

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**CENTRE UNIVERSITAIRE SALHI Ahmed -NAAMA**



**Situation des zones humides dans la région sud-ouest  
Algérien et leur impact sur la diversité biologique local**

**(Cas :Cirque de Ain Ouarka)**

**Mémoire Présenté en vue l'obtention le diplôme**  
**Master II en biodiversité et physiologie végétale**

**Présenté par M<sup>elle</sup> : Kenanda Rokaya**

**Devant la jurée :**

**Dr BENARADJ Abdelkrim**

**C.U.Naama**

**Président**

**Dr Khaouani Boumediene**

**CRSTRA**

**Examineur**

**Dr YOUB Okkacha**

**CRSTRA**

**Encadreur**

# Remerciement

*Nous remercions ALLAH*

*Qui nous a donné la force et la patience Pour terminer ce travail.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements :*

*A nos parents pour leur contribution pour chaque travail que nous avons effectué.*

*A notre promoteur Mr. Okkacha Youb*

*Pour son aide et son dévouement.*

*A l'ensemble des enseignants du département Biologie*

*Nous remercierons également*

*Tous les membres de jury pour avoir bien voulu évaluer notre travail.*

*En fin Nous adressons nos remerciements*

*Les plus profonds et les distinguées à tous ceux qui nous aident*

*De proche ou de loin pour accomplir ce travail*

# Dédicace

*Nous dédions ce travail de mémoire de fin d'études*

*A nos chers parents pour leur aide, leur soutien durant ce travail, et à*

*toute ma famille surtout la famille kenanda*

*Tous nos amis, sans oublier ma promotion*

*Rokiya*



# Sommaire

# Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des tableaux et des figures	
Introduction générale	06
<b>Chapitre I : Généralités sur les zones humides</b>	
I.1 Définition d'une zone humide	08
I.2 Caractéristiques des zones humides	08
I.3 Différentes catégories de fonctions	09
I.4 Situation géographique et répartition	09
I.4.1 Dans le monde	09
I.4.2 En Méditerranée	10
I.4.3 En Algérie	10
I.5 Convention Ramsar	12
I.6 Type des zones humides	13
I.7 Fonctions et valeurs des zones humides	14
I.7.1 Fonctions	14
I.7.1 .1 Fonctions écologiques des zones humides	14
I.7.1 .2 Fonctions hydrologiques	14
I.7.1 .3 Fonctions biologiques	15
I.7.1 .4 Fonctions climatiques	15
I.7.1 .5 Fonction d'alimentation	15
I.7.1 .6 Fonction de reproduction	15
I.7.1 .7 Fonction d'abri, de repos et de refuge	15
I.7.2 Les Valeurs	16
I.7.2 .1 Valeur économique	16
I.7.2 .2 Valeur biologique	16
I.7.2 .3 Valeur esthétique	16
I.7.2 .4 Valeur socioculturelle	16
<b>Chapitre II : Biodiversité des zones humides</b>	
II.1 Biodiversité des zones humides	17
II.1.1 Richesse floristique	17
II.1.2 Richesse faunistique	17
II.1.3 Géologie	17
II.1.4 Pédologie	17
II.1.5 Hydrologie	18
II.2 Facteurs de menace et de dégradation	18
II.2.1 Drainage	18
II.2.2 Pression démographique	19
II.3 Législation algérienne en faveur de la protection des zones humides	19
II.4 Stratégie nationale de préservation des zones humides	20
<b>Chapitre III : Etudes de Milieu Socio-Economique et son Impact sur L'écosystème de Ain Ouarka</b>	

III.1	présentation général de la wilaya de NAAMA	22
III.1.1	Situation géographique	22
III.1.2	les zones humides dans la wilaya de Naama	23
III.2	Présentation générale de la zone d'étude	24
III.3	peuplement : une sedentarisation humaine progressive	25
III.4	Des Activités en Voie de Mutation	26
III.5	L'Organisation du Centre d'Ain Ouarka	27
III.5.1	Evolution Spatiale du Centre d'Ain Ouarka	27
III.5.2	Infrastructures Techniques	28
III.5.2.1	L'Alimentation en Eau Potable	28
III.5.2.2	Assainissement	29
III.5.3	Réseau routier	29
III.6	Critique des perspectives de développement da Ain Ouarka tels que envisagées localement	30
III.6.1	Thermalisme : une vocation a confirmé dans le strict respect de l'écosystème d'Ain Ouarka	30
III.6.2	Le Classement de Ain Ouarka en tant que Zone d'Expansion Touristique (ZET)	32
<b>Chapitre VI : Résultats et Discussions</b>		
VI.	introduction	35
VI.1.	objectif	35
VI.2.	Pour les matériaux et méthodes	35
VI.3.	Définition de certains paramètres physiques	36
VI.3.1.	Température	36
VI.3.2.	Potentiel hydrogène (pH)	37
VI.3.3.	Conductivité électrique ~ Résistivité	37
VI.3.4.	Oxygène dissous	37
VI.3.5.	Total des sels dissous (TDS)	38
VI.3.6.	Salinité	38
VI.4.	Échantillons étudiés	39
VI.4.1	Détermination des échantillons	39
VI.4.2	Mode d'échantillonnage	39
VI.4.3	Mode de conservation de ces échantillons	40
VI.5	Résultats et discussion	40
VI.5.1	Résultats des analyses physico-chimiques	42
VI.5.2	Interprétation des analyses	43
VI.6	Bilan terrain	47
<b>Conclusion Générale</b>		
<b>Références Bibliographique</b>		
		55

## LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
Tableau 1: Répartition des zones humides mondiales selon la zone climatique	09
Tableau 2 : Répartition des zones humides en Algérie	20
Tableau 3 : classement sur la liste RAMSAR des zones humides d'importance internationale	23
Tableau 4 : Facteurs Physico-Chimiques	40
Tableau 5 : Résultats des paramètres physico- chimiques (1er prélèvement). « Eau de source »	42
Tableau 6 : Résultats des paramètres physico- chimiques (2eme prélèvement). « Eau de Lac »	42

## LISTE DES FIGURES

Figures	page
Fig 1: Répartition des zones humides mondiales	10
Fig 2 : Situation géographique des zones humides algériennes classées sites Ramsar	12
Fig 3: Les principaux types de zones humides rencontrés sur un bassin-versant	13
Fig 4: Fonctions des zones humides, effets et perceptions	14
Fig 5 : Situation géographique de la wilaya de Naâma	22
Fig 6 : zone humide cirque Ain Ouarka	24
Fig 7 : La situation d'Ain Ouarka. source : Google image	25
Fig 8 : Evaluation de pH de nos échantillons étudiés	43
Fig 9 : Evaluation de T° de nos échantillons étudiés	43
Fig 10 : Evaluation de la conductivité dans nos échantillons étudiés	44
Fig 11 : Evaluation de la salinité dans nos échantillons étudiés	45
Fig 12 : Evaluation de la Dureté de l'eau TH dans nos échantillons étudiés	46
Fig 13 : Evaluation Titre Alcalimétrique Complet TAC dans nos échantillons étudiés	47



# **Introduction**

## **Générale**

### Introduction

L'Algérie se caractérise par la présence d'un écosystème riche et diversifié, composé de zones humides, de zones d'eau douce et de vallées. L'Algérie a adhéré à la Convention de Ramsar en 1984, compte actuellement 50 sites Ramsar d'une superficie totale estimée à 2 991 013 Ha.

Les zones humides sont définies selon la convention de Ramsar comme toute zone caractérisée par la présence d'eau, qu'elle soit naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire, douce ou salée ou saumâtre, y compris les milieux tels que les marécages, les étangs, les prairies et les vallées.

La diversité biologique dans les zones humides fournit des services de valeur environnementale, scientifique, économique et touristique, à la lumière des changements climatiques et les pratiques humaines.... La perte continue de biodiversité dans les zones humides affectera principalement les écosystèmes, en particulier la diversité des espèces.

Les zones humides sont l'un des écosystèmes les plus diversifiés, riches en diversité biologique, qu'elle soit animale ou végétale, et représentent une grande diversité de milieux, et les zones humides sont parmi les plus productives pour le bien-être humain et l'un des systèmes les plus naturels. Mais paradoxalement, c'est aussi l'un des milieux les plus menacés par l'activité humaine. Malgré les nombreuses mesures prises pour protéger les zones humides au cours des dernières décennies, elles continuent de disparaître plus rapidement que d'autres écosystèmes, y compris ceux que l'on trouve principalement dans les régions de l'Ouest algérien.

Cette perte rapide découle, dans la plupart des cas, d'une vision utilitaire et à court terme des ressources naturelles. Mais malgré cela, il est encore possible de sauver ces milieux fragiles et riches tout en préservant les bénéfices qu'ils procurent aux hommes et aux générations futures. Pour cela, il est nécessaire d'avoir un engagement de la part de tous : décideurs, société civile, secteur privé, réseaux internationaux... De nouvelles formes d'action doivent être conçues.

Cette recherche vise à connaître les facteurs qui ont conduit à la détérioration de ces zones humides et leur impact sur la diversité biologique, où nous avons mené une étude de terrain de la zone d'Ain Ouarka en tant que zone humide selon la convention de Ramsar. Et à partir de là, nous avons dû étudier et analyser ces échantillons et en tirer des conclusions. Nous avons également mené une étude comparative entre ce qu'il y avait dans la région d'Ain

Ouarka et ce qui lui venait de la diversité biologique qui prévalait avant et ce qu'elle est devenue récemment avec l'inclusion des effets les plus importants sur la biodiversité, ainsi que la liste des facteurs et des raisons les plus importants à cet égard.

Nous nous sommes également appuyés sur un plan de recherche divisé en quatre chapitres, présentés par une introduction Les chapitres étaient les suivants:

Chapitre I: Généralités sur les zones humides,

Chapitre II: Biodiversité des zones humides,

Chapitre III: analyse du milieu socio-économique et son Impact sur l'écosystème d'Ain Ouarka

Chapitre VI : Résultats et Discussions.

Nous concluons cette recherche en incluant les principaux résultats de la recherche ainsi que .de nombreuses recommandations à prendre en compte



# Chapitre I

## Généralités sur les zones humides

## I.1 Définition d'une zone humide

Les zones humides peuvent être décrites par des zones où l'eau est le principal facteur contrôlant l'environnement naturel et la faune associée. Le terme recouvre une grande variété de milieux caractérisés par : la présence d'eau pendant au moins une partie de l'année, des sols saturés d'eau (hydromorphes), et ces sols ou submergés de type hydrophile à la végétation adaptée. Selon la Convention de Ramsar, "Une zone humide est une zone humide, une tourbière ou une zone contenant des masses d'eau permanentes ou temporaires, naturelles ou artificielles, contenant de l'eau stagnante ou courante, de l'eau douce, saumâtre ou salée ; Y compris les zones d'eau de mer, ses la profondeur ne dépasse pas 06 mètres » (DGF, 2004).

En effet, la sauvagine est un élément essentiel de l'équilibre écologique du milieu aquatique, un indicateur de sa qualité et un maillon essentiel de la chaîne alimentaire. Ainsi, dans les années 1960, les ornithologues cherchaient des solutions pour lutter contre la destruction des zones humides et ses conséquences sur les oiseaux et, plus généralement, sur la biodiversité et les Hommes. Il est donc logique que la LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux) s'engage au quotidien dans la gestion de ces écosystèmes. Ces oiseaux aquatiques migrent entre différentes régions pour profiter de l'abondante nourriture saisonnière. Au cours de leur migration, ces oiseaux d'eau traversent des frontières politiques qui, si elles ne signifient rien pour eux, affectent pourtant fortement leurs chances annuelles de survie, chaque pays ayant des politiques différentes en matière de conservation et de chasse. L'Accord sur la conservation de la sauvagine migratrice afro-eurasienne (AEWA) garantit une action coordonnée et synchronisée dans l'ensemble du système migratoire des oiseaux d'eau auquel il s'applique. La route Afrique-Eurasie traverse 118 pays et s'étend de l'Europe, de l'Asie centrale et de certaines parties du Canada au Moyen-Orient et à l'Afrique.

## I.2 Caractéristiques des zones humides

Les caractéristiques des zones humides sont d'abord déterminées par les conditions climatiques, leur localisation et leur contexte géomorphologique. Toutefois, les conditions, hydrologiques qui déterminent le fonctionnement écologique des zones humides et permettent de les différencier des milieux terrestres bien drainés et des écosystèmes aquatiques d'eau profonde. (FUSTEC 2000)

### I.3 Différentes catégories de fonctions

Fonctions hydrologiques : contrôle des crues, recharge/décharge des eaux souterraines, dissipation des forces corrosives,

- Fonctions liées à la biochimie/purification/qualité de l'eau : rétention et élimination des nutriments et des contaminants, rétention des sédiments,
- Habitat / ressource / régulation de la chaîne alimentaire / : productivité primaire, poisson, ressources agricoles, faune
- Fonctions de divertissement, de détente, d'éducation, de culture.

### I.4 Situation géographique et répartition

**I.4.1 Dans le monde :** Les premières estimations réalisées indiquent que les zones humides recouvriraient 6% de la surface continentale soit 8,6 millions de Km<sup>2</sup> (CHEKCHAKI, 2012) . Une première évaluation de l'étendue des zones humides dans le monde a été réalisée en fonction des types de climat (**tableau N°1**).

D'après le tableau 1, nous remarquons que les zones humides tropicales et subtropicales représentent plus de la moitié du total (56 %), soit environ 4,8 millions de km<sup>2</sup>. Une des grandes originalités de la répartition des zones humides à la surface du globe est d'intéresser l'ensemble des zones bioclimatiques (figure N°1), puisque, littorales ou continentales, elles se développent dès que le bilan hydrique est, momentanément au moins, excédentaire (LOINTIER, 1996) .

**Tableau 1: Répartition des zones humides mondiales selon la zone climatique (MALTBY et al . 1983)**

Zone	Climat	Surface km <sup>2</sup> × 10 <sup>3</sup>	% surface continentale
<b>Polaire</b>	Humide,Semi-humide	<b>200</b>	<b>2.5</b>
<b>Boréale</b>	Humide,Semi-humide	<b>2558</b>	<b>11</b>
<b>Sub-boréale</b>	Humide	<b>539</b>	<b>7.3</b>
	Semi-aride	<b>342</b>	<b>4.2</b>
	Arde	<b>136</b>	<b>1.9</b>
<b>Sub-tropicale</b>	Humide	<b>1077</b>	<b>17.2</b>
	Semi-aride	<b>629</b>	<b>7.6</b>
	Arde	<b>439</b>	<b>4.5</b>
<b>Tropical</b>	Humide	<b>2317</b>	<b>8.7</b>
	Semi-aride	<b>221</b>	<b>1.4</b>
	Arde	<b>100</b>	<b>0.8</b>
Total (arrondi)		<b>8560</b>	<b>6.4</b>

la répartition des zones humides dans le monde est représentée dans la figure ci-dessous (figure N°1).



**Fig 1: Répartition des zones humides mondiales (CHEKCHAKI, 2012)**

#### **I.4.2 En Méditerranée**

les zones humides de la Méditerranée partagent des spécificités similaires, notamment du climat, de la topographie et de la géologie, ainsi que des particularités liées à la Mer Méditerranée (BRITTON, 1993). Cela explique que, dans ces pays, les zones humides doivent faire face à des problèmes semblables. Les zones humides méditerranéennes sont d'une nature très dynamique. Elles peuvent être inondées, soit par intermittence, soit durant une partie de l'année seulement (CAESSTEKER, 2007). Les paysages typiques des zones humides de cette région comportent des deltas, des lagunes côtières et des marais salés, des lacs et des salines, etc. (PEARCE et al., 1994). Les zones humides influencées par la marée se limitent aux côtes atlantiques du Portugal, de l'Espagne et du Maroc, ainsi qu'à quelques endroits particuliers, sur la côte méditerranéenne.

#### **I.4.3 En Algérie**

l'Algérie possède une très grande superficie, une grande diversité de climat et une côte de qui lui permettent de jouir de cette large gamme de biotopes favorisant une faune et une flore remarquables (SAMRAOUI et al., 1997).

En Algérie, les zones humides peuvent être classés en cinq zones géographiques et écologiques, dont seules les deux premières sont totalement exoréiques. Ce sont, d'est en Ouest et du Nord au Sud (**LEDANT, P.J et VAN DIK, G., 1977**) :

- la région d'El Kala, dans le Nord-est du pays, près de la frontière tunisienne, qui comprend des lacs et marais côtiers, pour la plupart d'eau douce. Le climat y est doux et pluvieux en hiver. - les lacs artificiels de barrage, répartis pour la plupart dans l'Atlas Tellien montagnes longeant la mer. - la région oranaise, dans le Nord-Ouest, de climat semi-aride, voire aride, doux, selon la classification bioclimatique d'Emberger. Les conditions de salinité y sont plus variées que dans les régions précédentes et se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que ; les marais de la Macta et la sebkha d'Oran.

- les chotts sahariens et des Hauts-Plateaux steppiques, salés et intermittents, souvent secs, en climat rigoureux, aride ou saharien, parfois très froid l'hiver sur les Hauts-Plateaux. et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carré, tel que Chott El Hodna, Chott chergui et Chott Melghir.

- le Sahara regroupe de nombreuses zones humides : les oasis, créées totalement par l'homme grâce à son génie hydraulique, c'est l'oasien qui a profité des ressources aquifères ou terrains dans un milieu très aride pour créer des petits paradis d'ombre et de verdure. Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées Guel tats qui témoignent encore d'une période humide du Sahara. (**ELAFRI, A., 2017**).

Selon (**ZEDAM, A., 2015**) , l'Algérie compte aujourd'hui plus de 1.500 zones humides où sur un laps de temps d'une trentaine d'années, cinquante (50) sites sont déjà classés dans la liste des zones humides d'importance internationale de RAMSAR et englobant une superficie totale de près de trois (03) millions d'hectares (2.991.013,00 ha). Il est à noter que dix (10) sites prioritaires sont retenus par le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'environnement et de la ville, pour être dotés d'un plan de gestion assurant leur gestion rationnelle et durable.

**Fig 2 :** Situation géographique des zones humides algériennes

- |  |  |
|--|--|
| 1. Gueltales Afilale                         | 22. Gueltales d'Issakrassene             |
| 2. Lac Fezzara                               | 23. Vallée d'Ihrir                       |
| 3. Chott de Zehrez gharbi                    | 24. Lac de Oued Khrouf et Chott Merouane |
| 4. Chott de Zehrez chergui                   | 25. Chott Echergui                       |
| 5. Réserve intégrale du Lac Oubeira          | 26. Complexe de Guerbes-Sanhadja         |
| 6. Chott Melghir                             | 27. Lac Mellah                           |
| 7. Aulnaie de Ain Khia                       | 28. Garaet Guellif                       |
| 8. Tourbière du Lac noir                     | 29. Garaet Tarf                          |
| 9. Réserve naturelle du Lac des Oiseaux      | 30. Garaet Ank-Djemel et El-Maghssel     |
| 10. Marais de la Mékhada                     | 31. Chott Tinsilt                        |
| 11. Oasis de Moghrar et Tiout                | 32. Sebkhet Bazer                        |
| 12. Grotte karstique de Boumaaza             | 33. Sebkhet El-Hameit                    |
| 13. Réserve naturelle du Lac de Réghaia      | 34. Chott El-Beida - Hammam Soukhna      |
| 14. Réserve intégrale du Lac Tonga           | 35. Chott El-Beida                       |
| 15. Réserve naturelle du Lac Béni-Bélaïd     | 36. Chott Oum Raneb                      |
| 16. Cirque d'Ain Ouarka                      | 37. Chott Sidi Slimane                   |
| 17. Chott El-Hodna                           | 38. Sebkhet Elmellah                     |
| 18. Sebka d'Oran                             | 39. Dayet Elferd                         |
| 19. Marais de la Macta                       | 40. Lac de Ain Benkhilil                 |
| 20. Oasis de Ouled Saïd                      | 41. Lac de T'elamine                     |
| 21. Oasis de Tamentit et d'Ouled Ahmed Timmi | 42. Salines d'Arzew                      |

### I.5 Convention Ramsar

La reconnaissance de l'importance des zones humides a conduit à une conférence à Ramsar, en Iran, en 1971. L'un des premiers accords internationaux de protection de l'environnement a été signé ici. Convention sur les zones humides d'importance internationale. De 119 pays en 2000 et 18 en 1971, 159 pays ont aujourd'hui signé la Convention. (RAMSAR.,2016).

### I.6 Type des zones humides

Les zones humides ne sont pas seulement de l'eau, mais aussi un substrat (sol, vase, végétation). Le terme englobe une myriade d'habitats naturels et artificiels qui ont en commun d'être très productifs en raison de la présence permanente ou temporaire d'eau (BACHA, 2005). En conséquence, une variété de zones humides peut être définie, y compris les vasières, les lagunes, les lacs d'eau douce, les lacs salés continentaux, les réservoirs, les étangs, les zones humides, les étangs temporaires, les oasis, les rivières et les tourbières. (Figure N° 3).

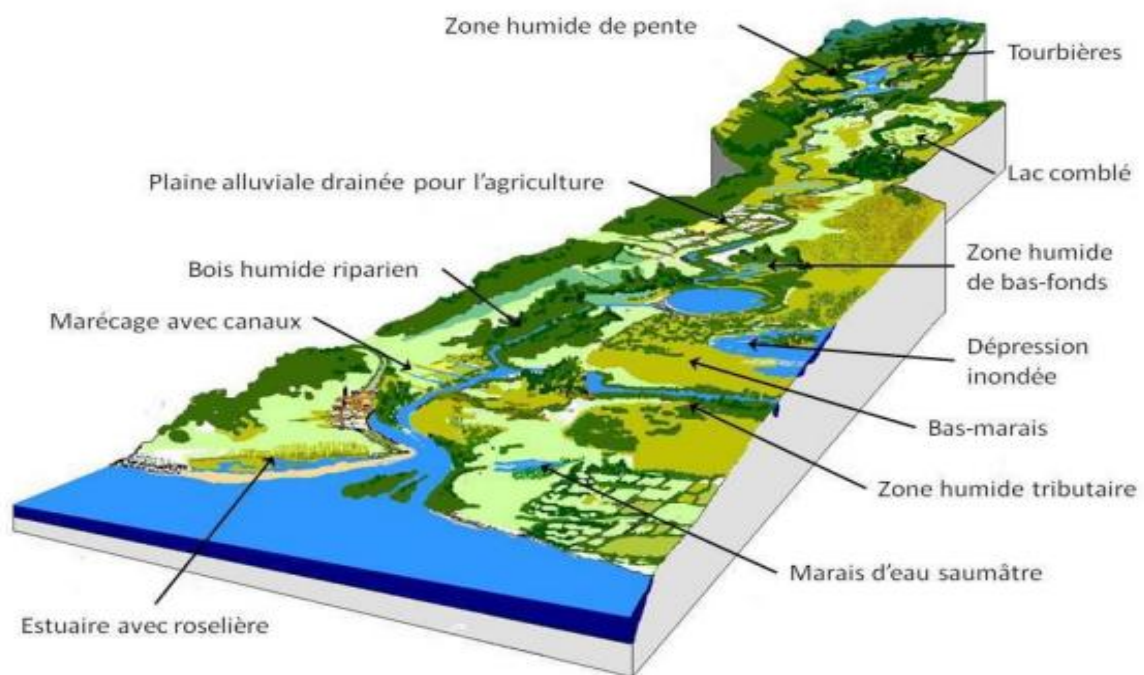


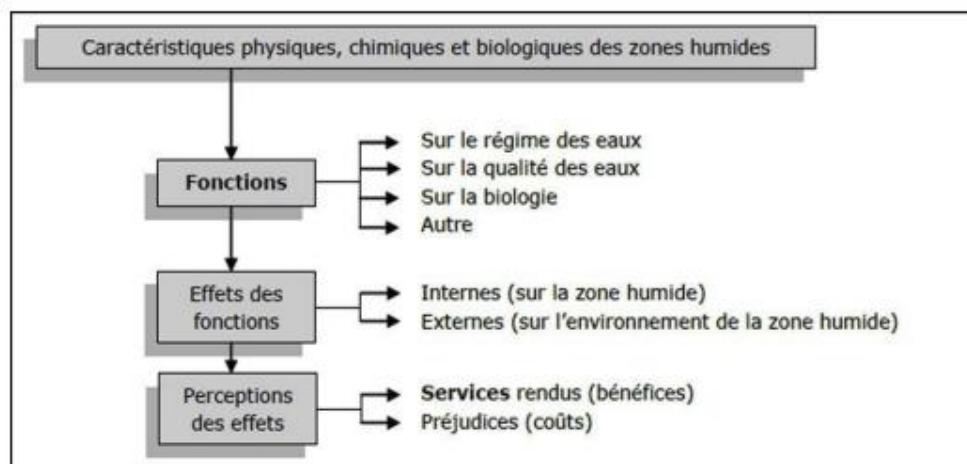
Fig 3: Les principaux types de zones humides rencontrés sur un bassin-versant (Maltby, 2009)

## I.7 Fonctions et valeurs des zones humides

### I.7.1 Fonctions

#### I.7.1 .1 Fonctions écologiques des zones humides

Les zones humides grâce à leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques sont à l'origine de processus écologiques dont les résultats sont qualifiés de « fonctions » (Fig. 2) (MARTIN, L., 2012)



**Fig 4:** Fonctions des zones humides, effets et perceptions (MARTIN, L., 2012).

#### I.7.1 .2 Fonctions hydrologiques

Les zones humides agissent comme des filtres d'épuration (filtres physiques et biologiques). Ils facilitent le dépôt des sédiments, y compris la capture d'éléments toxiques (métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou de polluants (nitrates et phosphates) par les plantes. Contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau. Il joue également un rôle important dans la régulation de l'équilibre hydrique. Le comportement des milieux humides à l'échelle du bassin peut être comparé à celui des éponges. Lorsqu'elles ne sont pas saturées d'eau, les zones humides retardent généralement le ruissellement des eaux pluviales et le transfert immédiat des eaux de surface vers les rivières et les ruisseaux en aval. Ils "aspirent" temporairement l'excédent d'eau et le restituent progressivement en période de sécheresse (OUDIHAT, K., 2011).

### **I.7.1.3 Fonctions biologiques**

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité et une source de nourriture pour divers organismes. Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une 10 Chapitre I Généralité sur les zones humides extraordinaire capacité à produire de la matière vivante, elles se caractérisent par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux (**OUDIHAT, K., 2011**).

### **I.7.1.4 Fonctions climatiques**

Les zones humides participent à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, et de la végétation par le phénomène d'évapotranspiration. Elles peuvent ainsi tamponner les effets de sécheresse au bénéfice de certaines activités agricoles, donc elles jouent un rôle dans la stabilité du climat (**OUDIHAT, K., 2011**).

### **I.7.1 .5 Fonction d'alimentation**

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau (**BOUNAB, Ch.,2018**).

### **I.7.1 .6 Fonction de reproduction**

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants (**BOUNAB, Ch.,2018**).

### **I.7.1 .7 Fonction d'abri, de repos et de refuge**

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'Ouest, Ceux-ci vont alors s'y reposer et prendre des forces. Elles jouent aussi le rôle de refuge climatique lors des grands froids. Cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés. Le deuxième quand toutes les zones humides sont gelées, la fuite vers des régions méridionales s'impose (**BOUNAB, Ch., 2018**).

## **I.7.2 Les Valeurs**

Les zones humides sont des territoires assis sur des terrains fonciers. La valeur 'un territoire peut naturellement être évaluée selon sa valeur foncière ou selon la valeur de sa production agricole (ALLOUT, I., 2013) [22]. Cependant d'autres valeurs doivent être considérées pour ces milieux tant convoités par les hommes (ALLOUT, I., 2013).

### **I.7.2 .1 Valeur économique**

La valeur économique est importante de ces lieux. En effet la valeur marchande des productions issues de ces milieux pour les hommes est inestimable. (ZEDAM, A., 2015).

### **I.7.2 .2 Valeur biologique**

Les zones humides ne sont que de petits milieux de terre où l'eau y est un acteur principal mais elles possèdent une biodiversité exceptionnelle comparée aux autres milieux terrestres avoisinants. Elles représentent donc un réel enjeu pour le maintien de la biodiversité (ZEDAM, A., 2015).

### **I.7.2 .3 Valeur esthétique**

Les zones humides sont des espaces très convoités par l'agritourisme et l'écotourisme. Les paysages d'eau, de verdure et d'espèces animales sont fort appréciés (ZEDAM, A., 2015).

### **I.7.2 .4 Valeur socioculturelle**

L'utilisation des sociétés humaines des zones humides leur confère une vocation sociale de convivialité où l'activité cynégétique est souvent associée à ces rencontres. Parfois ces milieux recèlent une valeur spirituelle. (ZEDAM, A., 2015).



# **Chapitre II**

## **Biodiversité des Zones Humides**

## II.1 Biodiversité des zones humides :

Les zones humides renferment un grand nombre d'habitats reconnus pour leur haute valeur écologique. Cet intérêt réside avant tout dans la présence d'espèces animales à très fortes concentrations notamment les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les poissons et toutes sortes d'invertébrés (**LADOUCHE et WENG, 2005**). En Algérie, en plus des espèces d'oiseaux sédentaires et migratrices estivantes, les milieux humides accueillent chaque année des centaines de milliers d'oiseaux hivernants appartenant, essentiellement, aux familles des Anatidés (Canards et Oies) des Rallidés (notamment des foulques macroules) ainsi qu'au groupe des limicoles ou petits échassiers (**ZAFFOR, 2012**), ainsi que des espèces végétales originales et spécifiques parfois rares (**CHEKCHAKI, 2012**), adaptées aux contraintes de ce type de milieu. La remarquable diversité des types d'habitats, leur aspect relictuel ainsi que la localisation parfois en marge de leur aire optimale de répartition naturelle, confèrent à ces milieux une valeur patrimoniale de niveau national, voire international (**HERVIO, 2001**).

### II.1.1 Richesse floristique

Malgré une faible diversité, la végétation montre de bons taux de récupération dans certains cas et se caractérise par des espèces et des groupes particulièrement tolérants à la salinité et à la sécheresse (**SI BACHIR, 2008**). (**DEMNATI, 2013**) ont rapporté que les strates halophiles s'étendent d'ouest en est dans la région désertique saharienne et se déposent sur des sols salins secs, humides ou submergés.

### II.1.2 Richesse faunistique

D'un point de vue hydrologique, Chotts et Sebchas forment un milieu favorable au développement des gilloïdes. Selon (**MOUELHI et al., 2000**), 121 espèces de crustacés sont abondantes et diversifiées en Algérie. Dans ce contexte (**SAMRAOUI et al., 2006**) [34] ont identifié de nombreux crustacés regroupant de grandes familles (Anostraca, Nostraca et Spinicaudata) au niveau des Chotts. La salinité de ce milieu est un facteur important dans la dynamique des espèces de crustacés (**AMAROUAYACHE et al., 2009**).

### II.1.4 Pédologie

Les sols salins ont une large extension dans la région saharienne, ils sont également fréquents dans les basses plaines, comme la vallée de l'Oranie, la vallée d'El Menia, dans les

hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine et surtout sur les bords des Chotts et Sebkhass (AUBERT, 1976).

(DJILI, 2000), les sols gypseux se trouvent généralement dans les zones dépressionnaires (Chotts). Ils sont partiellement recouverts de voiles de sables siliceux éoliens et de nébuka associés à une végétation gypsohalophile. Cependant, les sebkhass fournissent une gamme considérable de croûtes de sel de surface, dont l'épaisseur varie de quelques millimètres à plus d'un mètre. Wargla Sebuka atteint 5-6m.

### **II.1.5 Hydrologie**

Les salines représentent des systèmes d'évaporation (COQUE, 1962). Ils sont attribués à la formation d'auto-fontaines et leurs concentrations conduisent à des lacs salés (DROUHIN, 1960). La formation de ces lacs salés est généralement largement contrôlée par les variations temporelles des précipitations au sein du bassin (BRYANT, 1999). En fait, l'eau qui forme ces lacs peut provenir de deux sources principales : les précipitations directes (y compris les rivières et les affluents de surface) et les eaux souterraines (BRYANT et RAINEY, 2002).

## **II.2 Facteurs de menace et de dégradation**

De nombreuses menaces pèsent sur les zones humides algériennes que l'on continue de détruire à un rythme régulier, privées de leur eau par des pompages excessifs ou par la construction irréfléchie de barrages, elles sont même complètement drainées au profit de l'agriculture (BOUABDELLAH., 1992).

### **II.2.1 Drainage**

Dans le passé, la zone était généralement drainée à des fins agricoles, notamment pour la culture de cultures telles que le blé sur des pâturages qui n'étaient jusqu'alors utilisés que de manière saisonnière. En favorisant le ruissellement, il abaisse et stabilise la nappe phréatique, augmentant le disque de sol disponible pour la racine. zone. Le drainage élimine également les sels qui peuvent nuire aux plantes. Le seul autre but traditionnel du drainage était d'éradiquer les moustiques porteurs du paludisme (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

### II.2.2 Pression démographique

L'attractivité du bassin méditerranéen se traduit par l'augmentation rapide du nombre de résidents et de touristes, une tendance qui devrait encore s'accroître dans les décennies à venir (BACHA et al., 2005).

### II.2.3 Eutrophisation

L'eutrophisation est une menace de pollution majeure dans la plupart des zones humides autour de la Méditerranée. Se produit chaque fois que l'eau douce ou salée est soumise à un apport excessif d'eaux usées ou d'engrais agricoles. La putréfaction des eaux usées est une grande consommatrice d'oxygène dissous.

## II.3 Législation algérienne en faveur de la protection des zones humides

Il n'existe pas de lois juridiques régissant la protection des zones humides. Les nombreux textes juridiques élaborés sont spécifiques du domaine de la protection de la nature d'une manière générale. Dont les principaux textes sont :

- La loi portant code des eaux, la loi portant régime général des forêts ;
- La loi portant code maritime, la loi relative à l'aménagement du territoire ;
- La loi relative à l'urbanisme ;
- La loi phytosanitaire ;
- La loi relative à l'hygiène et à la sécurité ;
- Le Plan National d'Actions Environnementales (PNAE).

La principale loi est celle relative à l'environnement (n°83.03 du 5 février 1983). En matière de protection de la faune sauvage dans les milieux humides, l'Algérie vient de ratifier la convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage faite à Bonn, le 23 juin 1979. Le décret présidentiel portant ratification de cette convention a été publié dans le Journal Officiel n°26 du 6 avril 2009 ( **ZAFFOR, 2012**).

### II.4 Stratégie nationale de préservation des zones humides

Dans le cadre de sa stratégie nationale, la direction générale des forêts vise la concrétisation de ces objectifs importants ( ZAFFOR, 2012):

1. L'actualisation, en 2006, du recensement des zones humides en Algérie qui a permis de dénombrer 1451 zones humides dont 762 naturelles et 689 artificielles, réparties comme suit

**Tableau 2 : Répartition des zones humides en Algérie**

Lac	41	Turbiere	2
Sekha	22	Salines	2
Marais	19	Guelta	23
Mare / marécage	79	Daya	19
Chott	43	Garaa	37
Cours d'eau	239	Plaine d'inondation	9
Dune littorale	1	Oasis (artificielles)	314
Foret humide	16	Zones humides artificielles	375
Lagune	1	Divers	212

2. L'élaboration, dans le cadre de la coopération avec WETLANDS INTERNATIONAL, des bilans des recensements hivernaux internationaux des oiseaux d'eau. Ces bilans ont permis le recensement en moyenne près de 200.000 sujets d'oiseaux d'eau migrateurs qui transitent par l'Algérie.

3. Formation des gestionnaires des zones humides en direction des cadres exerçant dans les structures déconcentrées de l'administration des forêts. Il importe de souligner que 03 sessions ont été déjà organisées avec le concours de la Tour du Valat et des universitaires algériens et que 02 autres sessions sont programmées pour les mois à venir.

4. Reconnaissance et classement international des zones humides répondant aux critères de la liste Ramsar. L'autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, la Direction Générale des Forêts, a procédé au classement de 50 sites sur la Liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale.( ALOUTI,2013)

5. Projet de classement au niveau national des zones humides en réserves naturelles et établissement des plans d'action au niveau national. Dans le cadre de la gestion rationnelle des zones humides et leur utilisation durable, l'administration des forêts d'Algérie envisage

d'initier un programme d'actions sur 5 ans pour les sites classés sur la liste de la convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale. ( ZAFFOR, 2012)

6. Programme d'éducation, d'information et de sensibilisation du grand public et particulièrement des enfants sur les valeurs et fonctions des zones humides et la nécessité de les protéger durablement. ( ZAFFOR, 2012)

7. Dans le cadre de la gestion rationnelle des zones humides et de leur utilisation durable, il est envisagé également d'inscrire au titre du programme national de développement rural, des projets de proximité de développement, pour chacun des sites classés sur la liste Ramsar, en associant les riverains dans le montage de ces projets. ( ZAFFOR, 2012)



# Chapitre III

**ETUDE DE  
MILIEU SOCIO-  
ECONOMIQUE  
ET SON IMPACT  
SUR  
L'ECOSYSTEME  
DE  
AIN OUARKA**

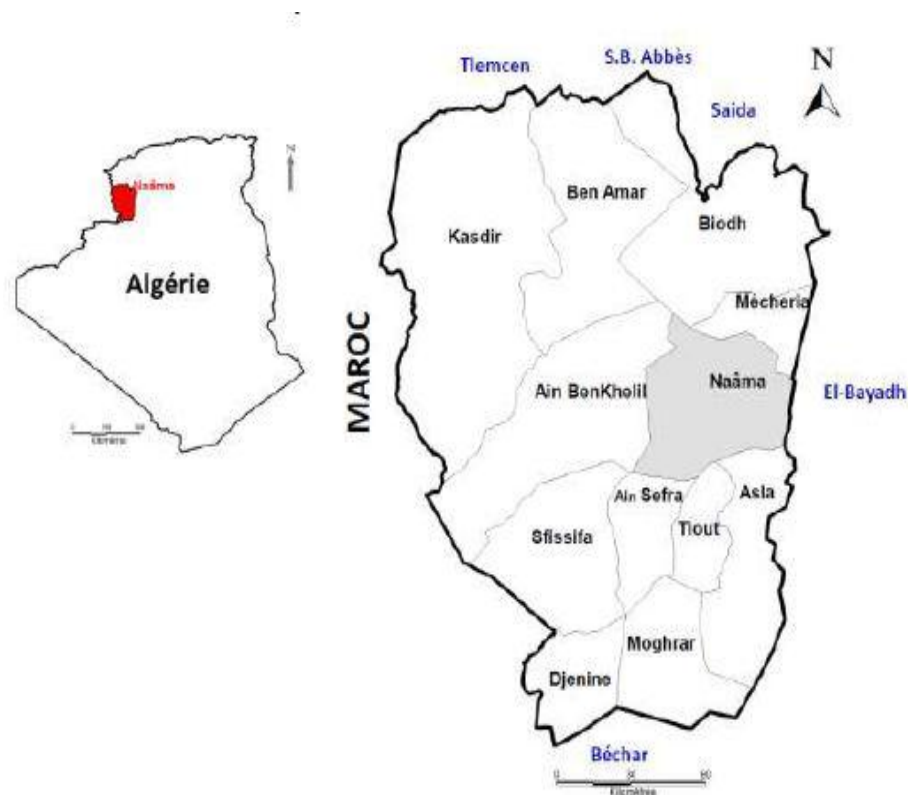
### **III.1 présentation général La wilaya de NAAMA**

La wilaya de Naâma se compose de sept (07) daïras regroupant douze (12) communes, elle s'étend sur une superficie de 29.514,14 Km<sup>2</sup> avec une population estimée au 31/12/2016 à 268 721 habitants, soit une densité de 9.01 hab/Km<sup>2</sup>.

#### **III.1.1 Situation géographique:**

La wilaya de Naâma est située dans la zone frontalière avec le royaume du Maroc, elle est située entre l'Atlas tellien et saharien dans sa partie occidentale, elle occupe une superficie de 2.951.410 ha Limitée au:

- Nord : par les Wilayas de Tlemcen et Sidi bel Abbès.
- Sud : par la Wilaya de Bechar.
- L'est : par la Wilaya d'El- Bayadh.
- L'ouest : Par le Royaume du Maroc.



**Fig5 : Situation géographique de la wilaya de Naâma (BOUCHERIT, 2018)**

### III.1.2 les zones humides dans la wilaya de Naama :

La mission de la Convention est la conservation et l'utilisation rationnelle de toutes les zones humides par des actions locales et nationales et la coopération internationale, en tant que contribution au développement durable dans le monde entier.

Les zones humides font partie des écosystèmes les plus diversifiés et les plus productifs, fournissant des services essentiels et une source d'eau douce. Cependant, nous assistons à la dégradation continue et à la perte de ces terres et à leur conversion à d'autres usages.

La Convention a adopté une définition large des zones humides qui comprend tous les lacs et rivières, eaux souterraines, étangs et marécages, prairies humides, tourbières et oasis, estuaires, deltas et vasières, forêts de mangroves et autres zones côtières, récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que des étangs piscicoles et des rizières, des réservoirs et des marais salants.

Dans le cadre des « trois piliers » de la Convention, les Parties contractantes s'engagent à :

œuvrer pour l'utilisation rationnelle de toutes ses zones humides;

Inscrire les zones humides appropriées sur la Liste des zones humides d'importance internationale (la « Liste de Ramsar ») et assurer leur gestion efficace.

Coopération internationale sur les zones humides transfrontalières les systèmes de zones humides communs, ainsi que les taxons communs.

On peut distinguer les zones humides les plus importantes de l'état de Naama, classées selon la convention de Ramsar, à travers le tableau suivant :

**Tableau 4 : classement sur la liste RAMSAR des zones humides d'importance Internationale**

Site	Superficie	N° et date de classement
Cirque de Ain Ouarka ( Asla )	2.350 Ha	N° 1300 du 04/06/2003
Oasis Moghrar - Tiout	195.500 Ha	N° 1302 du 04/06/2003
Oglat Eddaira (Ain Ben Khelil)	23.430 Ha	N1426 du 12/12/2004
Brazia –Sidi Mohammed Lhaouari (Kasdir)	Projeté pour le classement	
Sebkhat Naâma		

Dans le même contexte, et puisque la station de notre étude appliquée est Ain Ouarka, elle a été classée parmi les zones humides de la Convention de Ramsar, selon la figure suivante :



Fig 6 : zone humide cirque Ain Ouarka

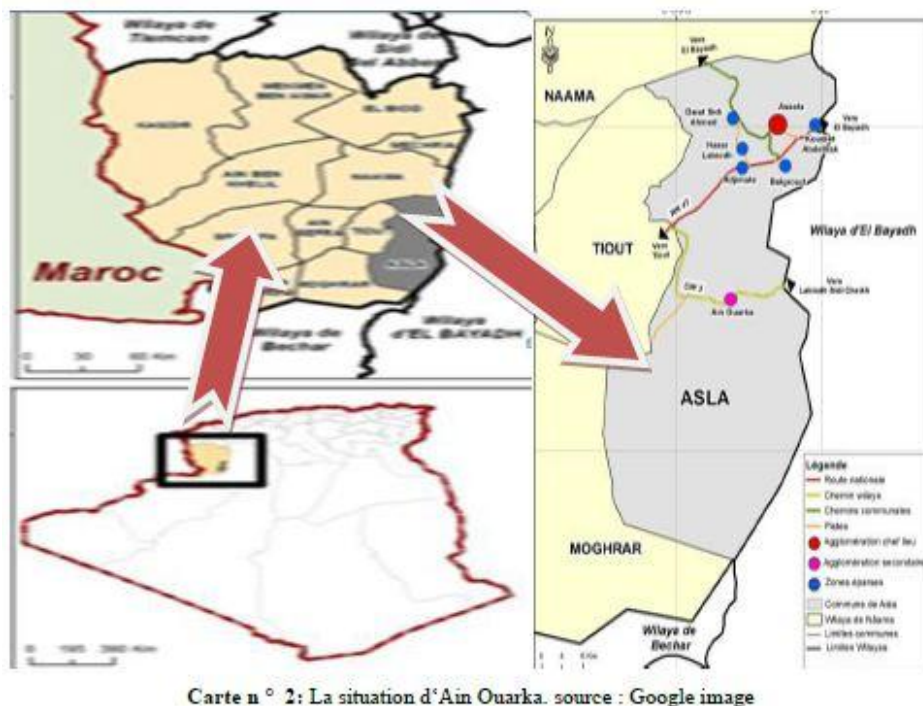
### III.2 Présentation générale de la zone d'étude

Ain Ouarka envoûte dès le premier regard Le visiteur ne se lassera pas d'en explorer les mer veilles majestueusement offertes. La nature y loge l'un de ses plus merveilleux chefs d'œuvre , une palette de couleurs intenses étonnante ravît les sens et repose l'esprit .

La zone de Ain Ouarka ou Cirque de Ain Ouarka a à l'instar de quarante-deux autres sites en Algérie dont 3 dans la wilaya de Naâma- été classée le 04 juin 2003 selon la convention de RAMSAR comme étant une zone humide d'importance internationale portant le n ° 1300

❖ **Situation géographique :**

Le village d'Ain-Ouarka est situé à 85 km au sud-est de Naama et à 60 km à l'est d'Ain-Sefra, au milieu d'une grande chaîne appartenant à la chaîne des Ksour. La physionomie de cette zone est dominée par des reliefs aux sommets plus ou moins plats orientés nord-est à sud-ouest, culminant souvent au-dessus de 1500 m, dont Jebel Chemalik est le plus éclairant, avec une altitude moyenne de 1000 m.



**Fig 7 : La situation d'Ain Ouarka. source : Google image**

**III.3 peuplement : une sédentarisation humaine progressive :**

L'écosystème de Aïn Ouarka occupe le fond d'un anticlinal des Monts des Ksour, aux confins Sud des Hauts plateaux de l'Ouest algérien. Cette position, lui attribue un contexte particulier en relation très étroite avec le mode de vie pastoral, notamment par ses services curatifs offerts par les sources thermales du site. Sur le plan géographique, il fait parti de la commune de Asla, située à 60 Km de la ville de Aïn Sefra et 120 Km de Naama.

En 1911, Flamand rapporte que le site de Aïn Ouarka offrait, de par ses eaux douces, une «importante végétation qui abritait temporairement une faune d'oiseaux migrateurs» autour de deux grands lacs, aux eaux claires et profondes, alimentés par une source froide et

des sources chaudes et sa biodiversité naturelle très remarquable, se distingue par les multiples couleurs très vives des marnes bariolées gypseuses issues de l'affleurement triasique en contact de terrain Liasique moyen et supérieur. Il se distingue également par la présence d'un vaste «cirque» naturel, offrant aux visiteurs un lieu thérapeutique, de détente et de repos unique en son genre.

Habité d'abord par les Béni Ameer, elle fut un lieu de séjour des grands saints de Ouled Sidi Cheikh : " khalouette Sidi Ahmed El Medjdoub", portant le nom de l'ancêtre des Medjadba, nomades de la zone de Asla, est flanquée sur la façade du Dj. Chemarikh.

Plus tard, la tribu de Chorfa, venue de l'Ouest, pratiqua l'élevage caprin transhumant dans la région. Ce n'est qu'au début du siècle que les autorités de Aïn Sefra construisèrent le premier gîte thermal pour les responsables de l'époque (Bachagha, Hakem).

#### III.4 Des Activités en Voie de Mutation

Plus proche de nous , la région de Aïn Quarka a vu s'établir des fractions des «Chorfa » qui ont pratiqué le commerce et le troc avec le Sahara ( Touat et Gourara ) essentiellement autour du sel provenant des nombreux gisements de la région . Il était considéré comme une valeur marchande importante dans les changes commerciaux avec les ksour de la Sopura et les pays africains , dans lesquels il était vendu ou échangé contre des dattes ou autres denrées alimentaires .

Par le passé, c'était la production artisanale du sel gemme et son écoulement sur les marchés locaux, voire jusqu'en Afrique Noire qui constituait le complément indispensable. De nos jours, cette activité n'est exercée que par une dizaine d'habitants. D'une manière générale, son déclin résulte des mutations que subit l'économie de la zone steppique dans son ensemble, mais aussi de la mévente de la production artisanale du sel gemme (les routes de l'or et du sel ne se croisent plus : le temps où s'échangeait le sel contre l'or est révolu.

A partir des années soixante-dix, de nouvelles activités de « substitution » sont apparues avec *le développement lent mais sûr du thermalisme*. Ainsi se sont créés quelques emplois liés directement à l'exploitation des sources thermales et 4 commerces de détails. Ces nouveaux emplois ont été aussi induits par le développement non négligeable du centre de Aïn Ouerka et sa dotation de quelques équipements et services (1 école de 4 classes, 1 salle de soins, une agence postale).

Ces premiers changements dans la " structure des activités" renseigne néanmoins, sur les nouvelles tendances, même si elles sont encore à l'état embryonnaire. Elles se traduisent par une sédentarisation de plus en plus importante et l'apparition de nouvelles activités qui gravitent autour du thermalisme.

D'une occupation considérée auparavant comme d'appoint, le thermalisme et ses activités annexes occupent une place de plus en plus importante dans "l'économie" du centre de Ain Ouarka.

Ces mutations se font avec le consentement de la population locale qui adhère totalement au développement du thermalisme puisqu'elle bénéficie dès à présent de ses retombées économiques (location d'habitations pour les curistes, etc).

En plus des innombrables activités possibles qu'offre le site de Aïn Ouarka , il est un terrain parfait pour la pratique d'un tourisme culturel à consommation écologique procurant par exemple un site incomparable pour les férus de randonnée pédestre . Les randonnées d'altitude dans les monts des ksour démontrent bien que les conditions d'observation des étoiles et des galaxies sont excellentes . L'absence de la pollution , l'absence de brume et un ciel d'une clarté irréprochable font des monts de la région un centre d'observation astronomique idéal pour les amoureux de cette science .

#### **III.5 L'Organisation du Centre de Ain Ouarka :**

La position géographique du site d'Ain Ouarka ,au sommet d'un anticlinal, lui confère un impluvium limité à la surface de la dépression locale .Le Djebel chemarikh est drainé principalement par les affluents de Oued El Melah qui contourne la dépression d'Ain Ouarka dans le sens Nord-Ouest et Nord-Est . Le bilan global de l'alimentation des lacs se résume à ( pluie directe + source ) diminué de l'évaporation ,elle peut provenir des eaux des sources thermoninérales environnantes qui n'ont point d'issue que cette cuvette endoréique , de sources situées en profondeur qui se déversent directement dans le gouffre, et aussi de l'eau douce qui alimente les puits.

##### **III.5.1 Evolution Spatiale du Centre de Ain Ouarka :**

La zone, qui contient d'importants minerais, en plus d'être une source de chaleur qui attire un nombre important de visiteurs, a bénéficié de la préparation d'une étude technique pour mettre à niveau ce site en préparant le sol et en y créant des espaces verts, en plus de le relier à le réseau de canaux d'eau potable et d'assainissement, ainsi que la préparation des

chemins menant à ce site, et cette partie de l'étude vise à étudier le développement spatial du site d'Ain Waraka et à exploiter les possibilités naturelles que le lieu a, en particulier les sources d'eau chaude qui sont utilisées dans la médecine et le traitement et les espaces qui l'entourent, tels que le lac continental qui abrite divers oiseaux nicheurs et migrateurs, et la forêt pétrifiée. Et les stations d'inscriptions rupestres, les grottes, les montagnes de sel et le Ghassoul, et une série de fossiles qui témoignent de l'Antiquité.

Etant donné qu'il existe une étude technique spécialisée qui contribuera à la protection du site touristique d'Ain Waraka et de la station de dessins rupestres qui s'y trouve, un projet qui s'inscrit dans le cadre de la définition des navires immobiliers destinés aux investisseurs, qui sera piloté par la Direction Nationale du Développement Touristique Agence dans le but de mettre à niveau et de protéger cinq sites touristiques dans l'état, qui est Ain Waraka. Et bassin Daira et Royce chaud et Mkther et Sidi Boujema.

#### **III.5.2 Infrastructures Techniques :**

##### **III.5.2.1 L'Alimentation en Eau Potable**

Le centre de Ain Ouarka est doté d'un réseau de distribution d'eau potable de type ramifié, alimenté à l'origine par le captage de la source d'eau douce, moyenne à l'importante source chaude, le centre s'est renforcé par la mise en service d'un forage réalisé à l'entrée du village. Captée à partir des calcaires jurassiques, les eaux du forage sont de meilleure qualité et de quantité dépassant largement les besoins du centre.

Les deux lacs aux eaux claires profondes seraient le point d'aboutissement des écoulements multiples : eaux de ruissellement, eaux de sources, résurgences par failles, etc.... La diversité quantitative et qualitative de ces points d'eaux a permis de mettre en évidence plusieurs hypothèses quant à l'identification de l'origine des eaux de ces lacs. Il semblerait à priori, que ces étangs ou lacs sont le produit de dissolution des sels dans les argiles gypsosales (sorte de dolomie) par les eaux de sources.

Alimenté à l'origine par le captage de la source d'eau douce, moyenne à l'importante source chaude, le centre s'est renforcé par la mise en service d'un forage réalisé à l'entrée du village. Captée à partir des calcaires Jurassiques, les eaux du forage sont de meilleure qualité et de quantité dépassant largement les besoins du centre. Un second forage dans la vallée de Oued Somm, débitant environ 80 l/s, est à l'arrêt en attendant un projet de mise en valeur hydro-agricole.

Un réservoir surplombant le village assure la desserte des habitations et des bungalows en eau domestique.

Parmi les sources d'eau chaude , deux d'entre elles jaillissent au pied du Djebel Chemarikh , une première exploitée par la station thermale a un débit estimé à 31 / s la température de l'eau diffère selon le point d'emergence de 46 ° à 39° . A la sortie du hammam , se trouve un endroit appelé Khelouet Sidi Ahmed El Medjdoub dont la particularité est d'être à forte fréquentation féminine . C'est un lieu privilégié de rencontres et de détente

Une deuxième source , plus chaude mais d'un plus faible débit jaillit à peu de distance de la première . Quant aux sources d'eau douce froide situées à l'ouest des étangs et utilisées comme eau potable par les habitants , elles proviennent de failles et de fractures . L'eau est à une température de 21 ° c .

#### **III.5.2.2 Assainissement**

Le réseau d'assainissement d'Ain Ouarka est de type monolithique avec un diamètre compris entre 100 et 300 mm. Il a été récemment mis en place. Le mérite de l'amélioration de l'environnement, qui semblait prendre progressivement les spécifications requises, est dû à l'exploitation de la station pour le recyclage et la récupération des eaux usées à l'intérieur des bassins de décantation et l'oxygénation au sein d'un système de filtration naturelle

La nature de son travail est qu'il collecte les eaux usées, y compris les eaux de toilette et d'inondation, des sources chaudes qui traversent les salles de bain pour les clients du produit de santé. Cette conception pour le drainage de l'eau est une raison pour abaisser le niveau du lac

Au niveau de la place publique, la pente s'annule d'où le recours à une station de relevage qui achemine l'eau des bungalows et du Hammam pour le raccorder au collecteur final.

Le rejet d'un débit fort important et non exploité est effectué dans une fosse septique avant de rejoindre le milieu naturel au-delà de la cuvette de Ain Ouarka.

#### **III.5.3 Réseau routier :**

Pour faciliter les déplacements de la commune d'Asla vers la zone d'Ain Ouarka, des points noirs ont été enlevés au niveau de la route les reliant et s'étendant sur une distance de 24 km.

Cette route est locale, mais en parlant du réseau interne, elle n'est pas complètement couverte et difficile à naviguer, surtout le réseau qui mène à la salle de bain.

Cependant, ce passage reste étroit et ne permet pas d'assurer une fluidité de circulation aux véhicules, ce qui nécessite d'accorder une attention particulière à ce village touristique, dont les habitants aspirent à être promus au rang d'une commune pour que les ateliers d'aménagement puissent se lancer et cette installation fébrile. Prend sa place.

#### **III.6 Critique des perspectives de développement de Aïn Ouarka tels que envisagées localement :**

##### **III.6.1 Thermalisme : une vocation a confirmé dans le strict respect de l'écosystème d'Ain Ouarka :**

A Aïn Ouarka, Les émergences se font sous forme ther male avec des eaux douces, chaudes et froides propices aux activités de thermalisme. En effet, ce site fabuleux est connu par les habitants de la région et les nomades des monts des ksour depuis des siècles, qui attirés par les qualités curatives des eaux de cette station, venaient s'installer en villégiature sous leurs tentes.

Parmi les sources d'eau chaude, deux d'entre elles jaillissent au pied du Djebel Chemarikh, une première exploitée par la station thermale a un débit estimé à 31 / s la température de l'eau diffère selon le point d'émergence de 46 ° à 39°. A la sortie du hammam, se trouve un endroit appelé Khelouet Sidi Ahmed El Medjdoub dont la particularité est d'être à forte fréquentation féminine. C'est un lieu privilégié de rencontres et de détente

La région d'Aïn Ouarka est caractérisée par une amplitude thermique importante qui a tendance à s'accroître dans le temps, en raison de l'influence des vents chauds de l'erg occidental. Le site d'Aïn Ouarka semble appartenir au même étage bioclimatique que celui d'Aïn Sefra. Il jouit de même d'un microclimat sensiblement plus agréable, lié à la nature géomorphologique et hydrologique du site .La pluviométrie est très variable dans le temps, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes de sécheresse qui ont sévit dans la région : précipitation moyenne 128 mm.

Considérant qu'Aïn Ouarka est l'une des plus grandes zones d'expansion touristique et thérapeutique et qu'il s'agit d'une source de chaleur qui attire un nombre important de visiteurs et de touristes, où le plus grand nombre de visiteurs provient des villes El Beidh, Bechar, Mecheria et Aïn Safra.

Elle connaît actuellement une dégradation par rapport à ce qu'elle était et ce qu'elle est devenue, comme le manque enregistré d'équipements d'accueil et de confort, où l'on trouve une auberge de jeunesse et des bungalows qui manquent de matelas et d'équipements de cuisine, en plus de l'absence de commerces et l'eau potable à l'intérieur des chambres d'hébergement. Il y a aussi un grand lac dans la salle de bain susmentionnée avec divers types de poissons et d'oiseaux qui ont récemment été menacés d'extinction en raison des eaux usées et des eaux agricoles entrant dans le lac Ain Ouarka, divers polluants résultant des engrais, des pesticides chimiques et des eaux usées des voisins. village d'Ain Ouarka, ce qui a entraîné la pollution de ce lac et sa transformation de Navigation en un lac inondé d'eau sale tout au long de l'année et donc l'élimination complète d'une biodiversité importante avec tous ses éléments, où les poissons et les plantes meurent et les oiseaux endémiques partent.

De plus, l'activité de la station se déroule encore de manière très primitive, car il y a peu de salles de douche vétustes, en plus de l'absence de magasins spécialisés dans la vente d'outils de douche et de serviettes. Parmi les revendications de certains cheikhs figure la nécessité de fournir de l'eau froide pour réchauffer l'eau chaude, qui brûle presque le cuir à l'intérieur des salles de douche étroites, ce qui affecte négativement les patients souffrant d'hypertension artérielle et cardiaque, et les logements pour touristes sont presque transformés en réfrigérateurs ces jours-ci en raison de l'absence de chauffage central et le manque de couvertures, qui a eu des effets négatifs sur ceux qui cherchaient à se faire soigner.

La réalité de la situation indique une absence totale de restaurants à la gare, ce qui oblige les visiteurs à manger des repas froids, ce qui nuit à la santé publique, d'autant plus que se baigner avec de l'eau chaude nécessite une alimentation équilibrée pour retrouver de l'énergie, et les cafés n'existent pas non plus.

Quant à la salle de bain, elle est peu nombreuse (8 vasques pour les hommes, et 5 pour les femmes) un nombre insuffisant par rapport au nombre qui arrive dans ce ressort, et elle manque aussi d'entretien et de propreté, ce qui est devenu une menace à sa mauvaise gestion.

Les cottages, qui sont estimés à 45, sont en petit nombre, et ils manquent d'entretien complet et certains d'entre eux ne sont pas éligibles au logement, cette situation est totalement contraire à la réputation de cette station balnéaire

La durée de séjour des clients de la station est également conditionnée par le niveau et la qualité des capacités d'accueil, d'autant plus que la plupart des visiteurs viennent de zones reculées.

#### **III.6.2 Le Classement d'Ain Ouarka en tant que Zone d'Expansion Touristique (ZET)**

A l'issue du schéma national d'aménagement touristique (1987) le site de Ain Ouarka a été décrété Zone d'Expansion Touristique sur 2324 ha (décret n° 88-232 du 05 Novembre 1988 portant déclaration des Z.E.T - J.O n° 51 du 14 Décembre).

Ainsi, de point superficie, la ZET de Ain Ouarka occupe la seconde place derrière celle du Tassili - N'AJJER.

La délimitation de la Z.E.T de Ain Ouarka est décrétée comme suit :

- ❖ Au Nord par une ligne fictive de 3400 m de longueur qui passe à 3800 m au Nord de la route.
- ❖ A l'Est par une ligne fictive de 5300 m de longueur qui passe à 1300 m à l'Est de Oued Bouabdellah, et au lieu de la bifurcation de la route qui mène à Ain Ouarka.
- ❖ Au Sud par une ligne fictive de 5200 m de longueur qui passe à la limite Sud de l'agglomération d'Ain Ouarka.
- ❖ A l'Ouest la limite est constituée d'une ligne fictive qui prend départ à 1600 m à l'Ouest de Ain Ouarka. Elle se prolonge sur une distance de 1600 m vers le Nord puis 2500 m vers le Nord-Est, parallèle à la route et continue vers le Nord - Nord Est sur une longueur de 2700 m, où elle rejoint la limite Nord à 1200 m à l'Ouest de Oued Bouabdellah.

Néanmoins, la délimitation exacte de ce premier périmètre (zone d'expansion touristique Ain Ouarka 2324 ha) demeure assez complexe et ce, en raison de son étendue et de l'insuffisance des données géographiques (coordonnées, toponymie etc.)

Bien que visant essentiellement la promotion du tourisme sous ses divers aspects (thermale, Saharien, etc.). Ce premier classement a le mérite de s'intéresser à une grande étendue, reconnaissant ainsi ses multiples potentialités (sources thermales, Ksour, gravures rupestres, curiosités géologiques, vues paysagères, etc.).

En 1992, une étude intitulée « Aménagement de la ZET de Ain Ouarka ». a été confiée au bureau d'étude URSA. D'emblée, elle s'est fixée un périmètre de 33 ha, soit uniquement 1% de la superficie totale décrétée zone d'expansion touristique.

Ce second périmètre coïncide avec la zone appelée « Cœur du Cirque de Ain Ouarka ». Il est limité par les hauteurs des Djebels Chemarikh, M'Daouar, Djraouina et les formations diapiriques en intégrant la cuvette et ses deux lacs.

« Le cœur du Cirque » se distingue par ses multiples potentialités. Il s'agit des sources thermales, les deux lacs, des diapires et des carrières traditionnelles de sel.

Ses formations géologiques sont d'un intérêt scientifique certains puisqu'elle constitue un musée à ciel ouvert dans le domaine des sciences de la terre ; l'unique en Algérie.

En dépit de toutes ses potentialités, l'intérêt porté par nos travaux de prospections à ce périmètre particulier (cœur du cirque) était motivé essentiellement par la volonté de développer le thermalisme.

Cette approche allait aboutir à la proposition d'un projet d'aménagement articulé sur l'implantation d'une nouvelle station thermale moderne dotée de tous les équipements à l'image de celles du Nord.

Cette vision d'aménagement, qui a prévalu jusqu'à l'heure actuelle, si elle venait à se concrétiser, porterait un préjudice irréparable au site puisqu'elle ne tient pas compte de son intégrité et de l'équilibre de son écosystème.

Le fait de préconiser un développement tout azimut du thermalisme sans se soucier entre autres des capacités d'exploitation de la source thermale et de son apport en eau vital pour la survie des deux lacs, aboutirait à la disparition irréversible de cet écosystème lacustre. Ce milieu est déjà fortement altéré pour ne pas dire agonisant puisqu'il n'est alimenté que par les eaux pluviales.

Il faut souligner que les deux lacs " vivent " en parfaite symbiose avec la source thermale. Et si cette dernière continue d'être exploitée exclusivement pour satisfaire les besoins des bains, à terme les lacs disparaîtront à tous jamais.

Ainsi les deux lacs sont considérés uniquement comme des éléments d'agrément et d'embellissement dans ce projet d'aménagement. Ceci traduit l'absence d'intérêt qui a été accordé à la faune et à la flore qui se développent et se reproduisent en relation avec ce milieu lacustre.

Par ailleurs, la distribution spatiale des équipements sur les dômes de Trias et autour des lacs pourrait faire disparaître à tout jamais la beauté de ce musée géologique à ciel ouvert.

Elle pourrait gêner aussi considérablement l'exploitation artisanale des carrières de sel gemme. Cette activité constitue à la fois un complément au revenu pour quelques habitants d'Ain Ouarka et une curiosité pour le touriste et le curiste. Par le passé, une partie de la production de sel était acheminée à dos de chameaux jusqu'à Tombouctou.



**Chapitre VI**

**Résultats**

**et**

**Discussions**

**VI. introduction :**

Ce chapitre est consacré à l'étude des eaux des sources réparties dans la région du point de vue lithologique et physicochimique. Le comportement des eaux dans le sous-sol est remarqué d'après les concentrations de certains paramètres physiques en particulier et sont un sujet important dans la recherche des eaux leurs évolutions qualitatives et quantitatives.

**VI.1.objectif :**

Notre travail consiste à évaluer la qualité physique et chimique de l'eau souterraine naturelle (eau de source), où nous avons prélevé deux échantillons, un échantillon d'eau jugée propre à la consommation (source), et un échantillon de LAC.

**VI.2. Pour les matériaux et méthodes**

Notre travail a été réalisé au ADE laboratoire de Naama (ADE : Algérienne Des Eaux) pendant une durée de 15 jours.

L'étude a porté sur 02 échantillons d'eau de source

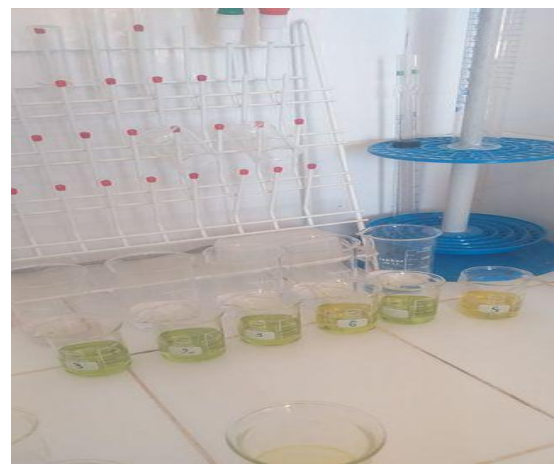
Où l'échantillon d'eau de la source d'Ain Ouarka a été prélevé le 11/05/2022

Et l'autre échantillon d'eau de Lak Ain Ouarka le 15/05/2022

Mis à part le matériel courant de laboratoire (béchers, éprouvettes, tubes à essais, etc.) différents types d'appareils ont été utilisés :

- Comparateur du type Farbkarte pH : 4,0 – 10,0 Merck kgaA
- Conductimètre modèle CDS 5000
- Spectrophotomètre modèle HACH DR/5000
- Spectrophotomètre d'absorption atomique modèle VARIAN Spectr. AA PLUS
- Digesteur modèle HACH COD REACTOR

L'équipement nécessaire pour réaliser notre protocole expérimental d'une part pour les analyses physiques et chimiques comprend des instruments tels que pH-mètre, conductimètre, turbidimètre, thermomètre, spectromètre, actionneur, plaque chauffante et balance.



### VI.3. Définition de certains paramètres physiques :

L'appréciation de la qualité des eaux se base sur la mesure de certains paramètres physiques permettant de mieux comprendre le comportement des eaux en interaction avec le milieu physique qu'elles traversent.

#### VI.3.1. Température :

La température des eaux peut varier de plusieurs degrés pendant le transit en réseau. Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont d'origine superficielle. Une température élevée peut favoriser des goûts ou odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du

désinfectant résiduel en agissant sur les constantes d'équilibre et accélère la corrosion. Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur. Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux.

### **VI.3.2. Potentiel hydrogène (pH)**

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ).  $pH = -\log [H^+]$ . Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).
- Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites de pH.
- L'efficacité et les mécanismes de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de la corrosion, chloration).

### **VI.3.3. Conductivité électrique ~ Résistivité :**

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique ; Elle détermine la teneur globale des minéraux présent dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. La mesure de la conductivité permet d'évaluer l'importance de la force ionique et la minéralisation globale de l'eau. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation.

La résistivité ( $\rho$ ) est l'inverse de la conductivité ( $\gamma$ ), avec  $\rho = 1/\gamma$  ( $\Omega.m$ ). Si le matériau conducteur conduit bien le courant, il oppose peu de la résistance à son passage. Donc, si la conductivité est grande, la résistivité doit être faible.

### **VI.3.4. Oxygène dissous :**

De l'état de saturation à l'entrée du réseau, l'oxygène dissous peut considérablement diminuer en cours de distribution avec des réactions d'oxydation ou une prolifération bactérienne. Toute baisse de la teneur en oxygène dissous détectée sur le réseau peut alors être interprétée comme un signe de croissance biologique. Dans le cas où le réseau est correctement entretenu, une anaérobiose répandue ne se produit qu'avec des temps de séjour très longs. En revanche, le développement de zones anoxiques est possible localement. Il en résulte des phénomènes de fermentation et bio-réduction (transformation de nitrate en nitrite), à l'origine de saveurs désagréables ou de corrosion. De tels

problèmes nécessitent une révision des pratiques d'entretien dans le réseau. La sursaturation en oxygène reste rare

### **VI.3.5. Total des sels dissous (TDS)**

TDS signifie les solides dissous totaux et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement. Aussi, les solides dissous totaux (TDS) comprennent des sels inorganiques (principalement du calcium, du magnésium, du potassium, du sodium, des bicarbonates, des chlorures et des sulfates) et quelques petites quantités de matière organique qui sont dissoutes dans l'eau.

### **VI.3.6. Salinité :**

La salinité est l'une des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau. La salinité est sans unité, mais elle est encore souvent exprimée en gramme de sel par kilogramme d'eau (g/kg), en gramme de sel par litre d'eau (g/l). Techniquement, la salinité est défini comme la masse (en grammes) des substances dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer, lorsque les ions bromures et iodures sont remplacés par leur équivalent chlorure, les carbonates sont convertis en oxydes et l'ensemble de la matière organique est oxydée. A titre de comparaison, l'eau douce a une salinité de 0 à 0,5 et l'eau de mer a une salinité moyenne de 35 g/l.

## VI.4. Échantillons étudiés

### VI.4.1 Détermination des échantillons :

Les échantillons étudiés sont représentés dans les tableaux suivants

	Lieu de l'échantillon	Date et l'heure de prélèvement	Date et l'heure d'analyse
L'eau de source	Ain Ouarka	Le 10/05/2022 à 11h29 mn	Le 11/05/2022 A 14h 25mn
L'eau de lac		Le 15/05/2022 à 10h 25mn	Le 16/05/2022 A 14h 15 mn

### VI.4.2 Mode d'échantillonnage :

Le prélèvement de l'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui s'ensuit l'échantillon doit être homogène et représentatif et ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau.

Nous devons donc prélever l'eau avec toutes précautions d'asepsie, pour cela plusieurs conditions s'imposent :

- ❖ Le volume de l'échantillon doit être inférieur à 1.5 litre.
- ❖ Le mode de prélèvement varie selon le lieu.
- ❖ Les échantillons seront recueillis dans les flacons stériles.
- ❖ Pour l'échantillonnage direct (source). On fait tremper doucement le flacon à l'intérieur de l'eau, à environ de 30 cm de surface, en évitant le prélèvement en surface ou au fond pour ne pas risquer de ramasser de l'écume ou des sédiments.
- ❖ Les flacons contenant les échantillons doivent être clairement et soigneusement identifiés par des étiquettes qui doivent comporter un certain nombre d'informations qui sont : origines de l'eau, adresse exacte du lieu de prélèvement (pour l'eau de réseau), date et heure du prélèvement, température de l'eau, chlore résiduel et autres remarques.
- ❖ L'échantillon doit être conservé dans une glacière entre 4 °C à 6 °C.

### VI.4.3 Mode de conservation de ces échantillons

Pour obtenir un meilleur résultat d'analyse, il est nécessaire d'améliorer les conditions de conservation et de transport.

Les deux échantillons prélevés sur le lieu de notre étude de terrain appliquée, Ain Ouarka, pour chacune des eaux de source + eau de lac ont été stockés dans des glacières allant de 4 à 6 degrés Celsius, et le temps de les prélever et de les transférer au ADE laboratoire de Naama.

### VI.5 Résultats et discussion :

Avant de discuter les résultats obtenus, qui sont consignés dans les tableaux, voici les tableaux n° 05 qui présentent les normes algériennes et les normes OMS pour les Facteurs Physico-Chimiques

**Tableau 4 : Facteurs Physico-Chimiques :**

Paramètre	Unité	Normes Algérienne			Norme OMS	
		Niveau guide	Concentration Maximale admissible	Méthodes	OMS b	OMS GV
PH	-	6.5 à 8.5	-	NA751	-	-
conductivité	Ms/cmà23°C Et à 20°C		2000 2800	NA749	-	
Résultat sec	mg/l après S'échange à 105°C		2000	NA6356	-	1000
Dureté Total	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	200	500	NA752		
Calcium	mg/l	75	200	NA752	-	-
Magnésium	mg/l	-	150	NA752 ET NA1655	-	-

Paramètre	Unité	Normes Algérienne			Norme OMS	
		Niveau guide	Concentration Maximale admissible	Méthodes	OMS b GV	OMS
Argent	mg/l	-	0.05	NA6873	-	-
Arsenic	mg/l	-	0.05	NA2363	10 µg	-
Baryum	mg/l	-	1	NA6374	700 µg	
Cadmium	mg/l	-	0.01	NA2362	8 µg	
Cyanures	mg/l	-	0.05	NA1766	70 µg	
Chrome	mg/l	-	0.05	NA6375	50 µg	
Cuivre	mg/l	0.05	1.5	NA2362	2000µg	1000 µg

## VI.5.1 Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses (02 échantillons) ont été rassemblés dans le tableau n°06 et le tableau n°7 pour les deux échantillons, échantillon d'eau de source et échantillon d'eau du lac, respectivement.

**Tableau 5 : Résultats des paramètres physico- chimiques (1<sup>er</sup> prélèvement). « Eau de source »**

Date du prélèvement	/ / 2022	Lieu du prélèvement		Eau de Source « A.OUARKA »	
<b>Paramètres / Résultats</b>					
PH	7.58	/	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.092	mg/l
T°	18.9	°C	TAC	106.14	mg/l
Conductivité	7960	µS/cm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	106.14	mg/l
TDS	4300	mg/l	TH	128	mg/l
Salinité	4.44	‰	Ca <sup>+2</sup>	360.72	mg/l
Turbidité	1.64	NTU	Mg <sup>+2</sup>	92.34	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.055	mg/l	Cl <sup>-</sup>	2070.45	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.016	mg/l	Fe <sup>+</sup>	0.003	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3.1	mg/l	Mn <sup>+</sup>	0.002	mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	525	mg/l	MO	7.36	mg/l

**Tableau 6 : Résultats des paramètres physico- chimiques (2<sup>eme</sup> prélèvement). « Eau de Lac »**

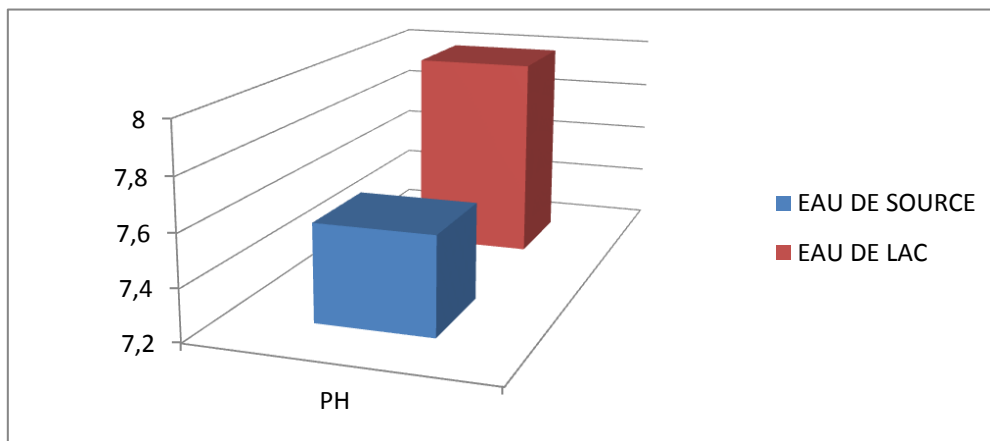
Date du prélèvement	/ / 2022	Lieu du prélèvement		Eau de LAC « A.OUARKA »	
<b>Paramètres / Résultats</b>					
PH	7.99	/	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.083	mg/l
T°	13.3	°C	TAC	237.9	mg/l
Conductivité	10260	µS/cm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	237.9	mg/l
TDS	5660	mg/l	TH	159	mg/l
Salinité	5.90	‰	Ca <sup>+2</sup>	553.10	mg/l
Turbidité	2.40	NTU	Mg <sup>+2</sup>	51.03	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.110	mg/l	Cl <sup>-</sup>	2836.24	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.049	mg/l	Fe <sup>+</sup>	0.055	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.8	mg/l	Mn <sup>+</sup>	0.092	mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	391	mg/l	MO	11.4	mg/l

### VI.5.2 Interprétation des analyses :

Les analyses sont principalement effectuées sur des paramètres physiques et chimiques, tels que la température, le pH, l'oxygène dissous, le total des solides dissous (TDS), la salinité (Sal), la conductivité électrique (EC) et la résistance (). Ces paramètres ont été mesurés in situ, immédiatement après le prélèvement de l'échantillon, à l'aide d'un boîtier de terrain multi paramètre de marque WTW. Nous avons pu prélever deux échantillons extraits pour analyse

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 5 et 6. Nous pouvons voir que :

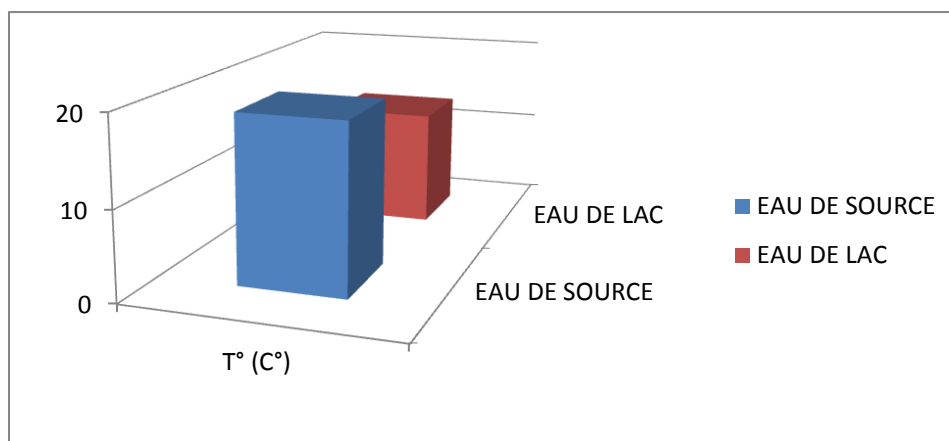
#### 1) Le pH :



**Fig 8 : Evaluation de pH de nos échantillons**

les valeurs obtenues à partir de plusieurs sources sont acceptables et dans les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et varient entre 6,5 et 8,5 alors que certaines sources ont des valeurs supérieures à 9, indiquant que le pH de l'eau est plutôt basique (dominance des ions OH).

#### 2) les raccordements électriques, T(C°) :



**Fig 9 : Evaluation de T° de nos échantillons**

les concentrations sont dans les normes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la conductivité électrique de l'eau ne doit pas dépasser une valeur de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La

conductivité électrique de 2370  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , observée à Ain Ouarka, indique une minéralisation importante de ces eaux par la présence de minéraux résultant de la dissolution des roches en interaction avec les eaux qu'elles traversent. Les valeurs de TDS sont identiques à celles des conductivités électriques car la présence de sels dissous augmente la conductivité dans l'eau. Alors que des valeurs de résistance élevées indiquent que l'eau est plutôt douce.

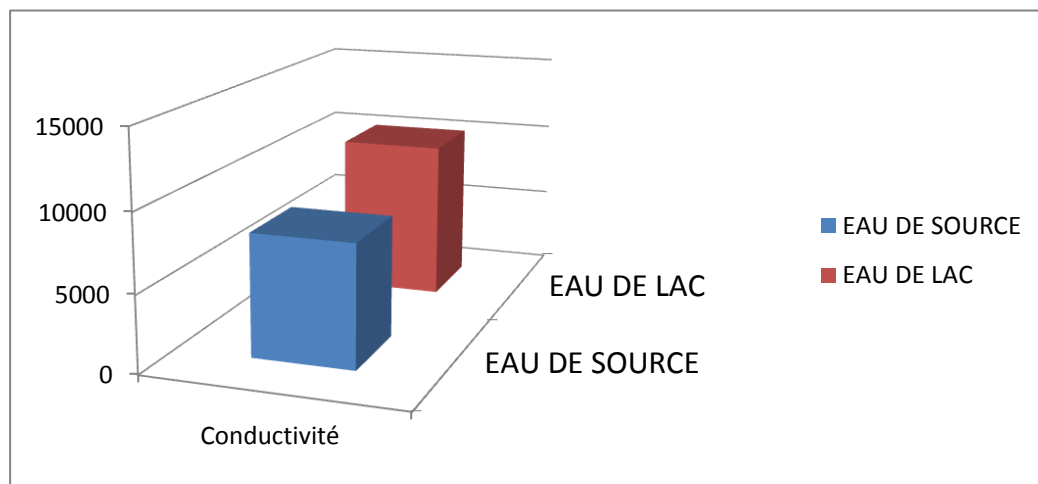
La température permet de corriger les autres paramètres chimiques, comme le pH, la conductivité (OMS, 1997) avec une norme de [ $12^{\circ}\text{C}$  à  $< 22^{\circ}\text{C}$ ].

Un dépassement au de la  $22^{\circ}\text{C}$  présent un risque sur la physiologie digestive car ceci favorisé la croissance de certaine micro-organisme potentiellement pathogènes et perturbe l'équilibre ionique à travers les membranes cellulaires.

La température d'une eau souterraine est presque stable **Fig 6**, elle est variable suivant la saison pour les eaux de surface et constante pour les eaux souterraine . Les résultats de nos échantillons présentent des valeurs satisfaisantes, ils répondent aux normes de l'OMS avec un seuil bien précis

### 3) Conductivité :

La conductivité se traduit pour la minéralisation totale de l'eau. Elle varie entre [200 - 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ].

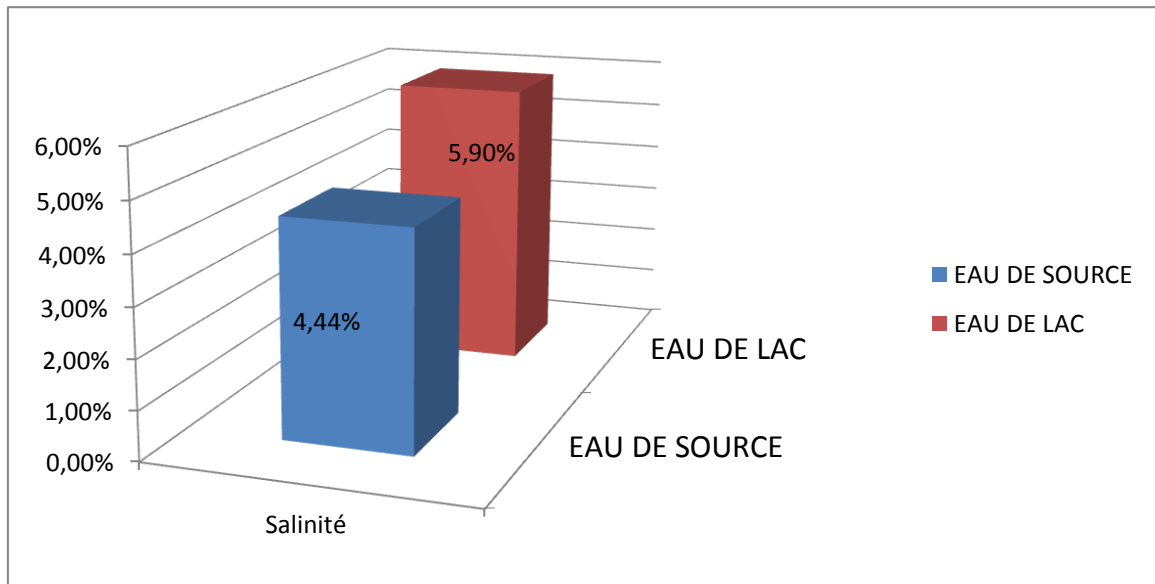


**Fig 10 : Evaluation de la conductivité dans nos échantillons étudiés**

Pour les raccordements électriques (Fig7), les concentrations ne sont pas dans les normes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la conductivité électrique de l'eau ne doit pas dépasser une valeur de 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La conductivité électrique de 7960  $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour l'eau de source Ain Ouarka et la conductivité électrique de 10260 pour l'eau du Lac, qui a été observée à Ain Ouarka, indiquent une importante minéralisation dans cette eau par la présence de minéraux résultant de la dissolution des roches en interaction avec l'eau qui la

traverse. Elles ne correspondent pas aux valeurs TDS (Fig 3) avec celles des conductivités électriques car la présence de sels dissous n'augmente pas la conductivité dans l'eau. Alors que les valeurs de résistance élevées (Fig 7) indiquent que l'eau n'est pas douce du tout.

#### 4) La salinité :



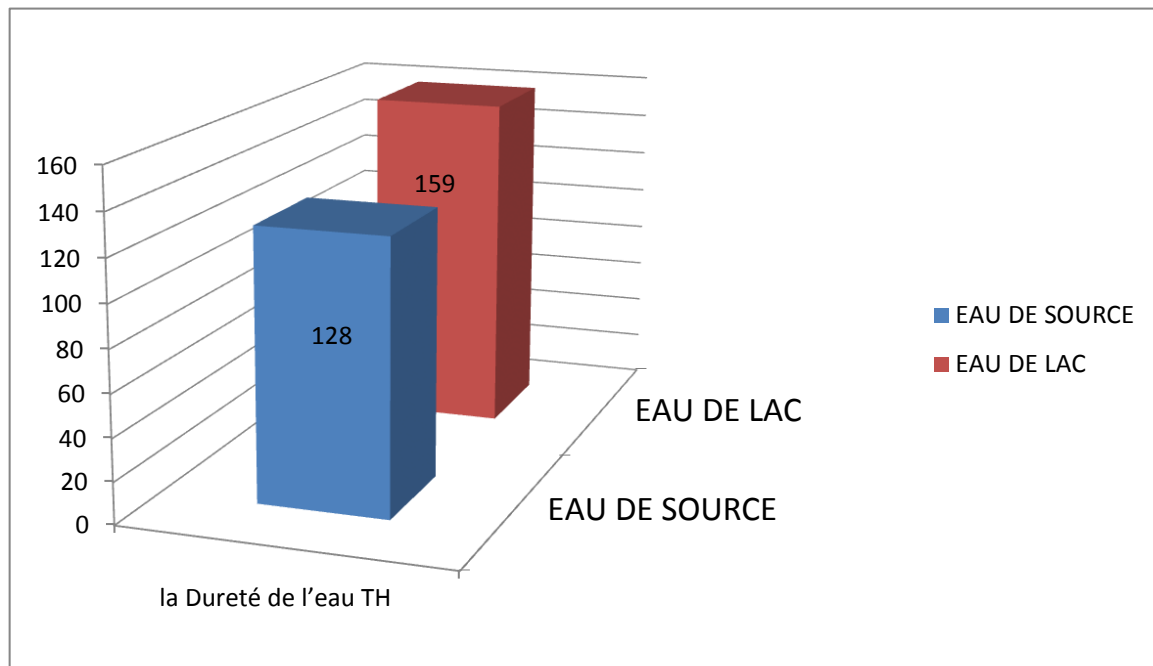
**Fig 11 : Evaluation de la salinité dans nos échantillons étudiés**

La **salinité** (minéralisation) peut également être calculée à partir de la conductivité. Il existe une relation entre le pourcentage de sel dissous dans l'eau et la conductivité de l'eau. En effet, le calcul de minéralisation à partir de la conductivité ne fournit pas une valeur exacte de minéralisation (mg/l) :  $688000 \times \text{conductivité à } 20 \text{ °C (S/cm)}$ . Au total, les valeurs de salinité de l'eau de source rentrent dans les paramètres et ne dépassent pas 1 g/l. Un cas a été observé dans un article où la salinité était de 4,44 ‰ Pour l'eau de source et 5.9 ‰ pour l'eau du lac.

#### 5) Dureté de l'eau TH :

dureté d'une eau reflète sa concentration en sels minéraux dissous plus particulièrement en ions de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , plus cette concentration est élevée plus l'eau est dure .

L'OMS (1996) fixe une norme de TH < 100 °F pour une eau convenable à la consommation humaine

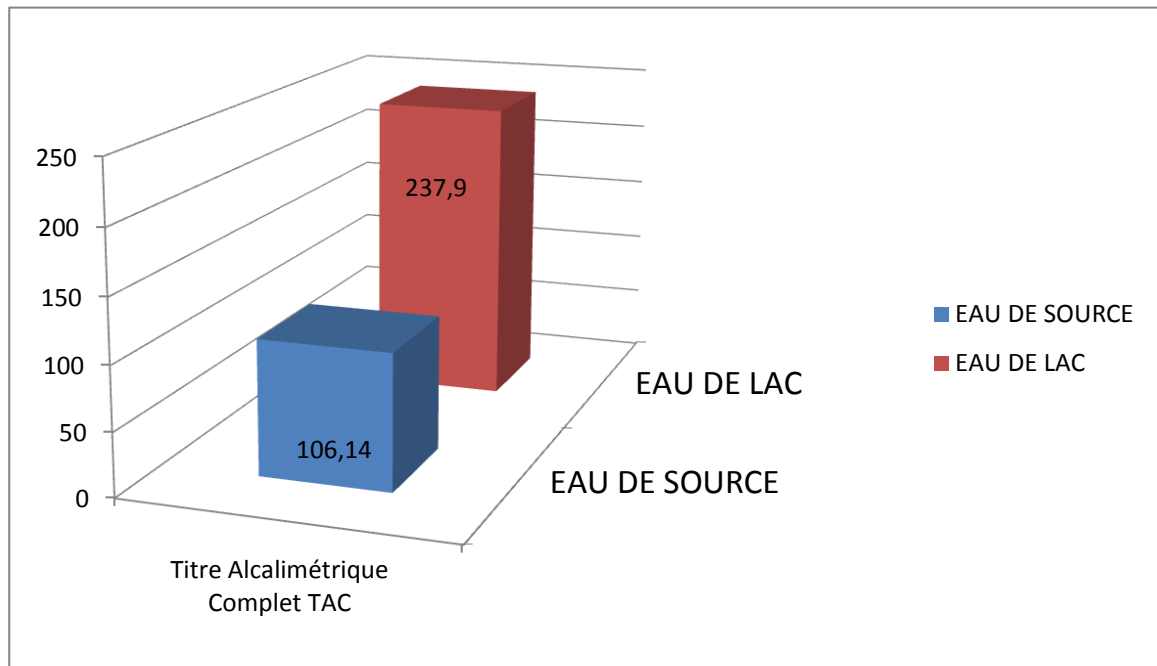


**Fig 12 : Evaluation de la Dureté de l'eau TH dans nos échantillons étudiés**

Et à partir de là, et à travers notre analyse des deux échantillons, ce que montre la figure 5, pour l'échantillon est l'eau de source, la dureté de l'eau qu'il contient est de 128, et la dureté de l'eau dans l'échantillon d'eau du lac est une valeur égale à 159. Selon les normes de la dureté de l'eau requises par l'OMS [ $TH < 100$  °F], nos résultats est corresponde aux normes.

### 6) Titre Alcalimétrique Complet TAC

Selon les normes du Titre Alcalimétrique Complete TAC requises par l'OMS (TAC < 60 °F)



**Fig 13 : Evaluation Titre Alcalimétrique Complet TAC dans nos échantillons étudiés.**

Nos résultats montrent que les 2 échantillons étudiés présentent des valeurs réponduesaux normes d'OMS.

#### VI.6 Bilan terrain :

La question de la diversité biologique que nous avons suivie à travers l'étude de terrain appliquée d'Ain Ouarka peut être résumée dans les points suivants

##### 1) en termes d'écosystème :

Un écosystème typique de l'Atlas et une curiosité naturelle de peu de valeur, où le groupe montagneux entourant Ain El Ouarka constitue un véritable cirque, caractérisé par la présence de roches volcaniques et cristallines, et la particularité de la zone lacustre, où la flore et la faune des région vivent dans la coexistence.

Les ressources profondes d'Ain Ouarka apportent à cet écosystème son caractère écologique dû à ses eaux claires et profondes.

Mais récemment, cette zone a connu une détérioration en tant que zone non fortifiée, en raison de la négligence et de la nature de l'absence de culture humaine, il était donc nécessaire de prendre des mesures pour protéger cette zone en fonction des besoins de la population

locale en afin de concilier entre aménagement et environnement tant la valeur intrinsèque du site reflète l'importance qu'il a pour lui.

Et à travers les images suivantes, l'environnement déforme ce qu'il était et ce qu'il est devenu (avant/après)

**Avant :**



**Après :**



## 2) Exploitation irrationnelle du sel gemme :

Ce que nous avons suivi à travers notre étude, c'est qu'il est devenu une activité commerciale à l'échelle régionale, et le sel gemme est exploité à Ain Waraka pour répondre aux besoins du bétail par des méthodes traditionnelles (transport via des chameaux) d'une part et d'autre part les chariots manuels, qui affectent la survie des oiseaux et leur productivité, car Ces chariots font du bruit à travers leurs moteurs, ce qui fait perdre aux oiseaux leur indépendance.

## 3) Des potentialités en eau, mal gérées :

Au pied de Dj. Chemarikh, jaillit une source chaude d'un débit de 3 l/s captée pour l'alimentation d'un hammam, composé de 26 baignoires individuelles répartis en deux

compartiments (Hommes/Femmes). La température de l'eau 46°C et les indications thérapeutiques sont d'une réputation régionale incontestable.

Cependant, depuis quelques années, l'usage de Hammam s'est fortement reconverti aux fonctions de bain public, utilisant des produits cosmétiques de toilette (shampooing, savon, henné...).

Les conséquences des déversements de ces produits détergeant dans le lac mitoyen ont conduit les autorités locales au raccordement des eaux usées du Hammam au collecteur d'égout du village touristique (Bungalows).

La forte demande des eaux thermales a conduit à l'utilisation d'un surpresseur automatique. Par ailleurs, le trop-plein de la source suit le même cheminement (réseau d'égout) y compris en période de non fonctionnement du hammam.

Ainsi sur une période de sept (07) années, les lacs ne reçoivent plus l'eau de la source principale. Ce qui a l'origine du rabattement du niveau de l'eau des lacs.

Les seuls apports d'eau sont pour l'état actuel la seconde source chaude à très faible débit, la source froide aménagée en fontaine publique et les précipitations directes sur les lacs.

Les eaux usées auxquelles s'ajoutent, le trop plein d'Ain Ouarka (eau de bonne qualité) se rejettent dans le versant opposé en plein nature.

Ainsi, il s'ensuit une gestion irrationnelle des eaux tant sur le plan technique que sur le plan économique, ce qui pourrait conduire à moyen terme à un véritable drame écologique (assèchement des lacs).

Et les images suivantes reflètent ce que nous avons observé depuis le bas niveau du lac de sorte qu'il est presque terrestre

Nous allons montrer à travers ces images le lac ce qu'il était avant et ce que nous avons observé maintenant

Avant :



Après :



#### 4) En matière de diversité animale :

Autrefois, le porc-épic, le chacal doré et les gènes étaient considérés comme des espèces protégées qui contribuent à l'harmonie et à l'équilibre de l'écosystème du site. On note également la présence de l'écureuil barbare, Le fouette-queue, du varan du désert, du fennec et de l'hyène tachetée. Sur le plan faunistique, au moins 19 espèces d'oiseaux aquatiques, d'oiseaux de proie (aigles royaux et planeurs, faucons pèlerins) et de spermophiles ont été recensés. On remarquera surtout la présence du magnifique cerf de l'Atlas et du Sahara, une espèce vulnérable classée sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature.

Mais ce qui a été observé récemment est un grand effondrement et une détérioration au niveau du milieu animal, presque éteint en raison de la négligence du bétail et en raison du faible niveau du lac et de la turbidité de son eau avec des déchets, qu'ils soient humains ou salés. sédiments, etc., qui ont conduit à son déséquilibre et à partir de lui sa migration, sa mort ou son extinction

Avant :



Après :



Avant les périodes sèches des deux dernières décennies, la zone était un milieu propice à la nidification et à la reproduction d'autres types d'oiseaux. Cependant, le phénomène croissant de chasse des types d'oiseaux migrateurs par certains pendant leurs saisons de migration dans cette zone, a conduit à l'extinction d'espèces rares et a créé un environnement dangereux pour elles dans cette région.

De nombreux canards et autres oiseaux qui vivent dans les zones humides ont été enlevés. La superficie de ce lac, qui était autrefois estimée à 13 hectares, s'est également réduite à moins de 4 hectares, car il a perdu beaucoup de ses particularités, notamment le

nombre d'oiseaux endormis dont la reproduction a diminué ces dernières années en raison de cette pollution.

### **5) En matière de diversité végétale :**

L'endémisme était caractéristique de 23% des plantes enquêtées, soit 15 espèces dont l'aire d'extension est limitée au sud-ouest algérien. Points forts et intensités de pluie et de neige jusqu'en avril : le mont Isa permet par exemple l'installation d'une forêt végétale montagnarde de Tillian : pin d'Alep, chêne vert, genévrier de Fouenian, peuplier, frêne, genévrier rouge qui fait du brassage du domaine une réalité un lieu enchanteur et offre au visiteur un ravissant panorama.

Mais depuis peu, avec la forte pollution causée par le rejet des eaux usées de l'activité septique, l'un des principaux dangers menace cette zone humide.

Ces dangers se sont accrus avec l'arrêt du système de filtration par bassins d'oxydation

À cause de cette pollution, les plantes de l'espace naturel sont endommagées par la sédimentation des restes de matériaux et de l'eau en décomposition, ce qui a affecté la croissance des algues et des plantes aquatiques aux abords du lac.



**Conclusion**

**Générale**

### **Conclusion :**

La station minérale d'Ain Ouarka est d'une grande importance dans le domaine de l'hospitalisation et du tourisme, et pour cette raison cette source fiévreuse reste l'un des paris majeurs pour relancer le domaine touristique dans la région, d'autant plus que sa capacité à accueillir jusqu'à 320 visiteurs par jour.

De ce point de vue, la dimension environnementale doit être respectée dans tout projet d'aménagement, et il faut veiller à intégrer la protection de l'écosystème d'Ain Ouarka dans la démarche d'aménagement environnemental, seule condition pour respecter l'équilibre des milieux.

Le processus de développement du tourisme lié au thermalisme, qui est considéré comme la fonction la plus importante de cet espace, tout en préservant l'écosystème actuel, doit être pris en considération.

Tenant compte du processus d'encouragement de la question du développement de l'écotourisme, seule alternative capable de développer le potentiel de nos régions sans modifier ou diminuer leurs diverses valeurs naturelles

Et à partir de là et à travers ce que nous avons étudié, nous devons inclure les points suivants liés à certaines des procédures considérées comme prioritaires dans un cadre coordonné avec la population locale, et ils sont les suivants :

- Déclarer « site non urbanisable » l'ensemble de la zone centrale dite « Cœur du Cirque » en intégrant la cuvette et les monticules diasporiques versicolores.
- Reporter progressivement les urbanisations futures sur les versants Sud des Djebels Boulouhad et Tanout en préconisant un développement modéré du thermalisme (Eviter les urbanisations au pied du mont Chemarikh car elles sont exposées au risques d'éboulements).
- Procéder en urgence à la modification du mode de captage de la source thermique en vue de permettre au trop plein de se déverser comme auparavant dans les lacs en vue de lui assurer une régénération naturelle progressive. Notant que ces deux lacs ont déjà atteint un seuil de pollution critique.
- Asphaltage et élimination des points noirs au niveau de la route à l'intérieur d'Ain Ouarka

## Conclusion générale

---

– Interdire le transport du sel par voie motorisée le long de la route contournant les lacs. Cette mesure permettra à la faune le calme nécessaire à son développement.

– La mise en valeur de ce site touristique en aménageant le terrain et en y créant des espaces verts, en plus de le relier au réseau de canaux d'eau potable et d'égouts, ainsi qu'en aménageant les chemins menant à ce site.

– Confier la gestion des thermes et des structures d'accueil à un organisme spécialisé (public ou privé). Ce dernier doit coopérer avec l'organisme à désigner pour protéger et gérer le site d'Ain Ouarka (parc national ou réserve naturelle).

En fin et A travers ce que nous avons suivi et face à cette situation misérable à Ain Ouarka, les autorités concernées, telles que les secteurs de l'environnement et des ressources en eau et la municipalité d'Asla, doivent limiter l'expansion de la zone de salinité et l'envasement de grandes parties du des bassins d'eau douce et des sources d'yeux, qui ont été bouchés par les accumulations de limon et de boue causées par les torrents explosifs descendant des hauteurs.

Parmi ces interventions, ils doivent nettoyer les berges du canal de drainage des eaux épurées et saupoudrer de chaux vive sur les sources d'émissions d'odeurs, qui peuvent être atteintes par les mécanismes disponibles avec la formation d'un comité de suivi qui prépare des rapports périodiques qui comprennent une évaluation de la situation environnementale et des propositions pratiques pour la mise en valeur de ce lac continental, qui est un refuge pour les oiseaux migrateurs. Et l'habitation, et son eau douce permet l'élevage d'espèces de poissons



# **Références Bibliographiques**

1. ABDELKEFI, A., BEN FADHEL, N., BEN SALAH, A., BOUSSAID, M., ZAOUALI, Y., (2004). Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. Options Méditerranéennes.
2. ALOUTI, I., (2013). Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de boukhmira Sidi Salem-El Bouni- Annaba. PP : 91-108.
3. ALLOUT I. (2013) Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem – El Bouni –Annaba. Mémoire de Magister en Biologie, Université de bordj Mokhtar, Annaba, 244 P.
4. AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., KARA, H., (2009) . Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Crustaceana*, 82: 997-1005.
5. AUBERT, G., 1976. Les sols sodiques en Afrique du Nord. *Annales de l'Institut National Agronomique - El Harrach*, 7: 185-196
6. BACHA , B., BECHIM ,L., (2005). Approche bio-écologique des zones humides et des oiseaux d'eau de la région Sud- Constantinoise. Thèse de Magister. Université El Hadj Lakhdar - Batna –
7. BECHET, A., SAMRAOUI, B.,( 2010). Plan d'action pour le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Algérie. Centre de recherche de la Tour du Valat, Arles, France.
8. BELLAOUEUR, A., (2008). Etude hydrogéologique des eaux souterraines de la région de Ouargla Soumise à la remontée des eaux de la nappe phréatique et Perspectives de solutions palliatives (Sahara Nord-Est Septentrional - Algérie). Mémoire de Magister, Université El-HadjLakhdar, Batna (Algérie)
9. BENSIZERARA, D., CHENCHOUNI, H., SI BACHIR, A., HOUHAMDI, M., (2013). Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. *Avian Biology Research*, 6: 67-77.
10. BOUABDELLAH, E., (1992). La végétation steppique sur sols salés des hautes plaines Sud-Algéroises. Composition, structure et production. Thèse, Doct. és- Siences, Univ. Paris – Sud(ORSAY), 206 p.
11. BOUNAB CH. (2018) Phénologie et structure des Tadorne (Tadorne de Belon et Tadorne casarca) dans le Chott El-Hodna (wilaya de M'sila, Algérie). Thèse de Doctorat en Sciences, Université Djilali Liabes , Sidi Bel Abbes ,214p.
12. BOUTIN, C., BOULAL, M., BOULANOUAR, M .,COINEAU, N., GHLALA, A., MERZOUG, D., MESSOULIM.,YACOUBI-KHEBIZA, M., (2009). Importance, dans les zones arides et semi-arides, de la biodiversité des faunes aquatiques souterraines. Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semiarides, 22-24 Novembre 2009, Université de Ouargla, Algérie.
13. BRYANT, R.G., (1999). Application of AVHRR to monitoring a climatically sensitive playa. Case study: Chott El Djerid, southern Tunisia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24: 283-302.
14. BRYANT, R.G., RAINEY, M.P., (2002). Investigation of flood inundation on playas within the zone of Chotts, using a time-series of AVHRR. *Remote Sensing of Environment*, 82: 360-375.
15. BRITTON, R.H., CRIVELLI, A.J., (1993) - Wetlands of southern Europe and north Africa :Mediterranean wetlands. In : *Wetlands of the world. Inventory, ecology and management*,(Ed. WIGHAM, D.F.,). Kluwer Academic Publications. Dordrecht, p129- 194
16. CAESSTEKER, P., (2007) - Statut des Inventaires des Zones humides dans la Région Méditerranéenne. Version 2.0, sous la direction de Père Tomàs Vives. MedWet-Tour du Valat Publications, France, 145 p

17. CHAIB, M., ZAAFOURI, M., (2000). L'élevage extensif, facteur écologique primordial de la transformation physiologique du cortège floristique en milieu steppique tunisien. *Options Méditerranéennes*, A/39: 119-222.
18. CHEHMA, A., (2005). Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien, Cas des régions et de Ouargla. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie)
19. CHEKCHAKI, S., (2012). Caractérisation morpho-analytique des sols des aulnaies glutineuses du complexe lacustre (Parc National d'El Kala). Thèse de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba.
20. COSTA L.T., FARINHA J.C., HECKER N. et TOMAS VIVES P. (1996) Inventaire des zones humides méditerranéennes, Manuel de référence, Publication Medwet / Wetlands International / Instituto da Conservação da Natureza. Volume I, Lisbonne, 111p.
21. COQUE, R., (1962). La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique. Paris : Armand Colin édition.
22. DEMMNATI, F., (2013). Biodiversité et Enjeux Socio-économiques des lacs salés (Chotts et Sebkhass) d'Algérie. Cas du Chott Merouane et Melghir. Thèse de doctorat, Université Mouhamed khider Biskra
23. D.G.F., (2004). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales. Alger : D.G.F. édition.
24. D.G.F., (2006). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales. Alger : D.G.F. édition.
25. DJILI, K., (2000). Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols du Nord de l'Algérie. *Sécheresse*, 11: 37- 43.
26. DROUHIN, G., (1960). Possibilité d'utilisation de ressources hydrauliques limitées en Algérie. Colloque général sur les problèmes de la zone aride, 11-18 mai 1960, Paris.
27. DRESCH, J., (1954). Mouvements du sol quaternaire au Maghreb Oriental. *Annale de Géographie*, 63: 61-62
28. ELAFRI A. (2017) Inventaire et écologie du peuplement d'oiseaux aquatiques dans un site Ramsar du Nord-est algérien (Lac Tonga, wilaya El-Tarf). Thèse de Doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 242p.
29. FUSTEC, E., LEFEUVRE, C., (2000) - Fonctions et valeurs des zones humides. Ed. Dunod. Paris, 426 p.
30. HALITIM, A., (1985). Sols des régions arides d'Algérie. Alger: O.P.U. édition.
31. HERVIO, J., (2001) .Développer le partenariat pour la gestion conservatoire des tourbières en environnement forestier. *Revue Forestière Française*, LIII – numéro spécial, pp. 212-216.
32. LADOUCHE, B., WENG, P., (2005) - Hydrochemical assessment of the Rochefort marsh: Role of surface and groundwater in the hydrological functioning of the wetland. *Journal of Hydrology* 314: 22-42.
33. LEDANT J.P et VAN DIJK G. (1977) Situation des zones humides Algériennes et de leur avifaune. *Aves*, 14 (4), pp.217-232.
34. LOINTIER, M., (1996) - hydrologie des zones humides tropicales, apport de l'information spatialisée aux problèmes de gestion intégrée, applications en Guyane. Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie. Paris. 297 p.
35. MALTBY, E., TURNER, R.E., (1983) . Wetlands of the world, *Geogr. Mag.* 12-17p.

36. MALTBY, E., (2009). *Functional Assessment of Wetlands: Towards Evaluation of Ecosystem Services* Woodhead Publishing, Cambridge, 672 p.
37. MARTIN L. (2012) *La gestion des zones humides dans les dossiers loi sur l'eau : amélioration des avis techniques pour une meilleure mise en œuvre des mesures compensatoires zones humides*, Université de Limoges, 129 p
38. MOUELHI, S., BALAY, G., KRAIN, M., (2000). Branchiopodes (Cténopodes et Anomopodes) et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord : Inventaire et biodiversité. *Zoosytema*, 22: 731-748
39. NEDJIMI, B., DAOUD, Y., (2006). Effect of Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. *Anales de Biología*, 28: 35-43.
40. OUDIHAT K. (2011) *Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Ferd (Tlemcen)*. Mémoire de Magister en Ecologie et Biologie des Populations, Université AbouBekr Belkaid, Tlemcen, 92 p.
41. PEARCE, F. & CRIVELLI, A.J., (1994) - *Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes*. Publication. MedWet / Tour du Valat, n°1, Arles, France, 88 p.
42. POUGET, M., (1980). *Les relations sol-Végétation dans les steppes sud-algérien (Algérie)*. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille 3 (France).
43. RAMSAR . (2016) *Manuel Ramsar. 6ème édition, Introduction à la convention sur les zones humides*, Sous-série I : Manuel 1. Coopération internationale pour les zones humides, 120p
44. SAMRAOUI, B., DE BELAIR, G., (1997) - *The Guerbes-Senhadja Wetlands : Part I. An overview*. *Ecologie* 28 (3) : 233-250p.
45. SAMRAOUI, B., CHAKRI, K., SAMRAOUI, F., (2006). Large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salts lakes of Algeria. *Journal of Limnology*, 65: 83-88
46. SI BACHIR, A., (2008). *Connaissances et mises en valeur des ressources biologiques des zones humides du sud-constantinois (Algérie)*. Séminaire internationale sur la biodiversité et la conservation des zones humides nord africaines. 2-4 décembre 2008, Université de Guelma, Algérie
47. SKINNER J., ZALEWSKI S. (1995) *Fonction et valeurs des zones humides méditerranéennes*. Tour du Valat, Arles (France), N°2.88. Pub. MedWet
48. WILLIAMS, W.D., (2001). Anthropogenic salinisation of inland waters. *Hydrobiologia*, 466:329-337.
49. ZAAFOUR, M., (2012). *Impact des décharges sauvages sur les Zones Humides de la région d'El-Tarf*. Thèse de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba
50. ZEDAM A (2015) *Etude de la flore endémique de la zone humide de chott El-Hodna*. Inventaire-Préservation. Thèse doctorat en science, Université Sétif 1, 197p.