



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ EL CHAHID HAMMA LAKHDER EL-OUED



## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Agronomie

Spécialité : Production végétale

### THÈME

**Contribution à l'étude de la qualité des eaux  
d'irrigation dans la région d'El Oued**

**Devant le jury :**

**Présenté par :** CHADOU Oualid  
AHMIM Abdelkader

<b>Président</b>	:	MEHDA Ismail	MA (A)
<b>Examineur</b>	:	SAID Messaouda	MA (A)
<b>Promoteur</b>	:	KASMI Yacine	MA (B)

**Année universitaire : 2019/2020**

# *Dédicaces*

*Nous dédions ce travail à :*

*Chers parents, qui travaille toujours sur notre  
Encouragement et nous aider à étudier jusqu'à atteindre  
Ce stade de formation.  
Et toute la famille **CHADOU**  
Et ma femme et Ma fille  
Nos chers amis Et à tous les enseignants qui ont travaillé  
Sur ce succès  
A toute la promotion 2020*

# *Dédicaces*

*Nous dédions ce travail à :*

*Chers parents, qui travaille toujours sur notre  
Encouragement et nous aider à étudier jusqu'à atteindre  
Ce stade de formation.*

*Et tout la famille **AHMIM***

*Nos chers amis Et à tous les enseignants qui ont travaillé  
Sur ce succès*

*A toute la promotion 2020*

# *Remerciements*

*Au terme de ce travail, on tient à exprimer notre gratitude et présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation. On exprime des remerciements spécifiques :*

*Notre profonde gratitude et nos vifs remerciements s'adressent à notre promoteur M. KASMI Yasine, qui a accepté de nous encadrer et de suivre ce travail avec patience, compréhension et vigilance et pour nous avoir donné l'occasion de bénéficier de son expérience.*

*À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail, merci infiniment.*

## Sommaire

Dédicaces.....	
Dédicaces.....	
Remerciements .....	
Sommaire .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des figures .....	
Liste des photos .....	
Liste des abréviations .....	
INTRODUCTION GENERALE .....	1

### PARTIE THEORIQUE

#### CHAPITRE I : Les propriétés des eaux d'irrigation

<i>PARTIE 1 : Les Proprietes Des Eaux D'irrigation .....</i>	<i>4</i>
<i>I.1.1 Irrigation dans le monde : .....</i>	<i>4</i>
<i>I.1.2 Importance de l'irrigation.....</i>	<i>4</i>
I.1.2.1 Les avantages.....	4
I.1.2.2 Apport sur le plan économique .....	5
I.1.2.3 La satisfaction .....	5
I.1.2.4 L'irrigation un rempart à la famine .....	6
I.1.3 Les inconvénients .....	6
<i>I.1.2 L'irrigation en Algérie : .....</i>	<i>8</i>
I.1.2.1 Des grands périmètres irrigués (GPI) : .....	8
I.1.2.2 De la « Petite et Moyenne Hydraulique » ou PMH : .....	9
I.1.2.3 Contraintes au développement de l'irrigation en Algérie .....	10
<i>PARTIE 2: Les eaux d'irrigation dans la région El Oued .....</i>	<i>12</i>
<i>I.2.1 L'agriculture à El-oued .....</i>	<i>12</i>
<i>I.2.2 Aperçu sur la qualité des eaux souterraine dans la région d'Oued Souf .....</i>	<i>12</i>
<i>I.2.3 Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation .....</i>	<i>13</i>
<i>I.2.4 L'irrigation avec des eaux de mauvaise qualité .....</i>	<i>13</i>
<i>I.2.5 Les propriétés des eaux d'irrigations .....</i>	<i>13</i>
I.2.5.1 Propriétés physiques des eaux d'irrigation .....	13
I.2.5.2 La température .....	14
I.2.5.3 Le pH.....	14
I.2.5.4 La conductivité électrique .....	14

I.2.5.5 La dureté.....	15
I.2.5.6 La turbidité.....	15
I.2.5.7 La densité.....	15
I.2.5.8 Résidu sec.....	15
I.2.5.9 Solides totaux dissous (TDS) .....	15
I.3.1 Propriétés chimiques des eaux d'irrigation.....	16
I.3.1.1 Les chlorures.....	16
I.3.1.2 Les sulfates .....	16
I.3.1.3 Les nitrates.....	16
I.3.1.4 Les nitrites.....	16
I.3.1.5 Les Bicarbonates.....	17
I.3.1.6 Le Calcium .....	17
I.3.1.7 Le Magnésium.....	17
I.3.1.8 Le sodium.....	17
I.3.1.9 Le Potassium.....	17

## PARTIE PRATIQUE

### CHAPITRE I : MATRIELS ET METHODES

<i>I.1. Milieu d'étude.....</i>	<i>20</i>
<i>I.2. Conditions et mode d'échantillonnage.....</i>	<i>20</i>
<i>I.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques .....</i>	<i>21</i>
I.3.1. La turbidité.....	21
I.3.2. La température.....	21
I.3.3. Le pH.....	22
I.3.4. La conductivité électrique .....	22
<i>I.4. Dosage des anions .....</i>	<i>23</i>
I.4.1. Carbonates et bicarbonates.....	23
I.4.2. Les chlorures.....	23
I.4.3. Les sulfates.....	23
I.4.4. Les nitrates.....	23
<i>I.5. Dosage des cations : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> .....</i>	<i>25</i>

### CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

<i>II.1. Introduction .....</i>	<i>27</i>
<i>II.2. Les paramètres physico-chimiques .....</i>	<i>28</i>
II.2.1. Potentiel hydrogène (pH).....	28

<b>II.2.2. Conductivité électrique CE .....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.3. Résidu sec (RS) .....</b>	<b>30</b>
<b>II.2.4. Calcium Ca<sup>2+</sup> .....</b>	<b>30</b>
<b>II.2.5. Magnésium Mg<sup>2+</sup> .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2.6. Sodium Na +.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.7. Potassium K + .....</b>	<b>33</b>
<b>II.2.8. Chlorures Cl- .....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.9 Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup> .....</b>	<b>35</b>
<b>II.2.10. Bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-2</sup>.....</b>	<b>36</b>
<b>II.2.11. Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> .....</b>	<b>37</b>
<b><i>II.3. Conclusion .....</i></b>	<b>39</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>41</b>
<b>Référence bibliographie .....</b>	<b>43</b>

## Liste des tableaux

### PARTIE THEORIQUE

#### CHAPITRE I : Les propriétés des eaux d'irrigation

<b>Tableau I-1</b> : Superficies des GPI équipées, irrigables et irriguées par grande région. Source : Benblidia 2011 .....	9
<b>Tableau I-2</b> : Répartition territoriale des superficies de PMH selon le mode d'irrigation.....	9
<b>Tableau I-3</b> : Journal officielle de R.A.D.P No41 le 15/07/2012 .....	11
<b>Tableau I-4</b> : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation .....	13

### PARTIE PRATIQUE

#### CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

<b>Tableau.II.4.</b> Valeurs du pH. ....	28
<b>Tableau.II.5.</b> Valeurs de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). ....	29
<b>Tableau.II.6.</b> Valeurs de Résidu sec (mg/1). ....	30
<b>Tableau.II.7.</b> Valeurs de calcium $\text{Ca}^{2+}$ (mg/1). ....	31
<b>Tableau.II.8.</b> Valeurs de Magnésium $\text{Mg}^{2+}$ (mg/1) .....	32
<b>Tableau.II.9.</b> Valeurs de Sodium $\text{Na}^{+}$ (mg/1) .....	32
<b>Tableau.II.10.</b> Valeurs de Potassium $\text{K}^{+}$ (mg/1) .....	33
<b>Tableau.II.11.</b> Valeurs de Chlorure $\text{Cl}^{-}$ (mg/1).....	34
<b>Tableau.II.12.</b> Valeurs des Sulfates $\text{SO}_4^{-}$ (mg/1).....	35
<b>Tableau.II.13.</b> Valeurs des bicarbonates (mg/1).....	36
<b>Tableau.II.14.</b> Valeurs des Nitrates $\text{NO}_3^{-}$ (mg/1) .....	37

## Liste des figures

### PARTIE PRATIQUE

#### CHAPITRE I : MATRIELS ET METHODES

<b>Figure.I.1.</b> Localisation des points d'eau échantillonnés de la région	20
<b>Figure.I.2.</b> Droite de régression des étalons nitrates	25
<b>Figure I.3.</b> Droite de régression des étalons sulfates	25

#### CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

<b>Figure.II.1.</b> Valeurs du pH pour l'irrigation.	28
<b>Figure.II.2.</b> Valeurs de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour l'irrigation	29
<b>Figure.II.3.</b> Valeurs du Résidu sec (mg/l)	30
<b>Figure.II.4.</b> Valeurs de calcium $\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	31
<b>Figure.II.5.</b> Valeurs de Magnésium $\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	32
<b>Figure.II.6.</b> Valeurs de Sodium $\text{Na}^{+}$ (mg/l)	33
<b>Figure.II.7.</b> Valeurs de Potassium $\text{K}^{+}$ (mg/l)	34
<b>Figure.II.8.</b> Valeurs de Chlorure (mg/l)	35
<b>Figure.II.9.</b> Valeurs des Sulfates $\text{SO}_4^{-}$ (mg/l)	36
<b>Figure.II.10.</b> Valeurs des bicarbonates $\text{HCO}_3^{-}$ (mg/l)	37
<b>Figure.II.11.</b> Valeurs des Nitrates $\text{NO}_3^{-}$ (mg/l)	38

## Liste des photos

<b>Photo.I.1.</b> Thermomètre.	22
<b>Photo.I.2.</b> Appareil pH mètre.	22
<b>Photo.I.3.</b> Appareil conductimètre.	23
<b>Photo.I.5.</b> Titration.	25
<b>Photo.I.4.</b> Spectrophotomètre d'absorption atomique.	25

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**A.D.E** : Algérienne Des Eaux.

**A.N.R.H** : Agence National des Ressource Hydrique.

**D.R.E** : Direction des Resource en Eau.

**F.A.O**: Food and Agriculture Organization.

**D SA** : Direction des Services Agricoles.

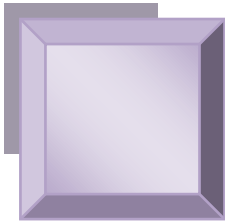
**O.M.S** : L'organisation Mondiale du Santé.

**O.N.M** : Office National Météologique.

**S.A.U** : La surface agricole utile.

**O.N.I.D** : l'Office National des Irrigations et du Drainage.

*INTRODUCTION  
GENERALE*



## **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau d'irrigation est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique et agricole d'un pays, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eau existantes.

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture et l'industrie (**HARRAT ET ACHOUR, 2010**).

Pour le Sahara septentrional algérien, l'essentiel des ressources est constitué par les eaux souterraines. Ces dernières, contenues dans les formations continentales du continental intercalaire (C.I) et du complexe terminal (C.T) et constituent l'un des plus vastes réservoirs hydrauliques du monde (**BEL et CUCHE, 1970 ; CDTN, 1992**), dont les potentialités mobilisables sont estimées à 5 milliards de mètres cube d'eau (**ANRH, 1986**). Malgré la richesse de cette région en eau souterraine, elle présente, néanmoins des qualités médiocres à mauvaise.

L'agriculture, de façon générale, est une grande consommatrice d'eau, qui dans les conditions arides et semi arides, vient souvent à manquer. Pour pallier à cet inconvénient, le meilleur moyen que les hommes aient trouvé jusqu'ici a été un appoint d'eau, à l'aide de procédés divers. C'est ce complément d'eau que l'on appelle irrigation.

L'objectif de cette étude est de donner un aperçu sur la qualité physicochimique des eaux d'irrigation dans la région d'El Oued.

Ce travail est structuré en trois chapitres :

Chapitre 1 : Etude bibliographique.

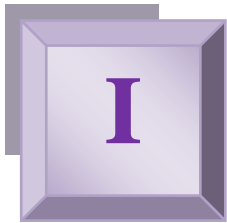
Chapitre 2 : Matériels et méthodes.

Chapitre 3: Résultats et discussions.

*PARTIE*  
*THEORIQUE*

*CHAPITRE I :*

*LES PROPRIETES DES EAUX  
D'IRRIGATION*



**PARTIE 1 : Les Propriétés Des Eaux D'irrigation****I.1.1 Irrigation dans le monde :**

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Elle n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde s'éparpille très irrégulièrement sur tous les continents. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride. Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation. Aussi, toutes les surfaces cultivées sont-elles irriguées. Mais, comme il ne peut y avoir d'irrigation sans eau, les surfaces cultivées demeurent réduites en superficie, limitées par la faiblesse des ressources en eau, et localisées là où ces ressources sont disponibles. C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine comme le Mexique. **(MILOS, 1971).**

À l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet. Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement que l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes multiples, ou encore d'augmenter les rendements. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente. C'est ce qui se passe au Japon, en Chine, en Inde et au Pakistan **(MILOS, 1971).**

Des facteurs autres que la situation géographique interviennent également, qui doivent être pris en compte pour expliquer la répartition mondiale de l'irrigation. Par exemple, l'irrigation nécessitant des infrastructures parfois très onéreuses, la richesse des pays considérés est un élément important. Il explique notamment qu'en Afrique ou au Brésil l'irrigation soit moins développée. **(MILOS, 1971).**

En conséquence, les pays qui irriguent le plus sont ceux situés dans le sud-ouest asiatique, lesquels rassemblent plus de 60 % des terres irriguées de la planète, et certains pays du pourtour méditerranéen, comme l'Italie ou la Grèce. **(MILOS, 1971).**

**I.1.2 Importance de l'irrigation****I.1.2.1 Les avantages**

Tant qu'on ne saura pas faire pleuvoir où et quand on veut, l'irrigation restera le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde.

En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus (et même dix en zone

aride) de production (**PLAUCHU, 2003**).

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie (électricité, fuel, etc.). (**PLAUCHU, 2003**).

### **I.1.2.2 Apport sur le plan économique**

Depuis les années 60 la pratique de l'irrigation est à l'origine d'une augmentation de la production alimentaire globale dans l'ensemble des pays du tiers monde (**DE REGT, 1990**).

Répondant ainsi à une demande de produits alimentaires qui a considérablement augmentée par suite de l'essor démographique qui s'est manifesté dans la plupart des pays en voie de développement où, dans certains, la population double tous les 25 ou 30 ans.

L'irrigation n'a pas été seulement un atout dans l'augmentation de la production, elle a favorisé l'extension des surfaces agricoles mais également une diversification de produits plus large consommation que dans le passé. (**DE REGT, 1990**).

Cette évolution explique l'élévation du niveau de vie et les progrès de la diététique. Les changements dans les habitudes alimentaires ont souvent donné la préférence à des produits irrigués (légumes et fruits notamment). L'amélioration des conditions écologiques par l'intermédiaire de l'irrigation a permis à des régions ou à des pays en voie de développement de se spécialiser dans les productions pour lesquelles la demande était en augmentation. (**DE REGT, 1990**).

### **I.1.2.3 La satisfaction**

Tous les pays cherchent à satisfaire la demande nationale, mais ceux qui le peuvent s'efforcent d'exporter leurs surplus agricoles ou la totalité de certaines productions qui ne trouvent pas ou peu de débouchés sur le marché national. Certaines cultures de plantations irriguées, souvent héritage d'une colonisation, donnent des produits qui doivent être nécessairement exportés, c'est le cas par exemple de l'Algérie ou le Maroc qui doivent trouver des clients pour leurs agrumes (**CONAC, 1978**).

**I.1.2.4 L'irrigation un rempart à la famine**

L'irrigation bien maîtrisée est un rempart utilisé de longue date pour endiguer la sous-alimentation et renforcer la sécurité alimentaire des sociétés, la preuve en est que :

- Le boom de la production agricole mondiale entre 1950 et 1990 doit beaucoup à l'irrigation (FAO, 1975). Entre ces deux années le rendement en céréales a plus que doublé et la récolte a presque triplée. Au début des années 50 on a étendu la surface cultivée, mais le boom, sans précédent historique, de la croissance des rendements et de la production est associé au doublement des surfaces irriguées, soutenue à partir des années 60 par la mise au point de nouvelles variétés de riz et de blé réagissant de manière optimale aux engrais et à l'eau (TIERCELIN, 1998).

- la surface minuscule à l'échelle de la planète, fournit 55% des produits alimentaires de base, dont le riz et le blé. « ...C'est l'irrigation qui a le plus contribué à l'accroissement de la production agricole enregistré dans une grande partie de l'Asie, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient » (MATON, 2006).

En conclusion, nous pouvons dire que l'usage de l'irrigation présente de nombreux avantages. Il permet d'augmenter la superficie des surfaces cultivées, en particulier dans les zones arides, d'assurer parfois deux récoltes (ou plus) au lieu d'une seule dans l'année, notamment dans certaines zones tropicales humides, d'améliorer les rendements, et d'une façon générale d'intensifier et stabiliser la production en se libérant des variations climatiques.

Enfin, les techniques modernes d'irrigation permettent aussi dans le même temps de fertiliser les sols.

**I.1.3 Les inconvénients**

L'irrigation présente deux inconvénients majeurs pour les milieux aquatiques. Elle est grande consommatrice d'eau et peut accélérer la désertification de certaines régions.

L'agriculture irriguée rencontre de nos jours de nouveaux problèmes tels que le risque de salification qui peut être apprécié par la conductivité électrique (CE) et celui de l'alcalinisation des sols. Cette dernière, due aux échanges ioniques, concerne surtout le sodium, le calcium et le magnésium, entre l'eau et les argiles du sol; il est évalué par le coefficient d'absorption du sodium (SAR).

Mal conduite, elle peut être néfaste pour les sols. Lorsqu'ils sont trop secs, l'infiltration de l'eau se fait mal et si l'apport est trop important, une grande partie de l'eau stagne ou ruisselle le long des pentes. En s'évaporant, l'eau stagnante laisse en dépôt les sels

qu'elle contient, favorisant une salinisation des sols qui deviennent progressivement incultes et doivent être abandonnés ; c'est un phénomène que l'on observe surtout dans les régions arides et semi-arides.

Quant au ruissellement de l'eau, il favorise l'érosion des sols, surtout lorsqu'ils sont secs. À l'inverse, des sols trop imbibés sont néfastes pour la plupart des végétaux dont ils asphyxient les racines. Les sols doivent donc être convenablement drainés afin de permettre à l'eau en excès de s'évacuer.

L'irrigation est l'activité qui consomme le plus d'eau, elle absorbe plus de 85 % de l'eau maîtrisée par l'homme (**HORNING, 1973, PLAUCHU, 2004**). D'importantes quantités d'eau sont en effet nécessaires pour compenser les pertes des plantes et des sols par évapotranspiration. En outre une majeure partie de l'eau d'irrigation retourne directement dans l'atmosphère, où elle est momentanément perdue pour d'autres usages. Cela est d'autant plus vrai que plus une plante dispose d'eau, plus son évaporation est importante. Il existe cependant une limite à ce phénomène au-delà de laquelle un apport supplémentaire d'eau n'augmentera pas la transpiration végétale. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités justes nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées et l'irrigation contrôlée.

Quoi qu'il en soit, pour irriguer les champs, il faut de l'eau et beaucoup d'eau, une eau que l'on doit parfois aller chercher très loin.

Au niveau mondial, les prélèvements en eau de l'irrigation représentent aujourd'hui environ 70 % des prélèvements totaux, ce qui est énorme (**PLAUCHU, 2004**). À l'échelle locale, la consommation immodérée d'eau d'irrigation peut même parfois conduire à une réduction considérable des volumes disponibles. Ainsi, le lac Tchad, autrefois la plus grande réserve d'eau douce du continent africain, est aujourd'hui 20 fois plus petit qu'il n'était il y a 35 ans. (**PLAUCHU, 2004**).

Les agriculteurs des pays limitrophes puisent en effet toujours plus d'eau pour irriguer leurs champs et lutter contre la sécheresse grandissante de cette région du globe.

En outre, toute cette eau ne parvient pas aux plantes car les pertes sont importantes, surtout lorsqu'il s'agit de techniques d'irrigation traditionnelles. Or, celles-ci sont employées sur les deux tiers des surfaces irriguées du globe. Ces pertes sont dues soit à des fuites sur canalisations, soit à l'évaporation de l'eau qui stagne sur les sols. On estime qu'en Afrique, environ 40 à 60 % de l'eau d'irrigation est ainsi perdue. Mal conduite, l'irrigation peut également avoir des conséquences dramatiques sur les sols, surtout dans les régions au climat sec et chaud où l'on irrigue toute l'année. En effet, si l'eau d'irrigation n'est pas drainée, elle

stagne dans les champs, et s'évapore lentement, laissant en dépôt les sels dissous qu'elle contient. Cet excès de sels stérilise progressivement les terres qui doivent être abandonnées.

Le pompage abusif d'eau fluviale à des fins d'irrigation peut aussi progressivement conduire à l'assèchement des territoires situés plus en aval. À ce titre, l'exemple de la catastrophe écologique de la mer d'Aral, qui fut le quatrième lac du monde par sa superficie, est édifiant. (PLAUCHU, 2004).

Il illustre bien les très graves conséquences que peuvent engendrer des prélèvements excessifs d'eau. (PLAUCHU, 2004).

Dans les années 1960, pour développer la culture irriguée du coton dans la région désertique du Kazakhstan, la majeure partie des eaux des deux fleuves qui alimentaient la mer d'Aral a été détournée. Ces prélèvements considérables ont abaissé de 15 mètres le niveau de la mer et diminué sa surface de 40 %. Dans le même temps, la salinité de ses eaux est passée de 10 à 30 grammes par litre. La faune a presque entièrement disparu et la pêche avec elle. Une mauvaise gestion de l'irrigation et une utilisation abusive d'engrais et de pesticides ont conduit à la salinisation des sols et à la désertification d'immenses étendues dans la région. La qualité des eaux souterraines s'est également dégradée et le niveau des nappes phréatiques a fortement baissé. (PLAUCHU, 2004).

### **I.1.2 L'irrigation en Algérie :**

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques (KADI, 1997). Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la superficie agricole utile (SAU) (MESSAHEL ET AL. 2003). Les 320.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 4,6% de la SAU) se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion, il s'agit :

#### **I.1.2.1 Des grands périmètres irrigués (GPI) :**

Relevant de l'Etat gérés par l'Office National des Irrigations et du Drainage. Ces périmètres sont irrigués à partir de barrages pour la plupart et de forages dans le Nord du pays (tableau 2). Dans le Sud l'irrigation des périmètres est assurée à partir de forages profonds dans les grandes nappes souterraines de l'albien. Leur superficie totale équipée actuelle est de l'ordre de 200.000 ha. La surface irrigable représente environ 150.000 ha (nettement

inférieure à la surface équipée en raison des pertes occasionnées par la dégradation des sols). La surface effectivement irriguée est de l'ordre de 40.000 ha seulement. Des programmes de remise en état et de rénovation des systèmes de distribution sont en cours pour accroître cette surface. Les cultures pratiquées dans les GPI (en 2008) sont en grande partie l'arboriculture (64,6 % des surfaces irriguées), le maraîchage (28,5 %), des cultures industrielles (6,1 %) et le reste céréales et fourrages. Il y a lieu de remarquer le faible développement des cultures industrielles malgré la vocation des GPI pour ces spéculations, probablement dû à l'absence de valorisation par les filières de transformation. Faiblesse également de la production des cultures fourragères (BENBLIDIA, 2011)

**Tableau I-1-2-1** : Superficies des GPI équipées, irrigables et irriguées par grande région.

Source : (BENBLIDIA 2011)

Régions	Superficies équipées (ha)	Superficies irrigables (ha)	Superficies irriguées (ha)	Proportions équipées %	Irrigables/ équipées %	Irriguées/ équipées %
Oranie	28.930	13.500	9459,50	15,2	46,7	32,7
Chélif	75.438	61.383	11513,54	39,6	81,4	15,3
Algérois	440.88	34.963	3717.11	23,1	79,3	8,4
Constantinois	34.612	30.446	8460,42	18,1	88,0	24,4
Sahara	7660	6939	6772	4,0	90,6	88,4
<b>Total</b>	<b>190.728</b>	<b>147.231</b>	<b>39922,57</b>	<b>100</b>	<b>77,2</b>	<b>20,9</b>

**I.1.2.2 De la « Petite et Moyenne Hydraulique » ou PMH :**

Il s'agit d'exploitations petites et moyennes constituées de petits périmètres et aires d'irrigation qui se sont remarquablement développés depuis une dizaine d'années à l'initiative de l'Administration et surtout, à l'initiative de producteurs privés. La PMH englobe toutes les formes de développement de l'irrigation autres que celles délimitées dans le cadre des GPI dont la gestion relève de l'ONID (tableau 2).

**Tableau I-1-2-2** : Répartition territoriale des superficies de PMH selon le mode d'irrigation

Région	SAU Irriguée (ha)	%Gravitaire	%Aspersion	%Localisé	% Citernage
<b>Nord</b>	221.200	62	22	15	0.9
<b>Hauts Plateaux</b>	258.482	64	16	20	04
<b>Sud</b>	216.482	70	7	23	0.0

<b>Total</b>	696.380	65	15	19	0.4
--------------	---------	----	----	----	-----

### I.1.2.3 Contraintes au développement de l'irrigation en Algérie

En Algérie, le développement de l'irrigation a été freiné par de nombreuses contraintes, si l'on considère que seul 45% du potentiel irrigable est actuellement irrigué. La principale raison de la stagnation constatée reste cependant l'orientation donnée par l'état jusqu'au début des années 80 à des secteurs considérés plus prioritaires que l'agriculture, tels l'industrie, l'énergie, etc.

En 1980, les infrastructures d'irrigation existantes n'étaient plus en mesure de fournir de l'eau d'irrigation avec une garantie acceptable pour les raisons suivantes :

- La construction des barrages se faisait à un rythme très lent.
- Les ressources en eau disponibles étaient attribuées, en priorités, aux eaux potables et industrielles.
- Le manque d'entretien et des déficiences de l'exploitation des infrastructures diminuaient l'efficacité des réseaux, qui ont parfois dû abandonnés.
- L'absence de système d'assainissement et de drainage, jointe au manque de lessivage des sols, ont conduit à des graves problèmes de salinisation (**LOCIF SEIAD, 2003**).

D'après le journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire No 41 (15/07/2012) certain paramètre physique et les concentrations des éléments toxiques sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau I-1-2-3 : Journal officielle de R.A.D.P No41 le 15/07/2012

Paramètres		UNITE	Concentration maximale admissible	
Physique	pH	-	6,5≤pH≤8,5	
	MES	mg/l	30	
	CE	ds/m	3	
	infiltration de SAR=0-3CE	3 à 6	ds/m	0.2
		6 à 12		0.3
		12 à 20		0.5
		20 à 40		1.3
Chimique	DBO5	mg/l	30	
	DCO	mg/l	90	
	Chlorure (Cl)	mg/l	10	
	Azote (NO3-N)	mg/l	30	
	Bicarbonate (HCO3)	mg/l	8.5	
Eléments toxiques(*)	Aluminium	mg/l	20	
	Arsenic	mg/l	2	
	Béryllium	mg/l	0.5	
	Bore	mg/l	2	
	Cadmium	mg/l	0.05	
	Chrome	mg/l	1	
	Cobalt	mg/l	5	
	Cuivre	mg/l	5	
	Cyanures	mg/l	0.5	
	Fluor	mg/l	15	
	Fer	mg/l	20	
	Phénols	mg/l	0.002	
	Plomb	mg/l	10	
	Lithium	mg/l	2.5	
	Manganèse	mg/l	10	
	Mereure	mg/l	0.01	
	Molybdène	mg/l	0.05	
	Nyckel	mg/l	2	
	Sélénium	mg/l	0.02	
	Vanadium	mg/l	1	
Zinc	mg/l	10		

(\*) pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin,

**PARTIE 2 : Les eaux d'irrigation dans la région El Oued****I.2.1 L'agriculture à El-oued**

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.

Les ghouts saharienne fonctionne comme un agro-système, reposant sur la trilogie eau/habitat/palmeraie; pour ne pouvant faire venir les eaux à eux, les soufis on imagine d'aller à elle, d'excaver suffisamment le sable pour que l'épaisseur restante soit 2m, planter alors les palmiers dans sol de façon à ce qu'ils aillent puiser l'eau par leurs propres racine, c'est le principe de la culture Bour (en sec), on n'importe pas d'eau d'irrigation mais le palmiers va chercher lui-même ce dont il a besoin.

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

La Wilaya d'El Oued dispose d'une superficie agricole totale égale à 1600 000 hectares mais la superficie réellement exploitée est 99 814 hectares, la superficie irriguée est égale à 90 000 hectares. (**DSA : Direction de Service Agricole d'El-Oued en 2015**).

**I.2.2 Aperçu sur la qualité des eaux souterraine dans la région d'Oued Souf**

Selon (**MESSEKHER I, 2010**) Les eaux de la nappe phréatique du Souf, de qualité Chimique très dégradée, sont caractérisées par une minéralisation très élevée (**MOULLA ET AL, 2005**). Les faciès chimiques prédominants sont sulfatés à chlorurés sodiques, typiques des régions évaporitiques et sont répartis d'une manière diffuse à travers toute la vallée. La présence des nitrates dans les eaux souterraines est généralement considérée comme un indicateur de pollution d'origine agricole. Ils proviennent également de l'azote organique du sol ainsi que des eaux usées domestiques non traitées. La teneur admissible fixée par l'OMS est de 45 mg/l. Selon cette norme, la plus grande partie de la zone est au-dessus du taux acceptable pour l'eau de boisson. Les rares endroits où le taux de nitrates est inférieur à 45 mg/l sont : les plantations irriguées par des forages du CT au domaine Daouia, à Foulia et à Hobba par dilution des nitrates par l'eau des nappes profondes, dans les ghouts ennoyés recouverts de roseaux et au niveau du rejet d'El-Oued par utilisation des nitrates par les roseaux, quelques points localisés où la dénitrification a pu s'effectuer correctement

### I.2.3 Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

Une eau valable pour l'irrigation est toute eau dont les caractéristiques respectent les valeurs limites inscrites dans le tableau des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation (voir tableaux n°1).

**Tableau I-2-3 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation Source : (SEEE, 2007).**

Paramètres	Valeurs limites
Température (°C)	35
pH	6.5 à 8.4
Conductivité électrique (ms/cm)	12
Fe (mg/l)	5
Mn (mg/l)	0.2
Salinité totale en mg/l	7680
Bore en mg/l	3
Azote nitrique (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) en mg/l	30
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) en mg/l	518
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) en mg/l	250

### I.2.4 L'irrigation avec des eaux de mauvaise qualité

L'irrigation des terres agricoles ne se fait pas toujours avec des eaux respectant les normes de qualité requises. Ces eaux de qualité physico-chimique médiocre peuvent provenir de plusieurs sources :

- Les eaux des nappes phréatiques ayant des teneurs élevées en sels.
- Les eaux de drainage chargées en sels et en nutriments.
- Les eaux usées brutes, domestiques ou industrielles ou les eaux usées mal traitées.

La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation devient de plus en plus une pratique courante notamment dans les pays semi-arides et arides tels que l'Égypte, Israël et la Tunisie. Cependant, cette réutilisation soulève différents problèmes d'ordre agronomique, environnemental et sanitaire.

Sachant aussi que les eaux usées épurées sont riches en éléments majeurs azote, phosphore, et potassium (KEDDAL et YAON'DRI, 2007).

### I.2.5 Les propriétés des eaux d'irrigations

#### I.2.5.1 Propriétés physiques des eaux d'irrigation

De manière générale, l'eau possède un certain nombre de propriétés dues à la relation covalente d'une part et, d'autre part, à la liaison hydrogène existante entre les molécules d'eau (ANDRE et CHRISTOPHE, 2004).

Les teneurs en sédiments et en substances solubles de l'eau d'irrigation dépend de son origine. Alors que les cours d'eau contiennent toujours des éléments en suspension et, en quantité limitée, des substances en solution, les plans d'eau permettent la sédimentation des particules denses mais offrent fréquemment des conditions favorables à la prolifération de micro-organismes. Les particules minérales, à l'exception colloïdes d'argile dispersée, sont retenues facilement par contraste de densité ou filtration (filtre à sable et filtre à tamis). La petite taille des micro-organismes rend la filtration inopérante si bien qu'elle doit être accompagnée d'un traitement chimique. L'eau souterraine ne contient en général que peu d'éléments minéraux et organiques en suspension, mais peut présenter des concentrations en fer ou en calcium élevées (MARC *et al*, 2007).

C'est ainsi qu'on peut résumer les propriétés physiques des eaux d'irrigation comme suit :

#### **I.2.5.2 La température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH ...etc (RODIER, 2005).

Pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (GHAZALI et ZAID, 2013).

#### **I.2.5.3 Le pH**

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène de la solution (H<sup>+</sup>). Il est représenté par une expression logarithmique, c'est donc dire que la concentration en H<sup>+</sup>, à pH 6,0 est 10 fois plus grande que celle à pH 7 et 100 fois plus grande que celle à pH 8. Plus la concentration en ion hydrogène est élevée, plus le pH est bas et plus c'est acide.

Le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation.

Le pH de l'eau d'irrigation devrait se situer entre 5,5 et 6,5. À ces valeurs, la solubilité de la plupart des micro-éléments est optimale (COUTURE, 2006).

#### **I.2.5.4 La conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (RODIER, 2005).

Elle s'exprime en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (**GAUJOUR, 1995**)

La conductivité électrique est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (**MENS et DEROUANE, 2000**).

#### **I.2.5.5 La dureté**

La dureté ou titre hydrotimétrique 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 quelques fois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium (**RODIER ET al, 2009**).

#### **I.2.5.6 La turbidité**

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (**LANTEIGNE, 2003**).

Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (**RODIER, 2005**).

La turbidité se mesure en unité néphélogétrie (NTU) (**LANTEIGNE, 2003**).

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après prélèvement ; sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h, toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité (**GHAZALI et ZAID, 2013**).

#### **I.2.5.7 La densité**

La masse spécifique d'un corps est la masse de l'unité de volume de ce corps. Par définition, celle de l'eau pure à 4 °C est de 1g/ml. La densité d'un corps est égale au rapport de sa masse spécifique à celle de l'eau pure mesurée dans les mêmes conditions (**RODIER et al, 1996 ; MOHAND, 2001**).

#### **I.2.5.8 Résidu sec**

D'après (**RODIER et al, 1996**), la détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension ; la mesure après filtration correspond aux matières dissoutes.

Ces valeurs peuvent être recoupées à partir de la conductivité et permettent d'apprécier la minéralisation de l'eau (**COMTE, 1995**).

#### **I.2.5.9 Solides totaux dissous (TDS)**

Les TDS rendent compte de la quantité de substance minérale dans l'eau. La concentration des TDS dans l'eau varie considérablement dans différentes régions géologiques à cause de la différence de solubilité des minéraux (OMS, 2006).

### **I.3.1 Propriétés chimiques des eaux d'irrigation**

L'eau est un excellent solvant. En effet, l'eau est le liquide qui dissout le plus grand nombre de substances. Ceci explique le fait que l'eau soit un milieu favorable au développement de la vie puisque l'on y trouve un grand nombre d'éléments primaires qui lui sont nécessaires (ANDRE et CHRISTOPHE, 2004).

#### **I.3.1.1 Les chlorures**

Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl<sub>2</sub>). La présence de l'ion chlorure (Cl<sup>-</sup>) dans l'eau peut avoir diverses origines, telles que le passage à travers des terrains salés et l'exploitation des puits de pétrole (PETTYJOHN, 1971).

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (RODIER, 2005).

#### **I.3.1.2 Les sulfates**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg /l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé (RODIER et al, 2009).

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (KEMMER, 1984).

#### **I.3.1.3 Les nitrates**

Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (Ninorganique) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (Norganique) (RODIER et al, 2009).

#### **I.3.1.4 Les nitrites**

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4 °C (**RODIER et al, 2009**).

#### **I.3.1.5 Les Bicarbonates**

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO<sub>2</sub> à partir des minéraux contenant des carbonates (**RODIER, 2005**).

#### **I.3.1.6 Le Calcium**

Le Calcium, est un élément qui varie comme le Magnésium et leur concentration dans l'eau dépend aussi du substrat géologique traversé (**BOUCHELAGHEM et al, 2004**).

#### **I.3.1.7 Le Magnésium**

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites, basaltes, argiles) ou industrielle. La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (**KEMMER, 1984**).

#### **I.3.1.8 Le sodium**

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Cet élément est origine de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation (**COUTURE, 2006**).

Le sodium est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé...);
- Humaine (10 à 15 g NaCl dans les urines/jour);
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière) (**RODIER, 2005**).

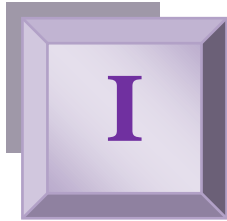
#### **I.3.1.9 Le Potassium**

Le potassium est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature (**KEMMER, 1984**).

*PARTIE  
PRATIQUE*

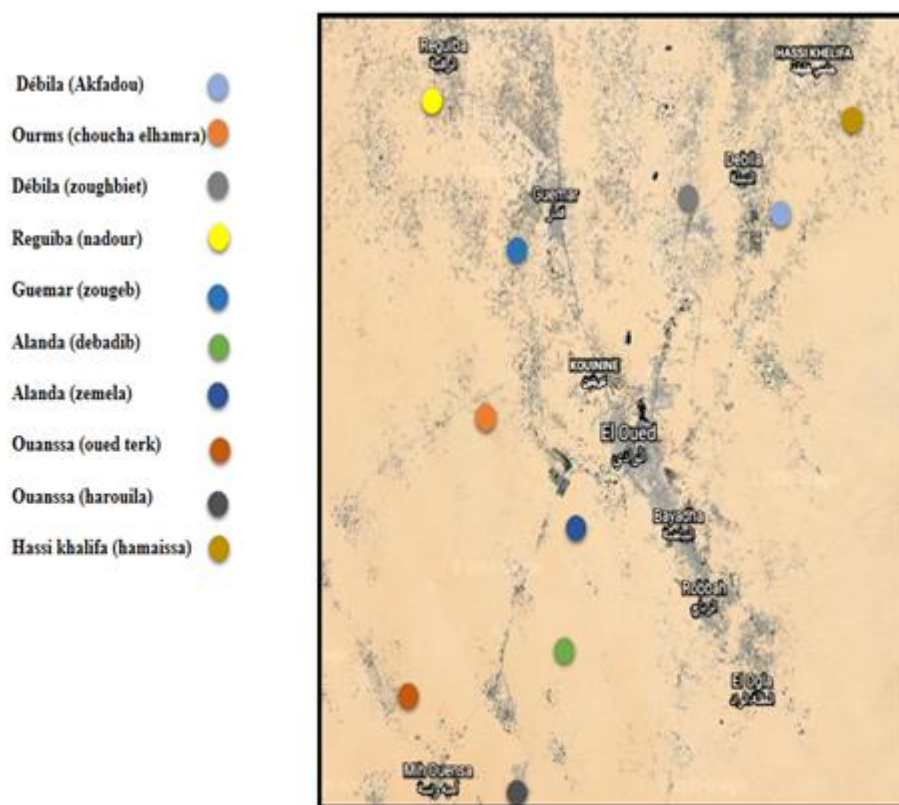
# *CHAPITRE I :*

## *MATRIELS ET METHODES*



### I.1. Milieu d'étude

Dans ce chapitre, nous allons présenter les stations d'étude et les étapes de notre travail commençant par la réalisation des analyses physicochimiques des eaux effectuées sur les 10 échantillons prélevés des forages : Les choix de ces stations obéissent à des raisons de facilité d'accès et de proximité, et pour balayer toute la zone d'étude, il s'agit des stations en service.



**Figure.I.1.** Localisation des points d'eau échantillonnés de la région.

### I.2. Conditions et mode d'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).

En outre Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. L'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté ou en polyéthylène haute densité avec des bouchons en téflon lavés avec une solution détergente à chaud et rincés avec de l'eau distillée puis séchés. Ces flacons sont susceptibles de réutilisation après un lavage adéquat si l'échantillon n'est pas excessivement pollué. Les flacons destinés au prélèvement pour

l'analyse des éléments minéraux seront traités à l'acide nitrique. Toutes ces étapes sont réalisées à l'aide de laboratoire d'A.D. E d'El Oued.

### **I.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques**

Les méthodes d'analyses sont celles préconisées par les normes AFNOR (NF-T 90-10 ; 1997) et par Rodier (2005).

À chaque prélèvement, la température, le pH, la conductivité électrique et le TDS (Total des sels dissous) et la turbidité ont été mesurés (testés) *in situ*.

Les échantillons d'eau ont été conservés à 4°C pendant le transport et au laboratoire, puis ont été analysés dans les 24 heures qui suivent. Lorsque les échantillons sont conservés, ils sont mis au réfrigérateur.

Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage.

#### **I.3.1. La turbidité**

Elle est appréciée de *visu* au moment de la prise des échantillons.

C'est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité.

Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée (diffraction) ou absorbée par des particules plutôt que transmise en ligne droite (APHA/WWA-WEF, 1998 ; US EPA, 1999).

#### **I.3.2. La température**

Sa mesure est simple, à l'aide d'un thermomètre à mercure.

La mesure de la température sur le terrain permet d'ajuster les valeurs de conductivité, d'apprécier l'origine plus ou moins profonde de l'eau et de calculer les équilibres de dissolution.

Elle joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante, l'horaire de la mesure.



**Photo.I.1.** Thermomètre.

### I.3.3. Le Ph

Mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre de terrain équipé d'une électrode verre-calomel, préalablement étalonné à l'aide des pH étalons 7 et 4.

On utilise la valeur du pH pour établir l'état des équilibres de dissolution et ainsi connaître le caractère agressif ou incrustant de l'eau (particulièrement par les carbonates). Comme la variation de la pression des gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) modifie le pH, il est important de le mesurer directement lors de la prise d'échantillon.



**Photo.I.2.** Appareil pH mètre.

### I.3.4. La conductivité électrique

Mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain équipé d'une cellule (constante de la cellule = 1), d'une sonde pour la mesure de la température et d'un convertisseur intégré convertissant les Siemens en g/l de sel (TDS). Les résultats sont directement lus sur un écran digital.

Cette mesure est très importante car elle donne directement une estimation de la minéralisation totale. La conductivité est naturellement également influencée par le pH, la valence des ions et leur degré d'ionisation.



Photo.I.3. Appareil conductimètre.

#### I.4. Dosage des anions

##### I.4.1. Carbonates et bicarbonates

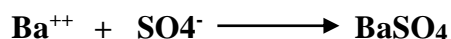
La détermination des carbonates et bicarbonates se fait suivant une méthode titré métrique très répandue : un aliquote de l'eau est titré avec un acide (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ou HCl) à faible concentration (0.1N) en présence successivement de phénolphtaléine (indicateurs des carbonates) et du méthyle orange (indicateur des bicarbonates).

##### I.4.2. Les chlorures

Nous avons suivi la méthode volumétrique de MOHR où les chlorures sont totalement précipités par l'argent (AgCl<sub>2</sub>). La fin de la titration est marquée par l'indicateur chromate (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) qui forme un précipité rouge (AgCrO<sub>4</sub>) avec l'argent en excès.

##### I.4.3. Les sulfates

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfates de baryum par le chlorure de baryum. (Méthode turbidimétrique) :



Le précipité ainsi obtenu, très fin, est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble ainsi obtenu une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde 495 nm à l'aide d'un spectrophotomètre de marque Jenway. Modèle 6315 avec un trajet optique de 1 cm (cuve en quartz).

##### I.4.4. Les nitrates

La méthode la plus employée pour le dosage des nitrates est celle adoptées par l'agence française de normalisation (AFNOR, 1975 ; norme NFT 90-012), dite méthodes au

salicylate de sodium.

Parallèlement, il existe plusieurs méthodes de dosage des nitrates dans les eaux (voir annexe).

Mais, il paraît qu'aucune méthode n'apporte réellement une amélioration par rapport à celle du salicylate.

Le dosage des nitrates impose que la mesure soit réalisée dans les plus courts délais après le prélèvement car le NO<sub>3</sub>

- peut rapidement être réduit.

Les mesures de l'absorbance en VIS à 415 nm ont été réalisées à l'aide d'un spectrophotomètre de marque Jenway. Modèle 6315 avec un trajet optique de 1 cm (cuve en quartz).

Etant donné les conditions de travail au laboratoire et suite au fait que les analyses ont dû être réalisées dans une atmosphère à température souvent très variable – avec un impact évident sur la solubilité des éléments à doser – il est logique que les chiffres obtenus ont dû être contrôlés sérieusement sur leur valeur scientifique avant d'être interprétés.

En vue d'une telle évaluation objective, nous avons soumis les chiffres obtenus (Absorbance des étalons) à un contrôle au moyen de tests permettant de s'assurer de leur justesse et de leur reproductibilité.

Le test que nous avons réalisé concerne le modèle d'étalonnage.

Les droites d'étalonnage sont-elles justes pour être utilisées ? Pour cela nous avons opéré une analyse de la variance de l'ajustement.

Après vérification de sa conformité, la droite d'étalonnage est utilisée pour trouver la concentration d'échantillons inconnus en reportant l'absorbance (A%) mesurée depuis l'axe des y pour lire le résultat en concentration sur l'axe des x. Dans ce cas, on peut se passer éventuellement de la représentation graphique. Si A<sub>é</sub> est l'absorbance correspondant à l'échantillon inconnu sur l'étalonnage  $A\% = aC + C0$  (équation de la forme :  $y = ax + b$ ),

La concentration correspondante est déduite de :

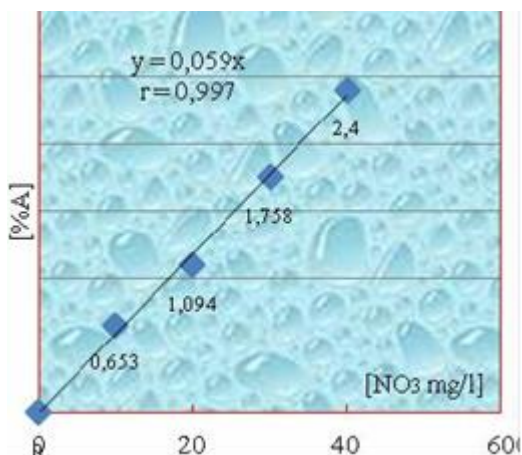
$$[C]_é = A_é - C0 / a$$

$$[C]_é = \text{concentration en mg/l de NO}_3$$

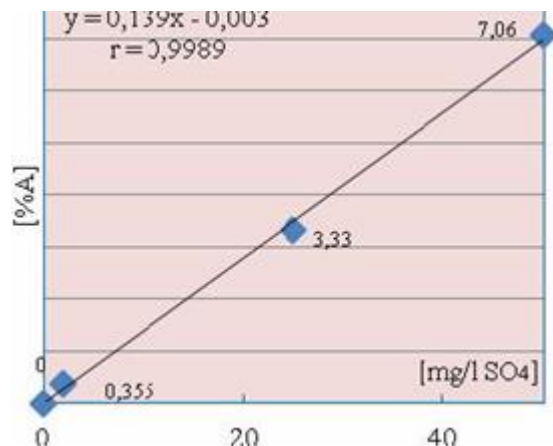
$$A_é\% = \text{absorbance ou densité optique (= D.O)}$$

Les teneurs initiales en nitrates et sulfates sont évaluées grâce à des courbes d'étalonnage de l'absorbance en fonction des concentrations en mg/l d'étalons nitrates et sulfates pour chaque eau (fig.5 et 6). À titre d'exemple, pour la clarté du chapitre nous

donnons uniquement ces deux droites. La même démarche est retenue pour le reste des campanes.



**Figure.I.2.** Droite de régression des étalons nitrates



**Figure I.3.** Droite de régression des étalons sulfates

### I.5. Dosage des cations : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>

Le dosage des cations est déterminé directement par spectrométrie de flamme. Les valeurs trouvées nous permettent de calculer le SARaj.

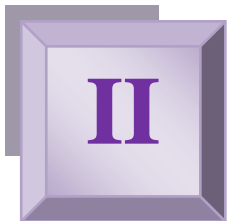


**Photo.I.5.** Titration.



**Photo.I.4.** Spectrophotomètre d'absorption atomique.

*CHAPITRE II :*  
*RESULTATS ET DISCUSSIONS*



### **II.1.Introduction**

Nous exposons dans ce chapitre les caractéristiques physico-chimiques dans la région d'étude et nous allons faire une interprétation des résultats des compositions chimiques.

Les éléments dosés ont été portés essentiellement sur les ions dominants qui sont le calcium, le magnésium, le sodium et le sulfate ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ) et les anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{NO}_3^-$ ).

Le principal objectif de cette étude est de donner un aperçu sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines de différents nappes (C.T et phréatique) et la comparaison entre eux d'une part, et entre les normes relatives à la qualité des eaux destinées à l'irrigation conformément à celles de l'Algérie (J.O., 2012) et de la FAO (2003) d'autre part. Grâce à l'échantillonnage suffisamment représentatif de la nature des eaux de la région, nous avons procédé aux analyses et obtenus les résultats illustrés ci-dessous :

**II.2. Les paramètres physico-chimiques**

D’après les analyses physico-chimiques, il apparaît que les eaux souterraines sont chargées et caractérisées par une dureté élevée, une agressivité palpable ; elles sont aussi sulfatées, calciques, magnésiennes et chlorurées etc...Elles nécessitent un traitement préalable.

**II.2.1. Potentiel hydrogène (pH)**

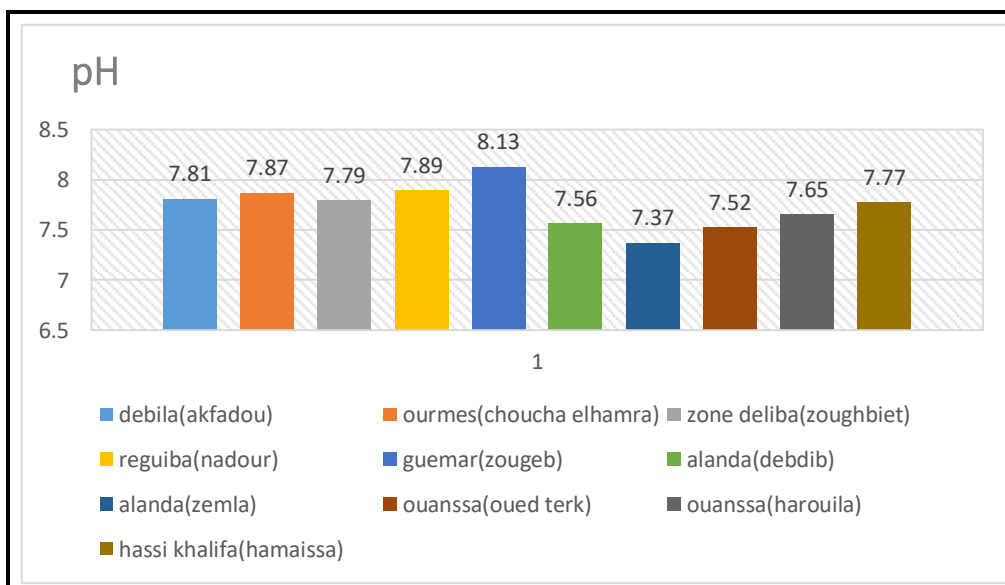
Le terme pH est la concentration d’ions hydrogène dans une solution. Dans l’eau, ce facteur est d’une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement.

Dans les laboratoires de retenue des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulant/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l’eau, la valeur de pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l’eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L’eau de pH égale à 7 est neutre.

Les résultats obtenus de pH, pour tous les échantillons prélevés dans de la région d’étude classées dans le (tableau II.4). On observe que le pH paraît proche de la neutralité dans toute la région d’étude. Ces résultats peuvent convenir aux eaux d’irrigation car ils ne sont pas éloignés des normes de la F.A.O (2003) et de l’Algérie (2012).

**Tableau. II. 1.** Valeurs du pH.

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
<b>pH</b>	7.81	7.87	7.79	7.89	8.13	7.56	7.37	7.52	7.65	7.77



**Figure.II.1.** Valeurs du pH pour l’irrigation.

**II.2.2. Conductivité électrique CE**

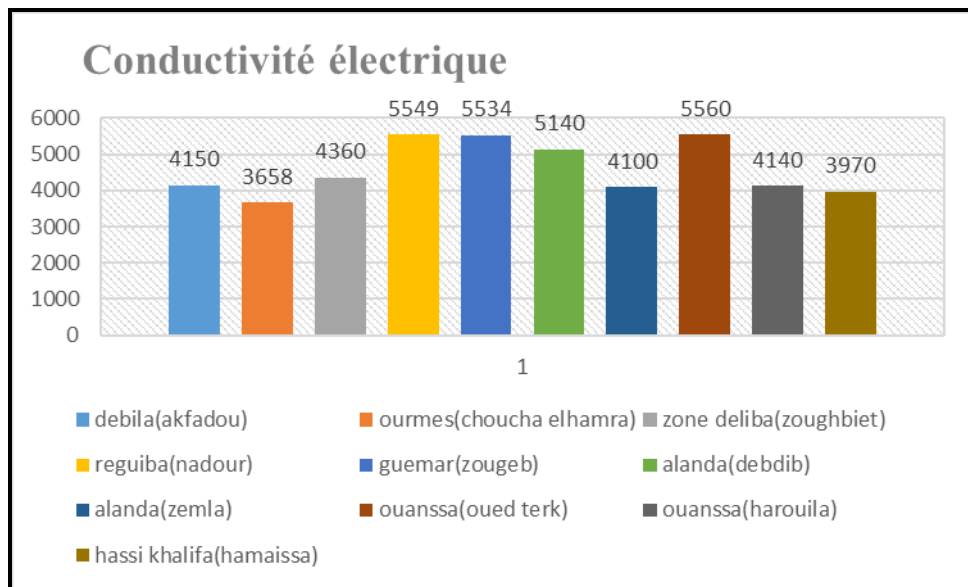
La conductivité électrique d'une eau caractérise sa faculté à laisser passer le courant électrique, elle augmente avec la concentration des ions en solution et la température. Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface, séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est exprimée en  $\mu\text{S} / \text{cm}$ .

La conductivité, ou son inverse la résistivité, permet donc une estimation de la minéralisation d'une eau. Elle dépend de la force ionique de l'eau et augmente en fonction de teneur en ions dissous, de la nature des différentes substances dissoutes, à leurs concentrations réelles et relatives et à la température à laquelle elle est mesurée ; généralement les valeurs sont ramenées à 25°C.

Toutes Les valeurs obtenues de la conductivité indiquent une minéralisation élevée dans toutes les stations d'étude.

**Tableau.II.2.** Valeurs de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet )	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouansa (oued terk)	Ouansa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
Conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	4150	3658	4360	5549	5534	5140	4100	5560	4140	3970



**Figure.II.2.** Valeurs de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour l'irrigation

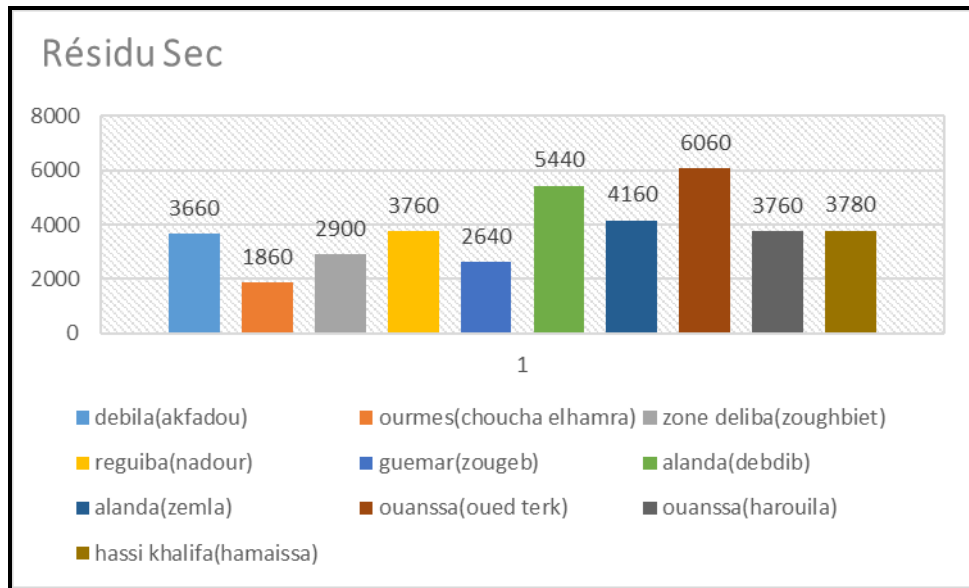
**II.2.3. Résidu sec (RS)**

Exprimé en milligramme par litre (mg/l), il représente la minéralisation totale de l'eau, c'est-à-dire la totalité des sels dissous et la matière organique contenue dans l'eau, obtenue par pesées après dessiccation de l'échantillon à 105°C. Cette teneur en résidu sec est liée à la nature lithologique des formations.

D'après le (tableau II.6), on observe que les concentrations du résidu sec ont dépassé les normes d'irrigation de la F.A.O (1500 mg/l), surtout dans la station de Ouansa (oued terk) et égal à 6060 mg/l.

**Tableau.II.3.** Valeurs de Résidu sec (mg/l).

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet )	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouansa (oued terk)	Ouansa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
Résidu sec (RS) mg/l	3660	1860	2900	3760	2640	5440	4160	6060	3760	3780



**Figure.II.3.** Valeurs du Résidu sec (mg/l)

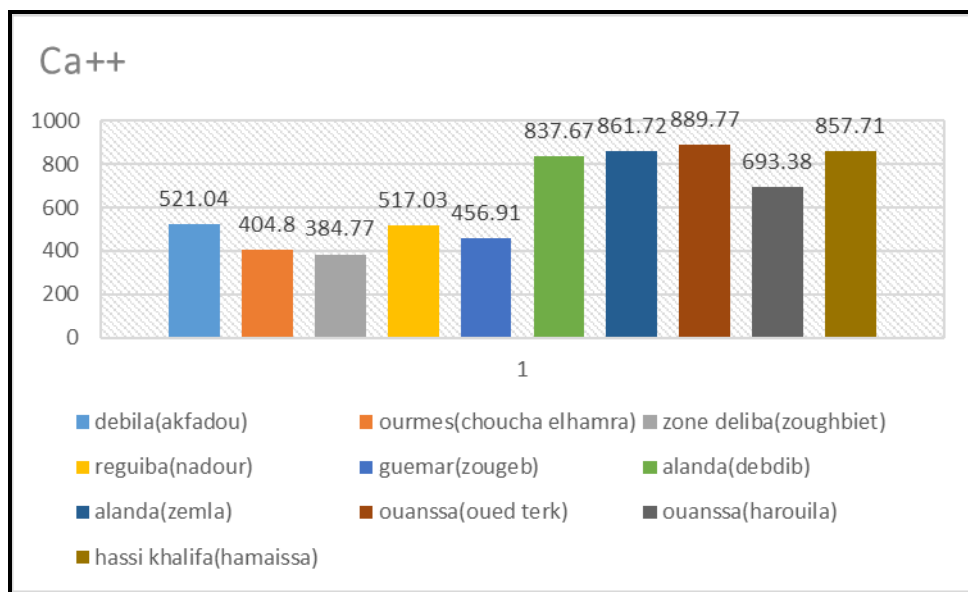
**II.2.4. Calcium Ca<sup>2+</sup>**

Cet élément est fréquent dans la roche sédimentaire, il provient essentiellement de la dissolution des roches carbonatées suite à la présence du gaz carbonique. Le calcium peut provenir également des formations gypsifères (CaSO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O) contenus dans la géologie de cette région.

D'après les teneurs trouvés de calcium (tableau II.7), nous observons que les valeurs des stations étudiées ont dépassé largement celles de la F.A.O (2003) (400 mg/l).

**Tableau.II.4.** Valeurs de calcium Ca<sup>2+</sup> (mg/l).

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet )	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) mg/l	521.04	404.8	384.77	517.03	456.91	837.67	861.72	889.77	693.38	857.71



**Figure.II.4.** Valeurs de calcium Ca<sup>2+</sup> (mg/l)

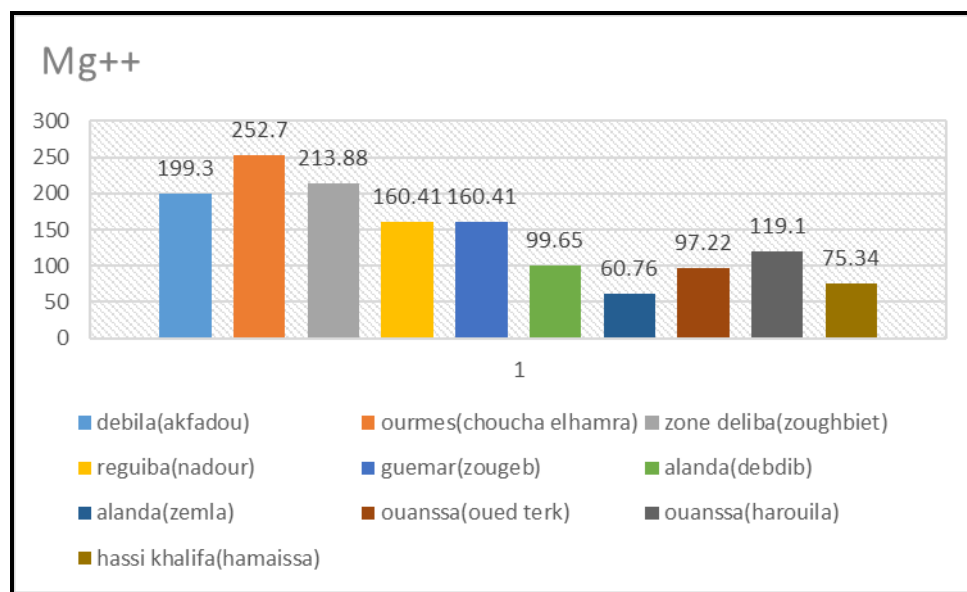
### II.2.5. Magnésium Mg<sup>2+</sup>

Second élément intervenant dans la dureté totale des eaux, Ces ions proviennent de la dissolution des roches magnésiennes du gypse et des minéraux ferromagnésiens et surtout de la mise en solution des dolomies et des calcaires dolomitiques. Donc les origines du magnésium sont comparables à celle du calcium.

Les teneurs trouvés de magnésium (tableau II.8) varient entre (60.76 mg/l) et (252.7 mg/l) comme moyenne dans les stations. Ces valeurs sont élevées est dépassent la norme fixé par la F.A.O qui est de l'ordre de (60 mg/l)

**Tableau.II.5.** Valeurs de Magnésium Mg 2+ (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet )	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
Magnésium (Mg2+) mg/l	199.3	252.7	213.88	160.41	160.1	99.65	60.76	97.22	119.1	75.34



**Figure.II.5.** Valeurs de Magnésium Mg 2+ (mg/l)

### II.2.6. Sodium Na +

Le sodium est le plus abondant des éléments alcalins. Ses composés largement répandus dans la nature, représentant 26g/kg de la croûte terrestre.

Les concentrations en sodium obtenus (tableau II.9), affichent des teneurs élevées dans les eaux des stations. Mais elles présentent des valeurs conformes avec les normes d'irrigation de la F.A.O (220 mg/l) dans les stations Ourmes (choucha elhamra) et zone Débila (zoughbiet).

**Tableau.II.6.** Valeurs de Sodium Na+ (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet )	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa )
Sodium (Na+) mg/l	295.6	87.88	142.5	636.3	431.8	1750	400	1850	1760	450

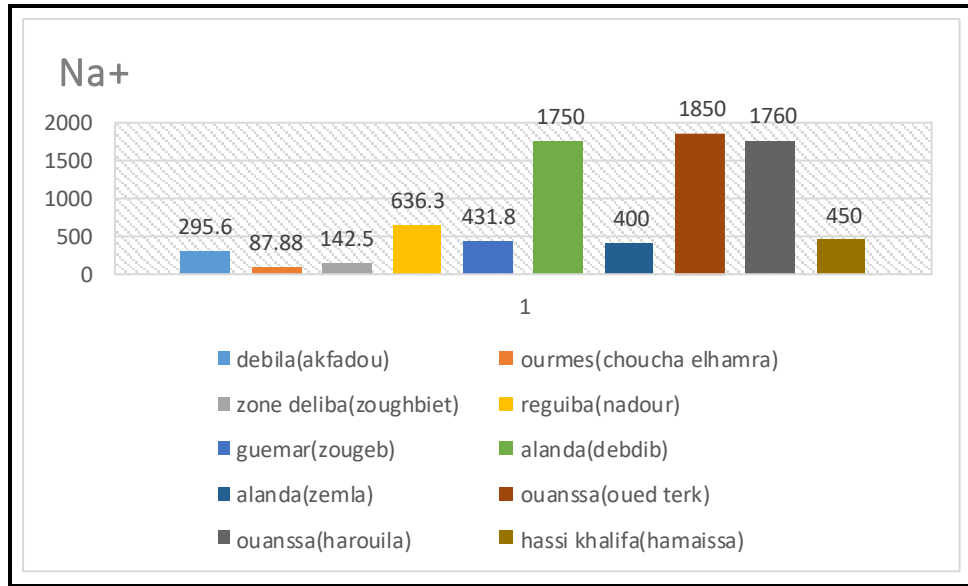


Figure.II.6. Valeurs de Sodium Na + (mg/l)

### II.2.7. Potassium K +

Il provient, essentiellement des évaporites, en l'occurrence la Sylvie (KCl), ou par suite d'altération des argiles potassiques

Pour tous les échantillons prélevés dans les stations de la région d'étude classées dans le (tableau II.10), on observe que tous les valeurs sont relativement élevées en dépassant les normes d'irrigation de la F.A.O (12 mg/l).

Tableau.II.7. Valeurs de Potassium K+ (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa)
potassium (K+) mg/l	20.5	14.6	24.5	30.3	41.1	30	26	33	32	21

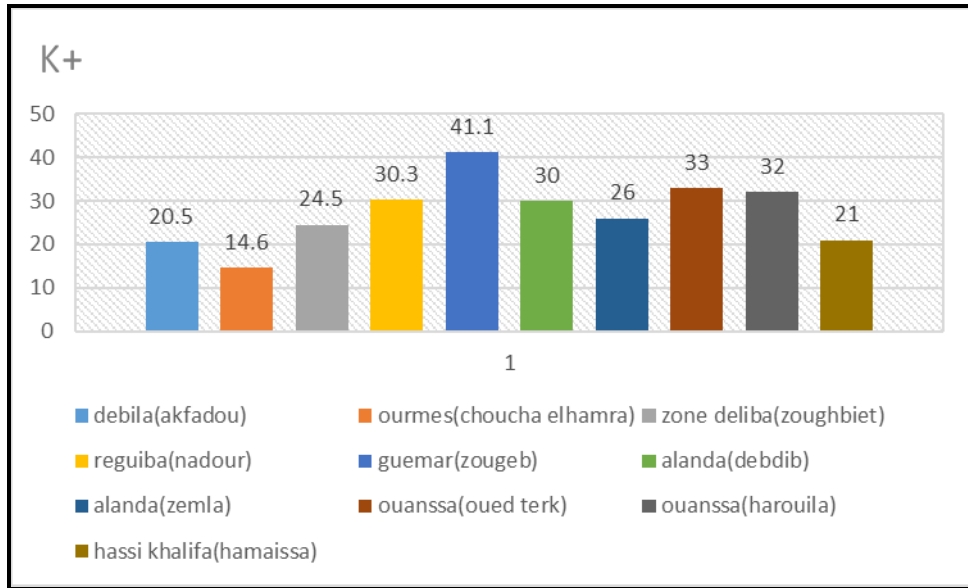


Figure.II.7. Valeurs de Potassium K+ (mg/l)

### II.2.8. Chlorures Cl-

Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl<sub>2</sub>).

Les valeurs de chlorure trouvées (tableau II.11) sont dans les normes de l'irrigation par rapport les stations étudiées, par contre les eaux des stations Alanda (debadib) et Ouanssa (oued terk) sont dépassé la norme d'irrigation de la F.A.O (1065 mg/l).

Tableau.II.8. Valeurs de Chlorure Cl<sup>-</sup> (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa)
Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) mg/l	531.80	943.1	489.25	631.06	545.98	1283.40	985.59	1396.84	1056.5	843.78

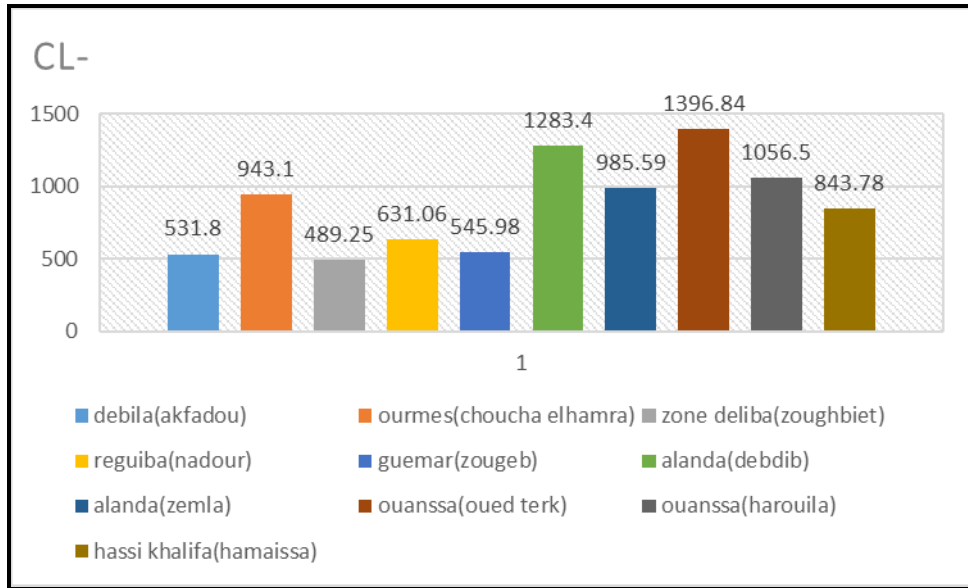


Figure.II.8. Valeurs de Chlorure (mg/l)

### II.2.9. Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup>

La présence des ions sulfatés dans l'eau leur présence dans l'eau provient de la dissolution des formations gypseuses.

D'après les résultats des teneurs du sulfate (Tableau.II.11), on observe que les eaux d'irrigation dépassent la norme d'agricole de l'F.A. O (960 mg/l) par l'ordre moyenne de (2428 mg/l). Sauf le résultat de station ourmes (choucha elhamra) était dans la norme de l'irrigation de l'F.A.O.

Tableau.II.9. Valeurs des Sulfates SO<sub>4</sub><sup>-</sup>(mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa)
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) mg/l	1820	800.5	1310	2180	1805	4200	1750	4300	4200	1920

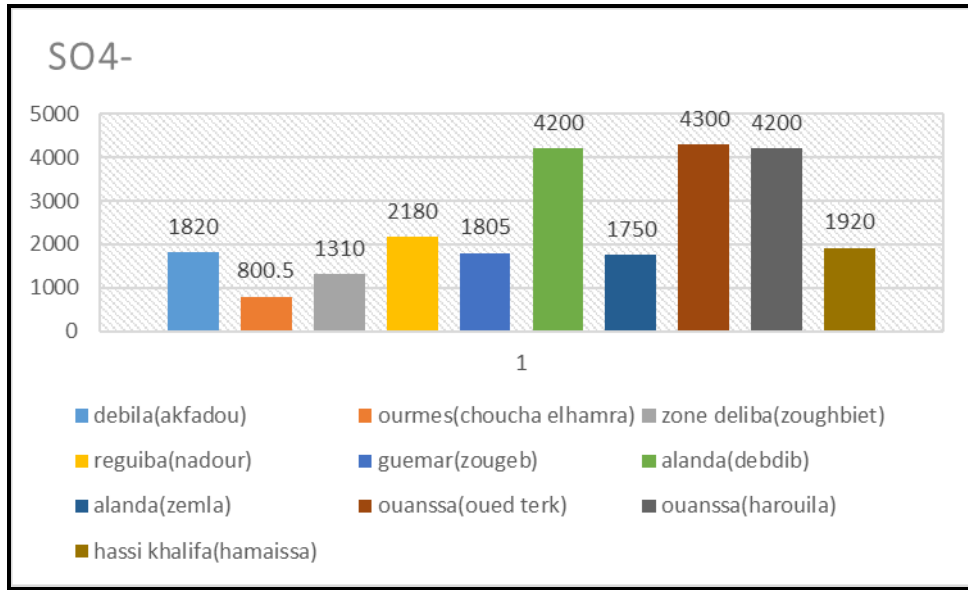


Figure.II.9. Valeurs des Sulfates SO4- (mg/l)

### II.2.10. Bicarbonates HCO3-2

La présence de bicarbonate dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire, dolomite .... etc.) par des eaux chargées en gaz carbonique.

Selon les résultats du bicarbonate présenté dans le (Tableau.II.12), on peut dire que tous les teneurs prélevés du bicarbonate étaient dans la norme de l'irrigation de l'F.A.O.

Tableau.II.10. Valeurs des bicarbonates (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa)
Bicarbonates (HCO3-) mg/l	87.84	63.40	104.92	153.72	101.26	152.50	118.34	162.26	97.60	141.52

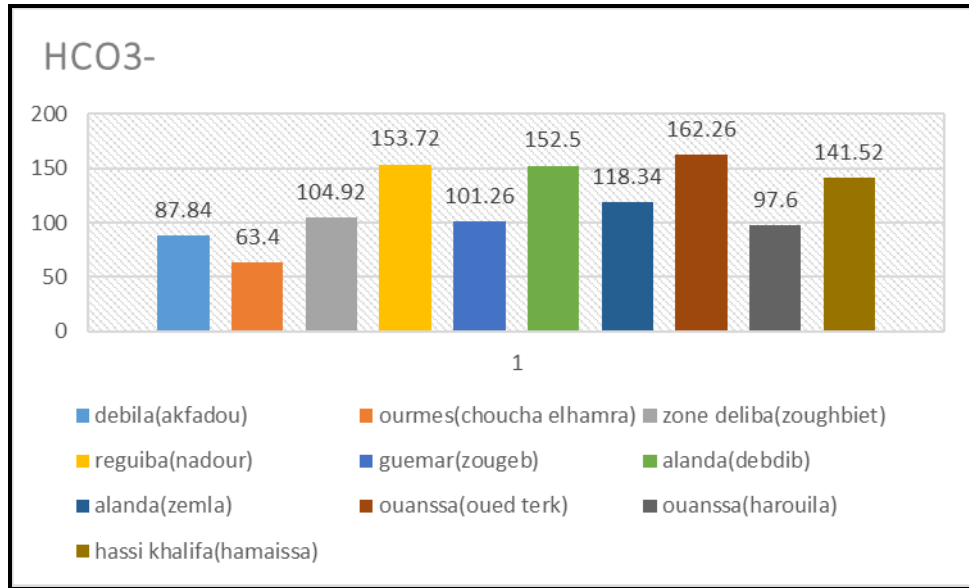


Figure.II.10. Valeurs des bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)

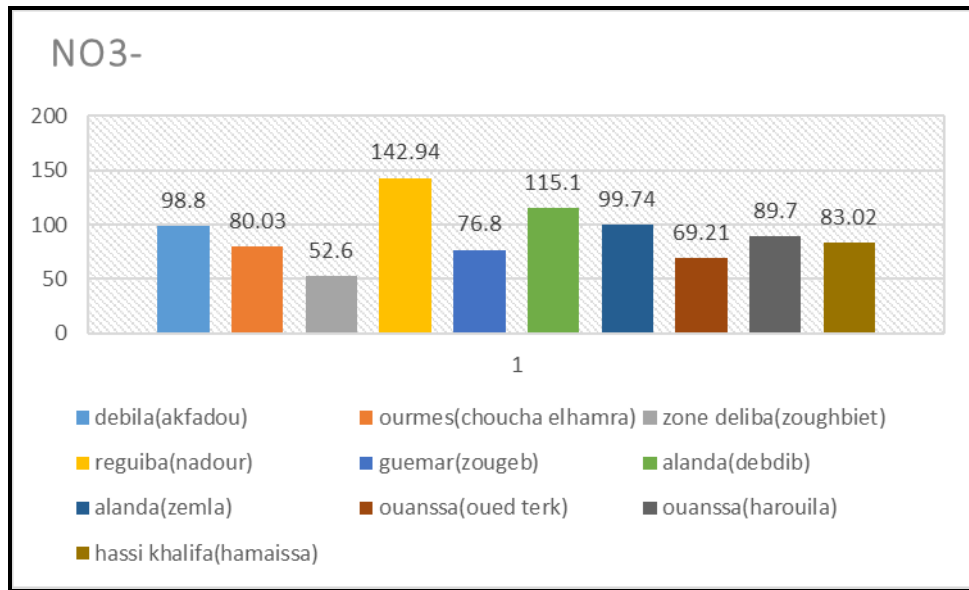
### II.2.11. Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Les nitrites représentent la forme la plus oxygénée et la moins stable de l'azote.

Les concentrations de nitrite trouvées (Tableau II.13) généralement sont faibles et dans les normes de la F.A.O (1 mg/l) dans toutes les échantillons de la région.

Tableau.II.11. Valeurs des Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)

Parameter	Debila (akfadou)	Ourms (choucha elhamra)	Zone debila (zoughbiet)	Reguiba (nadour)	Guemar (zougeb)	Alanda (debadib)	Alanda (zemela)	Ouanssa (oued terk)	Ouanssa (harouila)	Hassi khalifa (hamaissa)
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l	98.8	80.03	52.6	142.94	76.8	115.10	99.74	69.21	89.70	83.02



**Figure.II.11.** Valeurs des Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)

### II.3. Conclusion

Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent que les eaux souterraines de la région de d'El-Oued sont caractérisées par un pH proches de la neutralité à légèrement alcalins. Et une conductivité des valeurs élevées. La température des eaux de CT et phréatique dans les normes cependant chez les eaux CI sont très élevées de l'ordre 56° ceci implique la nécessité d'un refroidissement avant la distribution urbaine.

On note que quelques éléments chimiques présentent une grande concentration (généralement d'origine géologique) tels que : ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  et  $\text{HCO}_3^-$ ) pour différents niveaux aquifères et elles dépassent les valeurs guide de l'OMS.

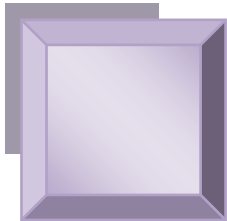
Les traitements des données d'analyse des échantillons par les différents diagrammes montrent que les faciès chimiques de ces eaux sont :

- Faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne (concernant les eaux des forages)

Du point de vue agricole, et selon la classification des eaux par degrés d'aptitude à l'irrigation par la méthode du S.A.R; les eaux de la région fortement minéralisées pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés et lessivés. Elle présente néanmoins des qualités médiocres à mauvaise.

Dans cette région il n'y a pas un problème de quantité mais plutôt de qualité, pour cela il faut exiger des rigoureux critères pour améliorer la qualité chimique de l'eau et garantir de l'eau d'irrigation dans les normes internationales.

*CONCLUSION  
GENERALE*



## **Conclusion générale**

La vallée de Souf est une unité de ressource en eau située au Sud-Est algérien, occupe une superficie de 11738 km<sup>2</sup>, représente 18 communes administratives et englobe un nombre de population de 486170 habitants. Le relief d'El-oued est caractérisé par trois principales formes : une région sableuse, une forme de plateau rocheux et une zone de dépression. Du point de vue topographique l'altitude diminue du Sud vers le Nord, et de l'Ouest vers l'Est pour atteindre des valeurs négatives au niveau des chotts. **KHECHANA. S. (2014).**

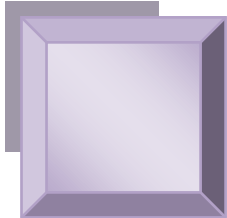
Le climat de la région d'El-Oued est Saharien, caractérisé par un été chaud, sec et un hiver doux ; la température moyenne mensuelle interannuelle est de l'ordre de 28.2°C, Les précipitations moyennes interannuelles sont de l'ordre de 70.37 mm. **KHECHANA. S. (2014).**

De point de vue physico-chimique, les eaux d'irrigation dans la région d'El Oued sont caractérisées par un pH proche de la neutralité à légèrement alcalins et une conductivité élevée dans les eaux souterraines. Dans toutes les exploitations étudiées, les eaux sont concentrées en éléments chimiques (généralement d'origine géologique) tels que Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et dépassent les valeurs guides de l'OMS.

D'une façon générale, les caractéristiques physico-chimiques des eaux de la région d'étude notamment (CE, RS, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>) sont apparues globalement diminuant avec la profondeur en passant de la nappe phréatique vers la nappe albienne.

Enfin nous suffirons au vu du temps très limité de ce travail de prendre en considération dans le cadre d'autres études les aspects liés au contrôle de la qualité notamment les caractères organoleptiques, les éléments indésirables et toxiques ainsi que les microbiologiques, tout menant des campagnes de sensibilisation en matière de préservation et de protection des eaux souterraines utilisées en irrigation agricole, notamment la rationalisation de l'irrigation en agriculture.

*REFERENCE*  
*BIBLIOGRAPHIE*



## Référence bibliographie

- **AFNOR, 1994. Agence Française de Normalisation.** Recueil de normes françaises 1994, Qualité de l'eau. Paris : AFNOR, 1994 Norme NFT 90 012
- **ANDRE M, CHRISTOPHE H., 2004.** Hydrologie 1. Une science de la nature, première Ed. 314p.
- **BENBLIDIA, 2011.** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude nationale. Algérie. Version finale. *Plan bleu. Centre d'activités Régionales. PNUE/PAM.*
- **COUTURE I. 2006. (A).** Analyse d'eau pour fin d'irrigation MAPAQ *Montérégie-Est AGRI-VISION 2003-2004. 8p*
- **COUTURE I. 2006. (B).** Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-irrigation. *Colloque sur l'irrigation l'eau, source de qualité et de rendement 10 février 2006, Hôtel Mortagne, Boucherville*
- **FAO 1975. Food Alimentation Organisation.** Les besoins en eau des cultures. *Bull.FAO n° 24. Rome.*
- **FAO 1976. Food Alimentation Organisation.** La qualité de l'eau en agriculture. *Bull. d'irrigation et drainage n°29. Rome.*
- **HORNING H M., 1973.** *Rôle de l'aménagement rationnel de l'eau d'irrigation au niveau des exploitations.* Séminaire régional FAO/PNUD Damas. 7-13 décembre 1971. pp 10-21.
- **JORA 1983. Journal Officiel de la République Algérienne.** Loi 87-17 du 16 Juillet 1983 portant code des eaux, p 1270. *JORA n°30 du 19-07-83 Chapitre II. Eau d'irrigation*
- **JORA, 2006. Journal Officiel de la République Algérienne.** Arrêté interministériel du 22 janvier 2006 fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source.
- **KADI A 1997.** La gestion de l'eau en Algérie. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 42(2) April 1997 191
- **KEDDAL H et YAO N'DRI J., 2008.** Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, 13-29pp.
- **KHECHANA. S. (2014).** Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper-aride. Application sur la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien). Mémoire de doctorat en hydrogéologie, université d'Annaba.

- **LANTEIGNE J., 2003.** Encyclopédie de l'agora.
- **LOUCIF SEIAD N., 2003.** Les ressources en eau et leur utilisation dans le secteur agricole en Algérie, H.T.E, n° 125, 94-100pp.
- **MARC SOUTTER, ANDRE MERMOUD ET ANDRE MUSY., 2007.** Ingénierie des eaux et du sol processus et aménagements : Lausanne. Romandes. 294p.
- **MATON, 1983. MATON, L. (2006).** Représentation et simulation des pratiques culturales des agriculteurs à l'échelle régionale pour estimer la demande en eau d'irrigation. Application à un bassin versant maïsicole du sud-ouest de la France. *Thèse de Doctorat. INP-Toulouse, France, 223p.*
- **MENS ET DEROUANE., 2000.** État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.
- **MESSAHEL1 M; BENHAFID M.S ET CHERIF M 2003.** Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie.
- **MESSEKHER, I. (2010) :** « Etude hydrogéologique de la vallée d'Oued Souf soumise à la remontée des eaux et perspectives de solutions palliatives », Thèse de Magister, Institut des Sciences de la Terre, Univ.de Batna.
- **MILOS H. 1971.** L'eau et l'environnement. Bull. FAO. 8 :32-38pp. Rome.
- **PLAUCHU. 2004.** Economie de l'environnement
- **RICHARDS L. A. 1954.** Diagnosis and improvement of saline and alkali. *Soils. Agric. Handbook 60, USDA, Washington D.C, p160.*
- **RODIER J. 2005.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer *8e édition. Ed. : Dunod.1382 pages.*
- **RODIER J, LEUBE B, MERLET N et coll., 2009.**l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eau résiduaires, eau de mer, DUNOD, 9ème. Paris, 1526p.
- **TIERCELIN, J-R. 1998.** Traité d'irrigation, *Lavoisier TEC & DOC, Paris, 1011p*  
[cfppa.reunion.free.fr/cfppa/cdr/irri\\_books.htm](http://cfppa.reunion.free.fr/cfppa/cdr/irri_books.htm).

## Résumé

L'eau est l'un des éléments les plus importants de la vie humaine, dont on ne peut se passer pour tous les usages quotidiens de l'agriculture et de l'industrie de la boisson. L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité physicochimique des eaux d'irrigation dans la région d'El Oued. Pour cela, dix échantillons ont été prélevés auprès de dix forages agricoles réparties sur dix communes de la wilaya d'El Oued. Les résultats de cette étude montrent que les eaux de cette région se caractérisent par une dureté élevée en raison de la forte concentration minérale de magnésium et de calcium, ceci est principalement dû à l'origine géologique.

**Mots clés :** qualité, eaux d'irrigation, région d'El Oued.

## ملخص

تعتبر المياه من أهم عناصر الحياة البشرية، ولا يمكن الاستغناء عنها لجميع الاستخدامات اليومية في الزراعة وصناعة المشروبات. الهدف من هذا العمل هو دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الري في منطقة الوادي. للقيام بذلك، تم أخذ عشر عينات من عشرة آبار زراعية موزعة على عشر بلديات بولاية الوادي. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن مياه هذه المنطقة تتميز بصلابة عالية بسبب التركيز العالي للمعادن من المغنيسيوم والكالسيوم، ويرجع ذلك أساساً إلى الأصل الجيولوجي.

**الكلمات المفتاحية:** الجودة -مياه الري -منطقة الوادي.