

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L' ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE EL-OUED
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme master en
hydraulique

OPTION : Diagnostique Systems Alimentation en eau potable

Thème

***DIAGNOSTIQUE QUALITATIF DES
EAUX POTABLE DISTRIBUEES
POUR L'ALIMENTATION DANS LA
VILLE D'EL OUED.***

Présenté par :

- ✓ Achiri Oualid
- ✓ Bouziane Yacine

Encadreur:

BELHADJ M^{ED} ZINE

Devant le jury composé de :

M^r Ghomri Ali

Université El- Oued

Président

M^r Ouakouak Abdelkader

Université El- Oued

Examineur

JUIN 2014

REMERCIEMENTS

Nous remercions **ALLAH** qui nous a donné la sagesse pour achever ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous souhaitons exprimer notre gratitude et nos remerciements à notre promoteur M. Belhadj Med zine , pour la confiance dont elle nous a gratifiés en acceptant d'encadrer les travaux de ce mémoire, en se préoccupant constamment de son avancement, et à tous ceux qui on de près ou de loin contribués à notre étude, en particulier:

- A tout les enseignants qui ont contribué à notre formations.
- Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner notre travail et de l'apprécier à sa juste valeur.
- Nous ne pouvons pas manquer de remercier tous :
 - Mehaoua Med : chef laboratoire ADE. EL-Oued.
 - Badi Ahmed Ekebel : Chef projet réhabilitation de réseau d'AEP de commune EL-Oued.
 - Baker Abdelkrim : Directeur d'exploitation d'unité EL-Oued .

Achiri Oualid

Bouziane Yacine

Dédicace

En cet honorable lieu, d'un simple geste tracé par écrit, mais qui jaillie du profond sentiment de reconnaissance, permettez-moi de citer les noms comme un mémorandum pour ceux qui ont une place particulière:

A L'âme de mon père

A ma très chère mère

A mes très chers frères et sœurs.

A tous mes cousins sans exception

A toute ma famille.

A tous mes ami(e)s sans exception.

A tous ; je dédie cet ouvrage, qui est le sens de mes études supérieurs, tel un présent du cœur, en priant ALLAH tout puissant à le mettre au service de notre nation et du bien de l'humanité, et qu'il sera une lumière sur mon parcours professionnel.

Yacine, Oualid

Sommaire

Introduction générale

CHAPITRE I Présentation générale de la région d'étude

I. Problématique	3
I.1. Objet de l'étude	3
I.2. Considérations Générales	3
I.2.1. Situation géographique de la wilaya d'El-Oued	3
I .3. Contexte climatologie	5
I .3.1. Les précipitations	6
I .3.2. La température	6
I .3.3. Relation Température –Précipitation	7
I.3.4. L'Evaporation	7
I .3.5. L'humidité	8
I .3.6. Le vent	8
I .4. Contexte Hydrogéologique	9
I.5. L'hydrographie	10
I.6. La morphologie	10
I .7. Relief	10
I .08. Géomorphologie de la région d'étude	12
I .09. Contexte géologie	13
I .10. L'eau en Sahara Souf	15
I .11. L'agriculture d'El-Oued	15
I.11.1. L'irrigation	16
I .12. Contextes Socio Economique	17
Conclusion	18
CHAPITRE 2 L'état quantitatif des ressources en eaux d'El oued	
II.1. Introduction	19
II.1.1. Les ressources en eau de la région d'El Oued	19
II.2.2. Les ressources de la ville d'El oued	19
II.2.1. Nappe Phréatique	21

II.2.2. Nappe du Complexe Terminal (C.T)	21
II.2.2.a. Nappe des Sables	21
II.2.2.b. Nappe des Calcaires	22
II.2.3. La nappe profonde	23
II.3. Evaluation quantification des ressources en eau de la ville d'El oued	23
II.4. Situation actuelle de l'alimentation en eau potable d'El Oued	24
II.4.1. La Dotation	24
II.4.2. Le Réseau d'AEP de la ville d'el oued	25
II.4.3. Les ouvrages de stockage	26
II.5. Les besoin en eaux de la ville d'el oued	26
II.6. besoin en eaux	27
II .7. Conclusion	27
CHAPITRE 3 L'état qualitatif de ces ressources en eaux	
III.1. Introduction	28
III.2. Définition de l'eau potable	28
III.3. Qualité de l'eau potable	29
III.3.1. Qu'est-ce que la qualité de l'eau souterraine	29
III.3.2. Paramètres organoleptiques	29
III.3.2.1. La couleur	29
III.3.2.2. La saveur et l'odeur	29
III.3.3. Les paramètres microbiologiques	30
III.3.4. Les paramètres physicochimiques	30
III.3.4.1. Les paramètres physiques	30
III.3.4.2. Les Paramètre chimiques	32
III.3.4.3. Les Eléments métalliques en trace (toxique dite aussi lourds)	36
III.4. Normes de potabilité	37
III.5. Méthodes et stratégie de travail	38
III.5.1. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2010	38
III.5.2. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2011	38
Conclusion	40
CHAPITRE 4 Adéquation besoins ressources	
IV.1 .Introduction	41
IV.2. Capacité exploité des ressources hydrique pour l'alimentation en eau potable	41
IV.2.1.Les Forages	41

IV.2.2.Fonctionnement des forages et stockage	42
IV.2.2.1.Forage du Pontien (13)	42
IV.2.2.2.Forages de l’Albien (3)	42
IV.3.Examen des besoins en eau	43
IV.4.Estimation des besoins actuels et futurs	43
IV.4.1.Définitions	43
IV.4.2.Consommations	43
IV.4.3.Méthode de calcul retenue	43
IV.5.Estimation de la population actuelle et future et de leur besoin	44
IV.5.1.Résultats	44
IV.5.1.1. Présentation de l’évolution de la population retenue	45
IV.6.Prise en compte des pertes des réseaux	45
IV.6.1.Besoins actuels et futurs	46
IV.6.2.Besoins du jour moyen	46
IV.6.3.Besoins du jour de pointe	46
IV.7.Identification des ressources actuelles et futures	47
IV.8.Calcul par secteur	47
IV.8.1.Mise en œuvre	48
IV.9.Bilan Besoins/Ressources	50
IV.9.1.Examen des capacités de stockage	50
Conclusion	51
CHAPITRE 5 Caractérisation De La Qualité	
V.1. Introduction	52
V.2. Méthodes et stratégie de travail	52
V.2.1. Identification des points d’échantillonnages	52
V.2.2. Méthodes et matériels	52
V.2.3. Prélèvement	53
V.2.3.1. Définition du prélèvement	53
V.2.3.2. Modes de prélèvement	53
V.2.3.3. Fiche de prélèvement	53
V.2.3.4. Point de prélèvement	53
V.2.4. Echantillonnages	54

V.2.4.1. Définition d'Echantillon	54
V.2.4.3. Conservation des échantillons	54
V.2.4.3.1. Mesure in situ	54
V.2.4.3.2. Analyses au laboratoire	54
V.2.5. Organisation pour l'Echantillonnages	55
V.2.5.1. Matériel	55
V.2.5.2. Protocoles	55
V.2.6. Méthodes d'analyse statistique	55
V.2.6.1. Introduction	55
V.2.6.2. Méthodes Statistiques Univariées	56
V.2.6.2.1. Description des données	56
V.2.6.3. Méthodes Statistiques Multivariées	57
V.2.6.3.1. Analyse en composantes principales (ACP)	57
V.2.6.3.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)	57
V.3. Résultats et discussions	58
V.3.1. Caractéristiques chimiques des eaux, éléments dominants	58
V.3.1.1. Faciès hydrochimique	58
V.3.2. Evolution spatiale des concentrations de quelques variables et Normes	60
V.3.3. Présentation des pourcentages (%) de quelques variables chimiques	65
V.3.4. Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H)	67
V.3.4.1. Principe de la méthode	67
V.3.4.2. Classification ascendante hiérarchique des variables	67
V.3.5. Aptitude de l'eau à l'irrigation	69
V.3.5.1. LE SAR (Sodium absorption, ration)	69
V.3.5.2. Classification De WILCOX	71
Conclusion	73
Conclusion générale	

Liste des tableaux

N°	TITRE	PAGE
Tableau N° I-01	Données climatiques période 1978-2013 (O.N.M, 2013)	5
Tableau N° II-02	Les forages alimentent la ville d'El-Oued en eau	20
Tableau N° II-03	Récapitulatif des systèmes aquifères de la région d'El-Oued	23
Tableau N° II-04	Capacité d'eau mobilisable de la ville d'El-Oued en eau	24
Tableau N° II-05	Positions générales des réseaux d'AEP de la commune d'El-Oued	25
Tableau N°II-06	Capacité des réservoirs alimentent la commune d'El-Oued	26
Tableau N°II-07	besoins en eau de commune EL-Oued	27
Tableau N°III-08	Quelques normes des eaux potables	37
Tableau N°IV-09	Liste des sites de production de la Ville d'El Oued	41
Tableau N°IV-10	Estimation de la population et des consommations du chef lieu	44
Tableau N°IV-11	Hypothèses de rendement prises en compte pour le calcul des besoins	45
Tableau N°IV-12	Besoins actuels et futurs journaliers moyens	46
Tableau N°IV-13	Besoins du jour de pointe (pour KJP = 1,5)	47
Tableau N°IV-14	Besoins par secteurs et par horizon	48
Tableau N°IV-15	points de prélèvements	53
Tableau N°IV-16	Statistique descriptives des paramètres physiques	56
Tableau N°IV-17	Moyenne des Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux alimentant	59

Liste des figures

N°	TITRE	PAGE
Figure N° I-01	Les frontières de la région du Souf	4
Figure N° I-02	La variation moyenne mensuelle interannuelle des précipitations	6
Figure N° I-03	La variation moyenne mensuelle interannuelle de la température	6
Figure N° I-04	La Relation Température – Précipitation	7
Figure N° I-05	La variation moyenne mensuelle interannuelle d’Evaporation	7
Figure N° I-06	La variation moyenne mensuelle interannuelle d’humidité	8
Figure N° I-07	La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent	9
Figure N° I-08	Carte de relief du Souf (SIG 2009)	11
Figure N° I-09	Log de forage F1 à l’Albien (A.N.R.H 1993)	14
Figure N° II-10	Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)	22
Figure N° II-11	Château	26
Figure N°IV-12	Hypothèses d’évolution de la population	45
Figure N°IV-13	Besoins actuels et futurs journaliers moyens	46
Figure N° V-14	Diagramme de Piper des eaux des forages alimentant la ville d’Oued	59
Figure N° V-15	Présentation des pourcentages(%) des variables chimiques	66
Figure N° V-16	Dendrogramme du regroupement des 09 variables physicochimiques	68
Figure N° V-17	Diagramme de classification des eaux pour l’irrigation d’El Oued	70
Figure N° V-18	Diagramme De Wilcox	72

Liste des Graphe

N°	TITRE	PAGE
Graphe N° V-01	Evolution spatiale de la température sur les points de prélèvements	60
Graphe N° V-02	Evolution spatiale de la conductivité électrique	60
Graphe N° V-03	Evolution spatiale du PH sur les points de prélèvements	61
Graphe N° V-04	Evolution spatiale du calcium sur les points de prélèvements	61
Graphe N° V-05	Evolution spatiale du magnésium sur les points de prélèvements.	62
Graphe N° V-06	Evolution spatiale des Bicarbonates sur les points de prélèvements.	62
Graphe N° V-07	Evolution spatiale des chlorures sur les points de prélèvements.	63
Graphe N° V-08	Evolution spatiale des sulfates sur les points de prélèvements.	63
Graphe N° V-09	Evolution spatiale des Nitrates sur les points de prélèvements.	64

Liste des photos

N°	TITRE	PAGE
Photos N° I-01	Représentation des dunes et d'un Ghout	10
Photos N° I-02	Evolution de la disponibilité de l'eau en Sahara	15
Photos N° I-03	irrigation par pivot.	16

Introduction générale

L'eau douce, essentielle à nos besoins, ne représente que 1% du total des mers et des océans présents sur terre. Elle est donc un capital limité et fragile car menacée par une consommation croissante et par de multiples pollutions. Elle est aussi une ressource naturelle indispensable, non renouvelable, qu'il faut impérativement préserver.

De l'eau est née la vie sur la terre, Constituant de tous êtres vivants; C'est un composant majeur du corps humain puisqu'elle représente $\pm 2/3$, (70%) du poids corporel de l'adulte et plus encore chez l'enfant. elle assure plusieurs rôles dans le corps humains, permet la digestion des aliments, l'absorption des substances nutritives et l'élimination des déchets, assure le maintien de la température corporelle, composante majeure du sang. Elle contribue donc au maintien de la tension artérielle, au transport des substances nutritives, des hormones, de l'oxygène, ... Également l'eau est un élément essentiel pour assurer propreté et bien-être. Une bonne hygiène quotidienne contribue non seulement à une bonne santé mais aussi à l'augmentation de l'espérance de vie.

En Algérie, l'eau est une ressource rare, fragile et inégalement répartie sur les différentes zones composant le territoire. Pour le Sahara septentrional Algérien qui couvre une superficie de plus de deux millions de kilomètres carré et renferme une très importante réserve d'eau contenue dans le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT) constituent l'un des plus vastes réservoirs hydrauliques du monde (BEL et CUCHE, 1970; CDTN, 1992), dont les potentialités mobilisables sont estimés à 5 milliards de mètres cube d'eau (ANRH, 1986). Mais ces ressources sont très peu renouvelables, par conséquent son exploitation est importante pour ne pas dire même qu'on a eu une surexploitation durant ces dernières années. Donc La demande en eau est continuellement en augmentation et l'utilisation des eaux de nappe profondes s'avère une nécessité incontournable dans la région.

Le développement important de la région du Souf durant les 30 dernières années a exigé un besoin considérable en eau potable. Cette situation est due à une forte concentration de population, l'irrigation en agriculture (gros consommateur) qui constitue à la fois l'activité principale dans cette région et un moyen de fixation des populations locales, l'industrie, le commerce, le tourisme et l'apparition de nouveaux modes de vie ont aboutis à la consommation excessive de l'eau.

Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, l'eau au Sahara demeure un facteur primordial de tout développement des activités humaines.

De point de vue quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible et ce, grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara Septentrional), Néanmoins et du point de vue qualité de cette eau destinées pour l'Alimentation en Eau Potable et l'irrigation se pose avec acuité dans l'ensemble des régions sahariennes. Par ailleurs, diverses études entreprises depuis une trentaine d'années, les eaux de cette région sont caractérisées par une minéralisation totale excessive, le plus souvent associées à une dureté élevée et des concentrations élevées en fluorures (Achour, 1990; Azout et al., 1978; Pinet et al., 1961; Tabouche et al., 2004).

Dans cette situation nous avons octroyé des résultats d'analyses d'éléments physico-chimiquement des différents forages alimentant la ville El-Oued, grâce à un échantillonnage effectuée par l'algérienne des eaux (ADE), récemment réaliser, dans un objectif de définir l'évolution spatio-temporelle des concentrations de ces éléments analysées et de faire une comparaison entre les caractéristiques de l'eau à la distribution et les normes de potabilité (pour les différents éléments mesurés) et de caractériser cette eau physico-chimiquement et déterminer leurs fasciés à l'aide des logiciels d'analyse et de traitement statistique des données (Minitab version 14.1) ainsi que des logiciels hydrochimique.

Notre mémoire est scindé en cinq chapitres :

Introduction générale,

- **Le premier chapitre:** Consacré à Présentation générale de la région d'étude à savoir :
La Situation géographique de la wilaya d'El-Oued,
le contexte géologie, le contexte climatologie, le contexte hydrogéologique, l'hydrographie, la morphologie, l'eau en Sahara, l'agriculture, contextes socio économique.
- **Le deuxième chapitre:** Consacré à l'aspect quantitatif des Ressources en eau d'El oued ;
- **Le troisième chapitre:** réservé à l'aspect qualitatif des Ressources en eau d'El oued ;
- **Le quatrième chapitre:** Réserver au bilan besoins ressources ;
- **Le cinquième chapitre:** Caractérisation de la qualité des eaux distribuées pour
l'alimentation en eau potable dans la ville d'El Oued ;
Conclusion générale, Références bibliographiques.

CHAPITRE I

Considérations général

I. Problématique :

La valeur croissante de l'eau, les préoccupations concernant sa qualité et la quantité des approvisionnements, ainsi que les problèmes d'accès ou non à celle-ci, ont donné lieu au concept d'une géopolitique des ressources.

Vu que le développement industriel, agricole et urbain dans les régions sahariennes est accompagné inévitablement par une demande croissante de l'eau ;

Vu que l'utilisation des eaux souterraines s'avère une nécessité incontournable ;

Vu que les caractéristiques minérales des eaux de la région d'étude sont apparues globalement médiocres révélées par les études antérieures.

Vu que les impacts sur la population qui utilise cette eau et l'environnement sont encore mal identifiés ; Vu la position géostratégique de la ville El Oued ;

Cette situation a amené la présente étude à faire surface avec des objectifs.

I.1. Objectifs de l'étude :

Cette présente étude a pour objectif :

Faire un diagnostic qualitatif des ressources en eaux dans la vallée de Oued Souf ;

Apprécier la qualité et la potabilité des eaux destinées à l'alimentation en eaux potables du chef lieu de la ville d'El Oued.

I.2. Considérations Générales :**I.2.1. Situation géographique de la wilaya d'El-Oued:**

La wilaya d'El-Oued est située au Sud-est de l'Algérie, couverte des dunes de sable sous tous égards, elle est délimitée :

- Au Nord par les wilayas de Tébessa et Khenchela ,
- Au Nord et au nord-ouest par la wilaya de Biskra ,
- Au Sud par la wilaya de Ouargla ,
- Et enfin à l'Est la wilaya d'El oued est frontalière avec la Tunisie.

La wilaya se situe au nord de la mer des dunes du grand erg oriental. Elle a une superficie de 54 573 km² et compte 695 396 habitants. Cette région est aussi appelée Souf, selon le mot employé. " Oued en arabe = fleuve " et " souf = Seoff " Et attribué au mot "l'Erg , l'épée " en effet un fleuve souterrain traverse la wilaya.

La superficie communale du chef lieu est de 77.20 Km², située à une latitude de 30.30° Nord, et à une longitude de 47.6°Est, dont les limites de la commune d'El-Oued sont comme suite(Figure1).

- Au Nord par la commune de Kouinine et Hassani Abdelkrim.
- Au Sud par la commune de Bayada.
- A l'Est par la commune Trifawi.
- A l'Ouest par la commune d'Oued Elanda.

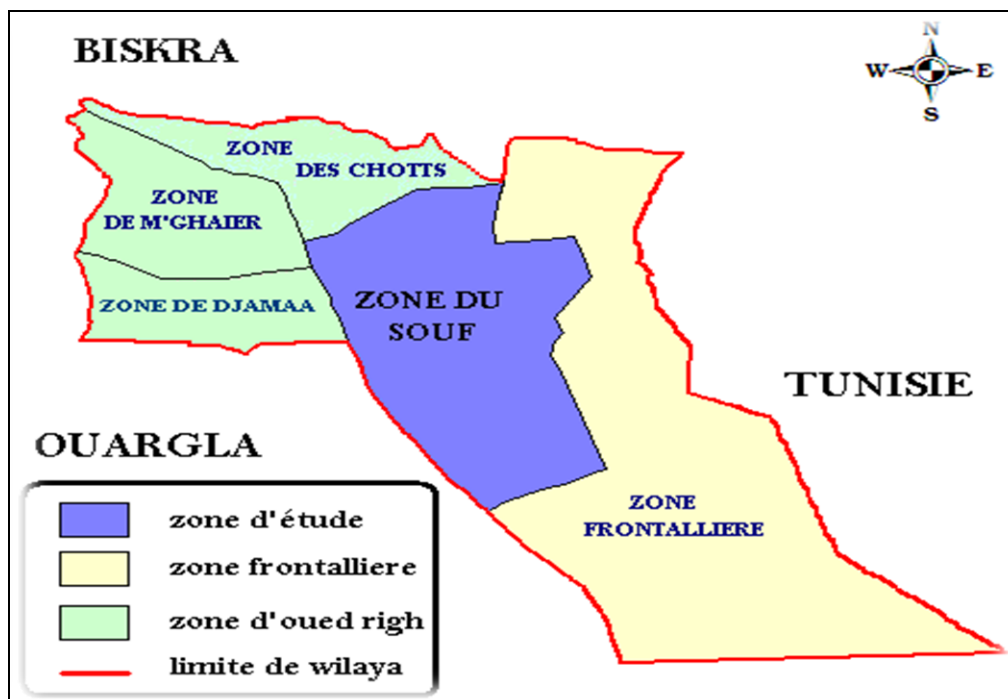
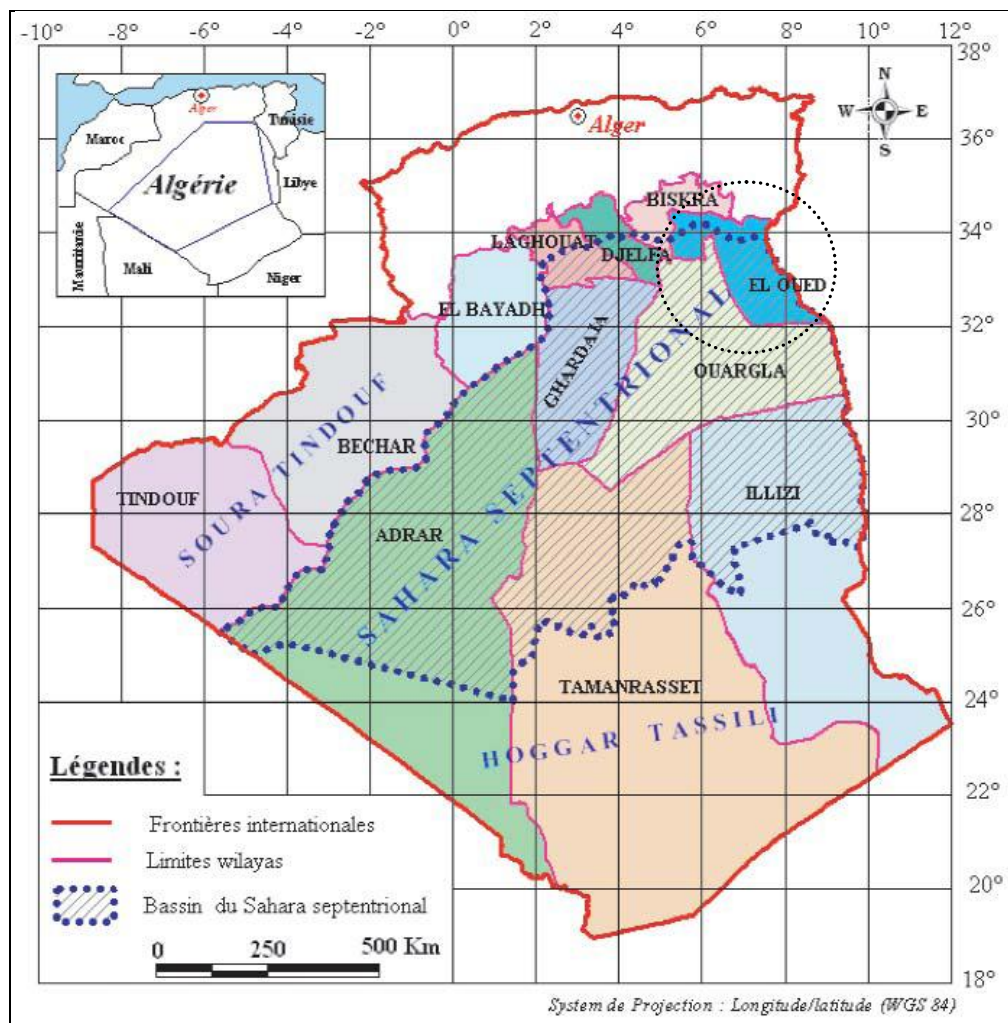


Figure N° I-01: Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H, 2005)

I.3. Contexte climatologie :

Le climat d'El-Oued est un climat saharien se caractérise par un faible taux des précipitations et des températures élevées, d'une évaporation importante et d'un rayonnement solaire excessif.

Comme référence-la en l'absence des stations climatiques couvrant toute la Wilaya, on prendra la station de Guemar pour caractériser la zone d'étude. Les coordonnées géographiques de cette station sont :

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

Pour étudier les données de cette station, nous nous sommes basés sur une série de mesures s'étalant sur 35 ans (1978-2013). Cette série est la plus récente et ne présente pas de lacunes (voir tableau 1 suivant).

Tableau N° I-01: Données climatiques période 1978-2013 (O.N.M, 2013)

Paramètres Mois	Température			Précipitation (mm)	Evaporation (mm)	Humidité (%)	Vent (m/s)
	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{moy} °C				
Janvier	8,5	13,7	10,43	12,83	80,3	64,87	1,83
Février	10,8	15,6	12,81	6,93	93,1	56,22	2,34
Mars	10,25	18,9	16,38	7,48	167,7	49,49	2,85
Avril	10,9	29,9	2,19	7,90	203	43,43	3,08
Mai	22	28,7	25,28	4,14	288,5	38,5	3,07
Juin	20,3	39,3	30,09	1,84	337,7	34,74	2,92
Juillet	27,4	35,8	32,48	0,18	361,5	31,90	2,45
Août	30,8	34,7	32,78	1,71	321,3	34,63	2,17
Septembre	26,2	31,8	28,44	5,94	184,2	46,93	2,2
Octobre	18,6	24,8	22,27	6,35	144,8	52,72	1,69
Novembre	12,4	25,1	15,75	7,86	105,2	60,04	1,6
Décembre	8,5	14	11,03	7,13	87,3	66,81	1,56
Moyenne	17,22	26,02	21,52	70,29*	2374,6*	48,36	2,31

* Cumulé annuel

I.3.1. Les précipitations :

Les précipitations sont un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. Les variations moyennes mensuelles interannuelles des précipitations d'une durée d'observation de 35 ans entre 1978-2013 sont de l'ordre de 70,29 mm, resserrées dans le tableau 1.

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. (Figure 2)

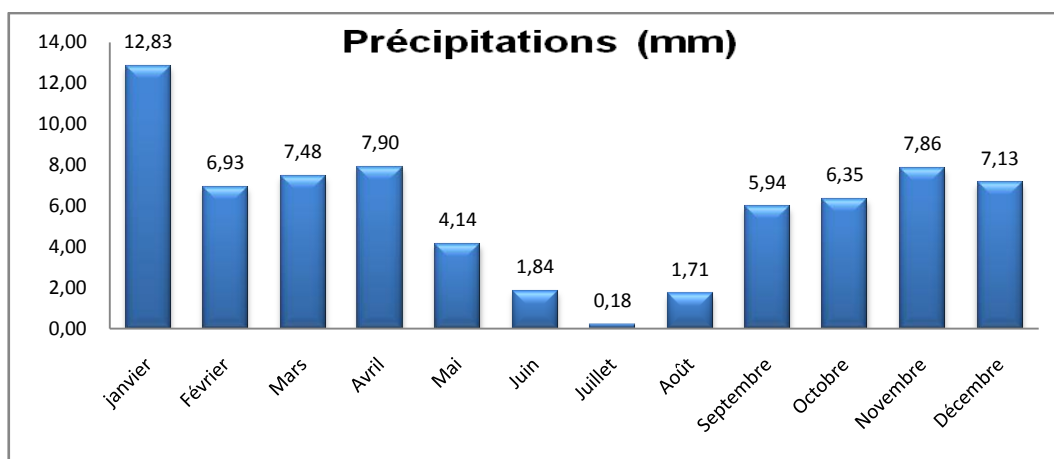


Figure N° I-02: La variation moyenne mensuelle interannuelle des précipitations (1978-2013)

I.3.2. La température :

Les températures de la station de Guemar nous ont été fournies par l'ONM pour une période de 35 ans (1978-2013).

D'après le tableau 1, les données climatiques de la période 1978-2013, montre la variation moyenne mensuelle d'une période froide qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril avec un minimum durant le mois de Janvier (8,5°C), alors que la période chaude commence à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre avec un maximum de température relevé pendant le mois de Juin (39,3°C). (Figure 3)

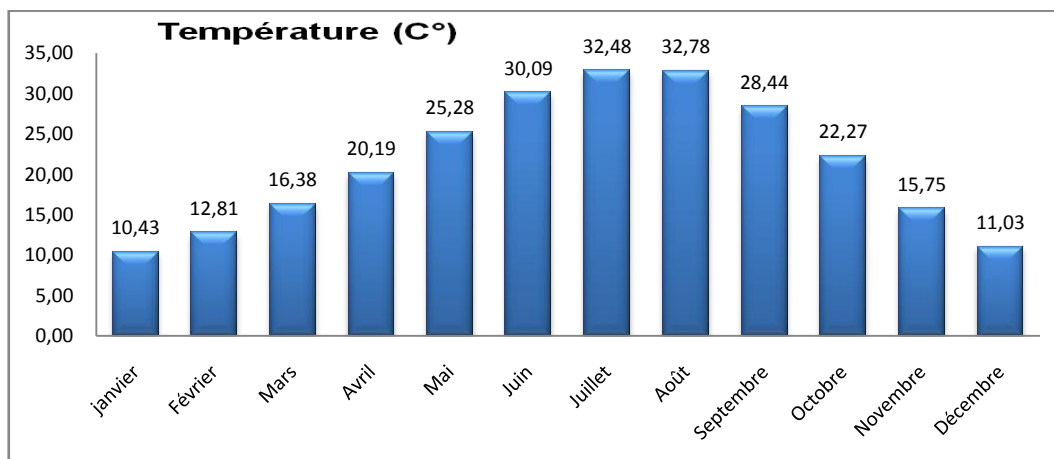


Figure N° I-03: La variation moyenne mensuelle interannuelle de la température (1978-2013)

I.3.3. Relation Température –Précipitation :

L'analyse de deux paramètres climatiques (température et précipitation) permet de tracer la courbe ombro-thermique de Gaussen (Fig. 4) qui met en évidence deux périodes :

- L'une de sécheresse : s'étalant entre le mois de Mai au mois d'Octobre.
- L'autre humide : s'étalant du mois de Mai au mois d'Août.

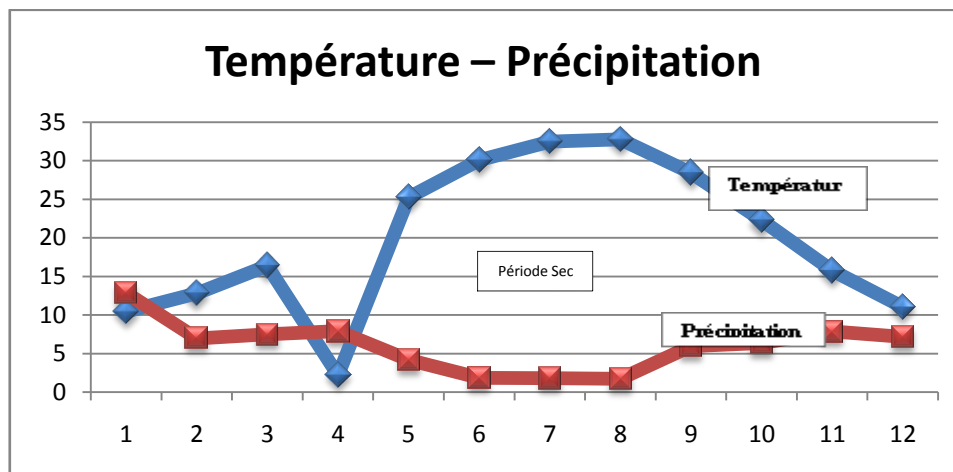


Figure N° I-04: La Relation Température – Précipitation

I.3.4. L'Evaporation :

Le terme d'évaporation désigne les pertes en eau des nappes d'eau libres sous forme de vapeur (lacs, retenues, mares); alors que l'évapotranspiration regroupe les pertes du sol : absorption de l'eau par le couvert végétal ou animal, et restitution à l'atmosphère par transpiration.

L'évapotranspiration est liée à un certain nombre de paramètres climatiques tels que température, vent, humidité, rayonnement etc. L'enregistrement de facteur d'évaporation au cours des dernières années, révèle des valeurs importantes entre 250 et 300 mm, peuvent être interprété sans une augmentation significative, la figure.05 représente les changements relatifs de la période (1978-2013).

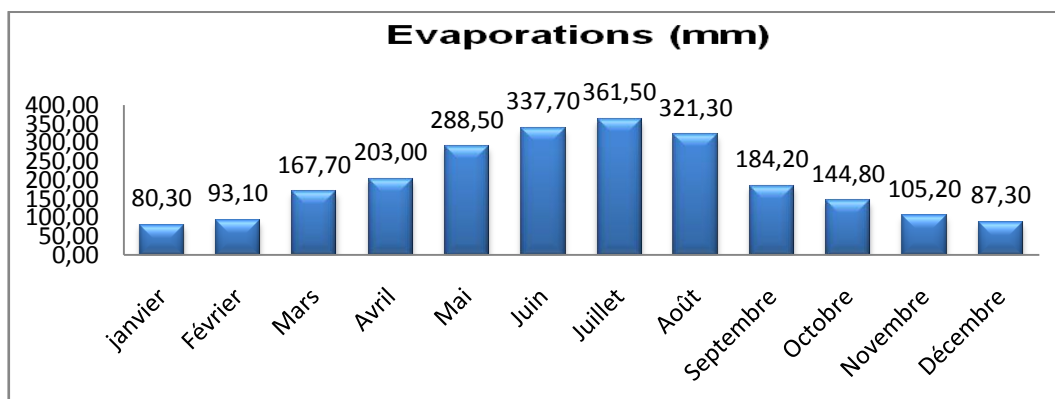


Figure N° I-05: La variation moyenne mensuelle interannuelle d'Evaporation (1978-2013)

I .3.5. L'humidité :

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

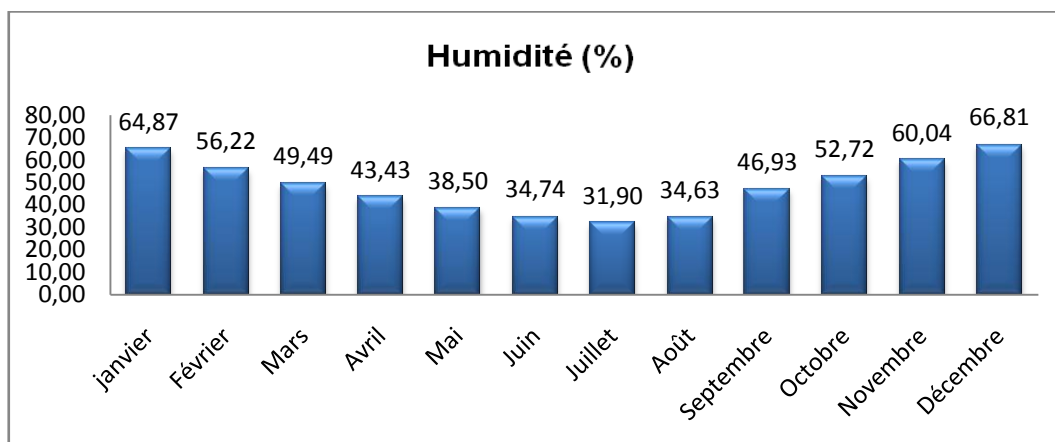


Figure N° I-06 : La variation moyenne mensuelle interannuelle d'humidité (1978-2013)

L'humidité moyenne de la région représentée dans le tableau 1, où on remarque un minimum enregistré pendant le mois de Juillet avec une valeur de 31,90% dans la saison d'été, et un maximum enregistré pendant le mois de Décembre avec une valeur de 66,81% dans la saison hivernal.

I .3.6. Le vent :

Le vent est un facteur important du climat, il influe sur la température, l'humidité et l'évaporation. La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont variables au cours de l'année. En générale, la connaissance de la vitesse et de la direction des vents est primordiale pour une étude quelconque. Les vents sont fréquents dans la région, 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.

La vitesse moyenne des vents enregistrée pour la période de (1978-2013) est reportée sur le tableau 1. 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.

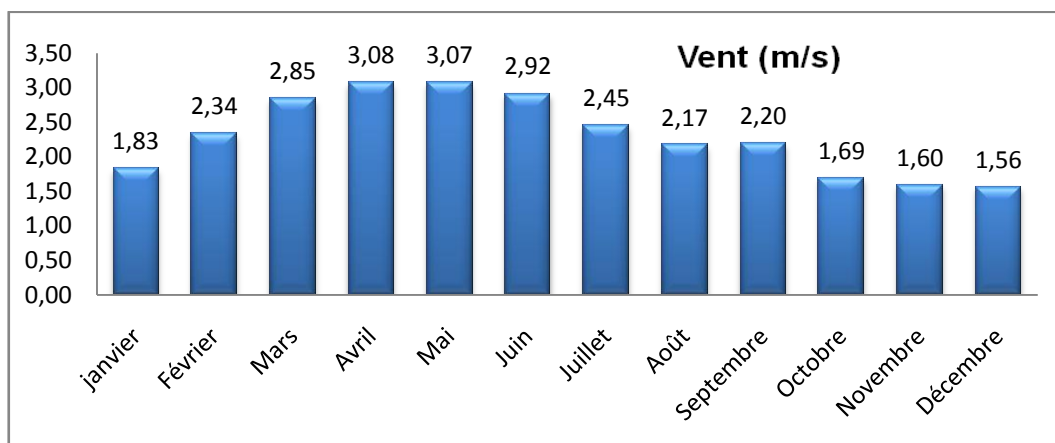


Figure N° I- 07: La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent (1978-2013)

I .4. Contexte Hydrogéologique : Du point de vue hydrogéologique, les trois systèmes aquifères de la région se présentent comme suite:

a- A la base, **l'aquifère du Continental Intercalaire (C.I)**, où les dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux du Crétacé Inférieur constituent un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 mètres. Dans la région du Souf, il est exploité par trois forages artésiens, (de profondeur 1850, 1819 et 2010 m) et un débit total moyen de 335 l/s (A.N.R.H, 2004).

b- Le Complexe Terminal (C.T), occupant une position intermédiaire, couvre l'ensemble de la cuvette du Bas-Sahara. Dans la région du Souf les formations de ce complexe sont très hétérogènes, elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-Pliocène, on y distingue trois corps aquifères principaux séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois corps sont représentés par les calcaires et les dolomies du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par les sables, grès et graviers du Pontien, et par les Sables du Mio-Pliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 mètres.

Captive sur toute la région du Souf, ses zones d'alimentation se situent au Sud et au Sud-est sur tout le Grand Erg Oriental où la nappe devient moins profonde et libre (niveau statique: 30 à 40 m), elle est exploitée par 129 forages, dans toute la Wilaya dont 102 dans la zone d'étude d'après l'inventaire de forages et enquête sur les débits extrait de la Wilaya d'El Oued. Certains d'entre eux présentent un léger artésianisme dans la partie Nord. (DHW El Oued, 2005).

A la surface, les formations quaternaires contiennent la **nappe phréatique**, comprise dans des dépôts sableux fins de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable. Son épaisseur est d'environ 54 mètres du sud de la zone d'étude jusqu'à la région de Guemmar, puis diminue vers le nord pour atteindre une vingtaine de mètres au nord de la zone d'étude.

Sa surface piézométrique n'est pas régulière, elle présente des points hauts dans les zones d'alimentation représentées par les agglomérations et les plantations irriguées à partir des nappes profondes et des points bas dans les zones de prélèvement par évaporation des surfaces d'eau libre (Chott, ghouts inondés) et l'évapotranspiration de la végétation (cultures traditionnelles en ghouts, cultures irriguées par des puits traditionnels ou améliorés dans la nappe phréatique).

I.5. L'hydrographie:

Tient compte des changements dans la perméabilité du sol et le degré d'évaporation sont parmi les facteurs menant à la circulation irrégulière de l'eau. Sur la surface de la terre où l'eau de pluie se fanent rapidement dans les aquifères ou les marais salants c'est ce qui explique la nécessité de creuser des puits pour l'eau potable.

I.6. La morphologie :

Le territoire de la région se caractérise par une vallée plane et plate, de hauteur moyenne 100 m par rapport au niveau de la mer, à l'exception de certains plateaux de pierre de 80 m de hauteur au sud-ouest, tandis que le reste de la terre, c'est un sable et des dunes. Sable couvrira tout le territoire et les deux parties est et sud de la vallée. Rigg est dans la grande course de l'Est. Zone Interspersed Ctout dans le nord-est de tendre vers la wilaya.

I.7. Relief :

Le relief est très accidenté et couvert de chaînes des dunes de sable surtout la partie sud ouest, atteignant 100 m d'hauteur, et reposant sur une formation quaternaire de plusieurs dizaines de mètres de sable fin éolien, compact, homogène et uniforme avec l'existence d'un nombre important de cratères creusés par l'homme (Ghouts) et des acquites (vide entre les dunes : hounds).

Dans le sud du Souf, on rencontre des dunes immenses et bien différenciées, atteignant parfois 200 m de hauteur, on les appelle les l'Erg.



Dunes



Ghout

Photos N° I-01 : Représentation des dunes et d'un Ghout

La différence fondamentale à faire dans la topographie du Souf est celle qui existe entre l'erg et Sahn:

- L'erg est une région où le sable s'accumule en dunes, c'est la partie la plus importante, elle occupe 3/4 de la surface totale, est relativement épais, toujours de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres, les forages récents de puits ont montré une épaisseur un peu plus grande qu'on ne le pensait 70-80 m dans la partie sud de Souf, 60 m au droit d'El Oued, il s'amincit progressivement vers le nord du Souf à 30 m, et n'est plus qu'une couverture au droit des sebkhas, il repose sur un substratum un plancher de terrains imperméables les argiles du pliocène qui constitue un vaste plan découlement des eaux.
- Le Sahn est une région plate et déprimée parfois caillouteuse, formant les dépressions fermées entourées par les dunes, au fond desquelles quelques rares végétaux poussent sur une croûte gypseuse.

Le relief de la ville d'El Oued est caractérisé par l'existence de trois principales formes :

- Une région sableuse : qui se présente sous un double aspect ; l'Erg et le Sahn.
- Une forme de plateaux rocheux : qui s'étend vers le Sud avec une alternance de dunes et de crêtes rocheuses.
- Une zone de dépression : caractérisée par la présence d'une multitude de chotts qui plongent vers l'Est.

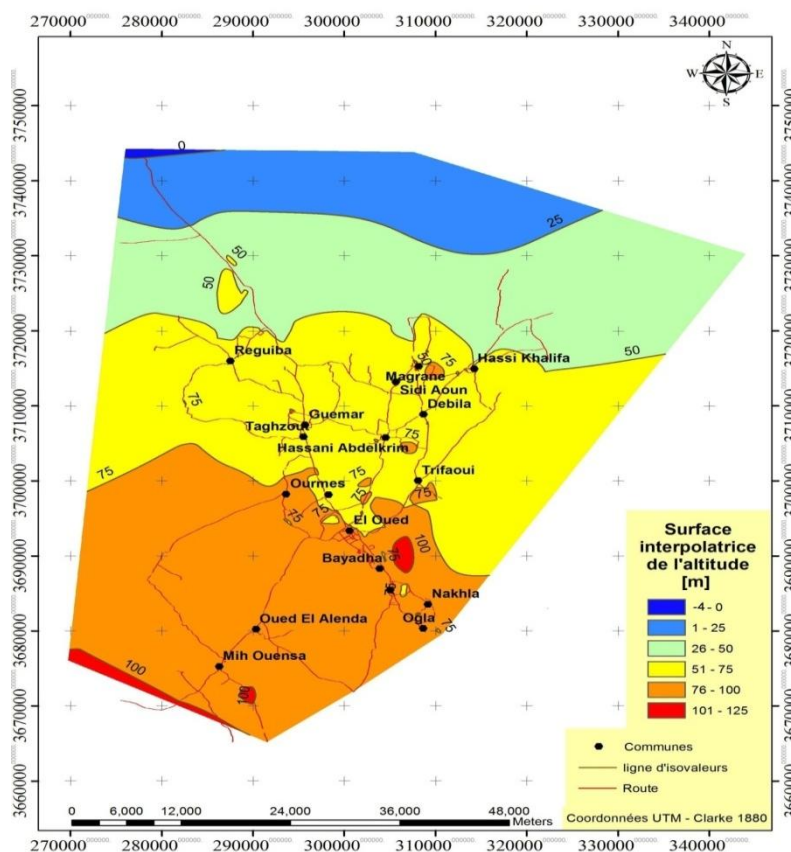


Figure N° I-08 : Carte de relief du Souf (SIG 2009)

I .08. Géomorphologie de la région d'étude :

Le sous-sol présente des contrastes frappants. C'est ainsi qu'au Sud, à 6 kilomètres d'El Oued et jusqu'à El Oglâ 24 Km plus loin, on remarque l'absence totale de " Tefza " (pierre à plâtre calcaire), tandis que sur un autre axe allant d'El Oued à Ghamra (en passant par Tiksebt, Kouinine et Guemar) la " Tefza " y occupe tous le terrain.

Ainsi deux bandes de terrains sédimentaires, de formations différentes, renfermant des roches dissemblables dont dépend de la qualité de la nappe aquifère, prolongent de part et d'autre sur les principaux axes du Souf. Une coupe dans le sol, nous permet de distinguer :

a- Tercha :

Formé de fins cristaux qui lui donnent un aspect de grès; se rencontre en plaques continues ou en bancs extrêmement durs, il est composé de cristaux en fer.

b- Louss :

Le Louss est fait de cristaux de gypse en fer de lames imbriqués, il se rencontre sous forme de couches continues, très dures de réseaux mélangés au sable, de bancs isolés ou de colonnes qui semblent être constituées autour d'anciennes racines gypseuses.

c- Salsala ou Smida :

Se trouve en plaques continues ou en bancs extrêmement durs, il est composé de cristaux en fer comme le Louss, mais c'est plus fins et plus serrés.

d- Tefza :

C'est un grès blanc assez dur, et constitue de la pierre à chauffer qui donnera le plâtre.

(Tercha, Louss, Salsala, Smida et Tefza sont les appellations locales, utilisés pour les différentes couches géologiques).

I .09. Contexte géologie :

La région d'étude est située exactement dans la partie Nord-est de la plate forme saharienne cette région a fait l'objet de plusieurs études géologiques.

Ces études montrent l'existence d'un seul type de terrain sédimentaire caractérisé par des formations détritiques particulièrement sableuses, elles apparaissent sous forme de dunes et anti-dunes.

La géologie est un moyen d'investigation très utile en hydrogéologie car elle permet la détermination des horizons susceptibles d'être aquifères. (Figure N° I-09).

Le sous-sol de la région étant sableux et assurant l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, est essentiellement représenté par des formations sablo-gréseuses du continental intercalaire, et des accumulations sableuses Fulvio-lacustres de tertiaire continental.

Sur l'ensemble de la région d'El-Oued, les formations mio-pliocènes sont recouvertes par une considérable épaisseur de dépôts quaternaires présentés sous forme de dunes donnant naissance à un immense erg qui lui-même fait partie de l'extension du grand erg oriental.

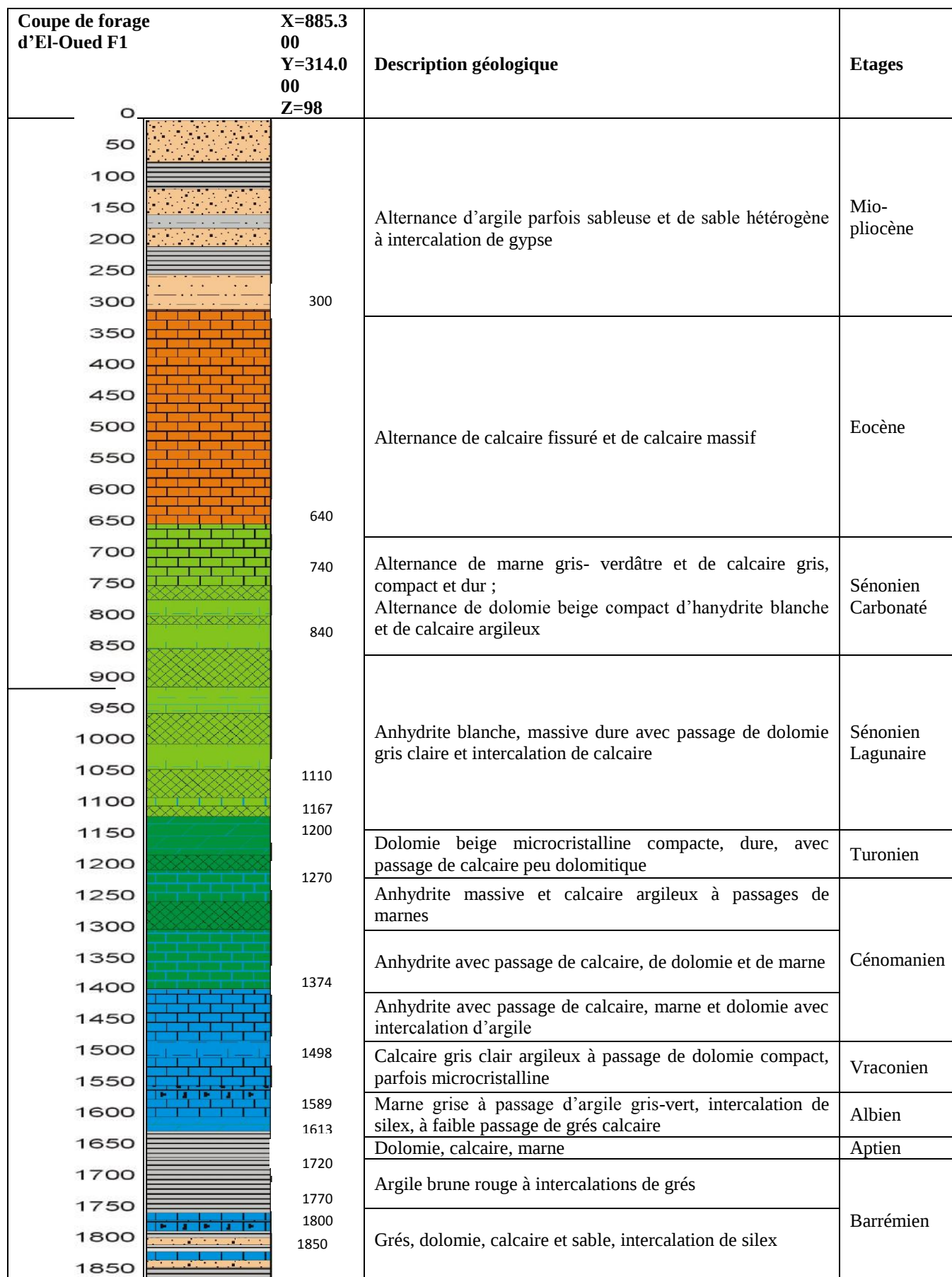


Figure N° I-09: Log de forage F1 à l'Albien (A.N.R.H 1993)

I.10. L'eau en Sahara Souf :

L'eau au Sahara est un facteur primordial de tout développement des activités humaines.

Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, plusieurs contraintes d'ordre hydrogéologique et pédologique sont apparues, pouvant créer des situations irréversibles avec des conséquences graves sur l'environnement.

En effet, l'irrigation au Sahara est mal conduite et a engendré de sérieux problèmes de mise en valeur, notamment par la création ou la remontée de nappes phréatiques gênantes pour les cultures (hydromorphie) et par l'accroissement de la salinité des sols et des eaux (halomorphie). Les problèmes liés à cette remontée des eaux dans certaines agglomérations (vallée de Oued Souf, la cuvette de Ouargla etc.) sont significatifs et illustrent parfaitement la mauvaise gestion de la ressource en eau souterraine au Sahara.

Cette mauvaise gestion le plus souvent conjuguée à une surexploitation Des nappes a engendré dans certaines régions des problèmes socioéconomiques et environnementaux graves.(ABH Sahara).



Photos N° I-02 : Evolution de la disponibilité de l'eau en Sahara

I.11. L'agriculture d'El-Oued :

La Wilaya d'El Oued dispose d'une superficie agricole totale égale à 1 591 869 hectares mais la superficie réellement exploitée est 62 720 hectares, la superficie irriguée est égale à 60 850 hectares. (Selon DSA : Direction de Service Agricole d'El-Oued en 2010).

L'agriculture est la principale activité de la région pour l'homme du souf , comme culture dominante, la Pomme de terre, le tabac (Guémar), le Palmier dattier dans les ghouts.

Les ghouts saharienne fonctionne comme un agro-système, reposant sur la trilogie eau/habitat/palmeraie; pour ne pouvant faire venir les eaux à eux, les soufis ont imagine d'aller à

Thème : Diagnostique qualitatif des eaux potable distribuées pour l'alimentation dans la ville d'el oued.

elle, d'excaver suffisamment le sable pour que l'épaisseur restante soit 2m, il planter alors les palmiers dans le sol de façon à ce qu'ils aillent puiser l'eau par leurs propres racine, c'est le principe de la culture Bourg (en sec), on n'importe pas d'eau d'irrigation mais le palmiers va chercher lui-même ce dont il a besoin.

Les limites des ghouts atteignent la frontière libyenne au sud et voisinent avec les Monts des Nemamchas, suivant une ligne passant par Negrine, s'étire à l'Est à la frontière tunisienne et à l'Ouest par l'immense oasis d'Oued Righ.

Actuellement il existe près de 2 500 000 palmiers dattier dont 183 000 seulement sont productifs. La moyenne d'exportation est de 40 000 tonnes/an.

L'élevage est une autre activité qui se répartie comme suite :

Ovin : 500 000 têtes, Caprin : 153 000 têtes, Camelin : 27 300 têtes, Bovin : 4 700 têtes.

Cela permet d'avoir :

- Une production de viande rouge estimée à : 4 700 tonnes/an;
- Une production de viande blanche estimée à : 2 240 tonnes/an;
- Une production d'œufs estimée à : 27 500 000 Œufs/an;
- Une production laitière : 44 000 000 litres/an.

I.11.1.L'irrigation : l'irrigation au Sahara est mal conduite et a engendré de sérieux problèmes de mise en valeur, notamment par la création ou la remontée de nappes phréatiques gênantes pour les cultures (hydromorphie) et par l'accroissement de la salinité des sols et des eaux (halomorphie).

L'eau, dans certaines régions, est très abondante, mais son exploitation doit cependant obéir à des normes très strictes, afin de ne pas rompre l'écosystème fragile du Sahara. L'agriculture dans ces régions constitue l'activité principale; elle implique la valorisation des ressources hydriques par l'utilisation de systèmes et le mode d'irrigation le plus économiseurs de l'eau tel que le pivot et le système goutte à goutte.



Photos N° I-03: irrigation par pivot.

I.12. Contextes Socio Economique :

Les manifestations de la vie quotidienne traduisent un système d'organisation qui tient compte des possibilités économiques, de la vocation agricole, commerciale et artisanale. Les principales activités, elle nous donne un aperçu général sur l'économie d'El-Oued qui sont :

a- L'artisanat: El Oued à toujours était un centre artisanal, notamment pour les objets liés à l'ancienne technologie de l'agriculture .On note les activités artisanales, il s'agit des tailleurs, des tapissiers, des maçons, des cordonniers, des menuisiers, des bijoutiers, des forgerons.

b- Le commerce: La ville d'El-Oued compte 7 000 artisans, et 10 000 commerçants dans l'ensemble de la wilaya d'El-Oued. Grâce à la position géographique entre les trois Etats (Algérie, Tunisie, Libye), El-Oued à acquis une position stratégique exceptionnelle, on peut dire que la ville d'El Oued est un centre d'échange commercial, très actif, ainsi elle constitue le centre d'achat de toute la région d'El-Oued, d' où l'importance de son marché.

Cette activité commerciale se traduit également par le grand axe commerçant qui, sur plus de 15km, s'allonge le long de la Route Nationale de Kouinine-Robbah où la densité commerciale y est forte au centre 15 à 20 établissements par 100 m pour décroître vers les extrémités 4 à 5.

c- L'industrie: Dans la foulée du commerce, un phénomène tout nouveau est apparu à El-Oued, l'industrie, depuis la décennie 1980, de petites unités privées se sont installer. On note des activités industriels dans cinq branches essentiels: les parfumeries et cosmétique, l'agro-alimentaire, les plastique, les matériaux de construction, les boissons .Aujourd'hui plus de 1600 personnes travaillent dans l'industrie. Un bref inventaire des unités industrielles d'El-Oued ci-joint :

- parfumerie et cosmétique 20 unités.
- transformation du plastique 15 unités.
- Fabrication carrelage 7 unités.
- transformation aluminium 6 unités.
- Insecticides et détergents 4 unités.
- Semoulerie, pâtes alimentaire 3 unités.
- unité déminéralisation eau 2 unités.
- unité de fabrication de peinture 1 unité.
- unité de fabrication des boissons 1 unité.

Conclusion :

El' Oued c'est un endroit 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.

Le Souf a engendré des particularismes, à la conjonction d'un milieu physique particulier (Erg), et la ténacité d'une population, forme une société avec son histoire. Une société constitue une vie particulière du monde saharien, faite de solide organisation sociétal, de forte pratique religieuse, des humains conviviaux. Elle a su adapter ses agro-systèmes, créer une nouvelle agriculture (ghouts).

Plus récemment, et de l'entrée dans l'ère moderne, le Souf ouvert sur l'extérieur, et s'est faite commerçante, elle forme un carrefour des échanges commerciaux.

Le Souf est en train de trouver une nouvelle cohérence, il a essayé de construit une économie plurielle, dans les paysages actuels du Souf, les nouvelles investissements, exploitations à cause les soutient agricoles qui conduit à l'application des nouvelles techniques (pivot centrale pour les pommes de terre, le système goutte à goutte, les serres pour les tomates, etc.....).

Il ne faut cependant pas mésestimer pour l'avenir les risque qui sont ceux de cette société: la **fragilité écologique, relative à l'eau** et héritée des décennies passées, et la fragilité économique, relative aux débouchés extérieurs et qui est liée au nouveau style d'agriculture soufie, mais la société a suffisamment **fait preuve d'esprit d'adaptation et d'innovation au cours de l'histoire** pour pouvoir y faire face, forte structure interne, et appuyée sur ses assises externes, elle doit pouvoir s'inscrire dans la durabilité.

CHAPITRE II

***L'aspect quantitatif des Ressources
en eau d'El oued***

II.1. Introduction:

Dans cette optique quantitatif des ressources en eau de la région d'El Oued, nous allons présenter les ressources en eaux, ainsi que les sites des forages et leurs caractéristiques, et les infrastructures hydraulique de la ville d'El-oued tel que les ouvrages de stockage. Aussi, nous allons présenter les caractéristiques générales du réseau d'A.E.P, avec les déficiences enregistré (nombre de fuites).

II.1.1. Les ressources en eau de la région d'El Oued :

La région d'étude repose sur trois importantes nappes:

- ❖ Nappe phréatique.
- ❖ Nappe du complexe terminal (CT).
- ❖ Nappe du continental Intercalaire (CI). (Remini .B, 2005).

Les réserves en eau pour ces deux dernières sont estimées a 10094 l/s; soit 3200 l/s pour les Continentale Intercalaire et 6894 l/s pour le Complexe Terminale. (Kadraoui .A, 1998).

La commune d'El-Oued exploite 16 forages, sont au niveau de la wilaya dont la plupart sont artésiens ou l'eau émerge à une pression de 2 à 6 bars; la température à la sortie des forages varie entre 23° et 62°C et le débit d'exploitation est généralement environ 430 L/S.

II.2.2. Les ressources de la ville d'El oued :

Dans la wilaya d'El-Oued et comme toutes les zones arides, les seules ressources en eaux sont souterraines, alors que leur mobilisation est primordiale.

Le potentiel des ressources en eaux souterraines, établi par la direction de l'hydraulique de la Wilaya d'El-Oued, se répartit comme suit :

- Nappe phréatique : 130 hm³.
- Nappes profondes : 4.90 Milliards hm³ (soit 2.7 Milliards hm³ pour le CT et 2.2 Milliards hm³ pour le CI).
- Total : 4.90 Milliards hm³.

L'état actuel de la mobilisation des nappes souterraines est de 470 hm³ par an à travers toute la Wilaya, mais seulement 405.08 hm³ sont exploitées réellement (soit 86.19 % des ressources mobilisables).

Dans le tableau 02, ci-dessous sont regroupés les différents forages alimentant la région d'étude en eau actuellement.

Tableau N° II-02 : Les forages alimentent la ville d'El-Oued en eau.

Commune	N° de forage	Nappe captée	Nom de forage	Débits (m³/h)
EL-Oued	01	Pontien	300LGTS	79,2
	02		Chouhada	26,2
	03		Naoura (Gara)	18
	04		Sidi mestour	72
	05		Chott	72
	06		19 Mars	79,2
	07		Nadour	72
	08		Université	79,2
	09		Bouhmid 01	79,2
	10		Bouhmid 02	79,2
	11		Tiksebt-Ouest	82,2
	12		Ennassim	79,2
	13		08 Mai	90
	14	Albien	Barrémien Chouhada	360
	15		Route touggout	360
	16		19 Mars	576
Total				2203,6

(Source : A.D.E, 2013)

II.2.1. Nappe Phréatique :

La nappe phréatique présent dans toute l'Oasis du Souf, correspond essentiellement à la partie supérieure des formations Continentales déposées à la fin du Quaternaire, elle peut être rencontrée à des profondeurs variant de 10 et 83 mètres.

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 dans la région des Chotts la nappe libre est présente sur toute la zone d'étude.

La profondeur du toit de cette nappe, d'après les coupes géologiques, dépasse parfois 20 mètres. Les principales sources d'alimentation de cette nappe sont les pluies torrentielles, ainsi que les eaux d'irrigation provenant des nappes profondes (CT et CI) et enfin les eaux de rejets du à l'inexistence d'exutoire naturel.

II.2.2. Nappe du Complexe Terminal (C.T):

Ce terme Complexe Terminal (C.T) regroupe sous une même dénomination un ensemble des nappes aquifères qui sont situées dans les différentes formations géologiques: Sénonien carbonaté et Eocène, Miopliocène sableux.

D'après CORNET 1964, nous rappelons l'existence de 03 nappes dont les deux premières correspondent respectivement aux nappes des sables d'âge Miocène et Pontien, et Pliocène, alors que la dernière à l'Eocène inférieur.

II.2.2.a. Nappe des Sables :

Au sein de ces niveaux sableux viennent s'engendrer deux nappes de type captif, 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, émerge progressivement vers le Nord du Sahara en direction de la fosse Sud au aurésienne. Dans la région d'étude elle se trouve en moyenne à 280 mètres de profondeur.

Il faut mentionner également l'existence d'une deuxième nappe des sables d'âge Pontien. Au dessus des bancs supérieurs de la nappe des calcaires et 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 en Sud Tunisien, la profondeur de cette nappe varie entre 400 et 450 m, quant à l'épaisseur utile de cette nappe 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 les zones 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 Larbi et Douar EL Maa, la nappe est artésienne, c'est le cas de la nappe de Pontienne.

II.2.2.b. Nappe des Calcaires :

Le Complexe Terminal du Souf possède une lithographie plus complexe. Les forages captant cette nappe nous montrent l'existence de deux niveaux durs 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 et correspond ainsi au niveau inférieur.

Le niveau supérieur, principalement présenté 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 en passant par des argiles (rouge).

Les forages profonds captant cette nappe, nous montrent que sa profondeur varie entre 500 et 800 mètres, mais il faut mentionner également que cette dernière n'est pratiquement pas exploitée dans la région du Souf .

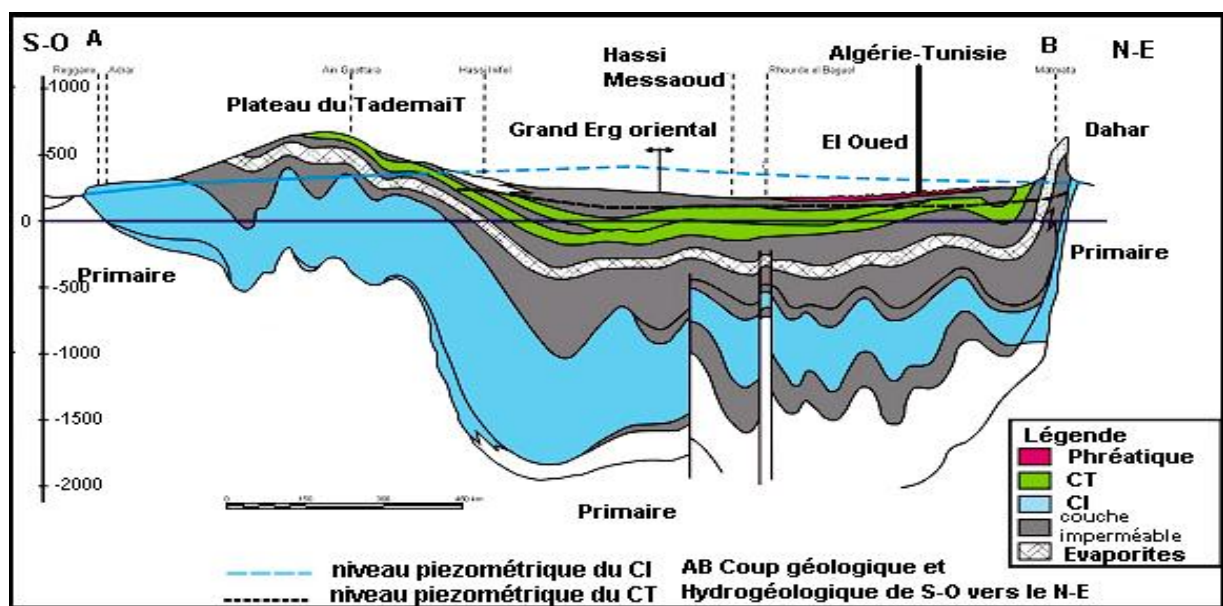


Figure N° II-10: Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)

II.2.3. La nappe profonde :

Qui s'étend sur une surface de **6 000 000 km²**, elle est exceptionnel par une grand Épaisseur qui arrive à **1000 m** du côté nord-ouest du Sahara, tandis que le coté géologique découvre cette nappe, avec un espace stratigraphique qui se large du dessous de trias jusqu'au dessus de l'albien et parmi ces origines l'argile et le sable, la réserve d'eau de ce complexe est presque de **27 milliards de mètre cube**, cette nappe exerce actuellement en ce qui concerné **16 puits** dont **04** pour l'irrigation et **12** pour l'alimentation en eau potable d'une quantité globale de **2400 l/s**. La profondeur des puits environ **1700 à 2200 mètres**.

Tableau N° II 03: Récapitulatif des systèmes aquifères de la région d'El-Oued

Nature hydrogéologique		Nature lithologique	Etage		Ere
Nappe phréatique		Sables	Quaternaire		
Niveau imperméable		Argiles			
1ere nappe des sables	Complexe Terminal	Sables	Pliocène		Tertiaire
Semi-perméable		Argiles gypseuses			
2eme nappe des sables		Sables grossiers, graviers	Pontien	Miocène	
Niveau imperméable		Argiles lagunaires, marnes	Moyen	Eocène	
Nappe des calcaires (perméables)		Calcaire fissuré	Inférieur		
			Sénonien carbonaté		Crétacé
Semi-perméable		Evaporites, argiles	Sénonien lagunaire	Secondaire	
Niveau imperméable		Argiles, marne	Cénomanién		
Nappe de Continental Intercalaire		Sables et Grés	Albien		

II.3. Evaluation quantification des ressources en eau de la ville d'El oued :

La disponibilité 16 puits profonds dont 12 puits au total de débit journalier moyen estimé à environ 34750 m³/jour, distribués par 06 réservoirs d'eau d'une capacité totale de 6500 m³. La longueur du réseau qui contribue a cette production de l'ordre de 13.150 mètres linéaires.

Malgré l'absence des ressources de surface, la vallée de Oued-Souf dispose d'une réserve hydraulique très importante, présente sous forme de trois nappes souterraines .

Tableau N° II-04 : Capacité d'eau mobilisable de la ville d'El-Oued en eau, Situation au 2013/12/31

N°	Désignation	Unité	Valeur
01	Capacité globale d'eau de production	Million M ³ /An	12,23
02	Capacité globale d'eau de distribution	Million M ³ /An	11,74
03	Nombre de forages	Nombre	16
04	Capacité des forages (volume de production)	Million L/S	430
05	Longueur du réseau d'AEP	Km	336,328
06	Longueur du réseau d'assainissement	Km	1 390
07	Volume d'eaux usées récupérées	M ³ / J	49 614
08	Nombre de station d'épuration	Nombre	01
09	Capacité de traitement des stations	M ³ /J	19 199

Source : D. H. W

II.4. Situation actuelle de l'alimentation en eau potable d'El Oued :

D'après le bureau d'études français SAFEGE, Il est nécessaire de rénover tous le réseau d'eaux potables de la commune d'El-Oued.

A cet effet le rapport conclut que l'alimentation en eau potable de la commune d'El-Oued et fasse à plusieurs contraintes, indiquons parmi ceux :

- ❖ L'entartrage de conduites.
- ❖ Le nombre élevé de fuites.
- ❖ La dégradation des réseaux d'A.E.P.
- ❖ Manque de sectorisation de réseaux. (A.D.E, 2011).

II.4.1. La Dotation :

La consommation domestique moyenne est généralement rapportée au nombre d'habitants, elle est alors exprimée en litres par jour et par habitant (en Litre/jour/hab). Cette consommation varie en fonction de plusieurs facteurs: le mode de vie, les habitudes, la disponibilité de l'eau, le climat, le prix de l'eau, la forme de la fourniture de l'eau (alimentation individuelle ou borne fontaine), etc. D'autre part, elle évolue d'une année à l'autre, en liaison avec l'évolution du mode de vie.

Selon les renseignements de la Direction des ressources en eau D.R.E, la dotation en eau potable actuelle est de 180 l/j/hab.

II.4.2. Le Réseau d'AEP de la ville d'el oued :

Les réseaux d'A.E.P du Souf ont la longueur de 336,328km (kilomètre). Les conduites du réseau d'alimentation sont fabriquées en Acier, amiante ciment, PVC, PEHD, et ont des diamètres confondus de (63, 90, 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400 et 500mm) voir tableau 05 sur la positions générales des réseaux d'AEP de la commune d'El-Oued.

Généralement, dans un réseau d'A.E.P on peut estimer les fuites:

- ❖ 20% pour un réseau en bon état.
- ❖ 25 à 35% pour un réseau en état moyen.
- ❖ 52% pour un réseau en mauvais état.

En tenant compte des facteurs ci-dessus, on majore les besoins moyens en eau de 20% (pertes et fuites d'eau). (A.D.E, 2011).

Tableau N° II-05: Positions générales des réseaux d'AEP de la commune d'El-Oued jusqu'au 31/12/2010

N°	Cité		Diamètre (cm)	Longueur de réseau 31/12/2009 (ml)				Longueur de réseau 31/12/2010 (ml)
	Départ	Arrivée		AC	PVC	PEHD	A	
01								
02	Forage El-Oued	Réseaux 400 lgts	300	4350	/	/	/	4350
03	Forage El-Oued	Réseaux Gara	300	2500	/	/	/	2500
04	Forage Chouhada	Réseaux Chouhada	300	300	/	/	/	300
05	Forage Chouhada	Réseaux Nouvelle ville	250	2400	/	/	/	2400
06	Forage Naoura	Réseaux Gara	200	700	/	/	/	700
07	Forage Bohmid	Réseaux Sidi mestour	250	/	/	2900	/	2900
Total				10250	/	2900	/	13150

(Source : D.R.E ,2010)

II.4.3. Les ouvrages de stockage :

Dans la région de Oued Souf le meilleur niveau aquifère est contenu dans les sables du Pontien inférieur du complexe terminale situé entre 220 et 600m de profondeur et le continental intercalaire ou l'albien situé entre 1800 et 2000 m de profondeur.

L'unité ADE El Oued gère une seule commune qui contient 16 forages dont 03 de l'albien 13 Pontien d'eau potable et 06 réservoirs de stockage d'eau, d'une capacité totale de 6500 m³.



Figure N° II-11: château

Dans Le tableau ci-dessous (tableau N° 06) sont regroupés les différents réservoirs alimentant actuellement la commune d'El-Oued en eau potable :

Tableau N°II-06: Capacité des réservoirs alimentent la commune d'El-Oued en eau potable.

N° de Réservoir	Cité	Capacité de réservoir (m ³)
01	Chott	1000
02	Gara	1000
03	Sidi mestour	1000
04	300 LGTS	1000
05	19 Mars	1500
06	Chouhada	1000
Total		6500

(Source : A.D.E, 2013)

II.5. Les besoin en eaux de la ville d'el oued :

La population de la vallée d'Oued-Souf réparti sur 18 communes englobe un nombre de population de plus de 500 milles habitants (Khechana.S et al, 2010), les besoins ont dépassé 1.07 Milliards m³. Les besoins par habitant de cette année se répartissent comme suit :

Besoins industriel : 16.5 hm³.

Besoins domestiques : 48.12 hm³.

Besoins agricoles : 991.07 hm³.

Totale : 1055.69 hm³.

Thème : Diagnostique qualitatif des eaux potable distribuées pour l'alimentation dans la ville d'el oued.

II.6. besoin en eaux :

Nous présentons les besoins de commune : (EL-Oued), dans les tableaux suivant :

Tableau N° II-07 : besoins en eau de commune

Horizon Communes	2012			2023			2030		
	Nbr d'habitant	Dotation (l/j/hab)	Consommation (m³/j)	Nbr d'habitant	Dotation l/j/hab	Consommation (m³/j)	Nbr d'habitant	Dotation l/j/hab	Consommation (m³/j)
EL-Oued	147285	233,62	34408,8	177453,2	281,76	50000	204258	293,7	60000

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). près des exploitations agricoles irriguées par les nappes profondes et au niveau du rejet de la ville d'El-Oued. La baisse de niveau est produite par une forte activité agricole, avec irrigation à partir de la nappe phréatique, ou a cause du pompage dans le réseau de drainage verticale à partir de février 2011.

De cette raison en peut dire que les causes de la remontée des eaux au niveau d'El-Oued, revient à la mauvaise gestion des ressources hydriques, où on note la surexploitation des nappes profondes et l'évacuation des eaux usées dans la nappe phréatique avec des quantités énormes dépassent la capacité de transfert hydraulique souterrain de la nappe, vers les exutoires naturels (chotts).

CHAPITRE III

***L'aspect qualitatif des Ressources
en eau d'El oued***

III.1. Introduction :

La qualité des eaux destinées pour l'Alimentation en Eau Potable et l'irrigation se pose avec acuité dans l'ensemble des régions sahariennes. Mais sa qualité physico-chimique (salinité) est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau, notamment souterraine. (Salinisation secondaire). Cette salinisation de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent impropre à la consommation et dès fois même à l'irrigation.

En effet, la qualité des eaux destinées pour l'irrigation subit également une dégradation surtout par l'augmentation de la salinité, qui a une influence directe sur l'évolution des sols, le choix des aptitudes culturales et le rendement des cultures. (ABH Sahara, 2011).

La qualité de l'eau fait référence aux caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. La qualité de l'eau se mesure en comparant les substances retrouvées dans l'eau à des standards et recommandations bien établis. Ces standards et recommandations ont été fixés dans le but de protéger les consommateurs.

Donc l'hydrochimie est la connaissance des caractéristiques physicochimiques du processus d'acquisition, de l'évolution ainsi que des lois qui régissent les échanges entre l'eau et le sol ou la relation entre Eau-Roche. L'étude hydrochimique que nous proposons de faire a pour but de préciser la qualité des eaux de l'AEP de la ville d'El Oued et l'appréciation de la potabilité de cet eaux.

A cet effet, nous disposons des résultats d'analyse chimique et bactériologique effectué sur les eaux de réseau d'AEP d'une part et d'autre part celle des eaux de la station en distribuer en vue de consommation publique, dans notre zone d'étude nous signalons que les dosages des éléments chimiques a été effectué respectivement au laboratoire de chimie de ADE d'El Oued et le laboratoire de chimie de l'ANRH , qui sont porté sur les éléments majeur suivants :

- cation : Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ et K^+
- anions : Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , NO_3^-

III.2. Définition de l'eau potable :

L'eau potable est une eau qui peut être bue par l'homme sans danger pour sa santé, elle doit pour cela répondre a un certain nombre des normes fixées par L'OMS l'eau potable ou l'eau destinée a la consommation humaine doit être fraîche (la température comprise entre 20^0c et 25^0c) limpide ,incolore et de saveur agréable. Ainsi que ses propriétés physicochimiques, ses compose minéraux et organique et sa qualité bactériologique ne peuvent nuire a la santé.

III.3. Qualité de l'eau potable :

III.3.1. Qu'est-ce que la qualité de l'eau souterraine et quel sont les paramètres qui recommande cette qualité?

La qualité de l'eau souterraine est l'appréciation des concentrations des différentes substances chimiques qui la composent, vis-à-vis de concentrations de référence. Cette évaluation se fait en fonction des usages de l'eau, et pour leur usage prépondérant vis-à-vis du respect de la santé humaine, ces eaux destinées à la consommation humaine sont rassemblées sous le vocable « alimentation en eau potable ». Les valeurs de concentrations de référence sont données par la **réglementation** ; Elles varient donc suivant l'utilisation faite de l'eau souterraine mais également suivant sa nature : on distingue la qualité de l'**eau brute** prise directement dans le milieu naturel de celle de l'**eau traitée** prélevée et stockée avant usage.

Par conséquent il n'y a pas UNE qualité de l'eau souterraine mais **DES qualités de l'eau souterraine**. Les éléments chimiques constitutifs de l'eau souterraine peuvent être des minéraux, des molécules organiques, naturelles, ou de synthèse issues de l'activité de l'Homme - pression anthropique. Les substances naturelles sont acquises par l'eau souterraine lors de son transport et de son stockage dans les roches qui constituent l'**aquifère**. Cet enrichissement chimique de l'eau dépend donc directement de la **géologie** d'un secteur géographique. On parle de **fond géochimique**.

Plusieurs paramètres commandent la qualité de l'eau et en trouves :

III.3.2. Paramètres organoleptiques :

Une eau destinée à la consommation humaine doit être limpide, fraîche, de saveur agréable et exempte de couleur et d'odeur.

III.3.2.1. La couleur :

La couleur des eaux naturelles est généralement due à la présence en excès de certains minéraux (le fer par exemple) et également certaines matières organiques. Leur normalisation par traitement est indispensable pour rendre l'eau agréable à boire.

III.3.2.2. La saveur et l'odeur :

Ce sont deux propriétés très subjectives. A nos jours, Il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Une saveur désagréable dans l'eau est généralement conférée par des excès de fer, de manganèse, de chlore actif, de phénol et chorophénol. Elle se développe de façon importante avec l'augmentation de la température.

Un développement d'odeur dans l'eau de consommation est généralement due au plancton et aux algues mortes pour les eaux de surface et au sulfure d'hydrogène pour les eaux souterraines. En exploitation, en règle générale, l'apparition d'odeur et de gout sont le plus souvent des signes d'activité bactérienne donc, de pollution.

III.3.3. Les paramètres microbiologiques :

La qualité microbiologique ou bactériologique d'eau destinée à la consommation humaine est la qualité la plus important, c'est d'ailleurs la cause la plus fréquente de la non potabilité de l'eau. Les germes susceptibles d'être présents dans l'eau sont très nombreux et très varies: **bactéries, virus, parasites**, etc..... La présence de germes fécaux dans l'eau peut suspecter de germes pathogènes d'ou sont un certain risque pour la santé humaine.

Pour les eaux souterraine moins de souci pour ce paramètre.

III.3.4. Les paramètres physicochimiques :

III.3.4.1. Les paramètres physiques :

➤ La Température :

Il est important de connaître la température de l'eau parce qu'elle joue un rôle dans la solubilité des sels, la mesure de la température s'effectue dans le terrain.

La température d'une eau potable devrait être inférieur en été et supérieur en hiver à la température de l'air, donc l'eau potable a une température 10 à 20°C, voir même 25°C mais l'eau de boisson à une bonne fraîcheur sa température varie entre 9 et 12°C.

L'OMS ne recommande aucune valeur. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant, une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs par contre, une température inférieure à 10°C ralentit les réactions dans les différents traitements des eaux. (Rodier, 1984).

➤ **Conductivité Electriques (CE) :** la conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm². La conductivité électrique d'eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre (µS / cm), la norme admise par l'OMS et de 1500 µS / cm.

➤ **pH:** le pH de l'eau traduit son acidité ou son alcalinité par sa concentration en anhydride carbonique lié minéralisation totale. C'est un facteur déterminant de l'agressivité de l'eau vis-à-

vis de la canalisation et de l'action du chlore lors de la désinfection pour ces raisons, les normes préconisent un pH compris entre (6.5 – 9.22) suivant l'OMS.

➤ **L'oxygène dissous:** l'oxygène est un élément instable dans l'eau. Sa teneur est fonction de la température et de la nature de l'eau et dépasse rarement les 10mg/l. les normes de l'OMS pour l'oxygène classe bonne comprise entre 5 à 7 mg/l.

➤ **La turbidité:** la mesure de la turbidité d'une eau nous renseigne sur sa charge en M.E.S (matières en suspension) qui sont de l'argile, limon, graine silice, matière organique ..., etc.

➤ **Totale des solides dissous (TDS) :** la précipitation totale des solides dissous (TDS). Le chiffre TDS indique les milli grammes par litre des solides présents dans l'eau.

➤ **Salinité:** Teneur en sels dissous d'un soluté; généralement en désigne la proportion chlorure de sodium NaCl en solution dans les eaux.

➤ **Résidus sec:** la détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles dans eau. Il permet d'apprécier la minéralisation de l'eau.

➤ **Titre Alcalimétrique Complet (TA):** permet de connaître la teneur hydroxyde (OH^-), moitié de la teneur en carbonates CO_3^{--} et un tiers environ des phosphates présentes.

➤ **Titre alcalimétrique complet TAC:** correspond à la teneur en OH^- , CO_3^{--} , HCO_3^- pour des pH inférieures à 8.3, la teneur en ions OH et CO_3^{--} est négligeable (TA=0). Dans ce cas, la mesure du TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls. les bicarbonates sont dosage par un acide fort en présence d'un indicateur coloré.

➤ **Dureté ou hydrotimétrie(TH):** La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout dû aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, manganèse.

III.3.4.2. Les Paramètre chimiques :

➤ Potassium (K^+) :

La teneur en potassium soit presque aussi important que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l. La concentration maximale admissible selon les normes l'OMS égale a 12 mg/l.

Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Mais il est à signaler que l'excès du potassium dans le corps humain provoque une hyperkaliémie. Ses symptômes sont principalement une défaillance du cœur et du système nerveux central qui finit par un arrêt cardiaque.

Le potassium joue un rôle dans l'osmolarité des cellules et dans la transmission de l'influx nerveux. Des concentrations sensiblement plus élevées que la norme peuvent être acceptées car cet élément sous contrôle de l'hémostasie, même des variations important de la teneur de l'eau n'auraient que des effets négligeables sur la concentration de l'organisme et son excès est éliminé par transpiration, par les urines et par les selles. (Rodier, 1984).

➤ Calcium (Ca^{++}) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeure de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorure, etc.

Le calcium est composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles, Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose.

L'ostéoporose est une maladie dont les sujets ont des os extrêmement poreux, sont sujets à des facteurs qui guérissent lentement. Elle touche essentiellement les femmes après la ménopause et conduit souvent à une courbure de la colonne vertébrale et à un tassement des vertèbres de la colonne.

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium, les eaux qui dépassent 200 mg de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (l'installation de chauffage). (Rodier, 1984).

➤ **Magnésium (Mg^{++}) :**

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue 2.1% de l'écorce terrestre, son abondance géologique, sa grande solubilités, sa large utilisation industrielle (réducteur chimique batteries sèches...) font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes.

Le magnésium est par ordre d'importance le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium, il joue le rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre une rétention de sodium.

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance ; il intervient comme élément plastique dans l'os et plus de 50% du magnésium de l'organisme appartient au squelette.

Il constitue un élément activateur pour les systèmes enzymatiques, (phosphatase, catalase) pour la synthèse des protéines et pour le métabolisme des lipides.

L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans thérapeutique de la spasmophilie est bien connu.

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates).

Elément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animale, la concentration maximale admissible est 100 mg/l. (Rodier, 1984).

➤ **Chlorure (Cl^-) :**

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium et considère comme un gros inconvénient.

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l.

La norme d'OMS recommande que la teneur en chlorure (Cl^-) des eaux ne dépasse pas 350 mg/l. (Rodier, 1984 et al ; Bouziani, 2000).

➤ **Sodium (Na^+) :**

Le Sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région du globe à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques. Il est nécessaire à l'homme pour maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme. Le sodium est aussi nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Mais trop de sodium peut augmenter le risque d'hypertension artérielle.

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres prennent un goût désagréables. (Rodier, 1984).

➤ **Sulfates (SO_4^{--}) :**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variable, leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches (pyrites), des matières organiques par l'origine animale.

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation suivant ceux-ci, et selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfate dans l'eau peut entraîner des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant. La propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative est plus importante en présence de magnésium et de sodium, utilisées d'ailleurs dans le thermalisme. Les concentrations maximales admissibles en sulfates sont de l'ordre de 400 mg/l selon la norme d'OMS ; (Rodier, 1984).

➤ **Nitrates (NO_3^-) :**

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacal, nitrite...etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Toutes les eaux destinées à la consommation humaine doivent avoir une teneur en nitrate voisine ou inférieure à 50 mg/l (selon les normes d'OMS).

Si l'existence des nitrates à des doses inférieures à la norme dans l'eau donne un saveur agréable en laissant une sensation de fraîcheur.

Par contre leur excès n'a pas d'effet toxique direct (sauf à doses très élevées) les faits qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduits à une toxicité indirecte provoquant chez nourrissons, une cyanose liée à la formation méthémoglobine.

Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petites doses de nitrates, est en réalité due aux nitrites formés par la réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne, cette réduction ne se produit pas chez l'adulte car elle est contrôlée par l'acidité du suc gastrique, par contre dans l'estomac de nourrisson le liquide gastrique est insuffisamment acide, surtout chez les sujets diarrhéiques, permet la prolifération de bactéries réductrices de nitrates en nitrite. (Rodier, 1984).

➤ **Nitrites (NO_2^-) :**

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles, les nitrites sont la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et les nitrates car ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante.

Il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates. Les valeurs limitées recommandées pour les nitrites dans l'eau boisson, sont des doses inférieures à 1 mg/l pour la norme d'OMS.

Une eau renfermant une quantité élevée des nitrites (supérieure à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure. (Rodier, 1984).

➤ **Fluor (F^-) :**

Le fluor élément le plus électronégatif et par suite oxydant le plus puissant à la chimie. On considère qu'une faible teneur en fluor dans l'eau (0.4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie, des doses supérieures à 1 mg/l risquent de faire apparaître des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par des décalcifications et des chutes des dents. (Bouziani, 2000).

➤ **Hydrocarbures (CO_3^-) :**

Les hydrocarbures sont des substances qui surnagent à la surface de l'eau sous forme d'un film superficiel, ils peuvent être également émulsionnés dans l'eau ou adhérer aux particules en suspension dans le cas de contamination de réservoir ou d'un circuit de distribution d'eau par les hydrocarbures, les modifications du goût et de l'odeur de l'eau peuvent persister longtemps, rendant cette eau inutilisable durant de longues périodes.

La concentration maximale admissible a été réduite à 1 mg/l. (Bouziani, 2000).

➤ **Fer (Fe^{++}) :**

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et précipite par oxydation à l'air. Le Fer est un élément ne représentant aucun inconvénient pour l'organisme humaine, il peut, cependant à certain concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménager (tache de rouille la ligne), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0.3 mg/l de fer dans l'eau. (Bouziani, 2000; Dentelle, 2001).

Les substances chimiques dites indésirables, Sont des substances dont la présence dans l'eau est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. Plusieurs éléments sont indispensables à l'organisme humain à faible dose. (Bouziani, 2000).

III.3.4.3. Les Eléments métalliques en trace (toxique dite aussi lourds):

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm³. Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

La toxicité des métaux lourds n'est plus à démontrer. La toxicité du mercure est par exemple connue depuis l'Antiquité. La plupart du temps, les effets toxiques des métaux lourds concernent le système nerveux, le sang ou la moëlle osseuse. Ils sont généralement cancérogènes. Pour plus d'informations spécifiques sur chaque métal.

➤ **Le mercure (Hg) :**

Elément chimique connu depuis l'Antiquité, extrêmement toxique sous forme de vapeur et sous forme de sels solubles dans l'eau. Le seul métal liquide à température ambiante, brillant, blanc argenté, légèrement volatile à température ambiante, s'altère lentement à l'air et élément de transition.

Le mercure est assez peu abondant dans le milieu naturel. En l'absence de pollution, sa teneur varie entre 0,01 et 0,0001 ppm dans les roches, l'air et l'eau. On le trouve en faibles quantités à l'état pur ou combiné avec l'argent ; On le rencontre le plus souvent sous forme de sulfure dans le CINABRE de formule (HgS) son principal minéral. De couleur rouge lumineux, ce minéral est assez rare et se présente habituellement sous forme de veines dans les roches sédimentaires, le cinabre cristallise dans le système hexagonal et son clivage prismatique est parfait. Sa dureté est de 2,5 et sa densité relative de 8,1. On trouve aussi le mercure dans des composés organiques, une partie du mercure dissout se dépose dans les sédiments, la norme de potabilité donnée par l'OMS égale a 0.001 mg/l.

➤ **Plomb(Pb) :**

Il est rencontré en quantité très négligeable (non contaminées) ne dépasse pas quelques dizaines de microgramme par litre parce que le plomb est élément très toxique pour l'homme, est responsable du saturnisme et des altérations de la fertilité, les normes fixent sa CMA donnée par l'OMS et de 0.1 mg/l. (Dentelle, 2001).

➤ **Zinc (Zn⁺⁺) :**

Le Zinc est considéré comme un élément essentiel dans la nutrition humaine et animale mais la quantité ingérée par l'eau est négligeable, sa teneur dépasse rarement les 0.1mg/l, les normes fixent sa concentration maximale à 5mg/l, valeur au-delà de laquelle il confère à l'eau un désagréable goût. (Dentelle, 2001).

III.4. Normes de potabilité : Les normes sont des documents des références (établis par consensus entre divers partenaires), pour l'appréciation de la qualité de l'eau sur le plan de la sécurité sanitaire et le bien-être des populations. Elles doivent être reconnues par l'état et s'appuyer, pour leur mise en pratique, sur des textes des lois et des réglementations.

Le tableau N°III-06 ci-dessous présente quelques normes données par des différentes organisations tel que : **OA** (Organisation Algérienne), **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé), **CEE** (Commission européenne d'Eau) et **OF** (Organisation de France) sont groupés dans le tableau N°III-08.

Tableau N°III-08: Quelques normes des eaux potables

PARAMETRES	UNITE	OA	OMS	CEE	OF
pH	-	6.5 – 8.5	6.5 – 9.22	6.5 – 8.8	7 – 8.5
Conductivité	s/cmμ	1000	-	1250	2000
Dureté TH	Mg/l	350	200	100 – 350	-
Calcium Ca ⁺²	"	200	-	100	-
Magnésium Mg ⁺²	"	150	-	50	-
Sodium Na ⁺	"	200	20	100	-
Potassium K ⁺	"	20	-	12	-
Aluminium Al ⁺³	"	0.2	0.2	0.2	-
Sulfate SO ₄ ⁻²	"	400	500	250	250
Chlorures Cl ⁻	"	500	250	200	200
Nitrate NO ₃ ⁻	"	50	50	50	50
Nitrite NO ₂ ⁻	"	0.1	0.2	0.1	-
Ammonium NH ₄ ⁺	"	0.5	0.2 – 0.3	0.5	-
Argent Ag ⁺²	"	-	-	0.01	-
Baryum Br. ⁺²	"	-	-	0.1	-
Chrome Cr ⁺²	"	-	0.05	0.05	-
Cuivre Cu ⁺²	"	-	0.05	0.05	0.05
Fluorure F ⁻	"	1.5	1.5	1.5	1.5
Fer Fe ⁺²	"	0.3	0.1	0.3	0.1
Mercure Hg ⁺²	"	-	0.001	0.001	0.001
Phosphate PO ₄ ⁻³	"	0.5	-	2	0.3
Plomb Pb ⁺²	"	-	0.05	0.005	0.05
Zinc Zn ⁺²	"	-	3	2	-
Manganèse Mn ⁺²	Mg/l	-	0.05	0.05	0.05
Cadmium Cd ⁺²	"	-	0.003	0.05	0.005

III.5. Qualité physicochimique des eaux distribuées a la ville d'el oued pour l'AEP :

Les eaux d'AEP de la ville d'El Oued sont pilotée par l'ADE, nous allons évaluée la qualité de ses dernières selon les analyses faites en 2010 et en 2011 qui nous on était octroyée lors de notre visité au laboratoire de l'ADE.

III.5.1. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2010 :

Les analyses physicochimiques recueillies de l'ADE en septembre 2010 pour les 06 forages alimentant la ville d'El Oued : **Chouhada, Route Touggourt, Chouhada Froid, Chott, Naourra et Sidi Mestour**; montre se qui suits:

- La température varie dans les vingtaines pour les eaux de Pontien est les soixantaines pour l'Albien a la sortie du forage.
- Le pH oscille de 7.03 à 7.5 c.à.d. il est dans les normes.
- La conductivité dépasse les normes plus que 03 fois dans certain forages tel que le forage Chouhada Froid, Forage Naoura, chotte et Sidi Mestour, ou elle atteint de 4050 a 4350 $\mu\text{s}/\text{cm}$ on notant que les normes exige 1250 $\mu\text{s}/\text{cm}$ comme limite de la CEE.
- La NTU, l'eau dans les deux nappe est peut turbide ou il varie de 0.142 à 1.05 en sachant que les normes peut allez jusqu'à 05NTU.
- Les normes de l'OMS pour l'oxygène dissous est de 08 ‰ au moment ou l'eau de notre zone d'étude est de 78.73 à 201.467.
- La salinité varie entre 2.1 ‰ et 2.3‰ pour les forages de Pontien quant aux forages de l'albien elles sont de 1.4‰.
- Le résidu sec dépasse les normes dans tous les forages" de 2170 à 3023mg/l" a part à Sidi Mestour ou il est de 1344mg/l.
- Le calcium dépasse d'un forage à un autre les normes de 228 à 290 mg/l.
- Le TH qui à pour norme 500mg/lCaCO₃ oscille de 820 à 1400mg/lCaCO₃ plus que 03 fois les normes environ.
- Le magnésium est dans les normes pour tous les forages sauf pour forages El Naourra ou il attient 180 mg/l.

III.5.2. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2011 :

Les analyses physicochimiques recueillies de l'ADE en janvier 2011 pour les 05 forages alimentant la ville d'El Oued : Chouhada, Route Touggourt, château d'eaux 19 Mars, forage 08 Mai et Château d'eau 400 logts ; montre que:

- La température des nappes Pontien varient entre 23.1°C et 26.7°C ; quant à l'Albien sa valeur 60.2°C et 60.5°C, ce qui correspond a cette nappe (60°C - 70 °C).

- Le pH sur toutes les nappes varient entre 7.15 et 7.82. il est dans normes (6.5- 8.5).
- Tous les forages sont caractérisé par une conductivité élevé varie entre 2520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 3920 $\mu\text{S}/\text{cm}$ qui dépasse les normes admises et on remarque un taux élevé de TDS et salinité.
- Les résidus secs varient entre 2610 mg/l et 2900 mg/l au moment ou les normes exigent 2000mg/l valeur plafond.
- La dureté dans toutes les forages varient entre 871 mg/l et 1900 mg/l qui dépassant la norme.
- La teneur en calcium varie entre 264.52 et 316.36 mg/l dépassant la norme qui est de 200 mg/l.
- Le magnésium, ses teneurs dépasse les normes sur quelques forages, l'Albien 400 logts 158.59 mg/l et d'autre sont inférieurs à ces dernières Université tekssept 89.928 et 19 Mars 63.19 mg/l et Albien Chouhada 32.81 mg/l.
- Les concentrations en chlorures dans les forages varient entre 547.33 mg/l et 1035.22 mg/l dépassant les normes(supérieur a500 mg/ l).
- L'ammonium qui est un paramètre de pollution est présent dans les eaux des nappes, à des taux acceptables (dans la norme $\geq 0.5\text{mg/l}$) qui varie entre de 0.013mg/l à 0.136 mg/l, la même remarque pour les nitrates qui varie de 0.318 jusqu'au 19.365(dans la norme $\geq 50\text{mg/l}$).

Après avoir interprété les données physicochimiques et bactériologiques des eaux d'AEP d'El Oued nous constatons que l'eau est de bonne qualité bactériologique vue quelle est d'origine souterraine ce qui minimise les risques de contamination à la sortie de forage de plus la majors totalité de l'eau de consommation a une température très élevée arrivant même a 60°C .

Par contre de point de vue minéralogique nous avons une concentration très importante en sel et minéraux qui dépassent énormément les normes mondiales de la santé(OMS),parfois même 4 à5 fois les normes ce qui veut dire que ces eaux sont non potable car toute concentration élevée dépassant les normes peut nuire a la santé humaine à cours ou à long terme et ne peut être utilisé que pour l'industrie, l'agriculture résistante à l'eaux agressive et les travaux ménagère et non pas à la consommation directe de l'être humain.

Donc nous devant chercher une eau respectant les normes mondiales de la santé pour assuré l'AEP de la ville d'El Oued, d'ou la question se pose : es que l'eau de dessalement qu'assure les déférentes stations de la ville est de bonne qualité physicochimique?

Conclusion :

- Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, l'eau au Sahara demeure un facteur primordial de tout développement des activités humaines.
- Les eaux souterraines sont contenues dans des aquifères de natures très variées, définies par la porosité et la structure du terrain. Ces paramètres déterminent le type de nappe et le mode circulation de l'eau.
- La nature géologique du terrain a une influence déterminante sur la composition chimique de l'eau. A chaque instant s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau.
- Suivant le terrain d'origine, les eaux souterraines peuvent contenir des éléments dépassant les normes de potabilité. Notamment dans notre cas le Fer, le Manganèse, chlorures, calcium, le l'H₂S, le Fluor... Toutes ces eaux présentant ces dépassements doivent être traitées avant distribution.
- Ce n'est pas parce qu'un élément chimique est d'origine naturelle qu'il ne sera pas nuisible pour l'Homme ou pour les espèces vivantes des milieux superficiels en contact avec les eaux souterraines.
- Il faut chercher une eau respectant les normes universelles de la santé pour assuré l'alimentation en eau potable de la ville d'El Oued.

CHAPITRE IV

Adéquation besoins ressources

IV.1 .Introduction :

Au cours des dernières années, la croissance démographique accélérée qu'a connue la région d'El Oued a induit une expansion des centres urbains par conséquent un accroissement de la demande en eau dû à l'apparition de nouveaux modes de vie ainsi que l'extension du périmètres irrigables dans un climat aride ont aboutis à la consommation excessive de l'eau, alors que les ressources sont limitées et parfois non renouvelables dans cette région en absence d'une bonne gestion de la ressource.

Dans ce chapitre, nous allons examiner la concordance des besoins de chaque secteur et la disponibilité de la ressource.

IV.2. Capacité exploité des ressources hydrique pour l'alimentation en eau potable :

IV.2.1. Les Forages :

Les ressources en eau actuellement exploitées pour l'alimentation en eau potable de la ville d'El Oued sont situées au niveau même de l'agglomération et sont composés de 16 forages présentées dans le tableau N°IV-09):

- ✓ 3 forages de type artésien, profonds d'environ 1 850 m, qui sollicitent l'aquifère Albien
- ✓ 13 forages, moins profonds (274m à 345m), qui sollicitent l'aquifère Pontien.

Tableau N°IV-09: Liste des sites de production de la Ville d'El Oued A.D.E ,2014

Type	Désignation	Débit ¹	soit	En m ³ /j
Forages sollicitant l'aquifère Albien (prof : ≈ 1 850 m)	Forage Chouhada	100 l/s (6,2 bars)	100 l/s	8640
	Forage Route de Tougourt	100 l/s (7,4 bars)	100 l/s	8640
	19 Mars	160 l/s	160 l/s	13824
Forages sollicitant l'aquifère Pontien (prof : 274 m à 345 m)	Forage Chouhada	7,2 l/s	252 l/s	21773
	Forage 300 Logements	22 l/s		
	Forage 8 mai	25 l/s		
	Forage Chott	20 l/s		
	Forage Sidi Mestour	20 l/s		
	Forage Naoura	5 l/s		
	19 Mars	22 l/s		
	Université	22 l/s		
	Bouhmid 01	22 l/s		
	Bouhmid 02	22 l/s		
	Tiksebt-Ouest	22,8 l/s		
	Ennassim	22 l/s		
	Nadour	20 l/s		
TOTAL		612 l/s	612 l/s	52877

La capacité de production d'eau potable à partir des 16 forages est estimée donc à **52877 m³/j**, ces forages fonctionnent sur 22/24h pour les Pontien et en continu 24/24h pour les albiens.

Remarque : Les eaux prélevées ne subissent aujourd'hui aucun traitement correctif.

IV.2.2. Fonctionnement des forages et stockage :

IV.2.2.1. Forage du Pontien (13) :

Chaque château d'eau dispose d'un forage du Pontien situé à proximité, qui l'alimente sauf le château d'eau "19 Mars". Aujourd'hui, la plupart du temps les forages refoulent directement dans les réseaux de distribution.

Le forage Nadour ou 08 Mai n'a pas de château d'eau refoule directement dans les réseaux de distribution.

IV.2.2.2. Forages de l'Albien (3) :

La production des 03 forages de l'Albien (environ 70% de la production totale), permet d'alimenter 4 châteaux d'eau au total, à savoir :

- ✓ Le forage de la Route de Touggourt dessert alternativement :
 - Le château d'eau des 300 Logements (durant 12 h),
 - Le château d'eau El Gara (durant 12 h) et les quartiers S. Abdallah (en direct),
- ✓ Le forage Chouhada dessert alternativement :
 - Le château d'eau de la cité Chouhada ,
 - Le château d'eau de la cité 19 Mars.

Les ouvrages sont parfois by-passés. Des piquages sur les conduites d'adduction ont été effectués.

D'après l'Exploitant, le réseau d'El Oued est découpé en plusieurs secteurs :

- ✓ Secteur Chott : alimenté par le réservoir Chott et le forage Nadour ;
- ✓ Secteur Nadour : alimenté par le forage Nadour ;
- ✓ Secteur Touggourt : alimenté par le forage albien Touggourt ;
- ✓ Secteur 300 Logements : alimenté par le forage albien Touggourt et le pontien 300 Logements ;
- ✓ Secteur 19 Mars : alimenté par le forage albien Chouhada ;
- ✓ Secteur Sidi Mestour : alimenté par le forage Sidi Mestour ;
- ✓ Secteur Chouhada : alimenté par les forages albien et Pontien Chouhada ;
- ✓ Secteur Naoura : alimenté par le forage Pontien Naoura.

Tous ces secteurs sont interconnectés. Les forages alimentent régulièrement les réseaux en direct. Ce mode de fonctionnement a pour incidence directe :

- ✓ d'arrêter la distribution en sortie de certains réservoirs pour permettre leur remplissage ;

- ✓ de modifier en permanence les régimes de pompage au niveau des forages qui varient en fonction de la demande.

IV.3. Examen des besoins en eau :

L'objet de cette partie est de dresser le bilan entre les besoins actuels et futurs (horizon 2030) et les ressources identifiées, en vue de proposer un programme d'actions concernant la disponibilité des ressources en eau.

IV.4. Estimation des besoins actuels et futurs :

L'estimation des besoins présentée ci-après est issue de l'Etude Socio-économique réalisée dans le cadre de cette étude.

IV.4.1. Définitions :

On désigne par « besoins », la somme :

- ✓ de la « consommation » des abonnés, également désignée par « demande en eau » ou « dotation hydrique » ;
- ✓ des pertes physiques.

Les besoins correspondent donc aux volumes à produire et à injecter en tête de réseaux.

Dans les calculs, les pertes sont traduites par le rendement qui correspond au ratio suivant (%) :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Consommation}}{\text{Besoins}} (\%)$$

IV.4.2. Consommations :

Les usages identifiés sont :

- ✓ la consommation de type domestique (principal usage) ;
- ✓ la consommation de l'administration et des équipements.

Les industries disposent a priori de leurs propres ressources en eau (leur forage).

IV.4.3. Méthode de calcul retenue :

La consommation a été estimée sur la base des hypothèses suivantes :

- ✓ les projections de population.
- ✓ consommation domestique : 180 l/j/hab.

- ✓ consommation pour l'Administration, le Commerce et l'Industrie (petite industrie) : 20% de la consommation totale.

IV.5. Estimation de la population actuelle et future et de leur besoin :

La population actuelle et future a été estimée sur la base :

- ✓ du recensement de 1998 ;
- ✓ des taux de croissances, à savoir :
 - +2,1% par an entre 1998 et 2010,
 - +1,9% par an entre 2010 et 2020 (nous avons retenu ce taux également pour l'estimation de population aux horizons 2025 et 2030).

IV.5.1. Résultats :

Les résultats sont synthétisés dans le tableau N°IV-10.

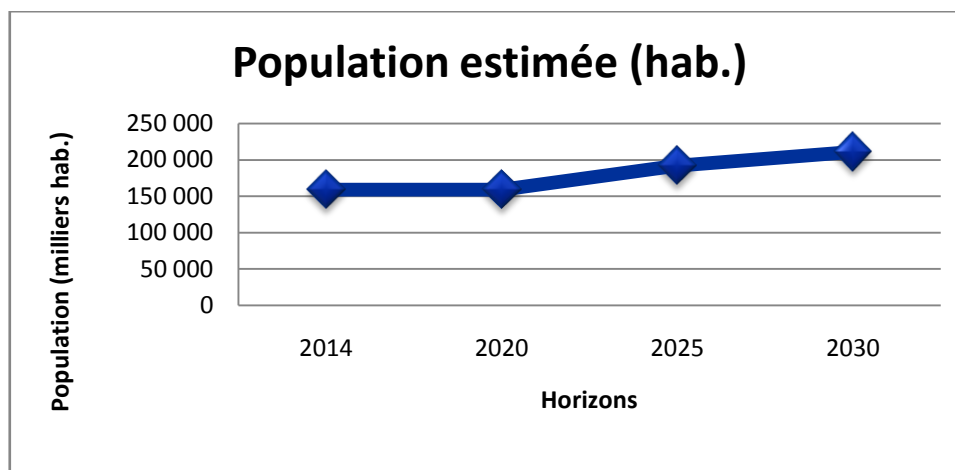
Tableau N°IV-10: Estimation de la population et des consommations du chef lieu

Désignation	2014	2020	2025	2030
Population estimée (hab.)	159 000	175 000	192 000	211 000
Consommation domestique (m³/j)	23 850	26 250	28 800	31 650
Consommation de l'Administration, du Commerce et de l'Industrie (m³/j)	5 970	6 570	7 200	7 920
Total en m³/j	29 820	32 820	36 000	39 570
	345,13 l/s	379,86 l/s	416,66 l/s	457,98 l/s

$$P_f = p_0(1+T)^n$$

IV.5.1.1. Présentation de l'évolution de la population retenue :

Figure N° IV-12: Hypothèses d'évolution de la population



L'augmentation de la population entre 2014 et 2030 s'élève à 56%.

IV.6. Prise en compte des pertes des réseaux :

Deux hypothèses de rendement sont prises en compte :

- ✓ hypothèse basse : conservation d'un rendement faible (55% puis 60%) ;
- ✓ hypothèse haute : amélioration des rendements jusqu'à 80%.

Ces hypothèses diffèrent de celle présentée dans l'Etude Socio-économique, cette dernière nous paraissant trop optimiste.

Les 2 scénarios de réduction des pertes pris en compte dans le calcul des besoins sont synthétisés dans le tableau N°IV-11.

Tableau N°IV-11: Hypothèses de rendement prises en compte pour le calcul des besoins, D.R.E

Désignation	2014	2020	2025	2030
Hypothèse haute	65%	70%	75%	80%
Hypothèse basse	60%	60%	60%	60%

Nota : l'hypothèse de rendement " haute " se traduit par l'hypothèse de besoins " basse " et inversement.

IV.6.1. Besoins actuels et futurs :

Deux niveaux de besoins sont proposés :

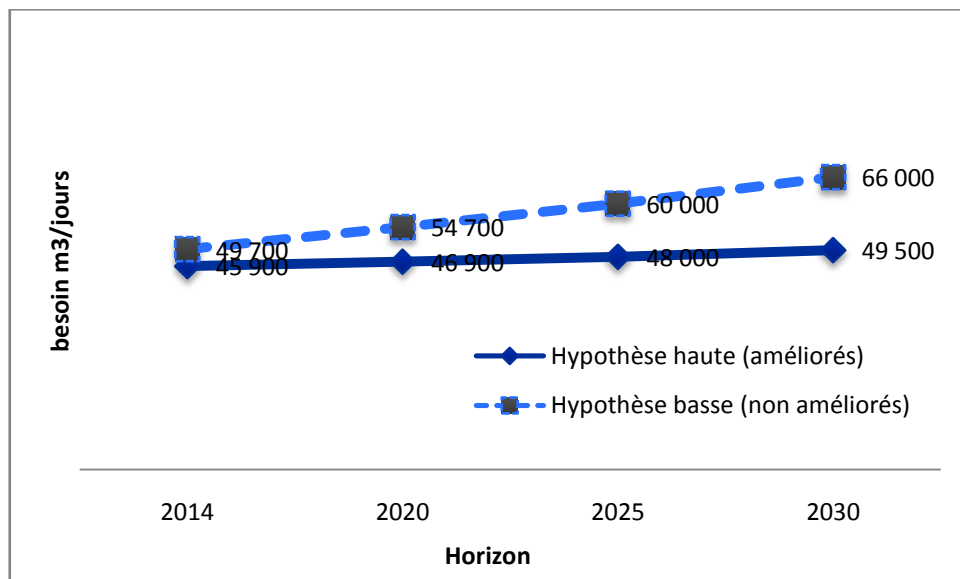
- ✓ les besoins du jour moyen (m^3/j) ;
- ✓ les besoins du jour de pointe (m^3/j).

IV.6.2. Besoins du jour moyen :

Tableau N°IV-12: Besoins actuels et futurs journaliers moyens (m^3/j)

Hypothèses de Rendements	Besoins journaliers en m^3/j			
	2014	2020	2025	2030
Hypothèse haute (améliorés)	45 900	46 900	48 000	49 500
Hypothèse basse (non améliorés)	49 700	54 700	60 000	66 000

Figure N° IV-13: Besoins actuels et futurs journaliers moyens (m^3/j)



L'examen du graphe et du tableau ci-dessus met en évidence l'importance de réduire les pertes des réseaux. En effet, l'augmentation des rendements de réseaux permettrait de couvrir en partie l'augmentation des consommations.

IV.6.3. Besoins du jour de pointe :

Les besoins du jour de pointe ont été calculés selon la relation suivante : $B_{JP} = \frac{\text{Conso} \times K_{JP}}{\text{Rendement}}$

Le coefficient du jour de pointe retenu est égal à 1,5. Il s'agit d'une valeur habituellement retenue localement.

Tableau N°IV-13: Besoins du jour de pointe (pour $K_{JP} = 1,5$)

Hypothèses de Rendements	Besoins journaliers en m^3/j			
	2014	2020	2025	2030
Hypothèse haute	59 670	60 970	62 400	64 350
Hypothèse basse	64 610	71 110	78 000	85 800

IV.7. Identification des ressources actuelles et futures :

Les sites de production actuels concernent :

3 forages dans l'aquifère Albien.

13 forages dans l'aquifère Pontien.

IV.8. Calcul par secteur :

Au préalable, le tableau suivant présente les besoins établis par secteurs de distribution (selon la sectorisation) :

- ✓ consommation domestique : 180 l/j/hab ;
- ✓ consommation des équipements : 20% de la consommation totale ;
- ✓ rendement :
 - Améliorés (besoins hypothèse basse) : 55% en 2014 à 80% en 2030,
 - Non améliorés (besoins hypothèse haute): 55% en 2014 puis 60% jusqu'en 2030.

Tableau N°IV-14: Besoins par secteurs et par horizon

Secteurs	Scénarios de besoins		2015	2020	2025	2030
NADOUR	Population (hab.)		19 000	21 500	23 450	25 400
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	5 490	5 760	5 870	5 960
		Hypothèse haute	5 940	6 720	7 330	7 940
CHOTT	Population (hab.)		12 350	13 500	16 250	19 000
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	3 570	3 620	4 070	4 460
		Hypothèse haute	3 860	4 220	5 080	5 940
SIDI MESTOUR	Population (hab.)		13 800	15 000	16 700	18 400
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	3 990	4 020	4 180	4 320
		Hypothèse haute	4 320	4 690	5 220	5 750
CHOUHADA	Population (hab.)		21 100	23 000	24 000	25 000
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	6 090	6 170	6 000	5 860
		Hypothèse haute	6 600	7 190	7 500	7 820
19_MARS	Population (hab.)		20 000	22 500	23 950	25 400
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	5 770	6 030	5 990	5 960
		Hypothèse haute	6 250	7 040	7 490	7 940
RTE TOUGGOUR T	Population (hab.)		22 500	24 000	26 000	28 000
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	6 500	6 430	6 500	6 570
		Hypothèse haute	7 040	7 500	8 130	8 750
NAOURA	Population (hab.)		7 500	9 500	12 950	16 400
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	2 170	2 550	3 240	3 850
		Hypothèse haute	2 350	2 970	4 050	5 130
GARA	Population (hab.)		21 750	23 500	25 750	28 000
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	6 280	6 300	6 440	6 570
		Hypothèse haute	6 800	7 350	8 050	8 750
300 LOGTS	Population (hab.)		21 000	22 500	23 950	25 400
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	6 060	6 030	5 990	5 960
		Hypothèse haute	6 570	7 040	7 490	7 940
Total	Population (hab.)		159 000	175 000	193 000	211 000
	Besoins (m ³ /j)	Hypothèse basse	45 920	46 910	48 280	49 510
		Hypothèse haute	49 730	54 720	60 340	65 960

IV.8.1. Mise en œuvre :

Préalablement, il sera indispensable de réaliser des études préalable portant sur :

- ✓ la disponibilité réelle aujourd'hui des forages albiens.
- ✓ la faisabilité d'exploiter l'usine prévue (approvisionnement en réactif, gestion des résidus du traitement).

La répartition géographique des forages (Albien et Pontien), la qualité respective des aquifères, leur productivité et la configuration des réseaux, nous ont conduits à proposer 2 sites de traitement. Par ailleurs, ces installations à 2 horizons : source : A.D.E. 2010

✓ **à court terme (2010) :**

Construction d'une usine dite Usine Sud :

- capacité : **20 000 m³/j d'eau traitée** (pour un apport d'eau brute correspondant à la production annoncée aujourd'hui pour les 3 forages soit 31104 m³/j 360 l/s pour chacun des forages).
- alimentation : par les 03 forages albiens actuels.

✓ **à moyen terme (2010 à 2015) :**

Renforcement de la station précédente (Usine Sud) :

- capacité (à terme): **35 000 m³/j d'eau traitée (soit 15 000 m³/j supplémentaires)**
- alimentation : recherche et création de nouveaux forages Pontien représentant environ 252 l/s.

construction d'une usine dite usine Nord :

- capacité : **15 000 m³/j d'eau traitée**
- alimentation : par les forages Pontien actuels (Sidi Mestour, Chott, Nadour, soit 5184 m³/j).

✓ **à long terme (2015 à 2030) :**

Cet horizon est la résultante des travaux des horizons précédents, à savoir :

- Réalisation de l'usine Sud entre 2014 et 2010 et la mettre en service à parti de 2010.
- Extension de l'usine Sud et réalisation de l'usine Nord entre 2010 et 2015 et les mettre en service à partir de 2015.
- Fonctionnement avec les deux usines de 2015 à 2030.

Les capacités de production annoncées à court terme et à plus long terme appellent les commentaires suivants :

- ✓ à court terme, il n'est pas prévu de combler le déficit par la mise en place d'une station de traitement Sud mais bien de permettre la distribution d'une eau de qualité conforme à la réglementation ; après la mise en place de la première usine, il est donc prévu :

D'effectuer la distribution de l'eau traitée sur la totalité des réseaux, par secteur, avec un rationnement estimé à une desserte 1 jour sur 2 ;

De mettre à l'arrêt les forages du Pontien ; ils seront néanmoins entretenus afin qu'ils puissent être remis en service lorsque la seconde usine sera mise en service,

- ✓ à moyen terme, les capacités de traitement proposées sur les 2 sites (35 000 m³/j et 15 000 m³/j) permettront de couvrir tous les besoins, mais dans le scénario où les pertes des réseaux auront été réduites (rendement porté à 80%) ; en effet, il ne nous paraît inconcevable de surdimensionner les installations de traitement pour couvrir les pertes des réseaux.

IV.9. Bilan Besoins/Ressources:

Le bilan en situation actuelle et future, entre les besoins estimés et les différentes ressources identifiées.

L'examen du bilan Besoins/Ressources fait apparaître :

- ✓ **un déficit qui pourrait être en partie comblé à court terme selon la productivité des 03 forages en cours de réalisation.**
- ✓ **un maintien du déficit actuel, si le rendement est amélioré, la réduction des pertes permettant de compenser l'augmentation des consommations.**

Ce bilan quantitatif sera également rapproché des aspects qualitatifs propres aux ressources exploitées (entartrage).

IV.9.1. Examen des capacités de stockage :

L'examen de la capacité de stockage actuelle (6500 m³) et des besoins estimés (8312 m³/j) a mis en évidence :

- ✓ **une capacité représentant un peu moins de 15% des besoins journaliers de la Ville.**
- ✓ **un déficit de stockage global estimé à 17 000 m³ (50% des besoins d'une journée).**

Conclusion :

Compte tenu de la rapidité de la croissance de la demande en eau dans la région d'El Oued, il est indispensable de poursuivre l'effort d'équipement déjà entrepris, et en particulier :

- D'engager les études préalables de confirmation des solutions,
- De mettre en place un suivi annuel de l'évolution de la demande et des ouvrages réalisés pour assurer une mise à jour permanente de ce schéma directeur.

Il faut prévoir diverses solutions à l'horizon 2030 pour permettre de répondre à l'évolution des besoins. Dont les principaux objectifs sont :

- Augmenter la capacité de production d'eau potable pour combler le déficit a cet horizon,
- Le renforcement des installations et les infrastructures de stockage existantes pour combler déficit de stockage,
- Améliorer le rendement et la capacité de transfert du réseau d'adduction tout en augmentant la sécurité de ce transfert (réparations des fuites, rénovation des tançons endommagés et renforçant le maillage,
- Améliorer la gestion on précipitant la mise en place et l'utilisation du système de télégestion des équipements et d'un SIG.

CHAPITRE V

Caractérisation de la qualité

Conclusion général

Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, l'eau au Sahara demeure un facteur primordial de tout développement des activités humaines.

Pour la quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible, se distingue par d'importantes ressources en eau souterraines et ca grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara Septentrional). Le système aquifère d'El-Oued est constitué de trois nappes de natures très variées : nappe libre (phréatique), et deux nappes captives (nappe de complexe terminal et nappe de continentale intercalaire). La porosité et la structure du terrain définies et déterminent le type de nappe et le mode circulation de l'eau.

Pour la qualité des eaux destinées pour l'Alimentation en Eau Potable et même pour l'irrigation se pose avec finesse dans l'ensemble des régions sahariennes et particulièrement dans la région de Souf.

Du point de vu qualité physicochimique (salinité) est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau, notamment souterraine. La minéralisation de l'eau varie entre 1 et 2g/l de résidu sec et peut atteindre les 5g/l.

La Salinisation secondaire de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent presque impropre à la consommation et dés fois même à l'irrigation.

Les eaux des forages albiens comme celles des forages Pontien sont des eaux très dures, fortement minéralisées, chargées en chlorures (Cl^-), en sulfates (SO_4^{--}), calcium (Ca^{++}), le Manganèse (Mg^{++}), en bicarbonates (HCO_3^-) et présentes des dépassements des normes de potabilité très importante.

La différence entre les deux ressources tient aussi d'une part à la température de 60°C en tête de puits pour l'albien et de 30°C pour le Pontien, d'autre part à la minéralisation et de 1,6 g/l pour l'albien et de 2,1 g/l pour le Pontien et a compagnie une conductivité électrique très importante.

En effet, la qualité des eaux destinées pour l'irrigation subit également une dégradation surtout par l'augmentation de la salinité, qui a une influence directe sur l'évolution des sols, le choix des aptitudes culturales et le rendement des cultures.

Du point de vu concordance des besoins de chaque secteur et la disponibilité de la ressource, une capacité de stockage actuelle de 6500 m³ et des besoins estimés à 8312 m³/j a mis en évidence : Une capacité représentant un peu moins de 15% des besoins journaliers de la Ville, un déficit de stockage global estimé à 17000 m³ (soit 50% des besoins d'une journée).

Dans l'ensemble ces eaux présentent des dépassements de normes dans les éléments physicochimiques, donc cette eau doit subir un traitement avant sa distribution pour l'alimentation eau potable de la ville d'El Oud ou il faut chercher une eau respectant les normes universelles de la santé pour assuré une bonne alimentation en eau potable de la ville d'El Oued.

Par conséquent, cette étude devra, éventuellement, être suivie par d'autres études complémentaires, qui seront financées par l'administration, notamment dans un objectif de fourniture une eau potable salubre.

Références bibliographiques

- AFNOR., [1979]. Recueil de normes françaises. Eaux, méthodes d'essais.
- Belkiri .L [2011]. Étude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel-Est Algérien. Thèse doctorat en sciences Option Hydraulique.
- Brinis. N, [2010]. Caractérisation de la salinité d'un complexe aquifère en pays aride Cas de l'aquifère d'el-outaya Région nord-ouest de Biskra, Algérie. Thèse doctorat ès sciences en Hydraulique, Université Mohamed Kheider-Biskra,
- Bouroche J.M., Saporata G., [1980]. *L'analyse des données*. 1^{er} édition. Presses Académique de France. Paris, 127 p.
- Dagnélie P., [1970]. *Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques* (vol. 2). Gembloux, Pesses agronomiques, 451 p.
- Dagnélie P., [1986]. *Analyse statistique à plusieurs variables*. Gembloux, Pesses agronomiques, 362 p.
- Dagnélie P., [2006]. *Statistique théorique et appliquée*. Tomme 2 : Inférences à une et à deux dimensions. Bruxelles-université DE BOECK et LARCIER : 659 p.
- Hayter J. [1980]. Trace elements: implications for nursing, *Journal of advanced nursing*, 5(1):91-101.
- Hébert, S. et S. Légaré, [2000]. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 annexes.
- Mézédjri L., [2008]. Modélisation de l'Impact de la Pollution Industrielle Hydrique dans le Golfe de Skikda (Littoral Est algérien) Thèse Doctorat ès Sciences de la Mer, Université Badji Mokhtar Annaba
- Minitab [2011]. software statistique, version 16 pour Windows.
- OMS [1998] Deuxième édition, Additif au Volume 1, ISBN 92 4 254514 7, Recommandations, 1998.
- Palm R., [1998]. L'analyse en composantes principales: Principes et applications. *Notes stat. Inform.* (Gembloux) 98/2, 33 p.
- Palm R., [2000]. L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique discriminante : principes et applications. *Notes stat. Inform.* (Gembloux) 2000/1, 40 p.
- Rodier, [1996]. *L'analyse de l'eau*. 8^{ème} Ed. Dunod. Paris.
- Rodier, [2009]. *L'analyse de l'eau*. 9^{ème} édition Ed. Dunod. Paris.

Sites Web Consultes :

1. WWW.OMS.COM.
2. WWW.FAO.Org
3. WWW.MRE.gou.dz (Ministère Des Ressource D'eau)

Autres documents consulté :

- Norme Européenne NF EN ISO 19458 Novembre 2006 "Qualité de l'eau - Echantillonnage pour analyse microbiologique ".

- Norme Européenne NF EN ISO/CEI 17025 Septembre 2005 "Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais".
- Recommandations et exigences relatives au prélèvement de l'eau applicables dans le cadre des programmes 100-1 et 100-2.

- [A.D.E]: Algérienne Des Eaux Wilaya d'EL-Oued.
- [A.N.R.H] : L'agence National des Ressources Hydriques.
- [D.R.E]: Direction des ressources en eau.
- [O.N.S]: Office National des Statistiques.
- [O.N.A]: Office National d'Assainissement.
- [O.N.M] : Office National Métrologique.