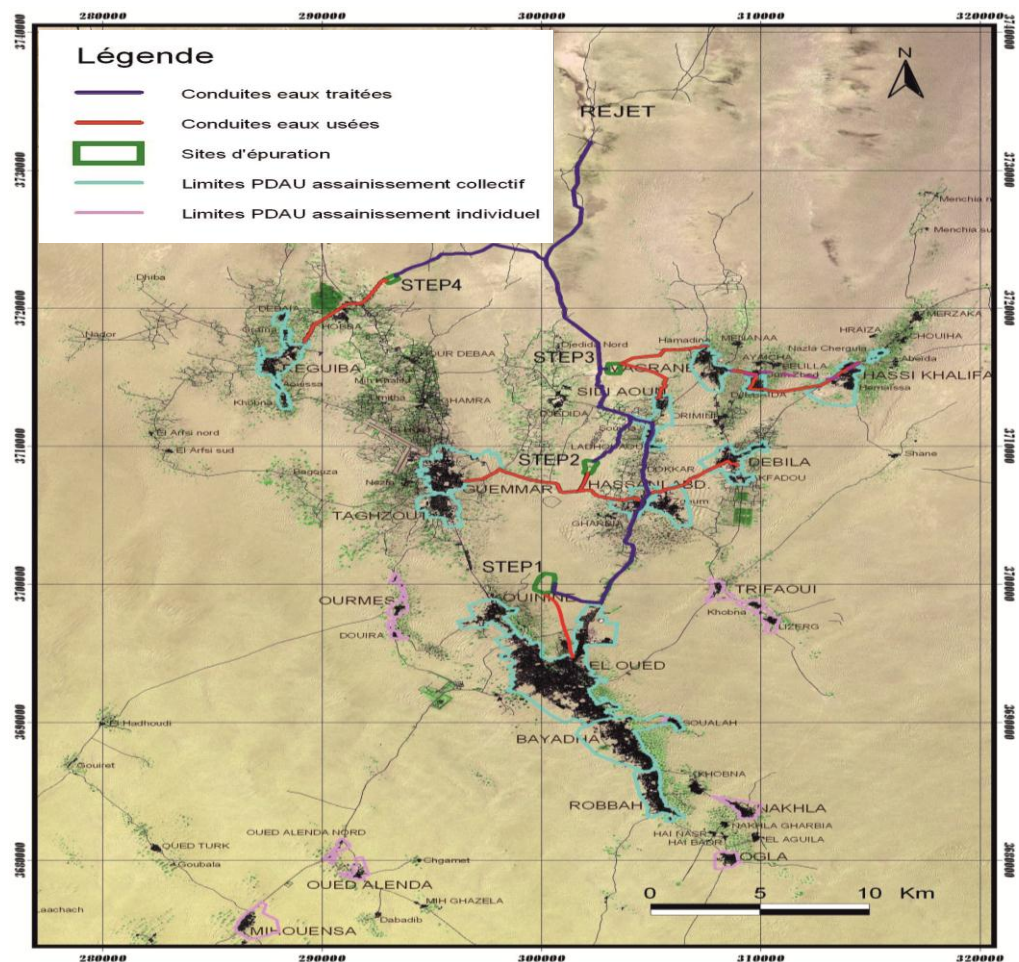


Figure II-9. Schéma directeur d'assainissement de la vallée du Souf (Bonnard & Gardel, 2003b-2004c).

les sites de stations d'épuration (STEP 1 à 4) délimités en vert, les tracés de canalisations de transfert des eaux brutes jusqu'aux stations indiquées en rouge, et ceux des collecteurs de transport des eaux traitées en bleu.

Le procédé d'épuration par lagunage aéré est le mieux adapté pour le traitement des effluents des grandes agglomérations ou de plusieurs communes regroupées dans la vallée du Souf.

En fin des procédures d'épuration, les eaux traitées dirigées vers les points de refoulement (SPET : **S**tation de **P**ompage des **E**aux **T**raitées) de chaque STEP, pour la refouler vers le collecteur de transfert, qui collecte les eaux traitées et les eaux de drainage vers le Nord du Souf, au chott Halloufa (Chott Melghir (l'exutoire naturel) à 45 km Nord d'El Oued), qui forme aujourd'hui un lac de 10,67 km² (Environ 11 ha), est considéré milieu de biodiversité de plusieurs oiseaux et d'autres êtres vivants (**Figure II-11**),

Pour l'ancienne point de rejet est disparu totalement.

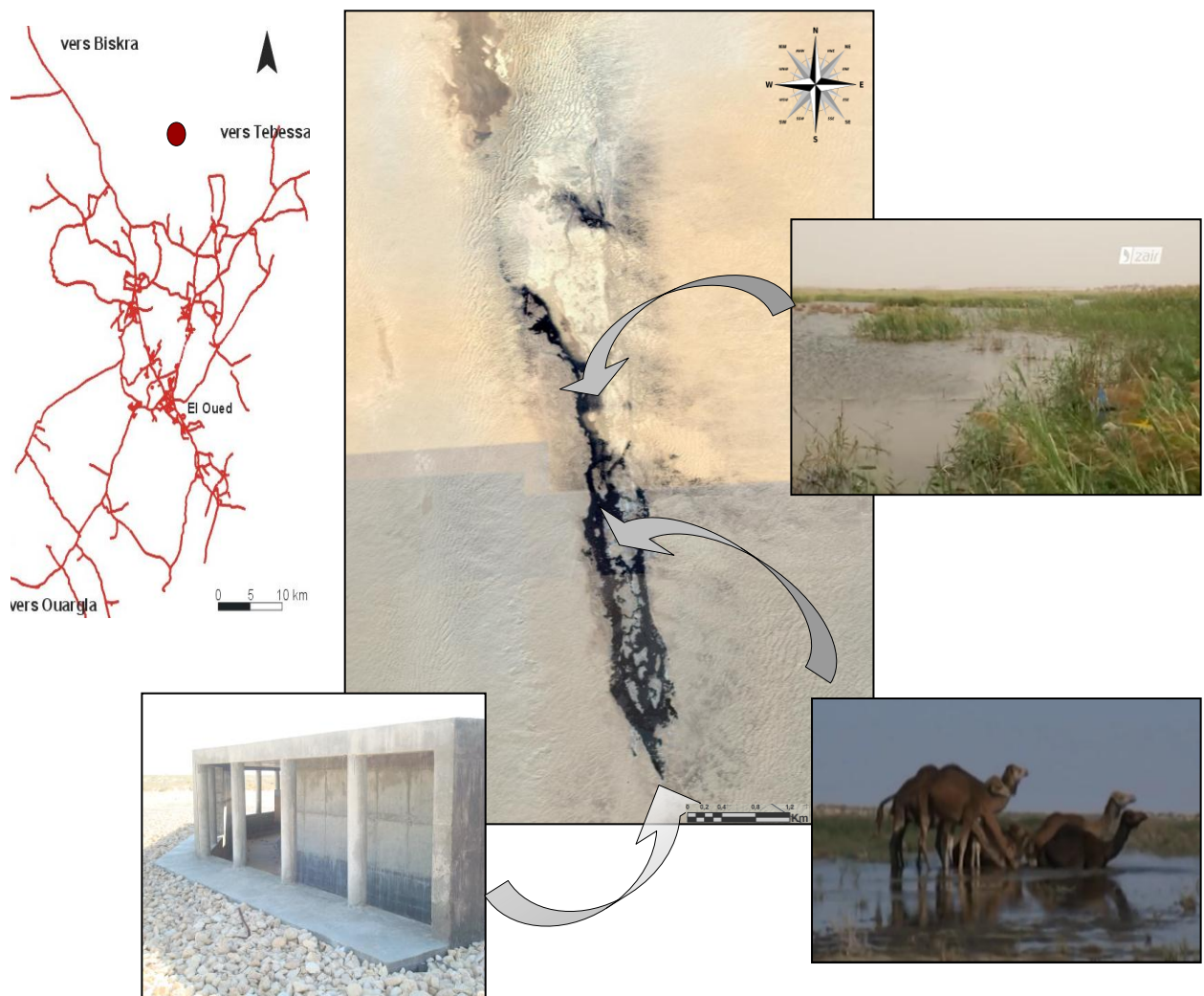


Figure II-11. Nouveau point de rejet des eaux usées traitées et les eaux de drainage.

II.4- Schéma de drainage :

Dans l'aire d'étude, la solution de drainage est par le système de drainage vertical et horizontal 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.

II.4.1- Le réseau de drainage horizontal :

Au début des années 90 les travaux de réalisation du réseau de drainage sont démarrés, et devenu opérationnel en 2001. Seule la commune d'El Oued possède particulièrement un réseau de drainage horizontal, qui dessert les zones basses de l'agglomération, c'est-à-dire essentiellement le quartier Nezla (Hai Nakhile) et une partie du quartier Chott et Sidi Mastour (les principales zones urbaines menacées par le phénomène de remontée des eaux de la nappe). La collecte est gravitaire et aboutit à une station de pompage située dans la même enceinte que la station de relèvement ST10 pour les eaux usées (**Figure II-12 B**), à partir de laquelle les eaux de drainage sont évacuées vers l'extérieur de la ville, via une canalisation DN 400 parallèle à celle des eaux usées.

Le réseau de drainage des eaux excédentaires (les eaux de la nappe phréatique) présente 4050 m de longueur, les collecteurs sont des conduites d'amiante ciment de diamètres DN 200 perforées de trous de diamètre 2 cm, la distance entre deux trous d'environ 20 cm, distribuée sur un angle 120° orienté vers le haut (**Figure II-12 A**), au-dessous de la conduite sont dépourvus de trous.

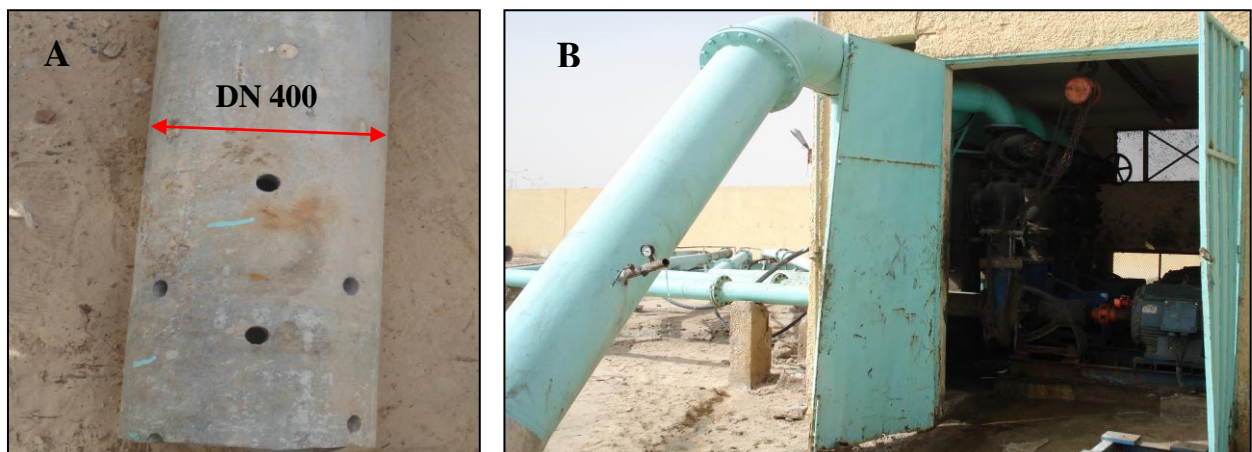


Figure II-12.

(A) Conduite d'amiante ciment utilisée dans le réseau drainage horizontal.

(B) la station de pompage des eaux de drainage avant 2012.

II.4.2- Le réseau de drainage horizontal :

Il est bien entendu impossible d'assurer une couverture en assainissement, très importante et efficace pour assainir ou plutôt drainer les eaux stagnantes de la nappe phréatique (Dans les zones urbaines). Donc les eaux restantes non assainies par réseaux doivent être récupérées en zones basses (inondées) par un système où le réseau de drainage est efficace et durable.

Le principe de drainage est de récupérer l'ensemble des eaux d'infiltration sous l'agglomération d'El Oued par pompage dans 58 puits forés (**Figure II-13**), par l'utilisation d'une part aussi grande que possible de ces eaux sur place pour l'irrigation d'espaces verts (Théoriquement), de collecter le solde des eaux au niveau de la station de pompage ST10, puis de les refouler sur environ 4200 m jusque dans le Collecteur des Eaux usées Traitées (CET), au point ET01 où ce dernier collecteur, en provenance de la station d'épuration STEP 1 (Kouinine), entame son tracé sur la route principale.

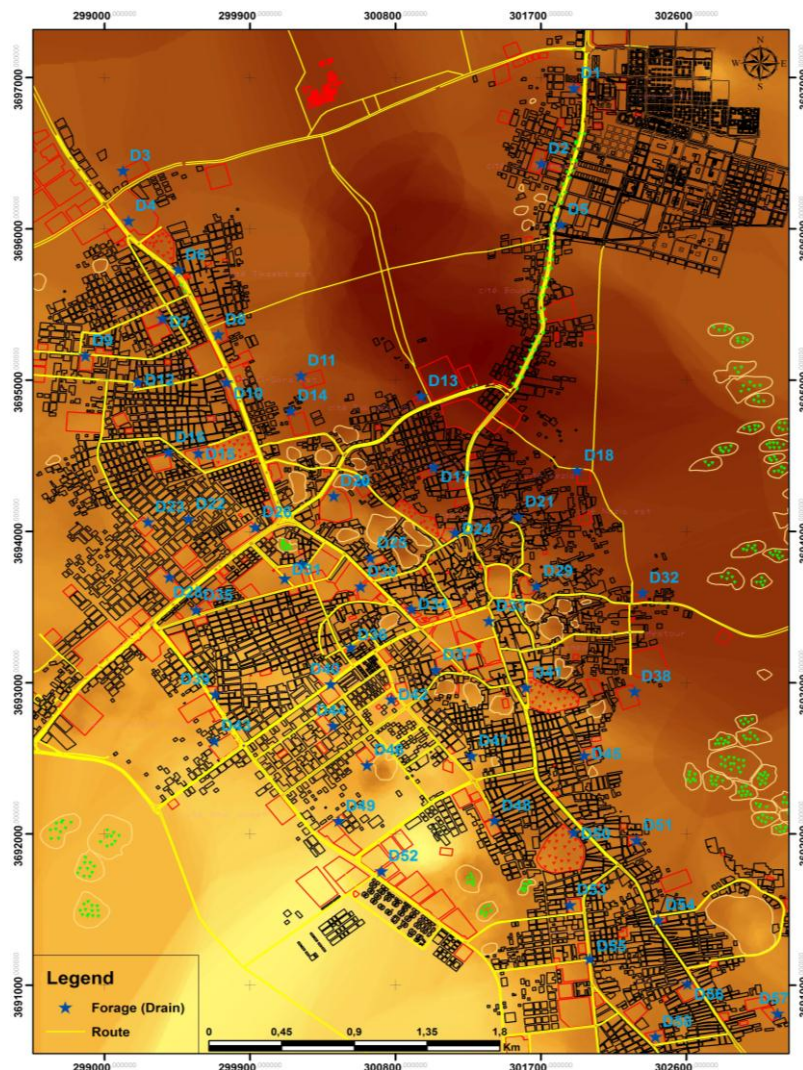


Figure II-13. Localisation des 58 forages de drainage à El Oued.

D'après Bonnard & Gardel (2004a) La quantité d'eau à drainer serait de 22 185 m³/jour (débit des drains varie entre 3,5 à 10 l/s). Le réseau de drainage est constitué des drains verticaux équipés de pompes immergées. Le nombre de puits verticaux 58 dont 12 implantés en ceinture autour du Chott et des zones basses de Sidi Mestour. Les réseaux de collecte des eaux drainées présentent 37 500 m de conduites (**Figure II-14**).

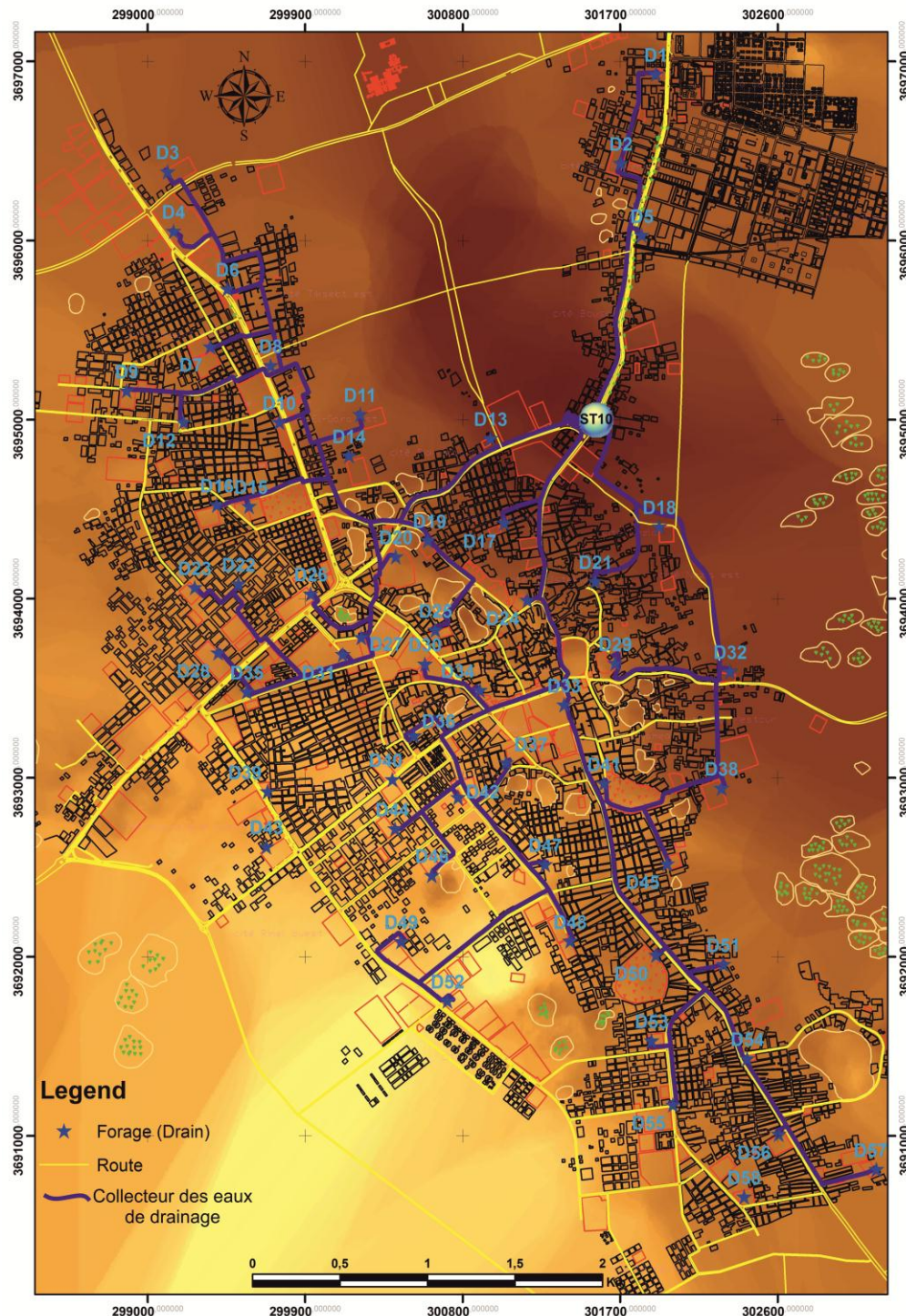


Figure II-14. Réseau de drainage vertical de la commune d'El Oued.

Le système de drainage est limité au périmètre du PDAU. D'éventuels développements de l'agglomération hors de ce dernier dans des parties basses ne sont pas pris en compte, notamment dans le Chott, à Sidi Mestour et dans le périmètre du nouveau pôle universitaire.

Ces zones, si elles devaient être construites, bien qu'en dehors du PDAU, devraient faire l'objet d'un drainage spécifique par drains horizontaux.

D'après l'ONA d'El Oued, La profondeur des forages est déterminée par la côte du terrain à l'emplacement des forages et la côte de l'eau dans le Chott. Cette dernière est d'environ 64 m. Il est prévu qu'un niveau dynamique de pompage à la côte 60 m puisse être atteint pour éviter que l'eau continue à s'écouler vers le Chott et permettre que ce dernier finisse par s'assécher. Une garde de 1 m au-dessus de la pompe définit le niveau de celle-ci à la côte 59 m et celui du sommet des crépines à la côte 58 m. Les crépines d'une longueur de 8 m s'arrêtent à la côte 50 m. Elles se poursuivent par un tube décanteur aveugle de 2 m. La côte 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 m, 31 m en moyenne.

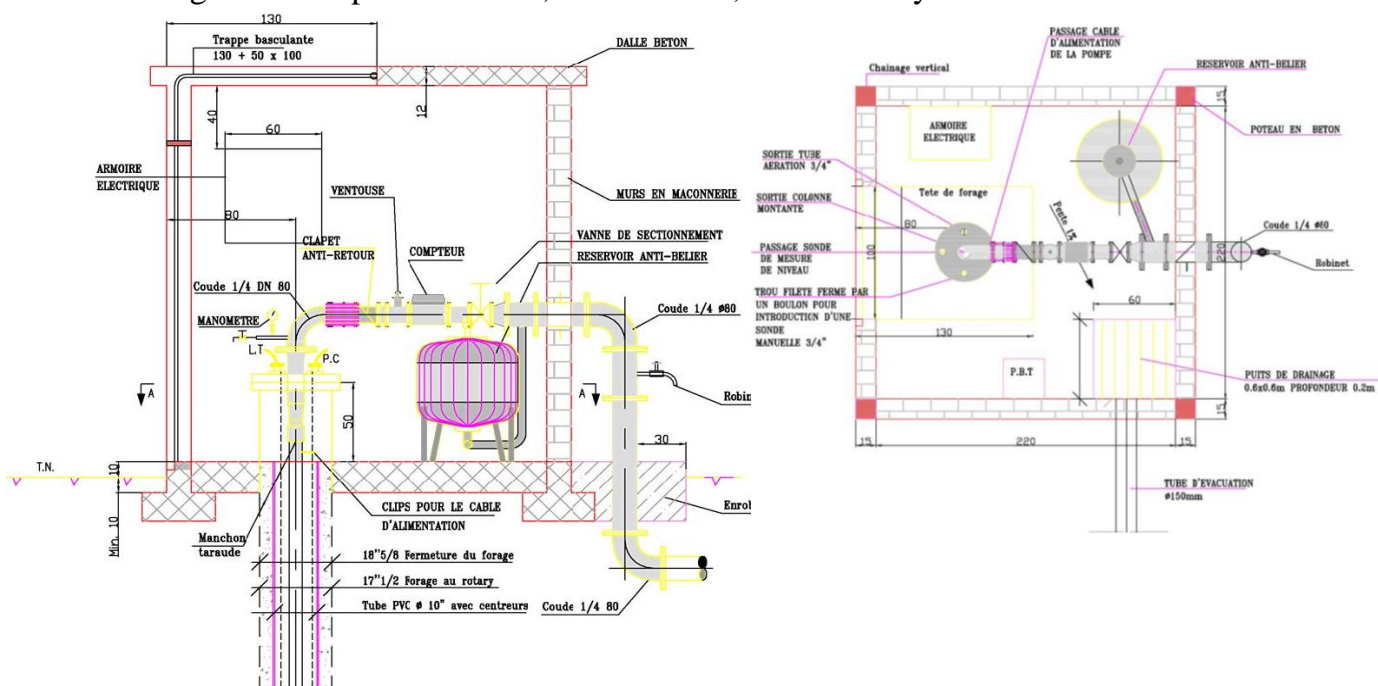


Figure II-15. Coupe type de la station de pompage (Drain vertical) (Bonnard & Gardel, 2004a).

La tête de forage et les équipements sont protégés par un local de 2,2 m x 2,2 m en parpaings (**Figure II-15**), avec porte d'accès métallique et trappe métallique de toit à la verticale du forage (pour permettre l'entretien et l'extraction de la colonne d'exhaure et de la pompe de forage).

Actuellement le réseau de drainage est géré par l'Office National d'Assainissement d'El Oued. Il a été mis en service en octobre 2011.

Depuis le temps de mise en service du réseau de drainage, les forages drainent et refoulent les masses d'eau vers la ST10 ; pour les transférer au point de rejet vers le Nord du Souf.

* Dans notre étude ; parmi les axes que l'on a choisir d'étudier, sont la rentabilité et le rendement des ouvrages installés pour remédier la région du Souf du phénomène de la remontée. Surtout dans la commune d'El Oued ; occupée de 58 Drains pour abaisser le niveau des eaux de la nappe phréatique dans les zones urbaines inondées.

II.4.3- les objectifs du système de drainage:

Le système de drainage est l'un des principales solutions envisagées pour lutter contre la remontée de la nappe phréatique dans la vallée de Oued – Souf. Son but consiste à traiter les impacts négatifs de cette remontée. Selon (Serraye : 2014), la réalisation de ce grand projet a pour but de :

- stabiliser et assurer une profondeur minimum de la nappe phréatique de 1,5m dans les quartiers inondés et inverser le phénomène de remontée dans le reste de la ville et éviter que de nouvelles zones ne soient pas inondées , assurer un rabattement général entre 5 et 10m de profondeur, ce qui autorise l'assainissement autonome des zones non raccordables. (BG, 2004).
- récupérer les eaux d'infiltration sous l'agglomération d'El Oued et utiliser une part aussi grande que possible de ces eaux sur place pour l'irrigation d'espaces verts et agriole.
- Augmentation du pouvoir épurateur du sol .
- Maintient écologique et sanitaire du site de rejet.

Conclusion :

Dans notre étude on a présenté le phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique de la région du Souf et leur historique qu'il effectivement a posé des problèmes qui touchent tous les secteurs dans la région du Souf, et surtout la commune d'el oued notre zone d'étude.

l'état a essayé de traiter cette situation critique par un projet est l'une des principales solutions envisagées pour lutter contre la remontée qui représente :

- réseau de drainage horizontal présente 4050 m de longueur, les collecteurs sont des conduites d'amiantes ciments des trous perforées.
- un réseau de drainage vertical de 58 puits, équipés de pompes submersibles pouvant débiter 6 l/s, connectés à 37 km de conduites.
- un réseau d'assainissement est de l'ordre de 92% avec un réseau de collecte de 23 km et Une (1) station de pompage refoule les eaux usées et les eaux de drainage de la ville d'El Oued à une distance de 4 km de longueur vers le Nord-Est de la ville (STEP 1), Les eaux traitées et les eaux de drainage dirigées vers le Nord du Souf, 45 km Nord de la commune d'El Oued, qui forme un lac de 10,67 km (Environ 11 ha), est considéré milieu de biodiversité de plusieurs oiseaux et d'autres êtres vivants, Pour l'ancienne point de rejet est disparu totalement.

Chapitre III

*Diagnostique sur l'état
piézométrique des eaux
de la nape phréatique la
région d'étude*

Introduction:

Pour connaître l'efficacité et l'impact de réseau du drainage vertical sur l'environnement (Niveau statique de la nappe phréatique) dans la ville d' El-Oued, nous avons réalisé des campagnes de mesures hydrogéologiques pour exécuter les cartes piézométrique et niveau statiques de la nappe phréatique du chef lieu, Par l'utilisation des bases de données concernant les niveaux des eaux de la nappe phréatique du 2014 et 2016.

L'objectif principal de l'analyse de l'évolution et le diagnostic de mesures de la piézométrie sont de visualiser la direction de l'écoulement horizontale et vertical (drainance), ainsi que la profondeur du niveau d'eau de la nappe phréatique.

Les matériaux qu'on a utilisés pour réaliser notre campagne de mesure sont les suivants :

- La sonde électrique (50 m de longueur) : pour déterminer le niveau statique dans chaque forage et points d'eau .

- Une tarière : Cet outil est utilisé pour créer de nouveaux points de mesure (piézomètres) surtout dans les zones inondées où l'eau se trouve près de la surface du sol .

- Le théodolite : En topographie, le théodolite est utilisé dans les mesures d'un levé du territoire. Nous avons utilisé cet appareil topographique pour déterminer les côtes terrain naturelles (z) pour les nouveaux points (piézomètres) d'eau .

- GPS : **Global Positioning System (GPS)** (En français Système mondial de Géopositionnement par satellite), Ce système est mis en place par le département de la Défense des États-Unis à des fins militaires. Cet appareil topographique dans nos mesures sert pour déterminer la position (coordonnées x ; y) des points d'eau (piézomètres, puits, ...) qui existent, et déterminer aussi les coordonnées des nouveaux points créés dans les zones inondées et humides .

III.1- piézométrie de la ville d'El-Oued:

III.1.1- piézométrie en Mars 2014:

Depuis octobre 2011 l'ONA d'El Oued, a lancé le pompage par les 51 drains, où ils 8 drains restent annulés du programme de drainage ; les causes sont différentes:

- Drain D48 (Ecole Essaghaïre El Mouldi I au Sud de la commune d'El Oued) annulé à cause du tassement (affaissement) de terrain au tour du drain.
- Les Drains D08, D13, D14, D18, D39, D40, D43 : sont annulés pour des raisons techniques (débits d'exploitation des forages sont inférieurs à 1 l/s).

En mars 2014, a lancés les mesures de profondeur des eaux de la nappe traditionnelle dans tous les points d'eau qui couvrent la commune d'El Oued, et a ajouté environ 100 nouveaux points plantés au niveau des zones inondées et les zones humides.

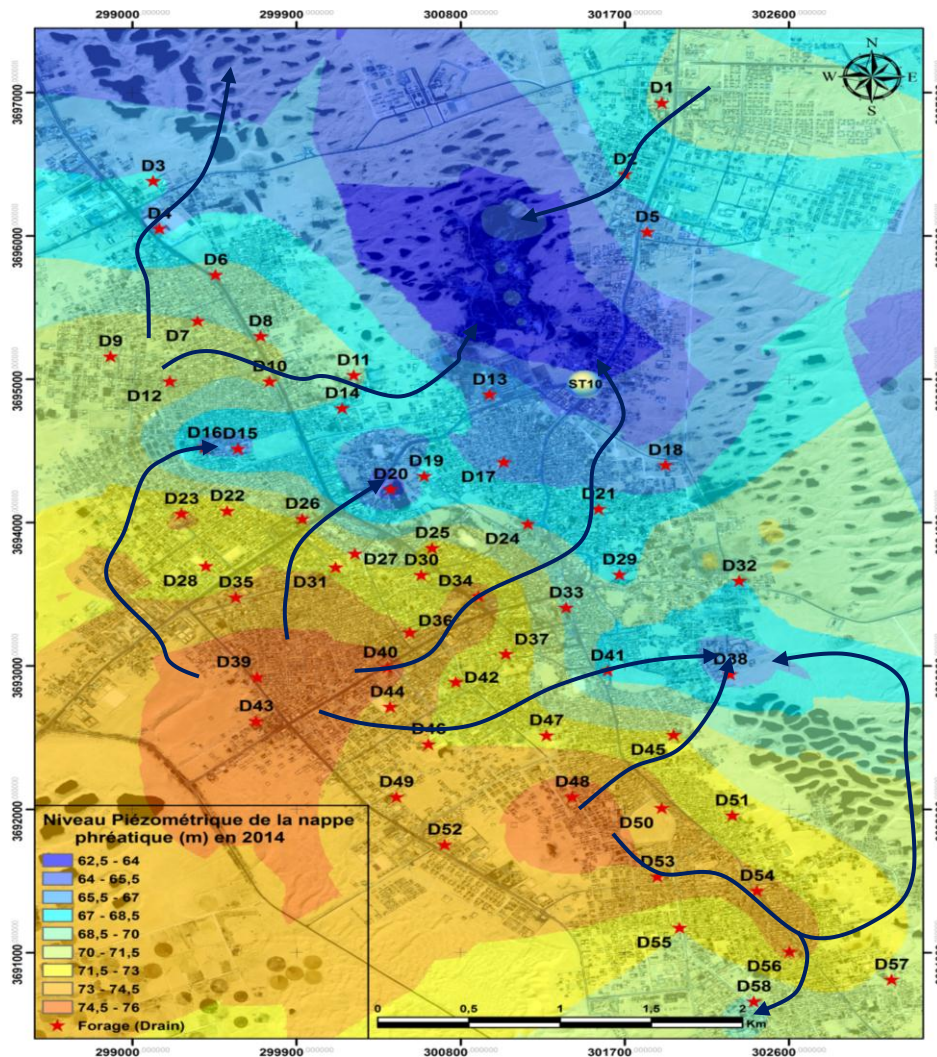


Figure III-1. Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2014.

Après les mesures des profondeurs des eaux de la nappe phréatique, sont créés une base de données pour l'utiliser à réaliser la carte de niveau piézométrique et une autre carte de niveau statique (profondeur des eaux) de la commune d'El oued en Mars 2014.

L'analyse de la carte piézométrique des eaux de la nappe phréatique de la commune d'El Oued en Mars 2014, montre des formes différentes par rapport à la campagne de 2011:

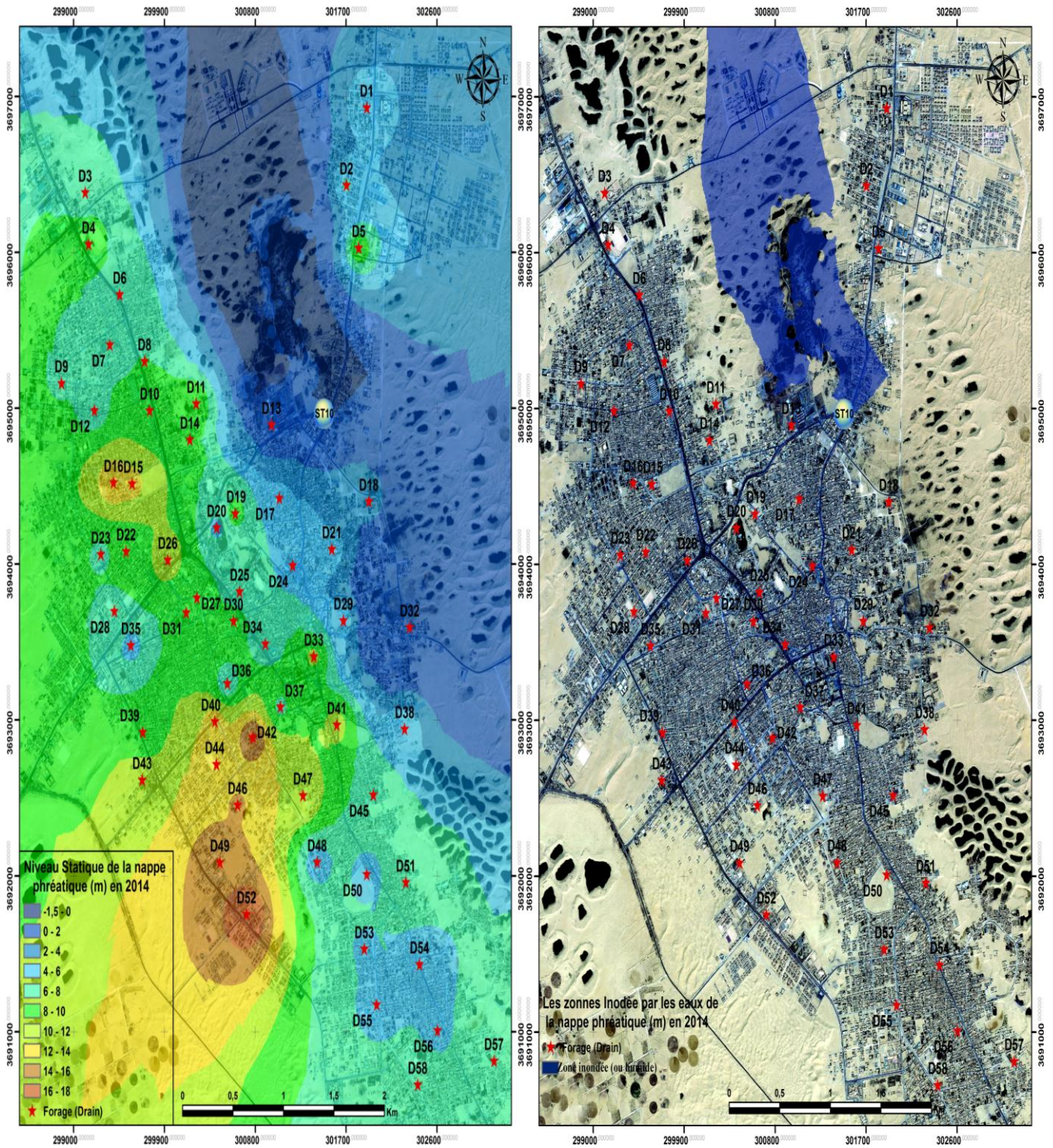
➤ Dômes piézométriques (74,5 m-76 m) : deux zones formées des dômes au niveau de la partie Sud-Ouest de la commune d'El Oued, le premier de la cité Moudjahidine -D39-D43- jusqu'à la cité EL-RIMMAL -D40- , et pour le deuxième dôme au niveau de la cité El SAHNE I -D48-.

➤ Dépressions piézométriques restées au niveau du Chott d'El Oued (Nord de la commune d'El Oued), et l'apparition d'un autre point au niveau du drain D20 (Hôtel de Louss) au centre de la ville.

➤ Drain D38 au Sud-Est de la ville et les drains D20 ; D15 et D16 la surface piézométrique forme une dépression (Figure III-1) à cause du pompage pour l'irrigation.

Le sens d'écoulement des eaux de la nappe généralement reste dirigé du Sud vers le Nord, sauf pour les points .

La carte de niveau statique et la carte de zones inondées donnent une autre interprétation pour le niveau des eaux de la nappe (**Figure III-2**).



-A- Niveau Statique

-B- Les zones humides

Figure III-2. Carte de niveau statique et la carte des zones inondées dans la commune d'El Oued en Mars 2014.

La carte de profondeur d'eau (Niveau statique); montre les zones de pompage au niveau du drain D52 (DRE; El Oued) et du drain D49 (DCF; El Oued) au Sud de la ville d'El Oued ça grandie (Figure III-2-A) avec le drain D42 (Centre de formation III) au centre de la ville d'El Oued, à cause du débit extrait par les forages distingués spécialement à l'irrigation des jardins dans les directions de la **DRE**, la **DCF** et du centre de formation III.

La surface moyenne des zones inondées (et humides) au niveau du Chott de la ville d'El Oued diminue presque de 3 km² (**Figure III -2-B**) .

III.1.2- Piézométrie en Mars 2016:

Depuis l'année 2014 l'opération de pompage par les drains est entrée dans une période de perturbation, en raison des conséquences obtenues.

À partir de la fin de 2014 jusqu'au la moitié de 2016, l'ONA d'El Oued intercepte plusieurs problèmes ; dont :

- Les coupures d'énergie électrique sur les pompes immergées des drains, avec les factures très élevées;
- Manque de pièces de rechange, et les périodes de changement des pièces est très longue surtout pour les pannes des pompes (fréquence 4 à 5 mois);
- 18 drains en panne pendant cette période, où plusieurs pompes de drains ont arrêté de pomper.
- L'analyse de la carte piézométrique des eaux de la nappe libre de la ville d'El Oued en Mars 2016 (**Figure III-3**), montre un changement dans la géométrie de la surface piézométrique..

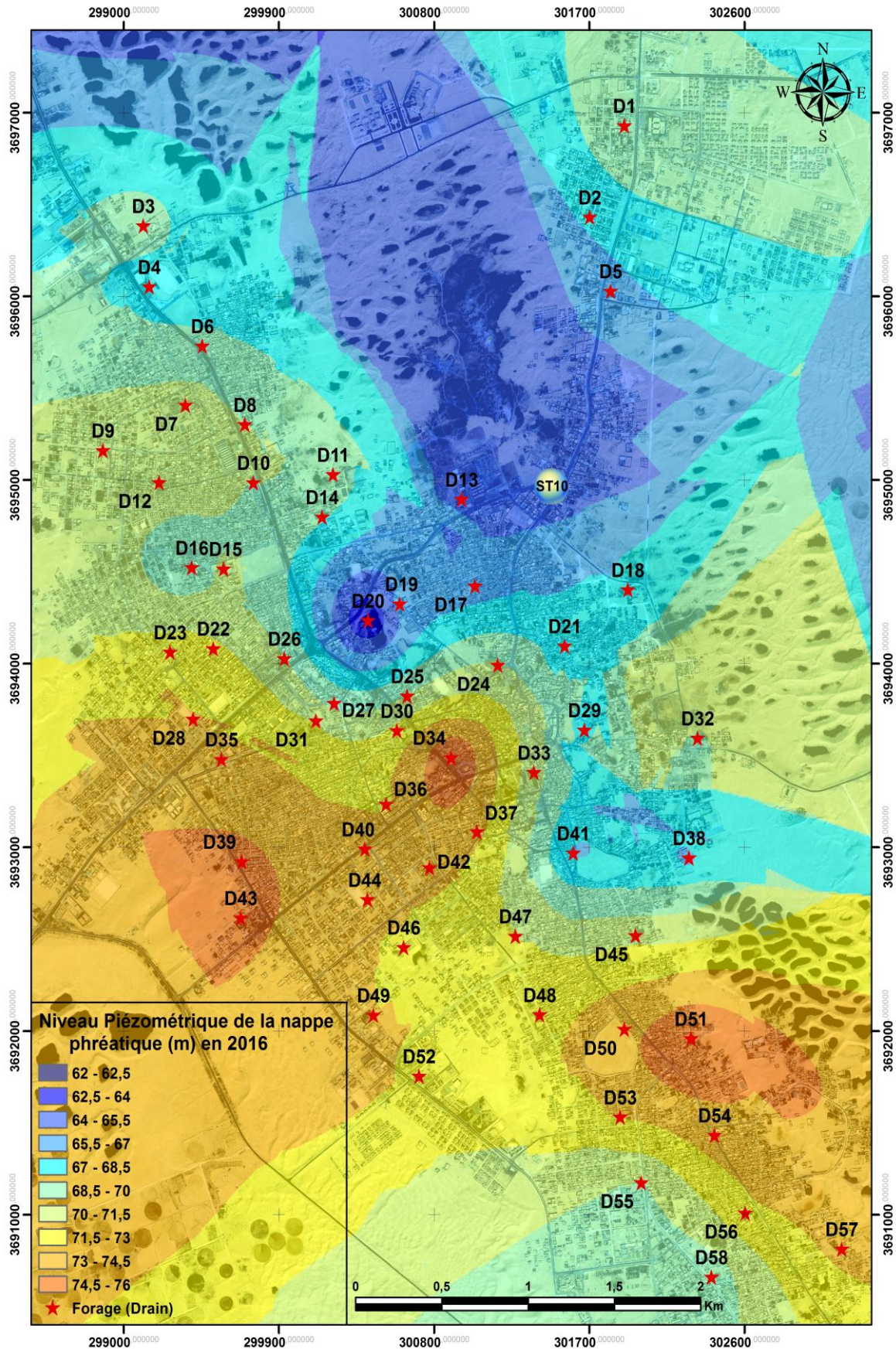


Figure III-3. Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2016.

La surface piézométrique de la ville d'El Oued en Mars 2016, donne des formes différentes de la campagne de 2014:

➤ Dômes piézométriques (74,5 m-76 m) : trois zones forment des dômes ; premièrement au niveau du drain D34 dans le centre-ville (ADE, Centre-ville), deuxième dôme au Sud-Ouest de la ville d'El Oued près des drains D39 et D43 de la cité Moudjahidine, et le troisième dôme au niveau du drain D51 (cité SAHNE I) de Sud de la ville (Figure III-3).

➤ Dépressions piézométriques restées au niveau du Chott d'El Oued (Nord de la Commune d'El Oued), et un autre point au niveau du drain D20 (Hôtel de Louss) au centre de la ville.

Le sens d'écoulement des eaux de la nappe libre reste généralement du Sud vers le Nord, avec des cas exceptionnels .

Les cartes piézométriques ne montrent pas les zones inondées ou humides, pour cela la carte de niveau statique et la carte de zones inondées sont importantes (Figure III-3).

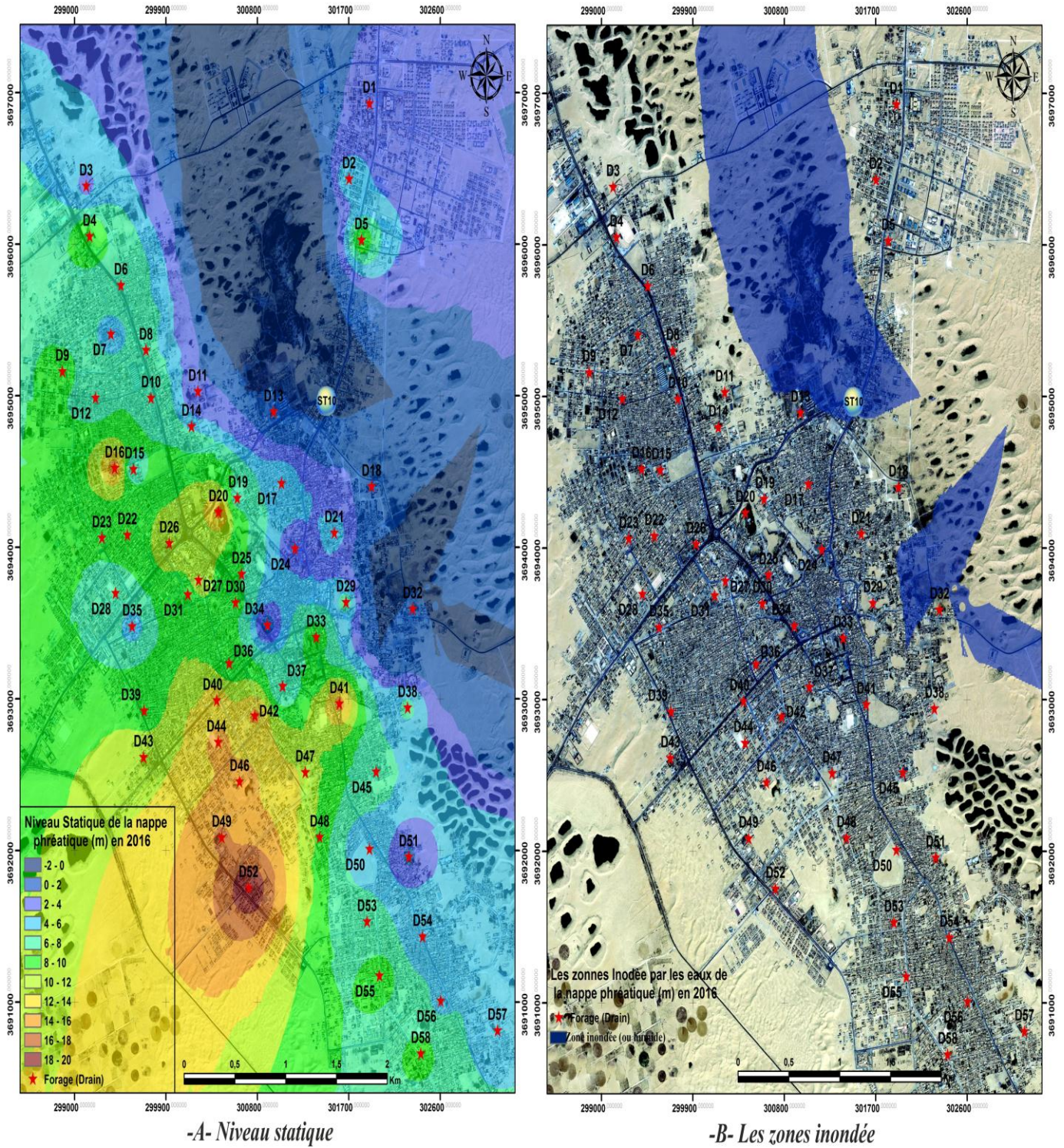


Figure III-4. Carte de niveau statique et la carte des zones inondées dans la ville d'El Oued en Mars 2016.

La carte de niveau statique; montre que le débit d'irrigation au niveau du drain D52 (DRE; El Oued) au Sud de la ville d'El Oued ça grandit (**Figure III-4-A**) explique par l'agressivité de pompage au niveau du drain D52. et le drain D49 (DCF; El Oued) reste avec un débit stable.

Mais avec le drain D42 (Centre de formation III) au centre de la ville d'El Oued, moins sévère à cause de la méthode d'irrigation qui est basée sur le goutte-à-goutte. (débit calculé).

La surface moyenne des zones inondées (et humides) au niveau du Chott de la ville d'El Oued rallongée d'environ 4,5 km² (**Figure III-4-B**).

III.1.3- piézométrie en Mars 2021:

Dix ans Après le démarrage des ouvrages de drainage vertical et le réseau d'assainissement dans la ville d'El-Oued, Nous avons fait une campagne de mesure piézométriques en mai 2021, couvre presque la totalité des drains pour 'établir des cartes de niveau piézométrique (Figur III-5), et le niveau statique des eaux de la nappe phréatique de la commune d'El Oued (zone urbaine) , et pour suivre l'évolution de la nappe phréatique .

Nous avons remarqué que la nappe phréatique de la ville d'El Oued en Mars 2021 (Figur III-5) garde la même structure que précédemment (2016), avec une remontée sensible du niveau piézométrique.

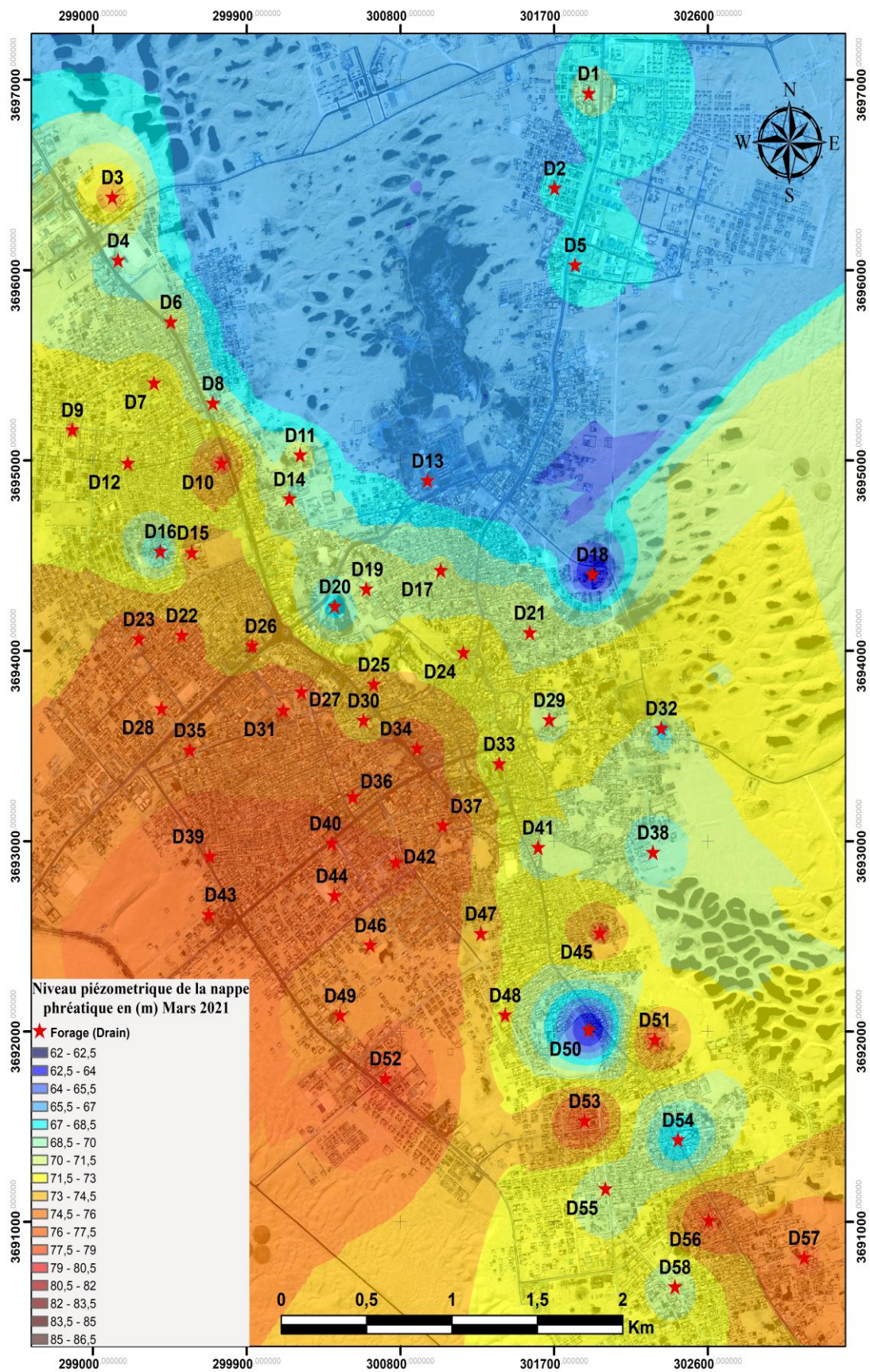


Figure III-5. Carte piézométrique de la commune d'El oued en Mars 2021.

- La surface piézométrique de la ville d'El Oued en Mars 2021, donne les formes suivantes:
 - Dômes piézométriques (77,5 m-79 m): trois zones forment des dômes ; premièrement au niveau du drain D53 coté sud de la ville, deuxième dôme au Sud-Ouest de la ville d'El Oued près des drains D40, D42 à réservoir d'eau à cité 300 logements, D40,D44 dans stade El-Rimmel et D39,D43 à la cité Moudjahidine, et le troisième dôme au niveau du drain D52 dans la DRE à cité 19 Mars au Sud de la ville .
- L'analyse de la carte piézométrique montre que la surface piézométrique est peu profonde au sud et rapproche de la surface du sol quand on se dirige vers le Nord de la ville d'El-Oued, elle montre aussi que la surface piézométrique obtenue est simple et les lignes de courant convergent vers le Nord.
- Dépressions piézométriques (67 m-68,5 m) restées au niveau du Chott d'El Oued (Nord de Commune d'El Oued).
- Cette carte permet d'affirmer que la direction principale et le sens d'écoulement des eaux de la nappe généralement dirigé du Sud vers le Nord (la zone de Chott), sauf les points :
 - Drain 38, D50, D54, D58 et D55 au Sud - Est de la ville, où la surface piézométrique forme une dépression.
 - Drain 16 de CEM Bahi Ali à cité Elgara au Ouest de la ville d'El Oued, montre une dépression piézométrique.
 - Drain 20 au centre ville d'El Oued (Hotel Louss), montre une dépression piézométrique qui résulte du débit d'irrigation des espaces verts.

Comme on l'a dit avant, les cartes piézométriques ne montrent pas les zones inondées ou humides, pour cela la carte de niveau statique et la carte de zones inondées sont importantes (**Figure III-6**). Mais l'analyse de la carte de profondeur des eaux de nappe traditionnelle en donne un sentiment de confiance , tout simplement parce que plus proche de la réalité.

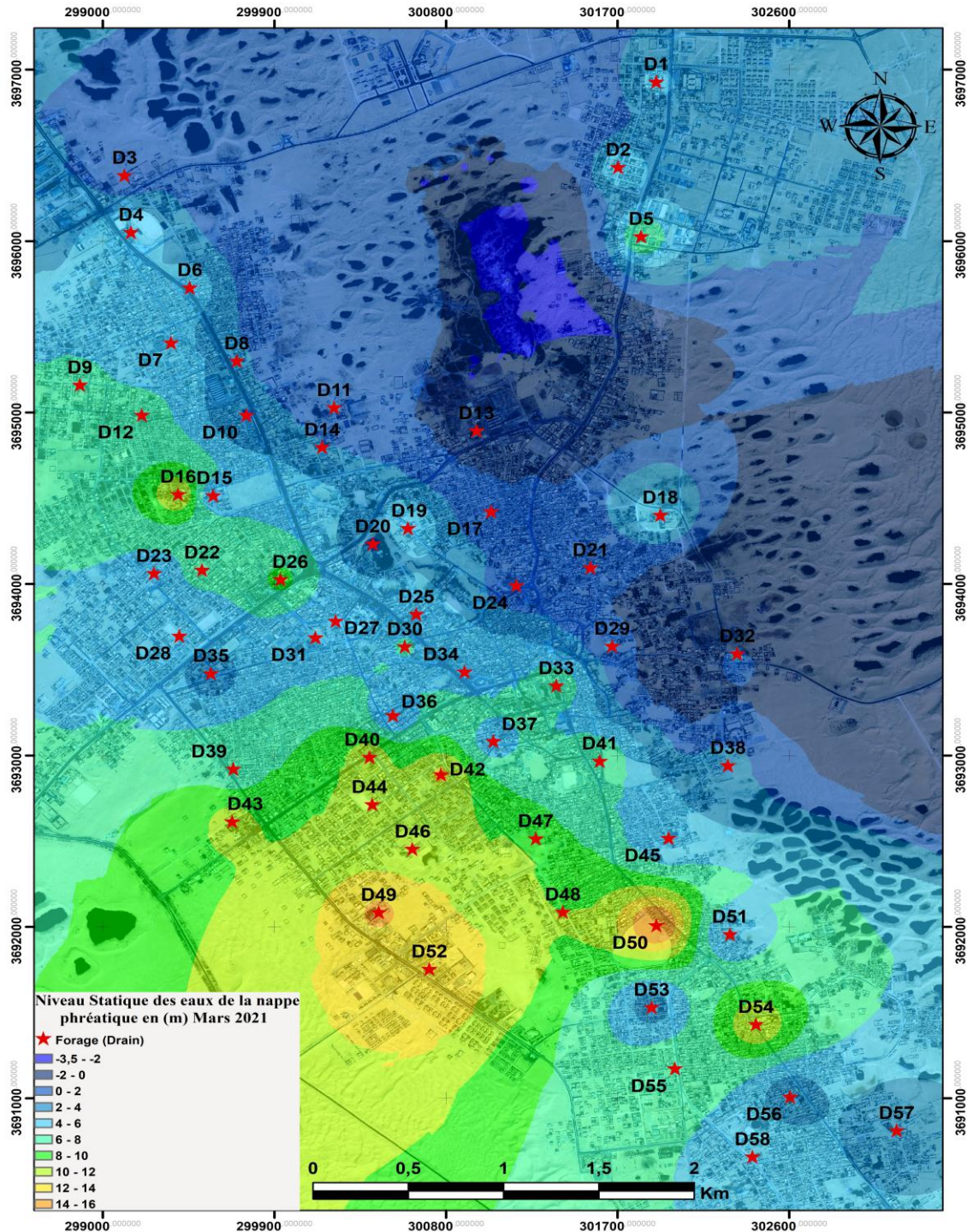


Figure III-6. Carte de niveau statique dans la ville d'El Oued en Mars 2021.

La carte de profondeur d'eau (Niveau statique) montre que le niveau statique pour les drains D2 (Ecole Hezla El mouldi à Chott), D7 (lycée Bousbiaa à tekcebt), D15 (Ecole Ali Abaidi), D3 (Reservoir d'eau à Sidi Mastour),D43 (Cité El Moudjahidine) est fixes .

La carte de niveau statique; montre que le débit d'irrigation au niveau du drain D52 (DRE; El Oued) au Sud de la ville d'El Oued (Figure III-6) et le drain D49 (DCF; El Oued) stable. Nous conduisons a de ce fait une petite enquête au niveau des deux directions de DRE et DCF d'El Oued, où nous avons trouvé que la méthode d'irrigation a été amélioré, aussi le drain D42 (Centre de formation III) au centre de la ville d'El Oued, moins sévère à cause de la méthode d'irrigation qui est basée sur le goutte-à-goutte.

Le niveau statique des eaux a été augmenté surtout pour le drain13, D03, D11, D17, D24,D21, D29,D32

La carte de niveau statique; montre que le débit d'irrigation au niveau du drain D50 (cité Essahen) au Sud–Est de la ville d'El Oued ça grandit (**Figure III-6**) explique par l'agressivité de pompage au niveau du drain D50.

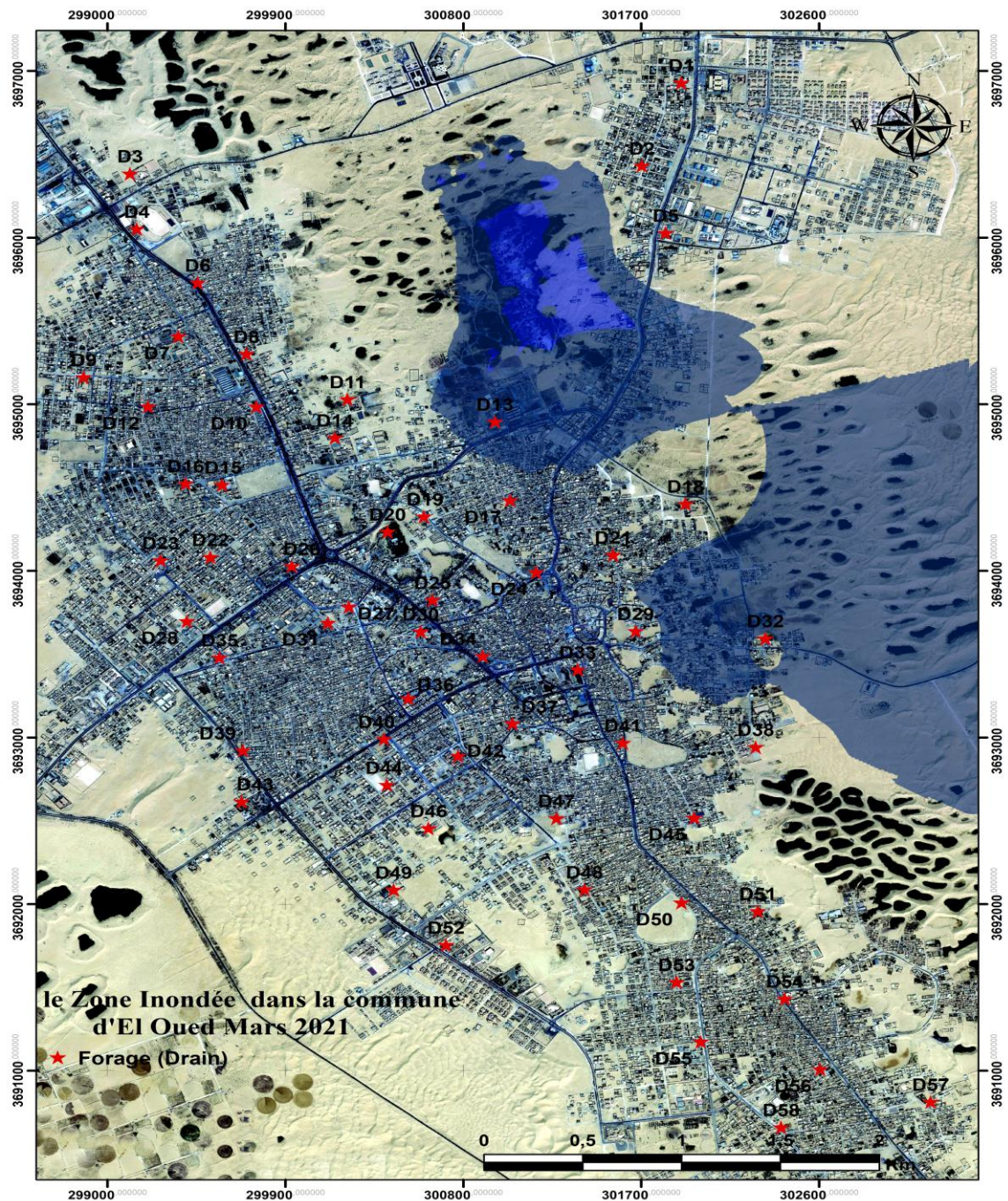


Figure III-7. Carte des zones inondées dans la commune d'El Oued en Mars 2021.

La surface moyenne des zones inondées (et humides) au niveau du Chott de la ville d'El Oued rallongée d'environ 5 km² (**Figure III-7**), c'est-à-dire une faible augmentation de la remontée des eaux sur la surface précédente enregistrée en Mars 2016 (**Figure III-4-B**).

On remarque ici qu'il y a des zones qui souffrent du phénomène de remontée des eaux de la nappe traditionnelle, comme la partie Nord de la ville.

Tous ces forages (**Figure III-8**) destinés totalement pour l'irrigation des espaces verts où les arbres forestiers dans les directions (les directions de la DCF, la DRE ...etc.), les écoles et les jardins étatiques ou publics. Le but de réalisation de tous ces forages au niveau de la nappe phréatique est d'éviter l'irrigation par les eaux du réseau d'AEP et les factures très élevées facturées par la direction d'ADE d'El Oued.

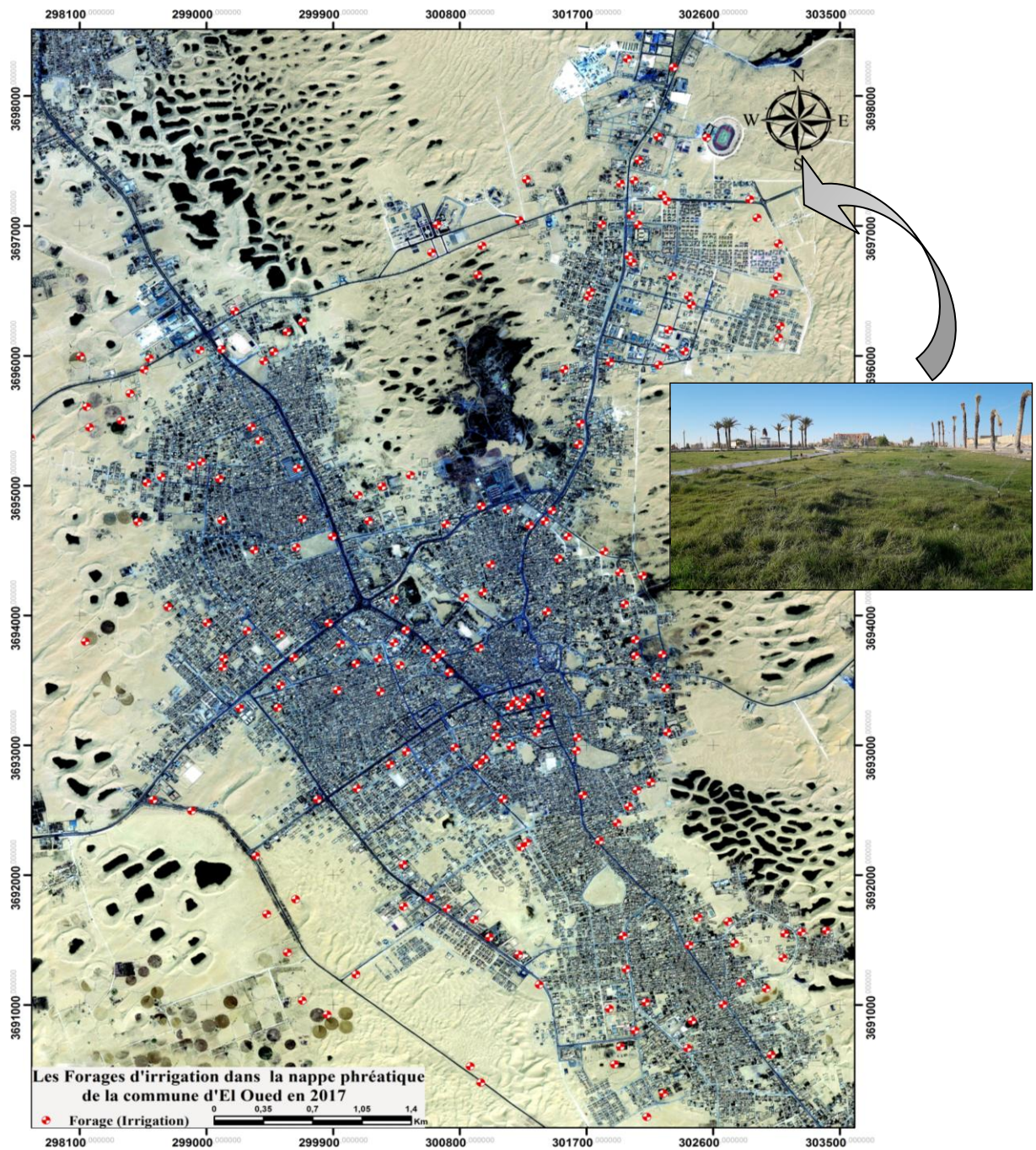


Figure III-8. Carte d'inventaire des forages d'irrigation de la commune d'El oued.

III.1.4- piézométrie entre 2016 et 2021:

La comparaison de la piézométrie entre 2016 et 2021 montre une faible augmentation de niveau des eaux de la nappe phréatique d'ordre de 50 cm dans la ville d'El Oued.

Le sens d'écoulement des eaux de la nappe généralement reste dirigé du Sud vers le Nord, sauf pour les points .

Le système d'irrigation au niveau du drain D52 (DRE; El Oued) au Sud de la ville d'El Oued (**Figure III-6**) et le drain D49 (DCF; El Oued) a été amélioré ,Méthode d'irrigation qui est basée sur le goutte-à-goutte en 2021.

Le niveau statique des eaux a été augmenté surtout au niveau drain13, D03, D11, D17, D24,D21, D29,D32

La surface moyenne des zones inondées (et humides) reste toujours en même lieu de la ville d'El Oued et rallonger par apport surface qui a enregistré en 2016.

Plus des 18 drains reste en panne jusqu'à le mois de Mai 2021, A cause des problèmes financiers et techniques , sont montre un changement dans la géométrie de la surface piézométrique..

Conclusion:

À partir de la fin de 2014 jusqu'au mois de Mai 2021, les résultats attendus de système de drainage vertical n'ont pas atteint, où les débits de certains forages restent très faibles, ainsi que le niveau d'eau souterraine continu à s'augmenter, surtout dans les endroits les plus affectées par le problème de la remontée des eaux (cité de Chott et Sidi-Mestour).

Les responsables de ce système manquaient un outil pour comprendre la cause de cet échec, l'ONA d'El Oued intercepte plusieurs problèmes ; dont :

- Les coupures d'énergie électrique sur les pompes immergées des drains, avec les factures très élevées;
 - Manque de pièces de rechange, et les périodes de changement des pièces est très longue surtout pour les pannes des pompes (fréquence 4 à 5 mois);
 - Plus des 18 drains restes en panne pendant cette période, où plusieurs pompes de drains ont arrêté de pomper .
- La dégradation au niveau du collecteur de transfert des eaux d'assainissement sur 47 km vers l'exutoire de Chott El-Haloufa .
- les permis et les autorisations de forage dans les nappes profondes (CT et CI).

Et aussi, à cause de pompage intensif des nappes profondes et le rejet de ces quantités d'eaux prélevées directement dans l'aquifère superficiel sans aucun traitement.

La comparaison de la piézométrie entre 2016 et 2021 montre une faible augmentation de niveau des eaux de la nappe phréatique d'ordre de 50 cm dans la ville d'El Oued.



Conclusion

Générale

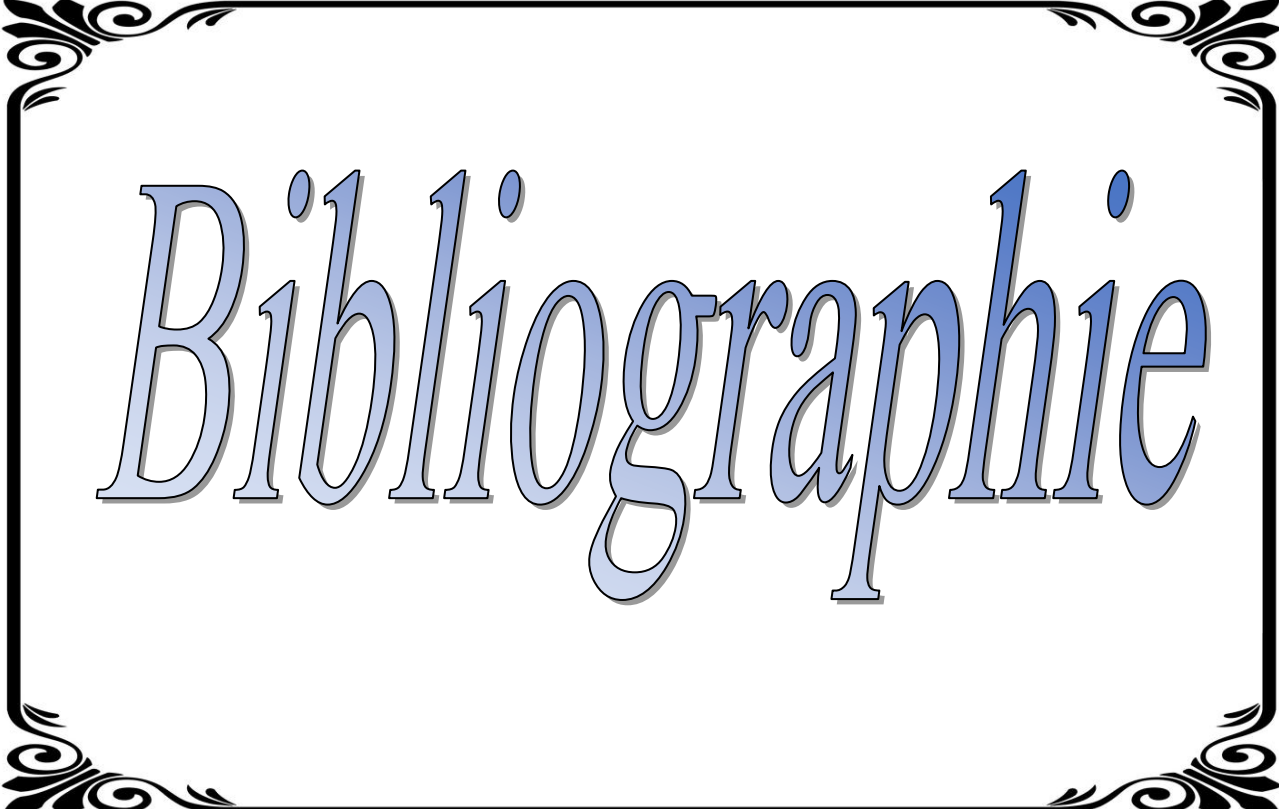
Conclusion:

Les autorités de la wilaya d'El Oued ont pris en charge la mise en œuvre d'un grand projet pour résoudre le problème de la remontée des eaux souterraines, basant essentiellement sur le principe de l'évacuer le surplus d'eau à travers un système de drainage vertical composé par 58 forages, Et pour connaître l'efficacité et l'impact de réseau du drainage vertical sur l'environnement (Niveau statique de la nappe phréatique) dans la ville d' El-Oued, nous avons réalisé des campagnes de mesures hydrogéologiques pour établir les cartes piézométrique et niveau statiques de la nappe phréatique du chef lieu, Par l'utilisation des bases de données précédentes concernant les niveaux des eaux de la nappe phréatique du 2016.

On à recommander de changer la traverse de collecteur de transfère des eaux traiter de station d'épuration (1) passe directement vers le point de rejet (Chott Halloufa), Et pour le système de drainage vertical est incompatible avec la région du Souf surtout dans les zones inondées à cause de type de sol (sableux), qui pose des problèmes pour les motopompes (Côte Technique), et l'énergie des fonctionnements ces ouvrages (les motopompes) est très grandes avec les pièces des secoures et l'entretiens périodiques par des mains d'œuvres qualifiés sa coûte chère (Côte Economique). On trouve ici devant cette situation que le drainage horizontale est la solution la plus compatible dans la ville d' El-Oued .

Recommandations:

- Il faut rattraper le déficits financière au niveau de:
 - la Réalisation d' un schéma directeur d'assainissement des eaux usées dans la région, pour objectif l'évacuation des eaux usées et des eaux de drainage vers les stations de traitement par lagunage et leurs utilisation en suite en irrigation des terres agricoles.
 - La réhabilitation les réseaux d'assainissement et d'eau potable a été dégradées.
 - Les coupures d'énergie électrique sur les pompes immergées des drains, avec les factures très élevées;
 - Les pièces de rechange, et les périodes de changement des pièces est très longue surtout pour les pannes des pompes (fréquence 4 à 5 mois);
 - Plus des 18 drains restes en panne pendant cette période, où plusieurs pompes de drains ont arrêté de pomper .
- Assurer une profondeur minimale de la nappe phréatique dans les quartiers inondés dans la ville d'El-Oued.
- Assure le transfert des eaux d'assainissement sur 47 km vers l'exutoire de Chott El-Haloufa.
- Minémise les permis et les autorisations de forage dans les nappe profondes (CT et CI)



Bibliographie

Références bibliographiques

- D. P.A.T** : Direction de la Planification & de L'Aménagement du Territoire, Monographie .
- ONM** : données climatiques Station de météorologie de Guemmar.
- DRE** : Direction des Ressources des Eaux de la Wilaya, 2016 Ressources en eau de la région d'El-Oued.
- DSA** :(Direction Des Services Agricoles de la Wilaya d'El-Oued).
- MILOUDI Abdel-Monem (2008)**, Mécanismes et remèdes de phénomène de la remontée des eaux dans la région d'Oued Souf, Mémoire Magister ; Université Kasdi Merbah Ouargla, p10.
- KHECHANA Salim (2007)**, étude de la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée d'oued-Souf (sud-est algérien). Mémoire de Magister Université Badji Mokhtar Annaba, p67.
- DIF Hocine (2016)**, Contribution à une étude comparative entre la qualité des eaux du complexe terminal et du continental intercalaire dans la région d'Oued Souf, Mémoire Master ; Université El Hadj Lakhdar (Batna), p88,90.
- MIMOUN Saliha et ZOUBEIDI Basma (2014)**,Problème de vulnérabilité des eaux souterraines de la région d'El-Oued, Mémoire Master ;Université d' El-Oued, p67.
- DIF Chaouki (2007)** La remontée des eaux souterraines : l'impact sur l'extention Urbain (cas de la ville d'Oued); Mémoire d'ingénieur en GTU université Larbi Ben M'hidi à Oum El-Bouaghi.57p.
- GORI Saad et HENKA Abdalah (2015)**, Contribution à l' étude hydro-chimique des eaux de la nappe phréatique d'Oued Souf et détection d'éventuelles traces de pollution, Mémoire Master ; Université El Hadj Lakhdar (Batna), p73.
- SAHRAOUI Abdesselam(2014)**Rendement des ouvrages contre le remontée des eaux de la région d'el-oued; Université Mohammed lakhdar D'El-oued.97p
- Aya Brahim (2014)**, Contribution à L'étude de la qualité physico-chimique des eaux Destinée à l'AEP de la ville D'EL-OUED, Mémoire de Master ; Université El Hadj Lakhdar (Batna), p37.
- BOUSELSAL Boualem (2007)**, Etude hydrogéologique et Hydrochimique de la nappe Aquifère libre d'El-Oued Souf. Mémoire de Magister en géologie appliquée ; Spécialité : Hydrochimie ; Université Badji Mokhtar- Annaba, p81.
- Castany.G, (1982)**, Principes et méthodes en hydrogéologie .Dunod édit.Paris. pp.173 - 187.
- AYA Brahim(2014)** Contribution à L'étude de la qualité physico-chimique des eaux Destinées à l'Alimentation en Eau Potable (AEP) de la ville D'EL-OUED. Mémoire de MASTER en Géologie Université El Hadj Lakhdar Batna 88p
- BOUSELSAL Boualem (2007)** Etude hydrogéologique et Hydrochimique de la nappe Aquifère libre d'El-Oued Souf . Université Badji Mokhtar-Annaba.108p
- ZINE Brahim(2009)** La remontée des eaux souterraines en surface: mécanisme et l'impact sur l'environnement(cas de Oued Souf); Mémoire de Magister en hydraulique Université El Hadj Lakhdar Batna.115.p

ملخص :

نوصي بتغيير قاطع المجمع لنقل المياه من محطة المعالجة (1) إلى نقطة التصريف (شط حلوفة) مباشرة ، وبالنسبة لنظام الصرف العمودي غير متوافق مع منطقة سوف خاصة في المناطق المغمورة بسبب نوع التربة (ساندي) مما يطرح مشاكل لمضخات المحركات (الساحل الفني) ، وطاقة تشغيل هذه الأعمال (المضخات الآلية) كبيرة جدا مع أجزاء خدمات الطوارئ والصيانة الدورية للعماله الماهرة تكاليفها الغالية (الساحل الاقتصادي) . نجد هنا أمام هذا الوضع أن الصرف الأفقي هو الحل الأكثر توافقاً في مدينة الواد.

كلمات مفتاحية :

- الصيانة الدورية، المضخات الآلية، الساحل الفني، نقطة التصريف، الصرف العمودي

Résumé

On à recommander de changer la traverse de collecteur de transfère des eaux traiter de station d'épuration (1) passe directement vers le point de rejet (Chott Halloufa), Et pour le système de drainage vertical est incompatible avec la région du Souf surtout dans les zones inondées à cause de type de sol (sableux), qui pose des problèmes pour les motopompes (Côte Technique), et l'énergie des fonctionnements ces ouvrages (les motopompes) est très grandes avec les pièces des secoures et l'entretiens périodiques par des mains d'œuvres qualifiés sa coûte chère (Côte Economique). On trouve ici devant cette situation que le drainage horizontale est la solution la plus compatible dans la ville d' El-Oued .

Mots clés:

- Entretien périodique, pompes automatiques, côte technique, point de vidange, vidange verticale