

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



**Université d'El-Oued**  
**Faculté des sciences et technologie**  
**Département des sciences et technologie**  
**Filière d'hydraulique**

## **MEMOIRE**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme Licence en Hydraulique**

**Option: *Gestion Des Ressources en Eau***

### **THEME**

**La Gestion Qualitative des Eaux Souterraines Dans les Zones Arides**  
**Application à la Vallée d'El-Oued**

**Encadré par :**

MEGUELLATI Soumia

**Réalisé par :**

SADINE Yousra

AGGAB Radja

**Promotion: Juin 2014**

# 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 ma très chère mère*

*A mon père*

*A mon grand-père(Abbi)*

*A mes très chers frères et sœurs.*

*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 le 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.*

# 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 Mlle. Meguellati Soumia , 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 formation.
- Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner notre travail et de l'apprecier à sa juste valeur.

SADINE Yousra

AGGAB Radja

# Sommaire

Introduction générale

## CHAPITRE I Aperçu bibliographique

Introduction	02
I.1. Composition Chimique des eaux souterraines	02
I.1.1. Propriétés Physiques	02
I.1.2. Propriétés Chimiques	03
I.2. Paramètres de qualité des eaux souterraines	04
I.2.1. La dureté	04
I.2.2. Le pH	04
I.2.3. La turbidité	04
I.2. 4. Les sulfates	04
I. 2. 5. Les nitrates	05
I.3. Détérioration de la qualité des eaux souterraines	06
I. 3. 1. Vulnérabilité des nappes à la pollution	06
I. 3. 2. Pollution des eaux souterraines	06
I.3.2.1. Les types de pollution	06
I.3.2.2. Mécanismes de transport du polluant en milieu souterrain	07
Conclusion	08

## CHAPITRE II Situation et description de la zone d'étude

Introduction	09
II. 1. Situation géographique de la zone d'étude	09
II. 2. Aperçu morphologique	10
II. 3. Climatologie	10
II.4. Cadre géologique et hydrogéologique	12
II.4.1. Le Système aquifère du Sahara Septentrional (SASS)	12
II.4.2. L'aquifère quaternaire	13
II.5. Cadre pédologique	14
II.6. L'environnement: Une menace écologique et urbaine	15
II.7. Contextes Socio-économique	15
II.7.1. L'industrie	16

II.7.2. L'agriculture et élevage	16
II.8..Population	17
Conclusion	17

### CHAPITRE III Comportement hydrochimique

Introduction	19
III.1. Les données disponibles	19
III.1.1.Méthodes d'analyse	20
III .2. Variation des paramètres physico-chimiques	20
III.3. Détermination des faciés géochimiques	22
III.4.Origine des éléments chimiques	23
III.5.La pollution nitrique des eaux de la nappe phréatique	25
Conclusion	27

### CHAPITRE IV Gestion des eaux de la nappe

Introduction	28
IV .1. Les ressources en eau	28
IV.2. Les différents usages de l'eau	29
IV.2.1. L'alimentation en eau potable (AEP)	29
IV.2.2.Les usages agricoles de l'eau(AEA)	29
IV.2.3.Utilisation industrielle de l'eau(AEI)	29
IV.3.Ressemblance des données ressources / besoins	29
IV.3.1.Ressources	29
IV.3.2.Besoins	29
IV.4. Stratégies pour la gestion des ressources en eau	30

IV.4.1.Les objectifs de gestion et leur interaction	30
IV.4.2. Les principes de gestion des ressources en eau	30
Conclusion	35
Conclusion générale	36
Recommandations	37

# Liste des tableaux

N°	TITRE	PAGE
Tableau N° I-01	Propriétés physiques de l'eau	03
Tableau N° III-02	Localisation des points d'eau	19
Tableau N° III-03	Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe phréatique	20

# Liste des figures

N°	TITRE	PAGE
Figure N° I-01	géométrie de la molécule d'eau	04
Figure N° II-02	Situation géographique générale d'El-Oued	08
Figure N° II -03	Morphologie d'Oued Souf	09
Figure N° II-04	La variation moyenne mensuelle interannuelle des précipitations	09
Figure N° II-05	La variation moyenne mensuelle interannuelle de la température	10
Figure N° II-06	La variation moyenne mensuelle interannuelle d'humidité	10
Figure N° II-07	La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent	11
Figure N° II -08	Coupe hydrogéologique du SASS (in Moula, A. S. et all, 2005)	11
Figure N° II-09	Carte piézométrique de la nappe phréatique de la vallée du Souf en avril 2002 (Bonnard & Gardel, 2002)	13
Figure N° II -10	Inondation et destruction du bâti dans les bas quartiers de la ville d'El-Oued	14
Figure N° II-11	Vues de Ghouts (Remini, 2008)	15
Figure N° III-12	Faciès géochimiques des eaux par les rapports ( $Mg^{+}/Na^{+}$ , $SO_4^{-2}/Cl^{-}$ )	23
Figure N° III-13	Le couple $SO_4^{-2} - Cl^{-}$	23
Figure N° III-14	Le couple ( $(Cl^{-} / SO_4^{-2})$ - Conductivité)	24
Figure N° III-15	Les éléments ( $Ca^{++} - (HCO_3^{-} + SO_4^{-2})$ )	24
Figure N° III-16	Le couple ( $Mg^{++} - SO_4^{-2}$ )	25

# Abréviations

- [A.D.E]: Algérienne Des Eaux, Wilaya d'EL-Oued
- [A.N.R.H] : L'Agence National des Ressources Hydriques
- [D.H.W]: Direction d'Hydraulique de la Wilaya d'El Oued
- [O.N.S]: Office National des Statistiques
- [O.N.A]: Office National d'Assainissement
- [O. M.S] : Organisation Mondiale de la Santé
- [O.N.R.G.M] : Office Nationale de Recherche Géologique et Minière
- [DSA] : Direction de Service Agricole d'El-Oued
- [RGPH] : Recensements Global de la Population et de l'Habitat
- [O N M] : Office National Météorologique
- [O S S] : Office de Système du Sahel

## **Introduction générale**

Le domaine de l'eau est vaste, puisqu'il comprend notamment les eaux de surface, les eaux météoriques, les eaux du littoral et les eaux souterraines, et qu'il touche au milieu naturel, à la vie aquatique, à la pollution et aux usages.

Il est caractérisé par le grand nombre d'acteurs qui sont impliqués dans la réglementation, la gestion et l'utilisation des eaux.

Le travail suivra la chronologie suivante :

- 1<sup>er</sup> chapitre englobe une synthèse bibliographique sur la composition physico-chimique des eaux souterraines et leur pollution
- 2<sup>ème</sup> chapitre expose les caractéristiques générales de la zone d'étude en synthétisant les données disponibles.
- 3<sup>ème</sup> chapitre détaille le comportement Hydrochimique des eaux de la nappe phréatique étudiée, tout en déterminer l'origine des différents paramètres et les principaux faciès chimiques des eaux et leurs relations avec l'environnement géologique. En fin avoir une idée sur la qualité chimique des eaux et la pollution des ces eaux souterraines.
- Le dernier chapitre met le point sur les grandes orientations à suivre pour mener une gestion qualitative des eaux de la nappe étudiée.

## **Introduction**

Les eaux qui ne sont ni évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol, et s'accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes.

On appelle nappe aquifère une zone de terrain poreux et perméable format roche-magasin limitée à la partie inférieure par une roche imperméable forme le fond du réservoir.

### **Qu'est-ce que la qualité de l'eau souterraine ?**

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 travers :

### **I.1.Composition physico-chimique des eaux souterraines :**

#### **I.1.1.Propriétés physiques:**

L'eau est la source principale et originelle de toute vie. Elle se présente, dans la nature, sous trois états :

- Solide : neige et glace
- Liquide: eau chimiquement pure ou chargée en solutés.
- Gazeux : à différents degrés de pression et de saturation.

Le changement de phase de l'eau dépend essentiellement de la température et de la pression mais aussi du degré de pollution de l'atmosphère.

Les valeurs des principaux constants physiques de l'eau sont rassemblées dans le tableau N°I-1:

**Tableau N° I-1: Propriétés physiques de l'eau**

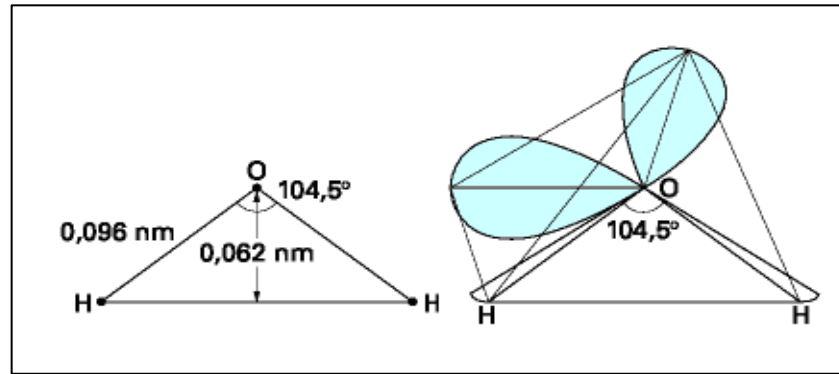
<b>Eau liquide</b>	
Température d'ébullition sous 60 mmhg (101325Pa)	100°C
Capacité thermique massique à 15 °C	4.1868 j-1
Enthalpie de vaporisation à 100 °C	2252.5 j-1
Conductivité thermique à 20 °C	5.98MW.cm-1 23.8M.cm80
Résistivité	1.33300
Permittivité relative à 20 °C	1g (par définition)
<b>Eau solide</b>	
Température de fusion	0°C (par définition)
Capacité thermique massique	3.09 j-1
Enthalpie de fusion sous 760mmhg (101325.02 Pa)	333.27 j-1 877.128 Pa
Tension de vapeur à 0 °C	1.30907
Indice de réfraction pour la raie D	0.91649
<b>Eau vapeur</b>	
Conductivité thermique à 100°C	0.231MW.cm-1
Densité par rapport à l'air	0.62337
Indice de réfraction pour la raie D à 100 °C	1.00259

### **I.1.2. Propriétés chimiques :**

#### **✓ Composition et structure de la molécule d'eau :**

L'eau c'est un corps incolore inodore et insipide. Composé de la combinaison de 2 atomes d'H et un atome d'O. Bien que la formule H<sub>2</sub>O soit relativement simple, il existe de très nombreuses combinaisons possibles des éléments hydrogène et oxygène qui comportent chacun plusieurs isotopes.

La déformation de la structure à l'origine des caractéristiques géométriques essentielles de la molécule d'eau, qui est dissymétrique et conforme au schéma angulaire de la (Figure I-1).



**Figure N° I-1:** géométrie de la molécule d'eau

Du point de vue électrique, cela se traduit par un caractère polaire de la molécule d'eau, présentant un moment électrique permanent, qui permet d'expliquer les extraordinaires, pour ne pas dire aberrantes, propriétés de l'eau, qui font qu'elle n'a pas les caractéristiques d'un liquide parfait.

Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'associations possibles entre les molécules d'eau ; il donnera lieu à bien des anomalies physiques.

La molécule d'eau est constituée d'un édifice électronique stable, qualitativement semblable au néon, qui cependant ne réalise pas un équilibre électrique parfait.

## **I.2. Paramètres de qualité des eaux souterraines :**

### **I.2.1. 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 due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, manganèse.

### **I.2.2. Le pH :**

Le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques, en particulier l'équilibre calco-carbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (attaque ou dépôt). Le pH est acide dans les eaux des aquifères sableux ou granitique. Il est alcalin dans les calcaires. Le pH est corrigé selon le cas par élimination du CO<sub>2</sub> dissous en excès ou par correction de la dureté carbonatée.

### **I.2.3. La turbidité :**

La turbidité peut être importante dans les aquifères karstique. Elle occasionne des désagréments dans l'aspect de l'eau et sa saveur (goût de terre). Les pics de turbidité suivent

les fortes précipitations. La vitesse de circulation de l'eau dans le réseau souterrain en crue ne permet pas leur décantation.

Tout aménagement augmentant le ruissellement superficiel et l'érosion des sols accentue la turbidité: pratiques agricoles laissant les sols à nu pendant l'hiver, drainages des eaux superficielles vers les gouffres et bétoires.

#### **I.2.4. Sulfates ( $\text{SO}_4^{--}$ ) :**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variable, leur présence résulte de 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).

#### **I.2.5. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :**

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, 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 devant avoir une teneur en nitrate sont voisines 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 goût 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.

L'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).

### **I.3.Détérioration de la qualité des eaux souterraines :**

#### **I.3.1.Vulnérabilité des nappes à la pollution :**

La contamination des eaux est un souci majeur pour la protection des écosystèmes et des ressources en eaux. L'objet de beaucoup d'études aussi bien au niveau des eaux superficielles que souterraines. La contamination par tous les intrants peut être de différentes sortes selon l'eau et son emplacement. Pour l'eau superficielle.

Pour les eaux souterraines, elle peut être :

- Directe et volontaire suite au rejet de produits ou des déchets dans la source ;
- Indirecte suite à l'utilisations normale des produits dans la vie et qui se trouvent lessivés des sols vers les eaux souterraines ou dans le cas où les puits ne seraient protégés contre les intrants qui sont liés aux conditions climatique (comme le vent de sable).

#### **I.3.2.Pollution des eaux souterraines :**

Les nappes phréatiques sont vulnérables à la pollution domestique, industrielle et agricole ce qui peut expliquer la présence souvent à l'état de traces de micropolluants minéraux et organiques et de produits azotés à l'état ammoniacal est de  $\text{NH}_4^+$  et nitrate  $\text{NO}_3^-$

Il est à noter que lorsqu'une nappe a été polluée, il est très difficile de récupérer sa pureté originelle : les polluants sont en effet non seulement présents dans l'eau, mais également fixés et absorbés sur les roches et les minéraux du sous-sol.

##### **I.3.2.1.Les types de pollution :**

La pollution de l'eau est l'ensemble des nuisances aux quelles peut être exposé son usager. La pollution engendrée peut être d'ordre physique (radioactivité, élévation de la température...), chimique (rejets agricoles, industrielles et urbains) et microbiologique (rejets urbains, élevage...). Pour mieux évaluer la pollution, il existe des paramètres qui permettent d'estimer l'ampleur de celle-ci en fonction de son type.

##### **➤ La pollution chimique :**

La pollution chimique : Elle est due à l'entrée d'un élément (ou plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis. Deux types de permettent d'évaluer l'état de celle pollution :

- Les paramètres globaux : Ils résultent de la juxtaposition des effets de plusieurs substances en même temps (exemple pH, conductivité, turbidité, demande Chimique en Oxygène (DCO), etc....
- Les paramètres spécifiques qui caractérisent un composé ou particulier ou plusieurs de propriétés chimiques semblables.

➤ **La pollution physique :**

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. Le rejet d'eau chaude des centrales nucléaires dans les cours d'eau constitue la préoccupation de nombreux pays.

➤ **La pollution microbiologique :**

La pollution microbiologique résulte de la présence dans l'eau de microorganismes qui sont véhiculés par l'eau et est responsable de beaucoup de maladies hydriques. L'eau peut être un milieu favorable aux développements des bactéries et virus nuisibles à la santé humaine des populations qui l'utilisent pour leurs besoins.

Les bactéries pathogènes (Vibrionacea, Enterobacteriaceae, etc.....) sont responsables de principales maladies hydriques. Les parasites sont eux aussi la cause de plusieurs autres maladies (hépatite infectieuse, méningite, etc.

L'agriculture utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures et à faciliter la vie des agriculteurs. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie, les eaux de surface par lessivage et ruissellement et les nappes par infiltration.

La pollution domestique de nos eaux usées (l'eau ménagères) est essentiellement constituée de matières organiques bio dégradables certes, mais grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes (cause d'épidémies) et de produits chimiques (lessives détergentes riches en phosphates) à l'origine des phénomènes d'eutrophisation.

Par nos lavabos, nos éviers, nos salles de bains et nos WC passe chaque jour une pollution proportionnelle au nombre d'habitants.

**I.3.2.2.Mécanismes de transfert des polluants :**

Les polluants sont rarement rejetés directement dans les nappes souterraines. Leur présence est due à leur transfert depuis la surface, au cours duquel différents processus physiques, chimiques et biologiques vont jouer un rôle dans l'atténuation, le délai de transfert, la distance de propagation et la rétention plus ou moins réversible du produit. Dans les différents compartiments d'un système aquifère (sol, zone non saturée et eau souterraine), les processus sont de nature et d'ampleur variable. Les principaux processus qui contrôlent le transfert d'éléments sont la convection (entraînement de l'élément à la même vitesse que l'eau), la dispersion (étalement du panache de pollution sous l'effet de l'hétérogénéité du milieu), les échanges avec la phase solide (adsorption sur la matière organique ou la matrice

rocheuse, précipitation/dissolution) et la dégradation (chimique ou biologique). Les propriétés intrinsèques des polluants (solubilité, adsorption, dégradabilité), les propriétés intrinsèques des milieux traversés, (perméabilité, teneur en matière organique, degré d'oxydation), les interactions entre les polluants et le milieu ainsi que le contexte climatique sont autant de facteurs qui contrôlent ces différents processus de migration des polluants.

### **Conclusion**

L'eau quel que soit son type a des propriétés physique et chimique, ces derniers nous nous permettent d'évaluer sa qualité dans le but de satisfaire nos besoins dans tout les domaines. Mais cette source vitale est cible par des pollutions, d'où sa qualité va se détruire, si pour ça on a présente les différents types de pollution pour déterminer les liens entre l'eau et les sources de pollution.

### Introduction :

La wilaya d'El-Oued est une région aride, fait partie du Sahara Septentrional partagé par la Tunisie, la Libye et l'Algérie. Elle est située au Sud-Est du Sahara Algérien. La wilaya répartie en trois zones bien distinguée est les suivants (D.S.A, 2009) :

- La vallée de Souf
- La vallée d'Oued Rhir
- La zone frontalière (Talab Larbi).

### II.1.Situation géographique de la zone d'étude :

La wilaya d'El Oued qui occupe une superficie de 44.586,80 km<sup>2</sup>, se trouve à environ 650 Km au Sud-Est d'Alger et à 350 Km à l'Ouest de Gabés (Tunisie). À une altitude de 30° 30' Nord et une longitude 6° 47' Est (Figure N° II-02 ).

Elle est limitée selon D.P.A.T, 2009 par:

- ⇒ La wilaya de Tébessa au Nord-Est
- ⇒ La wilaya de Khenchela au Nord.
- ⇒ La wilaya de Biskra au Nord-Ouest
- ⇒ La wilaya de Djelfa à l'Ouest.
- ⇒ La wilaya d'Ouargla à l'Ouest et le Sud

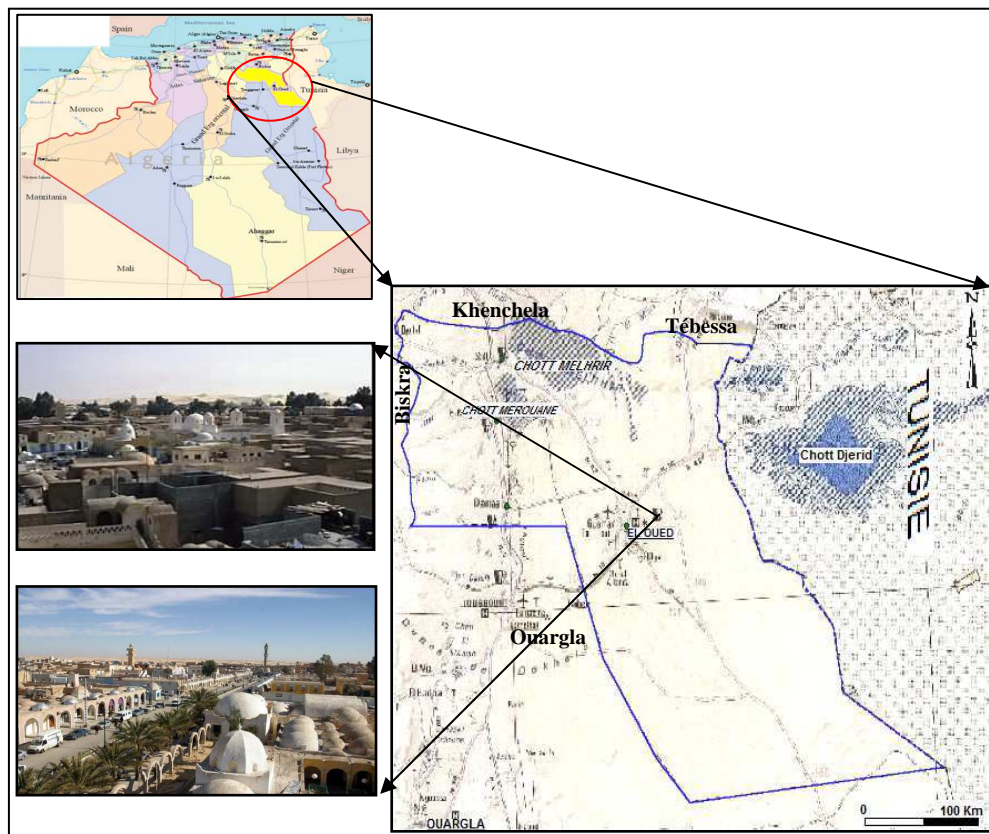


Figure N° II-02 : Situation géographique générale d'El-Oued

## II.2. Aperçu morphologique :

La morphologie du terrain de la région d'Oued Souf est sableuse dans son quasi-totalité ce qui assure l'infiltration et l'écoulement des eaux souterraines, mais essentiellement caractériser par des formations sablo gréseuses du Continentale Intercalaire et des accumulations sableuses. (Figure N° II-03)

La vallée d'Oued Souf présente sous forme d'un ensemble dunaire, atteignant par endroits jusqu'à cent mètre de hauteur, et reposant sur une formation quaternaire de plusieurs dizaines de mètre de sable éolien (ONRGM, 1999).



**Figure N° II-03:** Morphologie d'Oued Souf.

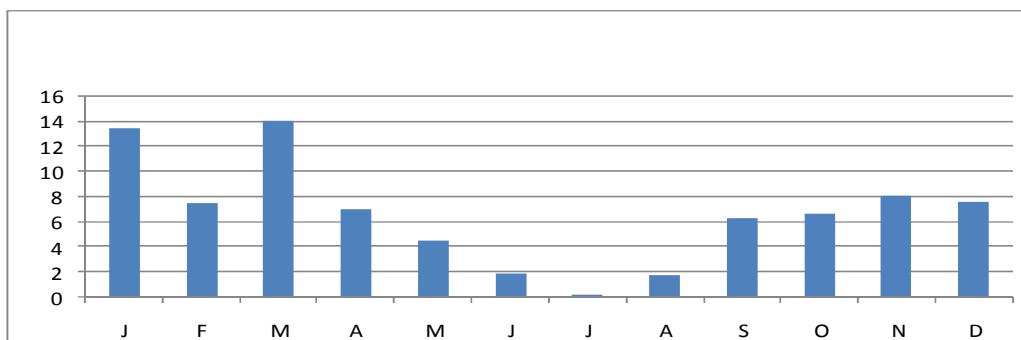
## II.3. Climatologie :

Le Climat qui est de type saharien, est caractérisé par un été chaud et sec avec une température pouvons atteindre même les 52°C, et un hiver doux et sec.

Seuls les vents, connus sous le nom de Chhili qui affectent en dominance la zone du Souf surtout en été, présentent vue leur irrégularité, des contraintes climatologies à cette région. Les données sont de la station de Guemar avec une série d'observation de (1977-2009) (voir annexes), ils ont été fournées par l'ONM.

### ➤ Les précipitations :

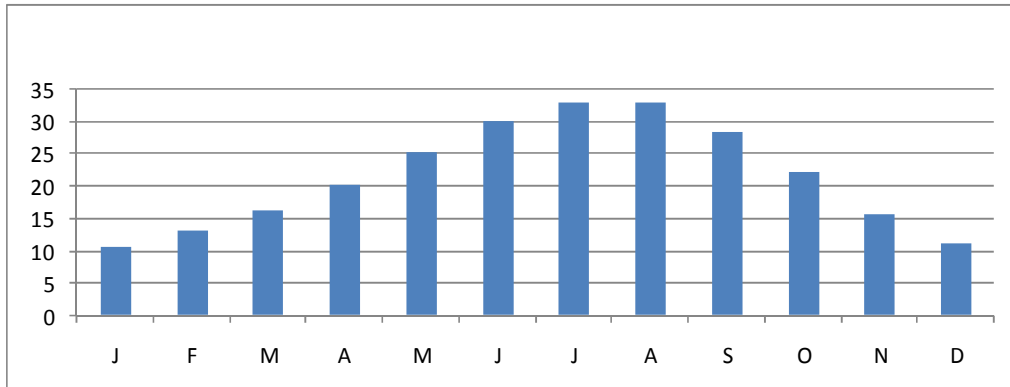
Les précipitations sont un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. La pluviométrie maximale est de l'ordre de 13,94 mm enregistré pendant le mois de Mars, et le minimum est de l'ordre de 0,19 mm enregistré pendant le mois de Juillet. (Figure N° II-04)



**Figure N° II-04:** La variation moyenne mensuelle interannuelle des précipitations.

➤ **La température :**

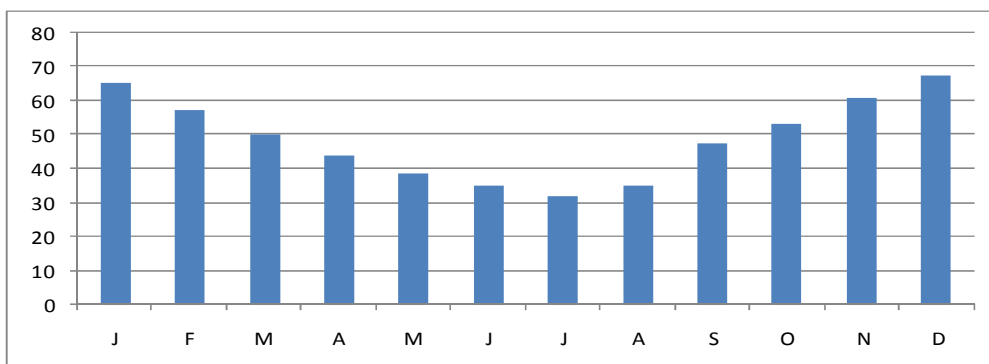
Les températures ont une variation moyenne mensuelle montre une période froide qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril avec un minimum durant le mois de Janvier (10.31°C), alors que la période chaude commence à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Octobre avec un maximum de température relevé pendant le mois de Juillet (32.68 °C). (Figure N° II-05)



**Figure N° II-05:** La variation moyenne mensuelle interannuelle de la température .

➤ **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. On remarque un minimum enregistré pendant le mois de Juillet avec une valeur de 32,17% dans la saison d'été, et un maximum enregistré pendant le mois de Décembre avec une valeur de 67,51% dans la saison hivernal. (Figure N° II-06)



**Figure N° I-06:** La variation moyenne mensuelle interannuelle d'humidité.

➤ **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.

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).

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. (Figure N° II-07).

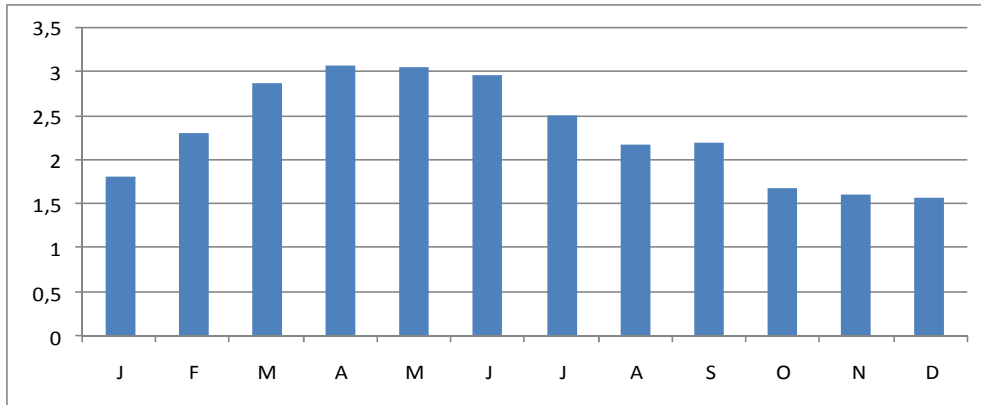


Figure N° II-07: La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent.

## II.4. Cadre géologique et hydrogéologique :

### II.4.1. Le Système aquifère du Sahara Septentrional (SASS) :

Le cadre géologique de la vallée du Souf est indissociable du cadre régional qui est celui du bassin du Sahara Septentrional. Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) désigne la superposition de deux principales couches aquifères profondes (Figure N° I-08) : La formation du Continental Intercalaire (CI) la plus profonde, et celle du complexe terminal (CT) (Bel et Demargne, 1966) (Bel et Cuche, 1970) (Guendouz, 1985). Ce système transfrontalier recouvre une étendue de plus de 1 million de km<sup>2</sup> dont 700 000 se trouvent en Algérie, près de 80 000 en Tunisie et 250 000 en Libye (OSS, 2003)

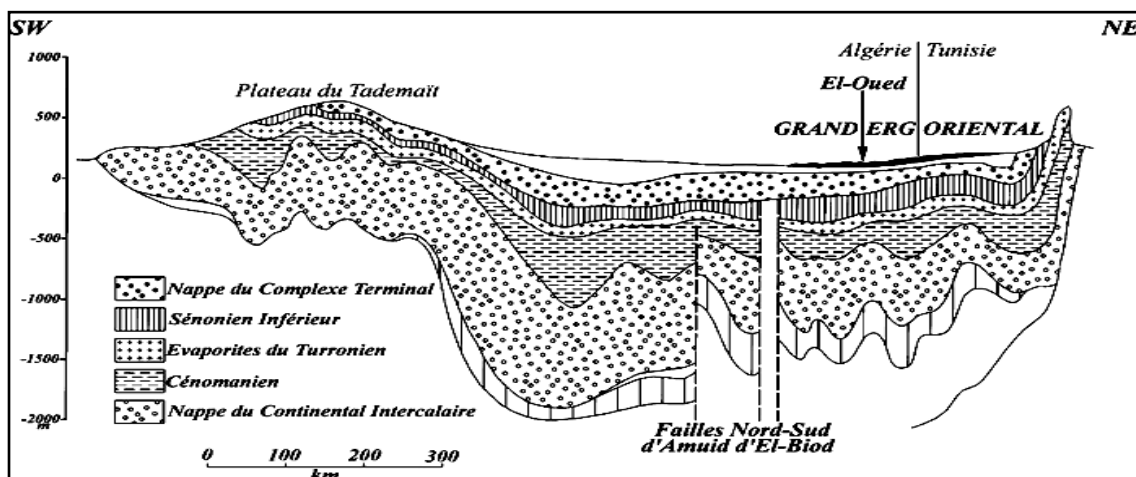


Figure N° II-08: Coupe hydrogéologique du SASS (in Moula, A. S. et all, 2005)

#### **II.4.2.L'aquifère quaternaire :**

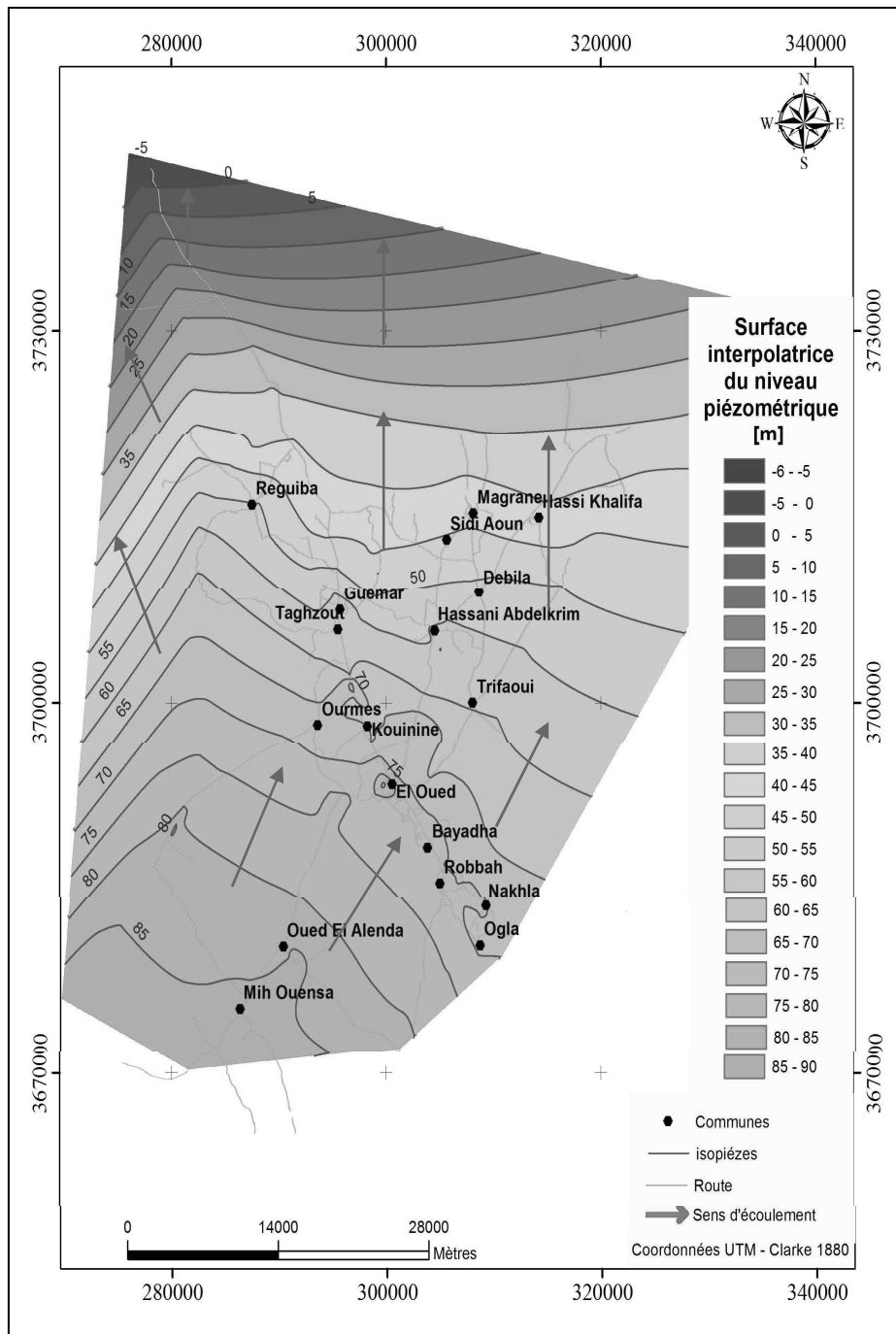
L'aquifère quaternaire du Souf présente une épaisseur moyenne de 40 mètres, de géométrie variable (dépressions, dômes et sillons). Cet aquifère fait l'objet de notre travail.

Les formations récentes du Quaternaire forment l'aquifère détritique de la nappe phréatique, il est surtout sableux avec parfois du gypse et des argiles localisées particulièrement dans la partie Nord-Est où il se termine par une croûte gypseuse. Son substratum est argileux (imperméable). Le sommet de ce substratum est sableux par endroits et gypsifère en d'autres.

La nappe phréatique du Souf a été étudiée et examinée depuis bien plus d'une décennie. Une campagne de prospection géophysique réalisée par l'Entreprise Nationale de Géophysique (Senoussi et Aquat, 1992), ainsi que de nombreux rapports de suivi et de surveillance établis par la DHW d'El Oued, l'ANRH, et l'ONA, ont constitué une précieuse base de données pour la connaissance de la géométrie de cet aquifère et l'étude de l'évolution de la surface piézométrique et des mécanismes régissant son hydrodynamisme.

Les mesures piézométriques effectuées dans la nappe phréatique en Avril 2002 par les chercheurs Bonnard et Gardel ont permis la réalisation d'une carte piézométrique actualisée basée sur un relevé des niveaux d'eau effectué sur 177 puits.

L'étude piézométrique de cette nappe montre que toutes les eaux s'écoulent vers le Sud de la région. Les axes d'écoulement prennent naissance du Nord et se dirigent vers la Sud où se trouve Milh ouansa.



**Figure N° II-09:** Carte piézométrique de la nappe phréatique de la vallée du Souf en avril 2002  
(Bonnard & Gardel, 2002)

**II.5.Cadre pédologique:**

Le sous-sol présent des contrastes frappants. C'est ainsi qu'au Sud, à 6 km d'El-Oued et jusqu'à El-Ogla 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'autres sur les principaux axes du Souf. Une coupe dans le sol, nous permet de distinguer :

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

#### **II.6.L'environnement: Une menace écologique et urbaine:**

Depuis fort longtemps, les soufis ont appris à gérer l'utilisation des eaux provenant des nappes phréatiques. Les eaux mobilisées sont rejetées dans les puits perdus après utilisation domestique et dans les zones d'épandage après utilisation agricole. La partie non évaporée percole et va rejoindre la nappe phréatique. Entre volume mobilisé et volume évacué, un équilibre durable s'établit, et le niveau de la nappe phréatique reste stable. (Figure N° II-10)



**Figure N° II-10:** Inondation et destruction du bâti dans les bas quartiers de la ville d'El-Oued

#### **II.7.Contextes Socio-économique :**

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 est :

### II.7.1.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.

### II.7.2.L'agriculture et élevage :

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 (Guemar), le Palmier dattier dans les ghouts. (Figure N° II-11)



Figure N° II-11: Vues de Ghouts (Remini, 2008)

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

- 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.

### **II.8.Population :**

La population de la commune d'El-Oued a quadruplé ses effectifs en l'espace de 32 ans, plus précisément entre 1966 et 1998, passant de 24747 habitants à 105957 habitants. Cela représente un apport moyen de 2707 hab/an. Depuis 1998, la croissance démographique continue d'être rapide et importante. De 1998 à 2005, elle est passée de 106000 à 128000 habitants, avec un apport annuel moyen de 3 211 habitants, selon les recensements de la population et de l'habitat en 1966, 1987 et 1998 (RGPH, l'année 1966, 1987 et 1998).

### **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 sa structure interne, et appuyée sur ses assises externes, elle doit pouvoir s'inscrire dans la durabilité.

## Introduction

Le volume d'eau consommée par la wilaya d'El-Oued est 80 millions m<sup>3</sup>. On estime a priori un partage de 20% pour l'AEP et 80% pour l'irrigation. La qualité chimique naturelle des eaux souterraines dépend essentiellement de leur origine, de la nature des alluvions et des roches qui les emmagasines, ainsi que des conditions physico-chimiques caractéristiques du milieu. Dans ce chapitre, on va examiner l'évolution des éléments physico-chimiques des eaux, compte tenu de leur rôle important dans le changement de la qualité des eaux.

### III.1. Données des disponibles :

20 échantillons d'eau sont prélevés à partir des puits captant la nappe phréatique (Tableau N° III-2). Le tableau N° III-3 présente les valeurs maximales et minimales de différents éléments physico-chimiques.

**Tableau N° III-2** : Localisation des points d'eau.

Propriétaire / Localisation	N° du Point d'eau
BELAID (TIKSIBTE)	G08
GHARBI A. MADJID (KUININE)	G12
Station d'essence BEN BARDI (WAZITENE)	G81
P.P (DAWYA)	P17
BEYA ALI (ROUTE TRIFAWI)	H80
MAAMRA MESSAOUD (CHOOT)	H90
APC BAYADA	G37
Château d'eau chott	D01
Ecole Hazla Tahar	D02
Parc Wilaya	D05
Ecole nouvelle Tiksept ouest	D09
CM Tksept Est	D14
CM Ghendire Omar	D18

Hôtel Louss	D20
CFPA 3	D37
CM Bachir Djab Alah	D38
Ecole Mouhamed Serouti	D39
Ecole Maragni Kalifa Sahane 1	D51
Ecole Touati Ahmed Moustapha 1	D56

(source :ADE)

Tableau N° III-3 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe phréatique

Eléments chimiques	Valeur Maximale	Point d'eau	Valeur Minimale (mg/l)	Point d'eau
pH	8.20	G81	7.31	D20
CE[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	7270	D18	2170	G08
Ca ++ [mg/l]	773.54	D38	224.45	P17
Mg ++ [mg/l]	432.63	H80	29.17	D01
SO4 -- [mg/l]	3373.00	D20	869.00	D39
HCO3- [mg/l]	1305.40	D38	32.94	G81
NO3 - [mg/l]	97.19	D51	1.50	G12
Cl - [mg/l]	1640.23	D18	344.06	D51

(source : ADE)

**III.1.1.Méthodes d'analyse :**

Les analyses ont été effectuées en Juillet 2009 dans le laboratoire d'Algérienne des eaux d'El-Oued. Les paramètres physico-chimiques mesurés sont: pH, CE, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>.

**III .2. Variation des paramètres physico-chimiques :**

- **Potentiel d'Hydrogène (pH) :**

Le pH des échantillons d'eau prélevés varie entre 7.31 et 8.20.

- D'après le journal officiel de la république algérienne n°13 la valeur maximale admissible de PH  $\geq 6.5$  et  $\leq 9$ .

- Les valeurs limites acceptables fixées par l'OMS sont entre 7 et 8,5.

Pour notre cas elles nos résultats ne dépassant pas ces normes.

- **La conductivité électrique :**

La conductivité électrique de l'eau de la nappe phréatique renseigne sur le degré de la salinité et les risques de salinité des sols. Les mesures de la conductivité pendant le mois de Juillet 2009 montrent un dépassement de la norme recommandée pour les eaux d'alimentation en eau potable. Elle varie entre 2170  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à l'Ouest de la ville au niveau du puits G08 et 7270  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à l'Est.

- **Les Cations :**

- **Calcium :**

La concentration de calcium varie entre 224.45 mg/l au piézomètre P17 situé au Sud-Est de la zone d'étude et 773.54 mg/l au puits D38 localisé à l'extrémité Sud-Est des zones inondés.

- D'après le journal officiel de la république algérienne n°13 la valeur maximale admissible de calcium 200 mg/l.

- D'après l'OMS; la valeur maximale admissible de calcium 200 mg/l. Alors on

D'après les deux normes on constate qu'on a un dépassement de ces normes.

- **Magnésium :**

La teneur minimale du magnésium est enregistrée au puits D01 avec 29.17 mg/l et la teneur maximale est enregistrée au puits H90 avec 432.63 mg/l.

- D'après le journal officiel de la république algérienne n°13 la valeur maximale admissible de Magnésium 50 mg/l. 1 Alors constate qu'on dépassement de la norme.
- D'après l'OMS; la valeur maximale admissible de Magnésium 150 mg/l.

Selon les deux normes on constate qu'on a un dépassement de ces normes pour 90% des points d'eau analysés.

- **Les Anions :**

- **Chlorure :**

Les valeurs des chlorures varient entre minimal 344.06 mg/l et le maximal 1640.23 mg/l. Dans les zones inondées, les concentrations sont très élevées à cause de l'infiltration des eaux usées dans la nappe phréatique.

- D'après journal officiel de la république algérienne n°13 la valeur maximale admissible est (500 mg/l)
- D'après l'OMS; la valeur maximale admissible de Chlorures 250 et 700 mg/l.

Alors on constate qu'on a un dépassement des deux normes.

- **Sulfate :**

Les échantillons prélevés ont des teneurs comprises entre maximal 3373 mg/l, et un minimal de 869 mg /l.

- D'après le journal officiel de la république algérienne n°13 la valeur maximale admissible des Sulfate 400 mg/l, cette valeur rend l'eau non potable.
- L'OMS recommande une valeur limitée de 250 mg/l.

Alors on constate qu'on a un dépassement des deux normes.

- **Bicarbonates :**

Les concentrations des bicarbonates dans la zone d'étude varient entre un minimal de 32.94 mg/l, et un maximal et 1305.40 mg/l. les fortes teneurs se localisent au centre de la zone d'étude.

- **Nitrate :**

Les nitrate résultent de l'oxydation de l'azote organique, ils sont donc présents à l'état naturel dans les sols et dans les eaux, les analyses varient entre un maximal de 97.19 mg/l et un minimal de 1.50 mg/l. La présence des nitrates dans les eaux souterraines est liée à l'utilisation des engrais chimiques, des eaux usées domestiques rejetées dans directement dans la nappe.

- D'après le journal officiel de la république algérienne n°13; la valeur maximale admissible des Nitrates est 50 mg/l.
- D'après l'OMS; la valeur maximale admissible des Nitrates est aussi 50 mg/l.

Selon ces normes on constate qu'on a un dépassement de 30% des échantillons.

### III.3. Détermination des faciès géochimiques :

La projection des différents points sur le diagramme ( $Mg^{++}/Na^+$ ,  $SO_4^{-2}/Cl^-$ ) nous donne une vue d'ensemble sur la répartition spatiale des faciès géochimiques au niveau de la nappe phréatique. Il apparait que le faciès le plus dominant est Chloruré Calcique (90% des échantillons) et à un degré moindre à faciès Sulfaté Magnésien (10% des échantillons). La présence des eaux chlorures Sodiques et Sulfatés Magnésiennes peut être à l'origine d'un échange de basse qui peut se produit entre le  $Na^+$  et le  $Mg^+$ .

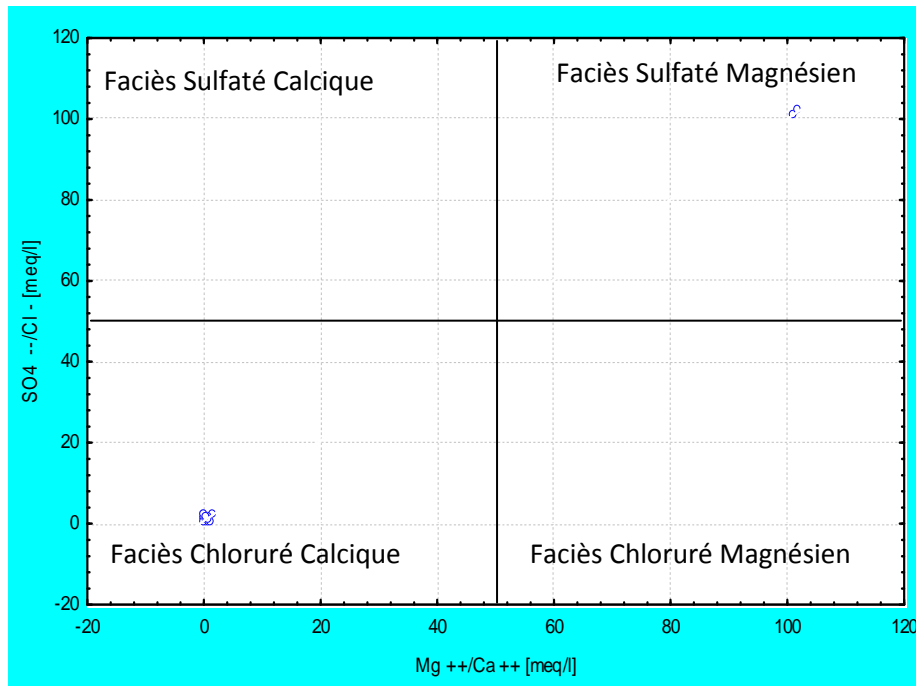


Figure N° III-12: Faciès géochimiques des eaux par les rapports ( $Mg^+/Na^+$ ,  $SO_4^{2-}/Cl^-$ )

**III.4.Origine des éléments chimiques :**

- **Le couple ( $SO_4^{2-} - Cl^-$ ) :**

L'importance du faciès Chloruré et Sulfaté nous conduit à vérifier la relation entre ces deux éléments. Le graphe montre une tendance à l'alignement des points, indiquant probablement une origine commune, cependant quelques points présentent un excès de sulfates. D'autres un excès des chlorures. L'importance de l'excès de l'un ou de l'autre détermine la dominance du faciès de l'un sur l'autre.

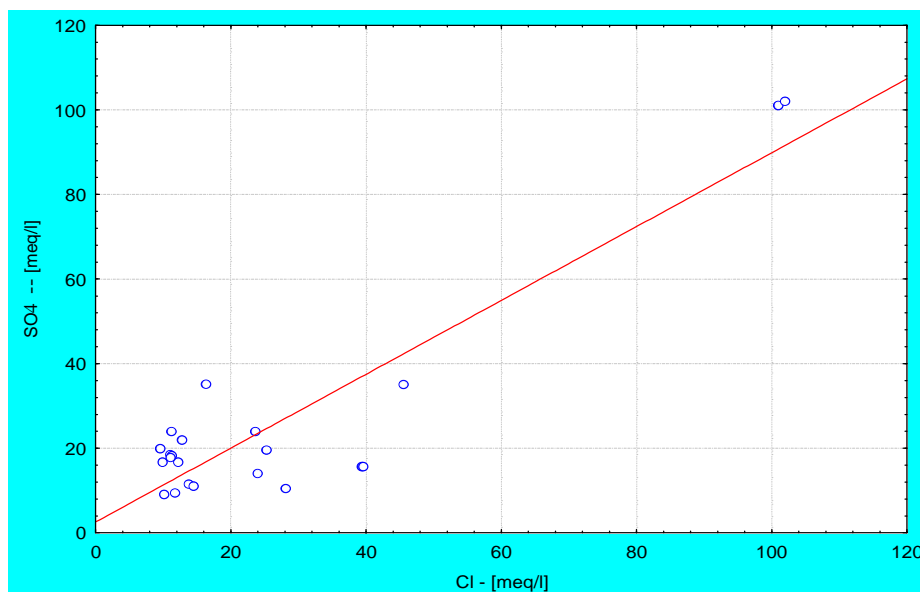


Figure N° III-13: Le couple  $SO_4^{2-} - Cl^-$

- **Le couple ((Cl<sup>-</sup> / SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) - Conductivité) :**

Ce rapport nous permet de déterminer la manière selon laquelle évolue la dissolution des ions évaporitiques (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> marqueur du gypse) en fonction de la conductivité. Le diagramme nous montre que la totalité des points présente un rapport inférieur à 1, indiquant une dominance des ions de gypse par rapport à ceux salifères.

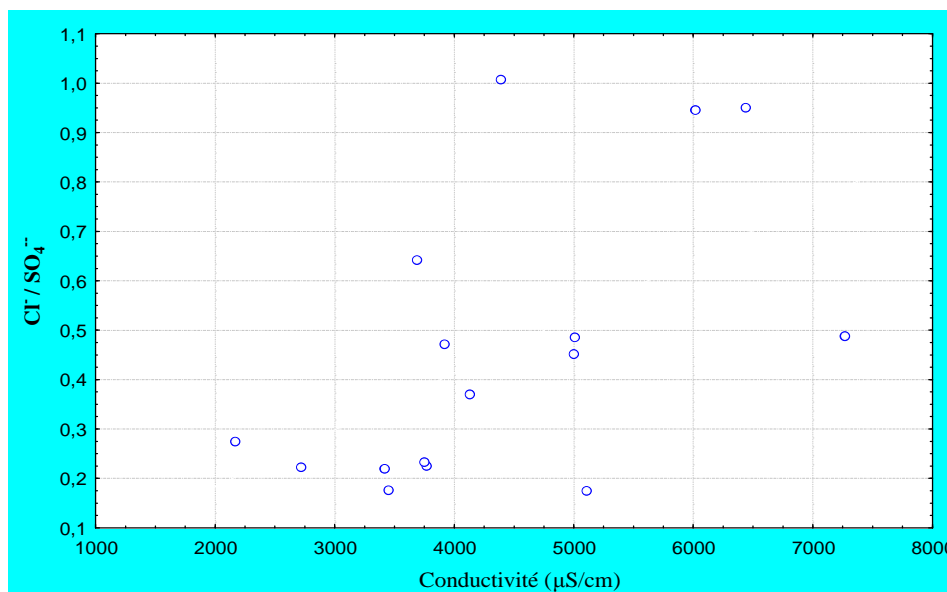


Figure N° III-14: Le couple ((Cl<sup>-</sup> / SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) - Conductivité)

- **Les éléments (Ca<sup>++</sup> - (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)) :**

Dans ce graphe on assiste à un groupement plus restreint où les Sulfates se relient aux formations carbonatées et les bicarbonates se regroupent avec le Calcium. Ceci nous amène à supposer que le Calcium pourrait se trouver sous forme de trace associée aux bicarbonates et les carbonates sont riches en éléments sulfatés.

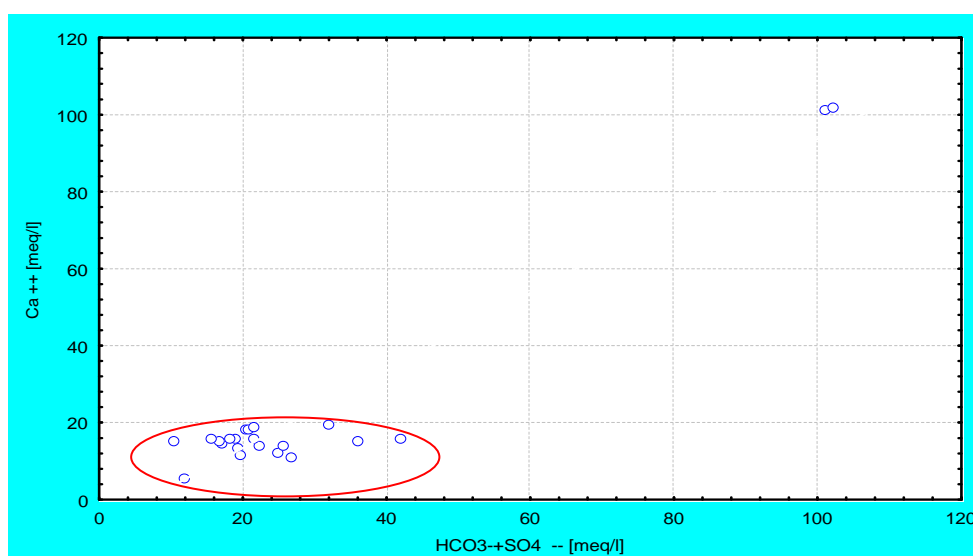


Figure N° III-15: Les éléments (Ca<sup>++</sup> - (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>))

- **Le couple ( $Mg^{++}$  -  $SO_4^{--}$ ) :**

Le diagramme montre un nuage de points. Cette séparation donne l'impression de l'existence des types d'eau. En fait, il s'agit de la même eau et nous pensons que cette séparation est provoquée par la variabilité des valeurs du magnésium. Les sulfates étant en évolution uniforme. Le magnésium évolue entre 1.62-18 méq/l pour des valeurs de sulfates entre 9.05 – 35.13 méq/l.

Cette séparation des points portés sur le diagramme peut probablement être due à l'opposition des eaux de fortes et de faibles teneurs en sels de sulfates de magnésium.

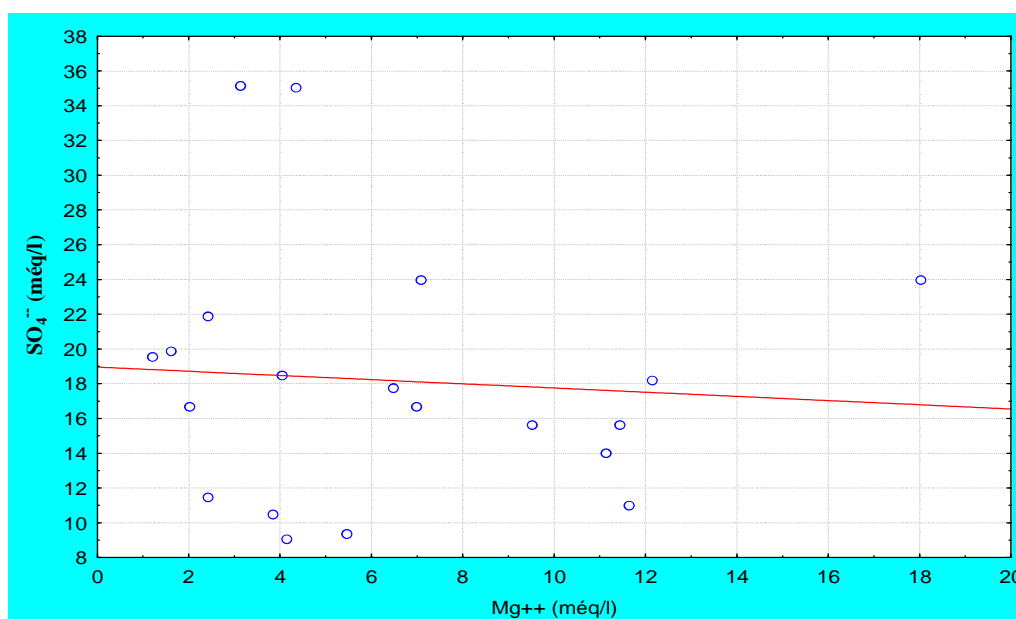


Figure N° III-16: Le couple ( $Mg^{++}$  -  $SO_4^{--}$ )

### III.5. La pollution nitrique des eaux de la nappe phréatique :

Les nitrates constituent aujourd'hui la cause majeure de pollution des grands réservoirs d'eau souterraine du globe qui par ailleurs présentent en général une qualité chimique et bactériologique satisfaisante pour l'alimentation. Cette pollution a débuté à la fin des années 1950 et n'a fait qu'augmenter depuis lors « d'après DEGREMONT (1989) ». Alors qu'en l'absence de contamination, la teneur en nitrates des eaux souterraines varie de 0,1 à 1 milligramme par litre d'eau, elle dépasse souvent aujourd'hui 50 milligrammes par litre, norme retenue pour les eaux potables par l'Organisation mondiale de la santé. Désormais, de telles eaux nécessitent donc un traitement spécifique pour pouvoir être consommées.

L'essentiel de cette pollution est dû à la différence entre les apports en nitrates sous forme d'engrais et ce qui est réellement consommé par les plantes. La pollution par les nitrates est un problème complexe. Outre d'être des nutriments pour les plantes, les nitrates sont également consommés par les microorganismes (bactéries et champignons) présents dans

la terre. Ils participent ainsi à la synthèse des matières organiques du sol qui stockent en leur sein l'azote contenu dans les nitrates qui n'ont pas été consommés dans l'année par les plantes, et ce jusqu'à leur mort. Leur décomposition par les bactéries libère alors l'azote qu'elles contiennent sous la forme de nitrates. Mais cette libération peut se produire à tout moment de l'année, notamment lorsque les plantes sont au repos et s'alimentent peu : dans ce cas, ne pouvant être consommés par ces dernières, les nitrates libérés sont lessivés par les eaux de ruissellement et d'infiltration.

Les nitrates emportés par les eaux d'infiltration au cours d'une année ne proviennent donc que pour une faible part des engrais apportés cette même année. L'essentiel provient de la production de nitrates par la matière organique morte des sols, c'est-à-dire des nitrates épandus les années précédentes et stockés. À ceci s'ajoute parfois la lenteur de la progression de l'eau d'infiltration dans les sols. Chaque épandage contribue donc peu chaque année à la contamination des eaux, mais il y contribue durant de nombreuses années. D'année en année, ces contributions " retardées " s'additionnent les unes aux autres et les quantités de nitrates lessivés atteignant les nappes augmentent. C'est ainsi que la pollution actuelle des nappes souterraines provient de 20 à 30 années d'épandage d'engrais. Même si l'on arrêta aujourd'hui de fertiliser les sols, il faudrait attendre plusieurs décennies avant de retrouver une situation normale.

La pollution des eaux par les nitrates présente un double risque. Ingérés en trop grande quantité, les nitrates ont des effets toxiques sur la santé humaine « d'après DEGREMONT (1989) ». Par ailleurs, ils contribuent avec les phosphates à modifier l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation.

L'agriculture apporte des nitrates et des phosphates aux milieux naturels par les engrais artificiels ou les engrais naturels comme les fumiers. Ces nitrates sont partiellement utilisés par les plantes, mais une bonne partie reste dans les sols et est lessivée jusqu'aux eaux de surface ou aux nappes phréatiques. L'importance du phénomène dépend de nombreux paramètres. Le premier tient à la nature du sol, notamment sa capacité à retenir les nitrates et à contenir des micro-organismes capables de les dégrader. Certains microorganismes peuvent en effet transformer les nitrates en ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), qui sera utilisé par d'autres organismes.

D'autres, qui vivent en milieu anaérobie, les transforment en azote gazeux ( $\text{N}_2$ ). Intervient aussi le climat : la température, et surtout la quantité et la répartition dans le temps des précipitations, qui lessivent les sols, d'autant plus intensément que ces derniers sont nus.

Le diagnostic de la qualité nitrique des eaux souterraines, réalisé en 2009 à montre des teneurs dépassant la norme de potabilité de l'eau fixée à 50 mg/l. Ces valeurs élevées

sont essentiellement dues à l'usage fréquent des engrais chimiques (engrais artificiel) et engrais naturel dans l'agriculture intensive. En effet, dans les zones où les cultures maraîchères et l'arboriculture (essentiellement pomme de terre) sont fortement pratiquées.

Par ailleurs la situation risque de devenir alarmante si des mesures appropriées ne sont pas prises immédiatement.

### **Conclusion**

Le comportement chimique des eaux souterraines de la nappe phréatique dans la vallée d'oued Souf, montre le faciès chimique prédominant est le Chloruré Calcique. L'observation de la géologie de cette région et la répartition des éléments chimiques démontre l'origine des éléments chimique. L'étude de la pollution estime que les risques liés aux nitrates ont été surévalués. La transformation des nitrates, inoffensifs en tant que tels, en nitrites toxiques serait surtout le résultat de mauvaises conditions de conservation des aliments, facilitant le développement des bactéries réductrices, Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques nous ont permis de dire que les eaux souterraines de la nappe phréatique ne sont pas aptes à être utilisées en alimentation potable et même en irrigation. Donc il est recommandé de faire une surveillance permanente de la qualité des eaux dans les eaux des puits.

## Introduction

A cause de son importance, l'eau constitue un enjeu primordial de développement durable pour la civilisation humaine, c'est pourquoi la ressource en eau, sa gestion et sa pénurie dans le monde constituent les problèmes les plus cruciaux du 21<sup>ème</sup> siècle.

L'eau est indispensable à la vie de l'homme et à ses activités agricoles, industrielles et domestiques. Même, elle le décrit à toutes les époques de son développement politique, social, économique et technique. Vis-à-vis de cette ressource, les activités des individus sont d'exigences de tous ordres, techniques, sanitaires, qualitatives et quantitatives. Par ailleurs, l'eau est indispensable au fonctionnement des écosystèmes terrestres.

Actuellement, loin d'être disponible en quantité et en qualité, l'eau demeure le centre des préoccupations sur les possibilités de développement et de la civilisation humaine. La question que se pose : comment gérer durablement l'eau ? Comment laisser aux héritiers une situation au moins aussi bonne que celle à laquelle les contemporains ont eu à se mesurer.

On va éclaircir la situation générale et tendancielle de la gestion de cette ressource rare dans la vallée d'Oued-Souf, et on va adapter une nouvelle approche de gestion, après avoir quantifié les réserves disponibles et les demandes en eau.

Dans la vallée d'Oued Souf, et comme toutes les zones arides, les seules ressources en eaux sont souterraines, alors que leur mobilisation est primordiale. Tandis que les ressources superficielles sont absentes.

L'approche ou la méthodologie que nous avons adoptée permet de :

- ⇒ Evaluer les ressources et les besoins en eaux sur une période d'observation allant du 2002 jusqu'au 2012 pour les différents secteurs.
- ⇒ Confronter entre les quantités d'eaux demandées et réellement fournies pour l'ensemble des usagers.
- ⇒ Envisager des scénarios possibles à court, moyen et à long terme.

### IV.1. Les ressources en eau :

Le potentiel des ressources en eaux souterraines concernant la nappe phréatique, est établie par la direction des ressources en eaux de la wilaya d'El-Oued, il a une valeur de  $0.13 \cdot 10^{-6}$  Milliards  $\text{hm}^3$ .

L'état actuel de la mobilisation des nappes souterraines est de  $470 \text{ hm}^3$  /an à travers toute la Wilaya, mais seulement  $405.08 \text{ hm}^3$  sont exploitées réellement (soit 86.19 % des ressources mobilisables).

## **IV.2. Les différents usages de l'eau :**

### **IV.2.1. L'alimentation en eau potable (AEP) :**

Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont principalement effectués à partir de 148 forages dans la nappe du Complexe Terminal (CT) et 02 forages dans la nappe du Continental Intercalaire (CI). Donc les eaux de la nappe phréatique sont pas utilise en AEP.

### **IV.2.2. Les usages agricoles de l'eau (AEA) :**

Dans la vallée de Souf, la ressource en eau est fortement exploitée par l'irrigation, la culture de la pomme de terre a connu un fort développement depuis la fin des années 90. La superficie agricole irriguée s'élève à près de 31494 ha en 2002 et à 59935 ha en 2012, sachant que les besoins en eaux d'un hectare est évaluée à  $16430 \text{ m}^3/\text{an}$ .

Ceux-ci s'effectuent essentiellement par le pompage au sein des forages des nappes profondes (CT et CI) qui sont en nombre de 586 et surtout de nombreux puits dans la nappe phréatique (autour de 21000 puits en 2011).

L'agriculture, qui utilise plus de 88 % des ressources en eau mobilisées représente la part du lion, augmente de  $2679696 \text{ m}^3/\text{j}$  en 2002 à  $3354307.2 \text{ m}^3/\text{j}$  en 2006 pour atteindre  $3983038 \text{ m}^3/\text{j}$  en 2012. Les besoins en eau de ce secteur sont évalués à  $2693211.8 \text{ m}^3/\text{j}$  en 2012.

### **IV.2.3. Utilisation industrielle de l'eau (AEI) :**

La consommation d'eau industrielle est extrêmement variable et elle dépend évidemment du type d'industrie, et vu l'absence des industries à forte intensité d'eau (telles que l'industrie chimique, la sidérurgie et la pâte à papier...) les ressources mobilisables à des fins industrielles ne représentent que 3.34 % du total des ressources mobilisables de la vallée.

Les besoins industriels en eau en 2002 est estimé à  $31375.71 \text{ m}^3/\text{j}$  qui s'accroît en 2012 à  $39757.49 \text{ m}^3/\text{j}$ .

## **IV.3. Ressemblance des données ressources / besoins :**

### **IV.3.1. Ressources :**

Les ressources mobilisables pour les différents usagers (domestiques, agricoles et Industriels) dépassent  $1.13 \text{ km}^3$  en 2002 qui atteignent  $1.64 \text{ km}^3$  en 2012.

### **IV.3.2. Besoins :**

La population de la vallée d'Oued-Souf est de 128000 habitants en 2005, ce

nombre est passé à environ 486170 habitants en 2012 où les besoins ont dépassé 1.04 Milliards m<sup>3</sup>. Les besoins par habitant de cette année se répartissent comme suit :

- Besoins industriels : 14.5 hm<sup>3</sup>.
  - Besoins domestiques: 46.13hm<sup>3</sup>.
  - Besoins agricoles :983.02hm<sup>3</sup>
- Total :1043.65hm

#### **IV.4. Stratégies pour la gestion des ressources en eau ;**

Pour élaborer une stratégie adéquate en vu de gérer les ressources en eau, on doit d'abord déterminer les objectifs suivants

- L'équité sociale.
- L'efficacité économique.
- La durabilité écologique.

##### **IV.4.1. Les objectifs de gestion et leur interaction :**

##### **V.4.2. Les principes de gestion des ressources en eau :**

###### **⇒ L'utilisation d'eau :**

L'économie de l'eau demeure une composante principale de la gestion des ressources en eau. L'ensemble des pertes entre la production de la ressource et son utilisation dans la vallée de Souf est estimé à 50% en 2002 et il atteint en 2012, 36.56% du volume global de la ressource mobilisable, cette valeur inclut la perte dans le réseau de distribution et la mauvaise utilisation de cette ressource, sur ce plan, et pour la meilleure utilisation, on a recommandé :

###### **a. Pour le secteur agricole :**

- La modernisation des conduites d'adduction et des réseaux d'irrigation.
- l'amélioration de la gestion de l'eau à la parcelle: techniques d'irrigation, par exemple l'utilisation de l'irrigation au goutte à goutte; actuellement l'état finance entre 40 à 60 % du prix du matériel utilisé pour l'irrigation dans le but d'une économie de l'eau agricole.
- L'introduction des techniques nouvelles de contrôle de l'irrigation (irrigation déclenchée par mesure automatique du stock d'eau dans le sol, ferti-irrigation permettant de valoriser au mieux les intrants, contrôle de fertilisants dans le sol,...),
- L'encouragement des associations d'agriculteurs ayant pour tâche le partage et la gestion de l'eau.

###### **b. Pour l'eau potable :**

- La modernisation des conduites d'adduction et des réseaux de distribution d'eau ainsi que

l'instauration des systèmes de détection et de contrôle de fuites. Par rapport aux volumes d'eau distribués, le pourcentage des volumes d'eau perdus est passé de 50% en 2002 à 30% en 2012, malgré l'augmentation des volumes d'eau distribués qui sont passés de 111 hm<sup>3</sup> en 2002 à 136 hm<sup>3</sup> en 2012.

- L'amélioration des caractéristiques des accessoires sanitaires (robinetterie, chasses d'eau)
- La sensibilisation des utilisateurs en commençant par les gros consommateurs (hôteliers, administration, usines,...).

### c. Pour l'industrie :

• La mise en place de technologies propres (refroidissement en circuit fermé, recyclage de l'eau, arrêt automatique des pompes, nettoyage à sec, ...), dans certains secteurs à forte consommation d'eau comme les laiteries et les teintureries textiles, permet de réduire la demande en eau et de limiter les coûts d'épuration

⇒ **Protection et développement des ressources :**

#### a. Protection des ressources :

Le principal risque auxquels sont confrontées les ressources en eau dans la vallée de Souf est le problème de pollution, notamment la pollution de la nappe phréatique.

#### ➤ La qualité des eaux souterraines :

Afin de connaître la situation chimique des eaux souterraines de la vallée de Souf, ont été prélevés des échantillons et soumis à l'analyse en laboratoire d'ADE. (Chapitre 3)

Les paramètres chimiques des eaux dans la nappe phréatique sont plus élevés aux normes, cela nous incite à dire que les eaux de la nappe phréatique est contaminée et impropre à l'usage (domestique, agricole et industriel).

#### ➤ Les origines de pollution des eaux :

La pollution de l'eau souterraine est provoquée par les rejets des activités domestiques et urbaines, agricoles ou industrielles, dont l'eau est le véhicule de transport et de dissémination idéal. D'où trois grandes sources de pollution : domestiques et urbaine, agricole et industrielle.

#### -La pollution domestique :

Ce sont les rejets d'eaux usées domestiques et municipales (lavage des rues, arrosage) elles se caractérisent par :

- De forte teneur en matières organiques.
- Des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore.
- Des détergents.
- Des germes fécaux.

**- La pollution industrielle :**

Elle est caractérisée par une très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution, etc.) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surface, agroalimentaire, etc.). On peut donc retrouver dans l'eau, qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine :

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaire, abattoirs).
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques, tanneries).

**- La pollution agricole :**

Les pollutions agricoles sont causées principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et pesticides, qui se caractérisent principalement par :

- Une forte teneur en sels minéraux (azote, phosphore, potassium), provenant des engrais et des effluents d'élevage (fumiers, lisiers).
- Des substances d'oxydables issues de sous-produits d'élevage et des lavages d'aires (matières organiques, ammoniacque).
- La présence épisodique dans les effluents d'élevage des produits sanitaires (bactéricides, antibiotiques).

**➤ Solutions proposées contre le problème de pollution :**

- Entreprendre une étude approfondie de la région pour identifier les zones touchées ainsi que la propagation de la pollution (carte de vulnérabilité).
- Installation du périmètre de protection d'une combinaison spatiale avec le degré de risque (périmètre de protection immédiat, rapproché et éloigné).
- Interdiction de jeter les déchets des usines dans les zones non-affectés.
- L'utilisation de techniques modernes dans l'agriculture pour augmenter la production au lieu d'engrais, telles que l'utilisation de l'eau magnétique.
- L'installation d'un système de puits dans les zones touchées et l'application de technique d'alimentation des nappes pour améliorer la qualité des eaux souterraines (recharge artificielle).

**b. Développement des ressources :****➤ Réutilisation des eaux usées et traitées :**

Le développement de l'urbanisation, du tourisme et de l'industrie nous conduit à entreprendre les mesures adéquates afin de protéger les sites de rejet des eaux usées d'une pollution certaine à plus ou moins longue échéance. La création des stations d'épuration

autour des principales concentrations urbaines et touristiques est devenue impérative comme mesure de prévention et de réduction du risque. Avec la réalisation des stations d'épuration dans la région du Souf, le volume des eaux épurées rejetées devient de plus en plus important. Ces eaux constituent actuellement des ressources non négligeables pour la création des périmètres irrigués. Les rejets des eaux usées des stations d'épuration dépassent 17 Millions de m<sup>3</sup>/an en 2005 et pourront atteindre 21 Millions de m<sup>3</sup>/an en 2015. Cette eau de "seconde main" est toujours disponible indépendamment des saisons. Le recyclage de ces importantes quantités d'eau en agriculture (culture fourragère et certaines cultures fruitières) est une solution judicieuse. La réutilisation de ces eaux traitées débouchera sur deux profits capitaux pour l'agriculture (en tenant profit des éléments fertilisants que l'eau usée peut apporter à la plante) et pour l'environnement (en éliminant une eau traitée présumée encore dangereuse pour certains milieux récepteurs).

➤ **Réutilisation des eaux de drainage :**

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

⇒ **Institutions de gestion de l'eau :**

L'amélioration de la gestion des ressources en eau ne peut aboutir sans la création de structures institutionnelles dans un cadre juridique et organisationnel performant et que permet la coordination de toutes les décisions prises par les différents secteurs. La prise en compte dans ces réformes institutionnelles de la prépondérance de la gestion traditionnelle et des coutumes autant que possible dans ces structures nouvelles. D'un autre point de vue, il existe dans plusieurs cas des organismes et des structure de coordination non performants à cause de l'absence de pouvoir de décision et des ressources nécessaire pour l'application des motions d'organisation et de gestion, raison part laquelle une refonte ou une révision des règlements existants permettent, dans une large mesure, la coordination et l'application effective recherchée.

Le cadre institutionnel pour l'exploitation des ressources en eau et les possibilités de coordination constituent un des aspects qui permet au mieux, d'assurer l'efficience de l'usage dans les différents secteurs. De ce fait, il est urgent de développer les cadres législatifs en

conformité avec la grande avancée dans le domaine de recherche et d'étude sur l'utilisation des ressources en eau et les problèmes rencontrés, entre autres, le gaspillage, la surutilisation et la pollution.

**a. Possibilités de développement des structures institutionnelles régionales :**

La comparaison entre l'offre de la ressource et la demande présage l'impossibilité d'un développement durable à long terme, dans l'éventualité du maintien des modes de consommation actuelle. C'est à juste titre que les points de départ pour développer les structures institutionnelles nécessitent l'unification du secteur et un mécanisme central ou une autorité nationale qui assure et coordonne les intérêts sociaux et économiques divers à travers l'élaboration de politiques et de stratégies des eaux à l'échelle nationale. Les prérogatives de cette instance peuvent se résumer ainsi :

- Création d'une base de données centrale bien gérée.
- Définir les priorités et les orientations des politiques des eaux, la planification et le cadre juridique.
- La coordination entre les institutions locales.
- Assurer la complémentarité dans la prise de décision à caractère social, économique et environnemental.
- Assurer le transfert de connaissances scientifiques et techniques de gestion des ressources en eau.
- Dynamiser les liens entre les instances locales, régionales et internationales œuvrant dans le domaine des ressources en eau.
- Donner plus d'importance à la formation, au perfectionnement et au recyclage des cadres techniques et scientifiques et renouveler en permanence leurs connaissances.

**b. La structure d'institution :**

Sur une approche collaborationniste et dans la lumière d'une gestion intégrée des ressources en eau, on propose la création d'un «comité du vallée» dont il se compose par les représentants de tous acteurs pourront intervenant et intéressant de cette ressource dans la vallée, parmi ces acteurs on cite :

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| • Représentant de la DHW  | • Représentant d'Elus locaux                |
| • Représentant de l'ONA   | • Représentant des agriculteurs             |
| • Représentant de la DSA, | • Représentant des ONG                      |
| • Représentant de l'ADE   | • Représentant de la recherche scientifique |

**Conclusion**

A la fin de ce chapitre il est souhaitable de créer des agences de gestion des bassins versants, soit pour chaque bassin soit pour un groupe de bassins. Cela constitue des structures technico administratives d'approche intégrée englobant tous les aspects : qualité et quantité, prélèvement et rejet, approvisionnement et protection. Donc La gestion de l'eau nécessite de prendre en compte l'ensemble des usages mais aussi de suivre leur impact sur la qualité de l'eau et sur la quantité d'eau disponible.



## Conclusion générale

La ville d'Oued Souf, est le chef lieu d'El Oued, l'une de principales oasis du Sahara septentrional Algérien dans l'Erg oriental. Elle se trouve au Sud-Est de l'Algérie à environ 700 Km au Sud-Est d'Alger et à 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Le climat de la région est de type saharien se caractérisant par des températures élevées, un faible taux des précipitations, d'une évaporation intense et d'un rayonnement solaire excessif. Les seules ressources hydriques disponibles dans cette région sont les nappes d'origine souterraines.

Au cours des trente dernières années, la situation de la ville d'Oued Souf est caractérisée par un important développement urbain, une importante augmentation de la population et une extension des zones industrielles et des terrains agricoles, donc de nouvelles utilisations sont venues s'ajouter à l'usage de l'eau. Pour répondre aux besoins croissants de l'eau, l'exploitation et l'utilisation des eaux des nappes profondes (Complexe Terminal et Continental Intercalaire) ont été nécessaires disant obligatoires. L'étude piézométrique a montrée l'existence de dômes et de dépressions piézométriques. Ces dernières sont le siège d'une remontée des eaux souterraines accentuée surtout par le déversement des eaux usées. Ceci est confirmé par la qualité chimique des eaux de la région.

Les eaux de la nappe phréatique ayant dans la plus part des cas un faciès Chloruré Calcique ou Sulfaté Magnésien. Elles sont défavorables à l'irrigation. La concentration de nitrate est au-dessus des normes de l'OMS (50 mg/l), pour l'eau de boisson à cause des rejets des eaux usées, les activités agricoles. Les faibles valeurs sont mesurées dans les zones isolées non exploitées.

L'activité humaine est la cause de la dégradation de la qualité chimique et microbienne des eaux, par les rejets directe des eaux domestiques et industriels dans la nappe phréatique.

A la fin de ce chapitre il est souhaitable de créer des agences de gestion des bassins versants, soit pour chaque bassin soit pour un groupe de bassins. Cela constitue des structures technico administratives d'approche intégrée englobant tous les aspects : qualité et quantité, prélèvement et rejet, approvisionnement et protection. La contribution des collectivités locales, des services techniques, des centres de recherche universitaire apportera un plus.

## **Recommandations**

Il est recommandé de

- Faire une surveillance permanente de la qualité des eaux dans les eaux des puits.
- Bien diriger les rejets des eaux usées, puisque ils sont très chargés en polluants, en plus de leurs actions sur les milieux aquatiques, quand la surface piézométrique est proche de la surface topographique, ce qui provoque la contamination de la nappe par les polluants des eaux usées, qui ne sont pas bien aménagées (manque des canaux).
- Réaliser des décharges publiques, puisque elles peuvent émettre des effluents très polluant qui risquent de contaminer la nappe par deux voies, ruissellement et enrichissement des eaux de surface (contact éventuel avec les eaux souterraines) et infiltration directe.

# Références Bibliographiques

- ZINE Brahim (2010) : La remontée des eaux souterraines en surface: Mécanisme et l'impact sur l'environnement (cas d'Oued Souf) 115 p.
- Journal Officiel De La République Algérienne N°13, 2014.
- Politique de Gestion intégrée des Ressources en Eau (2000) : Banque Africaine de Développement, Fonds Africain de Développement 94 p.
- Tabouche n.1(2004) : Etude de la Qualité des Eaux Souterraines de la Région Orientale du Sahara Septentrional Algérien 15 p.
- Qualité de l'Eau de la Nappe Phréatique d'El Oued Contraintes Physico-chimiques et Possibilités de Son Utilisation en agriculture.(2006) : République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage 18 p.
- Meguellti.S (2009) : Etude de chimies des eaux souterraines de la nappe phréatique dans la vallée d'El Oued 10 p.
- Louini .s(2009) : Evolution de la pollution par les Nitrate et les Phosphates (cas de Oued Souf) 10 p.
- La Comité d'Experts sur les Eaux Souterraines au Canada(2009), La Gestion Durable Des Eaux Souterraines Au Canada 292 p.
- Iratxe CALVO-MENDIETA (2005) : Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Sciences Economiques l'Economie des Ressources En Eau : De l'Internalisation des externalités à la Gestion Intégrée.
- Jean Pierre LAMAGAT(2004): Gestion intégrée des ressources en eau du bassin du Sénégal 14 p.
- Aghzar .N (2002) : Pollution nitrique des eaux P34
- ONA (2008) : Le phénomène de remonte 30 p.
- Mina Amharref (2007): Vulnérabilité et Risque de Pollution des Eaux Souterraines 10 p.
- Directives de Qualité Pour l'Eau de Boisson(2004) : OMS p 110.
- Documentation d'ADE
- Documentation d'DHW
- Documentation d'ONA
- Documentation d'ANRH

# Annexes

Tableau Données climatiques période 1977-2009 (O.N.M, 2011)

Paramètre Mois	Température			Précipitation (mm)	Evaporation (mm)	Humidité (%)	Vent (m/s)
	T <sub>min</sub> °C	T <sub>max</sub> °C	T <sub>moy</sub> °C				
Janvier	8,5	13,7	10,3	13,4	80,3	65,4	1,8
Février	10,8	15,6	12,8	7,5	93,1	57,1	2,3
Mars	10,2	18,9	16,2	13,9	167,7	50,2	2,8
Avril	10,9	29,9	20,0	6,9	203,0	43,7	3,0
Mai	22	28,7	25,2	4,4	288,5	38,8	3,0
Juin	20,3	39,3	29,9	1,8	337,7	35,2	2,9
Juillet	27,4	35,8	32,6	0,1	361,5	32,1	2,5
Août	30,8	34,7	32,6	1,8	321,3	35,0	2,1
Septembre	26,2	31,8	28,3	6,3	184,2	47,4	2,2
Octobre	18,6	24,8	22,0	6,6	144,8	53,2	1,6
Novembre	12,4	25,1	15,6	8,0	105,2	60,7	1,6
Décembre	8,5	14	10,9	7,5	87,3	67,5	1,5
Moyenne	17,2	26	21,4	78,3*	2374,6*	48,9	2,3

\* Cumulé annuel

Tableau d'analyses physico-chimique (nappe phréatique) (ADE, 2009)

N° du Point d'eau	Ca ++ [mg/l]	Mg ++ [mg/l]	NH4 + [mg/l]	Cl - [mg/l]	SO4 -- [mg/l]	HCO3- [mg/l]	NO3 - [mg/l]	F - [mg/l]	TUR [NTU]	COND [micro S/cm]	Sal [‰]	TDS [mg/l]	pH
G08	589,18	48,61	0,24	439,62	1600,00	34,16	16,70	1,35	0,21	2170	1,3	1240	8,12
G12	641,28	228,47	0,26	1418,12	1500,00	197,64	1,50	1,71	5,18	6020	3,8	3680	7,36
G81	549,10	58,33	0,20	460,89	2100,00	32,94	15,80	1,64	0,15	3420	2,0	1973	8,20
P17	224,45	58,33	0,15	496,34	1100,00	35,38	2,30	0,57	1,38	5000	3,0	2950	7,69
H80	488,98	432,63	0,31	404,16	2300,00	48,80	28,10	1,56	0,08	3450	2,0	2050	7,67
H90	617,23	274,65	0,29	1425,21	1500,00	69,54	16,30	1,40	0,49	6440	4,0	3980	7,76
G37	561,12	170,14	0,16	850,87	2300,00	113,46	48,60	1,25	0,15	4130	2,5	2410	7,57
D01	733,46	29,17	0,00	910,20	1876,00	52,46	16,46	1,61	0,80	5010	3,0	2940	7,71
D03	641,28	97,22	0,04	398,03	1773,00	183,00	46,49	1,34	1,15	3770	2,3	2270	7,80
D05	725,45	291,66	0,02	406,00	1746,00	158,60	57,56	0,67	0,54	3750	2,2	2180	7,42
D09	625,25	167,70	0,01	355,98	1600,00	85,40	62,94	1,49	0,81	2720	0,8	1166	7,71
D14	601,20	131,20	0,04	423,33	898,00	61,00	49,74	1,52	0,64	3920	2,3	2270	7,95
D18	617,23	104,51	0,15	1640,23	3363,00	51,24	64,65	1,83	0,26	7270	4,5	4390	7,43
D20	637,27	75,35	0,10	588,22	3373,00	420,00	47,81	1,51	0,21	5110	3,1	3010	7,31
D37	440,88	267,36	0,00	863,00	1344,00	768,60	10,79	0,74	0,33	3690	2,2	2150	7,78
D38	773,54	92,36	0,08	1013,00	1006,00	1305,40	56,79	1,65	0,31	4390	2,5	2710	7,45
D39	641,28	99,65	0,06	366,32	869,00	402,60	49,15	1,49	0,49	3330	1,9	1915	7,70
D51	757,51	38,89	0,07	344,06	1907,00	101,26	97,19	1,44	1,93	4120	2,4	2350	7,57
D52	541,08	279,51	0,00	523,00	1055,00	512,40	18,70	1,57	0,89	4430	2,7	2710	7,65
D56	464,93	155,55	0,22	400,00	1703,00	109,80	85,96	1,34	1,05	3660	2,2	2140	7,50