



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لاجضر - الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de biologie

N série:.....



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Envue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences

biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

THEME

**Contribution d'un SIG à la gestion des ressources
en eaux souterraines: Cas de la vallée de Oued Souf.**

Présentées

M^{elle} ATIK NACER FATIMA ZOHRA

M^{elle} DJARALLAH SALIHA

Devant le jury composé de :

Président: BOUSBIA BRAHIM AIDA

M.A.A, Université'ElOued.

Examineurs: ALBED SOUMIA

M.A.B, Université'ElOued.

Promoteur : MERABET SOUMIA

M.A.A, Université'ElOued.

Année universitaire : 2016/2017

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	page
1	Recapulatif des systèmes d'El-Oued	9
2	Création de la base de données	27
3	Les champs de la table attributaire de la couche population.	32
4	Les champs de la table attributaire de la couche forage.	34

LISTE DE FIGURE

Figure	Titre	page
N°1	Situation géographique de la région d'étude.	4
N° 2	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara	4
N° 3	Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement de la nappe	7
N° 4	Les précipitations moyennes mensuelles	10
N° 5	Les températures moyennes mensuelles	11
N° 6	La vitesse moyenne mensuelle des vents (km/h)	11
N°7	L'évaporation moyenne mensuelle.	12
N° 8	L'Humidité relative mensuelle	12
N° 9	La durée moyenne mensuelle d'insolation en heures.	13
N° 10	Affichage de la carte de population	14
N°11	Diagramme Ombrothermique d'OUED SOUF	15
N° 12	Vue globale du système	26
N° 13	L'interface ArcMap	28
N° 14	L'interface ArcCatalogue	29
N° 15	L'interface ArcToolbox	29

N° 16	Affichage de la population	33
N° 17	Affichage de la carte des forages du complexe Intercalaire(CI)	35
N° 18	Affichage de la carte des forages du complexe terminal(CT)	35
N° 19	Affichage de la carte des forages du complexe terminal(CT) avec les différentes caractéristiques des forages	36
N° 20	Affichage de la carte de l'assainissement	36
N° 21	Affichage des résultats de la requête	37
N° 22	La longueur de réseau d'assainissement collectif	38
N° 23	Représentation en secteurs	38
N° 24	Représentation en surfaces	39

Sommaire

Dédicaces	
D. Climagramme d'Emberger	
Résumés	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	
CHAPITRE I. PRESENTATION LA REGION D'ETUDE	
I.1.Situation géographique	3
I.2.Le sol	5
I.3.Relief	5
I.4.1.Les accumulation sableuse	5
I.4.2.Plateaux rocheux:	5
I.4.3. les dépressions	6
I.4.Topographie	6
I.5.Ressources hydriques	6
I.5. 1. Ressources en eau dans la wilaya d'El-Oued	6
A.Nappe phréatique	7
B.Nappe du complexe terminal " C.T "	8
C .Nappe du Continental Intercalaire	8
I.6. Les factures climatique	9
I.6.1.Précipitation	10
I.6.2.La température	10
I.6.3.Les vents	11
I.6.4. Evaporation	12
I.6.5.L'Humidité relative	12
I.6.6.Insolation	13
I.6.7. Synthèse climatique	13
A. Indice d'aridité	13
B.Application numérique	14
C. Diagramme pluviothermique	14

D.Applications environnementales	15
II.7.La gestion des ressources en eaux par le SIG	16
I.7.1.La remontée des eaux de la nappe phréatique :	16
I.7.2. Principaux causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique :	16
a. ArcMap	17
b. ArcCatalogue	17
c. ArcToolbox	17
CHAPITRE II. SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES	
II.1.Historique	19
II.2.Définitions	19
II.3. Composantes d'un SIG	20
II.3.1.Les matériel	20
II.3.2.Les données	20
II.3.3.Les utilisateurs	20
II.3.4.Les territoires	20
II.3.5. Les logiciel	20
II.4.Objectif du SIG	20
II.5.Fonctionnalité des SIG	21
II.5.1.Acquisition des données	21
II.5.2.L'archivage des données	21
II.5 .3.Stockes des données	22
II.5.4.Création des données	22
II.5.5.traitement des données	22
II.6.Domaines d'application	22
II.7.La gestion des ressources en eaux par le SIG	23
CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES	
III.1. Elaboration d'une base de données relationnelles	26
III.2. Système de référence	27
III.1.1. Les données; origine et mode d'acquisition	28
III.1.2. Le Logiciel utilisé	30
III.1.3. Informatisation des données	30
CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS	
IV.1. Les différentes couches thématiques	32
IV.1.1 – La couche « POPULATION »	32

IV.1.2 – La couche « FORAGES »	33
IV.1.3 – La couche « ASSAINISSEMENT»	36
IV.1.4. La couche « NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE »	36
IV.2 – Les requêtes	37
IV.2.1. – Requête « Couche de Population »	37
IV.2.2. Requête « Couche ASSAINISSEMENT»	38
IV.3. Représentations graphiques	39
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumés et Mots clés	

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie:

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui ma apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A mon cher père qui ma appris le sens de la persévérance tout au ong de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements.

A mes soeurs et frères

A toute ma famille, proche ou éloignée

A mes amis.

LISTE ABREVIATION

ANDI: agence national de développement de l'investissement

ANRH: agence nationale des ressources hydraulique

INCT: Institut nationale de cartographie et de télédétection

DPSB: direction de la programmation et du suivi budgétaire

DRH: direction des ressources hydriques

ADE: algérienne des eaux

ONA: l'office nationale d'assainissement

ANRH: agence nationale des ressources hydrique

FICCDC: Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography (1988)

SIG: système d'information géographique

ONS: office national des statistiques

CT: Complexe terminal

CI: Continental Intercalaire

CNIG: centre national d'information géographique

SIGEA: Systèmes d'Information Géographique pour l'Enseignement Agricole

DSA: Direction des Services Agricoles

POP: population

POP M: population masculine

POP F: population féminine

LOG: longment

TOL: le taux d'occupation du longment

ANN REAL: l'année de la réalisation de forage

ANN MIS : l'année de mise en service de forage

NIVEAU DYN: niveau dynamique

NIVEAU ST: niveau statique

PROF-m: profondeur nappe en m

CE ms-cm: la conductivité électrique des eaux de forage ms/cm.

Pop- 2013-f : la population féminine de chaque commune

Résumé

Cette étude préliminaire a pour objet d'essayer de développer un outil d'aide à la prise de décisions et à la simulation de la gestion des ressources d'eaux sous forme d'un système d'information géographique dans la vallée de Oued Souf, là où les données sont rassemblées, manipulées et traitées sous ArcGis 10.3.

Au terme de cette étude, il y a lieu de relever plusieurs points fondamentaux ; le développement d'un Système d'Information Géographique (SIG) adapté à la gestion des ressources en eau nécessite l'intégration d'un ensemble de techniques propres à des domaines aussi divers, ce Système d'Informations engendre en particulier des besoins en termes d'acquisition, de conservation et de mise à jour des données dont la qualité scientifique ne supporte pas d'être dégradée, les données désormais regroupées, leur accès est simplifié avec notamment la possibilité d'effectuer des tris sur ces dernières au moyen des requêtes et d'utiliser ces résultats directement dans les calculs statistiques et la représentation cartographique.

Mots clés: Oued Souf, Ressources d'eaux, SIG, gestion.

Introduction générale

Introduction

Dans les pays développés les SIG ont déjà pris une place capitale, au point où chaque service public, chaque municipalité dispose de son propre service SIG. C'est par exemple le cas au Canada, où le Canadian Geographic Information System - CGIS- est une véritable institution. De plus, dans ces pays, la géomatique est considérée comme une science entière et non un outil, et la demande en experts dans ce domaine est croissante. Dans les pays en voie de développement ce n'est malheureusement pas encore le cas (**BOKO; 2006**).

Le but de notre travail est de démontrer l'utilité des SIG à travers leur application dans la gestion des eaux dans la vallée de Oued Souf.

En effet, la vallée de Oued Souf forme une région endoréique de 70m d'altitude, Le manque d'un réseau de drainage a favorise la remontée de la nappe et tous les rejets d'eau domestique, industrielle et agricole s'y ajoutent régulièrement. Plusieurs Oasis sont déjà mortes par asphyxie et des milliers d'emplois directs ont disparus dans cette région où l'on dénombre quelques 9500 Ghouts (**Perenes, 1999 in ZELLA , SMADHI 2006**). Un méga projet est lancé ces derniers temps par les pouvoirs publics pour endiguer ce phénomène en évacuant les eaux excédentaires vers le Chott limitrophe. Nous avons donc pensé qu'il serait possible de venir à bout de la plupart de ces inconvénients en recourant aux SIG.

Ce travail s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre présent le cadre d'étude. Le second chapitre apport un aperçu bibliographique sur les systèmes d'information géographiques et de leurs utilisations. Le troisième chapitre quant à lui expose les données et la méthodologie utilisées pour le travail. Enfin, le quatrième et dernier chapitre abord les résultats obtenus.

Chapitre I- présentation la région d'étude

Dans ce chapitre la présentation de la région d'étude est importante dans la mesure où elle inclue géographiquement les différents facteurs de gestion des ressources en eaux.

I.1.Situation géographique

La wilaya d'El-Oued est située au sud-est de l'Algérie, elle a une superficie de 44586,80 km² elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays (**Figure N°1**). Elle est limitée:

- ✓ 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.
- ✓ la zones d'El-Oued est frontalière avec la Tunisie dans la partie Est (**ANDI; 2013**).

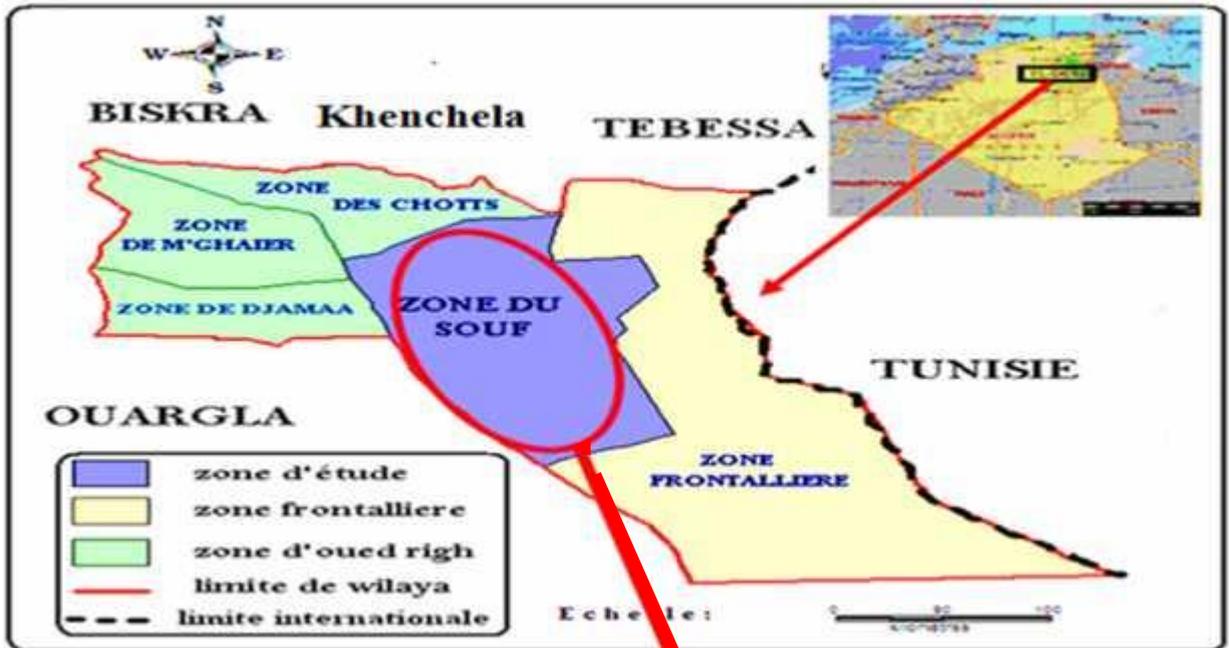


Figure N°1: Situation géographique de la région d'étude.



Figure N° 02: Communes de la vallée d'Oued Souf (ANARH;201).

La région du Souf est une partie de la wilaya d'El-Oued avec une superficie de 335706km², Elle est comprise entre 5015' à 5084' Est et 32000' et 34031' Nord elle est limitée (**Figure N°02**).

- ✓ A l'Est par Benguecha et Taleb Laarbi.
- ✓ A l'Ouest par la wilaya de Ouargla.
- ✓ Au Sud par la commune Douar ELMaa.
- ✓ Au Nord-Ouest par la vallée de Oued Righ (**ANARH; 2010**).

I.2.Le sol

Le sol de la région de Souf est un sol sable (typique) des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableuse et à granuler caractérisée par une perméabilité très importante (**HLISSE; 2007**).

I.3.Relief

Le relief de la vallée de Oued Souf est caractérisé par l'existence de trois formes principales.

I.4.1.Les accumulations sableuses

Le sable est un élément essentiel du paysage saharien, ce pendant les dunes sont loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais sa localisation généralement dans de vastes régions en sablières appelées les ergs (**LELUBRE; 1952**).

D'après **Gardi; 1973**, les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent; elles couvrent la totalité de la région d'El-Souf, ainsi que les parties Est et Sud de Oued Righ. Cette région fait partie du grand erg oriental et ne présente que très peu d'intérêts pour l'agriculture (**KHOLLADI; 2005 in SERRAYE; 2014**).

I.4.2.Plateaux rocheux:

Qui longent la RN3 à l'Ouest s'étend vers le Sud (**ANDI; 2013**).

I.4.3. Les dépressions:

La zone des chotts qui est située au Nord de la wilaya et se prolonge vers l'Est pour rejoindre le chott Djerrid en Tunisie (ANDI; 2013).

I.4. Topographie

La vallée du Souf est caractérisée par une topographie plane, monotone et sans exutoire (MESSEKHER et MENANI; 2010). Selon BOUBIR et al 2009; trouve la ville d'EL-OUED est caractérisé topographiquement par une faible pente par conséquent cette situation crée des problèmes d'évacuation des eaux, notamment dans la ville d'EL-OUED. Cette région sableuse, a une altitude moyenne de 80 mètres avec une diminution notable du Sud vers le Nord de l'ordre 25 mètres au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara (ANRH, 2011).

I.5. Ressources hydriques

I.5. 1. Ressources en eau dans la wilaya d'El-Oued

Dans la wilaya d'El-Oued, 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 en se répartit comme suit (Figure N°03) :
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 (F.A.O).

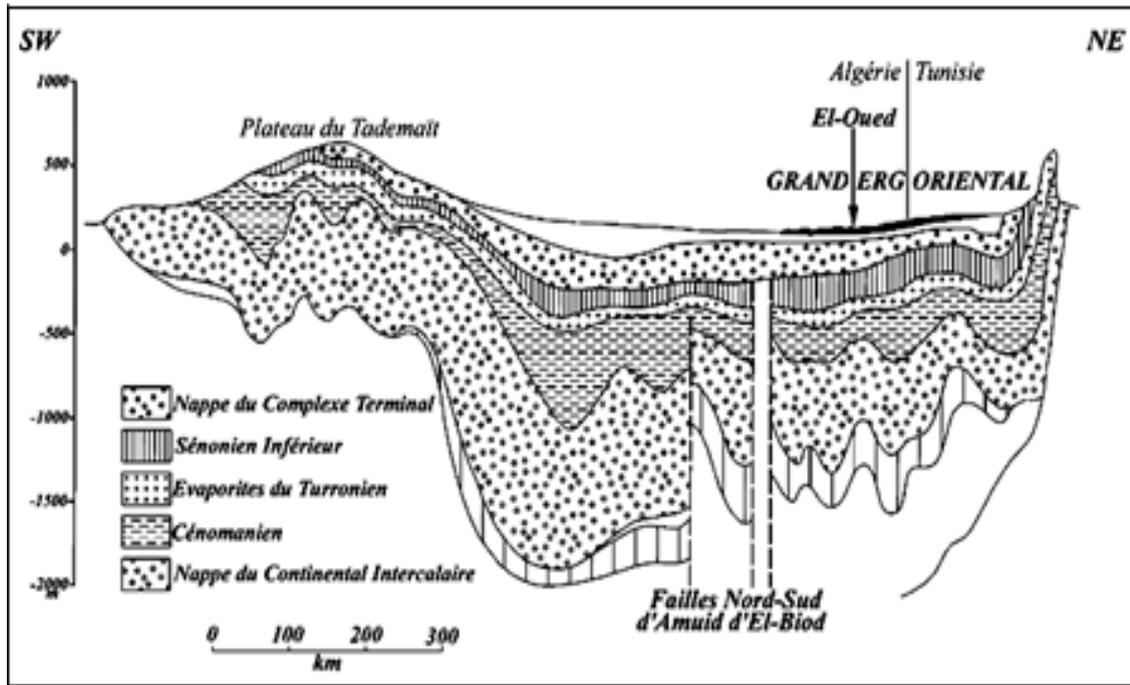


Figure N°3: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972).

A. NAPPE phréatique

Selon (DRW; 2010) c'est une nappe libre, contenue dans des sables fins, intercalées localement par des lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle repose sur un substratum argileux imperméable, d'une épaisseur de 200 mètres (ANRH; 2010).

La nappe phréatique présente dans toute la région du Souf, correspond essentiellement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire, elle se localise à des profondeurs variant entre 10 et 60 mètres vu sur son importance, cette nappe représente la source principale en eau des palmeraies, elle est sur tout exploitée par des puits traditionnels qui selon les enquêtes sont en nombre de 31 000 (D.S.A, 2014).

La circulation des eaux dans cette nappe est relativement rapide sur toute la région du Souf et particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qu'influencent sur la perméabilité des sables.

La nappe phréatique dans la région du Souf est principalement alimentée par les eaux utilisées par les populations (les eaux d'irrigation, industrielles et domestiques) et la source absolue de ces derniers est les nappes profondes du Complexe Terminal et Continentale Intercalaire (Cote ; 1998).

B. Nappe du complexe terminal " CT "

Ce terme (C.T) regroupe sous une même dénomination un ensemble des nappes aquifères qui sont situées dans des formations géologiques différentes: Sénonien carbonaté, Eocène et Miopliocène sableux D'après **CORNET 1964**, nous rappelons l'existence des 03 nappes dont les deux; premières correspondent respectivement aux nappes de sables d'âge Miocène (Pontien) et Pliocène, alors que la dernière à l'Eocène inférieur.

. Nappe des sables

Au sein de ces niveaux sableux viennent s'engendrer deux nappes de type captif correspondant à la formation supérieure du Complexe Terminal appelée communément réservoir du "Sub-Souf". Cette nappe constituée de sables grossiers, émerge progressivement vers le Nord du Sahara. Dans la région d'étude elle se trouve en moyenne à 280 mètres de profondeur. Deuxième nappe des sables d'âge Pontien la profondeur de cette nappe varie entre 400 et 450 mètres, quant à l'épaisseur utile de cette nappe elle est de 50 mètres environ la zone des Chotts (Melghir et Merouane).

. Nappe des Calcaire

Il est purement calcaire, quelque fois il est formé par des à calcaires gypseux et correspond ainsi au niveau inférieur, 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 mètre.

C .Nappe du Continental Intercalaire" CI"

Le réservoir du continental intercalaire est contenu dans les formations continentales du crétacé inférieur (barrémien, albien), la lithologie est sableuse et argilo gréseuse (**Tableaux N°1**) (**CORNET; 1964**).

Le réservoir s'étend sur environ 600.000 km², il s'étend du Nord au Sud: depuis l'atlas saharien jusqu'au Tassili du Hoggar, et d'Ouest à l'Est, depuis la vallée du Saoura jusqu'au désert Libyen. Sur le bassin oriental, le toit de l'aquifère constitué d'argiles et d'évaporites du Cénomaniens est continu sur tout le bassin, la profondeur du toit augmente du sud au nord (1000 m), au bas Sahara à (2000 m) sous les chotts, provoquant ainsi une forte charge de la nappe sur tout le bassin (**DHW; 2005**).

La commune d'El-Oued exploite cet aquifère par trois forages artésiens pour l'AEP d'un débit cumulé de 340 l/s et une température avoisinant les 70°C.

Tableaux N°1: Récapitulatif des systèmes aquifères d'El-Oued.

Nature hydrogéologique	Nature lithologique	Etage	Ere	
Nappe phréatique	Sables	Quaternaire	/	
Niveau imperméable	Argiles	/	/	
1 ^{ere} nappe des sables	Complexe Terminal	Sables	Pliocène	Tertiaire
Semi-perméable	Argiles gypseuses	/	/	/
2 ^{eme} 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	Secondaire	/	/
Semi-perméable	Evaporites, argiles	Sénonien lagunaire	/	/
Niveau imperméable	Argiles, marne	Cénomaniens	/	/
Nappe de Continental Intercalaire	Sables et Grés	Albien	/	/

(Bousalsal B, 2007)

I.6. Les facteurs climatiques

Le facteur déterminant est la pluviométrie. Les régions sahariennes connaissent des déficits pluviométriques importants. La pluviométrie est partout faible et accuse une très forte variabilité annuelle, saisonnière et régionale. Les températures sont élevées. Le climat est aride à hyperaride avec des amplitudes thermiques importantes (MATE, 2000).

Le climat de la région de Oued Souf est de type saharien, désertique et se caractérise par des variations très importantes des températures et de faibles précipitations. L'étude climatique s'articule sur les données de 10 ans (2007-2016) relevées auprès de la station Météorologique de Guemar dont ses coordonnées sont :

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

I.6.1.Précipitation

Les précipitation sont un élément fondamental en écologie, influe de volume annuel des pluies dans les aires biogéographique. (RAMADE; 1984). La (**Figure N°4**): la région de Souf, les précipitations sont très faibles et irrégulières, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 38.9 mm/an La pluviométrie est assez variable fine à torrentielle, très élevé eau mois avril.

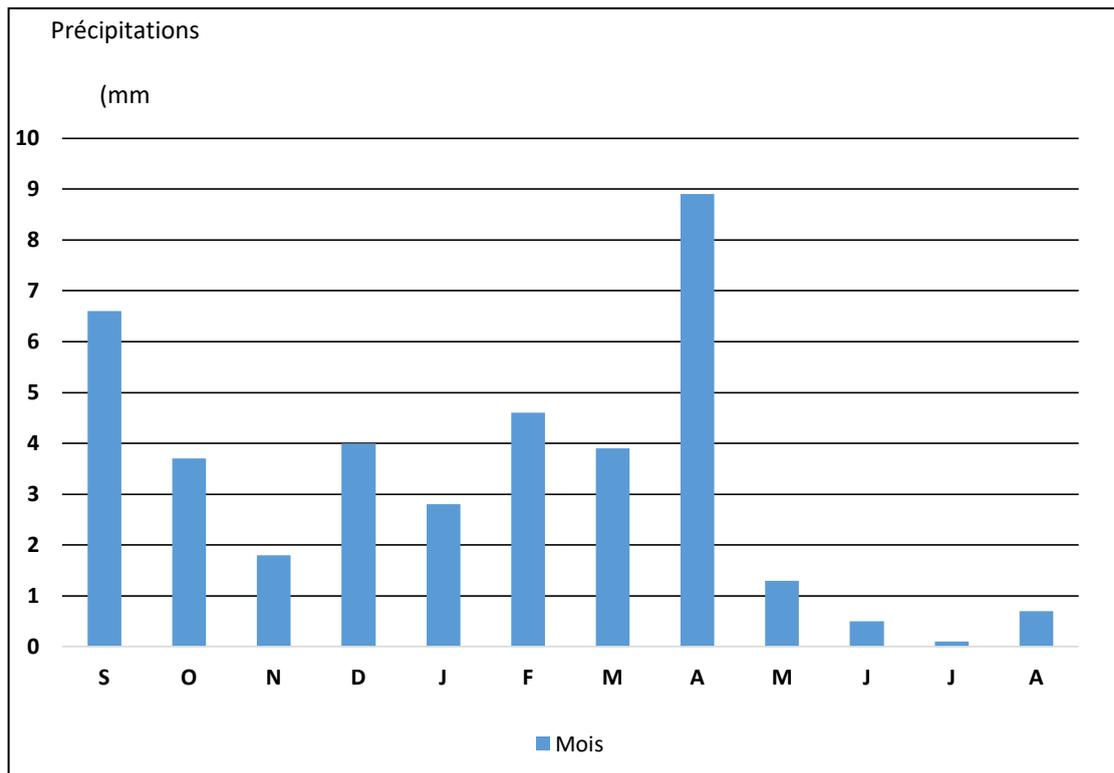


Figure N°4:Les précipitations moyennes mensuelles.

I.6.2.La température

La température est un facteur écologique important qui déterminer de grand région climatique terrestre la climatologie et plus particulièrement à la température de l'air et de l'énergie solaire dont les variations saisonnières conditionnement les caractéristiques physicochimiques et biologiques des eaux (MERABTE; 2011).

D'après la (**Figure N°5**) la région de Oued Souf est caractérisée par des températures très élevées. La température moyenne annuelle est de 23,25°C.

Les données des températures mensuelles relevées sous abri montrent que le mois le plus chaud est Juillet avec une température moyenne de 34,2°C, un maxima de 41,82 °C et un minima de 11,9°C.

La période qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril correspond à la période froide avec un minimum durant le Mois de Janvier de (11,9°C), alors que la période chaude commence à partir le mois de Mai et s'étale jusqu'au mois de Septembre.

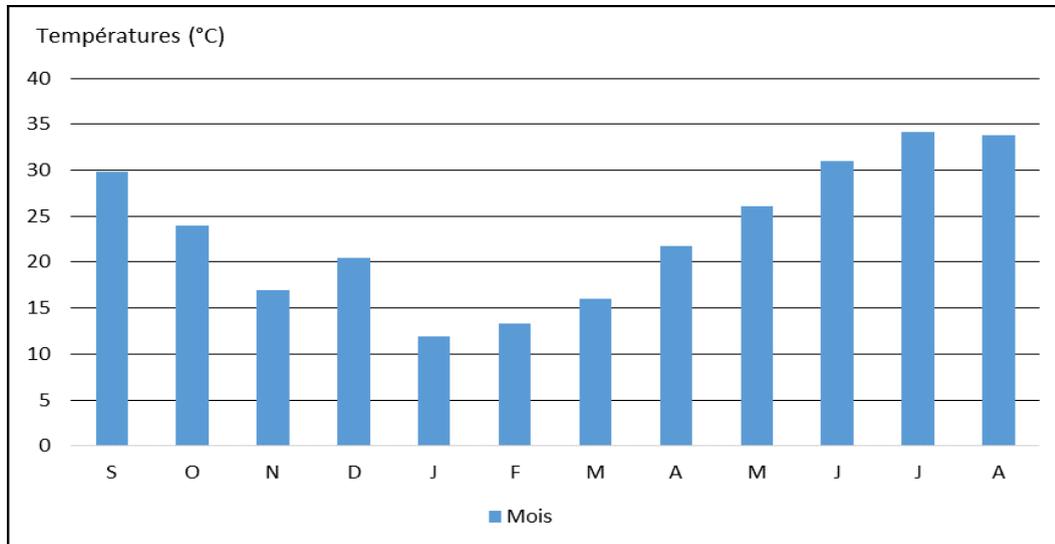


Figure N°5: Les températures moyennes mensuelles.

I.6.3. Les vents

Le vent est un facteur important dans l'augmentation de la vitesse d'évaporation parce qu'ils déplacent l'air humide à côté de l'eau plate et remplacés par de l'air sec et ceci à son tour permet d'accélérer le processus d'évaporation (AFRAH; 2011) D'après, la (Figure N°6) les vents sont fréquents durant toute l'année. Les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant de Mars jusqu'à Août.

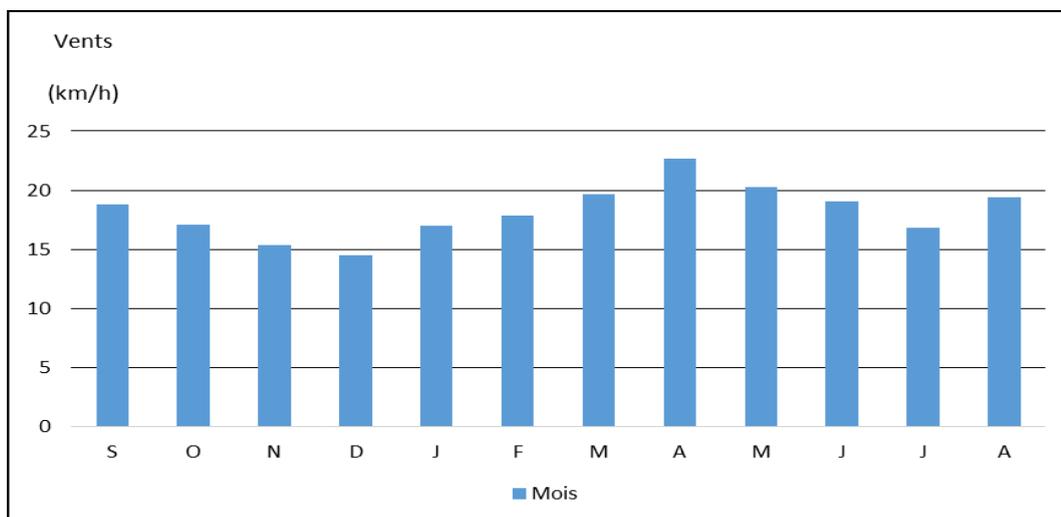


Figure N° 6: La vitesse moyenne mensuelle des vents (km/h)

I.6.4. Evaporation

L'examen de la (**Figure N°7**): fait apparaître que la moyenne la plus élevée de l'évaporation mensuelle rencontre au mois de Juillet avec 320 mm et la plus faible au mois de décembre avec 73,39 mm. maximum de 22,7 km/h durant le Mois d'Avril.

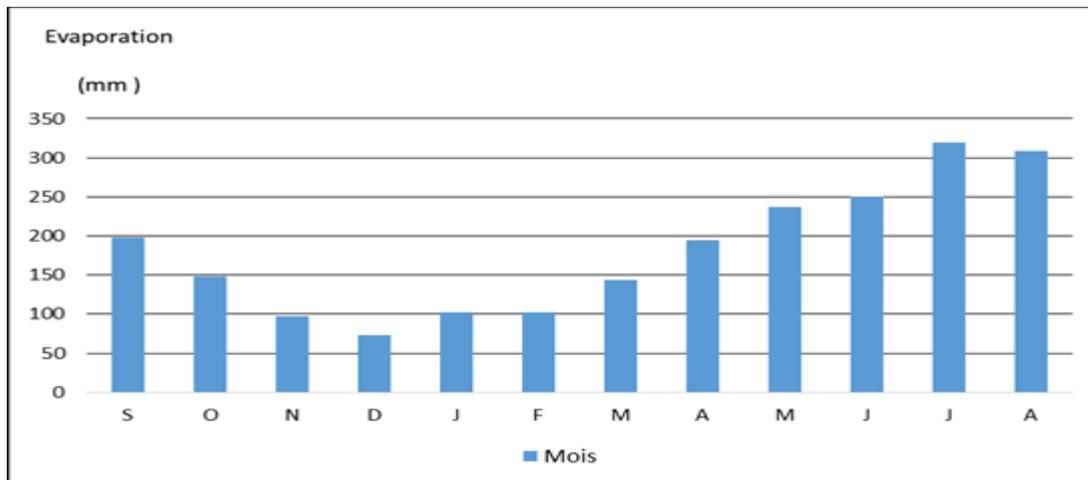


Figure N° 7 : L'évaporation moyenne mensuelle.

I.6.5.L'Humidité relative

L'humidité de l'air dans la région de Souf est très faible, la moyenne annuelle est de l'ordre de 56,01%, elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été elle chute jusqu'à 38,48% au mois de Juillet, sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds; alors qu'en hiver elle s'élève et atteint une moyenne maximale de 75,25% au mois de Décembre (**FigureN°8**).

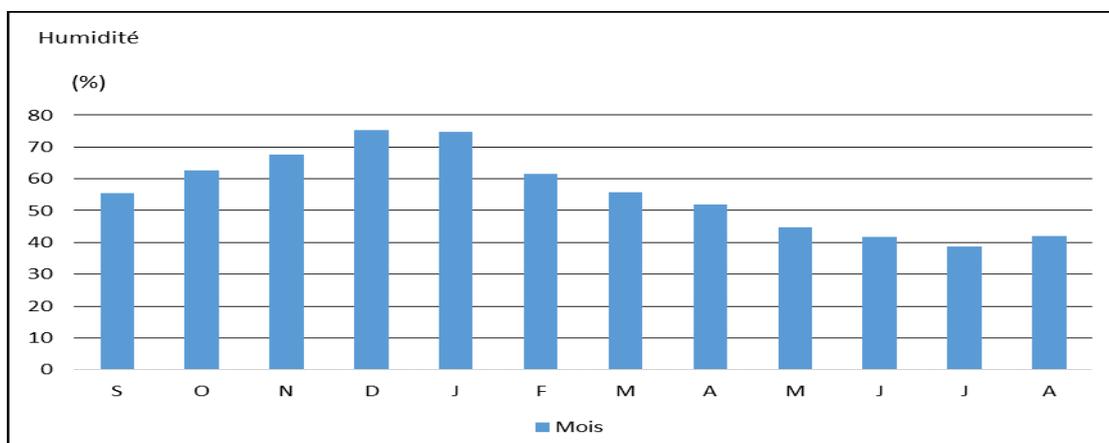


Figure N°8: L'Humidité relative mensuelle .

I.6.6. Insolation

Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara et varient assez notablement d'une année à l'autre (**DUBIEF ; 1963**).

D'après la (**Figure N°9**): la durée moyenne d'insolation est d'environ 221,36 heures, avec un maximum de 358,89 heures en Juillet, et un minimum de 220,06 heures en Décembre.

Les fortes insolation dans la région de Oued Souf contribuent à l'augmentation considérable de l'évapotranspiration justifiant des besoins en eau importants des cultures, qui doivent être comblés par l'irrigation.

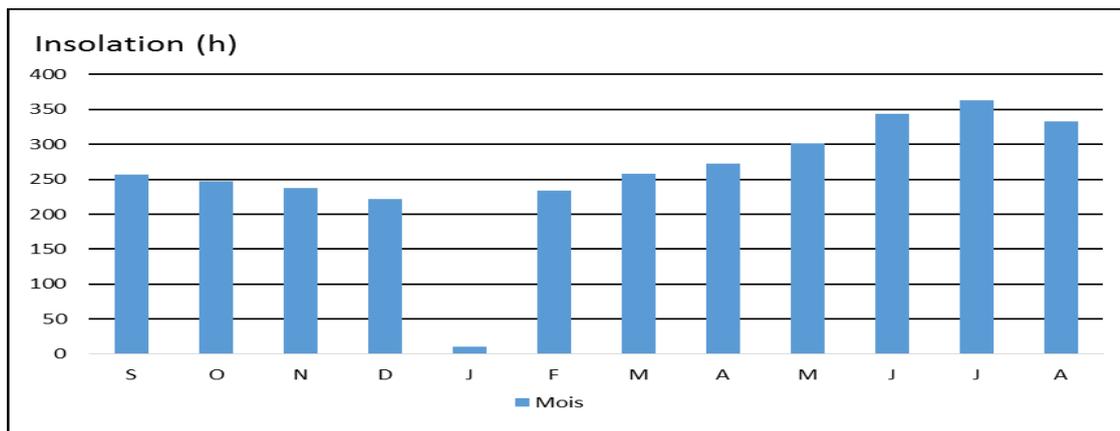


Figure N°9: La durée moyenne mensuelle d'insolation en heures

I.6.7. Synthèse climatique

Du fait que les éléments climatiques n'agissent jamais indépendamment les uns des autres. Les nombreux utilisateurs, notamment les écologues et les climatologues, ont cherché à présenter le climat par des formules intégrant ses principales variables, les formules les plus utilisées combinent les précipitations et la température :

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

A. Indice d'aridité

Cet indice permet d'identifier le type de climat dans la région d'étude à l'aide de la formule de (**MARTONE; 1925**).

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

I : indice d'aridité.

P : précipitation annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

B.Applicationnumérique: $P = 75.78$

mm

 $T = 21.56$

°C Donc :

 $I = 2.40$

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

C. Diagramme pluviothermique

Pour Gaussen un mois « sec » si le quotient des précipitations mensuelles « P » exprimé en (mm), par la température moyenne « T » exprimé en (°C) est inférieur à deux .La représentation sur une même graphique de la température et des précipitations moyennes mensuelle, avec en abscisse les mois, permet d'obtenir le diagramme Ombrothermique qui mettant immédiatement en évidence les saisons sèches et les saisons pluvieuse (**Gérard; 1999**).

L'analyse de ce diagramme (**Figure N°10**) montre que la saison sèche dans la régions d'étude s'étale sur la totalité de l'année avec une augmentation très remarquable de température pendant les mois de Juin, juillet et Août.

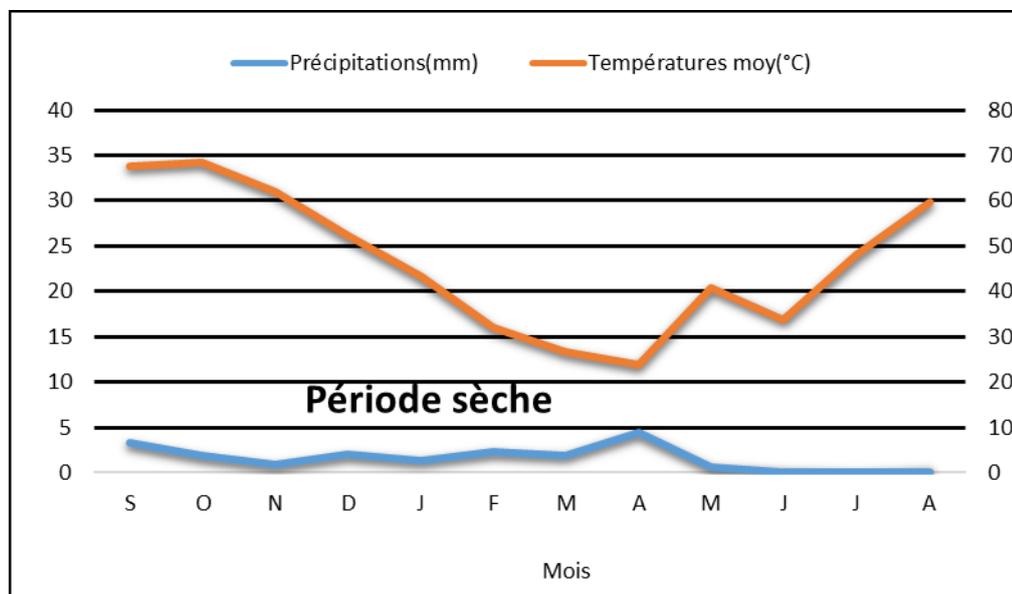


Figure N° 10: La durée moyenne mensuelle d'insolation en heures.

.D. Climatogramme d'Emberger

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté:

- En abscisse par le quotient pluviométrique (Q_2) d'Emberger (1933) (Le Houerou; 1995)

L'indice est égal au quotient pluviométrique d'Emberger, il peut s'écrire:

$$Q_2 = 3,43P / (M - m).$$

Q_2 : quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M: température moyenne des maximas du mois le plus chaud en °C.

m: température moyenne des minimas du mois le plus froid en °C.

Après l'emplacement de $Q_2 = 5,51$ sur le Climatogramme pluviométrique d'Emberger, (Figure

N°11), Oued Souf est situé dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

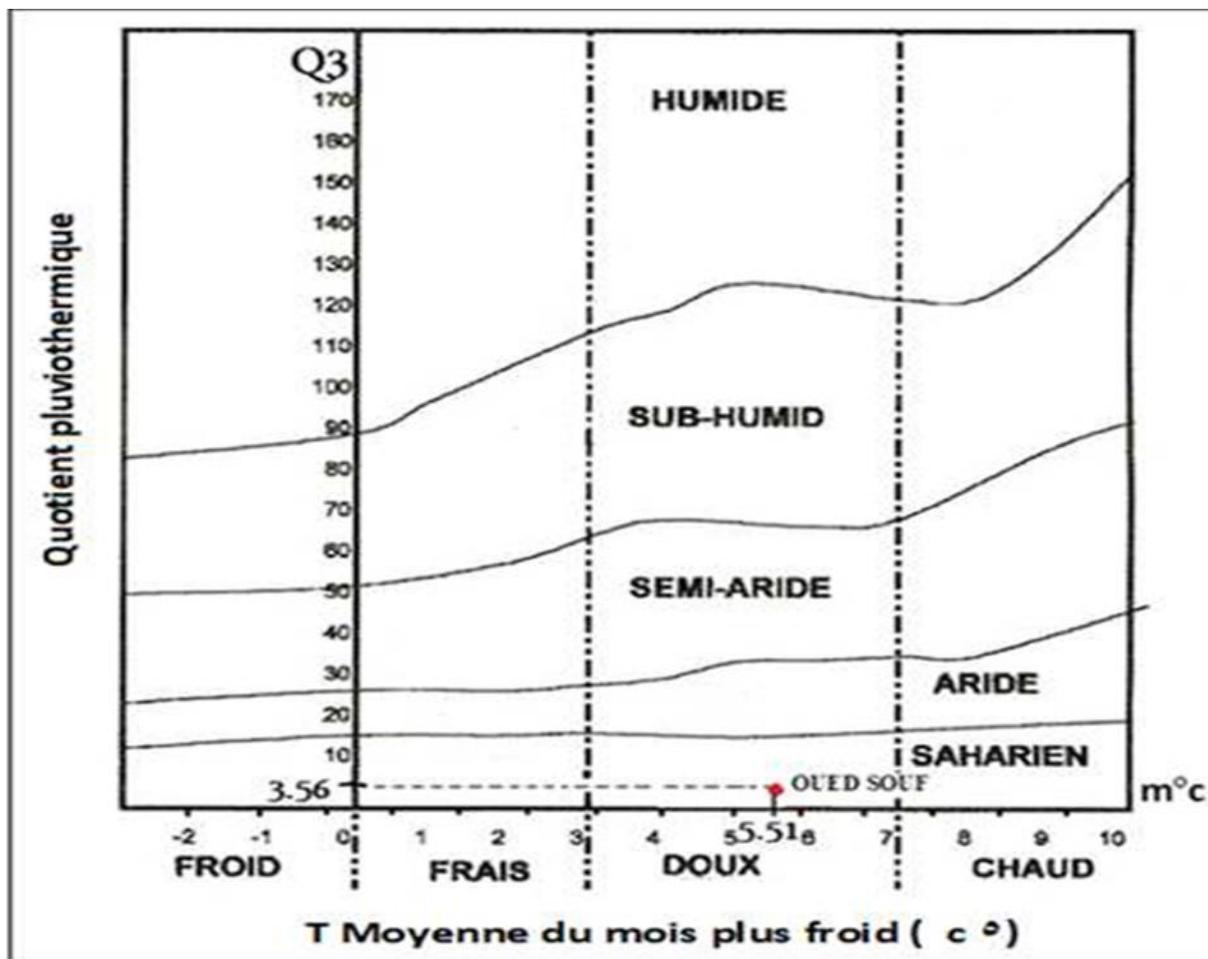


Figure N°11: Climatogramme d'EMBERGER de OUED SOUF.

I.7. Les gestion des eaux dans la vallée de Oued Souf

La gestion des eaux dans les régions sahariennes demeure une référence historique et culturelle des populations des oasis. Une eau rare associée à un climat aride et un environnement hostile sont les facteurs principaux ayant participé à forger un comportement, une gestion et des techniques d'irrigations spécifiques. A la large panoplie de techniques hydrauliques correspond une grande variété de territoires oasiens et de paysages agraires

(MADJYARA ; 1999).

I.7.1.La remontée des eaux de la nappe phréatique :

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

Les premières apparitions de ce phénomène remontent à l'année 1969 et ont pris de l'ampleur dans les années 80, en raison d'un développement urbain anarchique venant perturber l'équilibre naturel qui existait auparavant **(KHECHANA et DERRADJI;2011).**

La technique d'exploitation de la nappe phréatique dans la vallée du Souf est le ghout qui est sous forme de cuvette entonnoir aménagé (cratère abritant des palmeraies) dans le sable qui permet aux racines des palmiers d'atteindre la zone de remontée capillaire de la nappe superficielle (-15m). Actuellement la vallée souffre des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des ghouts ainsi que des zones basses de la ville et de sa périphérie **(O.N.A.;2012).**

I.7.2. Principaux causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique :

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

a) Plus de rejets et moins de prélèvement :

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

b) Mauvaise gestion des eaux :

L'ensemble des forages exploités destinés à l'alimentation des agglomérations produisent d'énormes débits (14634,62 m³/j) ce qui traduit une consommation excessive; ceci

fait partie de la mauvaise gestion des eaux(**KHECHANA et DERRADJI; 2010**).

c) Les systèmes d'assainissement utilisés (fosses septiques) :

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

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

L'utilisation des fosses non normalisées est une principale cause de la remontée des eaux, en raison des quantités d'eau incroyables qu'elles acheminent directement vers la nappe phréatique, sans parler de leur majeur inconvénient, qui est suite à la démangeaison des parois à cause du gaz H₂S dégagé de la fermentation anaérobique, ces fosses deviennent un véritable danger pour les citoyens, puisque la plupart sont implantées dans les maisons, et elles ont

causé la mort de plusieurs victimes (**KHELEF ; 2006**).

Chapitre II

SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES

CHPITRE II SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES

Les Systèmes d'informations géographiques sont des techniques modernes et mondiale qui ont connu très répandue en raison de ses solutions scientifiques et les aide à prendre des décisions(GOMAA; 2016, BOUSSOUF ; 2014).

II.1.Historique

En 1884 dans le quartier de Soho à Londres, le docteur John Snow découvre les causes d'une épidémie de choléra en superposant sur un même carte les foyers de la maladie et le lieu de puisage de l'eau. Cet exemple est souvent cité comme première application de l'analyse spatiale. Néanmoins l'informatisation des données géographiques commence réellement dans les années 60 en Afrique de l'Est où la multiplicité des cartes et la difficulté à hiérarchiser les informations rendent la localisation des meilleurs sites pour de nouvelles implantations forestières très difficile (SOURIS.; ND).

En définit trois grandes périodes dans l'histoire des SIG :(MAGUIRE ; 1991)

- De la fin des années 50 au milieu des années 70 : création des premières cartes informatiques.
 - Du milieu des années 70 au début des années 80 : diffusion des SIG dans les organismes d'état.
 - A partie du début des années 80 : explosion du marché des logiciels, augmentation des applications et des fonctionnalité des SIG, mise en réseau..
- IL existe aujourd'hui quelques grands éditeurs de logiciels SIG comme ESRI avec sa gamme ArcGIS, Mapinfo, Star, Apic, Géoconecepte, Infographe, Ascodes(JSInfo), GIPS(IBM-AGELID), AnyGIS (Hitachi), Bentley Microstation...etc.(HIZEL; 2014).

II.2.Définitions

A .Définition française du Centre National d'Information

Géographique(CNIG):

"Système pour saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et visualiser des données qui, sont référencées spatialement à la terre. Il comprend en principe une base de données localisées et les logiciels applicatifs"(LAURENCIN; 2006)

B. Définition américaine

"Système information de matériel, de logiciels et de processus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion".

(FICCDC; 1988).

- **Systèmes d'information géographiques:** Organisation mise en place pour gérer l'information géographique d'une entreprise, d'un projet,...(LEO PICHON; 2014).

II.3. Composantes d'un SIG

Un SIG possède cinq composantes principales : le matériel, les données, les utilisateurs, les logiciels et les méthodes (AFKIR et BELLE FQIR ; 2015).

II.3.1.Les matériel

L'utilisation d'un SIG requiert l'utilisation d'un ou de plusieurs ordinateurs qu'ils soient autonomes ou en réseaux, qui proposent des solutions de diffusion de cartes sur le web.

II.3.2.Les données

Les données sont indispensables au SIG. Elles peuvent être de trois types

→ Les données géographiques, une forme et des paramètres d'affichage (couleur, épaisseur du trait...).

→ Les données attributaires , qui caractérisent (nom d'une route, nombre d'habitants dans un immeuble).

→ Les métadonnées, décrivent directement la ressource « les données sur les données » comme par exemple la date d'acquisition, le nom du propriétaire, etc.(SIG; nd).

II.3.3.Les utilisateurs

Fournisseurs, techniciens, thématiciens, auteurs privés/public.

II.3.4.Les territoires

Outil d'aide à la décision pour des enjeux liés auteurs.

II.3.5. Les logiciel

Interface information (= information automatique) (ELJANYANI; 2015).

II.4.Objectif du SIG

- SIG répond à une problématique de gestion du territoire ou d'étude de phénomènes géographiques.

- Constituer l'outil de préparation et d'organisation des recensements et des enquêtes par sondage.

- Présenter un nouveau moyen d'intégration des informations afin de les traiter, les analyser et les synthétiser sous forme de cartes thématiques ou rapport synthétiques.(

MANGA; 2015).

- Fournir l'outil de suivi de l'évolution du territoire spatiale en actualisant la base

cartographique en lui intégrant les données socio-démographiques les plus récentes.

- Mettre à la disposition des utilisateurs des informations statistiques sous forme de cartes

pour la prise de décision.

- Faciliter la consultation et la diffusion des informations statistiques spatiales.
- Accroître la précision des résultats et réduire les coûts de mise à jour et de production massive des cartes de bonnes qualités.

- Garantir de meilleurs services et des délais de réponse rapides aux différents utilisateurs de l'information statistique. (MESSAOUDI; 2015).

II.5.Fonctionnalité des SIG

Les SIG vont permettre d'acquérir des données, de gérer et stocker des données, d'analyser ces données et enfin de les restituer

II.5.1.Acquisition des données

- Un SIG est capable d'intégrer ou de convertir des données provenant de sources différentes et sous différentes formes (base de données, cartes, images...). La seule contrainte est de connaître la localisation géographique des informations intégrées.

-Concernant les données rasters, il est possible de scanner des cartes papiers sous réserve de pouvoir effectuer un calage en identifiant au moins trois points de correspondance entre la carte scannée et les fonds de carte déjà présents sur le SIG. Il est également possible de transformer des données vectorielles en données rasters grâce à des algorithmes implémentés dans la plupart des logiciels SIG. Cette opération nécessite toutefois de choisir la résolution(taille du pixel) en fonction de la donnée à traiter.

II.5.2.L'archivage des données

Un archivage efficace, qui permet d'accéder rapidement à une information, suppose une organisation de l'information. Cette organisation se fera selon le Schéma conceptuel Données ou SCD de *. Signalons que 2 options existent pour manipuler les données géographiques. Certains logiciels travaillent directement avec les 3 types d'objets géographiques (point, segment, polygone) tandis que d'autres travaillent en mode tramé, qu'ils divisent l'espace en une c'est-à-dire ensemble de cellules élémentaires jointives, par exemple carrées ou hexagonales, et que chaque entité géographique, point, segment, ou polygone, est repérée selon ce référentiel. L'accès à l'information passe par l'opération de sélection. On choisit de mettre en évidence telle ou telle information par des sélections sémantiques, au sein d'une hiérarchie, ou par des sélections sur localisation spatiale, qui

constitue une caractéristique originale des SIG. On accède donc à une information spécifique par des requêtes plus ou moins complexes, qui répondent à des questions du type "où est tel type d'objet ? ", " Que trouve-t-on dans cette zone ? ". Le langage le plus courant pour structurer les requêtes d'accès à l'information sémantique est le langage SQL (de l'anglais Structured Query Language, langage d'interrogation structuré) (DESHAYES et PIERRE CHERY; 2000).

II.5.3. Stockage des données

Un SIG stocke les informations sous forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant, a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets. Selon elles doivent être conservées dans une base de données permettant de stocker autant la géométrie que les informations descriptives de l'entité ou du phénomène représenté.

II.5.4. Création des données

Parfois, une version papier des données existera. Il faudra procéder à une conversion vers l'ordinateur (version numérique). On appelle ce processus « la numérisation ». La donnée sera alors disponible dans un format matriciel. Selon les besoins, cette version pourra être convertie au format vectoriel. Une combinaison de techniques automatiques et manuelles sera utilisée (MANGA; 2015).

II.5.5. Traitement des données

Les données recueillies étant exprimées selon les unités des coordonnées sphériques non compréhensibles, il faut les convertir dans un système de projection donné. Les systèmes de projection sont un ensemble de techniques géodésiques permettant de représenter la surface de la Terre dans son ensemble ou en partie sur la surface plane d'une carte. C'est une relation mathématique qui fait correspondre aux coordonnées géographiques d'un point quelconque de la terre, des coordonnées cartésiennes. (ABDOULAYE; 2009).

II.6. Domaines d'application

SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux de phénomènes ou plusieurs applications :

A. Application Commerce

Analyse de la structure des marchés, planification des développements et ciblage des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances des marchés.....etc.

B. Application gouvernementales

- **Santé:** épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution

des services sociaux-sanitaires, plans d'urgence, etc.

- **Construire des bases de données spatiales:** des ressources, la planification des infrastructures et du réseau de transport et d'accroître la qualité des services publics et l'aménagement du territoire.

C. Application de transport

- Identifier les sites de services (routier, chemins de fer).
- Le maintien de l'efficacité du réseau routière.

D. Applications environnementales

- Ressources naturelles: protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherche du potentiel minier.

- Contrôle des mouvements des eaux souterraines.

- **Protection de l'environnement:** étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc. (CHEYNEL; 2006).

- _ Développement de cartes numériques de toutes sortes.

E. D'autres applications

- La science de la Terre et de la géologie et de l'exploration des ressources naturel (gaz, eaux souterraines...etc.).(GOMAA; 2016).

6. Science association aux SIG

Pour la réalisation d'un SIG, divers sciences sont utilisées. Ces sciences permettent pour certaines l'acquisition des données et pour d'autres la restitution de ces dernières. Au nombre de ces sciences, nous avons cité.

II.7.La gestion des ressources en eaux par le SIG

La problématique de l'eau est l'une des principales préoccupations environnementales, si les réserves souterraines profondes sont importantes, elles ne sont néanmoins pas inépuisables. Cependant, la réflexion sur une gestion rationnelle des ressources hydriques n'est pas uniquement une question d'équité inter-générationnelle, elle relève également de la préservation de l'équilibre du cycle hydraulique saharien, fortement perturbé aujourd'hui par l'ampleur du phénomène urbain (GPRHMS; 2016)

CHAPITRE III

MATÉRIELS ET METHODES

Chapitre III. Matériels et Méthodes

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de développer un outil d'aide à la prise de décisions et à la simulation de la gestion des ressources d'eaux qui peut être sous la forme d'un système d'information géographique pour le suivi de la phénomène de remontée des eaux dans la vallée de Oued Souf. Il va permettre aux chercheurs de pouvoir étudier et surtout effectuer des simulations des différents scénarios à partir des données recueillis dans notre système par la même occasion donner aux décideurs les moyens de suivre le phénomène de la remonté de eaux et d'en prendre acte.

La (**Figure N°13**) montre l'architecture globale de notre système. Les utilisateurs via une interface utilisateur Homme Machine vont consulter le système selon leurs préoccupations propres, telles que :

- Les usagers, en général, consultent pour avoir des informations ou des renseignements.
- Les décideurs (walis, maires, directeurs centraux, etc.) consultent pour avoir des données utiles à la prise de décisions intéressant le développement et l'aménagement de la région.
- Les experts et les chercheurs universitaires consultent pour effectuer des études et des analyses d'un ou plusieurs phénomènes naturels et/ou artificiels tel que la remontée des eaux dans la région d'El Oued Souf à des fins de simulation.
- Et enfin pour les concepteurs du système, il s'agit de créer l'environnement nécessaire et de donner à l'administrateur les outils nécessaires à l'entretien et à la maintenance du système

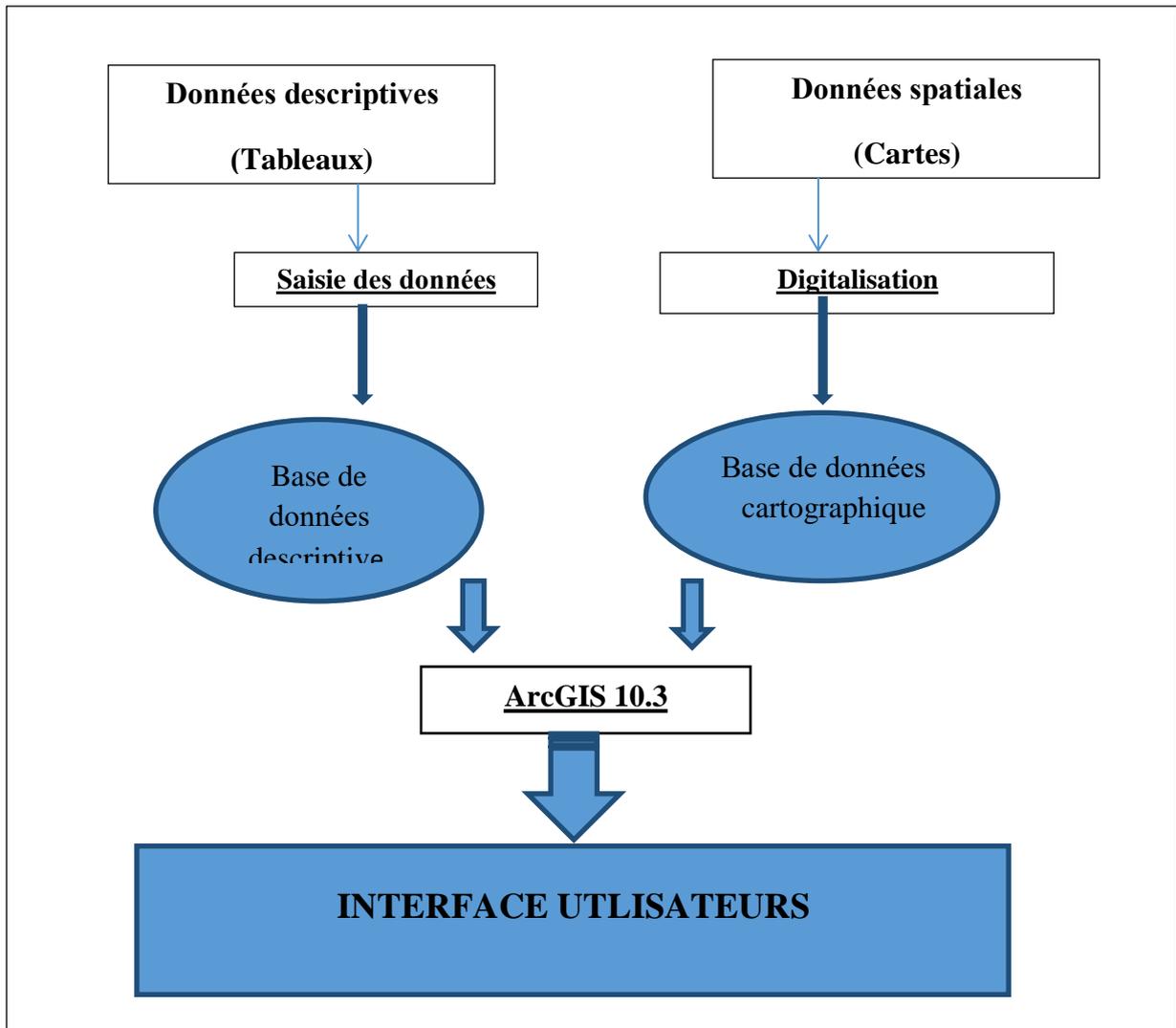


Figure N°12: Vue globale du système

III.1. Elaboration d'une base de données relationnelles

Cette base comporte, à la fois des logiciels et des données multi-sources, associées au domaine d'étude. Dans notre cas d'application on utilise des données venant des domaines divers (sociologie, hydrologie, hydrogéologie, hydrochimie,...), ainsi qu'on a défini leurs modes d'acquisition et leurs origines (**Tableau N° 2**).

III.1.1. Les données; origine et mode d'acquisition

Dans un projet S.I.G., les données représentent 60 à 80 % du coût de la réalisation d'une base de données. Donc il est important de consacrer du temps à leur étude, tant de point de vue de l'analyse que de la préparation. Les informations nécessaires à la réalisation du projet ont été obtenues soit par :

- Travail de terrain (données de terrain);
- Consultation d'anciens travaux de recherche et des études professionnelles sur la région;
- Numérisation des cartes existantes.

Tableau N°2 : Création de la base de données

Paramètres	Types de données	Mode d'acquisition	Origines
. Les limites administratives des communes; . Population 1987 . Population 1998	1-La carte de découpage administrative de l'Algérie	Téléchargement, sélection, découpage puis unification	INCT
2-. Démographie 3-. Habitat et urbanisme	. Population 2008 . Population 2013 . Population féminine et masculine 2013 . Nombre de logements 2008 et 2013 . T.O.L 2013 (Annexe N°01)	Stockage des tableaux attributaires	DPSB de la wilaya d'El Oued
. Forages	4-Carte d'inventaire de forage de CI et de CT 1/50 000(Annexe N°02)	Numérisation	DRH de la wilaya d'El Oued
. l'assainissement	5-Carte d'assainissement de la vallée de Oued Souf 1/50 000 (Annexe N°02)	Numérisation	ONA de la wilaya d'El Oued
. Piézométrie de la nappe phréatique	6-Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001, 1/500 000 (Annexe N°02)	Numérisation	ANRH de la wilaya d'El Oued
. Année de réalisation et mise en service des forages. .Caractéristiques physico-chimiques des eaux. . Niveau statique et dynamique . Profondeur.	7-Campagne du terrain et Historique de l' A.D.E (Annexe N°04)	Insertion directe dans les tableaux attributaires	Les analyses des eaux ont été effectuées dans le laboratoire de l'ADE avec ses protocoles(Annexe N°03).

III.1.2. Le Logiciel utilisé

Après avoir collecté toutes les données nécessaires pour le projet, vient la phase de développement de l'application sur une plate-forme informatique adaptée.

Le système d'information géographique (logiciel d'analyse spatiale) utilisé est l'ArcGIS10.3.

L'ArcGIS est l'un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales.

Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. Le seul lien entre ces différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées (SOUDANI; 2006)

L'Arc GIS est constitué d'une interface ArcMap et d'une interface ArcCatalogue (accessoirement d'une interface ArcToolbox séparée pour les versions antérieures à la version 9.0).

La version 10 apporte la possibilité de gérer ArcCatalogue et ArcToolbox directement depuis l'interface d'ArcMap.

a. ArcMap; montre, questionne, édite, crée ou analyse des données sous forme de table ou de carte. ArcMap facilite la disposition des cartes lors de la mise en page pour l'impression, l'intégration dans d'autre document et l'éditions de documents électroniques. L'interface du logiciel est présentée dans (**Figure N°13**) (GUERREIRO; 2012)

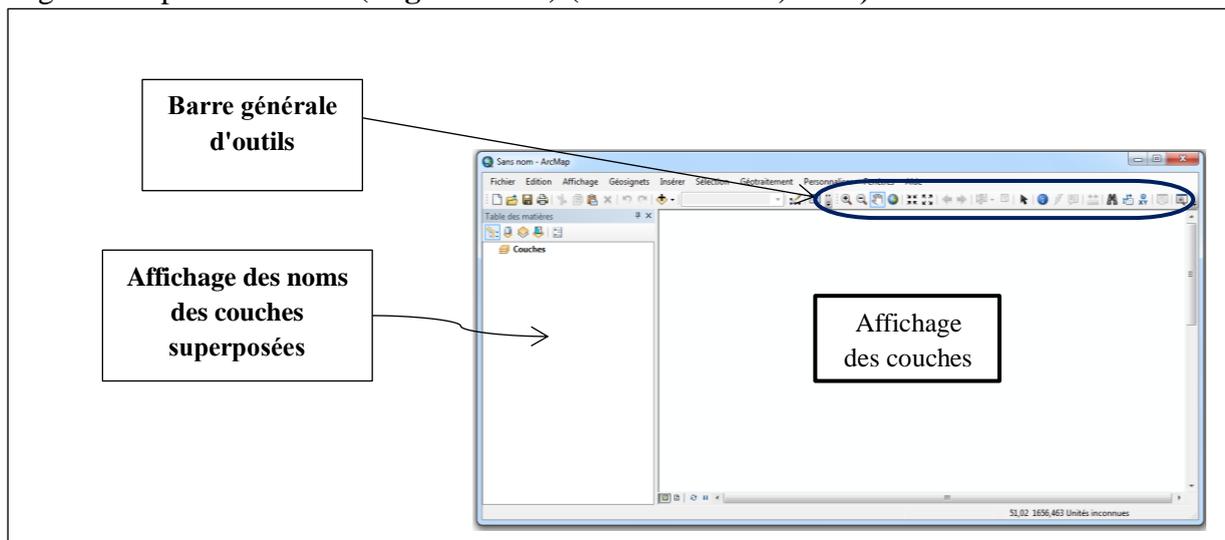


Figure N°13: L'interface ArcMap

b. **ArcCatalogue:** Vous permet de passer en revue, organiser, distribuer et modifier les éléments de propriétés des données géographiques (Figure N°15) (GUERREIRO; 2012).

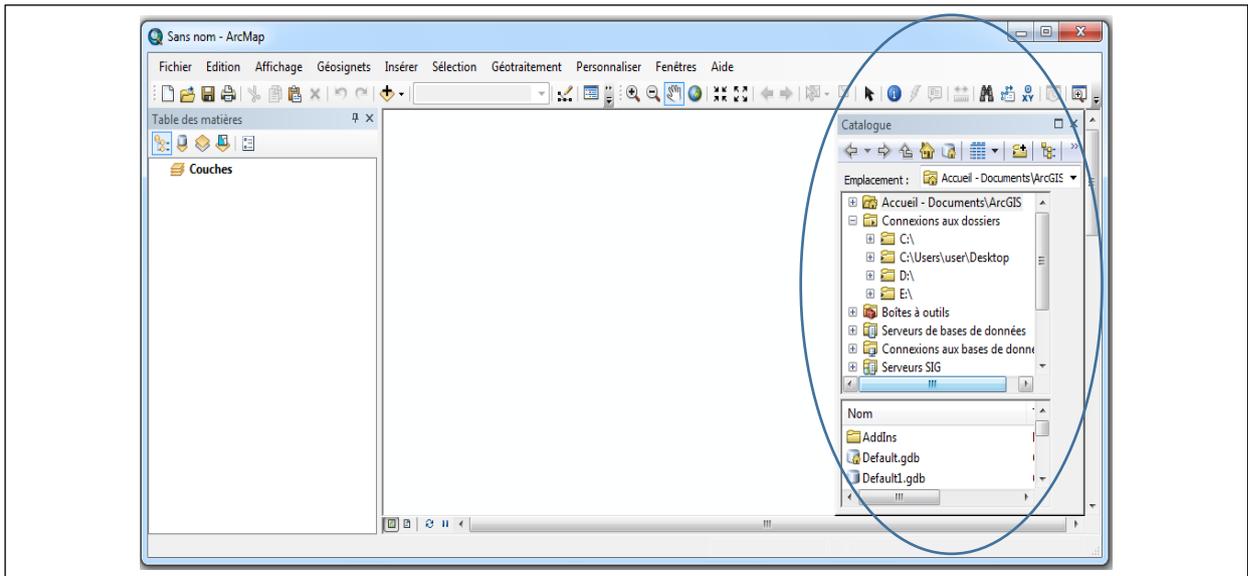


Figure N°14: L'interface ArcCatalogue

c. ArcToolbox

ArcToolbox est le module dans ArcGIS 10 qui permet d'accéder à toutes les fonctionnalités puissantes de traitement et d'analyse. La boîte à outils fournit un ensemble très riche de fonctions de géotraitement. Il convertit aussi les formats de données pour l'importation ou l'exportation de fichiers, ainsi que les changements de projections (Figure N°16) (Fiche d'aide à ArcGIS 10).

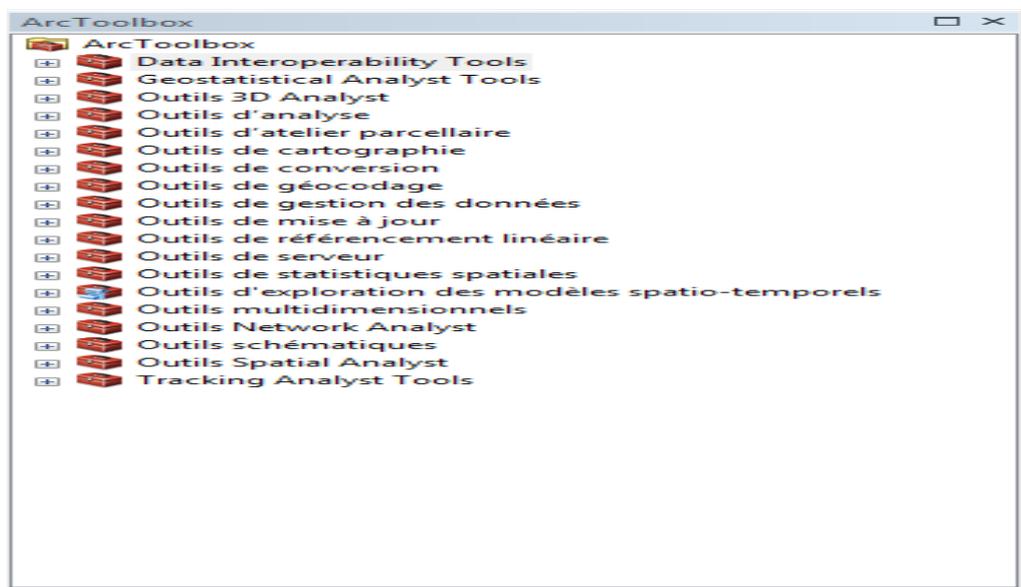


Figure N°14: L'interface ArcToolbox

III.1.3. Informatisation des données

Après la collecte de données nécessaires, vient la phase d'informatisation de ces dernières; c'est-à-dire les rendre sous la forme numérique afin de faciliter leur sélection et le lien entre elles. Cependant il y a deux types de données, descriptives (données de terrain, données démographique, urbaine et agricole) et cartographiques. Pour cela on a subdivisé leur informatisation en deux phases :

- **Création d'une base de données descriptive;** par l'insertion des données directement dans les tableaux attributaires.
- **Digitalisation (numérisation) des cartes et création d'une base de données cartographique;** Les cartes collectées ont été enregistrées sous formes des images JPEG dans l'ArcCatalogue puis géoréférencées grâce à l'ArcMap(à partir de quatre points de calage régulièrement répartis) et enfin digitalisées (tracé des entités point par point sur l'ArcMap).

III.2. Système de référence

Le système de référence utilisé pour l'expression des données géographiques est Nord Sahara 1959 UTM Zone 32N, représente le système qui correspond avec notre zone d'étude.

CHAPITRE IV
RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chapitre IV. Résultats et discussions

Dans cette partie les résultats à présenter sont soit des données attributaires stockées dans des tables à deux dimensions qui servent pour les calculs statistiques tels que la longueur de réseau d'assainissement collectif ou la sélection des puits par types, soit sous forme des cartes exploitant directement le résultat de la digitalisation.

IV.1. Les différentes couches thématiques

On va passer en revue toutes couches thématiques de notre application, ce qui nous donnent une meilleure idée sur les manipulations que l'on peut réaliser sur les cartes thématiques.

IV.1.1 – La couche « POPULATION »

La couche « **POPULATION** » nous donne toutes les statistiques sur la population et les logements de chaque commune de la vallée de Oued Souf, le tableau N°5 représente les informations attributaires de la carte communale. Ces informations peuvent être montrées sur la carte communale par objectif (**figure N°17**).

Tableau N°3: Les champs de la table attributaire de la couche population.

Représentation	Champs
le nom de la commune	Commune
la population de chaque commune en 1987	POP_87
la population de chaque commune en 1998	POP_98
la population de chaque commune en 2008	POP_2008
la population de chaque commune en 2013	POP_2013
la population masculine de chaque commune en 2013	POP_2013_M
la population féminine de chaque commune en 2013	POP_2013_F
le nombre de logements de chaque commune en 2008	Log_2008
le nombre de logements de chaque commune en 2013	Log_2013
Le taux d'occupation du logement en 2013	T.O.L

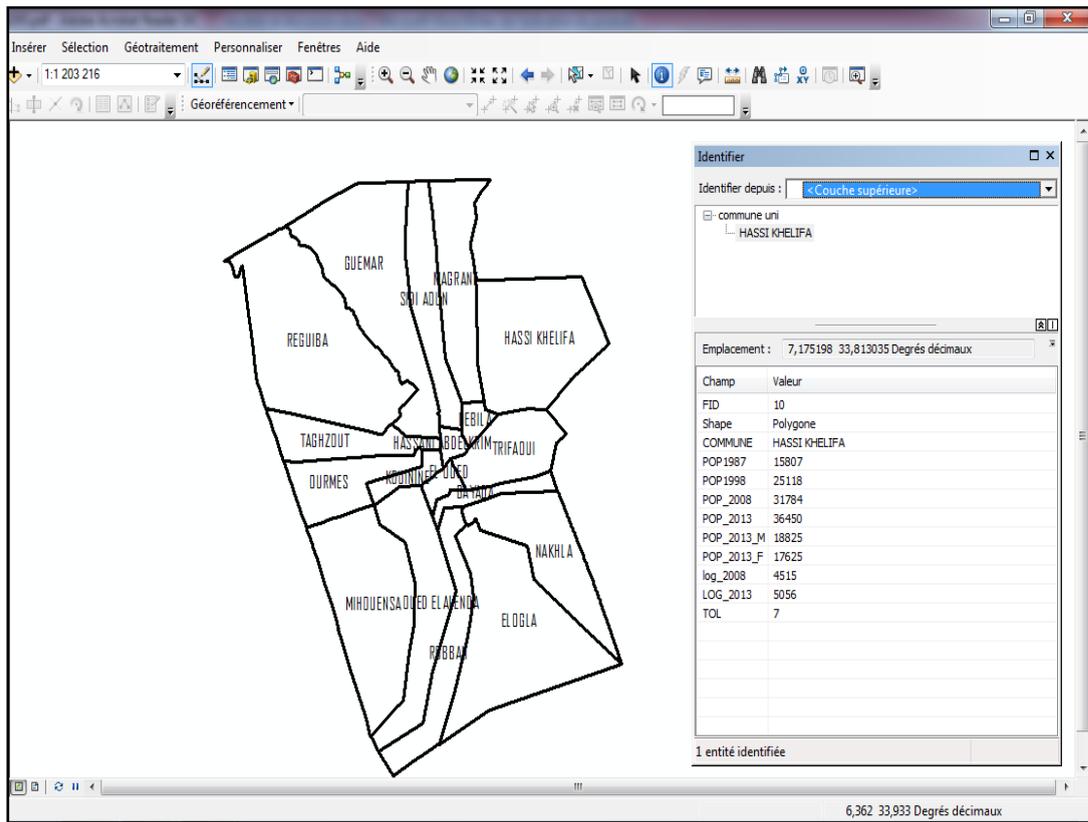


Figure N°16: Affichage de la carte de population

IV.1.2 – La couche « FORAGES »

La couche de Forage illustre les différentes caractéristiques des forages; l'année de réalisation et mise en service des forages, les caractéristiques physico-chimiques, le niveau et la profondeur des eaux (Figure N°18, N°19).

Le tableau N°5 représente les informations attributaires de la carte des forages, Ces informations peuvent être montrées sur la carte communale par objectif (figure N°17).

Tableau N°4: Les champs de la table attributaire de la couche forage.

Representation	Champs
l'année de la réalisation de forage	Ann_réal
l'année de mise en service de forage	Ann_mis
le débit de forage en l/s	Debit l/s
le niveau dynamique de forage	Niveau_Dyn
le niveau statique de forage	Niveau_St
la profondeur de la nappe en m	Prof_m
la population féminine de chaque commune en 2013	POP_2013_F
le pH des eaux de forage	pH
la conductivité électrique des eaux de forage ms/cm	CE ms_/cm
la température des eaux de forage en °C	T°C
la salinité des eaux de forage	SAL
le total des solides dissouts des de forage en mg/l	TDS_mg/_l
le titre hydrotimétriques des de forage	TH_mg/_l
la quantité du calcium des eaux de forage en mg/l	Ca2_mg/_l
la quantité du magnésium des eaux de forage en mg/l	Mg2_mg/_l
la quantité d'ammoniumdes eaux de forage en mg/l	NH4_mg/_l
la quantité des résidus secs des eaux de forage en mg/l	RS_mg/_l
la quantité du chlore des eaux de forage en mg/l	Cl_mg/_l
la quantité de bicarbonates des eaux de forage en mg/l	HCO3_mg/_l
titre alcalimétrique complet des eaux de forage en mg/l	TAC_mg/_l
la quantité de nitrate des eaux de forage en mg/l	NO3_mg/_l

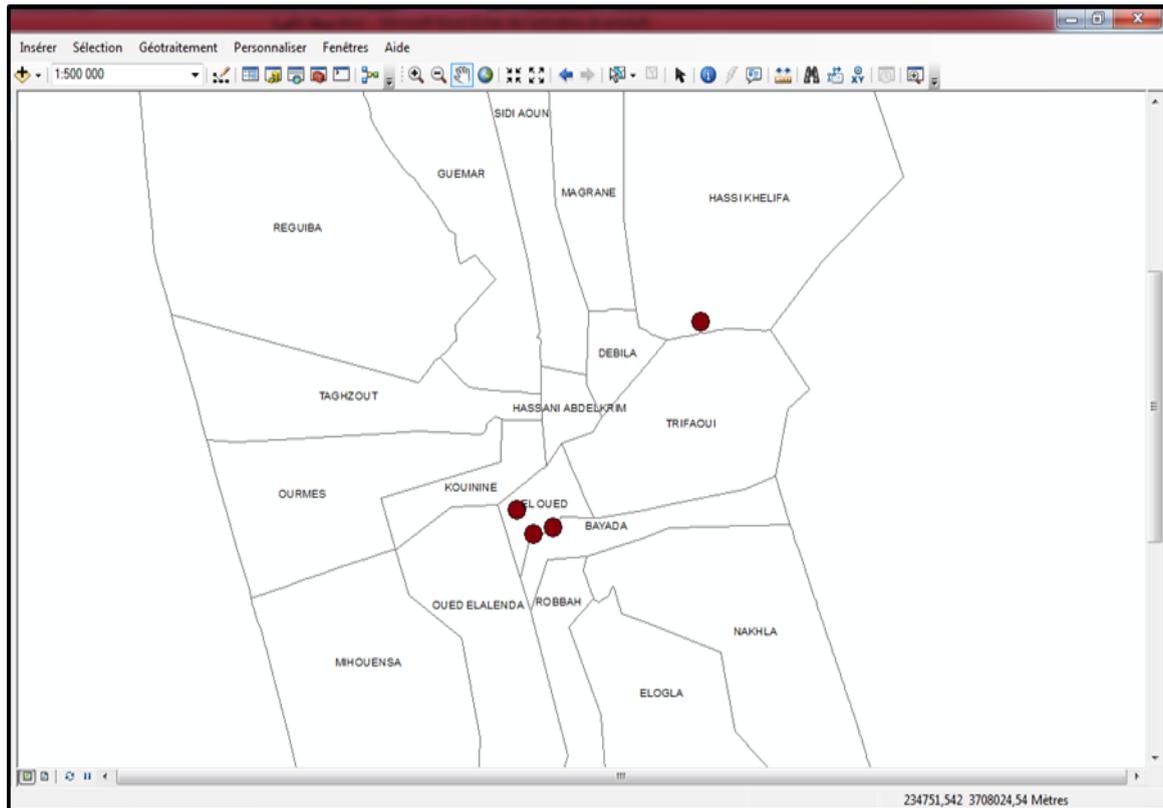


Figure N°17: Affichage de la carte des forages du complexe intercalaire (CI)

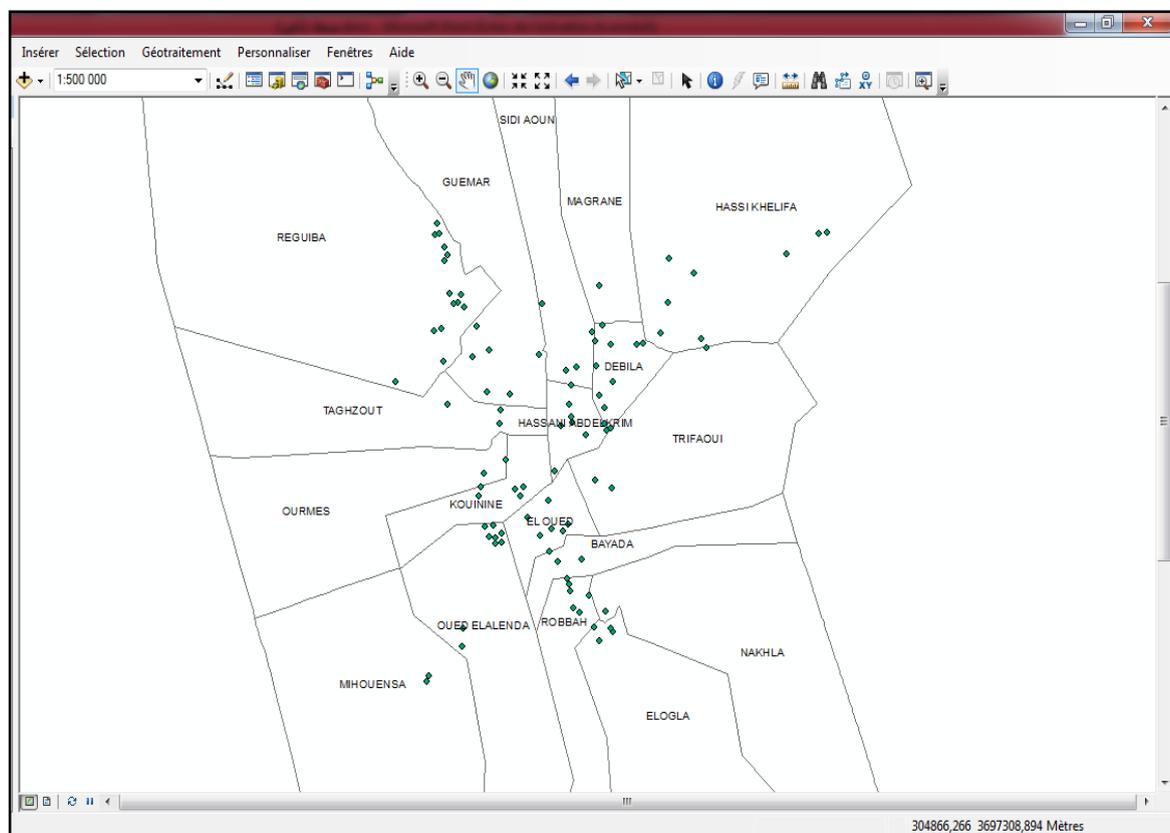


Figure N: °18 Affichage de la carte des forages du complexe terminale (CT)

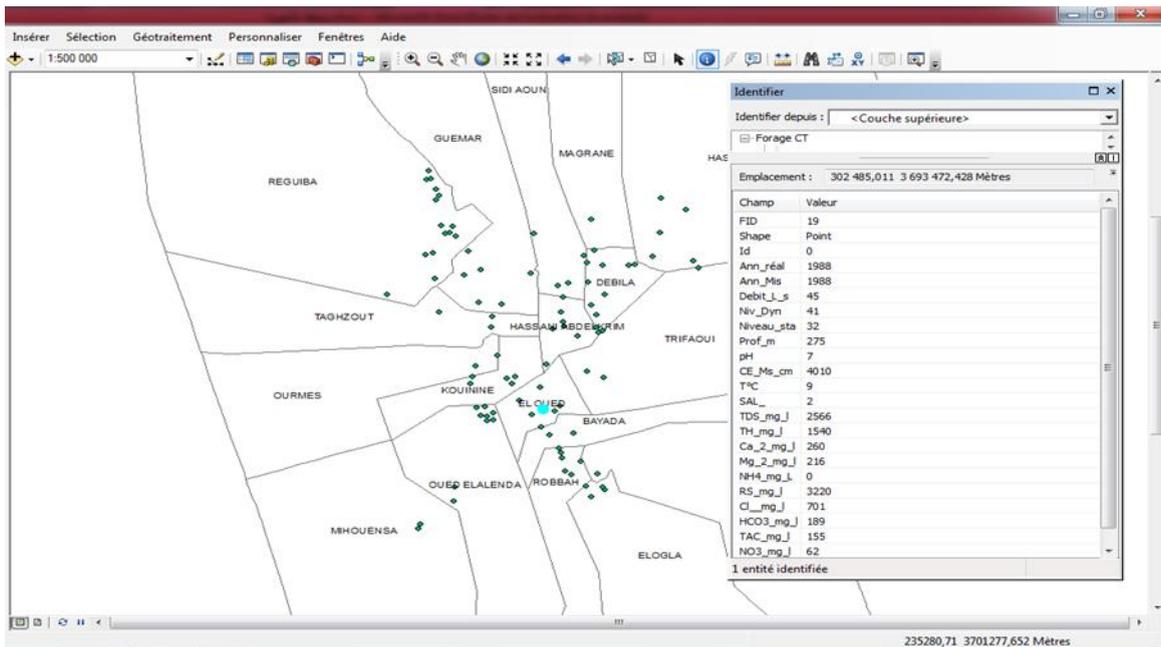


Figure N°19:Affichage de la carte des forages du complexe terminale (CT) avec les déférentes caractéristiques des forages.

IV.1.3 – La couche « ASSAINISSEMENT »

La couche de l'assainissement illustre la situation de l'assainissement dans chaque commune de la vallée de Oued Souf (Figure N°22).

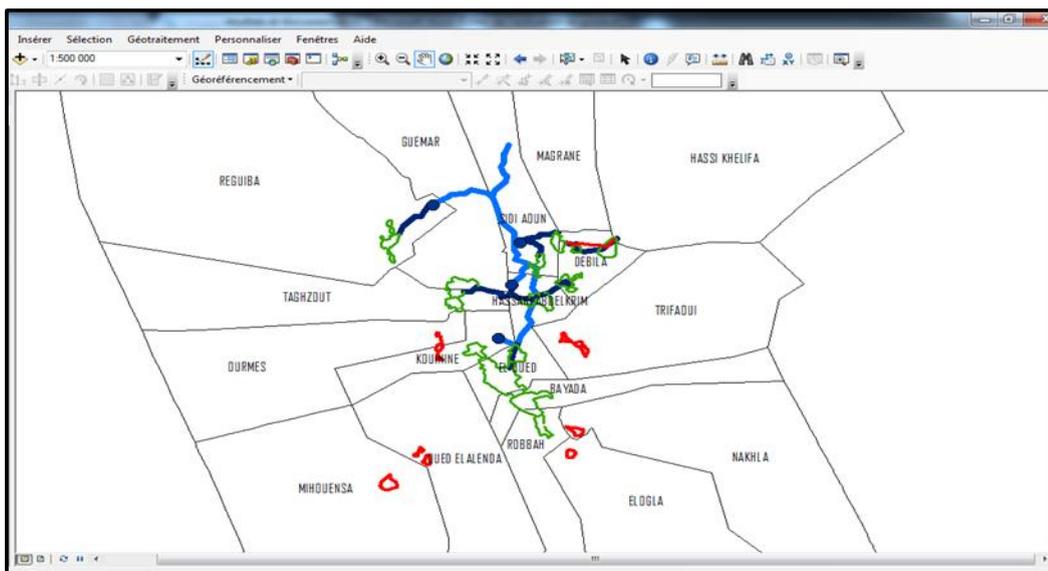


Figure N°20: Affichage de la carte de l'assainissement

IV.1.4. La couche « NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE »

La couche « NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE » illustre les courbes isopièses et le sens d'écoulement de la nappe phréatique dans chaque commune de la vallée de Oued Souf (Figure N°21).

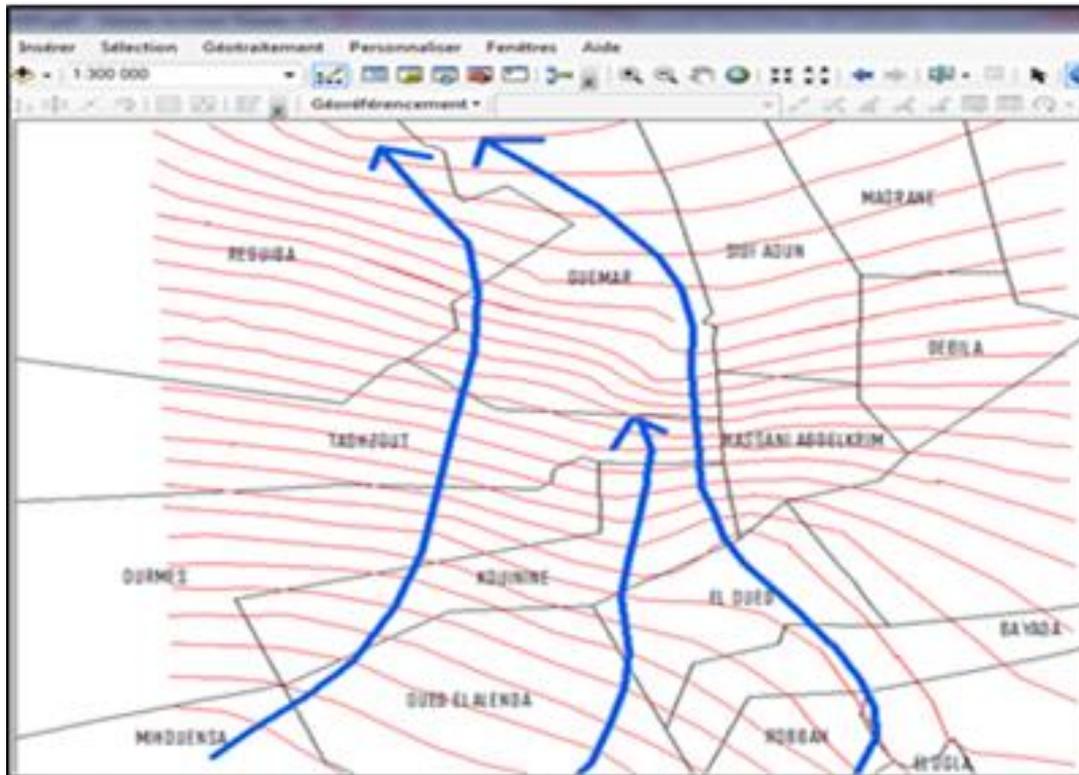


Figure N°21: Affichage de niveau de la nappe phréatique

IV.2 – Les requêtes

On a réalisé plusieurs requêtes, on va choisir un ou deux exemples pour montrer les possibilités de notre système;

IV.2.1. – Requête « Couche de Population »

La requête ci-après va donner comme résultat la mise en valeur des communes qui ont une population supérieure à 20000 habitants en 1998(Figure N°22).

```
SELECT NOM_COM
FROM
POPULATION
WHERE POPULATION.POP_98 > 20000
```

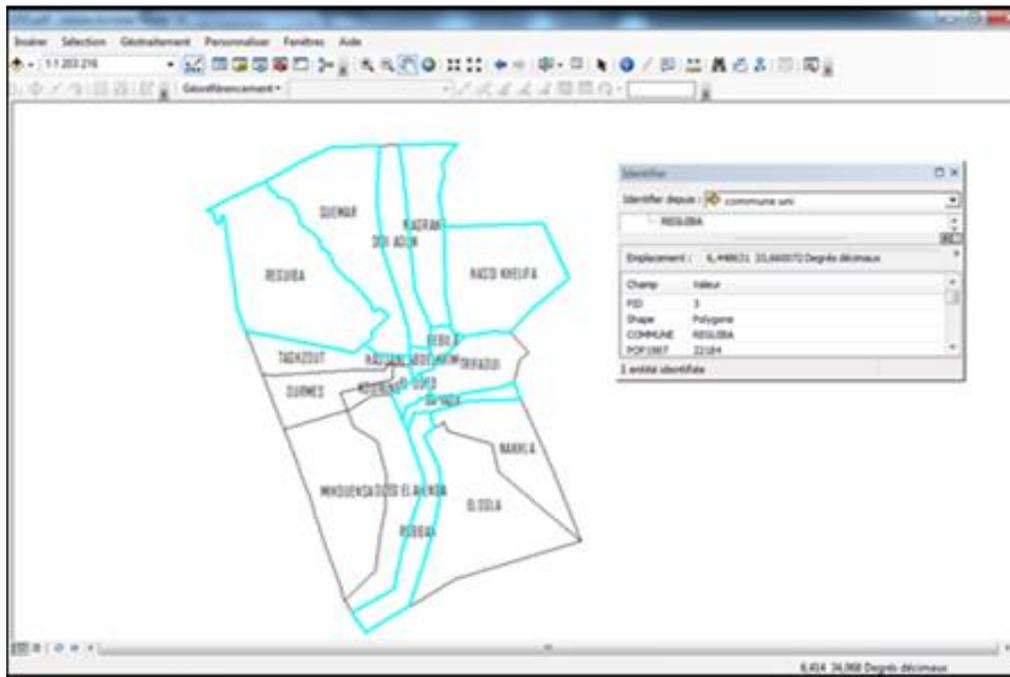


Figure N°22: Affichage des résultats de la requête

IV.2.2. Requête « Couche ASSAINISSEMENT »

La requête ci-après va donner comme résultat la longueur de réseau d'assainissement collectif qui est 164 m (Figure N°23).

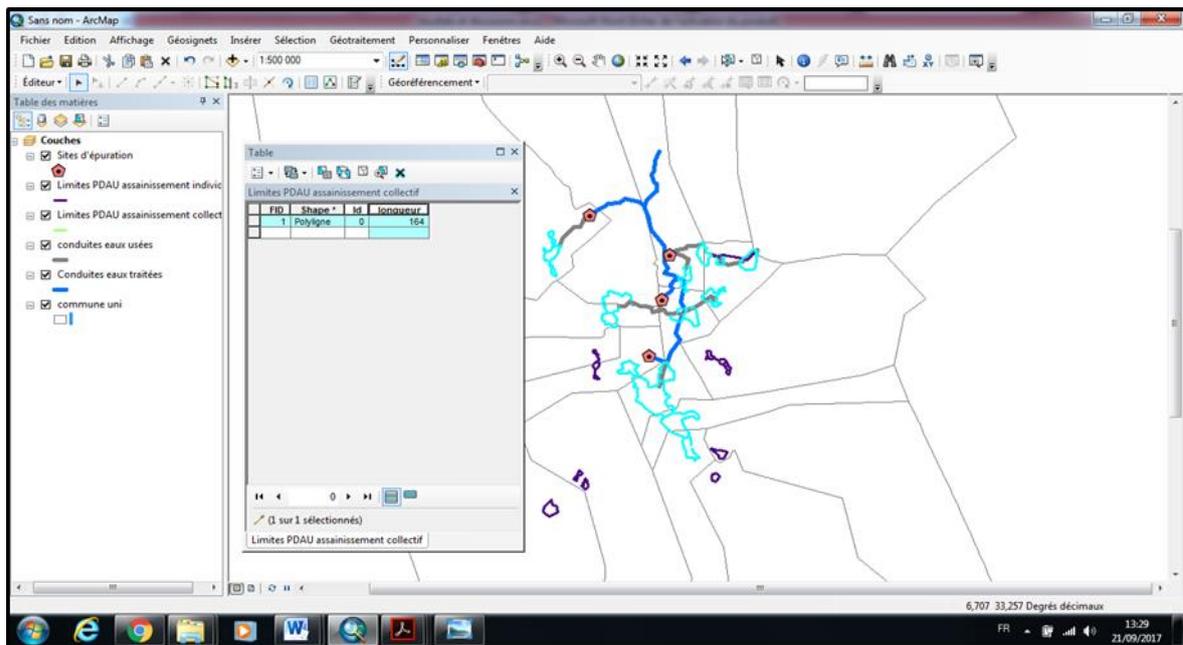


Figure N°23: La longueur de réseau d'assainissement collectif

IV.3. Représentations graphiques

ArcGis nous offre aussi les possibilités d'effectuer des statistiques avec différents types de représentations : 3D, HISTOGRAMMES, SECTEURS, etc.

On va citer deux exemples (Figure N°24 et N°25).

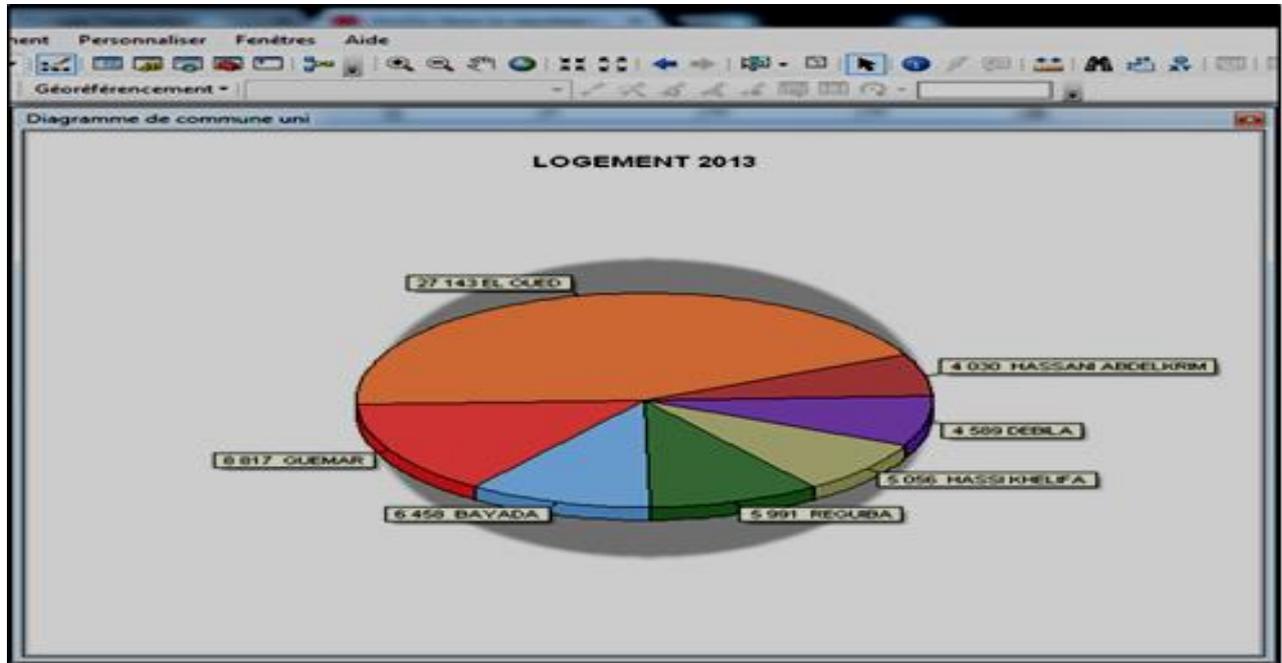


Figure N°24: Représentation en secteurs

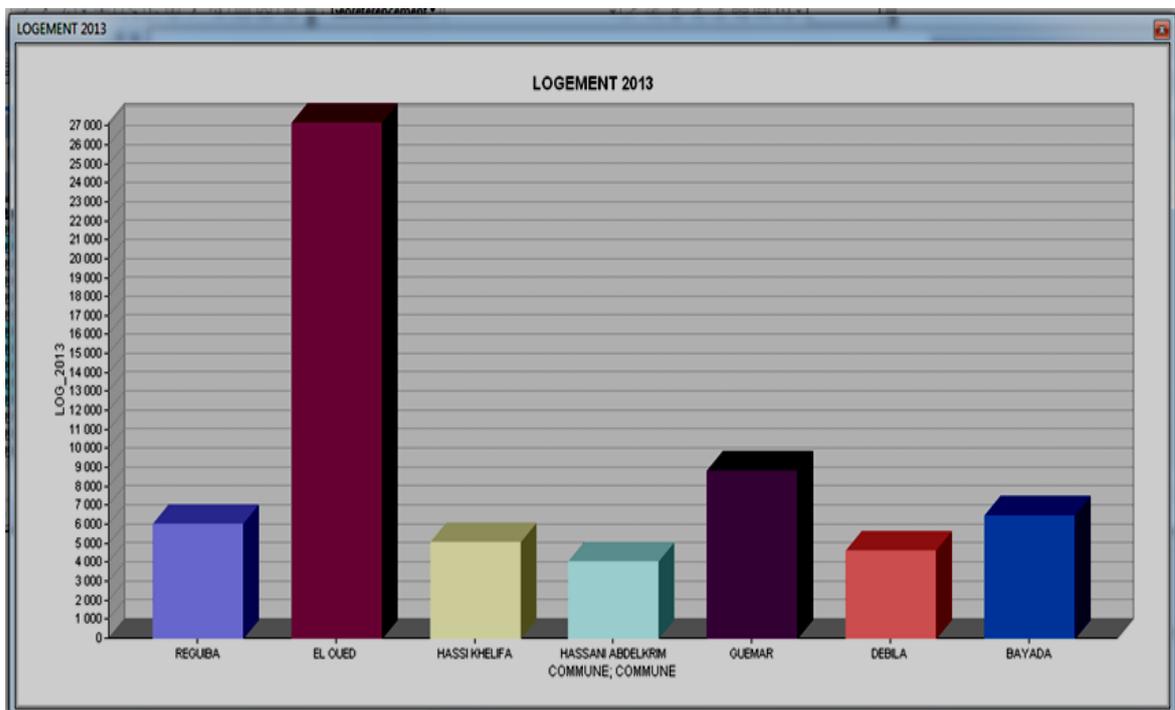


Figure N°25: Représentation en surfaces

Conclusion

Au terme de cette étude sur l'apport des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour l'étude et la gestion des ressources en eau dans la vallée de Oued souf, il y a lieu de relever plusieurs points fondamentaux :

- Le développement d'un Système d'Information Géographique (SIG) adapté à la gestion des ressources en eau nécessite l'intégration d'un ensemble de techniques propres à des domaines aussi divers que la géologie, la climatologie, l'hydrologie et l'hydrogéologie. Chacune de ces sciences apporte des éléments particuliers pour la compréhension des phénomènes étudiés tel que le fonctionnement des aquifères.
- Ce Système d'Informations engendre en particulier des besoins en termes d'acquisition, de conservation et de mise à jour des données dont la qualité scientifique ne supporte pas d'être dégradée.
- Les données sont rassemblées, manipulées et traitées sous ArcGis 10.3. L'utilisation de ce logiciel fut un succès et a permis une grande convivialité tant au niveau de la conception, qu'ensuite au niveau de l'utilisation de l'application.
- Le gain en temps et en efficacité pour cette étude est certain. Les données désormais regroupées, leur accès est simplifié avec notamment la possibilité d'effectuer des tris sur ces dernières au moyen des requêtes et d'utiliser ces résultats directement dans les calculs statistiques et la représentation cartographique. Tout est intégré en un seul système qui regroupe toutes les fonctionnalités auparavant dispersées. Ceci évite entre autre, les erreurs de transcription de données d'un programme à l'autre, mais surtout permet une visualisation conjointe des données et des résultats venant de sources multiples.

Références bibliographiques

1- **A.N.D.I**, 2013- les grands carrefours de développ

ement "la wilaya d'El-oued et la ville aux mille et une couples", guichet unique décentralisé de Ouargla. Agence nationale de développement de l'investissement.

2-**A.N.R.H**, 20011-Agence nationale des ressources hydraulique.(2009a,2010b).

3-(**A.N.R.H**): Agence nationale des ressources hydraulique , (2009): Les ressources en eaux de La Wilaya d'El-Oued. Rapports techniques. 27p.

4-(**A.D.E**): Algérienne Des Eaux., 2010. Fiche d'analyses physico-chimiques du 1er trimestre

5-**ABDOULAYE B**, 2009: Conception et Mise en Œuvre d'un Système d'Information Géographique sur les Investissements publics pour Analyses et Inflexions au MINEPAT : Cas du département du Nyong et So' dans la Région du Centre.

6-**ALEXANDRE. H**. 2014,Introduction Aux Système D'information Géographique. université de Lausanne .32p.

7- **ALLA MANGA**, 25 novembre 2015, système d'information géographique. allamanga@gmail.com. Fish base, Ifan ch. a. Diop.

8- **Ben hamida. S**, Sayahlembark. Yet Senoussi.S. Juin 2010; Note de synthèse relative a la campagne piézométrique et hydro chimique de la nappe phréatique de oued souf (Hautes eaux 2010) .Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques.

- **BOKO G**; 2006- **Contribution des systemes d'information géographique a la gestion du reseau de distribution de l'eau courante à cotonou**. Mem, MAITRIS, Géographie physique. *Universite d'abomey-calavi* . 80p.

9- **COTE M.**, (1998): Des oasis malades de trop d'eau. Sécheresse vol. 9, n° 2. pp 123-130.

10-**CHEYNEL.D.**;(2006): **SIG support de cours. EPL Théodore Monod Rennes - Le Rheu**. david.cheynel@educagri.fr

11-**Direction d'Hydraulique de la Wilaya d'El Oued**.(2001a, 2005b).

12-**Direction des Services Agricoles**.(2014)

13-**DESHAYES. M** et Pierre **CHERY. J.**, (2000): Systèmes d'information, informatique et forêt méditerranéenne" SIG, définitions et contraintes de Dis en place" LCT ENGREF Cemagref

Rue J . F . Breton BP 509334033 Montpellier Cedex forêt méter IRée RR et. XXI, n ° 1

Références bibliographiques

- 14-(D.H.W)** Direction d'hydraulique de la Wilaya d'El-Oued (2010) ,Enquête sur les exploitations et les besoins en AEP dans la wilaya d'El-Oued.
- 15-ELJANJANI, S.,**(2014-2015): introduction système d' information géographique. Sanae.eljanyani@upmc.fr UMR METIS, Tour 56-55, 4eme étage.
- 16 –Léo pichon,** (2014): les basses des systèmes d'information géographique. Formation viticulture de précision - 2014 – IRVO.
- 17-GARDIR.,** 1973. Sahra. Ed., Kummerlyet Frey, Paris, 3ème edition. pp 49-51
- 18- HIZEL, A.,**(2014): Introduction aux système d'information géographique. Université de Lausanne .32p.
- 19-MESSEKHER I., MENANI M.,** (2010): Evolution de la Piézométrie de la Ville D'oued Souf (Entre 1993, 2002 et 2007) - Perspectives de la Maitrise du phénomène de Remontée de la Nappe phréatique, International Network Environmental Management Conflicts, Santa Catarina – Brasil, 1(1), pp 259-266
- 20-Michel DESHAYES et Jean-Pierre CHERSIG,** mars 2000: définitions et contraintes de Dise en place.
- 21 -MERABET .S.** (24/04/2011): Etude comparative de deux systèmes aquatiques dans le Sahara septentrional(Chott Merouane et Ain El Beida l-environnement et signes de dégradation.
- 22-MESSAOUDI.S,**2015.Système D'information Géographique : outil d'analyse & de représentation statistique 21-22-23 octobre 2015 .
- 23-Messaoudi, S.**(2015): Système d'information géographique: outil d'analyse & de représentation statistique. Communication présentée d'haut- commissariat au plan [HCP], Royaume du Maroc: www.hcp.ma..
- 24- Mate,** 2000; Rapport sur l'état et l'avenir del'environnement.Alger.pp100-105
- 25- Marc Souris** Les principes des systèmes d'information géographique Principes, algorithmes et architecture du système Savane **P** : 24 -28.
- 26- Feyder -J.** Fonctions d'un Système d'Information de Gestion Sources : Manuel Fontaine Picard – Réseau CERTA **P**: 03.
- 27-Kholladi M-K.,** (2005): SIG pour le suivi de la remontée des eaux de la wilaya d'El Oued Souf, Congrès internationale en Informatique appliquée CiiA'05 du 19 au 21 Novembre 2005 à Bordj Bou Arreridj, **P**: 10.

Références bibliographiques

- 28-Kechana.S** et Derradji Elfade; 2010.La gestion intégrée des ressources eau dans la vallée d'oued souf (SE ALGERIEN): En jeuse d'adaptation d'une nouvelle stratégie .ISSN: 1112-9867. RSFA: Revue des sciences fondamentale et appliquée Vol-N⁰2(2010),22-36
- 29-Laurencin. B.**2006, système d'information géographique .cours .doc. ESNA PARIS Belleville.175p.
- 30-Ouali, S., Khellaf A., et Baddari, K.** (2007). Etude des ressources géothermiques du sud algérien. *Revue des Energies Renouvelables*, 10(3). 407-414.
- 31-Office national des statistiques**(2013).
- 32-(O.N.M):** Office National Météorologique Station de Guemar et de Touggourt, données climatiques.
- 33-Serray, A.,**(2014): La problématique de gestion des excédents hydriques dans la ville d'El-Oued, Impacts environnementaux et recommandations.(thèse de magister). faculte des sciences de la nature et de la vie. département des sciences biologiques. université kasdi merbah – OUARGLA.
- 34-RAmade F,** 1984: éléments d'écologie, écologie fondamentale . ED. M c Graw, Hill, Paris, 397P.
- 35-Christine C.** de <http://sig-pour-tous.forumactif.com> Tutoriel protégé par licence Creative Commons- utilisations commerciales interdites SIG : définition
- 36-Laurencin, B.;**(2006): système d'information géographique . doc. cours .ESNA PARIS Belleville.175p.
- 37- Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography** (1988).
- 38-KHELEF K,** (2006). Etude de la remontée des eaux de la nappe phréatique de Oued-Souf. Thèse de Master d'école de Management EURO-MED, Université de Marseille, 100p
- .
- 39-Madjyara NGUETORA.** (1999). Concept et méthode de gestion des eaux en milieu semi-aride à l'aide d'un système d'information géographique. Application au bassin versant du massili au burkina faso. Thèse de doctorat en Génie Rural école polytechnique fédérale de Lausanne.
- 40-ZELLA L et SMADHI D;** 2006 - Gestion de l'eau dans les oasis algériennes. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°05. pp.149-156

Références bibliographiques

41-SOUDANI K; 2006 - Initiation aux systèmes d'informations géographiques sous ArcGis9.Cours, Module Géomatique. Université d'Orsay. France. 35p.

42-GUERREIRO F; 2012- Fiche d'aide à ArcGis 10.X desctope. Systèmes d'information géographique pour l'enseignement agricole. France.40p.

المراجع باللغة العربية

43 -حليس يوسف 2007. الموسوعة النباتية لمنطقة سوف انتاج الوليد للطباعة الوادي ص 25

44- دكتور جمعة داود (1438/2016هـ) مميزات وتطبيقات مقدمة نظرية في نظم المعلومات الجغرافية في كافة المجالات .

45- بوالصوف معتز بالله 2014 /1435هـ مقدمة في علم نظم المعلومات الجغرافية كلية الهندسة و التعمير جامعة قسنطينة منتوري سابقا

Annexes

Annexe N° 1

Tableau N°: Démographie des communes de la vallée de OuedSouf

COMMUNE	POP1987	POP1998	POP 2008	POP 2013	POP 2013 M	POP 2013 F	log 2008	LOG 2013	TOL
TRIFAOUI	4098	6361	8257	9605	4845	4760	1221	1443	7
SIDI AOUN	7287	10018	12235	13745	6945	6800	2107	2774	5
ROBBAH	12234	17243	21965	25290	12760	12760	3370	3948	6
REGUIBA	22184	30392	40367	47630	24415	23215	5409	5991	8
OURMES	3557	5059	5900	6450	3225	3225	932	1449	4
EL OUED	70911	105256	134700	155525	80030	75495	23542	27143	6
NAKHLA	7924	9491	12652	14950	7580	7370	1872	2348	6
MIHOUENSA	8718	11779	16136	19380	9850	9530	2697	3431	6
MAGRANE	14287	20102	24577	27625	14280	13345	3508	3925	7
KOUINNE	5520	7571	10076	11900	6075	5825	2139	2399	5
HASSI KHELIFA	15807	25118	31784	36450	18825	17625	4515	5056	7
HASSANI ABDELKRIM	12430	17207	22755	26775	13685	13090	3485	4030	7
GUEMAR	22034	29185	39167	46470	23515	22955	7704	8817	5
DEBILA	12244	20088	25158	28675	14610	14065	4049	4589	6
BAYADA	20063	26535	32926	37320	19145	18175	5545	6458	6
OUED ELALENDA	3521	5839	6830	7480	3795	3685	1069	1610	5
ELOGLA	3835	4715	6102	7085	3565	3520	947	1373	5
TAGHZOUT	7564	11147	13934	15865	8040	7825	2404	2752	6

(DPSB, 2014)

Annexe N°2

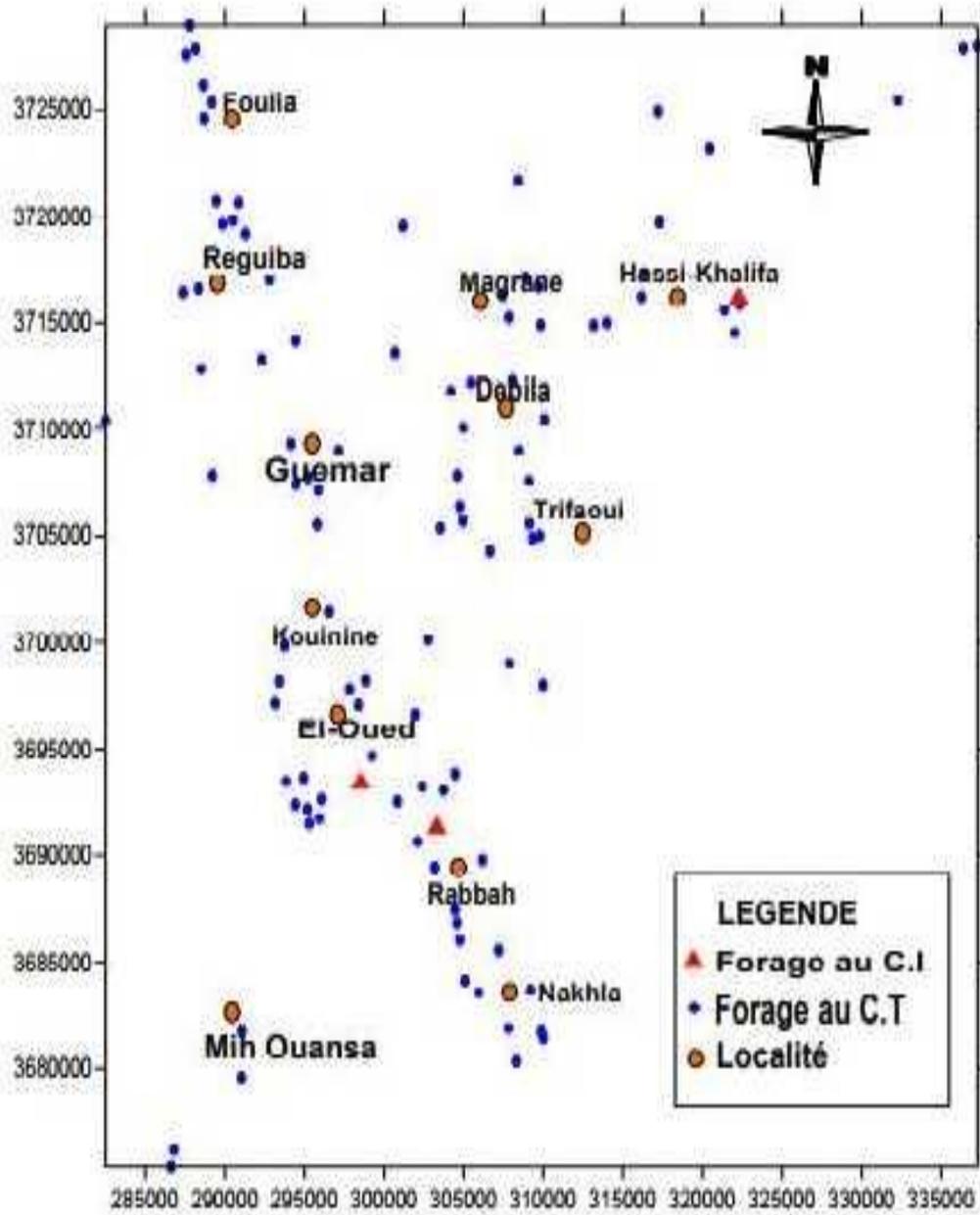


Figure N°24: Carte d'inventaire de forage de nappe phéatique sur la vallée de Oued Souf (DRH, 2012)

Annexe N°3

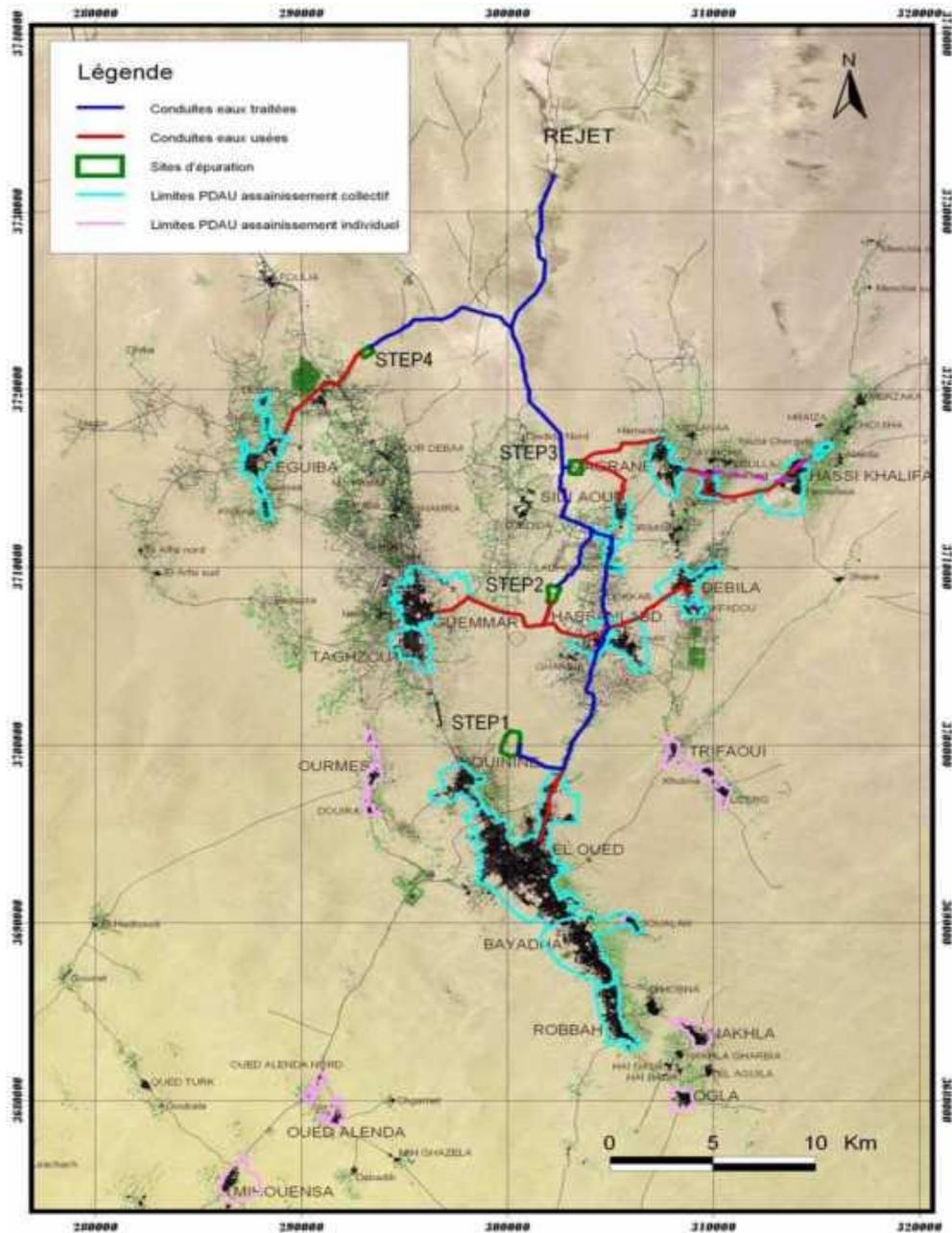


Figure N°25: Schéma directeur du réseau de l'assainissement de la vallée de Oued Souf (ONA, 2014)

Annexe N° 4

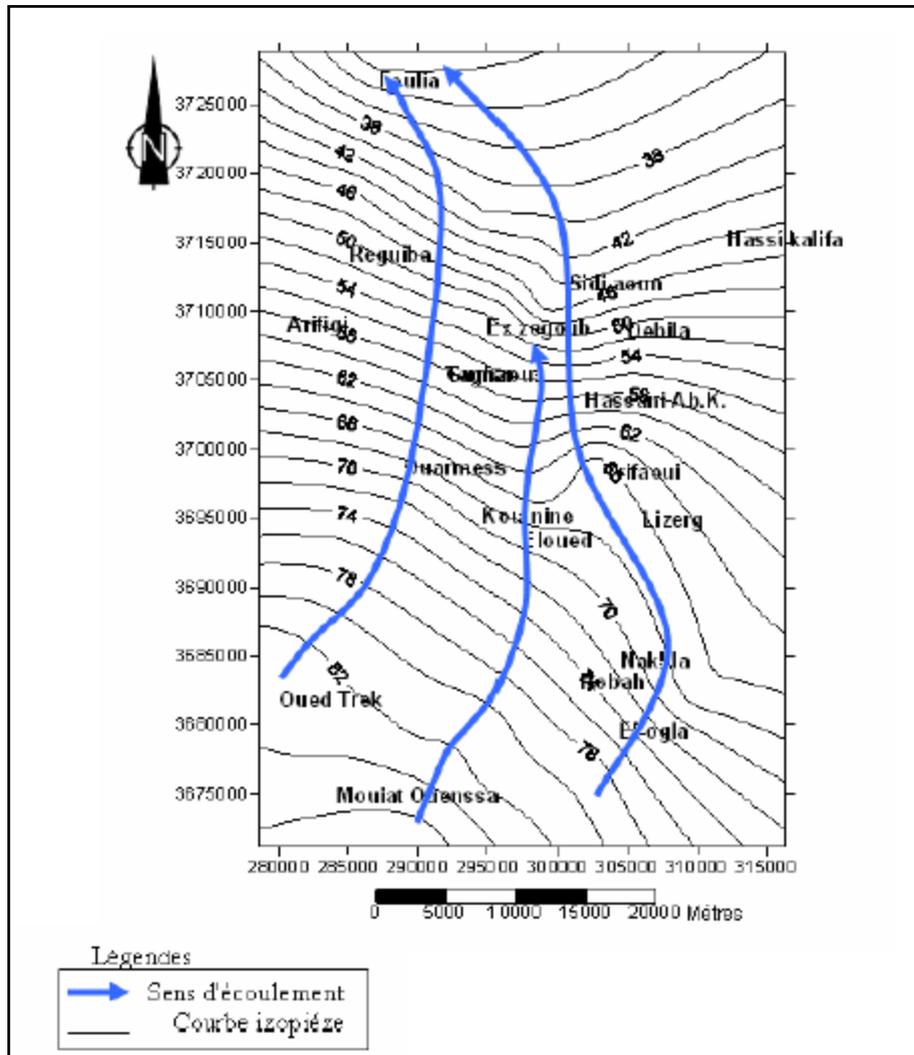


Figure N°26: Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001 (ANRH 2003)

Annexe N° 5

Méthode d'analyse physico-chimique d'eau

ISO 6058 : 1984 PAGE : 67

Iso 8467 : 1993 page 255

Rodier page : 113

Rodier page : 125

Iso 9297 : 1989 page : 273

Methode titrimetrique a l'EDTA

Iso 6059 : 1984 page : 70

Annexe N° 6

Tableau N°: Résultats des analyses physico-chimiques des eaux des forages de CT et de CI de la vallée de oued Souf

Localité/ Forage	Année de réalisation	Année de mise en service	Débit L/S	Niveau		
				Niveau Dynamique m	Niveau Statique m	
E-B forage chouhada Albien c/ chouhada	1987	1988	140			Albien
E-B chateau d'eau 400 Logt c/400 Logt						
E-B chateau d'eau sidi Messtour c/sidi Messtour						
E-B forage Bouhmid02 c/ Bouhmid02	1989	1989	37	58	41.71	Complexe Terminale
E-B forage Bouhmid01 c/ Bouhmid01	1988	1988	45	41.62	32	Complexe Terminale
E-B forage Nadour c/Nadour						
E-B forage Naser c/ Debila						
E-B forage Debila Gharbia c/ Debila						
E-R Château Akfadou c/Akfadou Debila						
E-R Château Debila Charguia c/ Debila Charguia						
E-B chateau d'eau chott c/chott						
E-B forage 08 Mai c/08Mai						
E-B forage Teksept c/ Université						
E-B chateau d'eau EL-Garra c/EL-Garra						
E-B forage Bena Dati c/Bena Dati						
E-B forage Albien Route touggourt	1986	1987	140			Albien
E-B chateau d'eau chouhada c/ chouhada	1987	1988	140			
E-B chateau d'eau 19 Mars c/19Mars						
E-B forage 19 Mars Albien c/19 Mars			180			Albien
E-B forage Nassim c/ Nassim						

Nappe			Profondeur m	Coordonnées			Date		Code d'échantillon											
				X	Y	Z m	Prélèvement	Analyse		PH	CE µs/cm	T °c	SAL‰							
Albien	Aptien	Barremien	1842	6 52'41"	33 20'22"	77	04-01-2017	04-01-2017	1	7.08	2750	8.8	1.8							
							05-01-2017	05-01-2017	2	7.25	3980	9	2.5							
							06-01-2017	06-01-2017	3	7.33	4010	8.8	2.6							
Complexe Terminale	Complexe Terminale	Complexe Terminale	284	6 53'33"	33 21'45"	79	07-01-2017	07-01-2017	4	7.38	3990	8.8	2.5							
							08-01-2017	08-01-2017	5	7.37	4010	9	2.6							
							09-01-2017	09-01-2017	6	7.41	4050	8.7	2.6							
							08-01-2017	08-01-2017	7	7.62	4100	7	2.6							
							08-01-2017	08-01-2017	8	7.68	3960	7	2.5							
							08-01-2017	08-01-2017	9	7.48	4250	7.1	2.7							
							08-01-2017	08-01-2017	10	7.7	4220	7.1	2.7							
							09-01-2017	09-01-2017	11	7.69	4060	15.8	2.6							
							09-01-2017	09-01-2017	12	7.66	3660	17	2.3							
							09-01-2017	09-01-2017	13	7.67	3760	17.9	2.4							
							09-01-2017	09-01-2017	14	7.64	2600	19.9	1.7							
							09-01-2017	09-01-2017	15	7.59	4040	16.5	2.6							
							Albien	Aptien	Barremien	1850	6 50'19"	33 21'40"	87	13-02-2017	13-02-2017	16	7.57	2640	21.8	1.7
														13-02-2017	13-02-2017	17	7.73	5650	16	3.6
														13-02-2017	13-02-2017	18	7.74	3880	16.1	2.5
Albien	Aptien	Barremien	1876	33 20'193"	6 51'323"	150	13-02-2017	13-02-2017	19	7.64	2450	22.9	1.6							
							13-02-2017	13-02-2017	20	7.77	3490	12.7	2.2							

Annexe N°6

Paramètres physico-chimiques												
TDS mg/l	TH mg/l	Ca+2 mg/l	Mg+2 mg/l	NH4+ mg/l	RS mg/l	CL-mg/l	Turb NTU	HCO3-mg/l	TAC mg/l	NO3-mg/l	PO4-mg/l	NO2- mg/l
1760	1090	248.496	114.233	0.0	2440	744.513	1.37	186.66	153	5.369	0.008	0
2547	1500	280.56	194.44	0.001	3580	1127.405	0.115	173.24	142	59.893	0.012	0
2566	1910	240.48	318.395	0.003	3320	843.781	0.164	189.1	155	27.891	0.007	0
2553	2140	228.456	381.588	0.012	2980	1028.137	0.11	203.74	167	28.128	0.011	0
2566	1540	260.52	216.314	0.031	3220	701.969	0.121	189.1	155	62.178	0.021	0
2592	1420	292.584	167.7	0	2880	999.774	0.27	197.64	162	34.245	0.032	0
2624	1380	240.48	189.58	0	2720	744.513	0.128	189.1	155	49.033	0.013	0
2534	1110	264.528	106.942	0.032	2320	801.237	0.13	198.86	163	40.25	0.032	0
2720	1540	284.568	201.731	0.082	2400	730.331	0.096	200.08	164	27.287	0.003	0
2700	1250	328.656	104.511	0.011	3580	1141.59	0.62	228.14	187	28.285	0.024	0
2598	1150	252.504	126.386	0	3860	758.694	0.265	174.46	143	16.761	0.001	0
2342	960	232.464	92.36	0.002	3500	744.513	0.547	164.7	135	12.678	0.001	0
2406	1030	240.48	104.511	0	2880	659.425	0.16	164.7	135	13.437	0.004	0
1664	900	232.464	77.77	0.006	3080	531.795	0.246	201.3	165	4.178	0.032	0
2587	1240	260.52	143.399	0.012	3360	758.694	0.28	174.46	143	25.067	0.024	0
1690	800	268.536	31.596	0	2400	503.432	1.29	173.24	142	2.175	0.013	0
3616	2000	541.08	157.982	0.001	2060	1155.767	19.9	36.6	30	28.342	0.003	0
2483	1300	260.52	157.982	0.004	1740	772.875	1.1	170.8	140	25.342	0.002	0
1568	1050	240.48	109.372	0	2140	560.157	9.59	189.1	155	7.324	0.053	0
2234	1200	260.52	133.677	0.034	2320	914.687	0.405	170.8	140	10.342	0.008	0

Résumé:

Cette étude préliminaire a pour objet d'essayer de développer un outil d'aide à la prise de décisions et à la simulation de la gestion des ressources d'eaux sous forme d'un système d'information géographique dans la vallée de Oued Souf, là où les données sont rassemblées, manipulées et traitées sous ArcGis 10.3.

Au terme de cette étude, il y a lieu de relever plusieurs points fondamentaux ; le développement d'un Système d'Information Géographique (SIG) adapté à la gestion des ressources en eau nécessite l'intégration d'un ensemble de techniques propres à des domaines aussi divers, ce Système d'Informations engendre en particulier des besoins en termes d'acquisition, de conservation et de mise à jour des données dont la qualité scientifique ne supporte pas d'être dégradée, les données désormais regroupées, leur accès est simplifié avec notamment la possibilité d'effectuer des tris sur ces dernières au moyen des requêtes et d'utiliser ces résultats directement dans les calculs statistiques et la représentation cartographique.

Mots clés: Oued Souf, SIG et gestion

Abstract :

This study is preliminary for subject to try develop one tool to help to take decisions and to simulation resource management of water through form system geographic information in valley of the OuedSouf there where the data are collected manipulated, and processed under ArcGis 10.3.

At the end of this study, it is necessary to point out several fundamental point; the development of the geographic information system (GIS) adapted to the management of water resources requires the integration of a set of techniques specific to such diverse fields. This information system engender under particularity of a many terms of acquisition, conservation and updating of data the scientific quality of which can not be degraded. now the data is grouped together, their access is simplified, in particular the possibility of sorting the latter by means of the requests and using these results directly in the statistical calculations and the cartographic representation.

Keywords: Oued Souf, Water resources, GIS, management.

الخلاصه :

هذا العمل عبارة عن دراسة أولية به فمحاولة تطوير أداة للمساعدة في اتخاذ القرارات ومحاكاة إدارة الموارد المائية باستعمال نظام المعلومات الجغرافية في وادي سوف. حيث تجمعاً لبيانات ومعالجتها باستعمال البرنامج ArcGis 10.3.

في نهاية هذه الدراسة تبين أنه من الضروري الإشارة إلى عدة نقاط أساسية؛ يتطلب تطوير نظام المعلومات الجغرافية الذي يكتيف مع إدارة الموارد المائية؛ دمج مجموعة من التقنيات الخاصة بمجالا تمتنوعه وينشأن نظام المعلومات هذا في إطار خصوصية العديد من الشروط المتعلقة باقتناء وحفظ وتحديث البيانات التي لا يمكن تدهور نوعيتها العلمية. يمكن استعمال البيانات التي تم جمعها وتبسيطها في الحسابات الإحصائية وإنشاء الخرائط.

كلمات مفتاحية: وادي سوف، نظم المعلومات الجغرافية و التسيير