



République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La  
Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ ABBES LAGHROUR-KHENCHELA

Faculté des Science de la nature et de la vie  
Département : Écologie Et Environnement

## ***MÉMOIRE DE MASTER ACADIMIQUE***

Filière : Écologie et Environnement

Option : Écologie fondamentale et appliquée

### **Thème**

***Identification et caractérisation des zones humides de la  
wilaya de khenchela***

### **Présenté par**

- *DJEHAICHE Khaoula*
- *BOUKARKAR Soundes*

### **Jury de soutenance**

- |                                            |            |                                     |
|--------------------------------------------|------------|-------------------------------------|
| • <b>Président</b> : <i>LARBAA Rabah</i>   | <b>MCB</b> | Université Abbes Laghrour-Khenchela |
| • <b>Examineur</b> : <i>BERKANI Chrifa</i> | <b>MCB</b> | Université Abbes Laghrour-Khenchela |
| • <b>Encadreur</b> : <i>DIB Dounia</i>     | <b>MCB</b> | Université Abbes Laghrour-Khenchela |

***Promotion : 2020-2021***



# *Dédicace*

## *Je dédie ce modeste travail*

*C'est avec un grand plaisir et une grande joie que je dédie ce présent mémoire :*

*Particulièrement à ma très chère mère  
Qui a sacrifié sa noble existence pour bâtir la  
mienne, en me guidant vers la voie de la réussite.*

*A*

*Mon cher père pour ses conseils inoubliables et sa  
compassion tout au long de ma vie.*

*A*

*Mes frères (Anis et Moncef), ma petite  
sœur (Tesnim) et toute ma famille.*

*A*

*Tous mes amis et tous mes collègues de ma  
spécialité écologie fondamentale et appliquée.*

***Boukarkar Soundes***



# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A ma chère maman, pour tous ses sacrifices, son  
amour, sa tendresse, son soutien et ses prières tout au  
long de ma vie*

*A l'âme de mon cher père*

*A mes sœurs et mes frères*

*A l'esprit qui habit mon âme*

*A tous les gens que j'aime et qui m'aiment*

*Djehaiche Khaoula*



## ***Résumé***

Résumé L'objectif de cette étude est d'identifier les différentes zones humides naturelles et artificielles au niveau la wilaya de Khenchela. On distingue quatre zones humides : Sebket El-Mahmel, Gareat El-Taref, Plaine de Remila et le barrage de Babar avec qui partagent un caractère commun: la disponibilité de l'eau qui constitue la principale ressource en eau potable et en eau d'irrigation pour la population rurale et urbaine. ces zones demeurent fragiles car elles sont menacées par de nombreux facteurs délétères qui pourraient agir négativement tant quantitativement que qualitativement.

Pour évaluer la qualité des eaux de surface et souterraines des zones humides de la wilaya, nous avons effectué de nombreuses analyses statistiques, qui ont montré que les eaux de surface (eau de Sebka et Garaet) sont fortement minéralisées par rapport aux eaux souterraines de la plaine de Remila et des eaux du barrage de Babar à cause des facteurs du climat ambiant.

Ainsi que la projection des échantillons sur le diagramme de Wilcox montre la bonne qualité des eaux souterraines de la plaine de Remila et de barrage de Babar pour l'irrigation avec un faible pouvoir alcalinisant contrairement à La qualité médiocre à mauvaise des eaux pour l'irrigation du lac salé d'Es Sebikha et la Gareat avec un pouvoir d'alcalinisation moyen à fort.

La zone d'Es-Sebikha semble la plus touchée par la pollution due aux nitrates à cause des rejets d'eau usées urbaines non épurés après une projection des variables et des individus sur le plan I-II.

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد مختلف المناطق الرطبة الطبيعية والاصطناعية في ولاية خنشلة ،حيث نميز أربع مناطق رطبة : سبخة المحمل ،حوض قرعة الطارف ،سهل الرميلة وسد بابار التي تتشارك صفة مشتركة وهي توفر المياه التي تشكل المصدر الرئيسي لمياه الشرب ومياه الري لسكان الريف سكان الحضر. تظل هذه المناطق هشة لأنها مهددة بالعديد من العوامل الضارة التي يمكن أن تؤثر سلباً من الناحيتين الكمية والنوعية. لتقييم جودة المياه السطحية والجوفية في المناطق الرطبة بالولاية ، قمنا بإجراء العديد من التحليلات الإحصائية، والتي أظهرت أن المياه السطحية (مياه السبخة و حوض قرعة الطارف) غنية بالمعادن مقارنة بالمياه الجوفية في منطقة سهل الرميلة ومياه سد بابار لعوامل المناخ المحيط. بالإضافة إلى إسقاط العينات على مخطط Wilcox يوضح النوعية الجيدة للمياه الجوفية لسهل الرميلة وسد بابار بالنسبة للري بقوة قلووية منخفضة على عكس نوعية المياه الرديئة بالنسبة للري في كل من بحيرة السبخة وحوض قرعة الطارف بقوة قلووية متوسطة إلى قوية. تبين أن منطقة السبخة هي الأكثر تضرراً من تلوث النترات بسبب تصريف مياه الصرف الصحي الحضرية غير المعالجة بعد إسقاط المتغيرات والأفراد في المخطط الأول والثاني.

## ***Abstract***

The objective of this study is to identify the various natural and artificial wetlands in the wilaya of Khenchela. There are four wetlands: Sebkhet El-Mahmel, Gareat El-Taref, Plaine de Remila and the Babar dam with which share a common character: the availability of water which constitutes the main source of drinking water and irrigation water for the rural and urban population. these areas remain fragile because they are threatened by many deleterious factors which could act negatively both quantitatively and qualitatively.

To assess the quality of surface and groundwater in wetlands in the wilaya, we have carried out numerous statistical analyzes, which have shown that surface water (Sebkha and Garaet water) is highly mineralized compared to groundwater in the region of Remila plain and the waters of the Babar dam due to the factors of the ambient climate.

As well as the projection of the samples on the Wilcox's diagram shows the good quality of the groundwater of the plain of Remila and of the Babar dam for irrigation with a low alkalizing power at variance poor quality of water for irrigation in Es Sebkha and Gareat with a medium to strong alkalization power.

The Sebkha area appears to be the most affected by nitrate pollution due to untreated urban wastewater discharges after a projection of variables and individuals on plan I-II.

## *Liste des figures*

<i>Figure N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<b>1</b>	Situation géographique et limites administratives de la zone d'étude	<b>19</b>
<b>2</b>	Réseaux hydrographique de la zone d'étude	<b>27</b>
<b>3</b>	Carte géologique de la zone d'étude	<b>41</b>
<b>4</b>	Carte pédologique de la zone d'étude	<b>43</b>
<b>5</b>	Variations inter-annuelles des températures moyennes mensuelles de station étudiée	<b>45</b>
<b>6</b>	Variations inter-annuelles des précipitations de la station d'El Hamma	<b>46</b>
<b>7</b>	Variation saisonnière des précipitations de la station d'El Hamma (1995-2015)	<b>47</b>
<b>8</b>	Variations mensuelles de l'humidité relative moyenne de l'air en %	<b>48</b>
<b>9</b>	Variations inter- annuelles des valeurs de l'indice d'aridité de De Martonne	<b>50</b>
<b>10</b>	Diagramme Ombrothermique selon les données moyennes de la période 1995-2015	<b>51</b>
<b>11</b>	Bilan hydrique moyen de la période 1995-2015 de la station d'El Hamma	<b>54</b>
<b>12</b>	Carte d'occupation du sol de la région d'étude	<b>58</b>
<b>13</b>	Projection des échantillons sur le diagramme de Piper	<b>65</b>
<b>14</b>	Aptitude des eaux à l'irrigation	<b>67</b>
<b>15</b>	Pouvoir d'alcalinisation des eaux	<b>68</b>
<b>16</b>	Projection des variables et individus sur le plan I-II	<b>70</b>

## *Liste des tableaux*

<i>Tableau N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<b>1</b>	Caractéristiques de la station	<b>44</b>
<b>2</b>	Moyennes des maximas et minimas	<b>45</b>
<b>3</b>	Valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle	<b>48</b>
<b>4</b>	Classification des climats selon IDM	<b>49</b>
<b>5</b>	Calcul des termes du bilan hydrique de la station d'El Hamma	<b>53</b>
<b>6</b>	Statistiques descriptives	<b>63</b>
<b>7</b>	Matrice de corrélation entre variables (Pearson)	<b>69</b>

## *Liste des d'abréviations*

- ❖ **ZH** : Zones humides
- ❖ **MNT** : Modèle numérique de terrain
- ❖ **ONM** : Office national de météorologie
- ❖ **ANRH** : Agence nationale des ressources hydrique
- ❖ **I<sub>DM</sub>** : Indice d'aridité de De Martonne
- ❖ **ETP** : Évapotranspiration potentielle
- ❖ **ETR** : Évapotranspiration réelle
- ❖ **RFU** : Réserve facilement utilisable
- ❖ **Da** : Déficit agricole
- ❖ **AWC** : Available water capacity
- ❖ **EDTA** : Éthylène diamide tétra-acétique
- ❖ **AFNOR** : Association français de normalisation
- ❖ **ACP** : Analyse en composantes principales
- ❖ **ANRH** : Agence nationale des ressources hydriques
- ❖ **CHA** : Analyse hiérarchique ascendante

# *Table des matières*

*Résumé*

*Liste des figures et tableaux*

*Liste d'abréviation*

*Introduction générale*

## ***PREMIÈRE PARTIE : synthèse bibliographique***

### ***Chapitre I : Généralités sur les zones humides***

I.1. Généralité sur les zones humides .....	3
I.1.1. Définition des zones humides .....	3
I.2. Importance écologique des zones humides .....	3
I.2.1. Caractéristiques des zones humides .....	4
I. 3. Fonctions écologiques des zones humides .....	4
I.3.1. Fonctions hydrologiques .....	4
I.3.2. Fonctions biologiques .....	5
I.3.3. Fonctions climatiques .....	5
I.3.4. Fonction d'alimentation .....	5
I.3.5. Fonction de reproduction .....	5
I.3.6. Fonction d'abri, de repos et de refuge .....	5
I.4. Convention de Ramsar sur les zones humides .....	6
I.5. Différents types des zones humides .....	6
I.5.1. Les zones humides continentales .....	6

I.5.2. Les zones humides marines et côtières .....	8
I.6. Valeurs des zones humides .....	8
I.6.1. Valeur économique .....	9
I.6.2. Valeur biologique .....	9
I.6.3. Valeur esthétique .....	9
I.6.4. Valeur socioculturelle .....	9
I.7. Les zones humides en Algérie et leurs importances .....	9
I.7.1. La classification des zones humides en Algérie .....	10
I.8. Principales menaces qui pèsent sur les zones humides .....	14
I.9. Outils de caractérisation des milieux naturels .....	15

## ***DEUXIÈME PARTIE : Matériel et méthodes***

### ***Chapitre II: Présentation de zones humides étudiées***

II.1 . Introduction .....	16
II.2. Situation géographique... .....	16
II.2.1. Sebkhât El Mahmel.....	16
II.2.2. Plaine de Remila. ....	17
II.2.3. Gareat El Taref .....	17
II.2.4. .Barrage Babar.....	18
II.3. Géomorphologie.. .....	20
II.3.1. Sebkhât El Mahmel .....	20
II.3.2. Plaine de Remila .....	21

II.3.3. Gareat El Taref .....	22
II.3.4. Barrage Babar .....	23
II.4. Réseau hydrographique .....	23
II.4.1. Sebkhat El Mahmel .....	23
II.4.2. Plaine de Remila .....	24
II.4.3. Gareat El Taref .....	25
II.4.4. Barrage Babar .....	25
II.5. Cadre géologique .....	28
II.5.1. Sebkhat El Mahmel .....	28
II.5.2. Plaine de Remila .....	30
II.5.3. Gareat El Taref .....	34
II.5.4. Barrage Babar .....	38
II.6. Pédologie .....	42
II.7. Caractéristiques climatologiques .....	44
II.7.1. Introduction .....	44
II.7.2. Les éléments du climat .....	44
II.7.2.1. La Température .....	44
II.7.2.2. Les précipitations .....	46
II.7.2.3. L'humidité relative de l'Air... ..	47
II.7.3. Les indices climatiques et caractérisation du climat.....	49
II.7.3.1. Indice d'aridité de De Martonne ( $I_{DM}$ ) .....	49
II.7.3.2. Indice ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1952) ..	50
II.7.3.3. Quotient pluviothermique d'Emberger (1932) .....	51

II.7.3.4. Calcul du bilan hydrique .....	52
II.7.4. Synthèse des résultats de l'étude climatique .....	54
II.8. Occupation du sol .....	55
II.8.1. La végétation forestière .....	55
II.8.2. La végétation steppique .....	56

### ***Chapitre III: Outils analytiques et statistiques***

III. Méthodologie et techniques analytiques .....	60
III.1. Introduction .....	60
III.2. Acquisition des données .....	60
III.3. Stratégie de travail .....	60
III.3.2. Travaux de laboratoire .....	60
III.4. Traitement des données .....	61
III.4.1. L'analyse en composantes principales (ACP) .....	61
III.4.2. Diagramme de Piper .....	62
III.4.2. Cartographie des paramètres hydrochimiques .....	62

### ***Chapitre IV : Résultats et discussion***

IV.1. Statistiques descriptives .....	63
IV.2. Faciès chimiques des eaux .....	63
IV.3. Aptitude des eaux à l'irrigation.....	66
IV.4. Analyse statistique des données physico-chimiques .....	69

IV.5. Conclusion.....	71
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>72</b>
<b>Références bibliographiques.</b>	
<b>Annexe</b>	



*INTRODUCTION  
GÉNÉRALE*

### **Introduction générale**

Les zones humides sont des écosystèmes complexes, elles sont produites des processus écologiques, hydrologiques et climatiques auxquels s'est associée l'action des organismes vivant y compris celle de l'homme. Les zones humides sont des sites de transition entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Par leur richesse floristique, faunistique et leur biodiversité, les zones humides jouent un rôle important dans l'épuration des eaux, le développement de la pêche, la production du bois, la prévention des inondations, le captage des sédiments, la recharge des nappes phréatiques, la stabilisation des berges et l'atténuation des forces érosives. Ce qui a attiré l'attention de plusieurs organismes et pays à l'établissement de règles régissant le contrôle, la gestion, la protection et la sauvegarde de ces écosystèmes continentaux. (Sabri, 2011)

C'est au début des années 1971, que la communauté internationale a pris conscience de l'importance de ces écosystèmes. La ville Iranienne de Ramsar a permis à quelques 18 pays possédant des zones humides sur leur territoire, de signer un premier traité intergouvernemental, connu depuis sous le nom de convention de Ramsar. Ce traité compte aujourd'hui 169 pays adhérents, avec pas moins de 2220 zones humides (d'une superficie de près de 2.14 millions kilomètres carrés), inscrites sur le site Ramsar des zones humides qui ont une importance internationale. L'importance de ce traité, consiste à amener les parties contractantes à prendre l'engagement de garantir la conservation des zones humides, et leur utilisation rationnelle et durable au bénéfice de l'humanité. (Saifouni, 2009)

L'Algérie qui ratifie la convention Ramsar en 1982, a procédé depuis au classement de 50 zones humides sur la liste Ramsar des zones humides qui ont une importance internationale, totalisant une superficie global de plus de 2.99 millions d'hectares soit 50% de la superficie totale.

L'Algérie est riche en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Aujourd'hui, nous savons qu'elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs. (Melanie, 2009)


L'objectif de notre étude consiste au recensement et à la caractérisation et l'identification des différents types de zones humides existants dans la wilaya de kenchela.

Notre travail est structuré en quatre chapitres dont le premier est consacré aux généralités sur les zones humides, le deuxième présentation des zones humides, le troisième outils analytique et statistique et enfin dans le quatrième chapitre résultats et discussion.



*PREMIÈRE PARTIE*

*Synthèse Bibliographique*

A decorative floral arrangement featuring various green leaves and light-colored flowers, positioned around a central rectangular frame.

**CHAPITRE I**  
*Généralités sur les zones  
humides*

## **I.1. Généralité sur les zones humides**

### **I.1.1 Définition des zones humides**

Les zones humides (anglais : wetland) sont des écosystèmes situés entre Terre et Eau, tant sur le plan de leur distribution spatiale, qu'en référence à leur mode de fonctionnement hydraulique. La première définition juridique de référence en droit français est celle de la loi sur l'eau du 03 janvier 1992 : « On entend par zone humides les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plante hygrophiles pendant mois une partie de l'année ». (Reguiat, 2017)

Les zones humides (ZH), entendues au sens de la Convention de Ramsar, sont : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbière ou d'eau naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaire, ou l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres et par extension : lac, lagune, mare, marais, golfe, etc. ». (Tandjir, 2011)

Les zones humides, espaces de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques, constituent un patrimoine naturel exceptionnel, en raison de leur richesse biologique et des fonctions naturelles qu'elles remplissent (MEDE, 2012). Elles sont des régions où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive auprès de la surface. (Anani, 2013)

## **I.2. Importance écologique des zones humides**

Un caractère essentiel pour les zones humides est la disponibilité de l'eau, qui contrôlé par le cycle hydrologique. Une zones humide est une dépression naturelle et la mise en eau de la zone humide est fonction d'un équilibre entre les entrées (précipitation, nappe d'eau souterraines) et les sorties (évaporation) d'eau. Les zones humides ont un rôle multidimensionnel et elles contribuent au maintien et à l'amélioration de la qualité de l'eau en agissent comme un filtre épurateur, filtre physique, car elles favorisent les dépôts de sédiments et plusieurs espèce bactériennes qui jouent un rôle essentiel dans la dégradation des éléments et des substances toxiques en milieu aquatique.

Les zones humides constituent également un lieu propice de la diversité biologique. Cette dernière est fonction de la variabilité de la condition hydrique de ces milieux. Les zones humides jouent également un rôle essentiel dans l'alimentation et la reproduction de plusieurs espèces animales (oiseaux, micro- et macro invertébrées, etc.). (Benhallouch & Bendahman, 2014)

### I.2.1. Caractéristiques des zones humides

Selon Saifouni (2009), Une zone humide est caractérisée par :

- Le degré de la salinité de l'eau, celle-ci peut être douce, saumâtre ou salée.
- Le niveau d'eau (élevé, faible et variable).
- La durée de submersion : une zone humide peut être permanente ou temporaire.
- Présence ou absence de végétation hygrophile.
- Composée d'espèces adaptées à la submersion ou aux sols saturés d'eau.
- La nature de la zone humide (naturelle / artificielle).

La stabilité de l'eau dont les zones humides continentales comprennent :

- Eaux dormantes : étangs, lacs, lagunes, mares, retenues collinaires et barrages.

Eaux courantes : fleuves, rivières, ruisseaux et leurs sources . (Babar, 2019)

### I.3. Fonctions écologiques des zones humides

Du point de vue fonctionnel, les zones humides participent à l'équilibre physique et écologique de l'ensemble de cet écosystème. (Oudihat, 2011)

#### I.3.1. Fonctions hydrologiques

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique) ; elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates) ; contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau.

Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques. Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et

les rivières situés en aval. Elles « absorbent » momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse. (Oudihat, 2011)

### **I.3.2. 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 extraordinaire capacité à produire de la matière vivante, elles se caractérisent par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux. (Oudihat, 2011)

### **I.3.3. 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, 2011)

### **I.3.4. 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. (Oudihat, 2011)

### **I.3.5. Fonction de reproduction**

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants. (Oudihat, 2011)

### **I.3.6. 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. (Oudihat, 2011)

#### **I.4. Convention de Ramsar sur les zones humides**

La convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau, adoptée 02 février 1971 à Ramsar (Iran), est entrée en vigueur le 21 décembre 1975 (UCIN, 2009). Elle a pour objet de préserver les fonctions écologiques fondamentales des zones humides en tant que régulatrices du régime des eaux et en tant qu'habitats d'une flore et d'une faune caractéristiques. (Bernand&Girardins, 2011)

La Convention de Ramsar sur les zones humides a été conçue comme un moyen d'attirer l'attention internationale sur le rythme et la gravité de la disparition des habitats des zones humides, disparition due, en partie, à la méconnaissance de leurs importantes fonctions et valeurs, et des biens et services précieux qu'elles fournissent. Les gouvernements qui adhèrent à la Convention expriment ainsi leur volonté de contribuer activement à inverser la tendance historique à la perte et à la dégradation des zones humides.

La convention de Ramsar sur les zones humides sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources à l'échelle régionale, voir mondiale. (MEDE, 2012)

#### **I.5. Différents types des zones humides**

On distingue généralement les zones humides côtières et marines différenciées par la proximité de la mer et les zones humides existant à l'intérieur des terres.

##### **I.5.1. Les zones humides continentales**

Souvent difficiles à délimiter en raison de leur imbrication et de leur interdépendance, elles comprennent les principaux types suivants :

###### **I.5.1.1. Les zones humides alluviales**

Situés en fond de vallée de fleuves et des rivières, les habitats fluviaux (îlots, grèves, berges...) et les zones humides annexes (prairies inondables, marais tourbeux, bras mort, ripisylves, forêts alluviales...) sont façonnés par l'alternance des eaux basses et hautes. Ainsi, les crues créent des espaces variés par l'apport de sédiments et de matières nutritives sur l'ensemble de la zone inondable et sont favorables à une diversité biologique et productivité biologique

élevées. Elles influencent donc le fonctionnement écologique de l'ensemble des zones humides alluviales. (Saidi, 2016)

#### **I.5.1.2. Les régions d'étangs**

Plans d'eau ponctuels, arrière-littoraux et les bordures des lacs, ont des ceintures de végétation à l'interface entre la terre et l'eau, une diversité d'espèces végétales aux besoins hydriques différents se succède suivant un gradient d'humidité. Cette végétation hétérogène est le support d'une vie animal foisonnante. (Saidi, 2016)

#### **I.5.1.3. Les prairies humides**

Ces milieux constituent en effet l'habitat privilégié pour de nombreuses espèces menacées, végétation (Tritillaire, pintade, gratiole officinale...) et animal (Râle des genêts, Barrage à queue noire, Courlis cendré...). Ce sont enfin des zones d'accueil recherchées par les oiseaux migrateurs (de passage ou en hivernage) qui y trouvent une nourriture abondante. Par l'importance des superficies, elles représentent un enjeu majeur pour le maintien des pratiques agricoles. (Saidi, 2016)

#### **I.5.1.4. Les tourbières**

Ces milieux résultent de l'accumulation de matière végétale non décomposée constituant la tourbe. Les tourbières se forment lorsque le sol est constamment engorgé d'eau, sous un climat frais et humide. Elles se caractérisent par leurs formations végétales où dominent des végétaux hygrophiles (mousse, sphaignes, hypnacées, carex, roseaux, joncs...) dont la croissance engendre une accumulation importante de matières organiques. Ce sont des milieux fragiles dont l'édification se réalise sur une période de 2000 à 5000 ans. (Saidi, 2016)

#### **I.5.1.5. Les zones humides artificielles**

Elles ont pour origines l'aménagement de certains réservoirs ou la réhabilitation des gravières (exploitation des granulats alluvionnaires). Plusieurs d'entre elles se sont révélées être d'un grand intérêt, principalement pour l'accueil des oiseaux d'eaux migrateurs et hivernants (canards et échassiers). (Saidi, 2016)

**I.5.1.6. Les zones humides de bas-fond en tête de bassin**

Ces milieux linéaires (ripisylves) ou en taches (petites prairies et tourbières) bordent de manière plus ou moins continue le chevelu des réseaux hydrographiques. Ils interviennent de manière prépondérante dans de l'eau dans les bassins versants largement voués à l'agriculture. (Saidi, 2016)

**I.5.1.7. Les mares permanentes et temporaires**

Plus ou moins artificielles, certaines d'entre elles, notamment celles qui subissent une alternance annuelle d'inondation et d'exondation présentent un intérêt floristique majeur. (Saidi, 2016)

**I.5.2. Les zones humides marines et côtières****I.5.2.1. Zones d'estuaires et de vasières du littoral****I.5.2.1.1. La partie haute des estuaires et baie**

Les prés salés ou schorres, recouverts seulement lors de grandes marées, présentent une végétation dense, particulièrement résistantes au sel et à l'immersion périodique. (Saidi, 2016)

**I.5.2.1.2. La partie basse des estuaires inondés**

A chaque marée présente des vasières appelées slikkes sans végétation apparente, hormis quelques pionnières. Elles sont très fréquentes par les oiseaux migrateurs. (Saidi, 2016)

**I.5.2.2. Les mangroves**

Sont des forêts tropicales, localisées dans la zone de balancement des marées au sein des baies et des estuaires. (Saidi, 2016)

**I.5.2.3. Les marais et les lagunes côtières de la côte méditerranéenne**

Caractérisés par un cordon sableux littoral ou lido, par une lagune plus ou moins comblée en communication avec la mer par un « grau » et par une étroite bande de marais riverains. Lieux de pêche et de production aquacoles. (Saidi, 2016)

**I.6. Valeurs des zones humides**

Les zones humides sont des territoires assis sur des terrains fonciers. La valeur d'un territoire peut naturellement être évaluée selon sa valeur foncière ou selon la valeur de sa

production agricole. Cependant d'autres valeurs doivent être considérées pour ces milieux tant convoités par les hommes. (Bouatouil, 2018)

### **I.6.1. 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. Comme exemple on cite : l'effet tampon des inondations, épuration des eaux et le potentiel génétique des êtres vivants présents. (Rebouh&Merdaci, 2017)

### **I.6.2. 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 maintien de la biodiversité. (Rebouh&Merdaci, 2017)

### **I.6.3. 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. (Rebouh&Merdaci, 2017)

### **I.6.4. 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. (Rebouh&Merdaci, 2017)

## **I.7. Les zones humides en Algérie et leurs importances**

La position géographique et stratégique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse des zones humides.

- A la frange Nord-Ouest et les hautes plaines steppiques se caractérisent par des plans d'eau :

- Salés: Chotts
- Non salés (la nappe phréatique n'est pas très profonde) : dayas

- La partie Nord-Est : renferme de nombreux lacs d'eau douce, des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation.

- Le Sahara renferme les Oasis dans le réseau hydrographique des massifs, montagneux du tassili et du Hoggar on assiste à des sites exceptionnels alimentés par des sources d'eau permanentes appelées Geulta. (Ramsar, 2011)

### **I.7.1. La classification des zones humides en Algérie**

#### **I.7.1.1. Répartition géographiques**

D'après (Chalabi, 1990), les zones humides algériennes sont regroupées en six régions géographiques distinctes, chaque région est formée par un ou plusieurs secteurs abritant chacun au moins un site.

La liste des régions et des secteurs est la suivante:

- Région Nord-Est :
  - Secteur d'el Kala (3 sites).
  - Secteur de Mekhada (3 sites).
  - Secteur de Fetzara (1 site).
  - Secteur de Skikda (3 sites).
- Région constantinoise :
  - Secteur de Sétif (8 sites).
  - Secteur d'Oum El Bouaghi (12 sites).
- Région sud-Est
  - Secteur de Biskra (8 sites).
  - Secteur de Touggourt (8 sites)
- Région de centre :
  - Secteur de Réghaia (1 site).
  - Secteur de Boughzoul (3 sites).

- Région Sud Centre :
  - Secteur de menia (2 sites).
- Région de l'Ouest : (25 sites). (Ramsar, 2011)

### I.7.1.2. Classification écologie des zones humides en Algérie

Morgan et Boy 1982 (in Cherouana, 1996), ont mis au point une méthode de la classification des zones humides du pourtour méditerranéen. Les principaux sites algériens ont été classés sur la base de cette méthode. Les critères utilisés pour définir les valeurs pour la conservation des sites humides sont surtout d'ordre écologique, à savoir:

- L'importance en tant qu'unité de conservation du point de vue.
  - de la fragilité.
  - de la superficie.
  - des menaces.
- La représentativité.
- La richesse et la diversité.
  - en espèces.
  - en habitats.
  - en nombre des canards.
- Si le site est naturel ou artificiel.
- La rareté :
  - en espèces.
  - du site.
- La valeur potentielle du site.
- L'utilisation dans le cadre de l'éducation, la sensibilisation et du tourisme.

(Chalabi, 1990) a distingué onze (11) catégories des zones humides ayant des caractéristiques écologiques différentes :

- **Sites marins artificiels :**
  - Salines.
  
  - Salines d'Annaba.
  
- **Sites marins naturels :**
  - Lacs Mellah.
  
  - Garaet El-Hours (Guerbes).
  
- **Sites à végétations inférieure à 30% Chotts et Sebkhates sans végétation :**
  - Sebkhates Djendli.
  
  - Chott Gadaine.
  
  - Chott El-Goléa.
  
  - Chott Ain Beida (Ouargla).
  
- **Sites à végétations émergente supérieure à 30% a domination de phragmites:**
  - Marais de la Mekhada
  
  - Marais de la Macta (Mascara, Oran, Mostaganem).
  
- **Sites de la végétation émergente supérieure à 30% à domination de scriptes :**
  - Lac Fetzara (Annaba).
  
- **Sites artificiels : Barrage sans végétation :**
  - Barrage de Boughzoul.
  
  - Barrage d'Ain Zada (Ain Zada).
  
  - Barrage de Sidi Abed.

- **Sites artificiels : Barrage avec végétation :**
  - Barrage de Cheffia.
  - Barrage de Zerdezas.
  - Barrage de Guenitra.
  
- **Chotts et Sebkhas sans végétation :**
  - Granol Sebkhas d'Oran(Oran)
  - Sebkhas Guella.
  - Sebkhas Ezzemoul.
  - Salines d'Arzew.
  - Chott El Hodna (M'sila).
  - Chott Ettaref .
  - Garaet Guellif.
  - Garaet Ank Djemel.
  - Sebkhas Djendli.
  - Sebkhas Tinsilt.
  - Chott El Beida (Ouargla).
  - Chott el fraïn.
  - Sebkhas El Hamiett.
  - Sebkhas Bazer.
  - Chott Merouane.
  - Chott Sidi Khouiled.
  - Chott Chergui (Saida).
  - Chott Bel Djloud.
  
- **Oasis :**
  - Oasis de Chgga (Biskra).
  - Kerdache.
  - lac Temacine.
  - Lac Megarine.
  
- **Sites peu salés à végétation aquatique inférieure à 5% :**
  - Lac Gharabs.
  
- **Lac d'eau douce permanente :**
  - Lac Tonga (Taref).

- Lac des oiseaux (Taref).

- Lac Oubeira (taref).

- Lac de Réghaia.

En résumé le Chott El Hodna est une zone humide naturelle non côtière, temporaire, sans végétation et relativement salée. (Ramsar, 2011)

### **I.8. Principales menaces qui pèsent sur les zones humides**

Les zones humides constituent un patrimoine naturel exceptionnel, de par la richesse biologique qu'elles abritent et les fonctions qu'elles remplissent. Mais ces derniers sont menacés du fait des activités humaines.

Selon Saifouni (2009), la régression et la disparition progressives des zones humides, constituent pour l'environnement, un préjudice grave, parfois irrémédiable, qu'il faut empêcher. Les activités anthropiques directes et indirectes, ont profondément altéré le rythme de changement des zones humides. L'opinion selon laquelle les zones humides sont « des places perdues », née de l'ignorance ou de la méconnaissance de l'importance des biens et services qu'elles procurent, est à l'origine de la transformation des zones humides au profit de l'agriculture intensive, de l'industrie ou de l'urbanisme ; certaines zones humides, disparaissent également par suite de la pollution du déversement de déchets, de l'exploitation minière ou de l'extraction de l'eau dans la nappe souterraine.

Parmi les menaces les plus sérieuses qui compromettent la pérennité de ces milieux on cite :

- L'extension souvent irréfléchie des périmètres agricoles adjacents aux zones humides ;
- Le drainage de certaines zones humides, qui est justifiée par la recherche de nouvelles terres agricoles, plus fertiles ;
- L'extension du réseau urbain, utilisant les zones humides comme déversoir des eaux usées.

L'irrigation à grande échelle des terrains cultivés et les polluants toxiques, issus de déchets industriels et des effluents agrochimiques, font peser de graves menaces sur les zones humides. (Babar, 2019)

**I.9. Outils de caractérisation des milieux naturels**

L'étude de caractérisation écologique est recommandée avant tout développement résidentiel ou commercial sur un terrain vacant pouvant représenter un milieu humide ou un habitat potentiel pour des espèces à statut particulier ou précaire.

➤ **La caractérisation écologique a pour but de:**

- Définir la composition d'un milieu.
- Connaitre sa valeur écologique.


La caractérisation écologique consiste en la description détaillée du milieu; de la flore et la faune présente, des liens hydrologiques, de la présence potentielle d'habitats pour la faune et la flore, etc.

Cette étude est nécessaire dans le cadre de travaux de développement résidentiel et/ou commercial, de construction à proximité d'un milieu humide ou encore lorsque le terrain renferme des espèces à statut particulier. (Jean, 2021)



*DEUXIÈME PARTIE*

*Matériel et méthodes*



**CHAPITRE II**  
*Présentation de zones  
humides étudiées*

**II.1. Introduction**

Le Nord- Est algérien rassemble un vaste ensemble de zones humides côtières. Plus au sud, cette région recèle également de vaste complexes de lacs salés et autres zones humides d'une importance écologique. L'un des ces habitat est le complexe des zones humides des Hauts plateaux du Constantinois qui renferme une vingtaine de site.

(Saheb, 2003)

Les milieux humides les plus spacieux de ces hautes plaines se trouvent encerclés dans la région des Sebkhass enclavée entre les wilayas d'Oum El-Bouaghi, Khenchela et Batna. Ces hydro systèmes sont dans leur majorité salés, difficilement accessibles et très peu de littérature scientifique les décrit. (Benazzouz, 1986)

**● Aperçu sur la région de Khenchela**

La wilaya de Khenchela s'étend sur une superficie de 9715,6 Km<sup>2</sup> . Elle est de 21 communes et 08 daïras. (ANDI, 2013)

La région de Khenchela est située au Nord de l'Algérie, au Sud-Est du constantinois, et en contrefort du mont des Aurès entre 34° 06' 36'' et 35° 41' 21'' latitude Nord et entre 06° 34' 12'' et 07° 35' 56 '' de longitude Est. (Khabtane&Rahmoune, 2012)

Elle se distingue par ses milieux physiques et naturels très hétérogènes avec trois régions naturelles distinctes : les hautes plaines du Nord, la zone montagneuse à l'Ouest de la wilaya et les paysages steppiques et sahariens dans le Sud. (Khabtane&Rahmoune, 2012)

**II.2. Situation géographique****II.2.1. Sebkhass El mahmel**

La commune d'El-Mahmale fait partie de la Wilaya de Khenchela, située à l'ouest de la Wilaya de Khenchela, elle s'étend sur une superficie de 371Km<sup>2</sup>.

La commune d'El Mahmale compte deux agglomérations secondaires (Ouled Azzedine et Icherthithéne)

La commune d'El Mahmel fait partie de la Daïra d' Ouled Rachache (Zoui), située à 9km du chef lieu de la Wilaya. Sur l'axe de la RN 32 qui traverse l'agglomération d'Est en Ouest la reliant au chef-lieu de Daira de Ouled Rachache (Zoui). Elle occupe un site relativement plat en légère déclivité d'Ouest en Est, l'air géographique compris entre :

- Longitude ( $7^{\circ}, 15^{\circ}$ ) Est.
- Latitude : ( $35^{\circ}, 20^{\circ}$ ) Nord.
- L'altitude : 1070 m.

**II.2.2. Plaine de Remila**

Le Bassin versant endoréique de Remila (W. Khenchela) se situe entre les parallèles  $35^{\circ}25'$  et  $35^{\circ}40'$  et les méridiens  $06^{\circ}30'$  et  $07^{\circ}05'$  au Nord-est de l'Algérie sur une superficie de 250 km<sup>2</sup>. Il est limité au sud par les versants Nord des Aurès ; au nord par la chaîne des montagnes du Djbel Fdjoudj et au nord-est la dépression endoréique de Sabkha de Gareat et Tarf. (C.P.H, 1977)

Sa topographie plaine, qui comprise entre 800 à 1000 m d'altitude. La combinaison de la présence de relief et de l'environnement tectonique actif rend cette zone l'hôte d'aquifères importante. La plaine de Remila (Khenchela) forme une vaste dépression de 50 à 60 km de long sur 20 km de large en moyenne comblée de dépôts Plio-quaternaire (C.G.G, 1969) et des Miocènes profonds (Vila, 1977). La région est encadrée par :

- Des massifs essentiellement Crétacés les formations s'étagent du crétacé moyen (Aptien) au Crétacé supérieur (Cénomaniens, Turonien et Sénonien), sur le flanc sud de bassin est la plus complète.
- Dans le synclinal Sud se déposer le Miocène marin marno-gréseux (Burdigalien) en discordance sur le Crétacé, et les marnes rouges du Pontien.
- L'ensemble de la plaine est partiellement recouvert par des dépôts de Quaternaire d'épaisseur variable. La plaine est occupée à l'Est par un Chott de 200 Km<sup>2</sup> (Great et Tarf).

**II.2.3. Gareat El Taref**

Positionnement géographique Le bassin de Gareat El Tarf est située dans la partie Nord Orientale de l'Algérie ; à l'extrême Est des hautes plaines steppiques entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud (massif des Aurès).

Le bassin versant de Gareat El Tarf fait partie de l'ensemble des bassins versants des hauts plateaux constantinois d'après l'agence des bassins.

Il Couvre une superficie de 2432 km<sup>2</sup> .Il se situe entre les latitudes 35°22' et 35°56' N et les longitudes 6°49' et 7°34' E. Le centre est jalonné par une dépression endoréique (Gareat) plus connue sous l'appellation de sebkha (lac salé) et qui couvre une superficie de 200 km<sup>2</sup> . Les limites du bassin de la dite «Sebkha » correspondent à :

- au Nord, la ligne de crêt, de direction NW-NE des massif de Sidi Reghis et Aamamet El Kebir.
- à l'Est, la ligne de crêt, de direction NE-SW des massifs de Dj. Fedjidjet, Dj.Bou tokhma, Tafrennt et Chettaia.
- au Sud, la ligne de crêt de direction SE-SW, des djebels Feraoun, Aurès, el Aoud.
- à l'Ouest le talweg de Oued Gueiss, Dj. Fedjoudj et Dj. Tarf. (Dali, 2009)

#### **II.2.4. Barrage de Babar**

Positionnement géographique Le Barrage de Babar est situé à 28 km du chef lieu de la wilaya de kenchela. Les coordonnées géologiques : X : 892 Y : 216 Z : 930 m.

Le barrage à été construit en 1995, sur Oued El Arabe et son bassin versant a une surface de 567 km<sup>2</sup> environ qui fait partie du grand bassin versant de Chott Melghir.

Il est délimité par : les montagnes des Aurès (dont les principaux sont Dj-Chentgomma et Dj-Aidel au Nord Ouest. Dj-Tadliste et Dj-Bougendag à l'Est et Sud-Est). la plaine de kenchela au Nord et au Nord- Est.

Entre les deux ensemble physique des montagnes s'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (Oued Tamagra et Oued El Htiba) qui se rejoignant pour former Oued El-Arab juste avant le site de barrage. (Aouaigia, 2012)

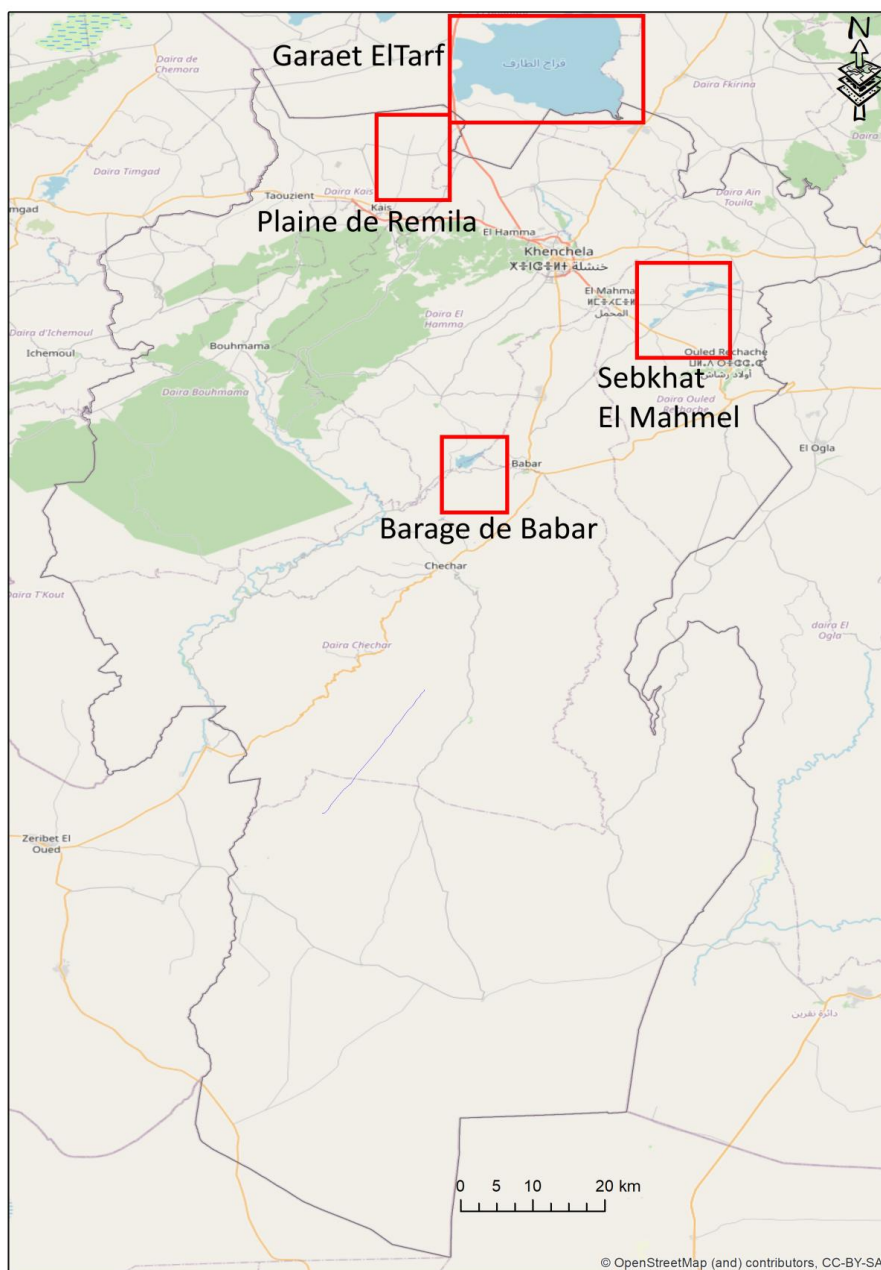


Figure 1 : Situation géographique et limites administratives de la zone d'étude

**II.3. Géomorphologie****II.3.1. Sebkhât El Mahmel**

La caractérisation physique de la commune ne peut se faire qu'à travers l'analyse détaillée des reliefs, la géomorphologie, l'organisation des structures et la connaissance des éléments bioclimatologiques. Ce diagnostic doit aboutir, aussi, à la compréhension des processus et des mécanismes d'évolution de la zone, à partir des liens et des interactions entre le milieu physique et l'homme.

**II.3.1.1. Les Plaines**

Le territoire de la commune est dominé, dans sa majeure partie, par la plaine atlasique intramontagnarde.

Cette dernière est représentée par le bassin de Bahiret S'bikha (1060m) qui correspond à un vaste couloir intra-montagneux orienté suivant la direction de l'ensemble des reliefs de cette région, qui sont séparés par une succession des dépressions à savoir la direction NE-SW, Ce périmètre représente une vaste plaine dans laquelle se développent certains sols salés autour de la Sebkhâ C'est une plaine intramontagnarde assez vaste, avec une largeur variable allant de 5 à 8 Kms, elle est empruntée par plusieurs oueds à direction divergente à partir du méridien de l'agglomération de Tazougert, chef-lieu de la commune, avec des oueds orientés vers le NE, ex de l'oued Esbikha et des oueds dirigés vers le SW, ex de l'oued El Hatiba, principal affluent de l'oued El Abiod.

**II.3.1.2. Les montagnes**

La région montagneuse située au nord, et au sud de la zone est constituée par quelques djebels qui atteignent parfois 1650m, elles sont constituées par :

- djebel Chattaia au nord de 1455m d'altitude.
  - djebel Tafrennet au nord-est de 1406m.
  - djebel Tokhma et djebel FedjIdjet de 1291m sont situés à l'est de la zone.
  - djebel Tadinart de 1408m et djebel Tadelist de 1410m qui sont situés au sud de la zone.
- (Mebarki, 2005)

**II.3.1.3. Les pentes**

Les pentes dans cette zone sont généralement faibles au niveau des bassins (< 2 %), moyennes au niveau des piémonts, entre 2 et 10 %, et fortes sur les versants à caractère montagneux avec des pentes supérieures à 10 % et pouvant atteindre des valeurs de plus de 30 % sur les versants escarpés des massifs de Dj. Chettaïa, Dj. Tafrennt, Dj. Tadelist, Dj. Aouinet en N'Sour.

**II.3.1.4. Les sols salins**

Les sols salins se rencontrent principalement dans la région d'Sebkha, Il se développe au-dessus de roches riches en sodium. Il peut s'agir de roches naturellement riches en sodium ou de roches secondairement enrichies en sodium en provenance d'une nappe salée d'origine continentale.

L'enrichissement secondaire résulte de mauvaises pratiques culturales, au cours desquelles des remontées d'eau chargées en sel finissent par stériliser les sols. Les causes de ces remontées de sel sont multiples. L'irrigation, associée à une forte évapotranspiration, est une des causes la plus souvent avancée.

Les sols salins se caractérisent par un profil simple avec un seul horizon, assez épais, constitué de matières organiques et minérales encroûtées de dépôts de sel précipité.

**II.3.2. Plaine de Remila**

La dépression endoréique de la plaine très étendue et relativement élevée présente une altitude moyenne de 900 m les massifs qui l'encadrent 1200m culminent à 2300 m au sommet de l'Aurès (Djebel Chelia). La zone basse a une altitude de 830m et présente dans sa partie orientale, une zone de saumures de près de 200 km, la Sebkha de Garaat-et-Taraf.

La géomorphologie du site est caractérisée par une topographie au sol plane sur l'ensemble de la plaine. Les bordures Sud et Nord du bassin sont marquées par des inclinaisons relativement importantes, conséquence d'une activité tectonique ayant affecté ces régions, permet un écoulement superficiel plus important.

Le massif des Aurès est la barrière montagneuse qui, prolongeant les hauts plateaux de l'Atlas, marque brutalement sur sa surface sud, la zone saharienne grâce à sa haute position.

L'Aurès présente des conditions climatiques favorables à l'accumulation des eaux superficielles et souterraines. Il s'élève au milieu de deux bassins de l'Algérie orientales, le

bassin des hauts plateaux constantinois et le bassin de chott Melghir il constitue leur ligne de partage des eaux. (Staifi, 2017)

### **II.3.3. Gareat El Taref**

Les Hautes Plaines constantinoises, entre les chaînes de l'Atlas Tellien oriental au Nord et les monts du Hodna, du Belezma et de l'Aurès au Sud, sont essentiellement constituées par d'épais sédiments continentaux accumulés depuis les plissements du Miocène moyen et affectés par les déformations post-villafranchiennes. Géologiquement, les hautes plaines constantinoises appartiennent à l'avant-fosse.

La structuration des formations confère à ce domaine le caractère original de synclinaux élevés entre les grandes structures anticlinales. Dans l'ensemble, les hautes plaines constantinoises se présentent en large couloir topographique E-W (Benazzouz, 1986) . Ils ont été modelés au cours de la tectonique tertiaire et quaternaire.

Les synclinaux constituent de vastes et profondes dépressions généralement d'origine synclinale où se sont déposés les sédiments détritiques au cours du Mio-plio-quaternaire (Wildi, 1983). Les îlots montagneux qui les dominent ont surtout des formes structurales, des pentes raides, et ils sont ceinturés de cônes d'éboulis cimentés.

Le contact avec les grands massifs montagneux de bordure se fait par deux séries de cônes alluviaux emboîtés ou, plus souvent, par deux niveaux étages de glacis d'érosion développés dans des roches de faible résistance au pied de reliefs de matériel dur.

Ces formes emboîtées pourraient s'expliquer par des mouvements du sol, mais aussi, plus vraisemblablement, par des oscillations climatiques. (Despois, 2016)

La partie Nord du sous bassin de Tarf représente des reliefs montagneux isolés par des zones plates (plaines) dont l'altitude moyenne se situe à environ 870m présentant une topographie inclinée avec des pentes faibles situées entre 0 et 3%. Sous la pression des besoins d'une population croissante, les cultures se sont développées notamment la céréaliculture combinée à l'élevage aux dépens des terres de parcours et livrant le sol à l'érosion, favorisant dès lors une dégradation des ressources édaphiques et hydriques. La partie sud du bassin est dominée par le soulèvement de l'Atlas saharien.

Dans cette partie l'Aurès signifiant son cœur. Parsemées de chaînes de montagnes qui s'élèvent entre 1100 et 1700 m, l'altitude des hautes plaines atteint 800 à 1000m. Le centre du

bassin est occupé par la dépression fermée de Garaet El Tarf où convergent les eaux de ruissellement par des cours d'eau à régime endoréique, et des petits chotts.

Dans cette région, à climat typiquement semi-aride, les terrains quaternaires de la partie centre-Est renferment des formations dunaires d'origine éolienne appelées les lunettes.

#### **II.3.4. Barrage de Babar**

##### **II.3.4.1. Les montagnes**

On retrouve ces reliefs au Nord-Ouest sur le massif des Aurès représentés par: DJ-Aidel (2092m), Dj-Chentgomma (2115m), Dj-Bezez (2141m) et à l'Est dans les massifs de Nememcha représentés par Dj-Bouzendag (1390m), Dj-Sguiguine (1453m), Dj-Tedliste (1507m). Au centre du bassin, on retrouve les massifs de Djebel Djahfa (1707m).L'ensemble ne constitue que 14% de la surface totale du bassin versant. (Gaagai,2009)

##### **II.3.4.2. Les piedmonts**

C'est une zone de translation entre les montagnes et la plaine; ils se situent au Sud-Est et au Nord-Ouest entre les altitudes 1200m-1400m avec une pente moyenne de 9%. Ces zones sont occupées par les forêts et ne représentent que 17% de la surface totale du bassin versant. (Gaagai,2009)

##### **II.3.4.3. La plaine**

Elle occupe la grande partie du bassin avec 60% de la surface totale du bassin versant.

Elle se situe entre les deux chaînes montagneuses du bassin versant sur des altitudes inférieures à 1200m. Ces zones sont occupées par des céréalicultures (orge, blé) et drainées par OuedEl Htiba à l'Est et Oued Tamagra à l'Ouest. (Gaagai,2009)

### **II.4. Réseau hydrographique**

#### **II.4.1. Sebkhath El Mahmel**

la région comme la plupart des zones arides et semi-aride , est caractérisée par un ruissellement de type endoréique.

Les principaux cours d'eau drainant la zone (chott El sebkha)

- **Oued Zoui:** dont l'embouchure est à EL MAHMEL; se dirige au nord de la Commune de OULED Recheche.
- **Oud Guergoube:** d'ont l'embouchure se trouve à GUENTILS se dirige vers le Sud et se disperse au lieu dit el MEITA et sert à l'irrigation des épandages appelées N'FIDHA.

- **Oued Meloul:** prend son embouchure à la commune D'EL MAHMEL et se

Jette à OUED GURGOUBE.

- **Oued Es\_Bikha**
- **Oued El Hatiba**
- **Oued Bou** (Anonyme, 2007)

#### **II.4.2. Plaine de Remila**

Le réseau hydrographique est peu dense, avec quelque cours d'eau permanent. Ils sont tous endoréiques et convergent vers Garaet El Tarf. En général, le réseau hydrographique est représenté par :

- **Oued Boulfreis** : est un cours d'eau important dans le bassin versant. Il reçoit plusieurs oueds : Taarist, Melah, Meroui, Martoum et Taouzteni provenant du flanc Nord de l'Aurès. Il est orienté SO-NE, il subit des déviations locales et passe par le chott El Maleh et se jette finalement dans le Garaet el Tarf.

- **Oued Gueiss** : C'est un oued permanent qui ouvre un long couloir dans l'Aurès ; il sort du djebel Noughiss, il va se jeter dans la Garaet el Tarf sous le nom d'oued Marouf. Les affluents qui reçoivent des l'Aurès sont nombreux.

- **Oued El Hammam** : sort du Kef El Biod (1815 m) par une étroite vallée sous le nom d'oued El Kissane, reçoit à quelques kilomètres de Khenchela la source chaude d'Aïn El Hammam, prend le nom d'oued El Hamma et débouche dans la plaine par 1 m défilé de Foum Tfist près de la route de Khenchela et termine son parcours dans les chotts.

- **Oued Baghai** : prend source à djebel Chellalaia, montagne isolée au Sud-Est de Khenchela après avoir servi travers la route Khenchela-Zoui-Tébessa, arrose la plaine de Khenchela, Ksar Baghai et va se jeter dans la Garaet el Tarf; il reçoit à gauche de petits affluents alimentés par des sources et qui sourdent du djebel Chabor (1216 m).

- **Oued Aimer, oued Aissaour, oued Nini et oued El Hassi**, ces oueds prennent sources successivement des massifs de djebel Chettaia (1455 m), djebel Knif (1224 m) djebel Fedjidjet 1291 m et dj.Galaa (1135 m) et se déversent à Garaet el Tarf. (Saoudi, 2017)

### **II.4.3. Garaet El Taref**

La structure du réseau hydrographique est liée en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des temps géologiques. (Bouanani, 2004)

La forme et la densité de ce dernier représentent les deux caractéristiques importantes d'un bassin versant. Sa différenciation est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont : la géologie, le climat, la pente du terrain et la présence ou l'absence d'agglomérations. Les principaux oueds de notre zone d'étude sont :

- **Oued Gueiss** : C'est un oued permanent qui ouvre un long couloir dans l'Aurès ; il dérive du djebel Noughiss et se jette dans Garaet El Tarf sous le nom d'oued Marouf.

- **Oued El Hammam** : Oued El Hammam découle du Kef El Biod (1815 m) par une étroite vallée sous le nom d'Oued El Kissane, prend le nom d'oued El Hamma et débouche dans la plaine et termine son parcours dans les chotts.

- **Oued Baghai** : Oued Baghai prend source à djebel Chellalaia, montagne isolée au sud-est de Khenchela après avoir servi traverse la route Khenchela-Zoui-Tébessa, arrose la plaine de Khenchela, Ksar Baghai et va se jeter dans la Garaet El Tarf ; il reçoit à gauche de petits affluents alimentés par des sources et qui sourdent du djebel Chabor (1216 m).

- **Oued Aimer et Oued Nini** ces oueds prennent sources successivement des massifs de djebel Chettaia (1455 m), Djebel Knif (1224 m) 1291 et se déversent à Garaet El Tarf.

### **II.4.4. Barrage de Babar**

En effet les contours du bassin d'alimentation se tracent aisément car il suffit de suivre les sommets de la série de Djebels qui dominent les différentes vallées qui pénètrent profondément dans le massif pour saisir les nombreux compartiments cisailés qui les composent comme nous les voyons ci-dessous :

- **Oued El Arab** : Un réseau dendritique.

Celui-ci résulte de la confluence de l'Oued Mellagou et de l'Oued El Abiod1 qui prennent leurs sources respectivement au Djebel Chélia et au Djebel Aïdel. Son tracé à l'Est, est la limite exacte du massif qui le délimite des monts des Nememchas. Il draine pratiquement tout le flanc est du massif. La superficie de son bassin qui touche l'Aurès est d'environ 2500 Km<sup>2</sup>.

Cet Oued à écoulement permanent qui a justifié d'ailleurs la construction du barrage de Babar, irrigue une série d'Oasis notamment après la sortie du massif. Nous pouvons citer entre autres Kheirane, Khenguet Sidi Nadji, Zéribet El-Oued.

Plus au Sud à 150 Km environs de ses sources. Comme tous les Oueds qui se dirigent vers le Sud, son débit diminue au fur et à mesure que nous nous dirigeons vers le Sud. (Meharzi, 2010)

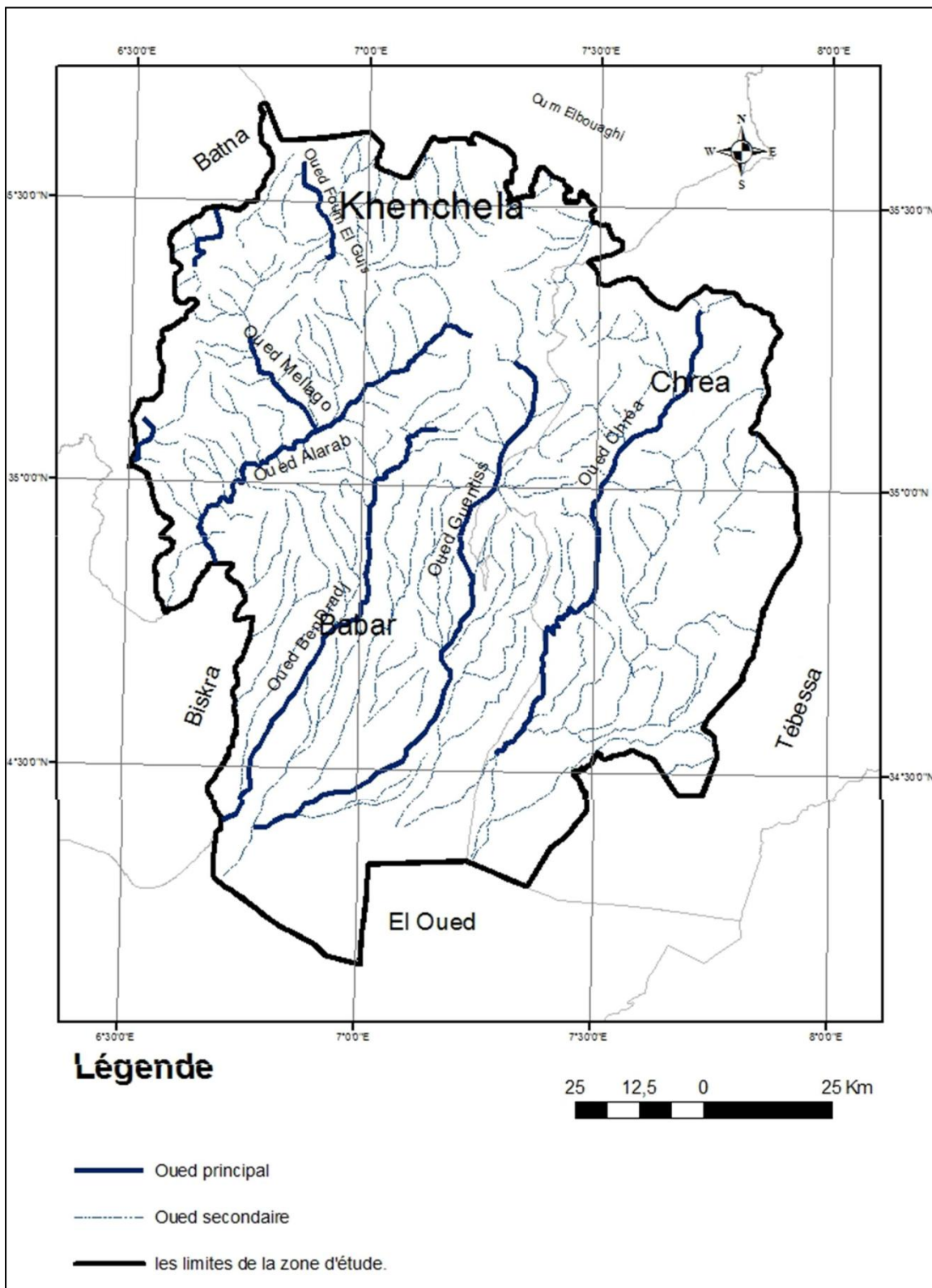


Figure 2: Réseaux hydrographique de la zone d'étude.

## **II.5. Cadre géologique**

### **II.5.1. Sebkhât El Mahmel**

La géologie est une moyenne d'investigation, parce qu'elle permet la prévision des formations susceptibles d'être aquifères et de suivre leurs évolutions dans l'espace du terrain d'étude.

#### **II.5.1.1. La Stratigraphie**

La zone d'étude, fait apparaître des terrains du Quaternaire et du Crétacé.

- **Quaternaire** : il est constitué par des dépôts sableux, limoneux et des graviers avec de gros galets.
- **Maestrichtien** : il correspond à des calcaires à des nodules de silex (95 mètres) et une alternance de marnes et de calcaires (40 mètres).
- **Campanien** : il débute par 60 mètres de calcaires crayeux, surmonté par une série de 150 mètres de marnes.
- **Santonien** : constitué par une série marneuse de 100 mètres d'épaisseur et 130 mètres d'une formation à caractère récifal et béchique.
- **Coniacien** : constitué par une alternance de marnes et de calcaires d'une épaisseur de 150 mètres
- **Turonien** : le turonien supérieur est constitué par 150 mètres d'une alternance de marnes et de calcaires noduleux .le turonien basal correspondent à une série de 200 mètres de marnes à intercalations de marna-calcaires.
- **Cénomaniens** : il correspond à une puissante série marneuse dépassant 700 mètres surmontés par une barre calcaire de l'ordre de 30 mètres formant une corniche.

#### ➤ **II.5.1.2. Quaternaire**

Les dépôts quaternaires sont d'origine continentale et occupent d'importantes surfaces. Ils se sont développés essentiellement dans les parties bordant les massifs montagneux. On y rencontre des éboulis à blocs, éboulements et glacis polygéniques. Dans les zones basses telles les vallées et les sebkhas, terrasses et sols salés hydro morphes. On y trouve une croûte calcaire villafranchienne, perché, entaillé et probablement karstifié ainsi que des tufs carbonatés, liés à quelques sources hydrothermales.

Donc le quaternaire recouvre la majeure partie de la plaine d'El- Mahmel. Le bassin étant fermé, il a recueilli tous les produits de l'érosion des reliefs environnants. Sédimentation est en majeure partie sableuse, limoneuse; avec une proportion importante de gypse. On y trouve également des intercalations de: graviers, avec de gros galets.

### II.5.1.3. crétacé

Il correspond aux formations carbonatées situées surtout au nord de la plaine (Djebel Tafrent) en trouve:

- **Maestrichtien:** il correspond à des calcaires à des nodules de silex et une alternance de marnes et de calcaires.
- **Campanien:** correspond essentiellement à des marnes et des calcaires crayeux.
- **Santonien:** constitué par une série marneuse, d'une formation à caractère récifal et béchique.
- **Coniacien:** correspond essentiellement à des marnes grises et marneuses calcaires.
- **Turonien:** en a le turonien supérieur constitué de marnes et de calcaires noduleux. Le turonien basal correspond à de marnes à intercalations de marne calcaire.

### II.5.1.4. Trias diapirique

Le Trias correspond aux terrains les plus anciens des zones externes de la chaîne Alpine. Il est essentiellement évaporitique et se présente sous forme de structure diapirique et en lames injectées le long des accidents tectoniques.

Les affleurements d'extension et de constitution variable, perçant leur couverture mésozoïque et cénozoïque de façon anormale, s'observent en plusieurs dizaines de points dans les Aurès, ou sur ses bordures. Le trias dans la zone d'étude ce trouve à l'est de djebel chetaia ou on observe un pointement triasique en forme décroissante allant d'ain karima au djebel tarf sur une longueur de 12 km et une largeur de 02 km. Il est en contact anormal avec le Turonien et le Sénonien supérieur.

Le diapir de Tazougert est formé par des argiles vari colores et gypses chaotiques à glaçon avec passage des marnes calcaires et cargneules. (Ramsar, 2011)

**II.5.2. Plaine de Remila**

La géologie de la plaine se distingue par deux formations prédominantes : le calcaire d'âge crétacique, apparaissant des escarpements limitant la plaine occupant les côtes les plus élevées. Géologie historique de cette aire. De la tectonique compressive, les plis des roches calcaires en sont le résultat, formant synclinales et anticlinales la tectonique rigide est représentée par les failles et fissurements verticaux et sous-verticaux qui joint au plan de stratification donnent aux roches calcaires un aspect de grands blocs détachés, caractéristiques de certaines aires. (Bounezra,2015)

**II.5.2.1. Lithostratigraphie**

D'après l'inventaire stratigraphique dressé par plusieurs géologues, les terrains les plus anciens de la région d'étude ont été attribués au Trias et les plus récents au Quaternaire. (Boubeli,2009)

**II.5.2.1.1. Trias**

Le Trias affleure toujours en position anormale, il est formé de pointements diapiriques nombreux jalonnant les accidents tectoniques (Para-autochtone), les affleurements triasiques sont assez nombreux. Le gypse est le plus fréquent, en amas saccharoïdes blanc grisâtre, durs, ou sous forme de grands cristaux. (Boubeli,2009)

Les argiles et marnes bariolées, de couleur verdâtre, rougeâtre à violacée, constituent les roches les plus abondantes à l'affleurement.

Des passées calcaro-dolomitiques, de couleur gris à noirâtre, généralement bien stratifiées et présentant parfois quelques passées marneuses, sont fréquemment emballées dans les complexes triasiques. (Boubeli,2009)

**II.5.2.1.2. Jurassique**

Lithologie des formations Jurassiques se distingue par un large développement des faciès carbonatés (Calcaire dolomique) parfois argiles (Schistes argileux, et calcaire argileux, siliceux et béchiques). Elles renferment parfois des intercalations de marnes jaunes et rouges dont l'épaisseur peut atteindre 400 mètres. L'épaisseur totale de ces dépôts dans la région peut être évaluée à 4000 voire 6000 mètres. (Aouidan,2017)

**II.5.2.1.3. Le Crétacé**

Le Crétacé a été subdivisé en Crétacé inférieur ou série gréseuse (Berriasien à l'Albien) et en Crétacé supérieur ou série marnocalcaires (Cénomaniens à Maestrichtien). Les formations crétacées présentent une masse énorme de calcaire marneux, de marno-calcaire et de marne qui s'allonge depuis les plis de Khenchela, les monts de Delaa et ceux de F'kirina jusqu'aux montagnes bordant Garaet El Tarf suivant des directions NE-SW. (Aouidan,2017)

**II.5.2.1.3.1. Le Crétacé inférieur**

Il peut être subdivisé en quatre ensembles lithologiques :

- Un ensemble inférieur (1000m) à dominance argileuse correspondant au Berriasien supérieur-Valanginien.
- Un ensemble basal (1300m) à dominance carbonate avec des calcaires-mécritiques et bioclastiques en bancs métrique (Tithoniensupérieur-Berriasien moyen).
- Un ensemble médian (1400m) à dominante gréso-dolimitique appartenant à l'Hautrivien-Barrémien.

Un ensemble supérieur (700 à 750m), comprenant à la base des dolomies et une alternance degrés, de calcaire à Orbitolines, puis des grés à stratifications obliques, des marnes gréseuses, des calcaire marneux et des calcaires au sommet, est attribué à l'Aptien-albien. (Aouidan,2017)

**II.5.2.1.3.1. Le crétacé supérieur****A) Cénomaniens**

Le Cénomaniens comporte une série de marnes grises dans lesquelles s'intercalent des calcaires fins argileux, une partie médiane formée de marnes grises, vertes ou ocre, contenant parfois du gypse diffus ainsi que des passées argileuses. Une série terminale constituée de marnes et de calcaires formant une corniche (proportion de ces derniers augmente vers le sommet). Le Cénomaniens est essentiellement calcaro-marneux. La partie inférieure est surtout marneuse. La partie supérieure est constituée de bancs calcaires massifs mais peu épais.

L'épaisseur de cette formation est très variable. (Houha,2007)

**B) Le Turonien**

Les dépôts de turonien sont constitués tout d'abord d'environ 200 m de marno-calcaires blanchâtre en plaquettes fines à cassures noirâtre bitumineuses ainsi que des marnes grises ou noires montrant des intercalations de marno-calcaires zoogène en bancs décimétriques, ensuite on a 150 m d'alternance de marnes grises beiges et calcaires zoogènes en zoogènes oculoïdes en bancs décimétriques ou métriques. (Houha,2007)

**C) Le Sénonien**

Le sénonien est présent au Sud de la plaine de Remila, sur le flanc Nord de l'anticlinal du Djebel Chélia avec un faciès principalement marneux. Son épaisseur peut être très importante et atteindre 1000 à 2000 m.

**D) Campanien**

Constitué de marne et calcaires crayeux, et affleuré au Djebel Chettaia, Djebel Aurès, à Douar Ouled Ensigna et à l'entour des Djebels Chettaia et El Krouma.

**E) Maestrichtien**

Le Maestrichtien est assez différent ; il est subdivisé maestrichtien inférieur à dominante marneuse, et maestrichtien supérieur constitué par des calcaires à Inocérames.

On se rapproche de la zone des hautes plaines constantinoises ou le Maestrichtien semble ne pas exister, ce qui indique que, s'il est déposé dans cette région, ce fut sous faible épaisseur et qu'il a ainsi été facilement enlevé par l'érosion. (Boubeli,2009)

**II.5.2.1.4. Paléogène**

Le paléogène marin, au Danien marin succède en concordance, des couches marines, marno-calcaires, dans lesquelles, latéralement, en certains points, s'intercalent des couches lacustres et des couches rouges d'origine lagunaire ou plutôt continentale, mais il s'agit là de conditions exceptionnelles de l'Eocène inférieur (Yprésien) et l'Eocène moyen (Lutétien) sont essentiellement marin. (Boubeli,2009)

**II.5.2.1.5. Néogène**

Dans les limites de la partie centrale des Aurès, les dépôts Néogènes sont représentés surtout par des conglomérats du Miocène qui remplacent vers le Sud par des formations marines

normales (calcaire, marne...). Les dépôts de cette période se caractérisent par des changements fréquents des faciès suivants des directions différentes; la présence des conglomérats est liée à l'émersion. Au cours de la période Lutétien, dans les limites de la partie Nord-Ouest des Aurès, ces conglomérats et les assises calcaro-marneuse sont surmontés par des formations continentales qui soulignent une étape bien caractéristique du développement du relief et une phase intense du plissement.

A l'intérieur des zones synclinales, les conglomérats et les poudingues du Miocène sont concordants avec des roches sous-jacentes et marquent ainsi la fin de la sédimentation marine.

Dans les zones anticlinales, ces dépôts, dont l'épaisseur varie de 250 à 300 mètres, reposent en discordance sur les formations sous-jacentes. (Boubeli,2009)

#### **II.5.2.1.5.1. Miocène**

En 1862, Coquand signale pour la première fois dans les environs de Khenchela un gisement de Burdigalien à Pectens et l'âge exact des couches rouges du Sud de l'Aurès.

Le Miocène dans la région d'étude peut subdiviser de la manière suivante :

- **Aquitano-burdigalien:** Marqué par des conglomérats rouges. Il affleure à El Kelaa, Ras Khodalène et à l'entour de Ras Serdoun.
- **Langhien-serravalien:** Constitué par des marnes, biomicrites, biomicrosparite et grés blancs. Il est remarqué au niveau d'El Kelaa, Djebel Knif et Ras Ychebrane.
- **Tortorien:** Gréseux blanc, qui affleure à Tirkabine, Djebel Kharroub, Djebel Akar, El Mennchar et Douar Khenchela.
- **Tortorien supérieur:** Continentale, ce sont des argiles silteuses beiges et rouges, grés. Le Tortorien supérieur n'apparaît qu'au niveau Draa El Ahmar. (Aouidane,2017)

#### **II.5.2.1.6. Le Quaternaire**

Le Quaternaire ne comporte que des formations continentales généralement épaisses par endroits, souvent en présence de croûtes calcaires. Les formations quaternaires sont particulièrement bien développées dans les régions comprises entre les reliefs crétaqués des monts des Aurès au Sud et la dépression centrale du bassin de Remila, établie principalement sur le Néogène.

Les piémonts sont ici généralement modelés en glaciaires à couverture détritique peu épaisse.

Ces glacis sont constitués au voisinage immédiat des reliefs par des alternances de couches de cailloutis et blocailles et de colluvions un enrichissement en calcaires dans les horizons superficiels.

Lorsqu'on s'éloigne du piémont l'épaisseur des couvertures de glacis diminue rapidement.

Les formations anciennes sont constituées par des alternances de conglomérats et de sables surmontés par des sédiments fins argilo sableux, rouge au sommet desquels apparaît une croute calcaire blanche.

L'examen de quelques coupes de forage, montre que la sédimentation est en majeure partie argileuse et marneuse, avec une proportion importante de gypse et présente un maximum d'épaisseur au centre de la plaine et au voisinage du Chott. (Houha,2007)

### **II.5.3. Garaet El Taref**

Les caractéristiques géologiques du bassin de Garaet El Tarf conditionnent les écoulements des eaux souterraines et des eaux superficielles, ainsi que la géométrie des niveaux aquifères.

#### **II.5.3.1. La série stratigraphique**

D'après les études antérieurement réalisées par plusieurs géologues dans la région : Herkat, (1982), Marmi, (1995) et Guiraud, (1973), l'inventaire stratigraphique dressé a révélé que les séries les plus anciennes affleurant dans le secteur sont attribuées au Trias. Les dépôts les plus récents sont d'âge Quaternaire.

#### **II.5.3.2. Litho-stratigraphie du sous bassin**

La litho-stratigraphie a été tirée pour l'essentiel, de notice explicative de carte géologique Nord-est de l'Algérie.

##### **II.5.3.2.1. Trias**

Une masse chaotique qui affleure toujours en position anormale, on le trouve sous forme de pointements ou de dômes très localisés dans les flancs des grands plis. (Ghandriche, 1991)

##### **II.5.3.2.2. Crétacé**

Il correspond à une bande grossièrement orientée SW-NE, formée essentiellement de calcaire et de marnes.

Laffitte a subdivisé le Crétacé en deux ensembles distincts, sur la base de critères faciologique :

- Crétacé inférieur : (Aptien et Albien), correspond à une unité lithologique d'importance régionale.
- Crétacé supérieur : (Cénomaniens, Turonien, Coniacien, Santonien, Campanien et Maestrichtien).

#### **II.5.3.2.2.1. Crétacé inférieur**

##### **A)- Aptien**

Il est caractérisé par deux ensembles lithologiques distincts (Marmi, 1995) :

- Ensemble inférieur marneux.
- Ensemble supérieur calcaireux à Céphalopodes, à Orbitolines.

##### **B)- Albien**

L'Albien de l'Aurès, et de Djebel el Krouma est caractérisé par une alternance marnogréseuse à la base et au sommet associée à des calcaires à Ammonite, des dolomies et des biosparites.

#### **II.5.3.2.2.1. Crétacé supérieur**

Au point de vue répartition géographique, le Crétacé supérieur affleure sur une grande aire dans le massif Aurésien. (Marmi, 1995)

##### **A)- Cénomaniens inférieurs**

Il est essentiellement calcaire marneux. La partie supérieure est constituée de bancs calcaires massifs mais peu épais, qui s'intercalent dans des marnes gris-bleu ou beiges.

##### **B)- Turonien**

Il est à dominante marneuse avec des niveaux de calcaires marneux en plaquettes bitumineuses.

##### **D)- Coniacien**

Au Djebel Knif, sous la discordance des formations brèchiques Santoniennes le coniacien est formé à la base par 90 m d'alternances de marnes beiges ou grises et de calcaire gris au-

dessus au Djebel Bardo (Ain Beida) des talwegs isolés montrent sur une centaine de mètres, des formations composées essentiellement de marnes grises alternant avec des calcaires noduleux beiges.

**C)- Santonien**

Visible aux alentours du Djebel Knif. Il correspond à 250 m de marnes gris bleutées avec à la base et au sommet des marno-calcaires en bancs décimétriques riches en débris d'inocérames, il repose en discordance sur les argiles varicolores du trias et sur le Coniacien.

**E)- Campanien**

Le Campanien est très bien visible aux environs des Djebels Chettaia et Knif et dans le synclinal du Djebel Aurès. Au Djebel Aurès le Campanien formé de marnes gypseuses à intercalations de calcaires légèrement phosphatés.

**F)- Maestrichtien****➤ Maestrichtien inférieur à dominante marneuse**

Ce sont des formations représenté par des alternances de marnes de teint gris-beige à débris de mollusque et de calcaires massifs.

**➤ Maestrichtien supérieur (calcaire a Inocerames)**

Ce sont des formations calcaireuse, massives blanchâtres, granuleuses, en bancs décimétriques à centimétriques avec une stratification oblique auprès du Djebel Knif, la cassure des calcaires est un peu plus sombre de teinte grise, bleue, au contraire au Djebel Bardo et Djebel Boutoukhma.

**II.5.3.2.3. Éocène****II.5.3.2.3.1. Montien**

Formation d'une épaisseur de 70 m, présentant des marnes gris verdâtre en concordance sur le maestrichtien.

**II.5.3.2.3.2. Yprésien et Thanetien**

Ces formations sont d'une épaisseur approximative à 85 m, présentent une séquence marneuse gris beige à la base et une séquence carbonatée au sommet.

**II.5.3.2.4. Miocène**

Du point de vue lithologique, la série miocène est composée de miocène inférieur et miocène supérieur.

**II.5.3.2.4.1. Miocène inférieur****A)- Aquitano-Burdigalien**

C'est le terme basal correspond à une formation continentale rouge, formée de conglomérats, d'argiles rouges, de poudingues à gros éléments arrondis de calcaires, d'argiles silteuses rouges et de rares marnes.

**B)- Langhien-Serravalien**

Cet ensemble complexe et discordant est visible au sud de djebel Knif et à l'Est de Djebel Chettaâ ou il repose directement en transgression sur le Trias et surtout au Nord du Kef Tifkressa et du Ras Serdoun.

**II.5.3.2.4.2. Miocène supérieur****A)- Tortonien gréseux blanc**

Cette formation est composée de grès blancs grossiers en bancs plurimétriques, à abondance de dragée de quartz (diamètre allant jusqu'à 2cm).

**B)- Tortonien supérieur continental**

Argiles silteuses beiges et rouges, grés, cette formation affleure aux alentours de Baghai.

**II.5.3.2.5. Quaternaire**

Ces formations sont d'origine continentale et occupent d'importantes surfaces. Ils se sont développés essentiellement dans les parties bordant les massifs montagneux. On y rencontre des éboulis à blocs, éboulements et glacis polygéniques. Dans les zones basses telles les vallées et les sebkhas. Si l'épaisseur générale ne dépasse pas la moyenne des quelques mètres, le quaternaire est connu sous différents aspects en fonction du lieu de gisement de la formation.

- Formations dunaires : elles sont localisées à la périphérie des chotts. Elles correspondent à l'agrégation de poussières, de sables fins et de petits débris. Elles sont généralement ravinées ou fixées par une maigre végétation herbacée.
- Sols salés : se rencontrent aux alentours des chotts sous forme de vastes espaces plats surélevés exceptionnellement inondés. S'y développent des croûtes de sels épisodiques. Ce sont d'anciens sols hydro morphes salés.
- Alluvions récentes ce sont des limons, des graviers et des galets roulés constituant les alluvions actuelles (lits majeurs des oueds) ou récentes.
- Sebkha (Garaet El Tarf). (Ouldammam, 2020)

**II.5.4. barrage de Babar**

Les formations représentent dans la zone d'étude sont :

**II.5.4.1. Le Crétacé supérieur****II.5.4.1.1. Maestrichtien supérieur**

C'est un assise constante et homogène de calcaires massifs blanchâtres grumeleux, en bancs décimétriques ou métriques, à large stratification oblique avec les empreintes d'inocérames ; il contient des modules de silex et des testes de lamellibranches.

Les principaux affleurements constituent le Djebel Tadleste et Djebel Bouzendag et aussi le sommet de Djebel Djahfa.

L'épaisseur de ces formations ne dépasse pas les 95m.

**II.5.4.1.2. Maestrichtien inférieur**

Il est constitué par une alternance de marnes beiges et de calcaires ocres ou beiges avec une épaisseur de 40 m.

**II.5.4.1.3. Campanien**

Il comporte à sa base une barre de marnes crayeuses, en bancs décimétriques ou métriques.

A la fin on a un passage de marnes avec une épaisseur de 65m. Au dessus se développe 150m de marnes noires à microfaune comparable qui est bien visible dans les différentes parties du bassin versant surtout sur les limites Sud.

**II.5.4.1.4. Santonien et Coniacien**

Ils s'agissent des marnes à la base et au sommet quelque barres de marno-calcaires, il se trouve essentiellement sur le flanc Sud de Djebel Djehfa. Il ne dépasse pas les 100m.

**II.5.4.2. Le Crétacé moyen****II.5.4.2.1. Turonien (moyenne et supérieur)**

Il est formé par une alternance de marnes grises et des calcaires zoogéniques noduleux.

La prédominance des intercalations calcaires crée une barre bien visible dans la morphologie au Nord-Ouest du bassin, avec une épaisseur de 150m.

**II.5.4.2.2. Turonien basal**

La base de cet ensemble est constituée par quelques mètres de marno-calcaires blanchâtres en plaquettes fines à cassures noirâtres bitumineuses. L'épaisseur de cette formation est de 200m.

**II.5.4.2.3. Cénomaniens supérieur**

Le sommet de cet étage est formé par des calcaires sous forme d'une barre avec des cassures écailleuses ayant un aspect bitumineux et à films centimétriques de marnes gris-bleu.

Au sommet, on retrouve un niveau de nodules de pyrite qui constitue un repère constant dans la région. La formation a une épaisseur de 30 m.

**II.5.4.2.4. Cénomaniens moyen**

C'est une puissante formation qui débute par 650m de marne grise accompagnée sporadiquement de micrites gris blanchâtres à fins tests de lamellibranches.

**II.5.4.2.5. Cénomaniens inférieur**

Il s'agit de marne grise accompagnée de biomicrite argileuse grise avec des niveaux de glauconies et des empreintes d'ammonites, sur une épaisseur de 100m.

**II.5.4.3. Le Crétacé inférieur****II.5.4.3.1. Le Barrémien**

Il affleure au Nord Ouest du bassin versant à (Dj.Aidel) sous forme d'une petite bande locale.

Sa lithologie est constituée essentiellement de matériaux détritiques (grés, calcaires, gréseux, grés quartzeux, conglomérat et marnes vertes ou rouges.)

**II.5.4.3.2. Albien**

Il entoure régulièrement l'anticlinal de Khenchela en formant une ceinture plus au moins continue au dessus de l'Aptien. Ils'agit d'une alternance de grés et de marne grise, des dolomies et d'argiles grises. La limite inférieure correspond à une surface minéralisée dans les limites Nord-Ouest du bassin à Djebel El Aidel et Tadlist avec une épaisseur totale de 160 m.

**II.5.4.3.3. Aptien**

Il est formé essentiellement de bas à haut par:

- Une alternance d'omicrite, d'oosparite et de calcaire marneux.
- Une alternance de grés blancs et d'oosparites grises.
- Une alternance de marne grise et d'omicrite.

Cet étage est caractérisé par des calcaires dolomitiques fortement minéralisées (fer, azurite, malachite, barytine) largement développés au sommet des montagnes au N-W avec une épaisseur totale est de 330m.

**II.5.4.4. Le Quaternaire**

Il couvre une très vaste surface de (60%) de la surface totale du bassin avec une épaisseur assez limitée. Ce ci est du au processus d'érosion intensif qui provoque l'arrachement des formations superficielles sur les pentes raides.

Le Quaternaire se développe sur les pentes douces entre les deux chaînes de montagne qui limitent le bassin versant par le Nord-Ouest et le Sud-Est. En général, il est représenté par des alluvions qui forment deux terrasses: inférieure et supérieure.

**II.5.4.4.1. Terrasse supérieure**

Les alluvions de la terrasse supérieure sont limitées et sont représentées par des terrains argileux et graveleux. Leur épaisseur totale ne dépasse pas les 5 m.

**II.5.4.4.2. Terrasse inférieure**

Les alluvions de la terrasse moyenne sont représentées en grande partie par des terrains argileux et plus rarement par des galets, des graviers, des limons sableux et argileux.

L'épaisseur de ces dépôts est en générale de 5 à 7 m. Dans les dépressions, l'épaisseur de cette formation peut atteindre 8 à 10 m. (Gaagai,2009)

**II.5.4.4. La lithologie**

Du point de vue lithologique on peut classer les formations en quatre catégories

- ❖ Les marnes qui prédominent avec une stratification moyenne à forte. Ces marnes évoluent du vert clair au vert foncé et grise avec des teneurs variables de calcaire. Les marnes faiblement déformées s'alternent avec des couches calcaires à épaisseur variable ce qui leur donne le caractère de flysch.

- ❖ Les grès se présentent sous forme de petites taches qui affleurent surtout au Nord-Ouest de bassin et au Sud.

- ❖ Les calcaires fissurés se manifestent au Sud-Est, et au Nord-Ouest sous forme de bande qui s'étend de l'extrémité Sud vers l'extrémité Est.

- ❖ Les formations du Quaternaire occupent une surface très vaste, elles se développent entre les deux chaînes de montagne qui limitent le bassin. Elles sont constituées essentiellement de marnes, de graviers, d'argiles, de sables et de limons.

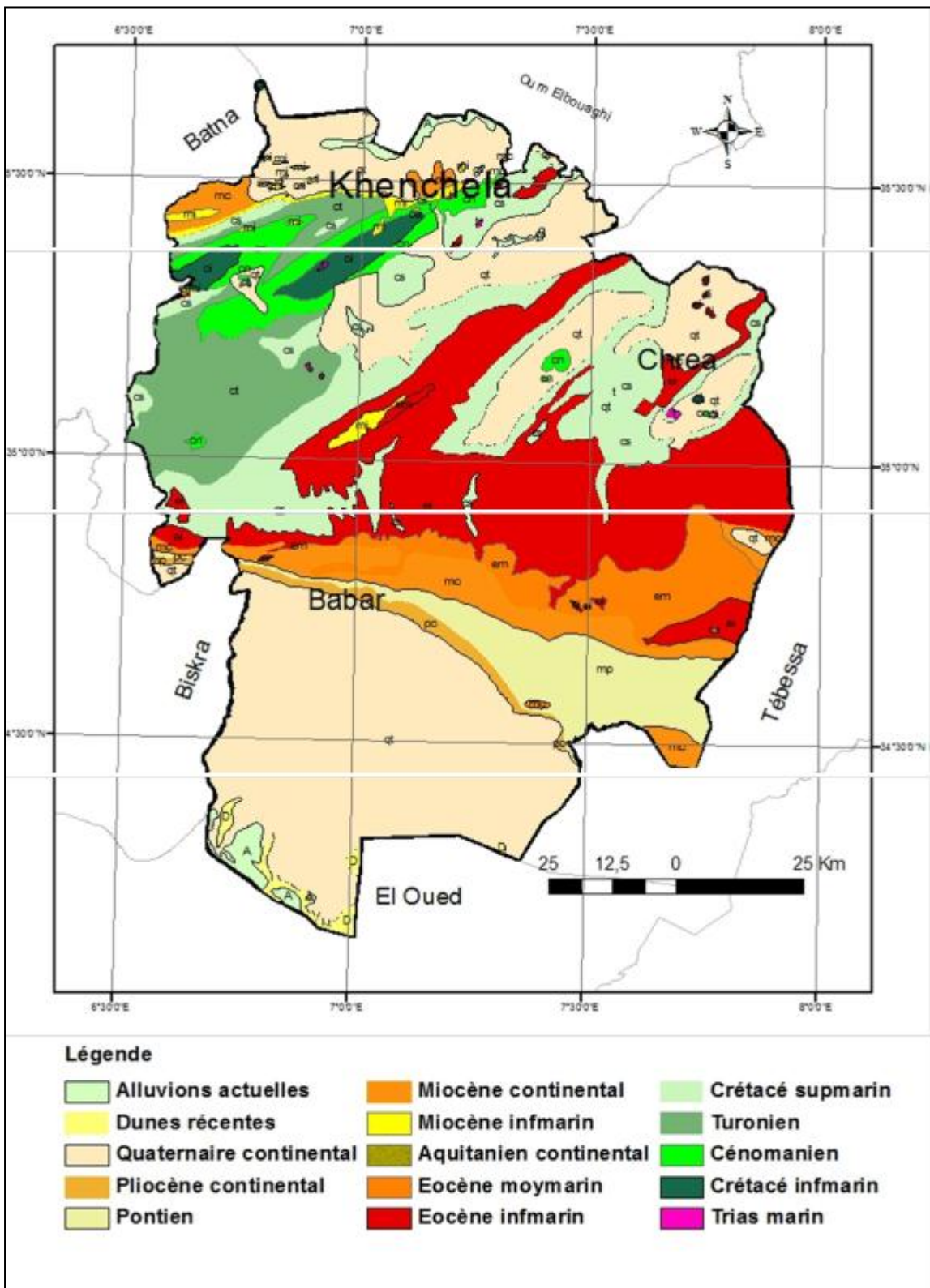


Figure 3: Carte géologique de la zone d'étude.

**II.6. Pédologie**

Compte tenu de la diversité des caractéristiques morphologiques, lithologiques, et climatiques du territoire de la wilaya, il en résulte un large éventail de sols, dont la formation est conditionnée par la couverture végétale. La carte pédologique de l'Algérie, confortées par des études ponctuelles plus récentes, permet de cerner d'une manière assez générale les principaux sols rencontrés au niveau de la wilaya.

Il convient d'ajouter la classe des sols minéraux brut (affleurement de la roche mère) et la classe des sols halomorphes (sols salés):

- Les sols calcaires humifères : Ils sont rencontrés sur les monts et les piémonts de l'Aurès, à une altitude comprise entre 1000 et 1500 mètres.
- Les sols insaturés humifères : Ces sols sont rencontrés sur les reliefs les plus élevés (plus de 1500 mètres d'altitude) de l'Aurès. Ils sont occupés par des forêts.
- Les sols calciques : Ces sols sont rencontrés sur les bas piémonts, et sur les hautes plaines longeant la route qui mène de Khenchela à Faïis en passant par Kaïs et Remila. Ils s'étendent à l'Est jusqu'à Ain Touila et au Sud jusqu'à Babar en partant de Khenchela.
- Les sols éoliens d'ablation : Ces sols sont rencontrés au Sud de la wilaya, sur les piémonts des monts Nementchas, dont l'altitude est située entre 200 et 500 mètres.
- Les sols éoliens d'accumulation : Ils sont localisés uniquement dans la zone sud de la wilaya, près du chott Melghir (Sols sablonneux).
- Les sols alluviaux basiques : Ces sols sont localisés sur des zones de changement de pente, c'est à dire les zones où la pente devient plus douce. on les rencontre principalement dans les plaines entourant les dépressions (dépression de Gâaret et Tarf, cuvette du bas Sahara, et la dépression de Tazougart), mais aussi au niveau des vallées encaissées de Babar, de Bouhmama et de la plaine de Guentis.
- Les sols salins ou solontchak : Ces sols caractérisant les dépressions sont rencontrés au niveau des zones d'accumulation. Ils sont le résultat d'une hydrologie à écoulement endoreïque ou de la présence de roches triasique (gypse : roche saline).
- Les roches mères : Ces roches, résultat d'une érosion intense due a une conjugaison de facteurs négatifs (relief montagneux, intensité des pluies, substratum tendre et à une absence de couvert végétal pérenne) affleurent notamment les monts des Nementchas. (Khabtane, 2015)

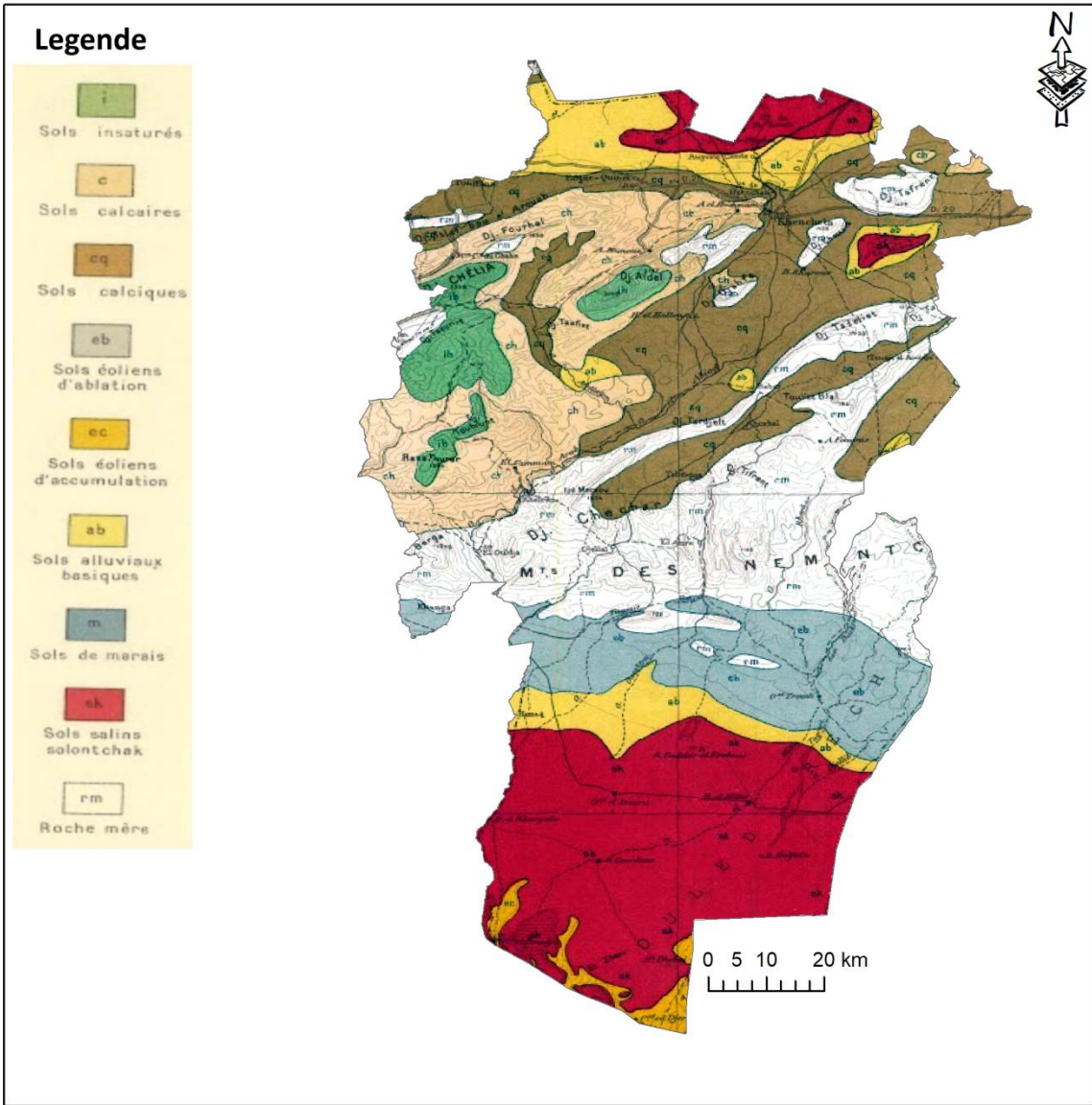


Figure 4: Carte pédologique de la zone d'étude.

## II.7. Caractéristiques climatologiques

### II.7.1. Introduction

La variabilité climatique, notamment pluviométrique, en Algérie n'est plus à démontrer. Cependant, des variables afférentes aux pluies telles que les fréquences de mois pluvieux et les durées des saisons pluvieuses, ont été généralement très peu étudiées. L'objectif de cette partie est de rechercher l'influence de la manifestation climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers dans la région de kenchela. Il s'agit d'une part de caractériser la manifestation climatique (l'analyse de la température de l'air, l'humidité relative de l'air, la variation des indices pluviométriques, la fréquence des mois pluvieux et la durée des saisons pluvieuses).

**Tableau 1: Caractéristiques de la station**

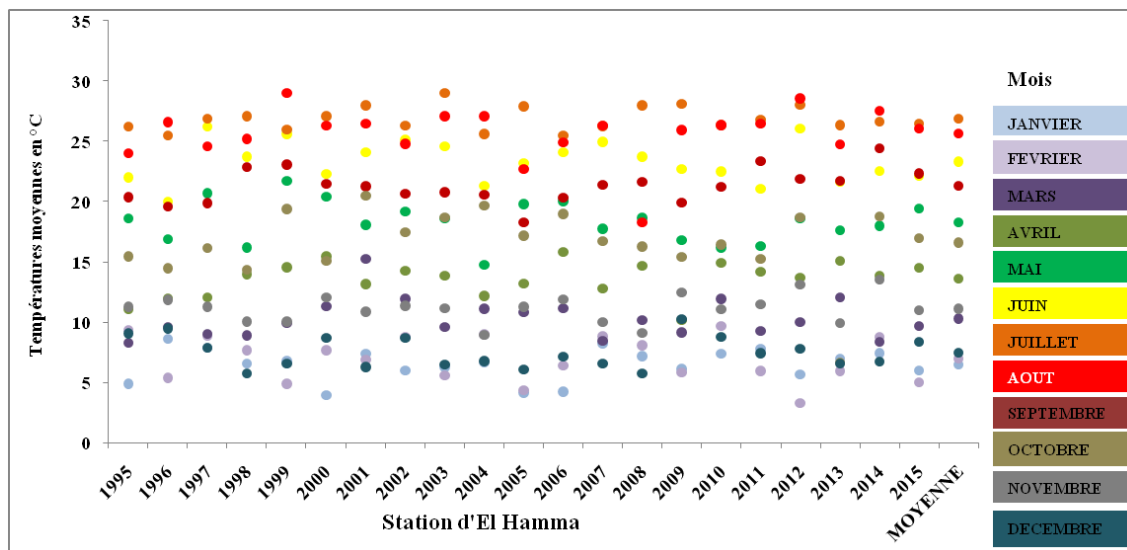
Station	Altitude	Durée de la série d'observation	Coordonnées géographiques	
			Latitude Nord	Longitude Est
El Hamma	981	21 ans	35°27'59''	7°05'45''

Les éléments climatiques étudiés sont les précipitations, la température de l'air, son humidité relative et le vent. Elles ont été collectées auprès des services de météorologie nationale (ONM) et de l'Agence nationale des ressources hydriques (ANRH). Les données ont été recueillies depuis les deux stations synoptiques (mesurant tous les paramètres climatiques) d'El Hamma (wilaya de Khenchela) et couvrent respectivement les périodes 1990 à 2016, et 1995 à 2015.

### II.7.2. Les éléments du climat

#### II.7.2.1. La Température

La température de l'air du sous bassin-versant de Tarf a été analysée à partir de la statistique descriptive (valeurs moyennes, minima et maximas) et de représentations graphiques. Cette analyse a permis de comprendre la variation saisonnière et interannuelle de la température.



**Figure 5: Variations inter-annuelles des températures moyennes mensuelles de station étudiée**

Les valeurs mensuelles de la température moyenne de l’air durant la période 1990 à 2016 de la station d’El Hamma montrent qu’en moyenne le mois le plus chaud était le mois de juillet avec un maximum enregistré en 2003 (29°C). Le mois le plus froid étant, en moyenne, le mois de Janvier. . En général, la température de l’air connaît de grandes fluctuations d’une année à une autre et d’un mois à un autre. La moyenne annuelle de températures moyenne se situe aux alentours de 15°C.

Les résultats du **tableau 2** montrent une répartition homogène des températures mensuelles minimales et maximales. Durant la période 1995-2015 le mois le plus froid était Janvier avec une valeur minimale de 2.01. . La température maximale absolue a pu atteindre jusqu’à 35°C (enregistré pendant le mois de juillet 2011).

**Tableau 2: Moyennes des maxims et minimas**

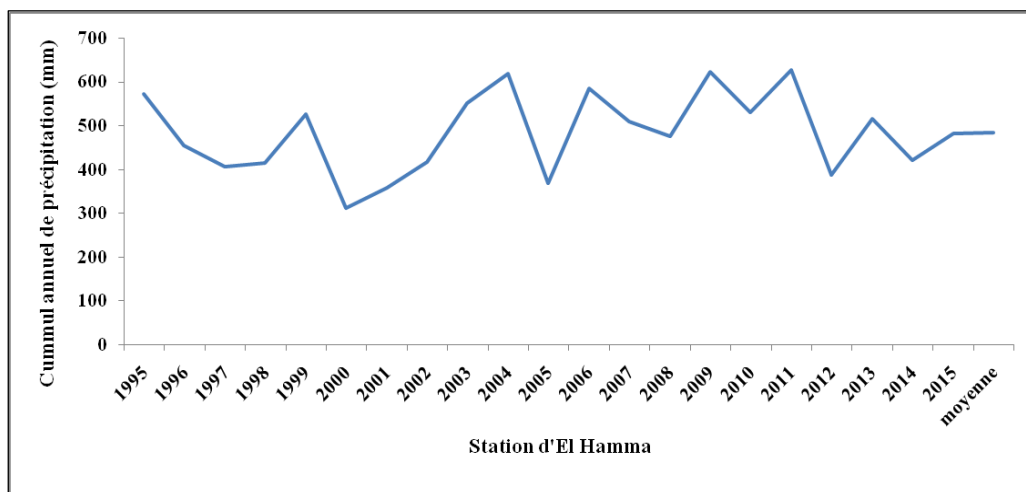
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Station d'El Hamma (1995-2015)	<b>moyenne MIN</b>	2,01	2,26	4,79	7,59	11,46	15,82	18,87	18,50	15,37	11,24	6,44	3,10
	<b>moyenne MAX</b>	11,20	12,01	15,90	19,73	25,01	30,59	34,77	32,99	27,59	22,28	16,00	12,03
	<b>amplitude</b>	9,19	9,75	11,12	12,15	13,55	14,77	15,90	14,49	12,21	11,04	9,55	8,93

### II.7.2.2. Les précipitations

En Algérie, les précipitations décroissent du littoral vers l'intérieur suivant un fort gradient latitudinal et d'Est en Ouest. Le caractère d'irrégularité temporelle des précipitations est une donnée fondamentale du climat Algérien. Les Hautes Plaines sont nettement cernées dans leur bordure Nord par l'isohyète 500 mm.

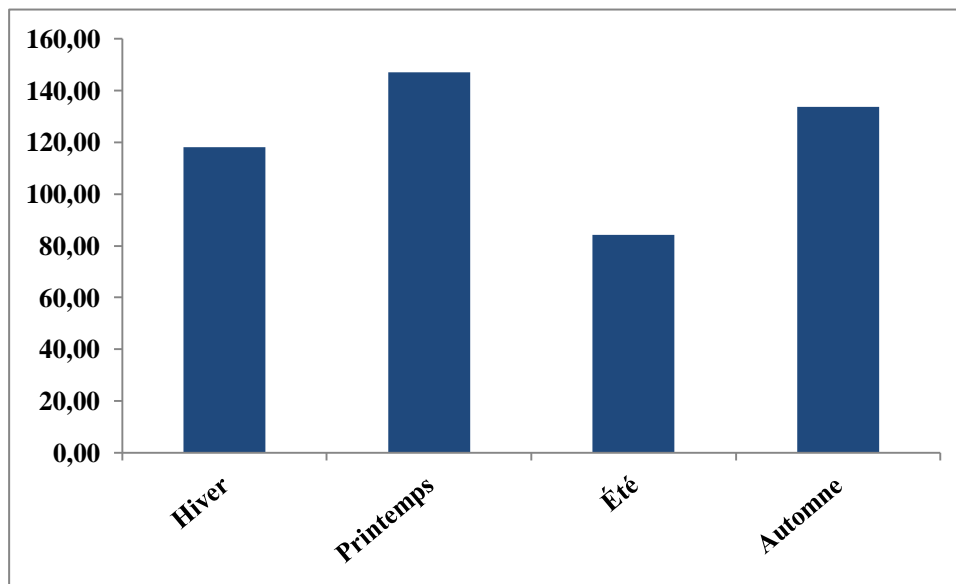
La pluviométrie décroît vers la bordure Sud (350 mm) avec des creux assez nets (moins de 300 voire moins de 200 mm) dans la zone des lacs salés. La concentration des pluies sur un nombre réduit de jours par an et la forte irrégularité inter et intra-annuelle sont les caractéristiques les plus distinguées de la zone étudiée.

La **figure 6** caractérise l'évolution de la pluviométrie annuelle de la station d'El Hamma et montre des valeurs très fluctuantes. Un maximum de 626mm a été enregistré en 2011 tandis que le minimum de la série d'observation descend jusqu'à 311,8mm en 2000.



**Figure 6: Variations inter-annuelles des précipitations de la station d'El Hamma**

Les premières pluies significatives de la saison humide commencent en Automne pour atteindre leur maximum pendant le printemps où l'évaporation intensive et les mouvements moins importants de l'air favorisent la formation de cellules convectives localisées ce qui permet d'atteindre le point de rosée aisément.



**Figure 7: Variation saisonnière des précipitations de la station d'El Hamma (1995-2015)**

La pluviométrie est nettement élevée à cause la localisation géographique (altitude) et l'exposition, la station d'El Hamma situé au nord du versant de l'Atlas saharien reçoit plus de précipitations.

### II.7.2.3. L'humidité relative de l'Air

Le rapport de la tension de la vapeur d'eau, réellement observée à un instant, à la tension maximum de la vapeur d'eau, correspondant à la température de l'air et à la pression atmosphérique au même moment, représente l'humidité relative (U) ou degré hygrométrique de l'air.

L'humidité relative compare donc la quantité d'eau présente dans l'air à la quantité qu'il faudrait pour saturer cet air à une température donnée. D'une façon générale, on considère qu'un air est sec quand son humidité relative est inférieure à 35% et qu'il est humide quand celle-ci est supérieure à 70%.

Tableau 3: Valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle

Station	Statistique	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
El Hamma (1995-2015)	Minimum	63	60	50	50	44	38	30	34	50	49	58	57
	Maximum	76	76	73	71	71	63	50	56	69	74	82	79
	Moyenne	71	68	64	61	56	49	40	45	58	61	67	70

Les moyennes d'humidités relatives mensuelles (1990-2015) au niveau de la station d'El Hamma varient entre 40% (juillet) et 71% (Janvier).

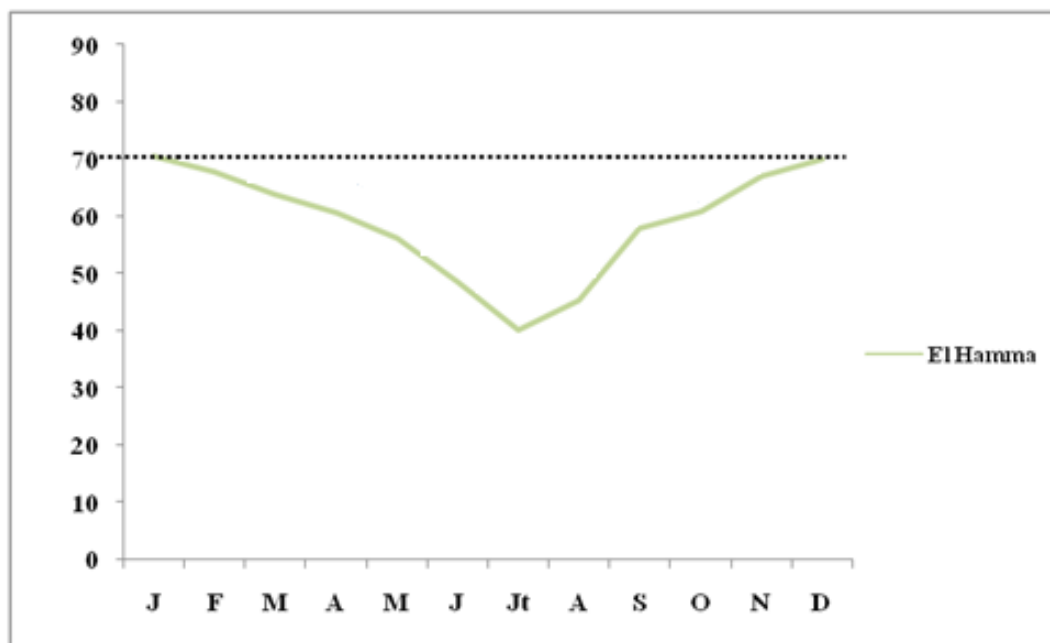


Figure 8: Variations mensuelles de l'humidité relative moyenne de l'air en %

L'humidité relative est généralement supérieure à 30 % et varie relativement beaucoup au cours de l'année. Cependant, on enregistre des valeurs plus élevées en moyenne dans la partie Nord du sous bassin par rapport à la partie Sud. Cela a été constaté après le calcul de la moyenne interannuelle 59% sur la période (1995-2015). En général, Les variations mensuelles de l'humidité relative (**figure 8**) est restée déficitaire (inferieure à 70 %).

### II.7.3. Les indices climatiques et caractérisation du climat

En raison de la variabilité spatio-temporelle des paramètres climatiques et de la nécessité de description synthétique, de classement et de comparaison des types de climat et de végétation à travers le monde, de nombreux auteurs ont proposé diverses formules, indices et expressions graphiques, tenant compte d'un nombre plus ou moins élevé de facteurs.

Ils ont été tout d'abord utilisés pour classer et cartographier les climats selon leur aridité par les hydrologues et les géomorphologues (Köppen, Lang, De Martonne, Rubner, Gaussen et Bagnouls, Walter et Lieth, Moral...) puis par les botanistes et écologues (Emberger, Thornthwaite...).

#### II.7.3.1. Indice d'aridité de De Martonne ( $I_{DM}$ )

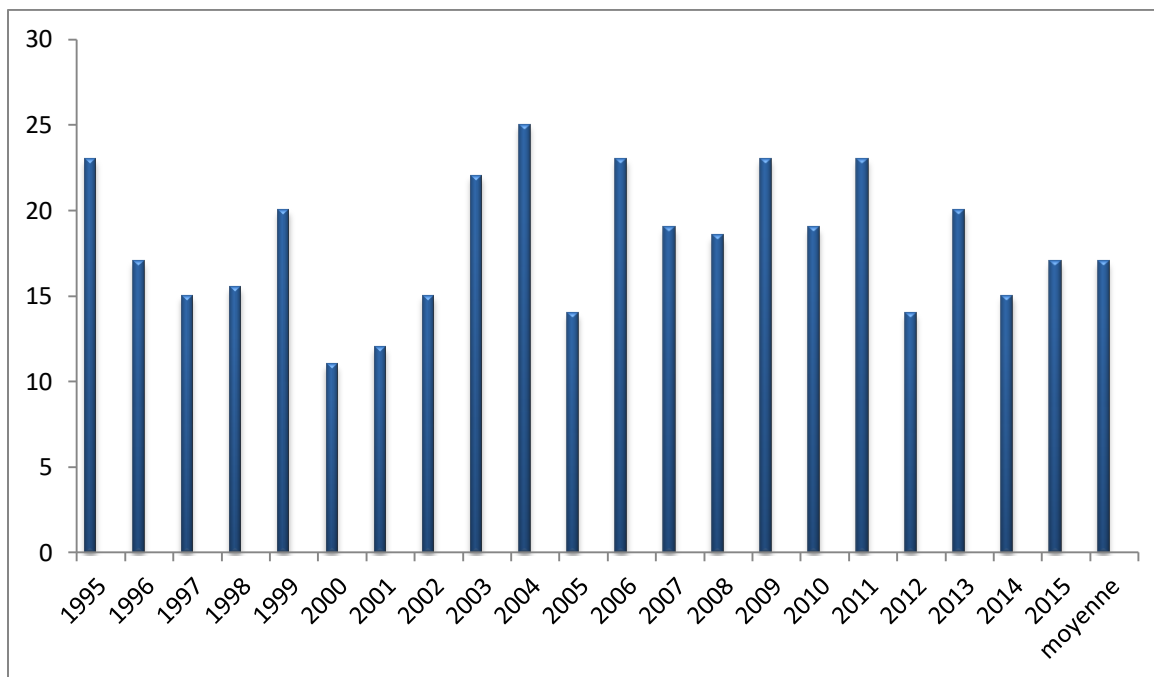
Du fait de sa simplicité, cet indice a été très largement utilisé par les géographes. Il a des valeurs d'autant plus élevées que le climat est plus humide et des valeurs d'autant plus faibles que le climat est plus sec. De Martonne a ainsi proposé la classification des climats en fonction des valeurs de l'indice qui sont données dans le **tableau 4** (Guyot, 1999) . Il a été ajouté 10 aux moyennes thermométriques pour éviter les valeurs négatives de l'indice.

**Tableau 4: Classification des climats selon IDM**

Valeur de l'indice	Type de climat
$0 < I_{DM} < 5$	Hyper- aride
$5 < I_{DM} < 10$	Aride
$10 < I_{DM} < 20$	Semi-aride
$20 < I_{DM} < 30$	Semi-humide
$30 < I_{DM} < 55$	Humide

Le calcul du quotient  $I_{DM} = P/(T+10)$  de la période 1995-2015 nous a permis de donner une idée sur le type de climat et ses fluctuations interannuelles. En moyenne le valeur 18.84 a été enregistrée au niveau de la station d'El Hamma ce qui permet de la classifier sous l'étage climatique semi- aride.

Sur la période 1995-2015, au niveau de la station d’El Hamma, les valeurs de l’indice d’aridité des années : 1995, 2003, 2004, 2006, 2009, 2010, 2011 et 2013, dépassent la limite supérieure de l’étage semi-aride et se trouvent dans l’étage semi-humide. Cela a une relation avec les précipitations qui ont dépassé les 500mm par an (**figure 9**).

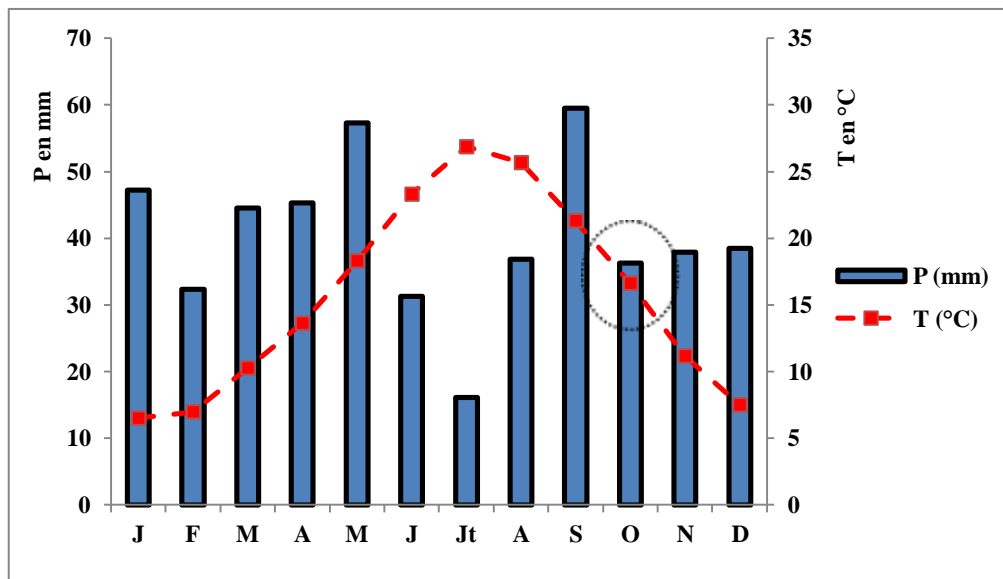


**Figure 9: Variations inter- annuelles des valeurs de l’indice d’aridité de De Martonne**

**II.7.3.2. Indice ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1952)**

C'est encore à l'heure actuelle l'un des indices les plus utilisés. Cet indice tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) et de la température (en °C) et donne une expression relative de la sécheresse estivale en durée et en intensité.

Celle-ci est appréciée à travers un indice de sécheresse S (indice ombrothermique) calculé en faisant la différence entre les courbes P et T pour le ou les mois les plus secs. Un mois donné est considéré comme sec quand  $P < 2T$ . Inversement, quand  $P > 2T$ , le mois est considéré comme humide.



**Figure 10: Diagramme Ombrothermique selon les données moyennes de la période 1995-2015.**

Le diagramme ombrothermique de la station d'El Hamma (**Figure 10**) selon les données de précipitations et de températures de la période 1995-2015 mettent clairement en évidence la période sèche qui s'étale sur les mois de Juin- Juillet et Août pour lesquels  $P < 2T$ .

Au niveau du mois d'octobre on observe un rapprochement important de la valeur de  $P$  à  $2T$  au niveau de la station d'El Hamma.

Ces représentations ne sont que des moyennes et masquent totalement les variations interannuelles qui peuvent être localement fortes.

### II.7.3.3. Quotient pluviothermique d'Emberger (1932)

Il est destiné à caractériser le climat méditerranéen et ses nuances. En effet, Emberger a remarqué que dans les régions méditerranéennes, l'amplitude thermique annuelle est un facteur important de la répartition de la végétation (Guyot, 1999) . On a utilisé la forme simplifiée de Stewart dans le calcul du quotient.

$$Q_2 = 3.43 * P / ( M - m )$$

**M** : moyenne des maximas du mois le plus chaud en degrés Celsius

**m** : moyenne des minimas du mois le plus froid en degrés Celsius

**P** : cumul pluviométrique annuel, en millimètres

Un climat méditerranéen est d'autant moins sec que le quotient est grand. Il est également très important de noter que, à quotient équivalent, celui-ci à une valeur écologique différente selon les valeurs des températures minimales qui y interviennent. La valeur **m** est une différentielle très importante. Elle est un seuil biologique. D'une manière générale, elle exprime assez bien le degré et la durée de la période critique des gelées, car plus **m** est bas, plus celles ci sont sévères. L'interprétation du quotient nécessite l'emploi d'un abaque qui combine **Q<sub>2</sub>** avec **m** ce qui permettra de placer une station dans l'une des classes de climat méditerranéen.

#### **II.7.3.4. Calcul du bilan hydrique**

La méthode de Thornthwaite considère un sol à une seule couche **S** dans lequel l'évolution du contenu en eau suit une exponentielle négative dans le cas où  $P < ETP$ . L'approche du bilan simplifié de Thornthwaite est retenue pour considérer, comme « mois sec » tout mois de l'année concerné par un déficit **Da**, la réserve en eau du sol étant totalement épuisée. (Mebarki, 2012)

Le principe de calcul du bilan hydrologique de Thornthwaite est le suivant :

- si pour un mois  $P \geq ETP$  on pose que  $ETP = ETR$ , la quantité d'eau qui reste ( $P - ETR$ ) va alimenter la RFU jusqu'à son maximum (50 m) et si elle dépasse cette valeur il y aura un excès qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement.
- si  $P < ETP$ , la valeur de  $ETR = P + RFU$ , jusqu'à égalisation avec  $ETP$ . Si la RFU est nulle, il va se produire un déficit agricole  $Da = ETP - ETR$ , ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation.

Dans une première étape, connaissant les pluies et les températures mensuelles moyennes au niveau des deux stations. Il devient alors possible de calculer l'évapotranspiration potentielle par la méthode de Thornthwait (calculée ci-dessus). Les termes des bilans d'eau se prêtent à être calculés.

Nous allons calculer ici le bilan hydrique sur la période 1995 à 2015 à partir des données des deux stations. La capacité de rétention maximale en eau est de 50 mm (AWC).

A chaque pas, il faut comparer **P**, **ETP**, et les pertes en eau du sol ( $\Delta S$ ). L'estimation de l'**ETR** sera fonction de ces comparaisons. A partir de là, on pourra calculer le drainage **Dr**, l'état

de la réserve pour le mois suivant S, le déficit d'humidité du sol. Le tableau ci-dessous représente les variations mensuelles des termes du bilan.

La réserve utile des sols est évidemment l'un des paramètres prépondérants du bilan hydrique. Le réservoir sol agit comme un tampon entre les entrées et les sorties d'eau.

**Tableau 5: Calcul des termes du bilan hydrique de la station d'El Hamma**

Station d'El Hamma 1995-2015	jan	fev	Mar	avr	mai	jun	jul	Aout	sep	oct	nov	dec	Annuel
<b>P mm</b>	47,3	32,3	44,5	45,3	57,3	31,3	16,1	36,9	59,5	36,3	37,9	38,5	<b>483,1</b>
<b>T °C</b>	6,5	7,0	10,3	13,6	18,3	23,3	26,9	25,7	21,3	16,6	11,2	7,5	
<b>Ij</b>	17,0	18,9	34,0	52,2	81,6	117,6	145,8	136,1	102,7	70,5	38,6	21,1	
<b>F (35°)</b>	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	
<b>ETPc mm</b>	11,3	12,5	30,5	54,0	102,5	158,9	209,1	181,6	115,0	69,0	29,7	14,3	
<b>P-ETP</b>	36,0	19,8	14,0	-8,7	-45,3	-127,6	-193,0	-144,7	-55,5	-32,7	8,2	24,2	
<b>ETR</b>	11,3	12,5	30,5	53,3	82,5	46,9	17,3	36,9	59,5	36,3	29,7	14,3	<b>430,9</b>
<b>RFU 50 mm (ST)</b>	50	50	50	42,0	16,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	32,4	
<b>delta ST</b>	17,6	0,0	0,0	-8,0	-25,2	-15,6	-1,1	0,0	0,0	0,0	8,2	24,2	
<b>Déficit</b>	0	0	0	0,7	20,0	112,0	191,8	144,7	55,5	32,7	0	0,0	<b>557,5</b>
<b>Excédent</b>	18,4	19,8	14,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<b>52,2</b>

On peut s'en rendre compte en examinant le **tableau 5**, l'évolution moyenne de la réserve en eau du sol. La période déficitaire s'étale sur une longue période et nécessite une irrigation en cas de présence de cultures. L'automne est relativement sec ce qui implique une plus grande précocité de déficit hydrique. La recharge se fait à partir du mois de novembre jusqu'au mois de mars où les températures basses diminuent l'évapotranspiration (**figure 11**).

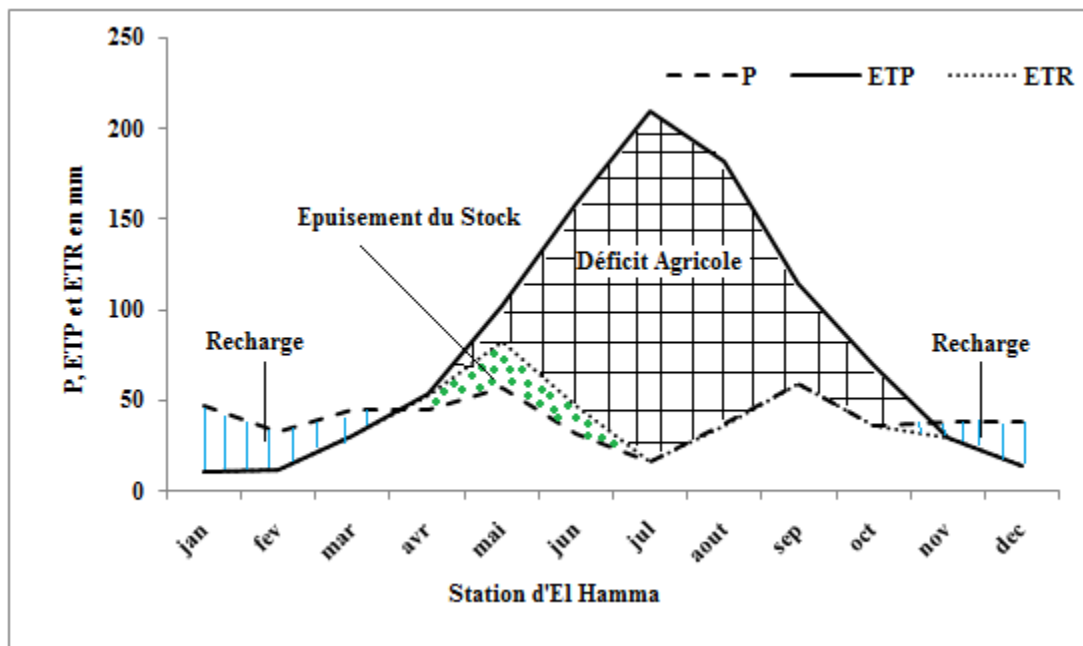


Figure 11 : Bilan hydrique moyen de la période 1995-2015 de la station d'El Hamma

### II.7.3. Synthèse des résultats de l'étude climatique

Cette étude a permis de caractériser les principales manifestations climatiques dans la région de Khenchela. Les régimes pluviométriques mensuels sont presque constants, les mois les plus arrosés coïncident avec la période de recharge où les eaux s'infiltrent ou ruissellent.

La variabilité des précipitations se manifeste également par une dynamique spatio-temporelle des pluies annuelles, l'analyse des données météorologiques révèle que la station d'El Hamma est plus arrosée. Ces variabilités dans l'espace se rapportent aux paramètres orographiques et géographiques.

Les températures moyennes annuelles restent aux alentours de 15°C. La saison humide s'étend sur 8 à 9 mois mais la recharge efficace des nappes souterraines ne se fait que sur 5 mois. La durée et l'intensité de la saison sèche déterminent la durée du déficit agricole qui s'étend sur 7 mois dont les 4 derniers nécessitent le recours à l'irrigation des cultures annuelles et semi-annuelles.

## **II.8. Occupation du sol**

La végétation dans la zone d'étude est fortement liée à la géomorphologie, nous avons distingué deux types de végétation forestière et steppique.

### **II.8.1. la végétation forestière**

Les forêts de l'Aurès sont assez considérables, avant de les énumérer les principaux forêts de la wilaya de kenchela , nous citons les divers essences peuplées dans ces forêts :

- **Le cèdre** : Ces limites altitudinales minimales et maximales sont respectivement comprennent entre 1400 et 2200 m sur les pentes abritées du siroco, mais on n'en voit à aucune altitude sur les versants exposés au souffle du désert, la surface occupée par le cèdre représente 10.027 ha (Bahri, 2006) , le cèdre a une prédilection pour les sols meubles et caillouteux, ce qui permet aux semis de résister aux premiers saisons estivales, sa reproduction n'est bien assurée sur des sols facilement perméables: grès, schistes délites et calcaires caillouteux. (Boudy, 1952)

- **Pin d'Alep** : Espèce dominant dans le pin d'Alep présente son développement optimal entre 350 et 700 mm, au-dessous est concurrencé par l'Alfa et au-dessus par le Chêne vert. thermo et méso-méditerranéen et son optimum altitudinal se situe au méso-méditerranéens, le pin d'Alep supporte des substrats marneux et calcaire-marneux, pour les précipitations.

- **Le Chêne vert** : Le chêne vert, s'il est en générale indifférent à la nature du sol, il semble dépendre des facteurs climatiques, le chêne vert trouve son optimum de développement à une altitude de 1000 m, où la température moyenne oscille entre 9 et 14 et les précipitations sont de l'ordre 600 mm, il se développe dans les étages bioclimatique semi-aride à humide.

#### **II.8.1.1. Forêt domaniale des Beni Oudjana :**

Elle se située sur le territoire des communes Taouzient, Yabous, Chélia de la tribu des Beni Oudjana, elle renferme 44.000 ha et 315 enclaves d'une contenance de 3.000 ha, les altitude sont très divers depuis 1000 jusqu'à 2328 m, elle s'étende sur une longueur de 40 Km et une largeur maxima de 32 Km et minima de 10 Km, la partie Nord de cette forêt est peuplée de chênes verts et de pin D'Alep et sur les sommets de Montagnes sont comprend des cèdres, le versant sud est comprend des bouquets de cèdre en voie de disparition, et la partie sud forme le versant saharien composé de pins d'Alep. (Delartigue, 1904)

**II.8.1.2. Forêt domaniale des Ouled Yacoub**

Elle est située sur le territoire de commune de Tamza de la tribu des Amamars, elle renferme 21.000 ha d'un seul tenant, les altitudes varient de 1100 à 2200 m, sa longueur est de 30Km et sa largeur est de 15 Km, repartie sur une superficie de 109.000 ha de forêts dextrement précieuses aux limites du Sahara, où le cèdre existe dans la région de Ain Mimoun sur le massif de Djebel Pharaoun.

**II.8.1.3. Forêt domaniale des Amamras**

Elle située sur le territoire des communes d'El Hamma, Nsigha et Khenchela de la tribu des Amamras, représentées au niveau de la forêt de Ouled Bou Derhem et Djebel Aoures et Djebel Djahfa, elle renferme 55.000 ha, son altitude varie de 1100 à 2.000m, elle est peuplée de pin d'Alep sur 500 ha environ, de chênes verts, de genévriers et de bouquets de pin d'Alep. (Delartigue, 1904)

**II.8.1.4. Forêt domaniale des Beni Imloul**

Elle située sur le territoire de la commune de M'sara de la tribu du Djebel Cherchar, elle comprend 67.655 ha, qui font suite à la forêt des Beni Oudjana, son altitude varie entre 11.00 et 1.700 m à Ras Begnoune, elle s'étend au Sud jusqu'à les limites de Oued Alarab, elle constituée une pinède classée la première au niveau Africain.

**II.8.2. La végétation steppique**

En Afrique du Nord les steppes sont à base de graminées (*Stipa tenacissima*) ou de chaméphytes (*Artémisia herba alba*) (Puget, 1980). Le paysage steppique change avec le gradient pluviométrique et la nature de sol est dominé par les formations végétales à base de :

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*).
- Steppe à armoise (*Artemisia Herba Alba*).
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*).
- Steppe à Halophytes.
- Steppe à psamophytes.

**II.8.2.1. Steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*)**

L'alfa représente la formation végétale la plus fréquente et la plus importante dans les steppes algériens, l'alfa est une plante pérenne qui est capable de résister aux aléa climatiques et aux conditions sévères de sécheresse. (Aidoud, 1996)

Cette steppe est fréquente au sein du bioclimat aride avec des précipitations comprise entre 200 et 400 mm par an, mais l'alfa peut vivre avec des précipitations s'abaissent à (Boudy, 1952), l'alfa résiste à -150 C au dessous de 1 à 3 0 C (Benstiti, 1974). Sur le plan édaphique les steppes à alfa se développent sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse (Kaabach, 1990) et cantonnés sur les collines et glacis à croute calcaire et se trouve sur les sols peu profonds de 10 à 15 m.

#### **II.8.2.2. Steppe à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*)**

L'armoïse est très commune dans les endroits incultes et les terrains destinés au pâturage en association avec l'alfa et d'autres plantes steppique, les groupements à armoïse colonisent les dépressions non salées et les sols limoneux à argileux-limoneux encrouté ou non, ils présentent des variations saisonnières exprimant par le changement dans sa composition floristique.

Selon Djebaili (1984), les conditions écologiques générales dans la répartition de l'armoïse blanche sont les suivants :

- Pluviosité : Comprise entre 100 et 300 mm.
- Altitude : Comprise entre 400 et 1300m.
- Profondeur du sol : Variable de 5 à 40cm.

#### **II.8.2.3. Steppe à Spart (*Lygeum Spartum*)**

Les steppe à spart ou le faux alfa, occupent un stade dynamique intermédiaire entre les steppe à alfa et les steppe à armoïse blanche, ils colonisent les bordures des bas-fonds ainsi que les sols plus humides des plateaux riche en élément fins, et les bordures des chott et sebkhas, où le sparte supporte les surfaces gypso-calcaires avec un sol profond plus de cm, à texture limono-argileuse.

#### **II.8.2.4. Steppe à halophyte**

Les steppes à halophytes occupent les terrains salés à proximités des chotts, les dépressions gypso-saline et les sols halomorphes, elles supportent parfaitement la sécheresse, sont constituées principalement l'Atriplex halimus, Atriplex glauca et Salsola vermiculata.

#### **II.8.2.5. Steppe à psammophites**

Ce type de steppe représenté sous forme de petite plages très dispersées, se développe sur des terrains à textures sablonneuse et aux apports d'origine éolienne, il colonise les glacis

d'érosion encroutés et recouvert d'un voile éolien, les accumulations profonds plus de 1 m de sable, cordons dunaires, et également les dépressions salées.

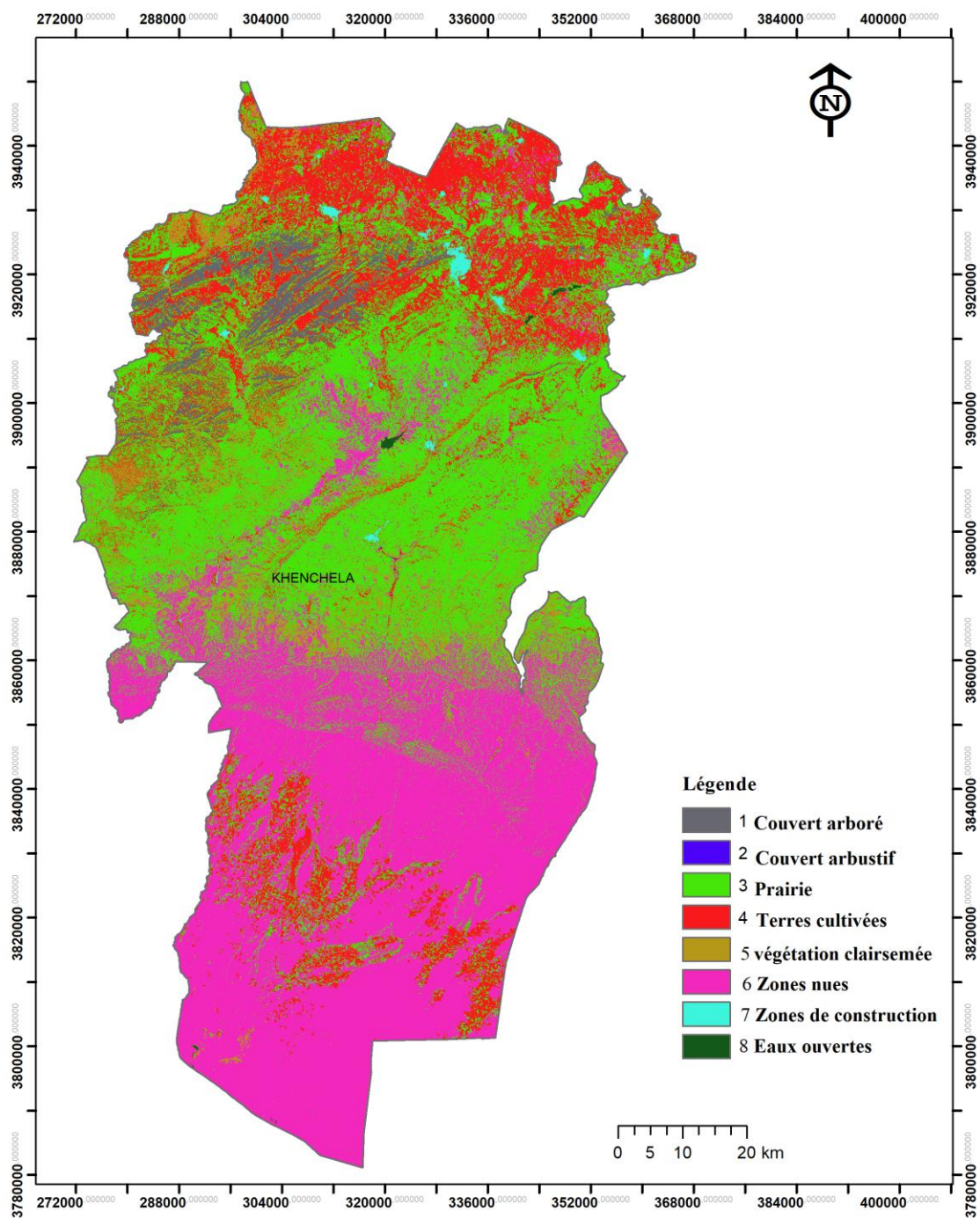



Figure 12: Carte d'occupation du sol de la région d'étude.



***CHAPITRE III***  
*Outils analytiques et  
statistiques*

### **III. Méthodologie et techniques analytiques**

#### **III.1. Introduction**

L'objectif de ce chapitre est de présenter globalement les méthodes d'analyse concernant les paramètres physico-chimiques mesurés et enregistrés des échantillons d'eaux collectées durant la période de suivi. Ainsi que des outils statistiques nécessaires à la compréhension des origines des pollutions.

#### **III.2. Acquisition des données**

Les données utilisées dans la présente étude sont récoltées depuis les recherches bibliographiques, des travaux de laboratoire. Elles ont concerné les mémoires, les thèses les sites web et surtout les rapports de la direction d'hydrauliques et la direction de l'environnement.

#### **III.3. Stratégie de travail**

##### **III.3.1. Travaux de laboratoire**

➤ **Analyse des eaux naturelles**

• **Electrochimie**

Six paramètres physico-chimiques (T, pH, ORP, conductivité, O<sub>2</sub> et Salinité) sont mesurés immédiatement après le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'un appareil multiparamètres de type *Horiba*. Les valeurs de Conductivité (CE) sont exprimées en mS/cm pour les eaux minéralisées et en µS/cm pour les eaux faiblement minéralisées.

• **Analyse des cations et anions majeurs**

Les échantillons d'eaux naturelles prélevés au cours de la période de suivi ont été analysés au laboratoire de ressources naturelles et aménagement des milieux sensibles de l'université d'Oum el Bouaghi. Les analyses ont porté sur les éléments majeurs (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). La teneur en bicarbonates a été déduite après la détermination de l'alcalinité par méthode titrimétrique à l'acide sulfurique 0.02N en présence des deux indicateurs colorés : le phénolphthaleine et le méthyl orange. L'analyse des échantillons vis-à-vis de ce paramètre a été effectuée dans un délai qui n'a jamais dépassé les 24 heures.

Les alcalino-terreux (Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup>) ont été déterminés par complexométrie à l'Ethylène diamide tétra-acétique (EDTA) en présence de noir et de bleu d'Eriochrome et en présence de solution tampon. La méthode de Mohr était le moyen de révéler la teneur des eaux en chlorures, en présence de chromates de potassium, la solution de nitrates d'argent à 0.0282M réagit avec les

ions chlorures, à la fin de la réaction une couleur rouge caractéristique indique la précipitation de tout les ions chlorures sous forme de chlorure d'argent.

• **Les dérivés de l'azote**

Nitrates  $\text{NO}_3^-$ , Nitrites  $\text{NO}_2^-$  et Ammonium  $\text{NH}_4^+$  sont exprimés en milligrammes présents dans un litre d'eau.

**Nitrates  $\text{NO}_3^-$**  : la méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire a été adoptée. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique à une longueur d'onde égale à 415 nm.

**Nitrites  $\text{NO}_2^-$**  : Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4 °C. Réf Rodier. La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique à une longueur d'onde de 520 nm.

**Ammonium  $\text{NH}_4^+$**  : la méthode spectrophotométrique au réactif de Nessler a été adoptée. La lecture des résultats, après 10 minutes d'incubation, se fait à une longueur d'onde de 420 nm.

### **III.4. Traitement des données**

Les données accumulées lors des différents travaux ont permis de réaliser des diagrammes, des cartes de répartition spatiale des éléments chimiques et celles de vulnérabilité à la pollution. Suivant la nature de données et en fonction du type de résultat recherché, un outil spécifique de traitement a été adapté. (Alassane, 2004)

#### **III.4.1. L'analyse en composantes principales (ACP)**

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode descriptive dont l'objectif est de présenter sous une forme graphique le maximum d'informations contenues dans une base de données. Cette base est constituée, en lignes par des «individus» (forages, sources) sur lesquels sont mesurées des «variables quantitatives» (les éléments majeurs et les éléments traces) disposées en colonnes. Elle permet de réduire le nombre de variables afin de projeter le nuage de points dans un sous-espace bidimensionnel engendré par des couples d'axes factoriels ou facteurs. (Cloutier&Yidana, 2008)

En parallèle, L'analyse de classification hiérarchique consiste à définir un critère d'agrégation des classes qui peut être défini par la mesure du degré de ressemblance ou de

dissemblance qui existait entre les échantillons (Templ, 2008) Il existe plusieurs mesures pour évaluer la distance ou le degré de ressemblance entre les échantillons.

La distance euclidienne demeure la mesure de similarité la plus utilisée. Les partitions sont représentées par un arbre de classification ou un «dendrogramme».

Le nombre de classes obtenues dépend du niveau de la coupure de l'arbre choisi « phenonline ». Les critères d'agrégation sont utilisés pour la détermination des classes et reviennent à rassembler les échantillons suivant plusieurs méthodes. En comparant les solutions trouvées par les différentes méthodes, la méthode de Ward semble avoir donné les résultats les plus pertinents. (Cloutier, 2008)

#### **III.4.2. Diagramme de Piper**

Ce type de diagramme permet de caractériser les faciès géochimiques des eaux. Cette caractérisation est basée sur des calculs de proportions relatives des différentes espèces cationiques et anioniques analysées. Il fournit le même résultat qu'une classique caractérisation de la composition chimique par l'anion principal ou le cation principal.

Cependant, il a l'avantage de définir en même temps un certain nombre de famille d'eau et de mettre clairement en évidence l'évolution de la minéralisation.

Le diagramme de Piper est formé d'un 1<sup>er</sup> triangle pour les cations, d'un 2<sup>ème</sup> triangle pour les anions et d'un losange découpé en familles d'eaux. Dans le diagramme, la concentration relative de chaque élément calculée permet de placer les points sur les triangles qui sont ensuite projeté sur le losange.

Cette concentration est définie par la proximité des points de projection par rapport aux différents sommets ou pôles. Les différentes positions des points dans le losange permettent de définir les faciès géochimiques des eaux analysées. (Alassane, 2004)

#### **III.4.3. Cartographie des paramètres hydrochimiques**

L'utilisation des cartes en 2D permet d'obtenir des représentations continues des paramètres hydrochimiques qui seront par la suite faciles à interpréter. Ces cartes d'isovaleurs de distribution spatiale sont élaborées en utilisant Le logiciel «ArcGis, version 10.1 ».



***CHAPITRE IV***  
*Résultats et discussion*

### IV.1. Statistiques descriptives

Pour décrire un écosystème complexe, il convient d'en connaître, en plus des caractéristiques du milieu physique, l'état des ressources en eau en moment qu'elle représente l'essentiel de toute vie. Les moyennes des variables qui représentent les éléments majeurs :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{NO}_3^-$  et les mesures électrochimiques : pH et Conductivité électrique pour l'ensemble des quatre zones humides sont représentés dans le (tableau 6).

Les résultats mettent en évidence la grande variabilité des conductivités électriques (écart très important entre les valeurs du minimum et du maximum) ce qui traduit la complexité du système étudié. La salinité naturelle des eaux de surface présente une moyenne de 46251  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Les valeurs de pH enregistrés entre 7 et 8.12 reflètent des eaux neutres à légèrement basiques.

En général, les eaux de surface (eau de Sebka et Garaet) sont fortement minéralisés par rapport aux eaux souterraines de la plaine de Remila et des eaux du barrage de Babar cela est due en premier lieu aux facteurs du climat ambiant.

**Tableau 6: Statistiques descriptives**

Variable	pH	CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	En mg/l							
			$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$
Minimum	7,00	1040,93	95,00	29,00	27,60	1,00	9,76	63,64	124,00	1,00
Maximum	8,19	165420,00	2589,08	831,61	3771,91	508,30	1009,22	6164,53	8050,32	123,17
Moyenne	7,42	46251,90	812,92	302,92	635,02	217,55	186,85	1809,50	2041,22	20,65
Ecart-type	0,32	57228,24	815,78	295,90	923,03	251,34	223,66	2168,34	2115,97	29,90

### IV.2. Faciès chimiques des eaux

La représentation des données physico-chimiques sur le diagramme de Piper (**figure 13**) montre plusieurs faciès chimiques qui dépendent de la nature géologique des terrains et des activités anthropiques (Rejets d'eau usées non traités, agriculture, industries, ...).

**a. Les eaux d'Es-Sebkha**

Le report des six échantillons prélevés sur le diagramme de Piper (**figure 13 A**) montre deux ensembles de points : l'un pour les eaux du lac salé caractérisé par des eaux de type chloruré calcique à sulfaté calcique. Ce faciès indique une dissolution évaporitique riche en halite et en gypse. Par contre le deuxième ensemble représente les points des eaux du lac proches du point de rejets d'eaux usées non épurées de l'agglomération.

**b. Les eaux souterraines de la plaine de Remila**

Le triangle des cations (**figure 13 B**) nous a permis de distinguer le faciès chloruré et sulfaté calcique avec un pourcentage de calcium qui atteint jusqu'à 90 %. En même temps, le diagramme des anions nous permet de révéler un enrichissement en sulfates.

En général, le faciès dominant pour les eaux de la plaine est le chloruré et sulfaté calcique et magnésienne.

**c. Les eaux de Gareat el Tarf**

Le report de dix échantillons des eaux du lac salé sur le diagramme de Piper (**figure 13 C**) a fait apparaître un seul groupe des eaux riches en chlorure de sodium (pole salifère). Il est à noter que les eaux de la Gareat sont extrêmement salées et que leur minéralisation peut même excéder deux ou trois fois celle de l'eau de mer.

**d. Les eaux du barrage de Babar**

Les eaux du barrage de Babar (**figure 13 D**) présentent deux groupes de faciès chimiques : le chloruré et sulfaté calcique et magnésienne pour la plupart des échantillons, et l'autre groupe des échantillons d'eaux enrichis en nitrates et magnésium dont on peut détecter l'action anthropique sur les eaux du lac de barrage.

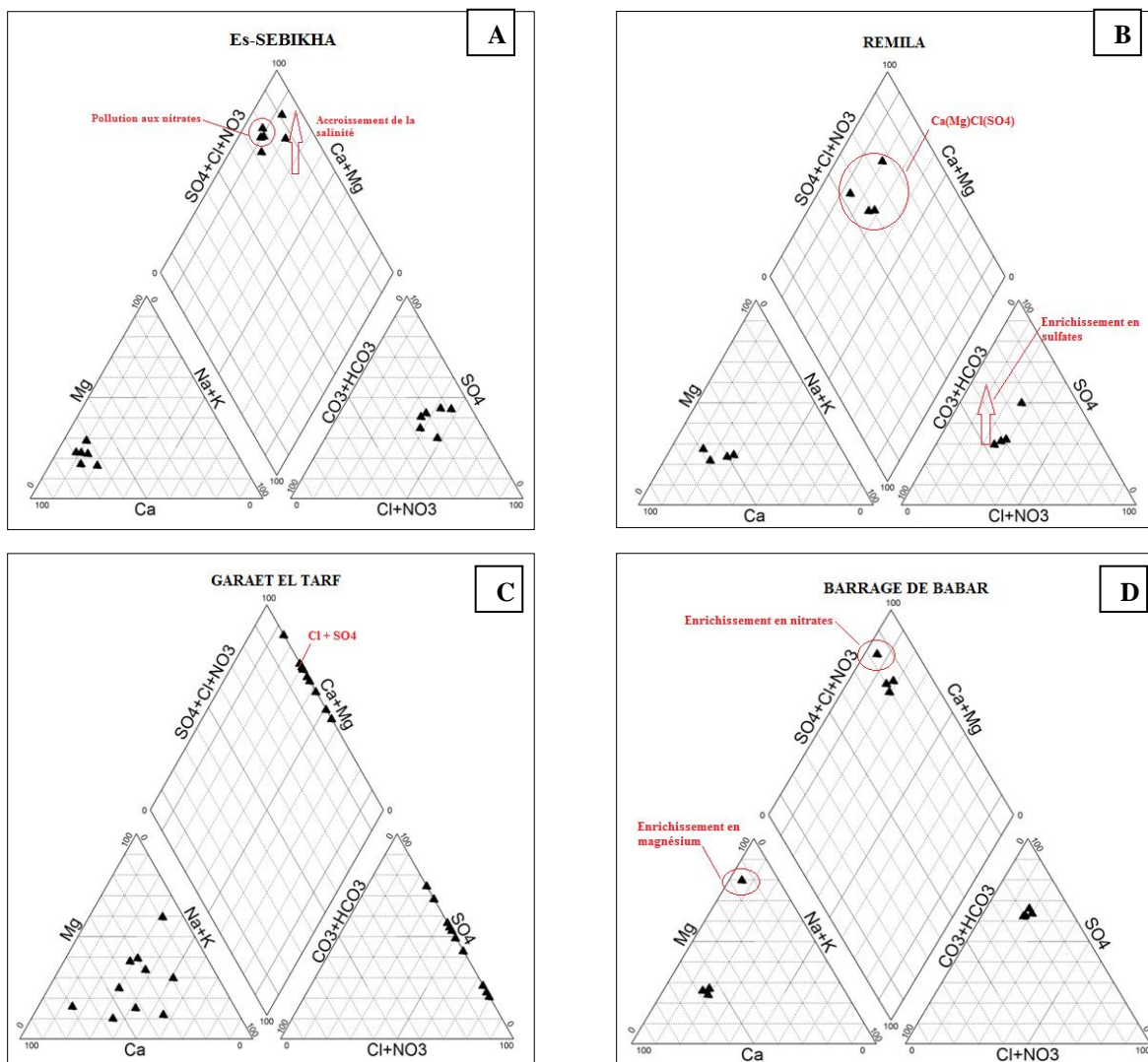


Figure 13 : Projection des échantillons sur le diagramme de Piper

### IV.3. Aptitude des eaux à l'irrigation

Les pratiques agricoles qui mettent en place des systèmes d'irrigation qui utilisent des eaux riches en sels minéraux ont un impact négatif sur le sol et les plantes car ils peuvent causer des changements dans la structure du sol (modifiant ainsi sa perméabilité et son aération) et perturber le développement des plantes. (Person, 1978)

Lorsque les ions  $\text{Na}^+$  sont très abondants à l'état dissous dans les sols, ils peuvent remplacer les ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le complexe absorbant (échange de bases). La combinaison de la conductivité électrique et du SAR (Sodium Absorption Ratio) permet de discerner ce risque : le risque est d'autant plus grand que la conductivité et le SAR sont élevés.

Pour évaluer la qualité des eaux de surface et souterraines des zones humides de la wilaya, nous avons utilisé les diagrammes de (Wilcox, 1948) et (Richard, 1954) diagramme de "Riverside"), pour appréhender le risque de salinisation et de sodisation des sols.

Le diagramme de Wilcox (**figure 14**) montre que les eaux souterraines de la plaine de Remila et de barrage de Babar appartiennent à la classe des eaux de bonne qualité par rapport à l'irrigation et de faible pouvoir d'alcalinisation (**figure 14**). La qualité des eaux pour l'irrigation du lac salé d'Es Sebka est médiocre à mauvaise avec un pouvoir d'alcalinisation faible à moyen. Sont de type très mauvais les eaux de la zone humide de Gareat El Tarf et les leur résultats analytiques ne peuvent pas être projetés sur le diagramme de Riverside à cause de leur pouvoir très élevé d'alcalinisation.

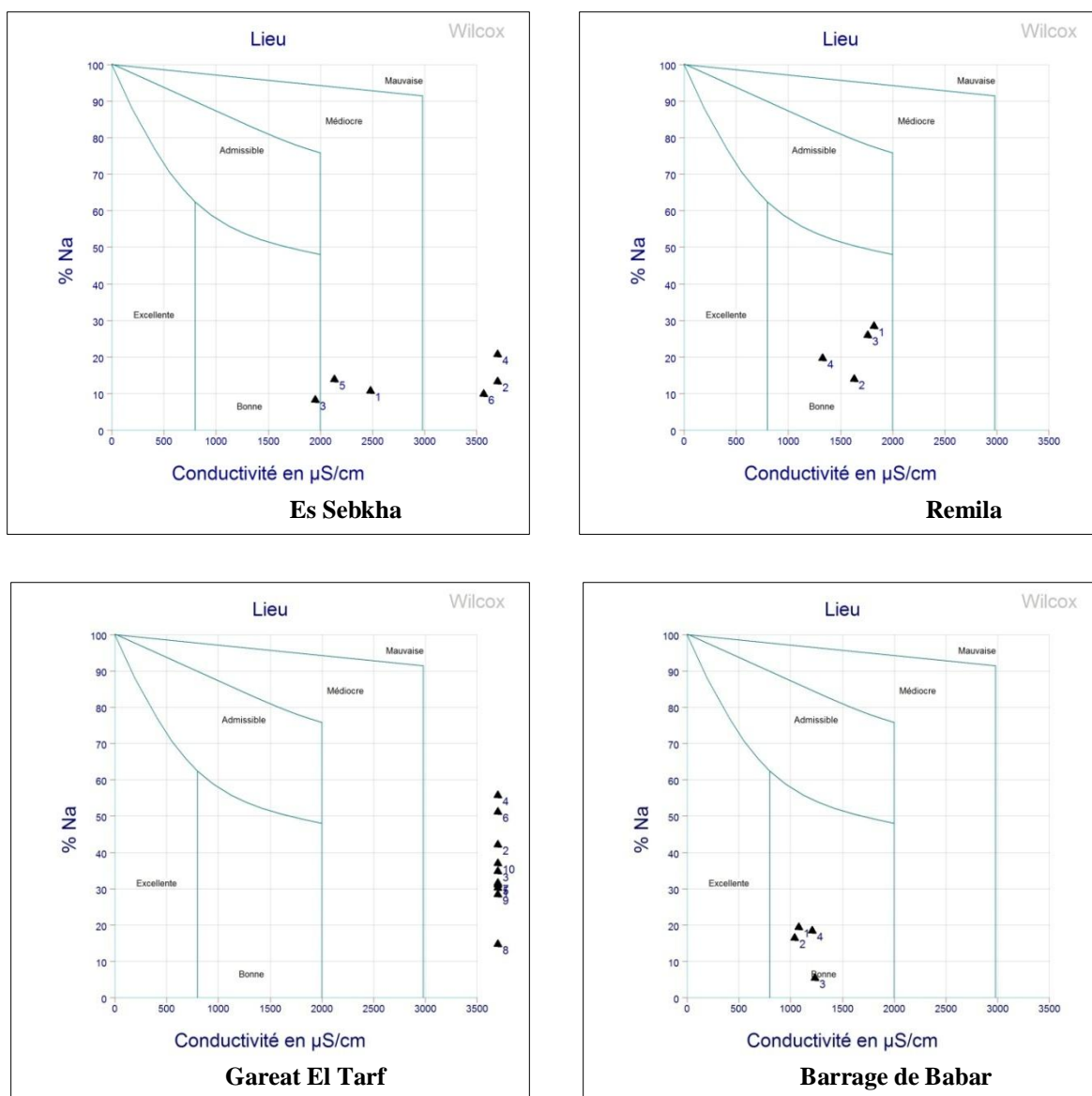


Figure 14 : Aptitude des eaux à l'irrigation

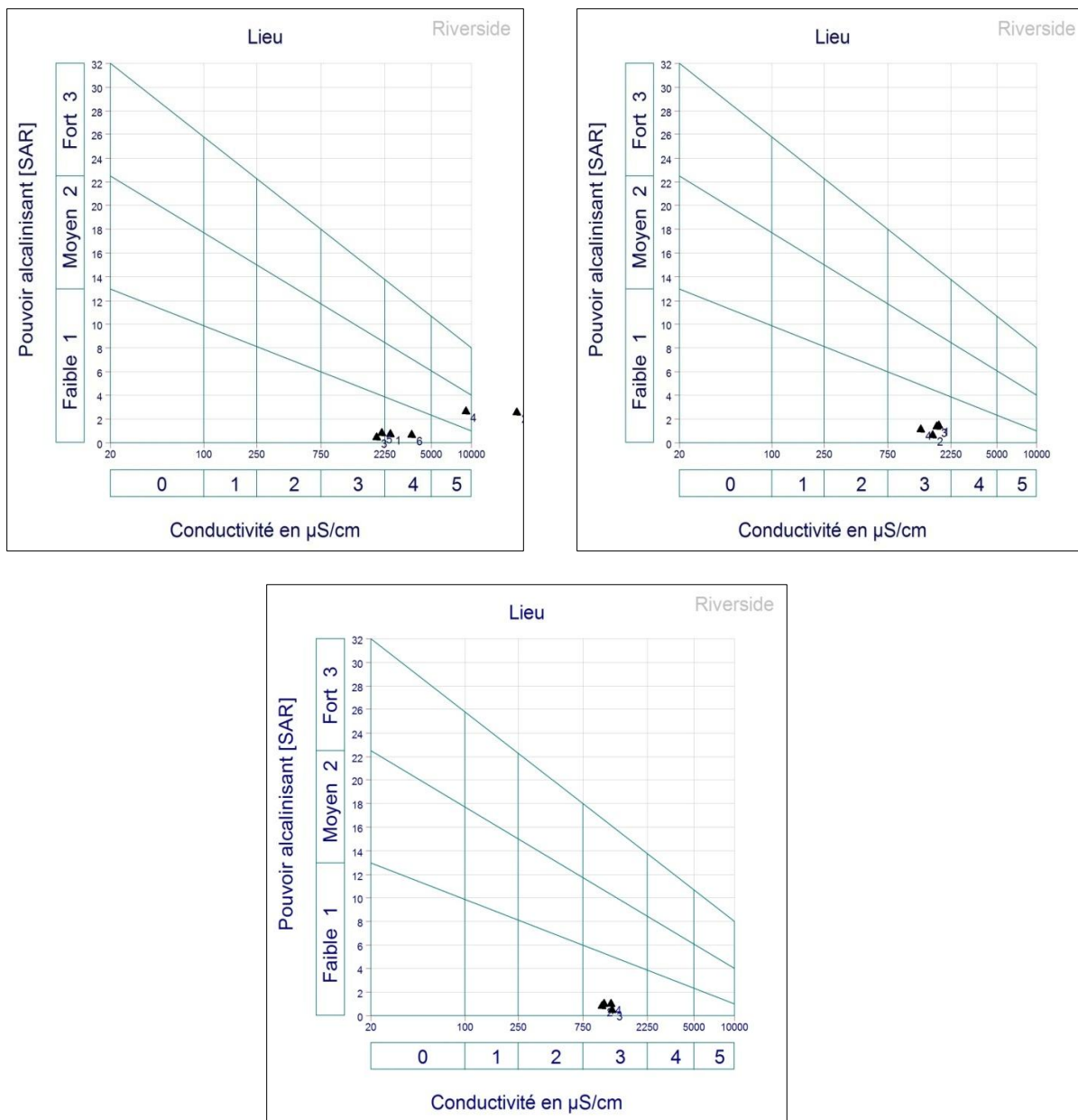


Figure 15 : Pouvoir d'alcalinisation des eaux

#### IV.4. Analyse statistique des données physico-chimiques

Dans cette étude, l'analyse en composantes principales a été effectuée sur l'ensemble des résultats des quatre zones humides.

Le but de cette analyse statistique (ACP) est de faire ressortir les différents points d'eau qui possèdent des concentrations élevées en éléments chimiques par rapport à l'ensemble. Cela nous permet de donner une idée préalable sur les éléments et les sites de pollution.

La matrice de corrélation entre variables chimiques (**tableau 7**) révèle plusieurs Corrélations moyennement à hautement significatives. Une corrélation fortement significative ( $r > 0.8$ ) a été observée entre les couples d'éléments chimiques suivants :  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{K}^+/\text{SO}_4^{2-}$  ce qui indique leurs origine Commune.

La conductivité électrique a une forte corrélation positive ( $r > 0.8$ ) avec les éléments suivant en ordre décroissant :  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{Na}^+$  ce qui indique la dissolution de la Halite et du chlorure de potassium. La minéralisation est due ainsi aux éléments :  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Ca}^{2+}$  mais avec des coefficients moins importants.

**Tableau 7 : Matrice de corrélation entre variables (Pearson)**

Variables	Ph	CE	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$
<b>pH</b>	<b>1,00</b>									
<b>CE</b>	0,42	<b>1,00</b>								
<b><math>\text{Ca}^{2+}</math></b>	0,38	<u>0,66</u>	<b>1,00</b>							
<b><math>\text{Mg}^{2+}</math></b>	0,54	<u>0,72</u>	0,43	<b>1,00</b>						
<b><math>\text{Na}^+</math></b>	0,45	<u>0,81</u>	<u>0,64</u>	0,56	<b>1,00</b>					
<b><math>\text{K}^+</math></b>	<u>0,66</u>	<u>0,90</u>	<u>0,64</u>	<u>0,81</u>	<u>0,70</u>	<b>1,00</b>				
<b><math>\text{HCO}_3^-</math></b>	-0,29	-0,49	0,09	-0,36	-0,34	-0,58	<b>1,00</b>			
<b><math>\text{Cl}^-</math></b>	0,45	<u>0,88</u>	<u>0,85</u>	<u>0,62</u>	<u>0,84</u>	<u>0,79</u>	-0,26	<b>1,00</b>		
<b><math>\text{SO}_4^{2-}</math></b>	<u>0,60</u>	<u>0,74</u>	<u>0,69</u>	<u>0,74</u>	<u>0,80</u>	<u>0,81</u>	-0,22	<u>0,69</u>	<b>1,00</b>	
<b><math>\text{NO}_3^-</math></b>	-0,03	-0,42	-0,07	-0,36	-0,31	-0,48	<u>0,70</u>	-0,28	-0,27	<b>1,00</b>

La projection des variables et des individus a été effectuée sur 4 axes, qui représentent 77.28% de la variance totale (**figure 16**). La projection sur le plan I-II montre l'existence de deux groupes (**figure 16**). Le premier se développe sur l'axe I (60.99% de la variance), il présente le pôle de la minéralisation avec tous les échantillons qui présentent la zone humide de Gareat El Tarf où les eaux sont très chargés en sels.

Le deuxième axe (16.29% de la variance) est l'axe de la pollution. La zone d'Es-Sebkha semble la plus touchée par la pollution due aux nitrates à cause des rejets d'eau usées urbaines non épurés.

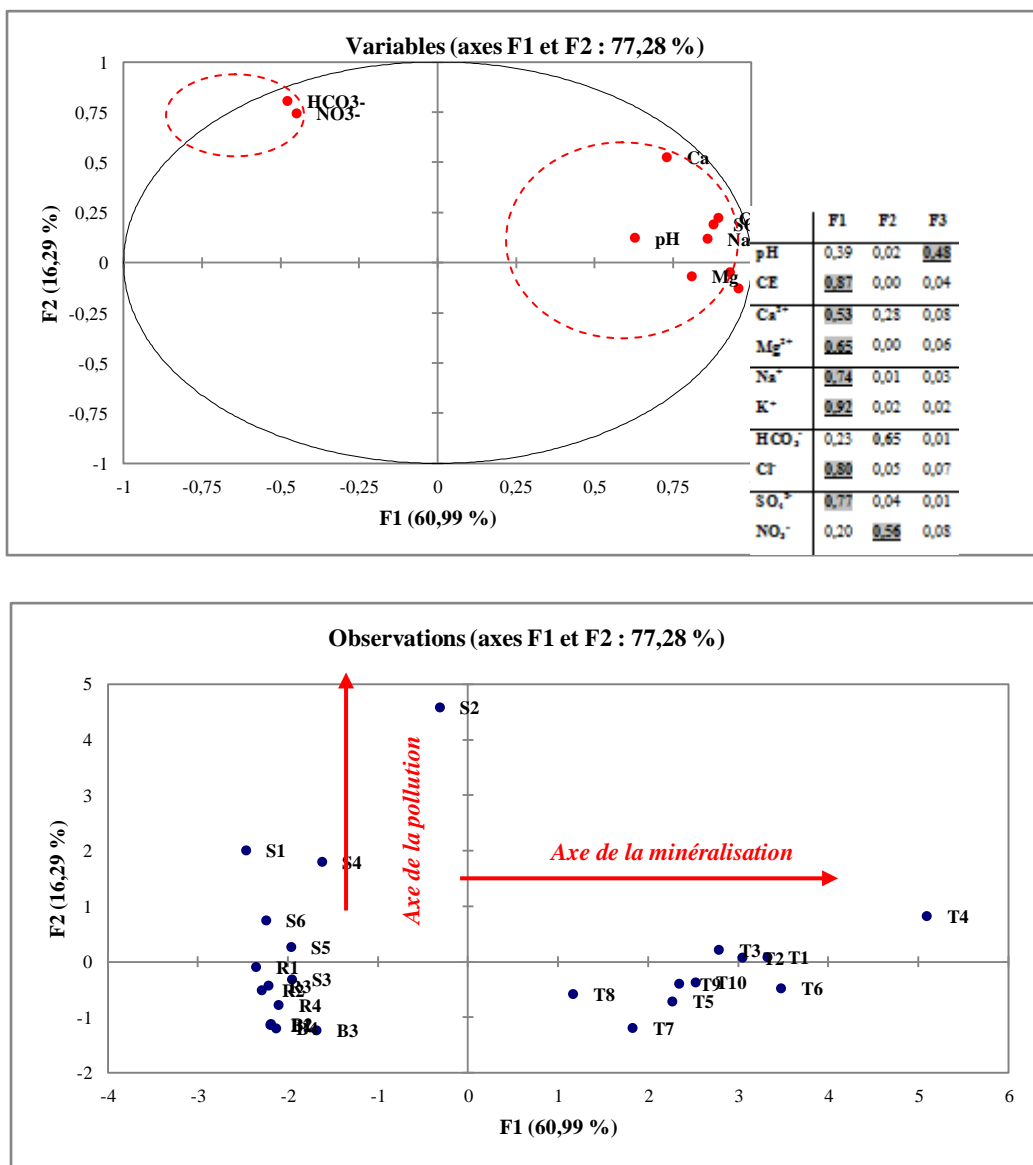



Figure 16 : Projection des variables et individus sur le plan I-II

**IV.5. Conclusion**

Cette étude nous a permis de montrer l'existence d'une importante minéralisation naturelle des eaux de surface et une vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines.

Les eaux de surface sont affectées surtout par l'effet des rejets urbains d'où la forte concentration des eaux en nitrates.

La salinité des eaux surtout avec les éléments  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{K}^+$  doit être contrôlée lorsqu'un usage agricole est envisagé.



*CONCLUSION  
GÉNÉRALE*

### **Conclusion générale**

Notre étude sur les zones humides existant dans la wilaya de kenchela consistait sur les caractéristiques de ces milieux aquatiques à savoir ; les forages, sebikha , garaa et le barrages. les travaux de recherche ont constaté que ces zones humides naturelles et artificielles sont loin d'être protégés. En ce qui concerne les résultats de nos travaux, ces milieux jouent un rôle important dans plusieurs domaine écologiques, climatiques et hydrologiques parce que ces types sont considéré comme l'habitat de plusieurs espèces animale et végétale et la source principale d'eaux d'irrigation et comme eau potable et elles ont aussi un rôle dans l'adoucissement de l'atmosphère par conséquent, ces zones humides jouent un rôle important dans la continuité de la vie.

D'après l'étude hydro chimique on a caractériser les principaux paramètres des eaux souterraines et de surfaces Les résultats des analyses chimiques et à partir de plusieurs modes d'interprétations usuelles en hydrochimie on a montré l'existence d'une importante minéralisation naturelle des eaux de surface et une vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines. La projection des résultats des analyses hydro chimiques sur le diagramme de Piper montre quatre types de faciès :

- Faciès chloruré calcique à sulfaté calcique pour Les eaux d'Es-Sebikha
- Faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne pour Les eaux souterraines de la plaine de R'mila
- Faciès chlorure de sodique pour Les eaux de Garaet el Tarf
- Faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne pour les Les eaux du barrage de Babar Ainsi le diagramme de wilcox montre que les eaux souterraines de la plaine de R'mila et de barrage de Babar sont des eaux de bonne qualité par rapport à l'irrigation et de faible pouvoir d'alcalinisation. Par contre La qualité des eaux pour l'irrigation du lac salé d'Es Sebikha est médiocre à mauvaise avec un pouvoir d'alcalinisation faible à moyen. Sont de type très mauvais les eaux de la zone humide de Garaet Tarf parceque elle à un pouvoir d'alcalinisation très élevé.

En fin, il est nécessaire de sensibiliser tous les utilisateurs de ces milieux aquatiques ainsi que tous les utilisateurs de l'eau dans toutes les régions de la wilaya et réfléchir à une gestion durable des écosystèmes aquatiques car leur devenir à long terme dépend, justement, de la gestion de ces ressources naturelles en élaborant des plans de communication et en se basant sur la collaboration entre les secteurs intéressés, les associations culturelles ainsi que les agriculteurs.



*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

## *RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

### *A*

- **Aidoud.A&Touffet.J.** (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes.
- **Alassane.A.** (2004). Population et environnement : assainissement des Eaux usées et son impact sur la station sociosanitaire des population de Medina Gounass. Institut de Formation et de Recherche en Population, Développement et santé de la Reproduction, Université Cheikf Anta Diop de Dakar.
- **Anani.F.** (2013). Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Annaba: Université BadjiMokhtar.
- **ANDI.** (2013). Monographie de la Wilaya de Khenchela, Ed Agence Nationale de Développement et de l'Investissement. Khenchela: Agence Nationale de Développement et de l'Investissement, Ministère de l'industrie et des Mines, Algérie.
- **Anonyme.** (2007). Site du Gosson (Saint-Nicolas). Bilan des relevés biologique. Saint\_Nicolas.
- **Aouaigia.A.** (2012). Qualité microbiologique et physicochimique de l'eau d'une retenue artificielle (Barrage de Babar) khenchela. khenchela: université Abbes Laghrour, khenchela .
- **Aouidane.I.** (2017). Origine de la salinisation des eaux et des sols d'une zone à climat semi-aride: Cas de Remila (W. Khenchela). Biskra: Université Mohamed Khider Biskra.

### *B*

- **Babar.M.** (2019). Contribution et typologie des zones humides de la willaya de Bouira.
- **Bahri.B.** (2006). Contribution à l'étude de l'influence des facteurs édaphiques orographiques et biologiques sur la génération naturelle du cèdre de l'Atlas dans les monts d'Ouled Yagoube. Batna: Université de Batna.
- **Benazzouz.M-T.** (1986). Recherche géomorphologique dans les hautes plaines de l'estAlgérien la Sebkhla Tarf (Algérie). la Sorbonne: Université Paris.
- **Benhallouch.N, & Bendahman.I.** (2014). Ecologie de la Reproduction des oiseaux d'eau a dayet el ferd (w. Tlemcen). .

## *RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

- **Benstiti. (1974).** Contribution à l'étude de potentialité d'une nappe alfatière dans la région de Moudjebara(Djelfa). Djelfa.
- **Bernand.G&Girardins.S. (2011).** Travaux des zones humides: vade-mecum des bonnes pratiques. Fédération des conservatoires d'espaces naturels.
- **Bouakkaz.A. (2017).** Ecologie du peuplement d'Ouled Amara (El-mahmel, wilaya Khenchela). Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.
- **Bouanani.A. (2004).** Hydrologie, transport solide et modélisation. Étude de quelques sous bassins de la Tafna (NW-Algérie). Telemcen: Université de Telemcen.
- **Boubeli.S. (2009).** Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de Khenchela (Nord-Est algérien). Annaba.
- **Boudy.P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris ED, la maison rustique.
- **Boumezbeur.A. (2004).** Atlas des zones humides algériennes. DGF.
- **Bounezra.K. (2015).** Elimination des nitrates par charbon actif (CAP) dans Les eaux dans la plaine de Rémila (wilaya de Khenchela).
- **Bouatouil.A. (2018).** Impact des caractéristiques physico-chimiques des eaux sur la présence du Flamant rose et Tadorne de Belon dans la zone humide de Sebket El-Mahmel (wilaya de Khenchela). Khenchela: University Abbes Laghrour Khenchela.

### *C*

- **C.G.G. (1969).** Prospection Géophysique de la plaine de Remila (Khenchela). Coupes transversales. Compagne Générale of Géologie. Batna: Direction Département des Travaux Publique de Batna.
- **C.P.H. (1977).** Proposition de réalisation d'étude et projets d'aménagement hydro agricole de la plaine de Rémila. Rio de Janeiro: Proposition de réalisation d'étude et projets d'aménage Rapport de Consortium Projectum-HIDROESB.
- **Cloutier.V&Lefebvre.R&Therrien.R&Savard.M.M. (2008).** Multi variate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system. Journal of Hydrology 353, 294-313.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### D

- **Dali.N.** (2009). Ressources et gestion integree des eaux du bassin de Gareat El Taref (W. Khenchela). Annaba: Université Bdji Moukhtar- Annaba.
- **Delartigue.L.T.** (1904). Monographie de l'Aurès. Constantine.
- **Despois.J.** (2016). Relief et hydrographie des Hautes plaines constantinoises.
- **Djaballah.A.** (2015). Aptitude des eaux souterraines à l'irrigation : cas de la plaine d'Elmahmel (wilaya de khenchela) . Khenchela.
- **Djebaili.S.** (1984). Steppe algérienne : Phytosociologie et écologie. Alger: OPU.
- **DSA.** (2011). Service de statistique ; Direction des services agricole de la wilaya de khenchela.

### G

- **Gaagai.A.** (2008/2009). Etude hydrologique et hydrochimique dubassin versant du barrage de babar sur ouedel arab region est de l'algerie. .
- **Ghandriche.H.** (1991). Modalités de la superposition de structures de plissement chevauchement d'âge alpin dans les Aurès (Algérie). Paris Sud: Université de Paris-Sud, centre d'Orsay, France.
- **Guyot.G.** (1999). Climatologie de l'environnement—Cours et exercices corriges. Paris.

### H

- **Halitim.** (1973). Etude experimental de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture .Thèse de 3e cycle. . .
- **Houha.B.** (2007). Etude des fonctionnements hydrogéochimiques et salins de bassin semiaride de remila khenchela. . Annaba.
- **Houhamdi.M&Hafid.H&Seddik.S&Bouzegag.A&Nouidjem.Y&Bensaci.E&Maazi.M-C&Saheb.M.** (2008). Houhamdi M, Hafid H, Seddik S, Bouzegag A, Hivernage des Grues cendrées Grus grus dans le complexe des zones humides.

### J

- **Jean.M.** (2021, Mai 21). caracterisation-des-milieus-naturels. Récupéré sur envirox: <https://www.envirox.ca>

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### K

- **Kaabach.M.** (1990). les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie) : essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Université de Paris-sud, centre d'ORSAY.
- **Khabtane.A.** (2014/2015). contribution a l'étude des caractères morphologiques, physiologiques et des marqueurs moléculaires pour l'évaluation du polymorphisme phénotypique et génétique des espèces du genre Tamarix dans différents écotopes de la zone steppique de kenchela. Constantine.
- **Khabtane.A&Rahmoune.C.** (2012). Effet du biotope sur la diversité floristique et le polymorphisme phénotypique des groupements à Tamarix africana Poir dans les zones arides de la région de Khenchela (Est Algerien). Journal of Agriculture and Environment for International Development – JAEID, Vol.106, N°2, 123-137.

### M

- **Marmi.R.** (1995). Les bassins continentaux de l'avant-pays de la chaîne alpine d'Algérie nordorientale: Étude stratigraphique, sédimentaire, structurale et géochimique. Nancy: Université de Henri Poincaré, Nancy I, France.
- **Mebarki.A.** (2005). Hydrologie des bassins de l'est algerien: ressources en eau, aménagement et environnement.
- **Mebarki.A&Laborde.J.P.** (2012). Synthèse cartographique des bilans hydriques de l'Algérie du Nord. Séminaire international « Eau et climat, Regards croisés Nord-Sud ». Université de Rouen.
- **MEDE.** (2012). Rapport sur les oiseaux et les homes des zones humides en partage. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.
- **Meharzi.M.** (2010). Forêt,geosystemes et dynamique du milieu le cas de l'aures. Constantine.
- **Melanie.C.** (2009). Identification, caractérisation et localisation des zones humides du bassin versant de l'Yser.
- **Morizot.P.** (1997). archéologie aérienne de l'aurès - C.T.H.S.

### O

- **Oudihat.K.** (2011). Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Ferd (Tlemcen).

## *RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

- **Ouldammr.H.** (2020). Dilimitation de bisseau salé dans la bassin de Gareat el taref. Khenchela: Université Abbes Laghrour Khenchela.

### *P*

- **Person.J.** (1978). Irrigation et drainage en Tunisie problème posé par la salinité des sols et des eaux . Bulltin de BRGM.
- **Puget.M.** (1980). Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Université Aix-Marseille III.

### *R*

- **Ramsar.** (2011, Mars 03). Zone humide: Définition – convention de RAMSAR et problèmes. Récupéré sur WikiMemoires: <https://wikimemoires.net/>
- **Rebouh.G&Merdaci.Ch.** (2017). Contribution à l'étude de l'état écologique du Chott Tinsilt Wilaya d'Oum El-Bouaghi et de son avifaune. Khenchela: Université Khenchela.
- **Reguiat.R.** (2017). Analyse de la diversité de l'avifaune de quelques zones humides de la région d'El-Oued (Cott Merouanr,Oued Khrouf, Chott Melghigh, Lac Ayata, Lac Tindla) durant la période allant de 1999 a 2017. El-Oued: Université Echahid Hamma Lakhdar.
- **Reimann.C&Templ.M&Filzmoser.P.** (2008). Cluster analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities. Applied Geochemistry.
- **Richard.L.D.** (1954). Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils, Agriculture. Washington : US Departement of Agriculture.

### *S*

- **Sabri.F.** (2011). Caractérisation écologique d'un site Ramsar, le lac bleu wilaya d'El Tarf. Annaba.
- **Saheb.M.** (2003). Cartographie de la végétation des sebkhas de Guellif et de Boucif (Oum- El Bouaghi) et écologie de l'avifaune aquatique. Oum El-Bouaghi: C.U. Oum El-Bouaghi.
- **Saifouni.A.** (2009). État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. SAIFOUNI A, (2009). - État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Mémoire de M El Harrach, Alger.

## *RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

- **Saoudi.A.** (2017). Spécificités géologiques et hydrogéologiques de la région des lacs et de la plaine de Remila et son impact sur le tracé routier Oum el Bouaghi - Khenchela . Oum El Bouaghi: Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi.
- **Staifi.L.** (2017). Modélisation hydrogéologique de la plaine de Rémila-Khenchela. Oran.

### *T*

- **Takouachet.L, & Ghouzlane.W.** (2015). Les effets des boues résiduaires sur la minéralisation de la azote dans un sol agricole de la plante de Remila de la (w) de khenchela. .
- **Tandjir.L.** (2011). Les zones humides . Alger: Office des publications universitaires.

### *U*

- **UCIN.** (2009). Rapport sur Evaluation de l'efficacité de gestion d'un échantillon de sites RAMSAR en Afrique de l'Ouest. Union international pour la conservation de la nature et de ses ressources.

### *V*

- **Vila.M.** (1977). Notice explicative de la carte géologique, au 1/50.000, . Touffana: Sonatrach .

### *W*

- **Wilcox.L.V.** (1948). The quality of water for irrigation use. Washington: US Departement of Agriculture .
- **Wildi.W.** (1983). La chaine tello-rifaine (Algerie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène .
- Bureau National des Etudes et du Développement rural-CENEAP ., “Etude final sur la commune de Babar”, 40 p.
- Direction de l'hydrologie de la wilaya de Khenchela., “Etude sur le bassin versant d'Oued El Arab”.
- Direction du conservation des forets khenchela , “Etude d'aménagement du bassin versant du barrage Babar”,(1999), 20 p.

## ***RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

---

### **SITES WEB**

- Zone humide: Définition – convention de RAMSAR et problèmes . (2011, mars 03).  
Récupéré sur WikiMemoires: <https://wikimemoires.net/>
- Liste\_des\_sites\_Ramsar\_en\_Algérie. (2021, Janvier 27). Récupéré sur wikipédia:  
<https://fr.wikipedia.org>



*ANNEXE*

**Tableau : liste des sites Ramsar en Algérie**

Site	Wilaya	Date de classement	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Coordonnées
Aulnaie de Aïn Khiar	El Tarf	4 juin 2003	1,80	0 - 3	<u>36° 47' 56" nord,</u> <u>8° 18' 58" est</u>
Chott Aïn El Beïda	Ouargla	12 décembre 2004	68,53	142 - 146	31° 58' 52" nord, 5° 19' 16" est
Chott ech Chergui	Saïda	2 février 2001	8 555,00	985 - 1 000	34° 16' 08" nord, 0° 33' 25" est
Chott El Beïdha-Hammam Essoukhna	Sétif, Batna	12 décembre 2004	122,23	874 - 887	35° 55' 16" nord, 5° 49' 08" est
Chott el Hodna	M'Sila, Batna	2 février 2001	3 620,00	390 - 400	35° 26' 06" nord, 4° 41' 53" est
Chott Melhir	El Oued, Biskra, Khenchela	4 juin 2003	5 515,00	-35 - -9	34° 15' 11" nord, 6° 30' 43" est
Chott Merouane et oued Khrouf	El Oued	2 février 2001	3 377,00	-40 - 40	33° 53' 28" nord, 6° 10' 34" est
Chott Oum El Raneb	Ouargla	12 décembre 2004	71,55	126	32° 02' 20" nord, 5° 23' 31" est
Chott Sidi Slimane	Ouargla	12 décembre 2004	6,16	50	33° 17' 31" nord, 6° 02' 53" est

Chott Tinsilt	Oum El Bouaghi	12 décembre 2004	21,54	792	35° 52' 44" nord, 6° 28' 34" est
Chott Zahrez Chergui	Djelfa	4 juin 2003	509,85	827 - 840	35° 12' 58" nord, 3° 31' 59" est
Chott Zahrez Gharbi	Djelfa	4 juin 2003	522,00	827 - 840	34° 56' 02" nord, 2° 48' 07" est
Cirque de Ain Ouarka	Naâma	6 avril 2003	23,50	1 058	32° 43' 59" nord, 0° 10' 01" est
Complexe de zones humides de la plaine de Guerbès-Sanhadja	Skikda, El Tarf	2 février 2001	421,00	0 - 190	36° 52' 48" nord, 7° 18' 04" est
Dayet El Ferd	Tlemcen	12 décembre 2004	33,23	1 075 - 1 550	34° 29' 56" nord, 1° 14' 24" ouest
Garaet Annk Djemel et El Merhsel	Oum El Bouaghi	12 décembre 2004	181,40	830 - 844	35° 47' 38" nord, 6° 48' 25" est
Garaet El Taref	Oum El Bouaghi	12 décembre 2004	334,60	809 - 830	35° 40' 55" nord, 7° 07' 55" est
Garaet Guellif	Oum El Bouaghi	12 décembre 2004	240,00	840 - 860	35° 47' 24" nord, 6° 58' 52" est
Garaet Timerganine	Oum El Bouaghi	18 décembre 2009	14,60	843	35° 39' 58" nord, 6° 57' 07" est

Grande Sebkh d'Oran	Oran	2 février 2001	568,70	80 - 110	35° 31' 30" nord, 0° 47' 13" ouest
Grotte karstique de Ghar Boumâaza	Tlemcen	6 avril 2003	200,00	1 070	34° 40' 55" nord, 1° 22' 26" ouest
Guelates Afilal	Tamanrasset	6 avril 2003	209,00	2 100	23° 08' 42" nord, 5° 43' 34" est
Guelates d'Issakarassène	Tamanrasset	2 février 2001	351,00	2 000	23° 23' 20" nord, 5° 42' 43" est
Île de Rachgoun	Ain Témouchent	5 juin 2011	0,66	68	35° 19' 19" nord, 1° 28' 48" ouest
Lac Boulhilet	Oum El Bouaghi	18 décembre 2009	8,56	795 - 843	35° 43' 55" nord, 6° 46' 12" est
Lac de Fetzara	Annaba	4 juin 2003	120,00	10 - 40	36° 47' 17" nord, 7° 30' 32" est
Lac de Télamine	Oran	12 décembre 2004	23,99	50 - 220	35° 44' 10" nord, 0° 22' 59" ouest
Lac du barrage de Boughezoul	Médéa	5 juin 2011	90,58	630 - 650	35° 41' 56" nord, 2° 47' 35" est
Marais de Bourdim	El Tarf	18 décembre 2009	0,59	15 - 16	36° 48' 00" nord, 8° 15' 11" est
Marais de la Macta	Mascara	2 février 2001	445,00	0 - 9	35° 38' 53" nord, 0° 06' 18" ouest

Marais de la Mekhada	El Tarf	6 avril 2003	89,00	0 - 1	36° 47' 06" nord, 8° 00' 29" est
Oasis d'Ouled Saïd	Adrar	2 février 2001	254,00	238 - 301	29° 26' 46" nord, 0° 17' 53" est
Oasis de Moghrar et de Tiout	Naâma	4 juin 2003	1 955,00	970 - 1 033	32° 41' 53" nord, 0° 24' 11" ouest
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	Adrar	2 février 2001	957,00	252 - 282	27° 45' 29" nord, 0° 19' 37" ouest
Oglat Ed Daïra	Naâma	12 décembre 2004	234,30	1 140	33° 18' 07" nord, 0° 54' 04" ouest
Oum Lâagareb	El Tarf	5 juin 2011	7,29	17	36° 49' 23" nord, 8° 11' 53" est
Réserve intégrale du lac Mellah	El Tarf	12 décembre 2004	22,57	-6 - 0	36° 53' 46" nord, 8° 19' 26" est
Réserve intégrale du lac Oubeïra	El Tarf	4 novembre 1983	22,00	25 - 28	36° 50' 49" nord, 8° 23' 13" est
Réserve intégrale du lac Tonga	El Tarf	11 avril 1983	27,00	2 - 4	36° 51' 22" nord, 8° 30' 04" est
Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	Jijel	4 juin 2003	6,00	2 - 3	36° 52' 44" nord, 6° 06' 29" est

Réserve naturelle du lac de Réghaïa	Alger	6 avril 2003	8,42	4 - 35	36° 47' 06" nord, 3° 20' 35" est
Réserve naturelle du lac des Oiseaux	El Tarf	22 mars 1999	1,20	10	36° 46' 55" nord, 8° 07' 26" est
Salines d'Arzew	Oran, Mascara	12 décembre 2004	57,78	60 - 339	35° 41' 28" nord, 0° 19' 23" ouest
Sebkha de Bazer	Sétif	12 décembre 2004	43,79	910 - 917	36° 02' 56" nord, 5° 41' 02" est
Sebkha Ezzemoul	Oum El Bouaghi	18 décembre 2009	67,65	786 - 800	35° 52' 34" nord, 6° 33' 00" est
Sebkhet El Hamiet	Sétif	12 décembre 2004	25,09	898 - 902	35° 54' 58" nord, 5° 33' 32" est
Sebkhet El Melah	Ghardaïa	12 décembre 2004	189,47	367 - 478	30° 30' 22" nord, 2° 55' 34" est
Tourbière du lac Noir	El Tarf	6 avril 2003	0,05	15	36° 51' 18" nord, 8° 12' 25" est
Vallée d'Iherir	Illizi	2 février 2001	578,9186	1 100 - 1 400	25° 19' 34" nord, 8° 28' 48" est
Vallée de l'oued Soummam	Béjaïa	18 décembre 2009	124,53	170 - 1 890	36° 36' 11" nord, 4° 45' 43" est



**SebkhetEl-Mahmel, wilaya de Khenchela**



**Barrage de Babar, wilaya de Khenchela**



**Gareat El-Taref, wilaya de Khenchela**