



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agrovétérinaire

*Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master en sciences
agronomiques spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement*

THEME

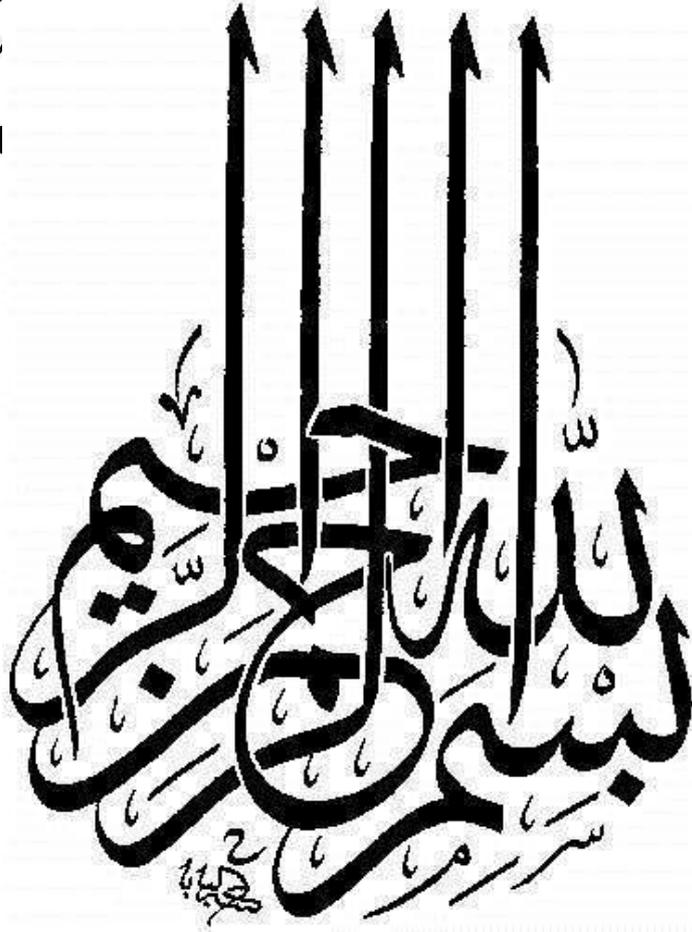
Contribution à l'étude biologique et hydrogéologique de La zone humide de Zahrez (Djelfa)

Présenté par : - *GUIRAA Mohamed*
- *GOUGUE Adel*

Devant le jury:

<i>Mr ELAHCENE O</i>	M A Université de Djelfa	<i>Président</i>
<i>Mr BOULEKNAFET Z</i>	M A Université de Djelfa	<i>Encadreur</i>
<i>Mr BOUTELDJAOUI F</i>	M A Université de Djelfa	<i>Examineur</i>
<i>Mr KHALDI A Y</i>	M A Université de Djelfa	<i>Examineur</i>

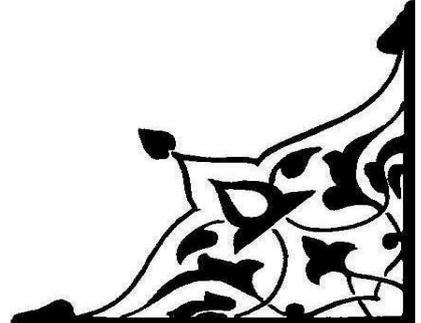
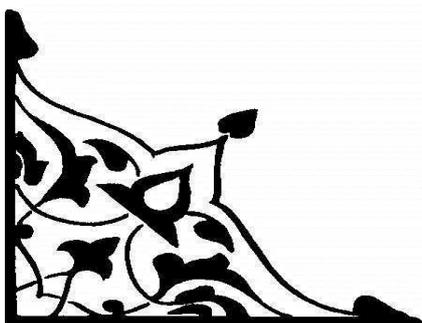
Année universitaire : 2018-2019



((وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون وستردون))

إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون))

سورة التوبة الآية: 104



Résumé :

Les zones humides font partie des écosystèmes qui ont besoin d'être gérés de façon à conserver leurs grandes variétés de valeurs et de fonctions. Aujourd'hui, l'Algérie compte 50 zones humides d'importance internationale, inscrites sur la liste de la convention de Ramsar sur la conservation des zones humides d'intérêt international, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau.

Notre étude s'intéresse à la biologie et hydrogéologie dans deux zones humides continentales. Localisées à la porte du Sahara au centre des hauts plateaux algérien (w. Djelfa), Zahrez Chergui et de Zahrez Gharbi. Ces deux zones humides possèdent actuellement des ressources hydriques relativement limitées, à savoir uniquement la remontée des eaux souterraines en période pluvieuse. D'ailleurs la région a changé d'étage bioclimatique, du semi-aride dans les années 1930, elle est passée à l'aride au début 21ème siècle.

Les premiers résultats obtenus montrent que la diversité et l'abondance floristique et faunique dépendent largement des fluctuations et de la répartition du niveau de l'eau. Dans ce cadre, la richesse de Zahrez Chergui paraît beaucoup plus faible que celle de Zahrez Gharbi. La première zone humide était quasi à sec au moment de l'étude.

Mots-clés : *Zones humides, Zahrez Gharbi, Zahrez Chergui, oiseaux d'eau, Réseaux trophiques.*

Abstract:

Wetlands are among the ecosystems that need to be managed to maintain their large variety of values and functions. Today, Algeria has 50 wetlands of international importance, on the list of the Ramsar Convention on the Conservation of Wetlands of international interest, especially as waterbirds habitat.

Our study focuses on the biology and hydrogeology in two continental wetlands. Located at the gateway to the Sahara at the center of the Algerian high plateaus (w. Djelfa) Zahrez Chergui and Zahrez Gharbi. Both wetlands currently have relatively limited water resources, namely only the rise of groundwater in the rainy season. Moreover, the region has changed the bioclimatic stage, semiarid in the 1930 years, it moved to arid in the early 21st century.

The first results show that the diversity and abundance of floristic and faunistic depend largely on fluctuations and distribution of water level. In this context, the richness of Zahrez Chergui seems much lower than Zahrez Gharbi. The first wetland was almost dry at the time of the study.

Keywords: *Wetlands, Zahrez Gharbi, Zahrez Chergui, Water birds, Trophic network.*

Listes

Liste des figures

Figure N° 01	Composition d'une zone humide	5
Figure N° 02	Alimentation en eau des zones humides de cours d'eau.....	6
Figure N° 03	Critères des zones humides	8
Figure N° 04	Schéma simplifié des grands types de zones humides pouvant être rencontrés sur un bassin versant.....	11
Figure N° 05	Répartition des trois types de zones humides selon le modèle PPE.....	14
Figure N° 06	Les cinq régions hydrographiques de l'Algérie	23
Figure N° 07	Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez.....	25
Figure N° 08	Découpage par sous région.....	26
Figure N° 09	Découpage administratif de la sous région.....	27
Figure N° 10	Situation géographique du bassin hydrographique Zahrez.....	28
Figure N° 11	Situation géographique de la zone d'étude (vue en 3D).....	29
Figure N° 12	Présentation générale du bassin versant 17 (Zahrez).....	30
Figure N° 13	Carte géologique du milieu étudié.....	32
Figure N° 14	Variation des températures moyennes mensuelles.....	37
Figure N° 15	La variation de précipitation annuelle en (mm).....	38
Figure N° 16	Variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	39
Figure N° 17	Coefficient de variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	40
Figure N° 18	Variation des précipitations moyennes saisonnières.....	41
Figure N° 19	Courbe ombrothermique de la zone d'étude.....	42
Figure N° 20	Climagramme d'Emberger . Station de Djelfa.....	43
Figure N° 21	Carte de l'évapotranspiration du milieu étudié.....	46
Figure N° 22	Zones forestières	47
Figure N° 23	Evolution de la population à l'horizon 2020	49
Figure N° 24	Type d'échantillonnage systématique.....	51
Figure N° 25	Les 5 points par transect, prélever 3 échantillons de sol.....	51
Figure N° 26	Profil d'une sebkha salé.....	52
Figure N° 27	Situation des transectes prélevés.....	53
Figure N° 28	Appareil photo numérique	55
Figure N° 29	point d'observation El' Hemia	56
Figure N° 30	Organigramme de réalisation de SIG.....	60
Figure N° 31	Evolution de CE (mmhos/cm) sur les transects.....	65
Figure N° 32	Evolution de pH sur les transects.....	65
Figure N° 33	Le pourcentage approximatif (%) des espèces halophytes.....	67
Figure N° 34	Répartition, en ordres, des espèces recensées au niveau des Zahrez Chergui et Gharbi durant la période allant de 02/11/2018 à 31/07/2019.....	73

Figure N° 35	Variation de la Richesse spécifique mensuelle des Zahrez, durant la période allant de 02/11/2018 à 31/07/2019.....	74
Figure N° 36	Répartition des 14 espèces d’oiseaux en fonction de leurs tendances alimentaires dominantes.....	76
Figure N° 37	La région hydrographique Cheliff-Zahrez	81
Figure N° 38	Sous bassin versant et réseau hydrographie.....	82
Figure N° 39	Photo 3D de Zahrez.....	83
Figure N° 40	coordonnées géographique de Zahrez Chergui.....	84
Figure N° 41	coordonnées géographique de Zahrez Gharbi.....	84
Figure N° 42	Principaux cours d’eau et chevelu hydrographique dans le Cheliff Zahrez	86
Figure N° 43	Hydrologie du bassin des Zahrez	87
Figure N° 44	Ressources souterraines de la région hydrographique (Cheliff Zahrez).....	88
Figure N° 45	Ressources en eau Souterraines de la sous région 04.....	89
Figure N° 46	Coupe lithologique du Forage Hassi Fdoul.....	90
Figure N° 47	Coupe lithologique du Forage Djelfa.....	91
Figure N° 48	Coupe lithologique du Forage Guernini.....	92
Figure N° 49	Coupe lithologique du Forage Djelfa.....	93
Figure N° 50	Implantation des forages.....	94
Figure N° 51	Sources de la sous région 04.....	95
Figure N° 52	piézomètres implantés dans la région d’étude	96
Figure N° 53	Ressources superficielles en eau	97
Figure N° 54	Les barrages de la RHCZ.....	98
Figure N° 55	La Pluviométrie de la zone de Zahrez.....	100
Figure N° 56	Carte pluviométrique du bassin des Zahrez	100
Figure N° 57	Stations de mesures.....	101
Figure N° 58	Position des postes pluviométriques utilisés.....	102
Figure N° 59	Les réservoirs de stockage.....	104
Figure N° 60	Les périmètres irrigués.....	105
Figure N° 61	Les unités industrielles.....	107
Figure N° 62	Les sources de pollution de la région 04.....	108

Liste des tableaux :

Tableau N° 01	Typologie hydro-géographique selon le SDAGE et SAGE.....	12
Tableau N° 02	Critères d'identification des zones humides d'importance internationale.....	18
Tableau N° 03	Sous régions du bassin Cheliff-Zahrez.....	27
Tableau N° 04	Température moyenne mensuelle en °C.....	36
Tableau N° 05	Température moyennes saisonnières en °C.....	37
Tableau N° 06	Variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm)	39
Tableau N° 07	Variation des précipitations moyennes saisonnières.	40
Tableau N° 08	Températures et précipitations moyennes mensuelles dans la station de Djelfa Durant la période (1975-2015).	41
Tableau N° 09	Vitesses des vents (m/s).	43
Tableau N° 10	Valeurs moyenne mensuelles et annuelles de la gelée.	44
Tableau N° 11	Humidité moyenne mensuelle.	44
Tableau N° 12	Evapotranspiration potentielles moyennes mensuelles et annuelles (mm)	45
Tableau N° 13	Récapitulatif des espèces halophytes rencontrées au niveau de Zahrez Gharbi...	61
Tableau N° 14	Récapitulatif des espèces halophytes rencontrées au niveau de Zahrez Chergui...	62
Tableau N° 15	La liste des espèces halophytes.....	62
Tableau N° 16	Le recouvrement de la végétation.....	64
Tableau N° 17	Les graduations de salinité sur les transects.....	66
Tableau N° 18	Inventaire de la faune présente dans la zone humide Zahrez.....	70
Tableau N° 19	Liste des espèces aviennes recensées dans les zones humides Zahrez.....	72
Tableau N° 20	Potentialité en eau superficielle du bassin Zahrez	99
Tableau N° 21	Précipitations moyennes mensuelles et la moyenne annuelle	102
Tableau N° 22	Caractéristique des stations pluviométriques et pluviographiques de la zone d'étude.....	103
Tableau N° 23	Répartition des périmètres de la petite et moyenne hydraulique.....	106

Liste des abréviations et sigles

ABHCZ : Agence du bassin hydrographique Chelif Zahrez.

an : Année.

ANRH : Agence nationale des ressources hydriques.

B.V : Bassin versant.

C° : Degré Celsius

CE : conductivité électrique

CPIE: centres permanents d'initiatives pour l'environnement.

D.P.A.T : Direction de planification et de l'aménagement du territoire.

DDGF : développement durable gouv France.

DGF : Direction Générale des Forêts.

GPS: Geographic Position Satellite.

HCDS : Haut Commissariat de Développement des Steppes.

I N C T : institut national de cartographie et de télédétection (France).

JMZH : Journée mondiale des zones humides.

Km : Kilomètre.

Km² : Kilomètre carré.

m : Mètre.

m mhos : milli mhos.

mm : Millimètre.

MNT : Modèle numérique de terrain.

O.N.M : Office National de Météorologie.

PEE: potentiel-effectif-efficace.

PMH : Petite et moyenne hydraulique.

PNE : Plan national de l'eau.

SAGE : Schémas d'aménagement et de gestion des eaux.

SBV : Sous bassin versant.

SDAGE: Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux.

ZH : Zones humides.

ZHIIEP: Zones humides d'intérêt environnemental particulier.

ZSGE : Zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau.

Table des matières :

Table des matières :		
Introduction		01
<i>Chapitre I : Généralités sur les zones humides</i>		
Introduction		03
1. Définition.....		03
1.1. Des définitions multiples.....		03
2. Caractéristiques générales.....		04
3. Composition.....		04
4. Diversité.....		05
5. Régime hydrique des zones humides.....		05
5.1. Les apports d'eau dans les zones humides.....		05
5.2. Les sorties d'eau.....		07
6. Les différents critères des zones humides		07
6.1. Critère Hydrologie		07
6.2. Critère Hydromorphie.....		08
6.3. Critère Floristique.....		08
6.3.1. Espèces hygrophiles.....		09
a) les hydrophytes		09
b) les hélophytes		09
c) les halophytes		09
7. Sols typiques de zones humides.....		09
8. Les typologies des zones humides.....		10
a) Zones humides continentales.....		10
b) Zones humides marines/côtières.....		10
c) Zones humides artificielles		10
8.1. Types de zones humides selon le SDAGE (une typologie hydro.géographique).....		11
8.2. Une typologie fonctionnelle des zones humides		13
9. Fonctions et valeurs des zones humides		14
9.1. Fonctions des zones humides.....		14
9.2. Valeurs des zones humides.....		15
10. Gestion des zones humides.....		16
11. Les zones humides et conventions internationales		17
11.1. La convention Ramsar.....		17
11.2. Critères de classification des zones humides		17
11.3. Caractéristiques Ramsar		19
11.3.1. Justification des critères		19
12. Menaces sur les zones humides.....		20
12.1. Des milieux qui restent menacés.....		20

12.2.	Les espèces les plus menacées actuellement.....	20
13.	Le cadre législatif pour la conservation des zones humides.....	21
14.	Les zones humides d'importance internationale en Algérie.....	21
15.	Les régions hydrographiques de l'Algérie	22
15.1.	Le cadre juridique.....	22
	Conclusion	23
<i>Chapitre II : Présentation de la région d'étude</i>		
	Introduction	24
1.	Le bassin hydrographique Cheliff.Zahrez	24
2.	Choix de découpage par sous région	25
2.1.	Découpage administratif	25
2.2.	Découpage par sous région	26
3.	La sous région 04 (Zahrez).....	27
3.1.	Présentation de la sous région 04 (Zahrez).....	27
3.2.	Localisation géographique de la zone d'étude	28
4.	Superficie	29
5.	Hydrographie	30
6.	Géologie	31
7.	Géomorphologie	33
8.	Cadre pédologique	35
9	Aperçu climatologique du milieu étudié	36
9.1.	Températures	36
9.2.	Les précipitations	37
a)	La précipitation annuelle	38
b)	Précipitations moyennes mensuelles	38
c)	Précipitations moyennes saisonnières	40
9.3.	Relation entre précipitation et température	41
9.3.1.	Diagramme Ombrothermique	41
9.3.2.	Climagramme d'EMBERGER	42
9.4.	Le vent	43
9.5.	La gelée	44
9.6.	La neige	44
9.7.	Humidité	44
9.8.	Evapotranspiration	45
10.	Végétation	46
11.	Les parcours.....	47
12.	Zones forestières	47
13.	Les cultures	48

14. Zones ensablées	48
15. Sebkhha.....	48
16. Caractères socio.économiques	48
17. Les horizons démographiques	48
18. Activités humaines	49
Conclusion	49
 Chapitre III : Matériels et méthodes utilisée 	
Partie I : Etude biologique	50
Introduction	50
I) La flore de la région d'étude	50
I.1. Phase de terrain	50
I.1.1. Echantillonnage	50
I.1.2. Type et Structure de l'échantillonnage	50
I.1.3. Choix des périmètres et emplacement des relevés (les transects).....	51
I.1.4. La date	52
I.1.5. Inventaire et étude qualitative : (diversité des espèces).....	52
I.1.6. Inventaire et étude quantitative : (richesse en espèces).....	53
I.2. Phase de laboratoire	54
I.2.1. Les analyses pédologiques	54
a) L'objectif des prélèvements du sol	54
b) Préparation des échantillons du sol	54
c) L'analyse physico.chimique des extraits du sol	54
II) La faune de la région d'étude	54
II.1. Objectifs de l'étude	54
II.2. Matériel	54
II.3. Méthodologie	55
II.3.1. Echéancier de l'étude et choix des points d'observations	55
II.3.2. Méthodes de dénombrement utilisé sur le terrain : (Comptage à vue)	56
II.4. Exploitation des résultats	56
II.4.1. L'abondance	56
II.4.2. Richesse spécifique (Rs)	57
II.4.3. Richesse Moyenne (Rm)	57
II.4.4. Indice de diversité de Shannon et Weaver (H)	57
II.4.5. La Diversité maximale (Hmax)	57
II.4.6. Indice d'équitabilité (régularité) (E)	58
II.4.7. Statuts écologiques	58
II.4.8. Le statut phénologique	58
II.4.9. Catégorie tropique (CT)	58

Partie II : Etude hydrogéologique	59
Introduction	59
1. Matériels et logiciels utilisés	59
2. Données	60
3. Méthodologie adoptée	60
Chapitre IV : Résultats et Discussion	
Partie I : Etude biologique (Flore et Faune)	61
1. La flore de la région d'étude	61
1.1. Introduction	61
1.2. Résultats	61
➤ Relevés N° : 01	61
➤ Relevés N° : 02	62
1.3. La végétation	62
1.3.1. La liste exhaustive des espèces halophytes	62
1.3.2. Les espèces dominantes et abondantes	64
1.4. Les graduations de salinité sur les transects	65
1.4.1. Evolution de la conductivité électrique	65
1.4.2. Evolution du pH	65
1.5. La discussion	67
1.5.1. La composition systématique des espèces	67
1.5.2. Le recouvrement de la végétation	67
1.5.3. La comparaison entre les transects A.B.C.D	68
1.5.4. Les espèces halophytes les plus fortes résistances au sel	68
1.5.5. Les espèces endémiques et rares	69
Conclusion	69
2. La faune de la région d'étude	70
2.1. Introduction	70
2.2. Résultats	70
2.2.1. Faune remarquable	70
2.2.2. L'avifaune des zones humides Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi	71
a) Présentation des habitats	71
b) Composition général de l'avifaune de Zahrez Chergui et de Zahrez Gharbi	71
c) Inventaire Systématique	71
d) Analyse taxonomique	73
e) Analyse phénologique	74
f) Analyse écologique	74
g) Analyse biologique	75
2.3. Discussions	77
2.3.1. Principales chaînes alimentaires	77

2.3.2.	Réseau trophique potentiel au niveau du Zahrez Gharbi	77
2.3.3.	Menaces et atteintes de la zone humide Zahrez et leurs avifaunes aquatiques	79
2.3.4.	Les autres menaces qui touchent presque toutes les zones d'études sont	80
	Conclusion	80
	Partie II : Etude hydrogéologique	81
1.	Introduction	81
2.	La sous région 04 (Zahrez).....	82
3.	Eléments généraux concernant la zone d'étude (Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi)	82
4.	Description de Zahrez Chergui et de Zahrez Gharbi	83
4.1.	Localisation de Zahrez Chergui	83
4.2.	Localisation Zahrez Gharbi.....	84
5.	Cadre hydrographique	85
5.1.	Réseau hydrographique	85
5.1.1.	Les oueds à écoulements pérennes	85
5.1.2.	Les oueds à écoulements spontanés	85
5.2.	Les nappes phréatiques	85
6.	Hydrologie	86
7.	Ressources en eau.....	87
7.1.	Ressources souterraines de la région hydrographique (L'eau souterraine).....	87
7.2.	Ressources souterraines de la sous région 04 (Zahrez).....	88
A)	La nappe aquifère des dépôts quaternaires	90
B)	La nappe des calcaires turoniens.....	91
C)	La nappe des grès albiens.....	92
D)	La nappe des grès barrémiens.....	93
E)	Forages.....	94
F)	Sources.....	95
G)	Liste des piézomètres	96
7.3.	Ressources superficielles de la région hydrographique (L'eau superficielle).....	96
7.4.	Ressources superficielles de la sous région 04 (Zahrez).....	99
7.4.1.	La Pluviométrie	99
7.4.2.	Hydrométrie.....	101
7.4.3.	Réseau hydro pluviométrique.....	103
7.4.4.	Alimentation en eau potable et assainissement	103
8.	Industrie	106
9.	Source de pollution	107
	Conclusion	108
	Conclusion générale	109
	Références bibliographiques	111
	Annexe et Photos	

Introduction

Introduction

Les zones humides sont des sites de transition entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Elles se distinguent par des sols hydromorphes, une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année et abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (**Gross, 1999**). 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 (**Hollis, 1989**). 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.

La convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971) - connue sous le nom de « convention de Ramsar » - est un traité intergouvernemental qui incarne les engagements des États signataires à maintenir les caractéristiques écologiques de leurs zones humides d'importance internationale et à planifier « l'utilisation rationnelle », ou utilisation durable, de toutes les zones humides se trouvant sur leur territoire. Cette convention contribue à la mise en œuvre du processus de gestion et de protection des zones humides, la sensibilisation des utilisateurs, l'harmonisation de leur travail avec la conservation de la nature. De plus, ce label apportera un meilleur potentiel touristique et la possibilité d'améliorer la gestion des zones humides (**Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2013**).

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, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

Le complexe de zones humides Zahrez el Gharbi et Zahrez el Chergui, par sa diversité de plans d'eau, couvre une superficie très importante, il est composé d'un milieu humides plus ou moins grands et plus ou moins salés. La plupart de ces milieux s'assèchent en été et d'autres ne se remplissent d'eau que durant les années de grandes pluviosités.

Ce travail consiste à faire une contribution à l'étude biologique et hydrogéologique sur les deux zones humides Zahrez el Gharbi et Zahrez Chergui qui est localisée dans la région de Djelfa.

A cet effet, la présente mémoire est structurée en 4 chapitres :

Chapitre n°01 : synthèse sur les zones humides et leurs importances.

Chapitre n°02 : Présentation de la région d'étude.

Chapitre n°03 : la méthodologie adoptée et les outils utilisés.

Chapitre n°04 : les principaux résultats obtenus avec leurs interprétations suivis d'une discussion.

Une conclusion générale assortie de perspectives termine ce travail.

Chapitre I :

Généralités sur les zones humides

Introduction :

L'eau, élément fondamental de l'environnement et facteur de développement apparaît comme un enjeu essentiel pour l'avenir. Les pénuries actuelles et futures, dans la plupart des pays du monde vont encore s'aggraver du côté sud de la méditerranée (**Observatoire de l'eau des pays de l'Adour, 2005**).

1- Définition :

De nombreuses définitions ont été proposées au sujet des zones humides, se focalisant toutes sur l'élément essentiel de leur fonctionnement qui est l'eau.

La première définition internationale acceptée, est celle établie lors de la convention Ramsar signée en 1971 en Iran qui a pour but de protéger les zones humides au niveau international. Les zones humides sont selon la convention « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (**Observatoire de l'eau des pays de l'Adour, 2005**).

De leur côté, **Hughes et Hughes (1992)** définissent les zones humides comme étant « toutes les terres inondées de manière permanente ou périodique tel que les lacs, les étangs, les marécages, les marais, les tourbières, les plaines d'inondation riveraines ou lacustres, les cuvettes et les oueds, les marais salés du littoral et les mangroves, les retenues artificielles sont également comprises dans cette définition ».

Dans le Dictionnaire Encyclopédique de l'écologie, **Ramade (1993)** introduit les menaces qui pèsent sur ces milieux singuliers. Ainsi, « zone humide » apparaît être un « terme général désignant tous les biotopes aquatiques marécageux ou lagunaires continentaux ou littoraux. Ces derniers sont particulièrement menacés par les drainages et les assèchements pour leur mise en culture ».

1-1- Des définitions multiples:

Les zones humides font partie des ressources les plus précieuses de la planète. Sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles arrivent en seconde position après les forêts tropicales (**Pearce et Crivelli, 1994**).

Selon **Saifouni (2009)** les zones humides sont « tous les milieux où le plan d'eau se situe au niveau de la surface du sol ou à proximité. Ils se trouvent ainsi saturés d'eau de façon permanente ou temporaire par des eaux courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées. Il s'y développe une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins permanent.

Groupe d'experts français du Ministère de l'Environnement 1990 : «Les zones humides se caractérisent par la présence permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface de transition entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Enfin elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces».

2- Caractéristiques générales :

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 ; zones inondables et / ou hydromorphes : bois marécageux, marécages, prairies alluviales (**Saifouni, 2009**).

3- Composition :

En général, les milieux humides se composent de trois parties (Figure 01), la première comprend des terres hautes, soit des zones sèches qui abritent des arbres, des plantes herbacées et d'autres types de végétation. La deuxième partie est constituée d'une bande riveraine, il s'agit d'une lisière de terre et de végétation entre les terres hautes et les zones d'eau de faible profondeur. La troisième partie est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporter une grande superficie d'eau libre, ou peu profonde, on y trouve des joncs, des carex et une grande variété de plantes aquatiques (**Saifouni, 2009**).

Un milieu humide typique

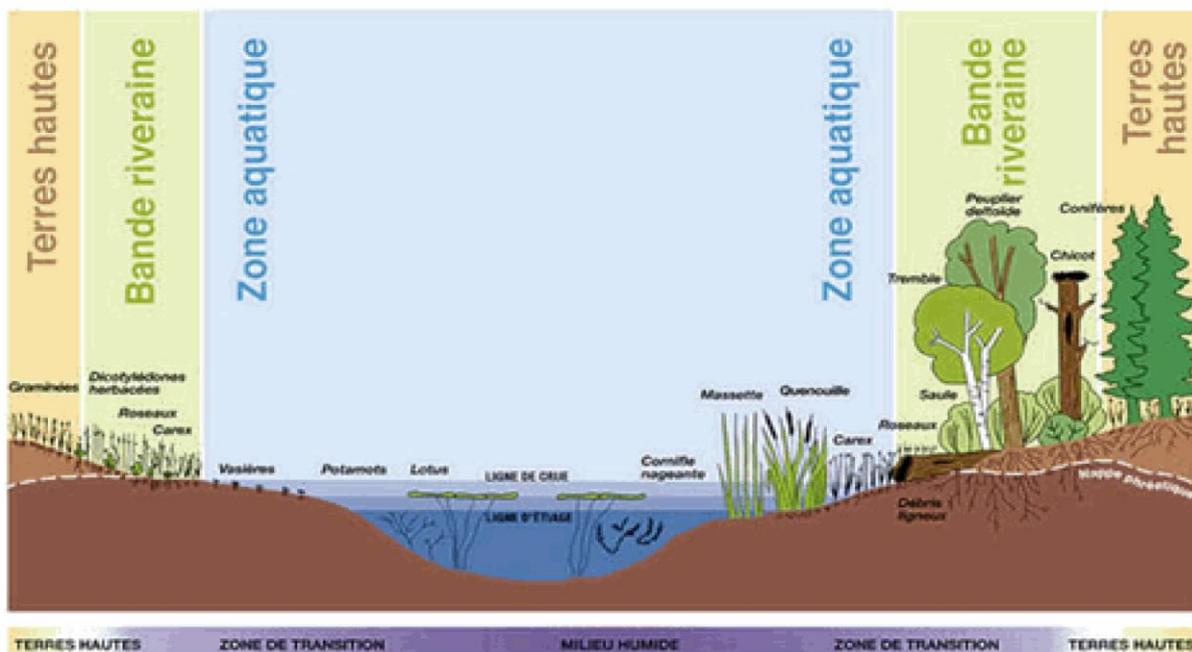


Figure N° 01 : Composition d'une zone humide (Saifouni, 2009).

4- Diversité :

A l'échelle de globe, les zones humides sont situées sous toutes les latitudes, elles sont soumises à des climats variant ; des plus froid au plus chaud ; faisant d'elles un des écosystèmes mondiaux les plus diversifiés (Gana, 2013).

Une liste d'écosystèmes plus ou moins communs appartenant aux zones humides, il s'agit des « marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, landes et bois marécageux et forêts alluviales, mares y compris les temporaires, étangs, bras-morts, grèves à émergence saisonnière, vasières, lagunes, prés-salés, marais salicoles, rizières, mangroves, etc.. Elles se trouvent en lisière de source, de ruisseaux, de fleuves, de lacs, en bordure de mer, de baies et d'estuaires, dans les deltas, dans les dépressions de vallée ou dans les zones de suintements à flanc de collines ». (Observatoire de l'eau des pays de l'Adour, 2005).

5- Régime hydrique des zones humides :

5-1- Les apports d'eau dans les zones humides :

Selon Allout (2013) On peut distinguer trois types principaux d'alimentation en eau (Figure N°02).

a) Les précipitations :

Peuvent alimenter les zones humides de façon directe. Selon le type de zone humide et sa situation géographique, les précipitations contribueront d'une façon plus ou moins importante à son alimentation hydrique. Pour certains milieux particuliers les précipitations sont l'unique apport d'eau de la zone humide.

b) Les eaux de surface :

Sont également une source d'alimentation pour de nombreuses zones humides. Elles peuvent provenir du ruissellement des précipitations arrivées sur un bassin versant et finissant leur trajet dans les secteurs topographiquement plus bas (cuvettes, dépressions, talwegs, etc.). Elles peuvent être apportées par un cours d'eau qui se déverse directement dans la zone humide. Les crues de ces cours d'eau peuvent aussi participer à l'alimentation des zones humides grâce aux débordements.

c) Les écoulements souterrains :

Peuvent participer de manière importante à l'alimentation en eau des zones humides. Il peut s'agir de l'eau mobile contenue dans l'épaisseur des sols des versants et qui s'accumule dans les points bas. Il s'agit également de l'eau des nappes qui peut alimenter certaines zones humides soit en un point d'émergence précis (une source) soit sur des étendues plus vastes lorsque la nappe affleure.

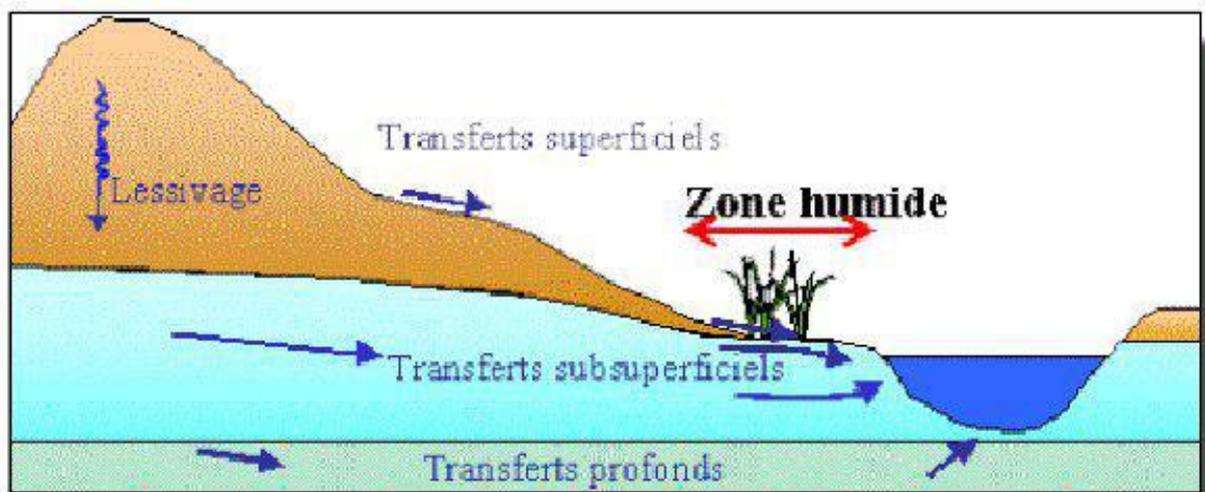


Figure N° 02: Alimentation en eau des zones humides de cours d'eau
(Eau-et-Rivieres. Asso, 2012)

5-2- Les sorties d'eau :

L'eau présente dans les zones humides n'est pas stockée indéfiniment. Après un temps de séjour dont la durée est extrêmement variable d'une zone humide à l'autre, l'eau sera naturellement évacuée en dehors du système par diverses voies : atmosphère, transferts superficiels et transferts souterrains. Dans tous les milieux humides, une partie de l'eau sera restituée dans l'atmosphère, ce processus d'évapotranspiration combine à la fois l'évaporation directe de l'eau présente dans les sols et l'évaporation induite par le métabolisme des végétaux. Des transferts superficiels, sous forme de ruissellement, participent de manière importante au bilan hydrologique de la zone humide particulièrement lorsqu'elles sont situées dans les zones de bas-fonds. Dans ces milieux humides où le sol est quasiment saturé en eau, les apports sont majoritairement évacués par les transferts superficiels et alimentent parfois d'autres zones humides de taille plus restreinte. Des transferts souterrains peuvent prendre une part plus ou moins importante la « rétention superficielle » à l'échelle du bassin versant. Des transferts souterrains peuvent prendre dans le fonctionnement hydrologique de la zone humide. Selon le contexte, l'eau est susceptible de rejoindre les aquifères profonds et participe ainsi à la recharge des nappes (Allout, 2013).

6- Les différents critères des zones humides :

Le régime hydrique (inondation ou saturation), la végétation hygrophile et l'hydromorphie du sol sont les trois caractéristiques essentielles des zones humides (Figure 03). Les différents critères ainsi que les méthodes utilisées pour observer et/ou mesurer les paramètres liés à ces critères sont définies ci-dessous :

6-1- Critère Hydrologie :

En raison de l'importance du rôle de l'eau, sa présence en surface ou à une très faible profondeur dans le sol (à moins de 50 cm) est l'un des premiers paramètres ou critères à rechercher. La présence d'eau en surface ou la saturation du sol pendant plusieurs jours au cours de la saison de végétation, crée des conditions particulières d'anaérobiose au niveau du sol qui affectent le type de végétation qui se met en place ainsi que le développement du sol. L'importance et la durée de l'inondation ou de la saturation dépendent de plusieurs facteurs, notamment de la hauteur et de la répartition des précipitations, des écoulements en surface et en profondeur, de la nature du sol, de la topographie (Allout, 2013).

6-2- Critère Hydromorphie :

L'hydromorphie du sol, permet d'avoir des indications sur l'histoire de la constitution ou des perturbations éventuelles qui ont affecté la zone humide. En effet, comme la tourbe (qui garde les pollens permettant de retracer l'évolution de la végétation environnante au cours du temps) le sol garde en " mémoire ", dans le profil, les conditions écologiques qui ont prévalu lors de sa formation. Le sol est donc un bon critère pour identifier les zones humides potentielles. Ce critère est important à la fois pour localiser les zones susceptibles de bénéficier d'actions de restauration (prévues dans le plan d'action pour les zones humides) et négocier avec les usagers, notamment les professionnels de l'agriculture, les conditions d'une réversibilité (Bahi, 2012).

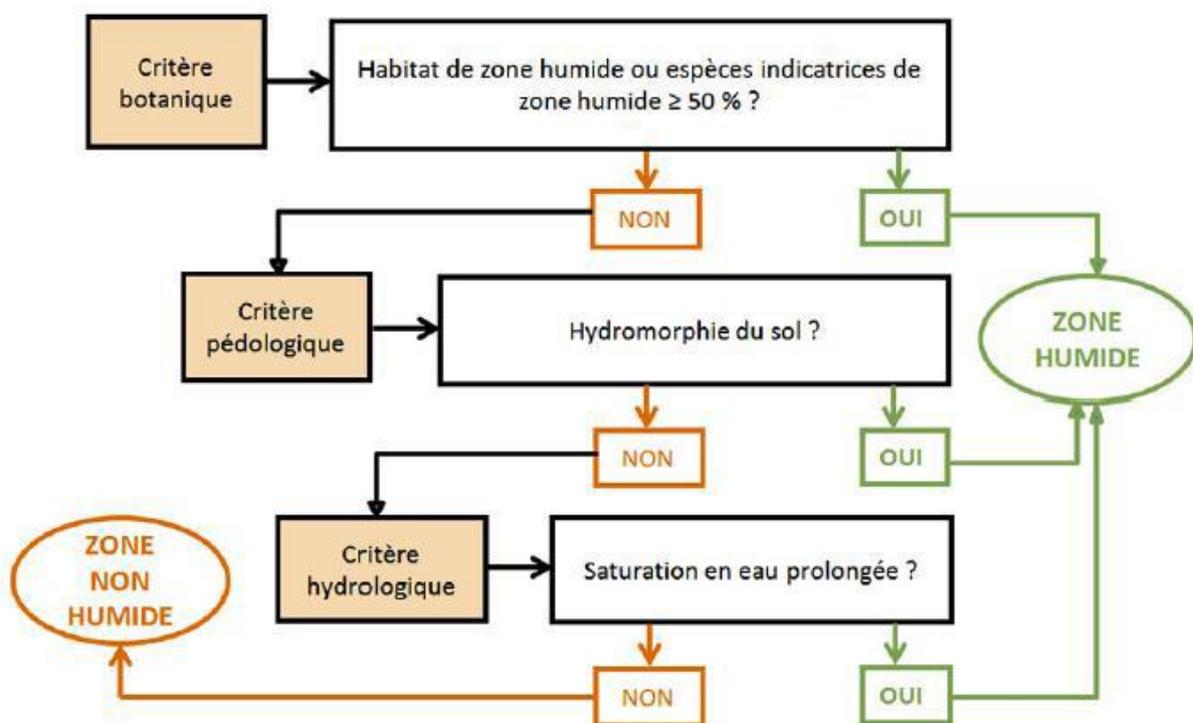


Figure N°03 : Critères des zones humides (Eau-et-Rivieres. Asso, 2012)

6-3- Critère Floristique :

La végétation est sans doute la composante de l'écosystème qui intègre le mieux les paramètres caractérisant les différentes zones humides : importance et durée de l'inondation, chimie de l'eau (salinité, pH, potentiel Redox, etc.). Elle traduit les conditions qui existent dans la zone humide à la fois sur le plan hydrologique et pédologique. (Bahi, 2012) C'est pourquoi, la végétation occupe une place particulière dans tous les manuels de caractérisation des zones humides à travers le monde.

6-3-1- Espèces hygrophiles :

Ces espèces caractéristiques de zones humides peuvent être réparties dans trois grands types de végétaux :

a) les hydrophytes :

Ce sont des plantes strictement aquatiques qui développent la totalité de leur appareil végétatif dans l'eau ou à la surface. Elles peuvent être flottantes (Lentilles d'eau), en surface (Nénuphars), entre deux eaux (Utriculaires) ou complètement submergées (Isoètes, Potamots, Zostères, Posidonies, Ruppies...). (Allout, 2013)

b) les hélophytes :

Ce sont des plantes qui sont enracinées dans un sol submergé une partie de l'année et qui développent un appareil végétatif aérien. Elles se rencontrent dans les plans d'eau peu profonds comme les lagunes ou en bordure de plans d'eau. On parle aussi de plantes émergentes (Roseaux, Scirpes et Joncs lacustres, Massettes,...) (Bahi, 2012).

c) les halophytes :

Ce sont les espèces végétales qui tolèrent le sel et qui se développent plutôt dans des eaux salées ou saumâtres (Salicornes, Soudes, Obiones,...). Ces espèces subdivisées en halophytes strictes ou tolérantes sont surtout caractéristiques des zones humides littorales proches de la mer (Bahi, 2012).

7- Sols typiques de zones humides:

Selon **Eau-et-Rivieres. Asso (2012)** Les zones humides sont hydromorphes. Un sol est dit hydromorphe lorsqu'il montre des marques physiques d'une saturation régulière en eau, temporaire ou permanente. Toutes les zones hydromorphes ne sont pas zones humides.

Parmi les zones hydromorphes, une coupe dans le sol ou un sondage à la tarière permet d'identifier une zone humide par les caractères pratiques suivants :

* Une couleur noire : sols pseudo-tourbeux (histosols), riches en matières organiques (feuilles mortes, autres végétaux morts, en décomposition lente). Ils connaissent un engorgement permanent en eau, pauvre en oxygène, qui retarde la décomposition des matières organiques.

* Des taches de couleur rouille de pseudo-gley (sols rédoxiques ou rédoxisols), qui apparaissent dans les sols hydratés et oxygénés. Elles correspondent à du fer à l'état oxydé (fer ferrique : Fe^{+++}). Le sol n'est pas saturé en eau en permanence mais les traces rouille subsistent en période sèche. La nappe phréatique remonte périodiquement et réhumidifie le sol.

* Des taches claires de couleur grise à gris-bleu ou gris-vert, de gley (sols réductiques ou réductisols). Elles correspondent à du fer à l'état réduit (fer ferreux : Fe^{++}). Le sol est saturé en eau et en condition anoxique (sans oxygène). On est dans un sol humide, dont l'humidité est entretenue par la présence d'une nappe phréatique proche (**Eau-et-Rivieres. Asso, 2012**).

8- Les typologies des zones humides :

La convention Ramsar répertorie trente (30) groupes de zones humides naturelles et neuf (09) groupes de zones humides artificielles qu'il est possible de regrouper en cinq (05) grands systèmes : les estuaires, le milieu marin, le milieu riverain, le milieu palustre et le milieu lacustre. La délimitation précise des zones humides relevait de l'impossible, car il existe pour une même zone humides trois types de délimitations : effective (celle qui est observée), efficace (limite définie par les fonctions assurées par l'écosystème) et potentielle (les limites de la zone humides si l'homme n'avait pas à jouer un rôle au niveau de ces écosystèmes) (**Barnaud, 2000**).

Les milieux humides sont présents sous toutes les latitudes. Ils dessinent une multitude de paysages caractéristiques : estuaires, lagunes, étangs, lacs, marais, marais salés, vasières, tourbières, prairies humides, forêts marécageuses, ou encore récifs coralliens, lagons et mangroves dans les régions tropicales (**JMZH, 2018**).

Les milieux humides sont habituellement classés en trois catégories :

a) Zones humides continentales : les milieux humides continentaux, d'eau douce, situés à l'intérieur des terres : marais, mares naturelles, tourbières, prairies, landes et forêts humides.

b) Zones humides marines/côtières : les milieux humides littoraux, d'eau salée ou saumâtre, sur ou en bordure des côtes : zones estuariennes, lagunes, étangs d'arrière-dunes, vasières, mangroves...

c) Zones humides artificielles : les milieux humides aménagés, façonnés par l'homme, d'eau douce comme d'eau salée : marais mouillés et desséchés retenues d'eau (**JMZH, 2018**).

8-1- Types de zones humides selon le SDAGE (une typologie hydro-géographique):

Classification fonctionnelle, par habitat, classification SDAGE, Medwet ou Ramsar. Il existe aujourd'hui plusieurs référentiels pour classer les zones humides : hydro-géographique, fonctionnel et réglementaire.

La typologie utilisée au sein des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et leurs déclinaisons locales (les SAGES) propose une classification des zones humides basée sur la description des ensembles paysagés et des habitats rencontrés. La plus courante, cette approche descriptive permet d'établir des correspondances avec les classifications utilisées lors de l'étude des habitats terrestres en France (la typologie Corine Biotores, la classification phytosociologique, la nomenclature Natura 2000, les « Cahiers d'habitats ») et en Europe (la typologie EUNIS habitats) (Union nationale des CPIE, 2013).

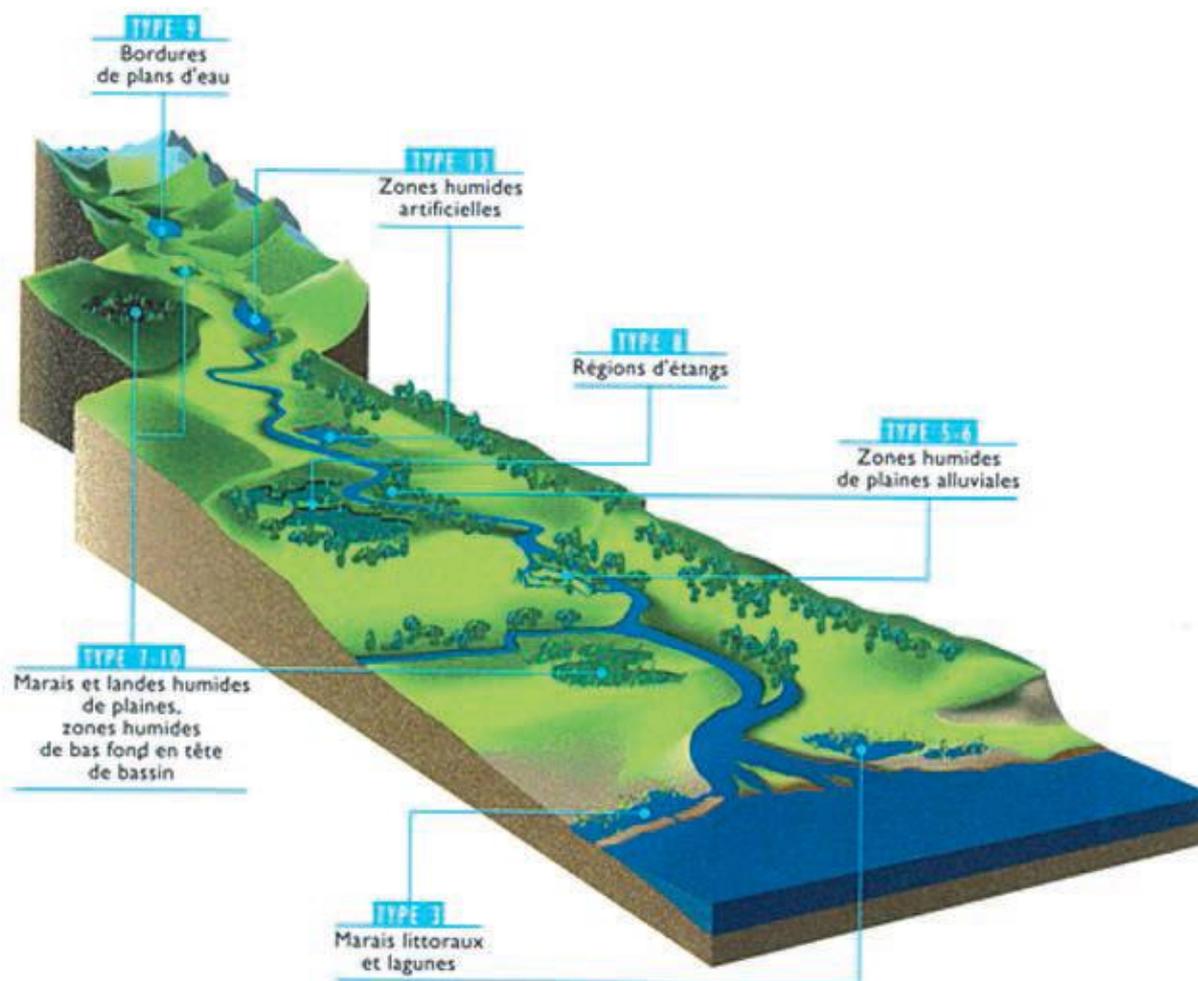


Figure N°04: Schéma simplifié des grands types de zones humides pouvant être rencontrés sur un bassin versant (Union nationale des CPIE, 2013).

Tableau N° 01 : Typologie hydro-géographique selon le SDAGE et SAGE (Union nationale des CPIE, 2013)

	Typologie SDAGE	Typologie SAGE (sous type)
Eaux marines		
1	Grands estuaires	Herbier Récif
2	Baies et estuaires moyens et plats	Vasière Prés-salé
3	Marais et lagunes côtiers	Arrière dune Lagune
4	Marais saumâtres aménagés	Marais salant Bassin aquacole
Eaux courantes		
5	Zones humides des cours d'eau et bordures boisées	Ripisylve Forêt alluviale
6	Plaines humides mixtes liées aux cours d'eau	Herbacée (prairie inondable) Palustre (roselière, cariçaie) à végétation submergée
Eaux stagnantes		
7	Zones humides de montagnes, collines et plateaux	Marais d'altitude (source, combe à neige) Tourbière Zone humide de bas-fond en tête de bassin Zone humide boisée
8	Régions d'étangs	Herbacée (roselière, prairie inondable) Palustre (roselière, cariçaie)
9	Petits plans d'eau et bordures de plans d'eau	Végétation submergée
10	Marais et landes humides de plaines et plateaux	Lande humide Plaine tourbeuse
11	Marais et landes humides de plaines et plateaux	Petit lac Mare Tourbière Pré-salé continental
12	Marais aménagés dans un but agricole	Rizière Prairie amendée Peupleraie
13	Zones humides artificielles	Réservoir-barrage Carrière en eau Lagunage

Les 13 types de zones humides selon le SDAGE sont une typologie hydro-géographique, cette typologie fait office de référence dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestions des eaux (SDAGE), documents de planification à l'échelle des grands bassins hydrographiques français. Elle différencie 13 grands types de zones humides. Au niveau des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), qui sont la déclinaison des SDAGE à l'échelle des sous-bassins versants, des correspondances indicatives sont établies à partir du critère habitat.

Le tableau ci-dessus présente cette typologie en y ajoutant une catégorisation en trois parties selon la qualification dominante de l'eau au sein des zones humides considérées : eaux marines, eaux courantes et eaux stagnantes (**Union nationale des CPIE, 2013**).

8-2- Une typologie fonctionnelle des zones humides :

Dans le cas de la typologie fonctionnelle, il existe plusieurs approches. Nous proposons de mettre en valeur celle réalisée par l'INRA de Rennes à l'occasion d'une recherche sur « l'hydrologie et le devenir des fertilisants et des micropolluants dans six petits bassins versants du Massif armoricain » (**Mérot et al, 2005**).

Cette démarche, réalisée en 2005, a proposé une approche pour établir la variabilité fonctionnelle des zones humides. Cette approche a été formalisée au sein d'un modèle distinguant les zones humides en trois catégories (modèle PEE) :

- les zones humides potentielles : « surface susceptible d'héberger une zone saturée en eau pendant une période suffisamment longue pour qu'elle lui confère des propriétés d'hydromorphie »
- les zones humides effectives : « zone dans laquelle la saturation en eau atteint 100% en période hivernale ». Ces zones humides répondent à la définition de la loi sur l'eau en satisfaisant aux critères d'hydromorphie des sols et/ou de présence d'une végétation typique des milieux humides.
- les zones humides efficaces : « surface jouant un rôle significatif pour une fonction donnée ». Il s'agit des fonctions de régulation hydrologique, biogéochimique, écologique et sociétale (**Mérot et al, 2005**).

Ces différentes zones humides s'imbriquent les unes dans les autres (dans l'ordre de la description) ou se superposent selon le schéma proposé ci-dessous.

Cette approche conceptuelle permet d'avoir une idée de la surface de la zone humide à un moment donnée de son histoire et de la comparer avec celle de la zone humide effective. La différence de surface constitue alors un indicateur du « taux de dégradation subi » par le milieu. Il apporte un éclairage lors de la réflexion pour la mise en place d'opérations de gestion et de préservation de la zone humide (**Lemazurier, 2006**).

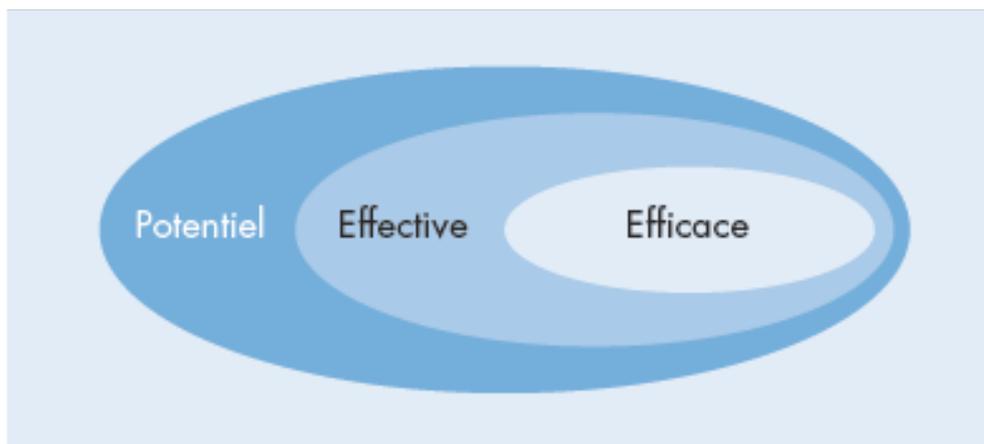


Figure N° 05 : Répartition des trois types de zones humides selon le modèle PPE (Union Nationale des CPIE, 2013)

9- Fonctions et valeurs des zones humides :

9-1- Fonctions des zones humides :

Les fonctions des zones humides sont nombreuses ; celles présentées ci-dessous sont les principales :

- Fonctions hydrologiques (Recharge des nappes phréatiques, Régulation de la circulation de l'eau).
- Fonctions biogéochimiques.
- Fonctions écologiques (Epuration des eaux, Maîtrise des crues et des inondations).
- Fonctions biologique (Réservoir et protection de biodiversité, Reproduction, abri, de repos, et de refuge pour les poissons et les oiseaux).
- Fonction d'alimentation.
- Productions agraires.
- Supports de développement local.
- Fonction climatique.

Les zones humides sont des réserves de biodiversité importantes qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats, car elles recèlent de nombreuses ressources nutritives. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la disponibilité en azote et en phosphore. Un grand nombre d'habitats de ces zones sont d'intérêt communautaire et constituent pour la faune des lieux de vie complets ou partiels mais indispensables, comme la reproduction ou le repos lors des migrations (**Fustec et Lefeuvre, 2000**).

Les zones humides remplissent des fonctions écologiques considérables. L'eau, élément majeur qui les constitue, les façonne et y apporte les matières nécessaires au développement de la vie. Lacs, étangs, lagunes, marais, mangroves, prairies inondables... les zones humides sont des réservoirs de vie et des lieux pour la production de matières vivantes.

Le rôle le plus perceptible des zones humides est probablement celui de régulateur des eaux. Lorsque les zones humides ne sont pas saturées, elles stockent à court terme les eaux de crues contribuant ainsi à retarder et/ou à limiter l'intensité de celles-ci. Elles peuvent aussi participer à la recharge des nappes phréatiques. Les milieux humides jouent également un rôle de tampon, de filtre épurateur : retenue des matières en suspension, stockage du phosphore et du carbone, élimination de l'azote. Elles assurent 25% de l'alimentation mondiale à travers l'activité de la pêche, de l'agriculture et de la chasse. Elles sont aussi la source de nombreuses ressources utiles à l'homme (eau potable, nourriture, matériaux de construction...). Enfin, ces milieux rendent possible la valorisation économique d'un territoire grâce aux activités pédagogiques, de loisirs, de tourisme (**Eau France citant Hernandez, 2009**).

9-2- Valeurs des zones humides :

Les valeurs des zones humides sont nombreuses ; celles présentées ci-dessous sont les principales :

- Valeur biologique.
- Valeur économique.
- Valeur culturelle.
- Valeur patrimoniale.
- Valeur touristique et récréatives.
- Valeur esthétique.
- Valeur de services.

Les zones humides sont très productives ayant permis le développement de nombreuses activités professionnelles : saliculture, pêche, la conchyliculture,...et une importante production agricole : herbages, pâturage, élevage, rizières (**Gana, 2013**).

Dans une étude préliminaire récente des valeurs culturelles des sites Ramsar, on a souligné que la fonction culturelle des zones humides est largement répandue et mérite que l'on s'y attarde. Sur les 603 sites Ramsar examinés, plus de 30% possèdent en plus de leurs nombreuses autres valeurs, une importance archéologique, historique, culturelle, religieuse, mythologie ou artistique/créative, que se soit au niveau local ou national (**Gouga, 2014**).

L'usage souvent communautaire des zones humides leur confère une vocation sociale de rencontre, de détente mais aussi d'identité. En cas de privatisation de l'espace, l'attachement personnel des familles propriétaires et souvent très fort et lié tant à l'aménagement long et difficile de ces espaces qu'à l'exceptionnelle valeur biologique et paysagère de ces lieux. L'activité cynégétique est souvent aussi un marqueur de l'identité à ce terroir (**Allout, 2013**).

Les zones humides, par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, sont des destinations touristiques idéales. Les sites les plus beaux sont protégés dans des parcs nationaux ou des biens du patrimoine mondial et peuvent générer un revenu considérable du tourisme et des utilisations pour les loisirs. Dans certains pays telles que la pêche, la chasse et la navigation ce revenu est un poste non négligeable de l'économie nationale participent des millions de personnes qui dépensent des milliards de dollars (**Gouga, 2014**).

10- Gestion des zones humides :

Il n'est pas suffisant de sauver les zones humides de la destruction. Il faut encore veiller à leur bon état et à leur bon fonctionnement. Dans certains cas une zone humide s'entretient d'elle-même. Dans d'autres cas un certain entretien est nécessaire. Parfois des pratiques agricoles (fauche, pâture...) suffisent à poursuivre. Enfin des restaurations peuvent être nécessaires, à l'aide de contrats Restauration Entretien (CRE) par exemple. Beaucoup de zones humides, sinon la majorité, sont en terre agricole. Elles posent des problèmes particuliers aux agriculteurs, d'utilisation, d'entretien...de patrimoine (**Eau-et-Rivieres. Asso, 2012**).

11- Les zones humides et conventions internationales :**11-1- La convention Ramsar :**

La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui 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. Négocié tout au long des années 1960 par des pays et des organisations non gouvernementales préoccupés devant la perte et la dégradation croissantes des zones humides qui servaient d'habitats aux oiseaux d'eau migrateurs, le traité a été adopté dans la ville iranienne de Ramsar , le 2 février 1971, et est entré en vigueur en 1975. C'est le seul traité mondial du domaine de l'environnement qui porte sur un écosystème particulier et les pays membres de la Convention couvrent toutes les régions géographiques de la planète.

Cette convention a trait à la conservation des zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau et résulte de trois projets élaborés par l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (U.I.C.N) :

- Le projet MAR pour la conservation des marais ;
- Le projet AQUA pour la conservation des lacs et des rivières ;
- Le projet TELMA pour la conservation des tourbières.

La Convention a pour mission : « La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ».

Cette convention, véritable instrument juridique, est le cadre légal de protection internationale des zones humides surtout celles inscrites à la liste de la dite convention (**Cizel, 2010**).

11- 2- Critères de classification des zones humides :

Neuf critères d'identification des zones humides d'importance internationale ont été établis par la convention Ramsar (1971) et se présentent comme suit :

**Tableau N° 02 : Critères d'identification des zones humides d'importance internationale
(Le Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2006)**

Critères d'identification des zones humides d'importance internationale		
<p>Groupe A des critères</p> <p>Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques</p>		<p>Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.</p>
<p>Groupe B des critères</p> <p>Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique</p>	<p>Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques</p>	<p>Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction* ou gravement menacées d'extinction* ou des communautés écologiques menacées.</p>
		<p>Critère 3 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.</p>
		<p>Critère 4 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau</p>	<p>Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20 000 oiseaux d'eau ou plus.</p>
		<p>Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte des poissons</p>	<p>Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.</p>
		<p>Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte d'autres taxons</p>	<p>Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.</p>

11-3- Caractéristiques Ramsar

Le Chott Zahrez Chergui fut inscrit sur la liste Ramsar en 2002 et répond à trois critères.

Le Chott Zahrez Gharbi fut inscrit sur la liste Ramsar en 2002 et répond à deux critères.

Par ordre décroissant (en commençant par celui qui domine), Zahrez Chergui et Gharbi sont deux zones humides de types: Q - R - Ss – W.

Le Chott et la Sebkha de Zahrez Gharbi est une dépression peu profonde due d'une part à une topographie favorisant l'accumulation des eaux provenant de plusieurs affluents, Oueds mellah, Zoubia et Hadjia) et, d'autre part, à son sol imperméable qui ralentit les infiltrations souterraines.

-Type de zone humide : Continentale R. Ss.

-Critères de Ramsar: I et 2.

-Critère qui caractérise le mieux le site: 1

11-3-1-Justification des critères

- **Critère 1**

Zahrez Gharbi est une zone rare au niveau de la Méditerranée, notamment de part l'étendue de sa superficie et de son bassin versant. Sa situation en zone aride est sans doute son atout principal, elle justifie le degré de rareté de milieux naturels d'un seul tenant soumis à un pâturage extensif notamment d'ovins. C'est également un modèle représentatif de la région méditerranéenne, voire africaine, par la présence de plusieurs types sols, de bioclimats et de formations végétales steppiques.

- **Critère 2**

Les espèces endémiques et rares : Sont au nombre neuf dont une endémique algérienne (*Herniaria mauritanica*), signalée dans la flore de **Quezel et Santa (1962)**, elle semble néanmoins exister dans les pays limitrophes aux frontières occidentales. *Cordylocarpus muricatus* et *Zygophyllum cornutum* sont également des espèces remarquables car elles semblent être des endémiques maghrébines avec une localisation située essentiellement en territoire algérien. Bien qu'elles ne soient pas rares, elles présentent un intérêt certain. Les espèces rares, au nombre de 6, considérées comme rares dans cette région, ne semblent pas se retrouver ailleurs. Il s'agit de *Avena bomoides*, *Hordeum maritimu*, *Juncus bufonius*, *Launaea resedfolia*, *Polygonum equisetforme*, *Reaumuria venniculata*. Elles sont soit psammophiles ou halophiles *Salicornia arabica* est signalée comme très rare.

12- Menaces sur les zones humides :

Celles présentées ci-dessous :

- Changement climatique.
- Mauvaises utilisations des terres et des eaux.
- Pollution.

Les principales causes de la régression des zones humides sont les perturbations physiques, principalement les sécheresses ou inondations, le drainage, la perte et/ou la perturbation des habitats, la dégradation de la qualité de l'eau (eutrophisation, pollutions chimiques par les produits phytosanitaires et/ou les hydrocarbures, comme du sud, les eaux usées et les déchets solides urbains), la présence d'espèces envahissantes (faune et/ou flore) et diverses pressions anthropiques tels la chasse et la pêche non contrôlées, l'agriculture, le pâturage extensif, et l'extraction de sable ayant pour conséquences la perturbation de l'équilibre écologique de l'écosystème, la disparition des paysages et des écosystèmes littoraux, la réduction de la diversité biologique marine et côtière et le déclenchement du processus de désertification (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

12-1- Des milieux qui restent menacés :

Depuis le début du siècle, 67 % de la surface des zones humides ont disparu du fait de trois facteurs issus des activités humaines : l'intensification des pratiques agricoles, des aménagements hydrauliques inadaptés et la pression de l'urbanisation et des infrastructures de transport.

Malgré un ralentissement de leur régression depuis le début des années 1990, lié à une prise de conscience collective de leur intérêt socio-économique, les zones humides restent un des milieux les plus dégradés et les plus menacés (en surface et en état de conservation) (**DDGF, 2012**). La situation est particulièrement préoccupante pour les prairies humides, les landes humides et les annexes alluviales, milieux qui rendent des services de régulations essentiels.

12- 2- Les espèces les plus menacées actuellement :

Les plus menacées actuellement en Algérie. La classe des oiseaux surtout les oiseaux d'eau, espèces sujettes à des agressions diverses (braconnage, destruction des nids, pollution du milieu, etc.) (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

13- Le cadre législatif pour la conservation des zones humides :

Au plan national, il y a plusieurs textes dont les plus importants sont la loi portant régime général des forêts, celle relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la loi portant code des eaux, la loi relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition, la loi sur le littoral, la loi portant régime général des forêts, la loi phytosanitaire, sans oublier le schéma directeur des espaces naturels et aires protégées et le plan national d'actions environnementales. Au plan international, la Convention de Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, la convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction, la convention sur la diversité biologique et les conventions des Nations unies sur les changements climatiques et celle sur la lutte contre la désertification (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

14- Les zones humides d'importance internationale en Algérie :

En ratifiant la Convention de Ramsar en 1982, l'Algérie s'est engagée à préserver ces zones humides pour assurer leur conservation et leur exploitation rationnelle et durable. Pour concrétiser cet engagement, l'Algérie a mis en œuvre sa stratégie nationale en faveur de la protection de ces zones qui implique l'ensemble des ministères et des services déconcentrés, les collectivités locales et la société civile, dont le rôle est d'être une force de propositions. Le caractère transversal des actions qui s'y rattachent sont une condition essentielle de l'animation, du suivi et de l'évaluation de la stratégie nationale. L'Autorité nationale de la Convention de Ramsar a été désignée, en l'occurrence la Direction générale des forêts. Cette stratégie s'est traduite dans les faits par l'amélioration de la connaissance du patrimoine et son évolution, sa préservation et son développement par une gestion rationnelle et durable, le renforcement des capacités nationales en matière de gestion intégrée, l'élaboration d'un programme d'éducation, d'information et de sensibilisation du grand public sur les valeurs et fonctions des zones humides. A cet effet, de nombreuses actions ont été réalisées, notamment, la restauration et la réhabilitation du lac de Réghaïa, dernier vestige de la Mitidja qui accueille trois espèces d'oiseaux d'eau menacées : la Sarcelle marbrée, le Fuligule nyroca et l'Erismature à tête blanche et celui de la gestion rationnelle du site Ramsar de la plaine de Guerbes-Sanhadja à Skikda dans le cadre d'opérations pilotes en partenariat avec le Pnud et le Fonds mondial pour la nature, la conservation de la biodiversité et la gestion durable des ressources naturelles de deux sites en zones arides (Dayet Ettyour et Aïn Ben Khellil), des études de plan de gestion de 22 sites Ramsar (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

Le lac de Boughezoul, classé site Ramsar, le 5 juin 2011, fait également l'objet d'une étude pour son classement en vue de son aménagement en aire protégée avec le lac d'El Ménéa (Ghardaïa). 10 zones humides sont programmées par le ministère chargé de l'Environnement pour être classées en aires protégées et de ce fait, seront mises en valeur à travers un aménagement spécifique. Ce sont l'oasis de Tamentit (Adrar), le chott Tmerganine (Oum El Bouaghi), l'oued Mazafran (Alger), l'embouchure du Mazafran (Tipasa), guelta d'Affilal (Tamanrasset), Zahrez chergui (Djelfa), chott El Hodna (M'Sila), dayet El Morsli (Oran), le lac Tonga (El Tarf), le barrage Bougara (Tissemsilt) Par ailleurs, pour une gestion participative, des projets de proximité autour des sites Ramsar ont été développés dans le cadre de la politique du renouveau rural engagée par le ministère de l'Agriculture et du Développement rural dont l'objectif est l'amélioration des conditions de vie des populations locales et la réduction de la pauvreté Pour soutenir ces actions concrètes et en vue de susciter et d'accompagner davantage les initiatives locales en faveur de la gestion durable des zones humides, tout en poursuivant les mesures nationales, un programme d'information, de sensibilisation et d'éducation environnementale a vu la création de deux centres d'éducation, en particulier sur les enjeux environnementaux des sites. Quatre Atlas sur les zones humides classées sur la liste de Ramsar ont été édités (**Tedjani et Boudjemaâ, 2013**).

Selon l'Atlas des sites algériens, l'Algérie compte 50 zones humides d'importance internationale inscrite sur la liste Ramsar(Annexe).

15- Les régions hydrographiques de l'Algérie :

15-1- Le cadre juridique:

La loi N° 83 - 17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux a découpé le territoire national en unités hydrographiques naturelles dénommées "Bassins Hydrographiques ". Elle a prévu que " La conservation qualitative et quantitative des ressources en eau est conçue et assurée à l'échelle du bassin Hydrographique". L'ordonnance N° 96 - 13 du 15 juin 1996 modifiant et complétant le code des eaux a adopté parmi les principes de la nouvelle politique de l'eau

Le décret exécutif N° 96 - 100 du 6 Mars 1996 portant définition du bassin hydrographique "comme la surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents de telle façon que tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface suit son trajet jusqu'a l'exutoire". "Chaque bassin hydrographique est séparé des bassins qui l'environnent par la ligne de partage des eaux qui suit les crêtes" (**ABHCZ, 2018**).

Le territoire de l'Algérie a été divisé en 1996 en 5 bassins hydrographiques :

- Constantinois - Seybouse- Mellègue.
- Algérois- Hodna - Soumam.
- Cheliff - Zahrez.
- Oranie - Chott - Chergui.
- Sahara.

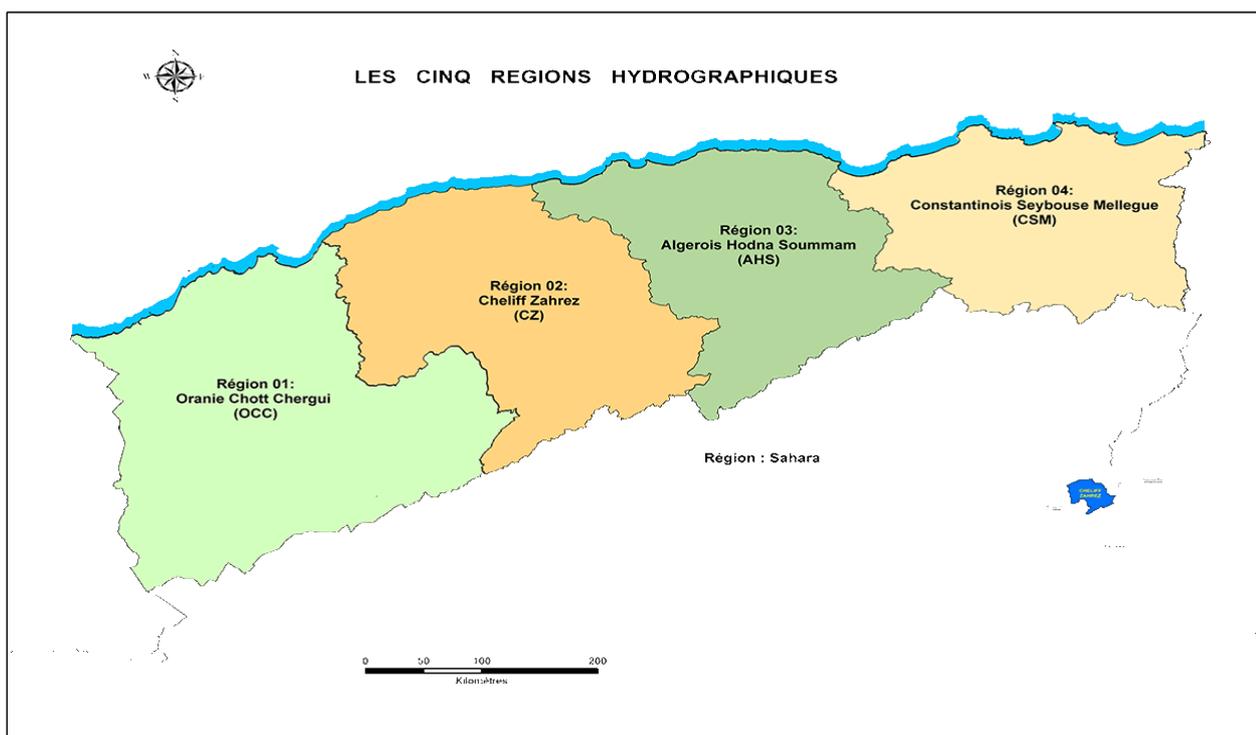


Figure N° 06 : Les cinq régions hydrographiques de l'Algérie (ABHCZ, 2018)

Conclusion :

Le tableau général des zones humides n'est pas aujourd'hui très attrayant. Malgré les nombreux cris d'alarme avertissant de la disparition d'une fraction importante de nos zones humides durant les 50 dernières années, la destruction continue sous nos yeux.

Il existe une protection légale certes, mais incomplète. Elle se traduit de manière limitée par une reconnaissance sur le terrain souvent minimale et une tolérance fréquente à la destruction. En un mot l'attitude générale est plutôt indulgente. Des zones humides ordinaires ou banales, souvent de surface modérée, sont détruites partout. D'une façon générale les zones humides restent menacées, malgré leur intérêt fondamental (Eau-et-Rivieres. Asso, 2012).

Chapitre II :

Présentation de la région d'étude

Introduction :

Le Chott et la Sebkha de Zahrez sont une vaste dépression endoréique faisant partie d'un système plus étendu composé des grands chotts des hautes plaines steppiques, là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord. Paysage végétal des Hautes Plaines Steppiques, il appartient phytogéographiquement au domaine maghrébin steppique. Le site est une dépression peu profonde due d'une part à une topographie favorisant l'accumulation des eaux provenant de plusieurs affluents, Oueds mellah, Zoubia et Hadjia) et, d'autre part, à son sol imperméable qui ralentit les infiltrations souterraines (D G F, 2005).

Zahrez est une zone rare au niveau de la Méditerranée, notamment de part l'étendue de sa superficie et de son bassin versant. Sa situation en zone aride est sans doute son atout principal, elle justifie le degré de rareté de milieux naturels d'un seul tenant soumis à un pâturage extensif notamment d'ovins. C'est également un modèle représentatif de la région méditerranéenne, voire africaine, par la présence de plusieurs types sols, de bioclimats et de formations végétales steppiques (D G F, 2005).

Ce chapitre portera sur la présentation générale de la région, concernant l'étude du milieu naturel, et le climat.

1- Le bassin hydrographique Cheliff-Zahrez :

Le Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez couvre une superficie d'environ 56 227 km² (soit plus de 22% de la superficie de l'Algérie du nord). Cette région limitée naturellement au nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la région Oranie - Chott Chergui, à l'Est par la région Algéroise - Hoddna - Sommam et au sud par le Sahara, elle est découpée en trois sous bassins versants, le bassin du Cheliff est le plus grand du point de vue superficie en Algérie, il représente plus de 77 % de la superficie totale du bassin Cheliff-Zahrez et limité au nord par les monts du Dahra et au sud par l'Atlas saharien, comprend au nord la vallée du Cheliff, au sud les hauts plateaux allant de Saida à Tiaret, les plaines de Nahr Ouassel et Ain Oussera et au centre le massif de l'Ouarensis. Le bassin du côtier Dahra ne forme pas un bassin unique mais se compose de plusieurs bassins individuels, dont les plus importants, du point de vue pluviométrique, sont Oued Damous, Oued Kramis et Oued Allalah (ABHCZ, 2018).

Le bassin Zahrez est une cuvette dans les hauts plateaux et comprend deux Chott : Chott-Chergui et Chott-Gharbi. L'apport annuel de ce bassin est faible et varie entre 250 et 400mm/an (ABHCZ, 2018).

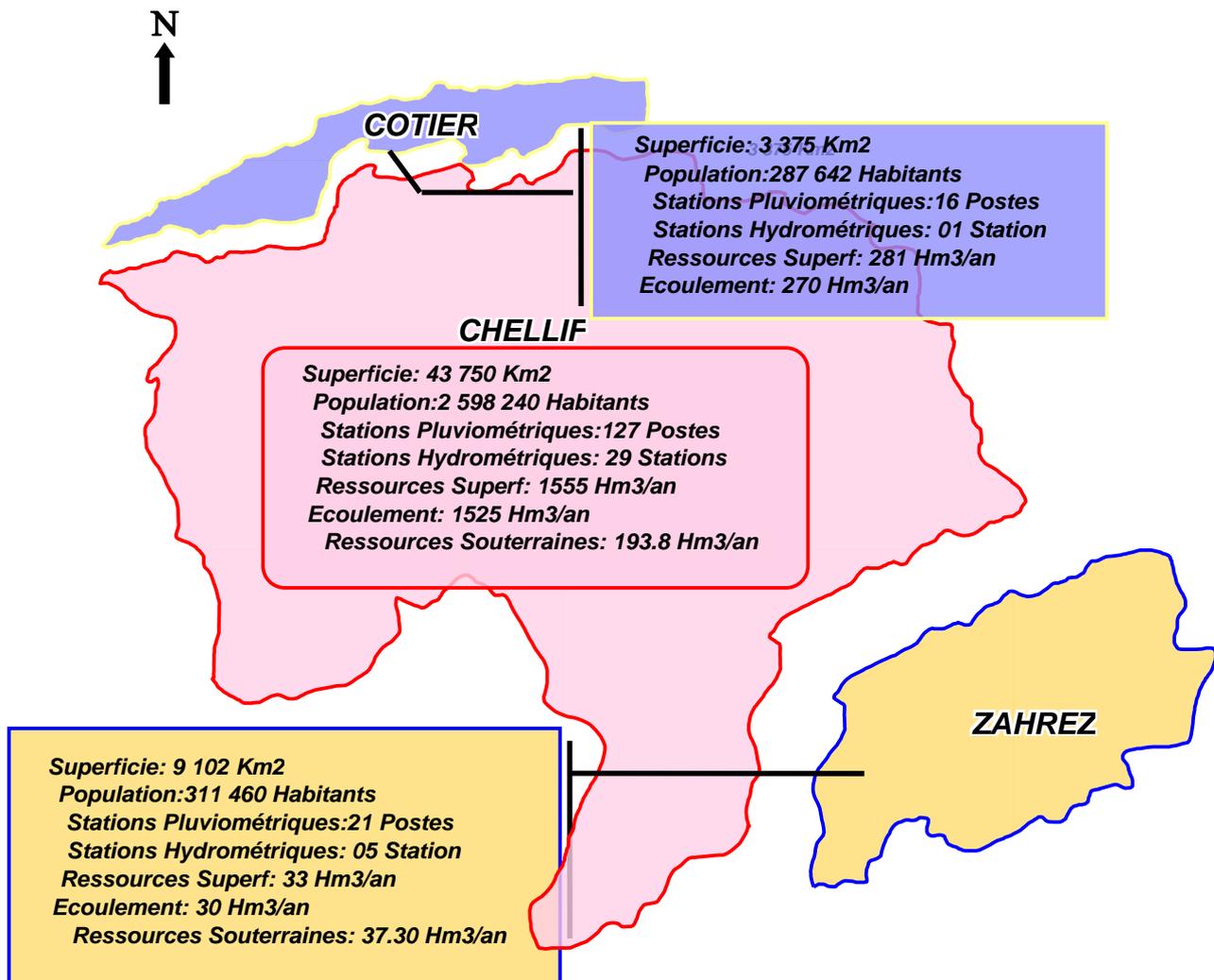


Figure N° 07 : Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez: (ABHCZ, 2018)

2- Choix de découpage par sous région :

2-1- Découpage administratif :

La région englobe trois wilayats entières (Chlef, Tissemsilt et Relizane) et neuf wilayats en partie (Médéa, Tiaret, Ain Defla, Mostaganem, Mascara, Tipaza, Djelfa, Laghouat et M'sila). Ces douze Wilayats forment le bassin hydrographique Cheliff-Zahrez qui compte 254 communes; soit 393 agglomérations (ABHCZ, 2018).

2-2- Découpage par sous région :

Toutes les infrastructures de mobilisation existantes sont situées dans le bassin du Cheliff qui est le bassin principal de la région avec une superficie de 43750 Km² de la région et renferme, presque, la totalité des ressources en eau de surface.

Vue l'étendue de la région Cheliff - Zahrez, il est apparu nécessaire de définir des sous régions pour mieux cerner l'adéquation ressource - besoin. (ABHCZ, 2018)

Le découpage des quatre sous régions est basé sur :

- Les bassins hydrographiques.
- Les infrastructures existantes ou projetées.
- Les limites administratives.



Figure N° 08 : Découpage par sous région (ABHCZ, 2018)

Tableau N° 03: Sous régions du bassin Cheliff-Zahrez (ABHCZ, 2018)

Sous région	Bassin Hydrographique	Wilayats
Sous région 1	Haut Cheliff	Ain Defla, Médéa, Tissemsilt et Tipaza
Sous région 2	Moyen Cheliff	Chlef
Sous région 3	Mina, Bas Cheliff	Relizane, Tiaret, Mostaganem et Mascara
Sous région 4	Haut plateaux	Djelfa, Laghouat et M'sila

3- La sous région 04 (Zahrez) :

3-1- Présentation de la sous région 04 (Zahrez) :

Cette région dont la superficie est de 9102 Km², englobe dix neuf (19) communes de la wilaya de Djelfa, huit (08) communes de la wilaya de Laghouat, et deux (02) communes de la wilaya de M'sila (ABHCZ, 2018).

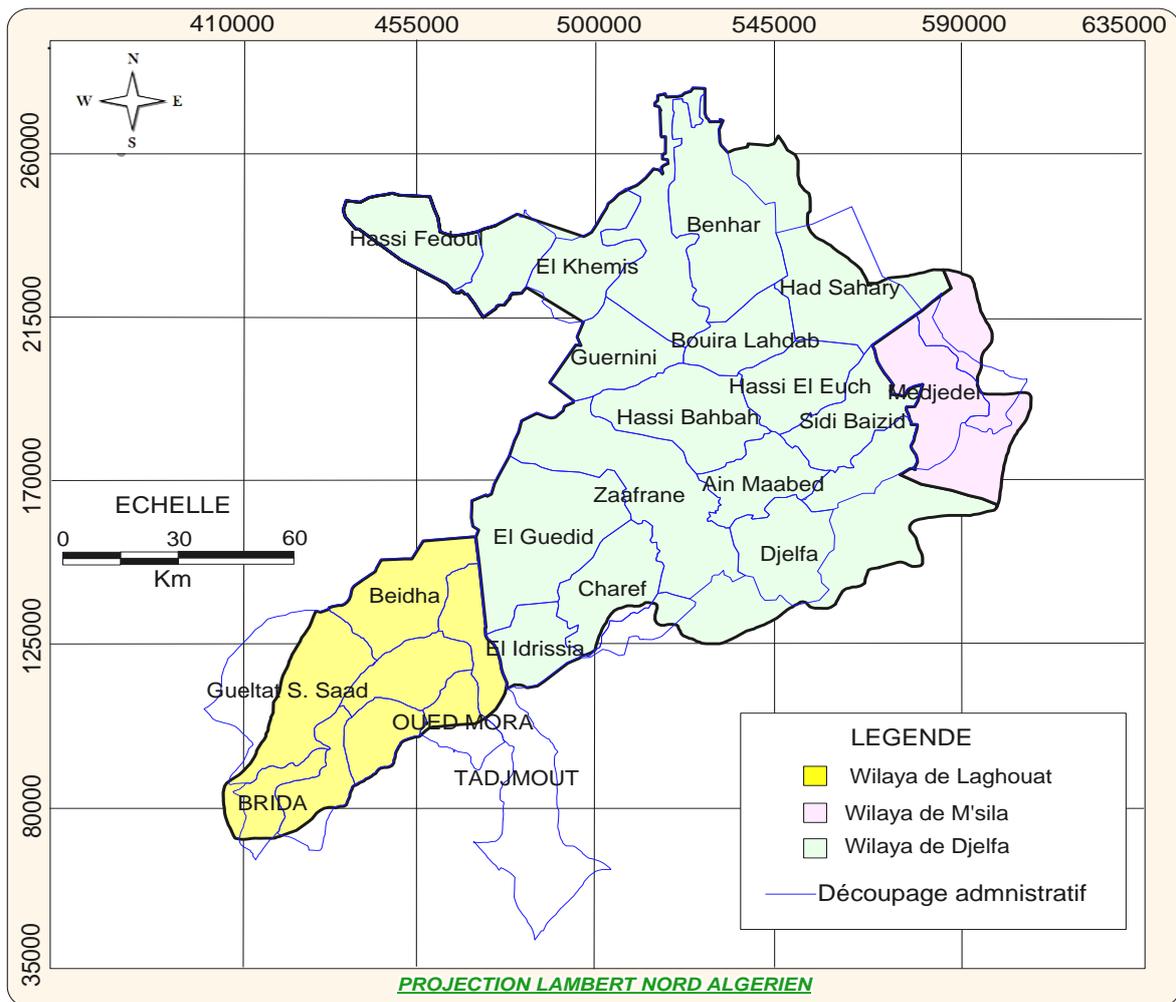


Figure N° 09 : Découpage administratif de la sous région 04 (ABHCZ, 2018).

3-2- Localisation géographique de la zone d'étude :

Ce chapitre consiste à faire une étude du milieu sur la zone humide Zahrez Gharbi et Zahrez Chergui qui est localisé dans la région de Djelfa.

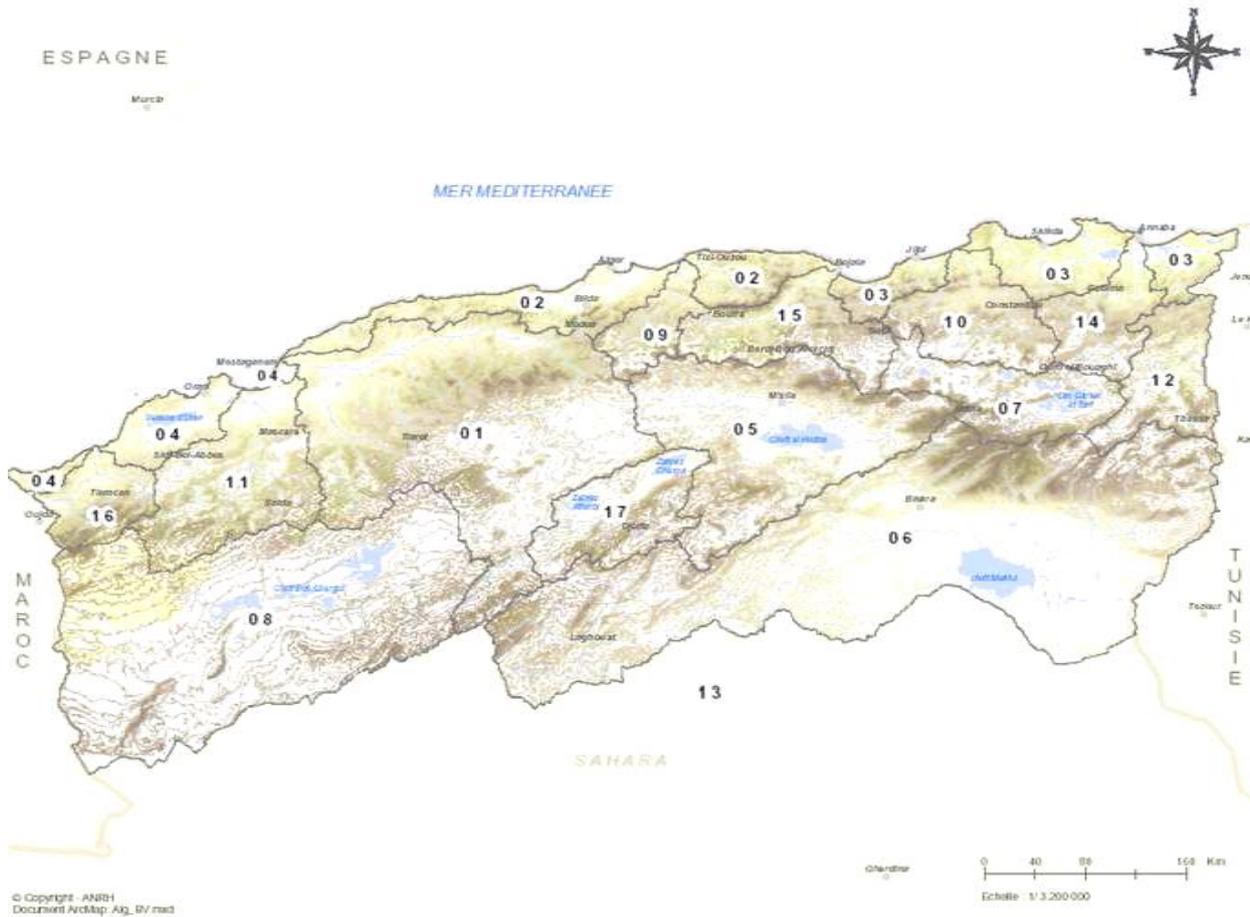


Figure N° 10 : Situation géographique du bassin hydrographique Zahrez (BV 17) (ANRH ,2009)

Le bassin des Zahrez est délimité par les éléments géographiques suivants :

- * Au nord : les chainons montagneux de Sebaa Rouss et Guelt Es Stehl-Taguine (Oukat Rharbi et Oukat Chargui), qui marquent la limite entre les Zahrez et la plaine d'Ain Oussera.
- * Au sud : des monts des Ouled Nail et du chaînon montagneux de chebeibita-Menaa.
- * A l'est : des massifs montagneux de djebel Zemra et djebel Zmira.
- * A l'ouest : d'un alignement de collines à 900 m qui constitue la limite hydrologique et hydrogéologique entre les eaux s'écoulant vers les Zahrez (à l'est et celle s'écoulant vers l'oued Touil à l'ouest) (Aidi, 2014).

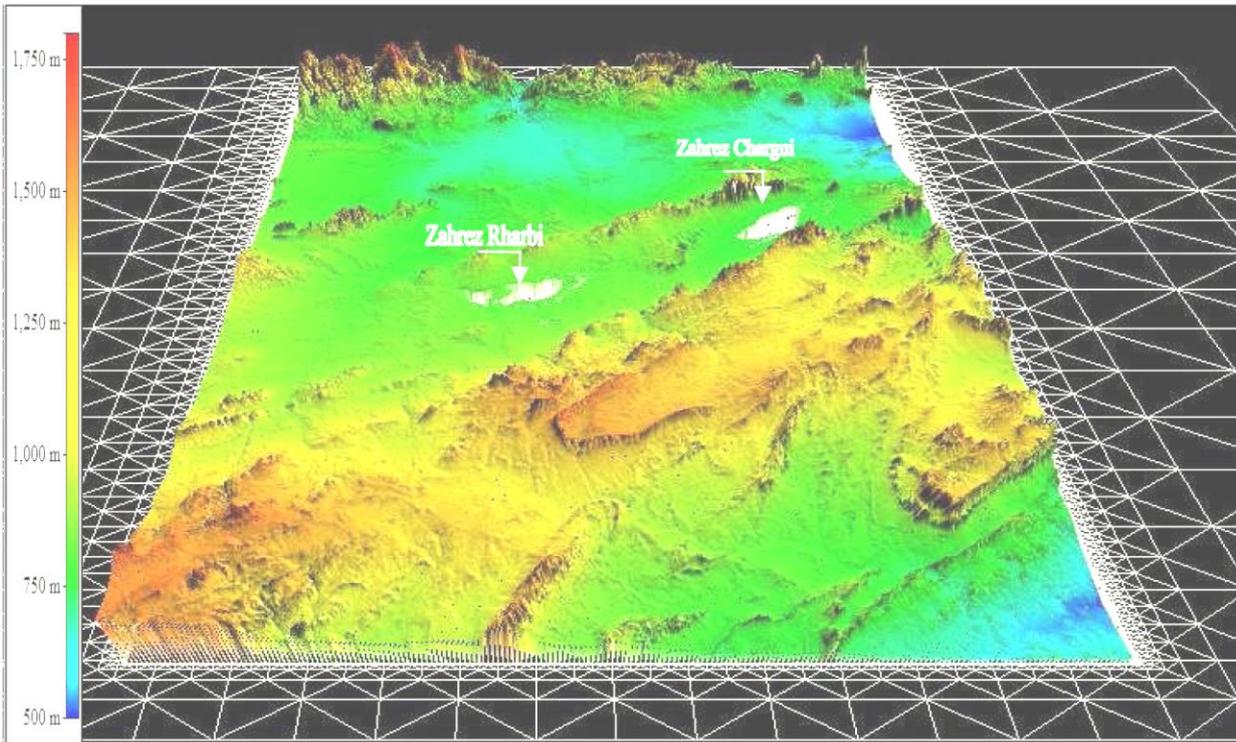


Figure N° 11 : Situation géographique de la zone d'étude (vue en 3D) (ANRH, 2009).

La géomorphologie du bassin est marquée par les deux cuvettes des Zahrez gharbi et Chergui. Les altitudes sont de l'ordre de 1200 m sur les massifs formant la bordure nord des Zahrez et 1500 m sur les massifs formant la bordure sud. Le Zahrez Gharbi est plus déprimé : il ne dépasse pas 1000 m d'altitude et s'abaisse jusqu'à 830 m (AIDI, 2014).

Le bassin Zahrez est bordé d'Ouest en Est par la longitude 2°23' et 4°15', et du Sud au Nord par la latitude 34°17' et 35°21'. Le bassin de Zahrez est décomposé en 06 sous bassin. Il compte 02 oueds principaux, l'oued Malah et l'oued El Medjdel (AIDI, 2014).

4- Superficie :

La superficie du bassin des Zahrez (BV 17) atteint **9 141 Km²** (ANRH, 2009).

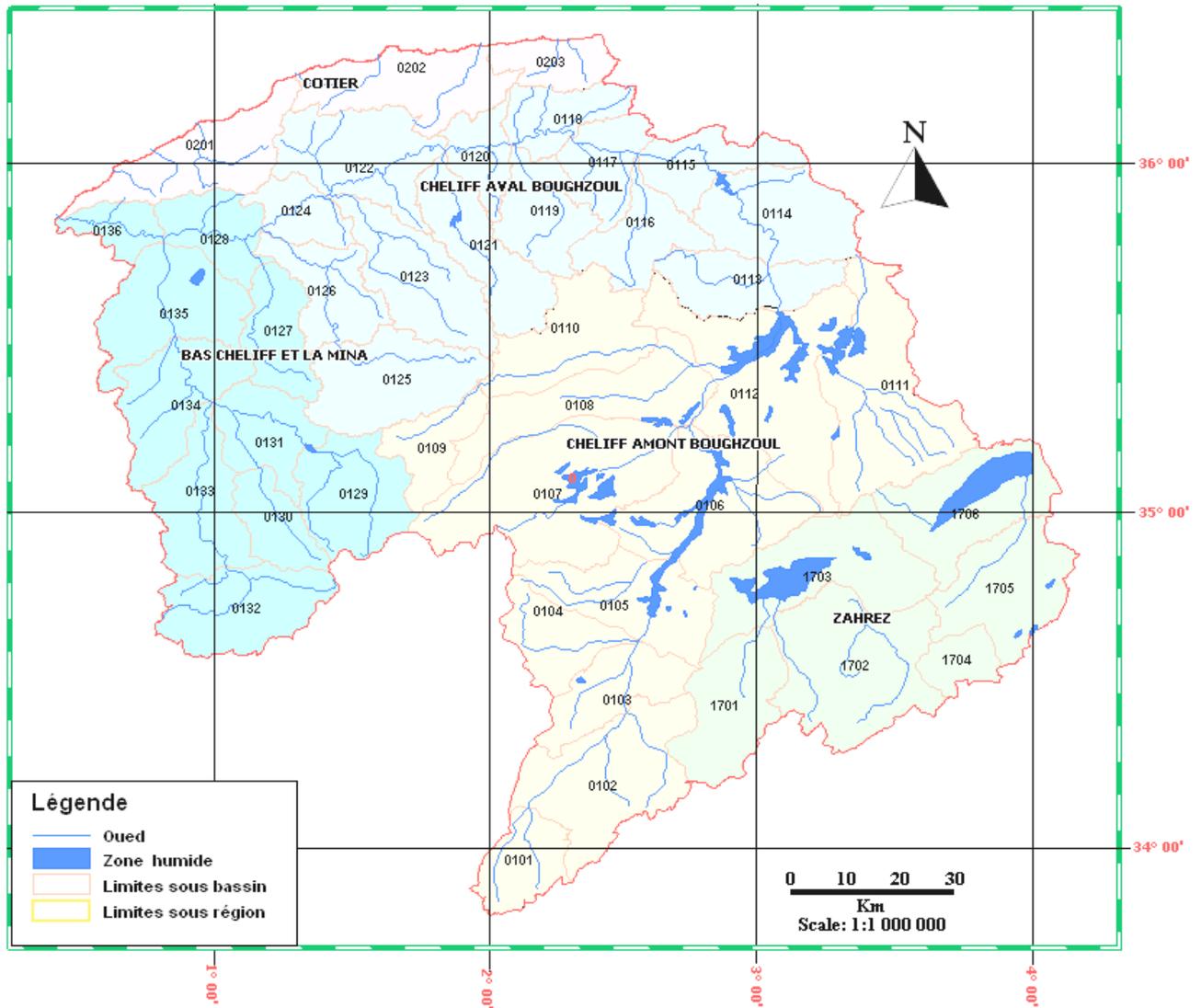


Figure N° 12 : Présentation générale du bassin versant 17 (Zahrez) (ANRH, 2009).

5- Hydrographie :

Les Zahrez, Gharbi et Chergui, situés sur le même bassin versant font partie du système des grand Chotts des Hautes plateaux, ils sont compris entre deux ensembles analogues mais plus grand, Chott Chergui à l'Ouest et le Chott El Hodna à l'Est. Le bassin, d'orientation Sud- Ouest ver le Nord- Est, se développe en périphérie Nord de l'Atlas Saharien (Aidi, 2014).

La partie centrale de la dépression est représentation par la sebkha caractérisée par un niveau plat et dénudé de toute végétation éliminée par la forte concentration de sel, et tout autour, la présence d'une nappe phréatique inégalement salée.

Au sud du chott se trouve un cordon dunaire qui par son étendue, constitue la formation la plus typique de l'ensemble des hautes plaines steppique.

Le nord de chott est représenté par une frange de terrain datant du quaternaire, très influencé par des apports éoliens et hydriques, c'est la zone d'épandage réunissant les deux conditions essentielles pour la mise en place d'une agriculture steppique (ANRH, 2009).

6- Géologie :

Toute la région du Zahrez Chergui, marqué par un substratum sédimentaire hérité des transgressions marines du secondaire et du tertiaire. A la fin du tertiaire, une phase d'érosion aboutit au façonnement des formes jurassiques et au comblement des dépressions par des dépôts continentaux (Aidi, 2014).

Le synclinal de Djelfa qui représente une vaste structure régulière est constitué par les successions suivantes, le crétacé inférieur constitué par d'épaisses séries, en grande partie continentale, formées par des dépôts calcaires, marno-calcaires, calcaires marnes, marnes et marno-calcaire-argileux. Le trias composé d'argile et de gypse ; le sel joue un rôle fondamentale. Le Mio-Pliocène composé de calcaire marneux, de marne, d'argile bleutée gréseuse et rouge à poudingue (Aidi, 2014).

La zone du Zahrez a pour origine l'accumulation des eaux des oueds, drainés par les bassins versant avoisinants. Les eaux de Zahrez Gharbi sont issues du bassin versant des Oueds Zahrez et Mesrane (Aidi, 2014).

La région de Zahrez Gharbi se caractérise par un grand synclinal, plus large à l'ouest avec 50 km, qu'à l'Est avec 30 km, et long d'environ 140 km avec une orientation Nord-Est Sud-Ouest. Les couches géologiques du bassin versant, appartenant au crétacé, sont recouvertes par un Tertiaire continental surmonté par des dépôts du quaternaire. Le Crétacé est composé par des couches de calcaires, de marnes, d'argiles et de gré massif poreux et perméable. Les dépôts du quaternaire sont principalement constitués par d'importants éboulis de pente, de dunes, d'alluvions torrentielles et de croues minces discontinues de calcaires. Les séries du Crétacé, qui constituent l'ossature des monts des Ouleds N'ail, ont été énergiquement plissées selon direction générale Sud-Ouest-Nord-Est. Le compartiment des Zahrez s'est alors nettement différencié de la partie montagneuse montagneuse en jouxtant une structure située entre les deux derniers plis anticlinaux du domaine tectonique Sud-atlasique (Pouget, 1980).

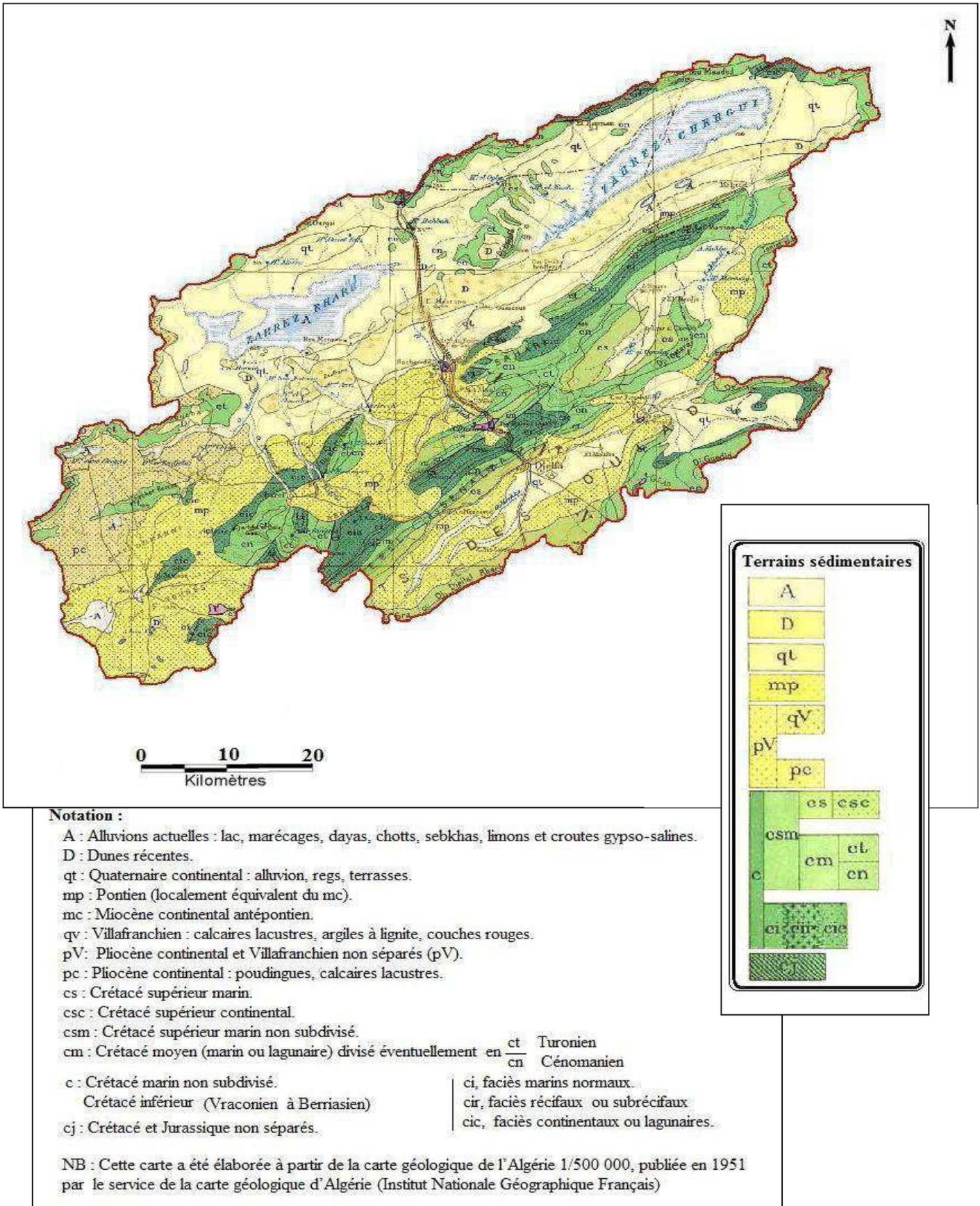


Figure N° 13 : Carte géologique du milieu étudié (M.J. Flandrin 1951).

7-Géomorphologie

Du point de vue géomorphologique, la plaine de zahrez dont la pente est inférieure à 3 %, est caractérisée par une diversité d'unités géomorphologiques décrites par **Pouget (1980)** et **Aidoud (1989)**.

a) Les reliefs

Ce sont des formes structurales liées à la tectonique et sculptées par l'action combinée de l'eau, du gel et du vent (**Aidoud, 1989**).

b) Les surfaces plus ou moins planes

Englobe les formes géomorphologiques suivantes :

b.1. Les glacis

D'après l'étude de **Pouget en 1980** sont des Surfaces d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-arides au pied des reliefs, il existe trois types de glacis :

- Les glacis du quaternaire ancien
- Les glacis du quaternaire moyen
- Les glacis du quaternaire récent et actuel

b.1.1. Les glacis du quaternaire ancien

Ils ont une position élevée par rapport aux autres formations planes, la pente est de 1 à 3 %, et la croûte calcaire est fortement présente.

b.1.2. Les glacis du quaternaire moyen

Ils sont marqués par un ensablement important, et une présence moins importante de croûtes calcaires que les glacis précédents.

b.1.3. Les glacis du quaternaire récent et actuel

Ils sont caractérisés par une accumulation alluviale ou la croûte calcaire est moins importante.

c) Les terrasses

Ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas fonds et constituent des terrains à vocation agricoles peuvent être aménagées (**Pouget, 1980**).

d) Les dépressions

Ce sont des parties en creux par rapport à des surfaces données.

e) Chott et sebkha

Selon **Tricart et Cailleux (1969)**, il s'agit de dépressions salées riches en argile dont la différence essentielle réside dans le mode d'alimentation en eau :

- Le chott est alimenté uniquement par les eaux de ruissellement.
- Alors que la sebkha est alimentée par les eaux souterraines.

Pour **Pouget (1980)**, la sebkha est un vaste synclinorium aménagé en dépression endoréique, elle correspond à une vaste machine évaporatoire, elle reçoit les eaux de ruissellement. Dans cette dépression, la végétation est absente car elle est éliminée par la très forte salure.

En hiver, elle se transforme en lac salé où l'eau peut atteindre plus de 1 m de hauteur. En été elle se manifeste par des efflorescences blanches sur la surface du sol (croûte saline).

f) Les days

Elles sont localisées essentiellement au sud du cordon du dunaire, sur des surfaces encroûtées avec une profondeur faible, et peuvent être utilisées par conséquent pour la céréaliculture comme Dayet El Etchana et Dayet Bessisa.

g) Les formations éoliennes

Suivant les travaux du **Pouget (1980)**, dans le sud du Zahrez qui intègre notre zone d'étude, il existe un important cordon dunaire qui s'allonge dans une même direction. Au long de la bordure Nord de l'atlas saharien, l'auteur a enregistré une superficie de 5900 ha couverte de dune. Parmi les types de dunes, il a cité :

g.1. Les dunes anciennes à matériaux non gypseux

Ce sont des placages de sable piégés contre les reliefs, ils sont constamment remaniés par les ruissellements et le vent, ils sont identiques aux dépôts éoliens rencontrés sur le glacier septentrional.

g.2. Les dunes anciennes à matériaux gypseux

Ce type de dune est plus important que le précédent, vu son extension dans le bassin de zahrez, ce qui indique que les nappes phréatiques sub-affleurantes localisées entre le cordon et la sebkha sont à l'origine de la cimentation des grains de sable par la remontée de sel et de gypse sous l'effet capillaire.

g.3. Les dunes actuelles ou vives

Parmi ces formes d'accumulation, il est possible de citer :

- **Les voiles sableux**

Ce sont des formes d'accumulations discontinues, peu épaisses et plus ou moins mobiles, caractérisées par le développement des psammophytes annuelles telles que :

- *Schismus barbatus*

- *Plantago albicans*

- **Les nappes de sable**

Se sont des accumulations de sable continue, épaisses de 10 à 15 cm localisées dans la dépression et colonisées généralement par *thymelaea microphylla*.

- **les microdunes**

Se sont des accumulations de sable d'épaisseur variable supérieure à 1 m, plus importantes que les Nebkas, et sont plus ou moins fixées par les psammophytes vivaces comme le Drinn (*Aristida pungens*). Elles sont localisées à proximité d'oueds et en association avec des dunes vives du cordon dunaire fixé par une phréatophyte (*Tamarix aphylla*).

- **Les Nebkas**

Ils sont définies comme des accumulations de sable fin arrêtées par un obstacle de petite dimension tel que les touffes d'alfa ou par des arbustes adaptés comme *Retama retam* et *Zizuphus lotus*.

Suivant la hauteur il existe 03 types de nebkas :

- Les micro nebkas de 10 à 50 cm.
- Les méso nebkas de 50 à 100 cm.
- Les macro nebkas de 100 cm de hauteur.

8- Cadre pédologique

Selon **Pouget (1980)**, et **Ben Rebiha (1984)**, les sols en zone aride sont le résultat de l'action de la roche mère et de la topographie. Les grands ensembles lithologiques et géomorphologiques servent de cadre pour la présentation des principaux types de sols. C'est ainsi qu'on distinguera successivement :

- a) Les sols formés sur le substratum géologique.
- b) Les sols à accumulation calcaire des glacis et terrasses quaternaires.
- c) Les sols de formations alluviales récentes et actuelles.
- d) Les sols des dayas.
- e) Les sols des formations éoliennes.

Enfin trois ensembles de sols dominés par des caractéristiques particuliers qui disséminent des classes spécifiques :

- a) **Les sols gypseux**
- b) **Les sols halomorphes**

Ils sont localisés autour de la sebkha sur les terrasses. Les zones d'épandages et les dépressions à nappe phréatique salée. Ils sont colonisés par une végétation halophile à base :

D'Atriplex *canescens*, *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Salsola vermiculata*, *Suaeda mollis* et *Arthrocnemum glaucum* ...etc.

c) Les sols hydromorphes

Ils sont localisés essentiellement dans le secteur de plaine les dépressions inter dunaire dans le bassin de zahrez et les dépressions alluviales d'oued touil. Ils ont une texture sableuse à argileuse, et sont caractérisés aussi par la présence d'une nappe phréatique peu salée.

Ces derniers sont saturés en sels, avec un taux de salinité de 300 à 400 g/l : surtout ceux environnant les chotts et au niveau des nappes phréatiques superficielles salées. Ils sont des sols peu évolués et soumis à l'érosion éolienne et hydrique. Notant ainsi que :

- La distribution des sols se fait en relation étroite avec la situation géomorphologique (sols calcaires).
- La quasi-totalité des sols est calcaires dès la surface, avec des pH basiques.
- Ils présentent une grande diversité : texture, structure, forme d'accumulation de calcaire, salure, matière organique...etc.

9- Aperçu climatologique du milieu étudié :

D'une manière générale, la climatologie et les études hydrologique-hydraulique sont à associer. Il convient d'envisager l'intégration des paramètres, de la température, du vent, de l'humidité, du gel, etc.,

9-1- Températures :

Les températures moyennes mensuelles de la zone d'étude sont données par le tableau suivant :

Tableau N° 04: Température moyenne mensuelle en °C. ONM Djelfa (1975-2015)

MoiS	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	T _{moy}
T _{min} (°C)	16,90	12,10	6,60	1,20	2,10	2,50	6,00	10,00	10,30	12,90	18,30	23,50	10.2
T _{max} (°C)	23,90	19,20	11,30	8,90	7,60	9,30	12,90	15,80	21,00	25,90	29,00	36,50	18.44
T _{moy} (°C)	20,4	15,65	8,95	5,05	4,85	5,9	9,45	12,9	15,65	19,4	23,65	30	14.32

T_{min}: Moyenne mensuelle des températures minimales °C.

T_{max}: Moyenne mensuelle des températures maximales °C.

T_{moy} : Température moyenne mensuelle. $T_{moy} = (T_{min} + T_{max}) / 2$.

Le tableau N°04 et la figure N°13 , montre que les températures mensuelles de notre zone d'étude atteignent leur minima au mois de décembre, avec une valeur de 1.2°C.

Les maxima sont observés au mois Aout, avec une valeur de 36.5°C. La moyenne des minima est de 10.2 °C et celle des maxima est de 18.44°C, pour une moyenne arithmétique « (M+m) / 2» est de 14.32°C.

Ces données mettent en évidence l'accroissement de la tendance continentale du climat du Nord au Sud de région hydrographique ; la continentale s'affirme nettement dans les hautes plaines dont le relief en cuvettes se trouve isolé des influence maritimes par l'écran montagneux que présente la chaine tellienne.

La limite de cette continentale est marquée par le décalage du mois le plus chaud : il se produit déjà en Juillet dans les hautes plaines à cause des variations rapides de la température.

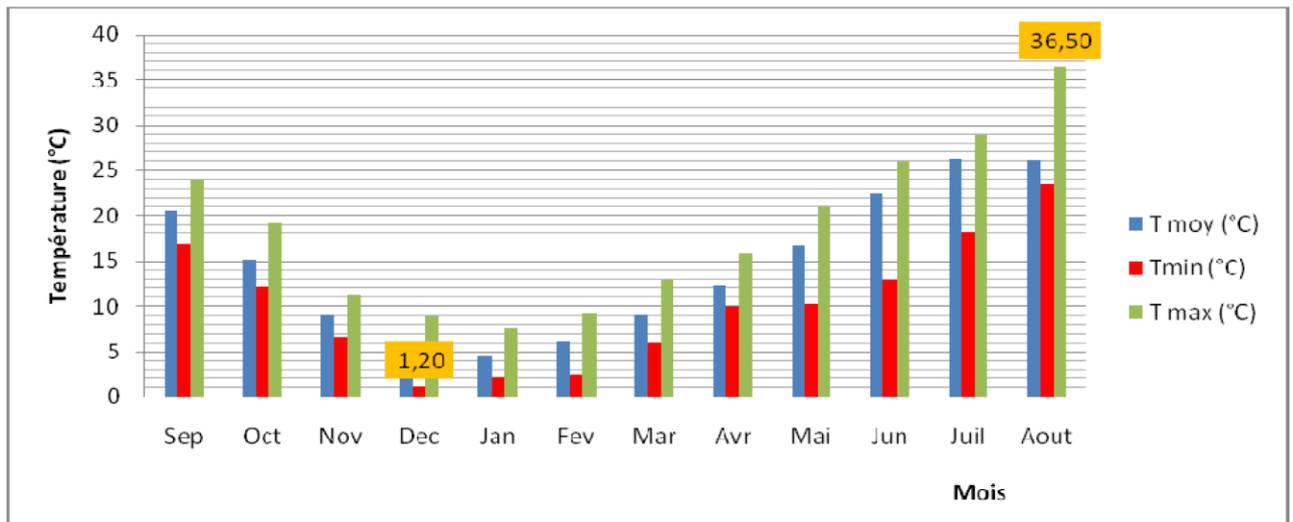


Figure N° 14 : Variation des températures moyennes mensuelles. ONM Djelfa (1975-2015)

Tableau N° 05 : Température moyennes saisonnières en °C. ONM Djelfa (1975-2015)

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté
T (°C)	15	5.26	12.67	24.35

9-2- Les précipitations :

Toutes les précipitations se forment à partir du refroidissement de la vapeur d'eau et de sa condensation .leur état, solide ou liquide, à leur contact avec le sol, dépend de la température intérieure et extérieure des nuages, de leur teneur en eau ainsi qu'à la vitesse des courants ascendants qui y règnent.

Les précipitations sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les Jours, les mois et aussi les années.

Les précipitations s'évaluent en hauteur d'eau équivalente (mm) sur une période donnée (ex : mm par an, par mois).

a) La précipitation annuelle :

L'histogramme de la variation de la précipitation annuelle (figure 13) montre que :

- L'année la plus humide est 1977 avec une précipitation annuelle de 480 mm d'environ.
- L'année la plus sèche est 1999 avec une précipitation annuelle de 181 mm d'environ.

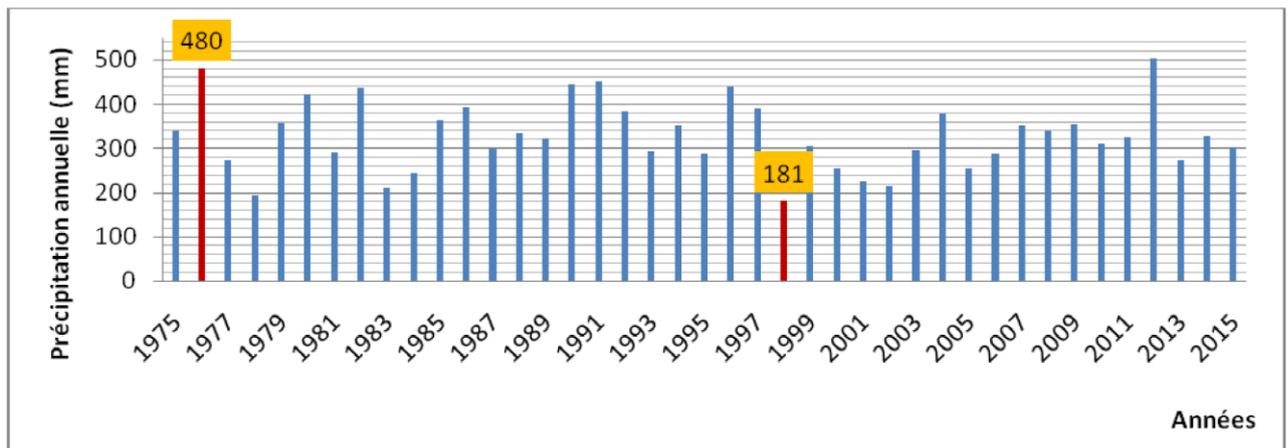


Figure N° 15 : La variation de précipitation annuelle en (mm). ONM Djelfa (1975-2015)

b) Précipitations moyennes mensuelles :

Dans cette zone, la forme la plus importante de précipitation est la pluviosité.

La pluviosité reste le facteur la détermination pour la végétation en zone aride et semi-aride. Pour **Ramade (1984)**, la pluviosité constitue un facteur écologique d'importance fondamentale du fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres.

La répartition des pluviométries moyennes mensuelles est présentée dans le tableau et la figure suivant :

Tableau N° 06: variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm). ONM Djelfa (1975-2015)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout
P_{moy}(mm)	25.8	26.78	30.63	29.17	34.98	30.12	28.95	29.88	34.39	20.05	17.68	20.29
Max	7	117	81	97	117	74	75	87	122	74	278	78
Min	1	1	1	4	2	1	1	1	2	1	1	1
Ecart type	19,1	25,81	20,21	17,81	26,1	20,80	23,92	20,99	26,48	17,99	42,94	18,63
Coef de variation	0,74	0,96	0,66	0,61	0,75	0,69	0,83	0,70	0,77	0,90	2,43	0,92

- Le mois le plus pluvieux est celui du janvier avec une valeur de 34.98 mm.
- Le mois le plus sec est celui du mois de juillet, avec une valeur de 17.68 mm.

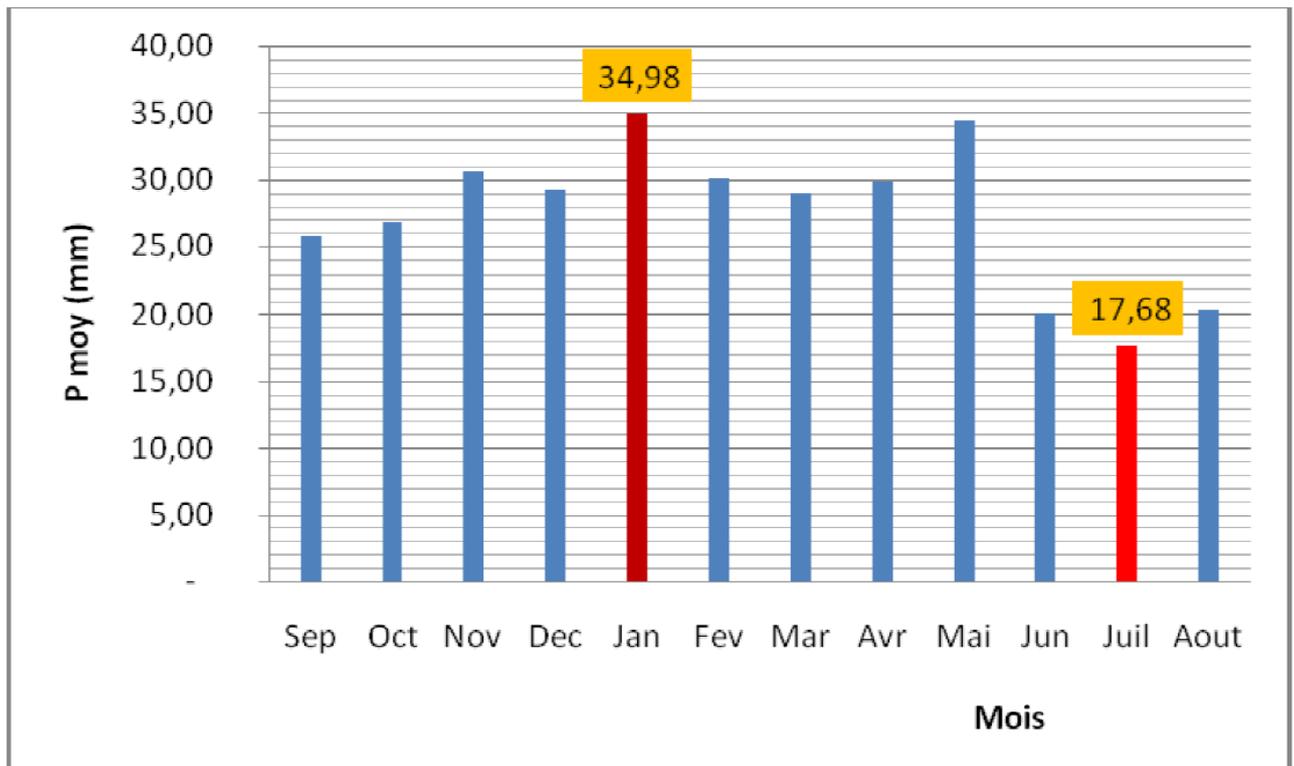


Figure N° 16 : variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm). ONM (1975-2015) Djelfa

Le coefficient de variation défini comme étant le rapport de l'écart type sur la moyenn des précipitations enregistrées.

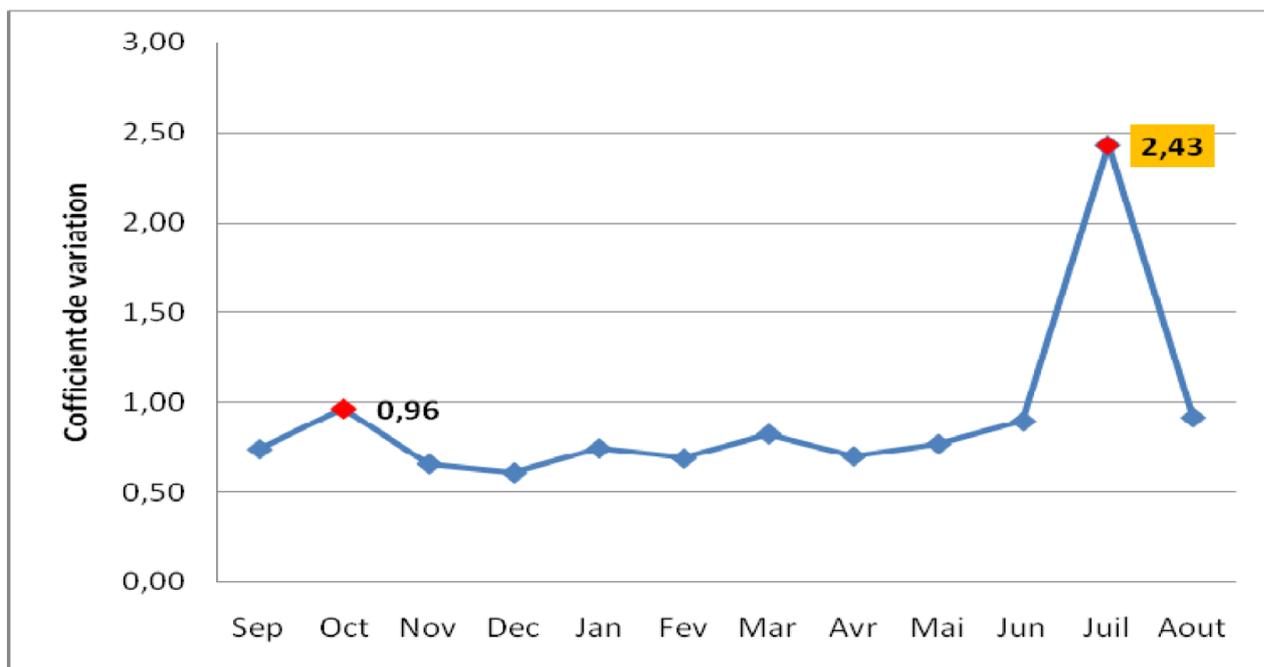


Figure N° 17 : Coefficient de variation des précipitations moyennes mensuelles en (mm) ONM Djelfa (1975-2015)

c) Précipitations moyennes saisonnières :

La connaissance des saisons les plus arrosées est très importante.

Selon **Aidoud, (1989)** « les pluies d'hiver contribuent à maintenir l'humidité du sol, alors que les pluies du printemps interviennent en phase de croissance, et même les précipitations d'automne ont un rôle important dans le cycle biologique annuel ».

Tableau N° 07 : variation des précipitations moyennes saisonnières ONM Djelfa (1975-2015)

Mois	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Total
Précipitations moyennes saisonnières (mm)	83.22	94.27	93.22	58.02	328.73
Précipitations moyennes saisonnières (%)	26.37	28.68	28.36	17.4	100

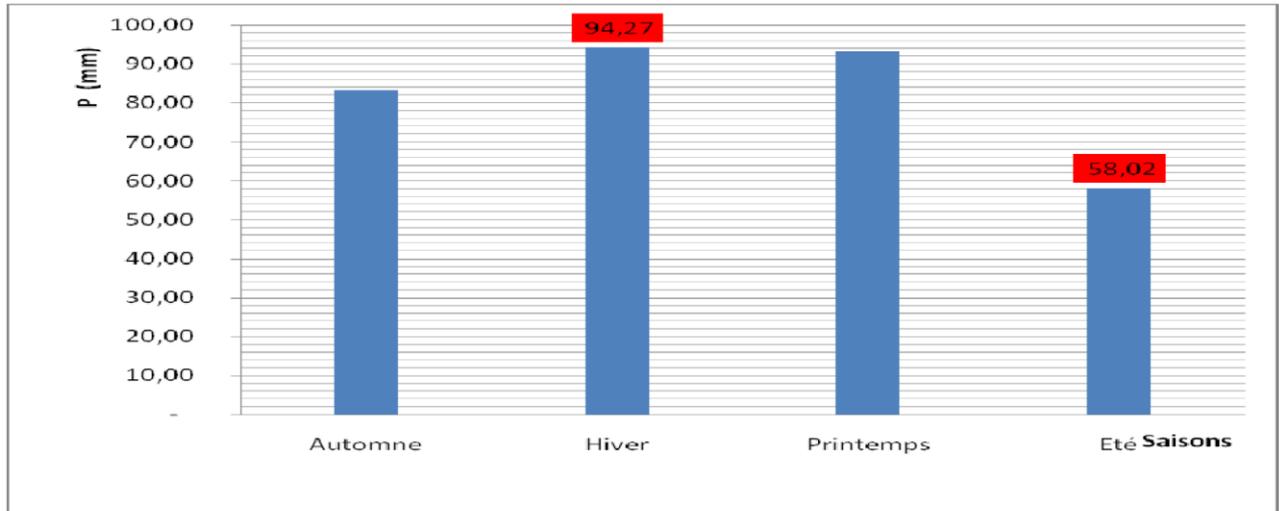


Figure N° 18 : variation des précipitations moyennes saisonnières.ONM Djelfa (1975-2015)

9-3- Relation entre précipitation et température :

La combinaison des températures et des précipitations, est intéressante dans la mesure où elle permet de déterminer les mois véritablement secs qui correspondent selon la définition basée sur le comportement de la végétation.

Selon, un mois est dit sec si le total moyen des précipitations est inférieur ou égale au double de la température moyenne.

Cette relation permet d'établir le diagramme Ombrothermique de Gausson et Bagnouls sur les quels la température est portée sur une double échelle de celle des précipitations.

Tableau N° 08 : Températures et précipitations moyennes mensuelles dans la station de Djelfa Durant la période (1975-2015). ONM Djelfa

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
P _{mov} (mm)	25.8	26.78	30.63	29.17	34.98	30.12	28.95	29.88	34.39	20.05	17.68	20.29
T (°C)	20,4	15,65	8,95	5,05	4,85	5,9	9,45	12,9	15,65	19,4	23,65	30

9-3-1- Diagramme Ombrothermique :

Pour **Bagnouls et Gausson (1953)** la saison sèche est la période où le total mensuel des précipitations exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés celcius.

L'utilisation des données précédentes nous permet de tracer les deux courbes ombrique et thermique (Figure n° : 18). En projetant les points de rencontre sur l'axe des abscisses on peut déduire la durée de la saison sèche de cette zone qui s'étale sur 5 mois et quelques jours.

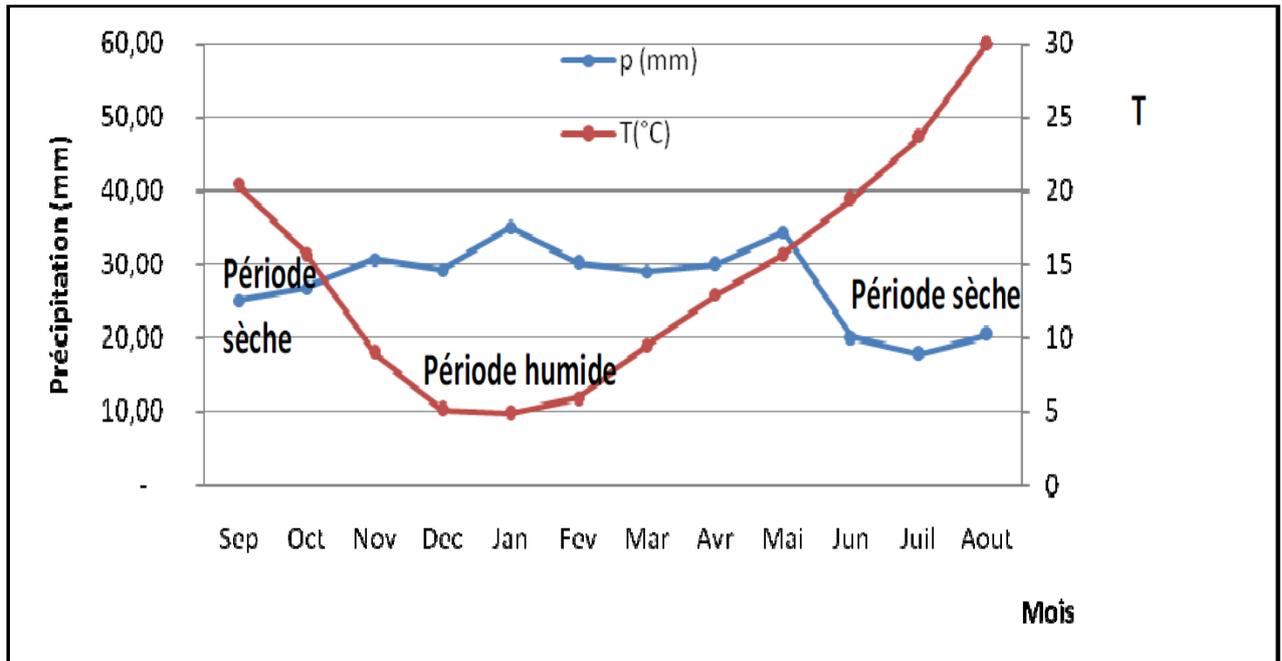


Figure N° 19 : Courbe Ombrothermique de la zone d'étude 1975/2015

9-3-2- Climagramme d'Emberger :

Pour définir l'étage bioclimatique de la région méditerranéenne **Emberger (1955)**, a cherché expression synthétique de climat, et il a établie le quotient pluviométrique D'Emberger (Q2).

En Algérie Djebaili (1984), a pu établir une relation de Q2 qui est la suivante :

$$Q2 = 3.43 \times P / (M - m)$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle exprimée en mm.

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

Ce climagramme nous permet de classer notre zone d'étude dans l'étude dans l'étage bioclimatique semi - aride à variantes thermiques à hiver frais (Figure N° 20).

(Le Q2 de la zone d'étude est égal à 31.94).

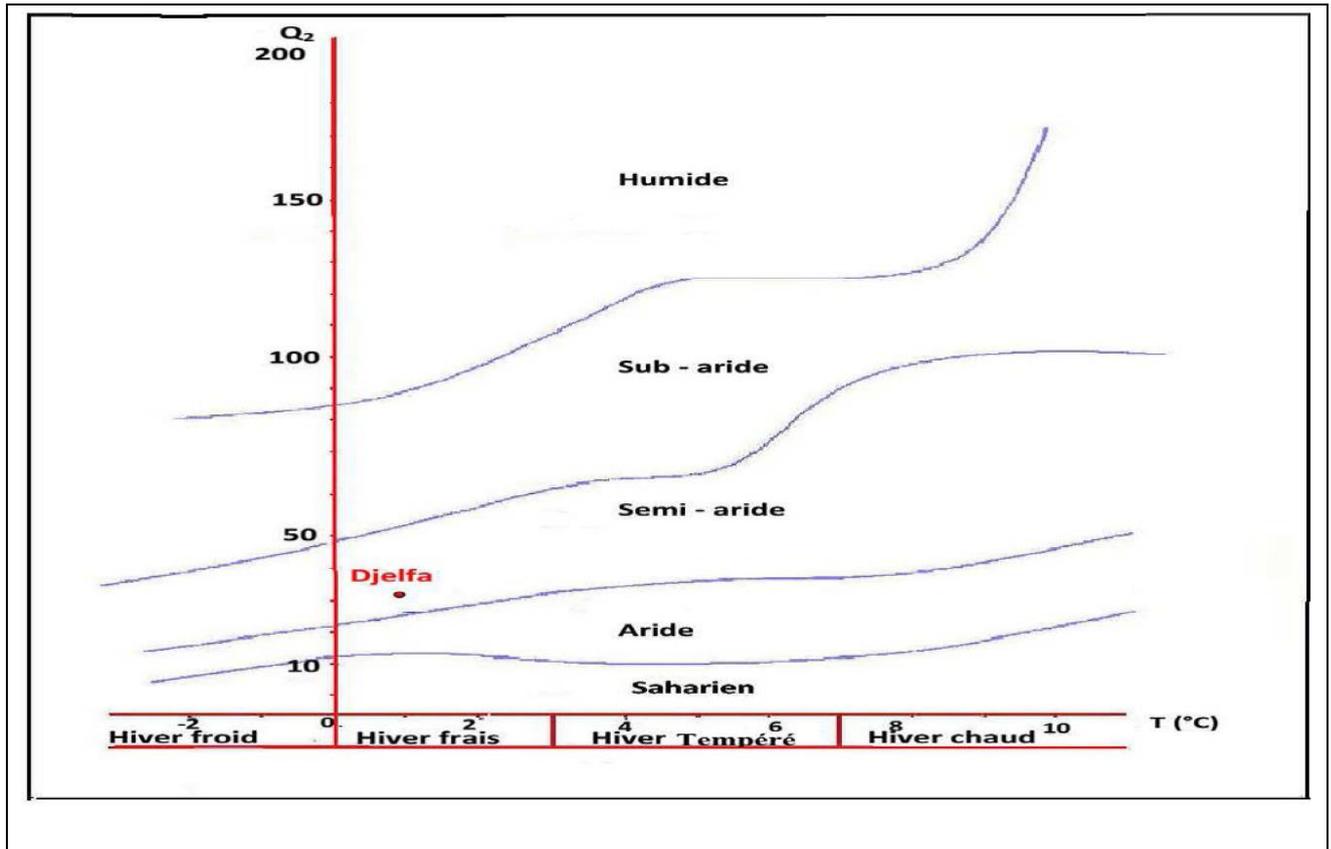


Figure N° 20 : Climagramme d'Emberger. Station de Djelfa

9-4- Le vent :

Les vents dominants proviennent essentiellement de l'Ouest et du Nord-Ouest en hiver, du Sud Ouest en été. Ces derniers sont parfois violents, du fait de leur circulation sur des espaces ouverts sans aucun obstacle physique favorisant ainsi le phénomène de la désertification. Ce fait est plus ressenti au niveau de la partie centrale de la wilaya avec des accumulations sableuses plus importantes qu'en d'autres endroits.

D'autres parts, la principale caractéristique des vents dominants est matérialisée par la fréquence du sirocco d'origine désertique chaud et sec, dont la durée peut varier d'une zone à une autre de 20 à 30 jours/an (D.P.A.T, 2012).

Tableau N° 09 : Vitesses des vents (m/s). ONM Djelfa

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fer	Ma	Av	Mai	Jun	Juil	Aot	Moyenne
Vit Vent	3.7	3.6	4.2	4.1	4.0	4.9	5.0	5.2	4.9	4.2	3.8	3.6	4.3

Au vu du tableau 09, les vitesses de vent sont variées toute l'année, elle présente des valeurs largement supérieure à la moyenne de mois d' Février jusqu'à Mai.

9-5- La gelée :

L'action de gelée peut entraîner le flétrissement des plantes. Elle joue un rôle négatif sur l'activité des végétaux. Le risque de gelée commence lorsque le minimum de la température tombe au dessous de 10°C.

Les gelées sont fréquentes à partir de novembre jusqu'à avril. On constate dans le tableau ci-dessus que la plus grande valeur a été enregistrée le mois de janvier.

Tableau N° 10 : Valeurs moyenne mensuelles et annuelles de la gelée. ONM Djelfa (1975 - 2012)

Mois	Sep	Oc	Nov	Dé	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Juin	Juil	Aout
M _{oy} gelées)	0	0	2.9	9.3	11.1	6.8	3.3	0.6	0	0	0	0

9-6- La neige :

Les enneigements, saisonniers et variables, enregistrés au niveau de la wilaya varient en moyenne de 3 à 10 jours/an et tombent essentiellement sur la partie centrale de la wilaya. L'épaisseur est de 10cm à 30 cm (D.P.A.T, 2012).

9-7- Humidité :

L'humidité joue un rôle essentiel dans l'écologie des organismes terrestres en conjonction avec la température.

Les humidités moyennes mensuelles de la zone d'étude pour la période (1993/2005) sont données par le tableau suivant :

Tableau N° 11 : Humidité moyenne mensuelle. ONM Djelfa (1975 – 2012)

Mois	Sep	Oc	Nov	Dé	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Juin	Juil	Aout
H _r (%)	52.05	62.24	71.86	76.07	76.04	67.57	62.71	56.85	51.6	43.47	35	39.05

L'humidité est liée inversement à la température de l'air, autrement dit – elle est maximale pendant le mois le plus froid d'hiver est atteint 76.07 au mois de janvier.

En été, elle baisse jusqu'à 35 au mois de juillet cet augment l'évaporation.

9-8- Evapotranspiration :

On appelle évapotranspiration l'ensemble des phénomènes qui renvoient l'eau de pluies vers l'atmosphère (Collin.J, 2004).

Les données de l'évapotranspiration présentées dans le tableau ci-dessous sont relevées à partir des cartes de l'évapotranspiration mensuelle et annuelle éditées par les services de l'ANRH.

**Tableau N° 12 : Evapotranspiration potentielles moyennes mensuelles et annuelles (mm)
(ANRH).**

Station	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fer	Ma	Av	Mai	Jun	Juil	Aot	Annuelles
Djelfa	145	85	44	26	29	42	78	119	163	202	237	212	1382

D'après la carte de l'évapotranspiration présentée ci-contre, on observe des valeurs moins élevées dans le bassin de Zahrez.

Le potentiel total évapotranspiré annuellement varie de 1382 mm à la station de Djelfa, soit plus du double du total de la pluviométrie.

En saison froid, l'ETP mensuelle décroît progressivement, tout en restant légèrement supérieur à celle des précipitations. Par ailleurs elle est fortement supérieure durant la saison chaude.

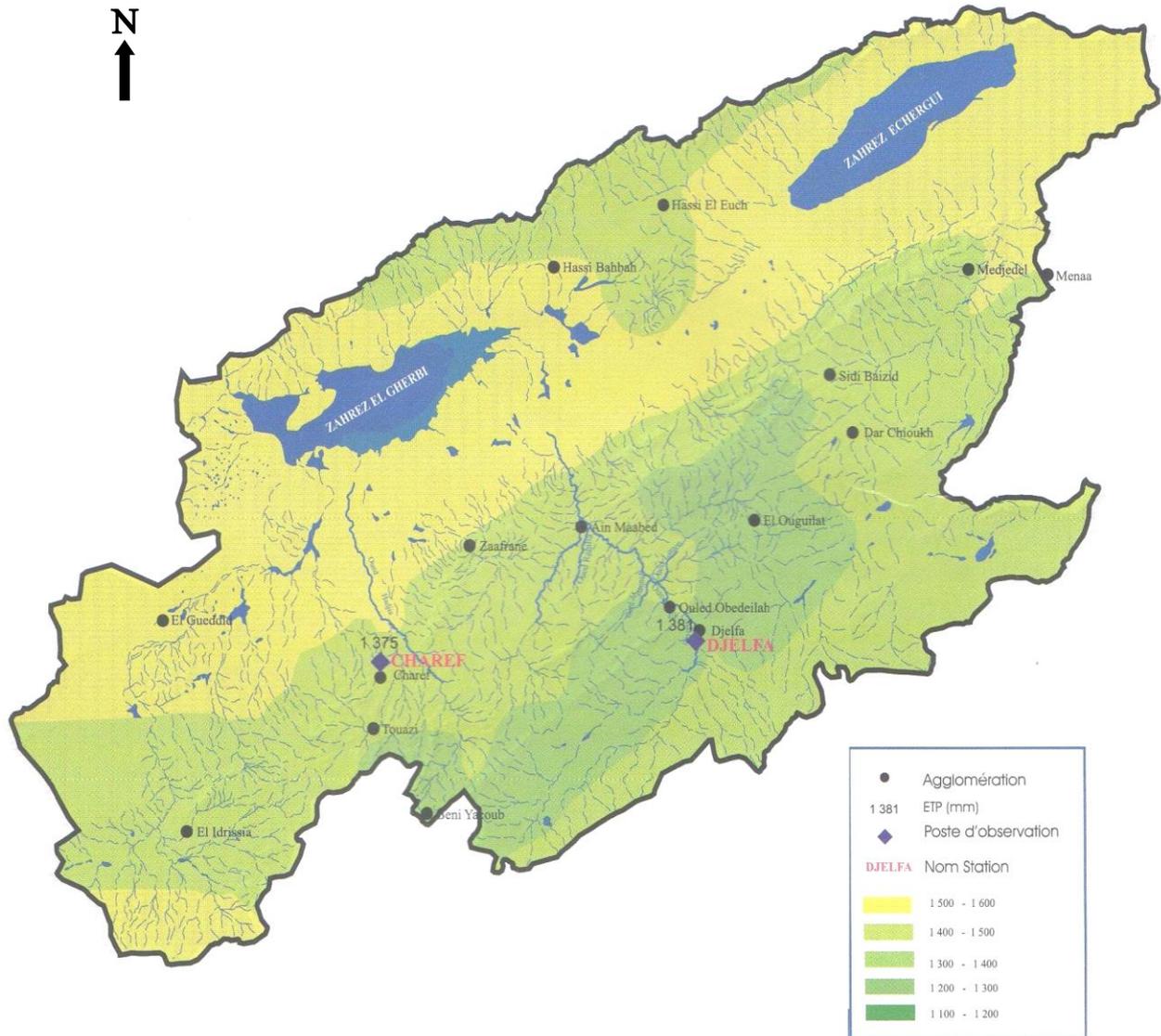


Figure N° 21 : Carte de l'évapotranspiration du milieu étudié (ANRH.2000).

10- Végétation :

Selon H.C.D.S (1994), Zahrez comprend cinq grandes zones d'occupation des terres nous distinguons :

- les zones de parcours.
- les zones agricoles.
- les zones forestières.
- les zones ensablées.
- la sebkha.

11- Les parcours:

La majorité des terres de la surface totale sont des parcours. Cet espace est occupé par des espèces plus ou moins résistantes, représentant la principale ressource alimentaire pour le cheptel. En retrouve principalement :

- *Lygeum spartum* (sennagh)
- *Artemisia campestris* (dgouft)
- *Atriplex halimus* (G'ttaf)
- *Atriplex canescens*
- *Thymelaea microphylla* (metnan)
- *Aristida pungens* (drinn)
- *Retama retam* (r'tam)

12- Zones forestières :

Le couvert végétal constitué principalement de deux espèces :

- Pin d'Alep
- Chêne vert

Ces deux espèces sont associées à l'oxycedrus et parfois à l'alfa, et sont localisées dans les zones les plus élevées (Djebel Ouachba et Berad El Aich)

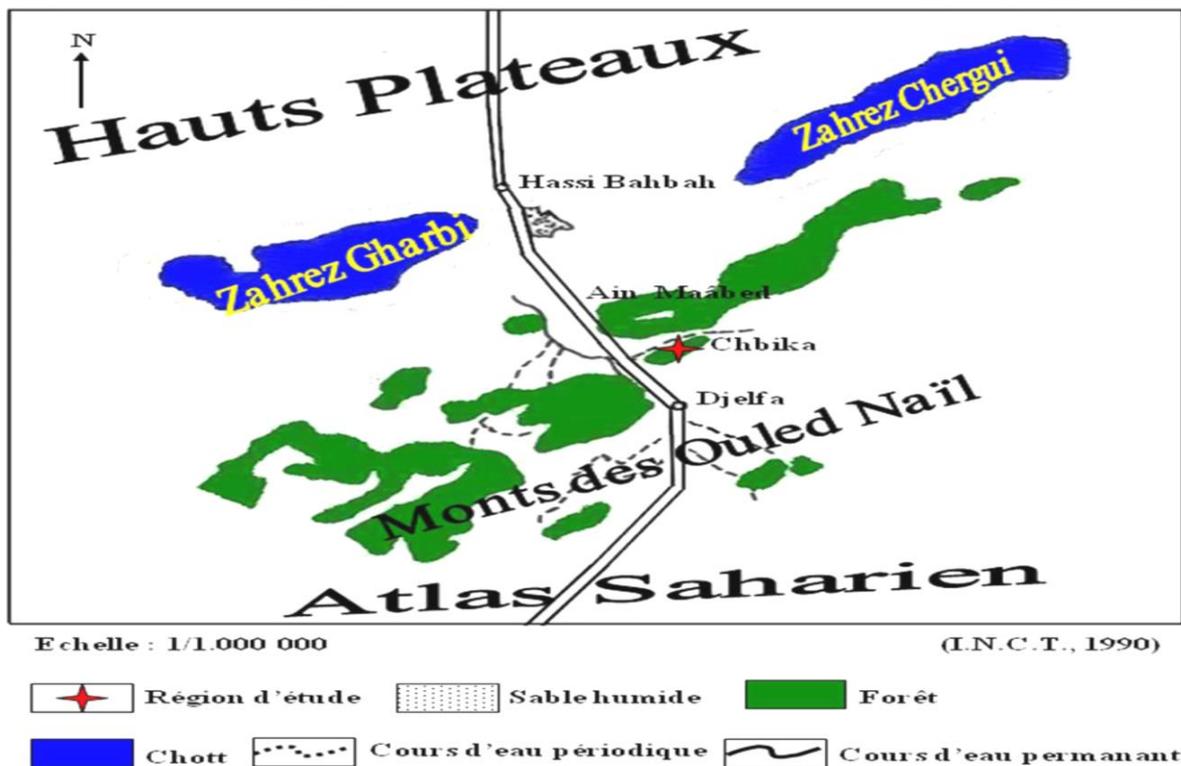


Figure N° 22 : Zones forestières (I.N.C.T, 2007)

13- Les cultures :

L'agriculture traditionnelle dépend essentiellement de la pluviométrie, elles sont localisées dans les zones d'épandages (oued et dayas) et marquées principalement par la céréaliculture notamment la culture de l'orge.

14- Zones ensablées :

Cette zone est comprise dans le cordon dunaire lequel est composé de petits massifs dunaires à l'ouest, et un massif continu à l'est, caractérisées par la présence de psamophytes tels que :

- *Tamarix aphylla*.
- *Aristida pungens*.
- *Retama retam*.

15- Sebkhah :

Cette zone est marquée par la présence d'une végétation halophyte :

- *Atriplex halimus*.
- *Atriplex canescens*.
- *Arthrocnemum glaucum*.
- *Salsola vermiculata*.
- *Suaeda fruticosa*.
- *Salsola foetida*.

16- Caractères socio-économiques :

L'étude faite par **le Houerou et Forment (1971)** a montré que la mise en valeur du territoire en zone aride est avant tout un problème d'organisation et d'adhésion de la population.

Selon **H.C.D.S (1994)** le noyau de l'agglomération de zone humide zahrez a été implanté au nord du cordon dunaire à cause de la disponibilité des terres fertiles sur les zones d'épandage, et la présence de nappe phréatique facilement accessible.

La région steppique qui occupe actuellement une place importante dans la production ovine. L'activité économique principale s'insère autour de cette dernière. Notons aussi qu'il existe d'autres activités tels que la pratique de cultures en pépinière qui peuvent représenter par ailleurs une importante production fourragère.

17- Les horizons démographiques :

La population totale de la région zahrez compte 661025 habitants en l'an 2000.

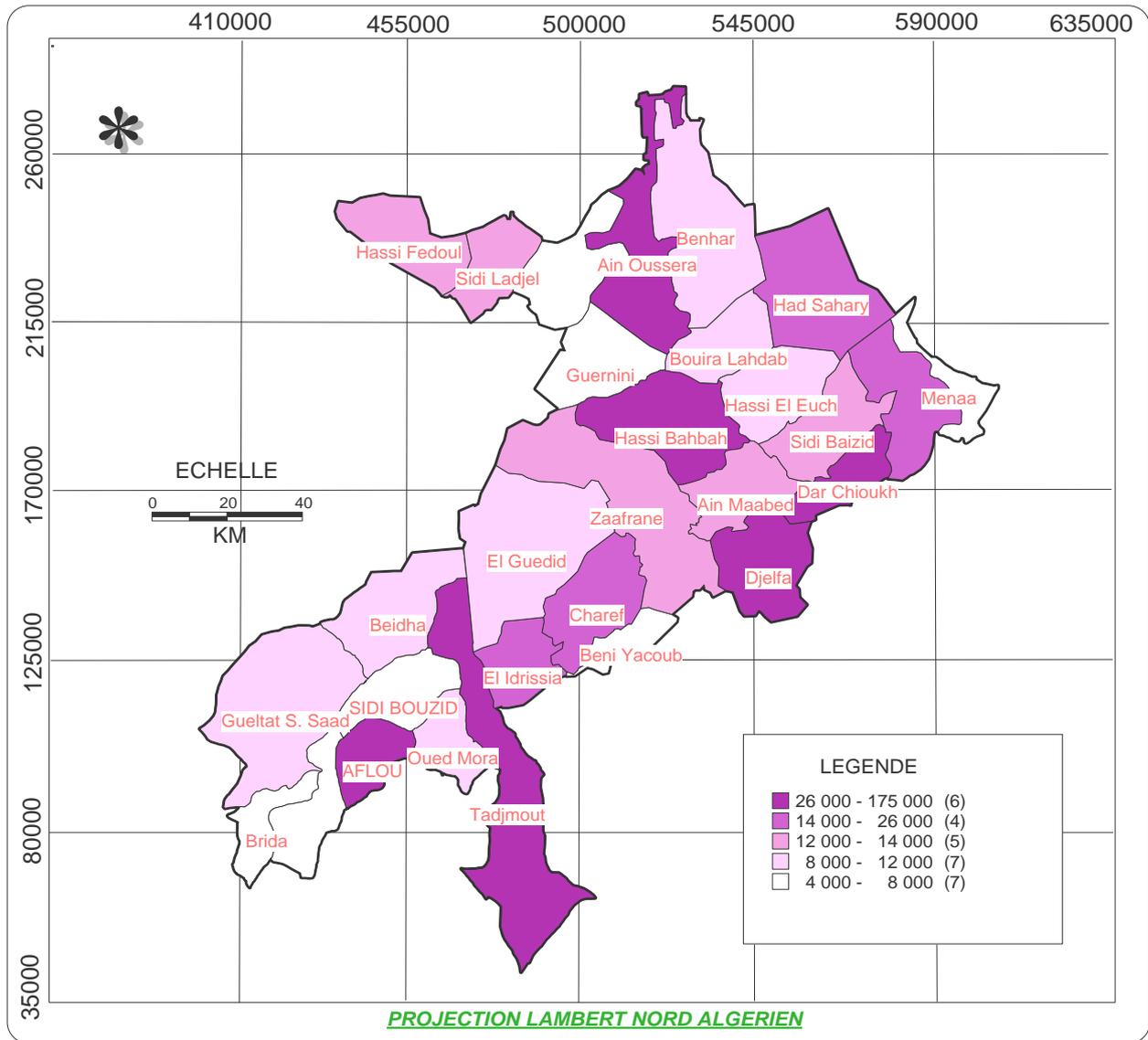


Figure N° 23 : Evolution de la population à l'horizon 2020 (ABHCZ, 2018)

18- Activités humaines :

Population rurale dispersée, pas d'implantation importante sur le bassin versant. Broutage sensible par les troupeaux sur la côte nord et cultures clairsemées. Aucune activité sur le chott lui-même.

Conclusion :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant le bassin versant Zahrez, du point de vue la présentation de la zone d'étude l'hydrographie et la morphologie, ainsi qu'un aperçu sur la climatologique du milieu étudié.

Chapitre III :

Matériels et méthodes utilisées

Partie I : Etude biologique :

Introduction :

Au cours de ce chapitre nous essayerons de décrire la méthodologie expérimentale suivit durant la période de travail au niveau du laboratoire et l'inventaire sur le terrain.

I- La flore de la région d'étude :

I-1-Phase de terrain :

I-1-1-Echantillonnage :

L'échantillonnage est la première étape de l'analyse laboratoire et statistique et d'étude botanique et écologique (**Frontier ,1983**), et selon **Dagnelie (1973)** a défini l'échantillonnage comme étant « l'ensemble des opérations qui ont pour objet des relevés dans une population d'individus devant constituer l'échantillon »

Pour faire cet échantillonnage et récolte sur le terrain, de grands sacs de polythène ou plastiques transparents, une série de sacs plus petits, une petite pelle, un sécateur et un canif sont nécessaires. Il faut avoir un carnet de terrain et des crayons à mine pour prendre des notes. Enfin, cartes et boussole sont utiles ...etc.

I-1-2-Type et Structure de l'échantillonnage :

Dans l'étude de l'inventaire écologique, plusieurs types d'échantillonnage ayant pour but l'étude des végétaux halophiles ainsi le sol salin de leurs habitants. Nous avons adopté l'échantillonnage systématique qui est défini par **Cook et Stubbendieck (1986)**, le plan de sélection est établi en choisissant un démarrage au hasard et en établissant un intervalle d'échantillonnage qui résulterait du choix d'une taille d'échantillon spécifiée antérieurement (Figure N° : 24 et 25).

L'échantillonnage systématique (la technique du double échantillonnage « plante - sol ») est la méthode la plus appropriée à notre objectif et au type de végétation de la zone d'étude. Cet échantillonnage est effectué le long des transects de longueur, d'orientation « avec la graduation de salinité du sol » et de situation géographique différente.

Il consiste à effectuer le long des transects, des relevés phyto-écologie (les espèces halophytes) sur des points échantillons, répétés régulièrement.

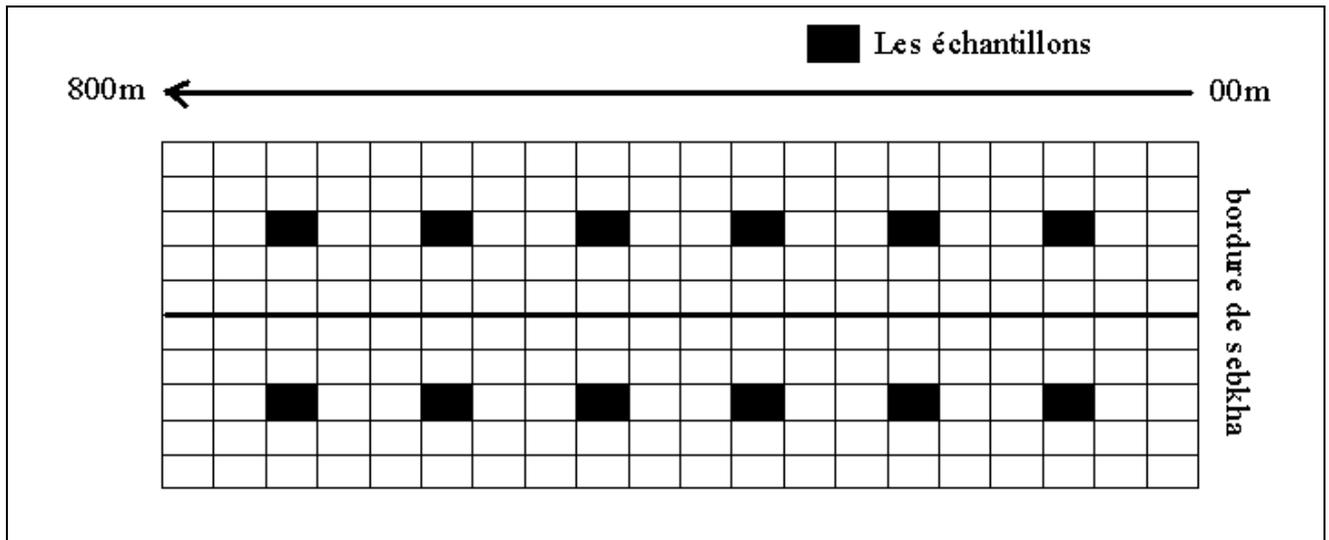


Figure N°24: Type d'échantillonnage systématique (Frontier, 1983).

Sur les transects utilisés pour le suivi de végétation, en 5 points par transect, prélever 3 échantillons de sol (répétitions) avec le prélèvement des espèces halophytes.

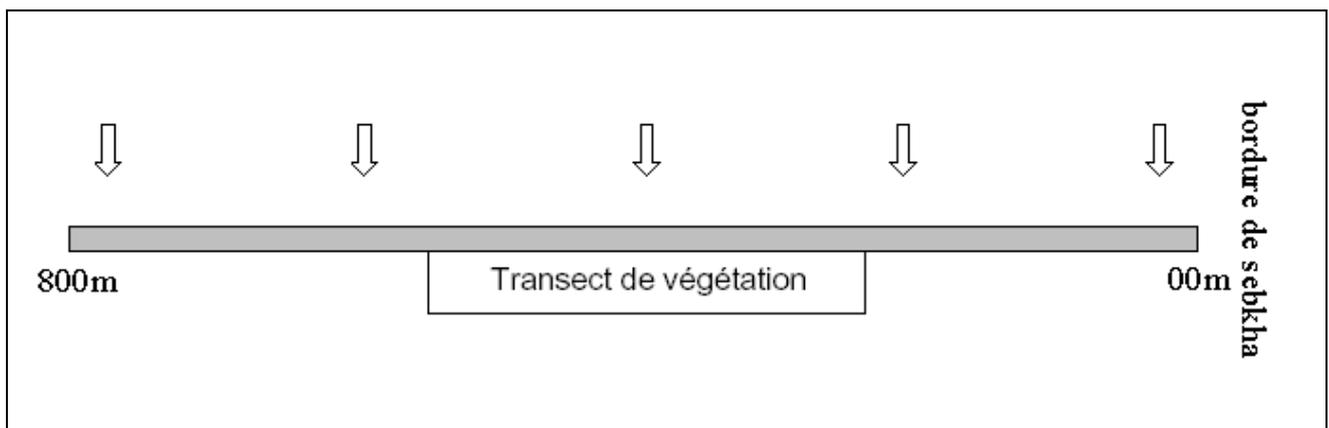


Figure N° : 25 Les 5 points par transect, prélever 3 échantillons de sol (Tomas-Vives ,2003).

I-1-3-Choix des périmètres et emplacement des relevés (les transects):

Des prélèvements allant de la bordure de sebkha sont proposés pour objectif premier de dresser la liste complète des espèces halophytes présentes dans la zone humide zahrez surtout au niveau des bordures de sebkha.

La délimitation (et les tendances) est basée sur des critères ; Selon la présence et diversité des ces espèces en général et le gradient de salinité du sol en spécial, c'est-à-dire les parcours préliminaires permettront de décider de la localisation exacte des lignes du prélèvement et échantillonnage.

Nous avons choisi 4 parcelles défèrent de prélèvements linéaires (transects A.B.C.D) réalisent dans les tous 800 m (Figure N° : 26).

I-1-4-La date :

Les échantillons « les espèces halophytes » de notre travail ont été prélevées du site de la zone Zahrez sur les 4 transects A.B.C.D :

- Relevés N°: 01 —————> Le 15/03/2019.
- Relevés N°: 02 —————> Le 23/03/2019.

Les échantillons du sol ont été prélevés en 19/04 2019, sur les 4 transects. La profondeur du prélèvement de la terre s'est portée sur la partie occupée par les racines.

I-1-5-Inventaire et étude qualitative : (diversité des espèces)

Pour objectif premier de dresser la liste complète des espèces halophytes présentes dans la région Zahrez et surtout dans les bordures de sebkha (composition floristique). Nous avons adopté : La méthode linéaire de transects.

Cette méthode est Introduite par **Canfield (1941)**, Le principe consiste à mesurer la longueur recouverte par les diverses espèces le long d'une ligne tendue au travers de la végétation, soit au ras du sol, soit au-dessus de la strate dominante.

Les unités échantillonnées « les plantes halophiles avec les racines et les fleurs » sont des lignes d'égales longueurs localisées au hasard dans l'unité que l'on veut étudier où on procède à un échantillonnage systématique.

Le nombre de lignes dépend de l'uniformité de la végétation halophile (couvert, composition, distribution des espèces, uniformité du pâturage par les animaux). Dans la majorité des cas, on obtient un bon degré de précision avec 4 lignes au niveau des bordures de sebkha.

On installe au sein de faciès pastoral (bordures de sebkha) des transects fixes, de 800 m de longueur, avec des observations tous les 5 m. Les observations sont faites au printemps.

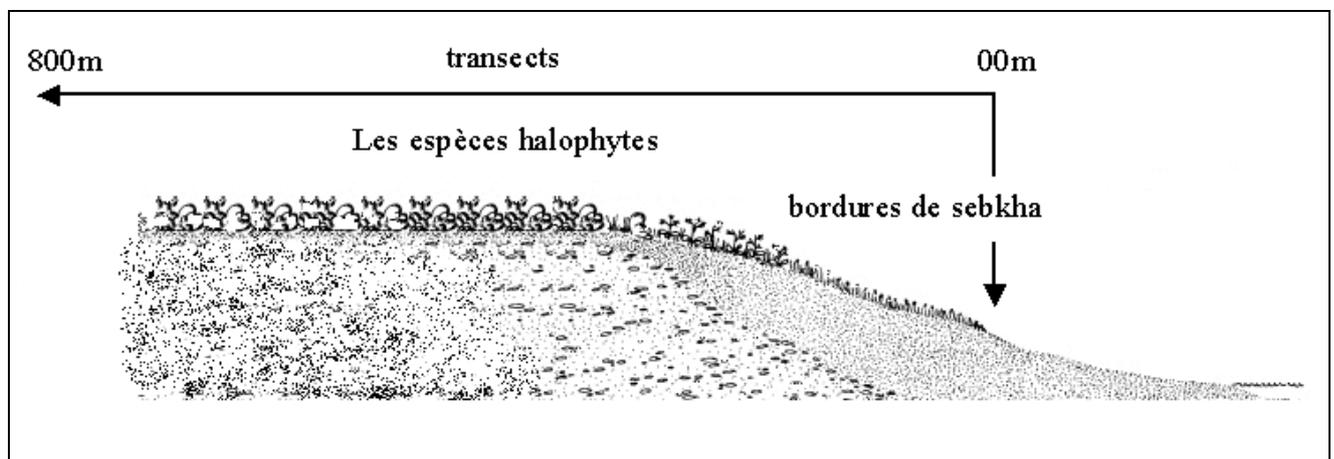


Figure N° 26 : Profil d'une sebkha salé (Tomas-Vives, 2003)

I-1-6- Inventaire et étude quantitative : (richesse en espèces)

Pour objectif de mesure du recouvrement apparent et densité de la végétation, les pourcentages totaux des espèces halophytes. Nous avons adopté : les Relevés linéaires et floristique.

Au sein des relevés, et à l'intérieur de technique et méthode linéaire de transects, la mesure du recouvrement et la densité de la végétation se fait à l'œil nu. On estime-le pourcentage de sol couvert par la végétation. Cette méthode bien qu'elle ne soit pas aussi précise, elle a l'avantage d'être rapide. Cette opération consiste à dénombrer les individus des espèces halophytes et les pourcentages totaux des ces espèces.

Le relevé linéaire nous a permis de mesurer le paramètre suivant :

- **Le recouvrement de la végétation (RV) :**

C'est le rapport en pourcentage entre le nombre de points de végétation (n) et le nombre total de points (N)

$$RV (\%) = (n / N) \times 100$$

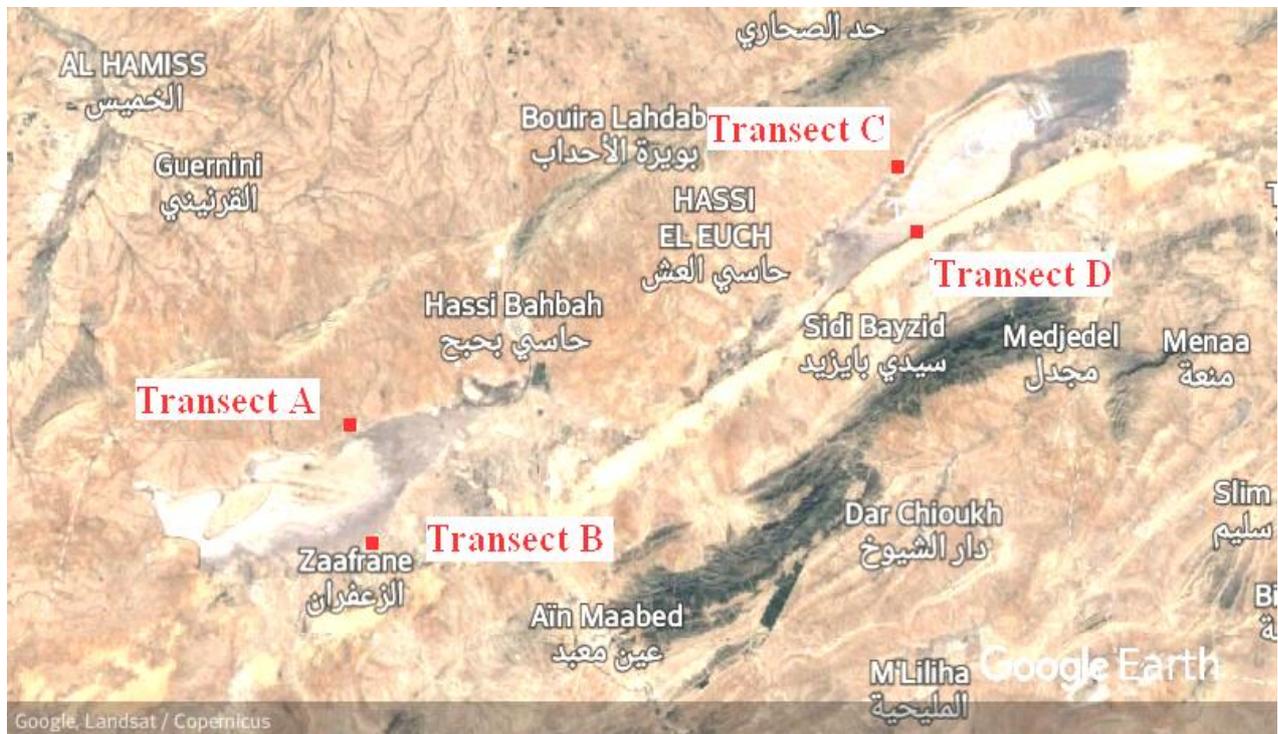


Figure N° 27 : Situation des transectes prélevés (Carte modifiée) Google earth

2019

I-2-Phase de laboratoire :**I-2-1-Les analyses pédologiques :****a) L'objectif des prélèvements du sol :**

Cette partie est basée sur l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques du sol (CE, pH) prélevé de la zone de Zahrez (transects A.B.C.D) avec les échantillonnages des espèces halophytes pour déterminée la tolérance ces espèces contre la teneur de sel nuisible dans le sol.

b) Préparation des échantillons du sol :

Les échantillons de terre sont séchés à l'aire libre, puis tamisées avec tamis de 2 mm ; Chaque analyse est effectuée en trois répétitions.

c) L'analyse physico-chimique des extraits du sol :

Afin de suivre l'évolution de salinité des échantillons du sol, on mesure : le PH, la conductivité électrique.

D'après **Elgabaly (1983)** c'est la méthode la plus commode pour des déterminations rapides. Nous avons adopté le mode opératoire suivant donné par **Aubert (1983)** :

Après avoir placé, dans un erlene de 500 ml à agitation, 50 g de terre tamisée à la maille de 2 mm et 250 ml d'eau distillée exactement mesurée (fiolle jaugée), nous avons agité le mélange 2 heures dans l'agitateur rotatif. Laisser reposer une heure, filtré ce mélange dans un papier filtre. Enfin. On effectue les mesures de la conductivité électrique, du PH et du bilan ionique du filtrat.

- **Le PH** : il mesure au PH-mètre. (Type MINI 80).

- **La conductivité électrique(CE)** : est déterminés à l'aide d'un conductimètre (type CORV 62)

II) La faune de la région d'étude :**II-1-Objectifs de l'étude :**

Les objectifs majeurs de notre étude est de mettre en valeur l'importance des zones humides Zahrez pour l'avifaune aquatique, la structure et la dynamique de cet peuplement aviens et leurs phénologies durant la période d'étude allant du 02/11/2018 jusqu'au 31/07/2019.

II-2-Matériel :

- Les observations ont été globalement réalisées à l'aide d'une paire de jumelle et d'une longue vue.

- L'identification des oiseaux a été réalisée grâce au Guide Ornitho (Svenssen et al, 2010) et Guide d'identification des oiseaux de Heinzel et al (2008).
- Un appareil photo numérique, (Figure N° 28) ils ont servi à faciliter la détermination des espèces et le dénombrement des individus.
- Un G.P.S.
- Une carte de terrain.
- Bloc note et stylo pour prendre des notes.
- Logiciel de statistique.



Figure N° 28 : Appareil photo numérique

II-3-Méthodologie :

II-3-1-Echéancier de l'étude et choix des points d'observations :

Le suivi phénologique de l'avifaune a consisté en des campagnes de comptages de tous les oiseaux, répétées selon un rythme mensuel durant la période allant de 02/11/2018 à 31/07/2019.

Nos dénombrements ont été réalisés dans plusieurs points d'observation au niveau des « El'Hemia » (Zones proches du chott dans lesquelles l'eau est en permanence), et généralement effectués assez tôt le matin et/ou au couché du soleil, dans un délai assez court afin d'atténuer la marge d'erreur due aux déplacements des oiseaux.



Figure N° 29 : point d'observation El' Hemia(Carte modifiée) Google earth, 2019 .

II-3-2-Méthodes de dénombrement utilisé sur le terrain : (Comptage à vue) :

La majorité des méthodes d'inventaire ne sont valables qu'en période de reproduction, et ne peuvent être mises en oeuvre que sur de petites superficies, et moyennant un investissement lourd en temps (Ochendo, 1988).

Et vu la superficie importante des deux sites d'étude, nous avons choisi la méthode du Comptage à vue, par observation directe des différentes espèces, que ce soit : en vol, à la surface de l'eau et dans la végétation avoisinante.

II-4-Exploitation des résultats :

Pour le besoin de l'exploitation des résultats, on tient compte de l'effectif maximal pour chaque espèce durant le mois considéré. Nos résultats sont exploités grâce à un certain nombre d'indices écologiques.

II-4-1-L'abondance :

Elle quantifie le nombre des individus de toutes les espèces (peuplement), dans chaque relevé (Ramade, 2003).

II-4-2-Richesse spécifique (Rs) :

La richesse spécifique est le nombre d'espèces observées au moins une fois au terme de

N relevés (**Blondel, 1975**).

II-4-3-Richesse Moyenne (Rm) :

La richesse moyenne (Rm) est le nombre des espèces contactées dans chaque relevé. Ce paramètre est la richesse réelle la plus ponctuelle. Elle égale au rapport de la somme de la richesse de tous les relevés sur le nombre des relevés réalisés. Elle donne par la formule suivante:

$$R_m = \sum_{i=1}^S S_i / N$$

S_i : la richesse dans le relevé i .

N : le nombre des relevés réalisés.

II-4-4-Indice de diversité de Shannon et Weaver (H) :

L'indice de diversité de Shannon et Weaver mesure le nombre et le niveau de complexité d'un peuplement. Puis il est élevé, puis il comprend à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (**Blondel, 1975**). L'indice de diversité de Shannon et Weaver peut est calculé pour chaque relevé par la formule suivante :

$$H = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 p_i, \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

S : le nombre d'espèces.

n_i : Effectif de l'espèce n .

N : Effectif total du peuplement..

II-4-5-La Diversité maximale (Hmax) :

C'est la richesse maximale de la région d'étude, elle est calculée par la formule suivante :

$$H_{\max} = \log_2(s)$$

II-4-6-Indice d'équitabilité (régularité) (E) :

L'indice d'équitabilité (E) permet d'apprécier les déséquilibres lorsque l'indice de diversité ne peut pas connaître. Plus sa valeur à tendance de se rapprocher de un, plus il traduit un peuplement équilibré (**Legendre et Legendre, 1979**). De ce fait l'évolution de la structure de l'avifaune aquatique peut être exprimée de façon plus intéressante par l'évolution temporelle de son indice d'équitabilité. Elle donne par la formule suivante:

$$E = \frac{H}{H_{\max}}$$

H : indice de diversité.

II-4-7-Statuts écologiques :

Nous avons attribué des statuts écologiques pour chacune des espèces aviaires recensées afin de caractériser leurs bio-écologies suivant les contextes de la région d'étude. Les statuts faunique, trophique, phénologique ont déterminés après consultation de plusieurs références.

II-4-8-Le statut phénologique :

Les espèces du peuplement ont été réparties dans quatre ensembles correspondant à une typologie distinguant les espèces hivernantes sur place, de passage à l'occasion des migrations, nicheuses sédentaires et enfin, migratrices et nichant sur place. Ces différentes classes sont définies comme suit :

- **Nicheurs sédentaires(NS)** : Espèce présente durant toute l'année dans la région ;
- **Hivernants (H)** : Espèce observée seulement pendant la saison d'hivernage ;
- **Nicheurs migrateurs (NM)** : Espèce qui rejoint la zone pour s'y reproduire;
- **Visiteurs de passage (VP)** : Espèce qui exploite le site à l'occasion des migrations que ça soit pendant les migrations pos-nuptiaux et près-nuptiaux.

II-4-9-Catégorie trophique (CT) :

Ce statut est basé sur un régime alimentaire moyen durant la saison considérée : **Muller (1985)** ; **Milla (2008)** ; **Farhi et Belhamra (2012)** ; **Bensizerara et al., (2013)** et **Farhi (2014)** ont regroupé le peuplement avien en 5 catégories trophique : Carnivores (C) ; qui se nourrissent sur les animaux (Invertébrés et petit vertébrés), Granivore (G) ; Oiseaux dont la partie importante de leurs alimentation est constituée de graines, Insectivores (Ins) ; des oiseaux dont les arthropodes constituent la grande partie de leurs alimentation, Polyphages (Pp) ; leurs régime alimentaire est constitué de plusieurs catégories en fonction des disponibilités alimentaire.

Partie II : Etude hydrogéologique :

Introduction :

L'association entre cartographie et informatique, s'est développée dès la fin des années 60 avec l'apparition des logiciels d'aide à l'établissement des cartes. Ainsi, la cartographie numérique a permis d'effectuer un très grand nombre de travaux classiques par ordinateur. Ce dernier est devenu alors l'auxiliaire précieux du géographe et son assistant pour la production cartographique et l'analyse spatiale. C'est alors que le concept de « Système d'Information Géographique » le S.I.G est né. Ce système définit à l'heure actuelle de manière générale comme un environnement informatisé de traitement d'information spatiale numérique et multi varié (**Burrough, 1986 ; Colloz et Collet, 1997**).

Le S.I.G se réfère donc autant aux concepts de l'analyse spatiale qu'aux outils informatiques, à savoir les équipements et les logiciels et prend en compte les dimensions des variables qui peuvent être d'ordre thématiques, spatiales et/ou temporelles. L'aspect temporel constitue un domaine de recherche en plein développement dans les S.I.G (**Bédard, 1982**).

1-Matériels et logiciels utilisés :

Le travail a été réalisé en utilisant un ensemble d'outils matériels et logiciels qui sont :

1-1-Matériels utilisées dans le bureau :

Les outils mis à notre disposition sont :

* **Un micro-portable** dont les caractéristiques suivantes : Processeur: Intel (R) Core i34030U CPU 1.90 GHz 1.90 GHz, RAM: 4 Go, Type de système d'exploitation Windows 7 (64 bits).

* **Modèle numérique du terrain** est une représentation numérique d'une région donnée par un champ d'altitudes. Sa qualité va dépendre du nombre de points de saisie, de leur distribution spatiale, de la continuité spatiale du phénomène dans la zone à traiter et du Mode d'interpolation des points ,Un modèle numérique de terrain est une représentation simplifiée de la surface d'un territoire, en coordonnées altimétriques (exprimées en mètres par rapport au niveau de la mer) et planimétrique, calée dans un repère géographique (**Derouiche, 1994**).

a) Google Earth :

Google Earth est un site web de cartographie qui offre une représentation visuelle précise de la terre entière en utilisant les images satellites, photographies aériennes. Il est disponible en une version gratuite et une autre payante avec des fonctionnalités améliorées.

b) Les logiciels :

Pour la réalisation de notre étude on a utilisé deux logiciels SIG : MapInfo Professional v12.5 (64 bit). Ainsi que le logiciel global mapper (version. 15.1).

➤ **MapInfo Professional** : MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, image raster. Il incorpore un grand nombre de formats de données, de fonctions cartographiques et de gestion de données. Un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques.

➤ **Global Mapper version** : Global Mapper est un logiciel commercial de SIG spécialisé en traitement de données et qui offre la possibilité d'accès à de nombreux formats. Edité par Blue Marble. Il permet un accès direct à nombre de ressources satellites.

2-Données :

Pour effectuer cette étude, les données d'analyse sont collectées de l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH).

3-Méthodologie adoptée :

Dans la présente étude, la réalisation du SIG est effectuée en considérant les données de la campagne réalisée par l'agence nationale des ressources hydrauliques ANRH.

La figure N° 30 décrit l'organigramme général de différentes étapes essentielles adopté dans la présente étude pour la réalisation du SIG. La conversion des données permet d'obtenir une base numérique complète des données. Ces données sont traitées sous une plateforme multi-logiciel (Global Mapper, Excel...) afin d'élaborer une base de données permettant la manipulation, la mise à jour des ces données ainsi que la visualisation. Dans le cas de notre étude, la réalisation du SIG s'est fait comme suit :



Figure N° 30 : Organigramme de réalisation de SIG

Chapitre IV :

*Résultats
et discussion*

Partie I : Étude biologique (Flore et Faune)

1-La flore de la région d'étude

1-1-Introduction

La végétation des zones arides et semi-arides présente des caractéristiques spécifiques dues à son adaptation aux conditions climatiques critiques de ces régions (Boussaid, 2008).

D'après les travaux de Le Houerou in Boussaid (2008), la formation steppique, se présente comme une formation basse et ouverte, qui laisse apparaître le sol à nu ; elle est formée de touffes de plantes herbacées vivaces xérophytes « Alfa ». Nous pouvons distinguer deux types de végétation : Une végétation steppique sur glaciis au voisinage des chotts et une végétation halophyte propre aux chotts.

La discussion et les résultats totaux de l'inventaire et étude qualitative et quantitative des végétaux halophiles et les prélèvements des sols salins sur les transects A.B.C.D présentée en détail dans ce chapitre.

1-2-Résultats

Les espèces relevées les plus caractéristiques rencontrées au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui s'élèvent à environ 43 Espèces (26 Espèces halophytes) :

➤ Relevés N° : 01

La date : 15/03/2019 - Lieu : Transects A.B (Zahrez Gharbi)

Tableau N°13 : Récapitulatif des espèces halophytes rencontrées au niveau de Zahrez Gharbi

<i>Arthrocnemum glaucum</i>	<i>Suaeda mollis</i>	<i>Tamarix aphylla</i>
<i>Arthrocnemum indicum</i>	<i>Atriplex glauca</i>	<i>Tamarix gallica</i>
<i>Atriplex halimus</i>	<i>Frankenia thymifolia</i>	<i>Launaea resedifolia</i>
<i>Cressa cretica</i>	<i>Salicornia arabica</i>	<i>Polygonum equisetiforme</i>
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	<i>Zygophyllum cornutum</i>	<i>Reaumuria vermiculata</i>
<i>Hordeum maritimum</i>	<i>Atriplex portulacoides</i>	<i>Cordylocarpus muricatus</i>
<i>Limonium pruinosum</i>	<i>Traganum nudatum</i>	<i>Avena bomoides</i>
<i>Salsola foetida</i>	<i>Bassia muricata</i>	<i>Spergularia diandra</i>
<i>Salsola tetendra</i>	<i>Herniaria mauritanica</i>	<i>Aizoon hispanicum</i>
<i>Salsola vermiculata</i>	<i>Juncus bufonius</i>	<i>Spergula diandra</i>
<i>Suaeda fruticosa</i>	<i>plantago albicans</i>	<i>Agropyron orientale</i>
<i>Pholiurus incurvus ssp incurvatus</i>	<i>Limonium echiodes</i>	<i>Thymelea microphylla</i>
<i>Halogeton sativus</i>	<i>Limonium sinuatum</i>	<i>Erodium glaucophyllum</i>
<i>Hutchinsia procumbens</i>	<i>Limonium thouini</i>	<i>Helianthemum lippu</i>

➤ Relevés N° : 02

La date : 23/03/2019- Lieu : Transects C. D (Zahrez Chergui)

Tableau N°14 : Récapitulatif des espèces halophytes rencontrées au niveau de Zahrez Chergui

<i>Arthrocnemum glaucum</i>	<i>Salsola vermiculata</i>	<i>Limoniastrum guyonianum</i>
<i>Arthrocnemum indicum</i>	<i>Suaeda fruticosa</i>	<i>Traganum nudatum</i>
<i>Atriplex halimus</i>	<i>Suaeda mollis</i>	<i>Launaea resedifolia</i>
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	<i>Atriplex glauca</i>	<i>Polygonum equisetiforme</i>
<i>Hordeum maritimum</i>	<i>Salicornia arabica</i>	<i>Reaumuria vermiculata</i>
<i>Salsola foetida</i>	<i>Zygophyllum cornutum</i>	<i>Cordylocarpus muricatus</i>
<i>Salsola tetendra</i>	<i>Atriplex portulacoides</i>	<i>Avena bomoides</i>

1-3-La végétation

1-3-1-La liste exhaustive des espèces halophytes :

Les identifications des espèces halophytes existantes dans la région Zahrez, classées par ordre alphabétique dans le tableau suivant :

Tableaux N° 15 : La liste des espèces halophytes.

N°	Famille	Espèce	Ecologie
01	Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum glaucum</i> Moq.	Halophile
02	Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum indicum</i> Moq.	Halophile
03	Chenopodiaceae	<i>Atriplex glauca</i> L.	Halophile
04	Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> L.	Halophile
05	Chenopodiaceae	<i>Atriplex portulacoides</i> L.	Halophile
06	Chenopodiaceae	<i>Bassia muricata</i> Ait.	Halophile
07	Convolvulaceae	<i>Cressa cretica</i> L.	Halophile
08	Frankeniaceae	<i>Frankenia thymifolia</i> L.	Gypsohalophytes
09	Chenopodiaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i> Marsch.	Halophile
10	Caryophyllaceae	<i>Herniaria mauritanica</i> L.	Gypsohalophytes
11	Poaceae	<i>Hordeum maritimum</i> L.	Pélohalophiles
12	Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L.	Pélohalophiles
13	Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> Moench.	Halophile
14	Plumbaginaceae	<i>Limonium pruinosum</i> Miller.	Halophile

15	Plantaginaceae	<i>plantago albicans</i> L.	Halophile
16	Chenopodiaceae	<i>Salicornia arabica</i> L.	Halophile
17	Chenopodiaceae	<i>Salsola foetida</i> L.	Halophile
18	Chenopodiaceae	<i>Salsola tetendra</i> Forsk.	Halophile
19	Chenopodiaceae	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Halophile
20	Caryophyllaceae	<i>Spergularia diandra</i>	Halophile
21	Chenopodiaceae	<i>Suaeda fruticosa</i> Forsk.	Halophile
22	Chenopodiaceae	<i>Suaeda mollis</i> Forsk.	Halophile
23	Tamaricaceae	<i>Tamarix aphylla</i> L.	Halophile
24	Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i> L.	Halophile
25	Chenopodiaceae	<i>Traganum nudatum</i> Del.	Halophile
26	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum cornutum</i> L.	Gypsohalophytes

Autres espèces remarquables hors les transects

N°	Famille	Espèce
27	Asteraceae	<i>Launaea resedifolia</i> ,
28	Polygonaceae	<i>Polygonum equisetiforme</i> ,
29	Tamaricaceae	<i>Reaumuria vermiculata</i>
30	Brassicaceae	<i>Cordylocarpus muricatus</i>
31	Poaceae	<i>Avena bomoides</i>
32	Aizoaceae	<i>Aizoon hispanicum</i>
33	Caryophyllaceae.	<i>Spergula diandra</i>
34	Poaceae	<i>Agropyron orientale</i>
35	Poaceae	<i>Pholiurus incurvus ssp incurvatus</i>
36	Chenopodiaceae	<i>Halogeton sativus</i>
37	Brassicaceae	<i>Hutchinsia procumbens</i>
38	Plumbaginaceae	<i>Limonium echiodes</i>
39	Plumbaginaceae	<i>Limonium sinuatum</i>
40	Plumbaginaceae	<i>Limonium thouini</i>
41	Thymeliacees.	<i>Thymelea microphylla</i>
42	Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i>
43	Cistaceae	<i>Helianthemum lippu</i>

1-3-2- Les espèces dominantes et abondantes :

La densité de la végétation et le recouvrement apparent de la biodiversité floristique est fourni par de présence absence ou du nombre d'individus par des espèces halophytes. Après les calculs, nous classons les pourcentages approximatifs de chaque espèce dans le tableau suivant :

Tableau N° 16 : Le recouvrement de la végétation

Noms des espèces	Le pourcentage approximatif (%)
<i>Arthrocnemum glaucum.</i>	15 % très abondant
<i>Arthrocnemum indicum.</i>	07 % peu abondant
<i>Atriplex glauca</i>	02 % R (rare)
<i>Atriplex halimus</i>	08 % abondant
<i>Atriplex portulacoides</i>	04 % R (rare)
<i>Bassia muricata</i>	1,3 % RR (très rare)
<i>Cressa cretica</i>	0,4 % RR (très rare)
<i>Frankenia thymifolia</i>	0,5 % RR (très rare)
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	03 % R (rare)
<i>Herniaria mauritanica</i>	0,3 % RR (très rare)
<i>Hordeum maritimum</i>	0,5 % RR (très rare)
<i>Juncus bufonius</i>	0,1 % RR (très rare)
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	0,4 % RR (très rare)
<i>Limonium pruinatum</i>	0,5 % RR (très rare)
<i>plantago albicans</i>	0,2 % RR (très rare)
<i>Salicornia arabica</i>	04 % peu abondant
<i>Salsola foetida</i>	04 % peu abondant
<i>Salsola tetendra</i>	05 % R (rare)
<i>Salsola vermiculata</i>	21 % très abondant
<i>Spergularia diandra</i>	03 % R (rare)
<i>Suaeda fruticosa</i>	07 % peu abondant
<i>Suaeda mollis</i>	05 % R (rare)
<i>Tamarix aphylla</i>	0,1 % RR (très rare)
<i>Tamarix gallica</i>	0,2 % RR (très rare)
<i>Traganum nudatum</i>	05 % peu abondant
<i>Zygophyllum cornutum</i>	2,5 % RR (très rare)

1-4-Les graduations de salinité sur les transects :

Les propriétés physico-chimiques d'un sol sont tellement nombreuses qu'un travail de mémoire ne pourra pas les étudier, seules certaines propriétés chimiques seront traitées dans cette étude ; Ce sont celles qui touchent notre thème et dont les moyens de réalisation sont disponibles. Ces propriétés prises en considération pour les étudier et suivre sont :

- La conductivité électrique CE.
- Le PH.

1-4-1-Evolution de la conductivité électrique :

Les résultats retrouvés, concernant l'évolution de la conductivité électrique, sont portés en, l'évolution de la conductivité électrique des sols prélevés.

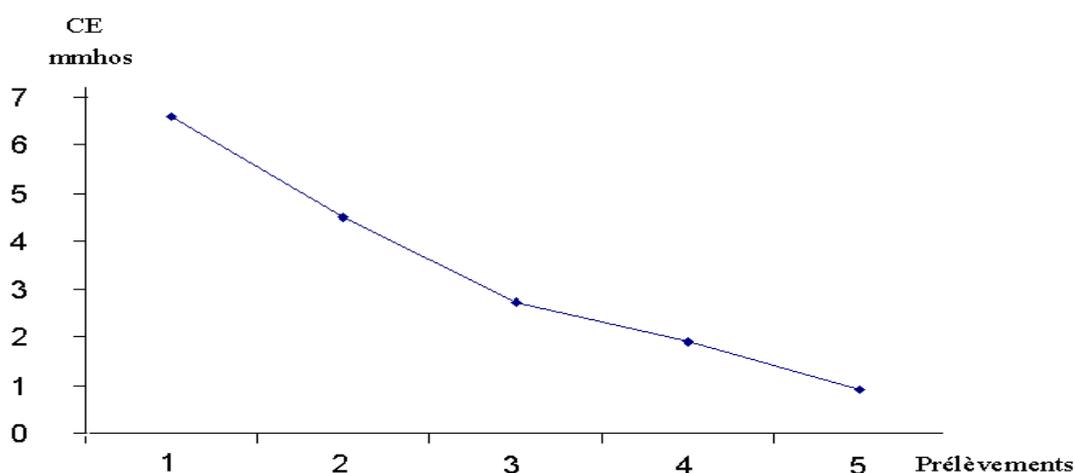


Figure N° 31 : Evolution de CE (mmhos/cm) sur les transects.

1-4-2-Evolution du pH :

D'une manière générale, les pH sont légèrement à moyennement basiques, et sont compris entre les valeurs 7,3 et 8,5.

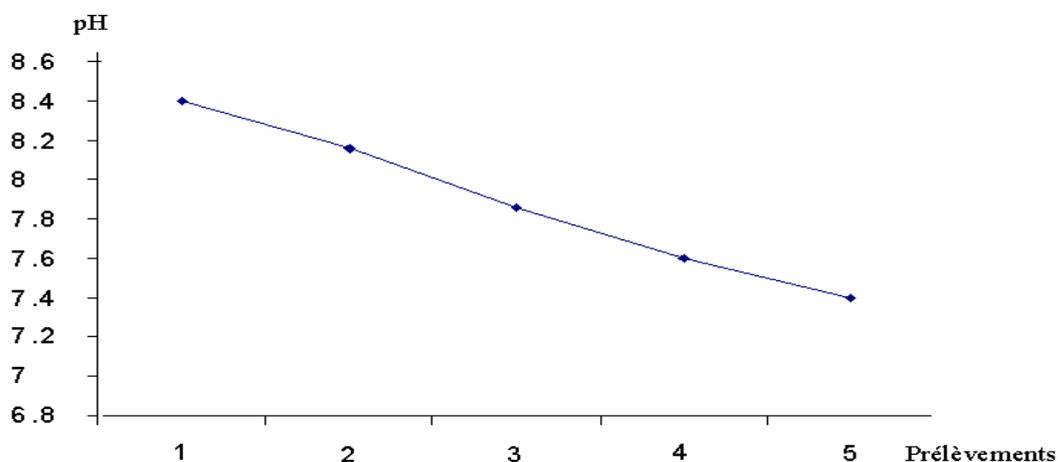


Figure N° 32 : Evolution de pH sur les transects.

- La salinité très excessive dans les bordures de sebkha ($5 < CE < 20$ mmhos), après quelques mètres des écarts sur les transects, nous observons les graduations de salinité diminuent jusqu'à ($CE = 0,75$ mmhos/cm) et la présentation des individus dans la couverture des végétaux halophiles en général.

Les espèces halophytes et leurs résistances contre la salinité du sol dressées sur le tableau N° 15 suivants :

Tableau N° 17 : Les graduations de salinité sur les transects

Les graduations de salinité (Conductivité électrique – CE)	Les espèces halophytes
8.5 < CE	Aucune espèce
5 < CE < 8.5 Salinité excessive	Présences d'espèces halophytes les plus fortes résistances au sel : <i>Halocnemum strobilaceum</i> , <i>Salicornia arabica</i> <i>Arthrocnemum glaucus</i> et <i>Arthrocnemum indicum</i> ...etc
2,25 < CE < 5 Très fortement salée	Distributions disparates surtout par exemple : <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Salsola foetida</i> , <i>Salsola tetendra</i> , <i>Traganum nudatum</i> , <i>Suaeda mollis</i> , <i>Suaeda fruticosa</i> , <i>Limoniastrum guyonianum</i> , <i>Limonium pruinosum</i> , <i>Spergularia diandra</i> , <i>Cressa cretica</i> et <i>Bassia muricata</i> ...etc.
0,75 < CE < 2,25 Fortement salée	Distributions disparates surtout par exemple : <i>Zygophyllum cornutum</i> , <i>Atriplex halimus</i> , <i>Atriplex glauca</i> , <i>Atriplex portulacoides</i> ...etc.
0,25 < CE < 0,75 Moyennement salée	Quelques espèces halophytes (Types facultatifs) comme par exemple : <i>Tamarix gallica</i> , <i>Tamarix aphylla</i> , <i>plantago albicans</i> , <i>Hordeum maritimum</i> , <i>Herniaria mauritanica</i> , <i>Juncus bufonius</i> , <i>Frankenia thymifolia</i> ...etc.
CE < 0,25 Faiblement salée	« Hors la zone d'étude »

1-5- La discussion

1-5-1- composition systématique des espèces

La composition systématique passe par la représentativité des familles, genres et espèces. Elle est complétée par l'étude quantitative des différentes espèces qui la composent (Tableau N° : 15). Les familles botaniques qui se rencontrent à Zahrez représentent 43 espèces et parmi ces espèces 26 plantes halophiles (Tableau N° : 16). Cette représentation n'est pas exhaustive de la région car les investigations que nous avons faites en cette période de l'année ne nous donnent pas l'inventaire réel de toute la région. Nous montrons une plus grande représentativité des familles et un nombre plus important d'espèces car l'échantillonnage a été réalisé à la bonne période de végétation.

La plupart des plantes halophiles rencontrée au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui. Elles appartiennent à la famille des Chénopodiaceae, et se caractérisent par leur grande diversité.

1-5-2-Le recouvrement de la végétation

Certaines espèces sont herbacées, d'autres arbustives ; elles peuvent être annuelles ou vivaces. Plusieurs d'entre elles possèdent une résistance élevée à la sécheresse et à la salinité. Sur ces parcelles (les transects A.B.C.D) dans les bordures de sebkha, nous estimons le recouvrement des 2 Genres dominants et très abondants (*Salsola* 30 %) G 07 et (*Arthrocnemum* 22 %) G 06 - figure N° : 33

Le pourcentage approximatif pour les espèces halophytes (*Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Atriplex portulacoides* 14 %) G 05 et (*Traganum nudatum* 05 %) G 04 et (*Suaeda fruticosa*, *Suaeda mollis* 12 %) G 03 et (*Salicornia arabica* 04 %) G 01 et (les autres espèces 13 %) G 02.

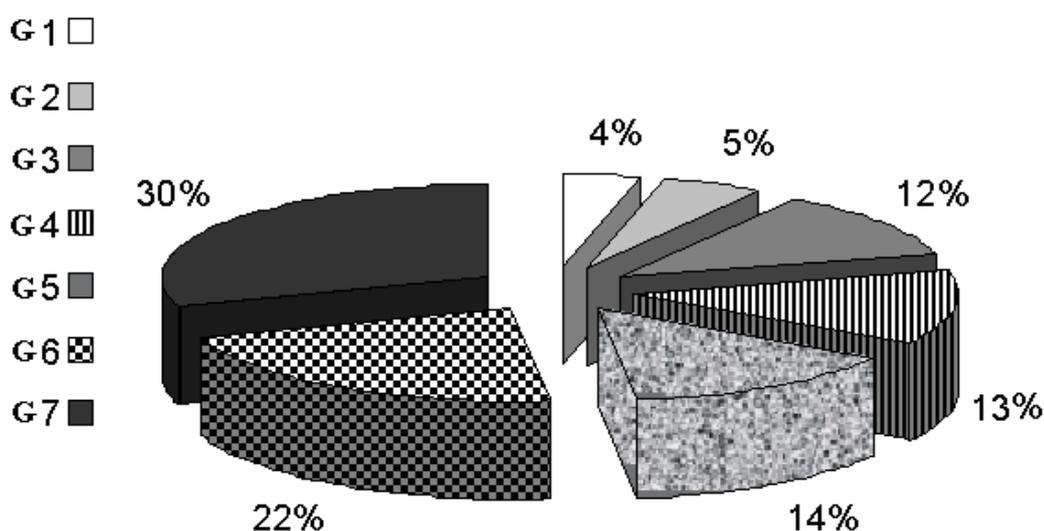


Figure N° 33 : Le pourcentage approximatif (%) des espèces halophytes.

1-5-3- comparaison entre les transects A.B.C.D :

Selon les transects sélectionnés, généralement on trouve les mêmes espèces halophytes, à l'exception des espèces suivantes :

- *Plantago albicans* et *Tamarix aphylla* : On trouve ces espèces dans le transect A seulement.
- *Herniaria mauritanica* et *Juncus bufonius* et *Limonium pruinosum* et *Tamarix gallica* : Ces espèces sont disponibles dans les transects A et B, et inexistantes totalement dans le transect C.
- *Spergularia diandra* : dans le transect B.
- *Limonium guyonianum* : dans le transect C.

La graduation de salinité du sol dans les transects A, B, C et D présente approximativement les mêmes allures :

Dans le transect A : La salinité mesurée en CE diminue remarquablement de 6.5 mmhos dans les bordures de sebkha, jusqu'à 0.85 mmhos à l'extrémité du transect.

La salinité dans le transect B réduite de 05 mmhos. Dans les bordures de sebkha jusqu'à 0.75 mmhos dans la limite du transect.

Parallèlement aux transects A et B, le transect C et D présente la même démarche de la graduation de la salinité, cependant on enregistre 08.3 mmhos dans les bordures de sebkha et 1.09 mmhos après 800 m.

Les pH sont légèrement à moyennement basiques, et sont compris entre les valeurs 7,3 et 8,5 dans les 4 transects.

1-5-4- espèces halophytes les plus fortes résistances au sel

Selon **Zahran (1982)**, les sols salés sont relativement peu importants. Mais lorsqu'ils existent seules une petite minorité peuvent y vivre ce sont notamment les Chénopodiacées, comme *Halocnemum strobilaceum*, qui paraît présenter la plus forte résistance au sel.

La présence d'espèces halophiles dans la région de Zahrez, s'explique par la présence d'une nappe plus ou moins profonde et la salure atteint le plus souvent 8 mmhos. La structure est souvent dégradée et quand la salure est faible ces sols se placent parmi les sols à alcalin. La liste des espèces halophytes les plus fortes résistances au sel est composée de: *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum glaucum*, *Arthrocnemum indicum*, *Salicornia arabica*, *Bassia muricata*, *Salsola foetida*, *Salsola tetendra*, *Salsola vermiculata*, *Suaeda fruticosa*, *Suaeda mollis*, *Traganum nudatum*.

1-5-5-Les espèces endémiques et rares :

Au niveau du Zahrez El Gharbi et Chergui, vu le taux élevé de surpâturage non contrôlé, il est difficile de parler de plantes rares ou uniques. Ce sont les communautés végétales composées de nombreuses formations qui constituent une rareté de deux points de vue. D'une part pour leur étendue importante et d'autre part pour leur situation en zone aride. Ces deux facteurs font du Zahrez un milieu refuge pour les plantes inféodées aux régions arides.

On en dénombre neuf dont une est endémique algérienne (*Herniaria mauritanica*), signalée dans la flore de **Quezel et Santa (1962)**, elle semble néanmoins exister dans les pays limitrophes aux frontières occidentales. *Cordylocarpus muricatus* et *Zygophyllum cornutum* sont également des espèces remarquables car elles semblent être des endémiques maghrébines avec une localisation située essentiellement en territoire algérien et surtout dans le milieu steppique. Les autres espèces, des endémiques Nord Africaines. Les six espèces considérées comme rares dans cette région, ne semblent pas se retrouver ailleurs. Il s'agit de : *Avena bomoides*, *Hordeum maritimu*, *Juncus bufonius*, *Launaea resedfolia*, *Polygonum equisetiforme*, *Reaumuria vermiculata*. Elles sont soit psammophiles ou halophiles (s.l.). *Salicornia arabica* est signalée comme très rare. Les espèces protégées au niveau national ou au niveau international (liste des espèces menacées, (Red Data Book, 1996) sont au nombre de deux au niveau de notre liste ; *Helianthemum lippu* et *Pistacia atlantica*. Cette dernière est une endémique Nord Africaine (espèce protégée en Algérie.), alors que le rang taxonomique (infra spécifique) de l'Hélianthème n'est pas précisé. Ceci serait dû au fait que ces milieux azonaux, à tendance cosmopolite, sont peu susceptibles, comme nous venons de le voir, de receler des espèces végétales endémiques ou rares (**D G F, 2005**).

Conclusion

La biodiversité floristique et la liste complète des espèces halophytes qui existantes dans la région de Zahrez surtout les espèces localisées dans les bordures de sebkha (sur les transects A.B.C.D), et leurs recouvrements (pourcentages approximatifs), et leurs capacités de résistance contre la teneur du sel nuisible (les graduations de salinité). C'est l'objectif premier de notre travail.

La famille des Chénopodiaceae, et se caractérisent par leur grande diversité et ampleur. Cette famille compose la plupart des plantes halophiles rencontrée au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui.

2-La faune de la région d'étude

2-1-Introduction

La biodiversité avifaunistique des zones humides continentales notamment celle des hauts plateaux et du sud algérien reste mal-connue et peu étudiée. Parmi ceux-là, nous avons choisi d'étudier l'avifaune aquatique de deux sites Ramsar situés en plein milieu des hauts plateaux appartenant à la wilaya de Djelfa (Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi). Notre objectif est de déterminer les espèces et de quantifier les populations d'oiseaux d'eau présentes au niveau des Zahrez, afin d'avoir une idée sur leur place dans le fonctionnement de l'écosystème en question, en abordant sur leur régime alimentaire et leur emplacement dans le réseau trophique.

2-2-Résultats

2-2-1-Faune remarquable

A priori, le niveau de recensement et les connaissances actuelles ne permettent pas de s'avancer sur l'existence ou non des espèces animales rare ou unique. L'outarde houbara (*Chlamydotis undulata*). Concernant l'avifaune, malgré la faiblesse et la discontinuité des observations, la présence de la Sarcelle marbrée, espèce vulnérable sur la liste rouge de l'IUCN est toujours présente en petits groupes, au niveau de Zahrez Chergui (**Boumezbeur et Ben Hadj, 2002**).

Tableau N°18 : Inventaire de la faune présente dans la zone humide Zahrez.

Famille	Nom commun	Nom scientifique	Degré de rareté
Mammifère	Hérisson d'Afrique du nord	<i>Arinacaus algirus</i>	Très rare
	Chacal commun	<i>Canis aureus</i>	Moyen
	Sanglier	<i>Sus scrofa</i>	Moyen
	Lièvre Brun	<i>Lepus capensis</i>	Moyen
	Lapin de Garanne	<i>Oryctologue unculus</i>	Moyen
	Mulot Gris	<i>Apedomus sylvaticus</i>	Moyen
	Souris Gris	<i>Mus musculus</i>	Moyen
	Souris Sauvage	<i>Mus sprelus</i>	Moyen
	Grande Gerboise	<i>Jaculus orientalis</i>	Très rare
	Rat Noir	<i>Rattus rattus</i>	Moyen
	Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	Très rare
Les amphibiens	-	<i>Bufo mauritanica</i>	-
	Crapaud vert	<i>bufo viridis</i>	-
Reptiles	Tortue Clemmyde	<i>Clemmys leproas</i>	Moyen
	Caméléon Commun.	<i>Chamaeleon vulgaris</i>	Moyen
	-	<i>Acanthodactylus</i>	Moyen
Les invertébrés	-	<i>Helix pyramidata</i>	Moyen
Autres vertébrés	-	-	-
Poissons	NON (Pas de poissons)		

2-2-2-L'avifaune des zones humides Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi

a-Présentation des habitats

Le Zahrez est recouvert d'une nappe d'eau au moment des crues, sa limite septentrionale pendant la période hivernale est inondée entièrement ou partiellement « sebkha », plus au moins longtemps suivant que l'année est pluvieuse ou sèche. En été, il est sec car le bilan alimentation-évaporation est nettement négatif. La surface, à l'état sec, est couverte par des polygones d'argiles surmontant en surface une structure friable avec de nombreux cristaux individualisés de NaCl. En profondeur, durant la période inondée, la structure est massive avec des taches de rouilles et des taches grises.

La quantité de sel produite par évaporation, si on admet que les eaux de surface ont une salure moyenne de 1g/l, laisse chaque année par évaporation des milliers de tonnes de sel à la surface, ce qui est le cas au niveau de Zahrez Chergui, plus touché par l'absence de la sécheresse, au niveau duquel une mini usine de production de sel existe. Vu l'absence particulière d'eau au niveau de Zahrez Chergui, durant notre année d'étude, nous allons nous intéresser, dans nos analyses, uniquement à l'avifaune de Zahrez Gharbi, lequel est caractérisé par la présence de points d'eau permanents, dans des endroits appelés « Hemia ».

b-Composition général de l'avifaune de Zahrez Chergui et de Zahrez Gharbi

Nous avons dénombré durant notre année d'étude 22 espèces d'oiseaux dont 09 aquatiques. Nos analyses se limitent aux oiseaux d'eaux uniquement, et vu la sécheresse constatée au niveau de Zahrez Chergui, durant la période d'étude, l'analyse concernera essentiellement le site de Zahrez Gharbi. Nos 07 campagnes de recensement, nous ont permis de dénombrer 629 individus, dont 462 d'affinités aquatique, soit : 73% du peuplement avien Zahrez Gharbi.

c-Inventaire Systématique:

Le tableau 19 Présente la liste systématique de toutes les espèces d'oiseaux d'eau inventoriées dans les zones humides Zahrez lors la période de l'étude (02/11/2018 - 02/06/2019), suivant l'ordre systématique établi par **Sibly et Monroe (1990)** ; **Monroe et Sibly (1997)**.

Tableau N°19 : Liste des espèces aviennes recensées dans les zones humides Zahrez.

N°	Order	Famille	Nom scientifique	Nom commun	
01	<i>Accipitriiformes</i>	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo rufinus</i>	buse féroce	
02	<i>Anseriformes</i>	<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna ferruginea</i>	Tadorne casarca	
03			<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	
04			<i>Aythya fuligula</i>	Fuligule morillon	
05	<i>Charadriiformes</i>	<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Gravelot à collier	
06		<i>Recurvirostridae</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	
07			<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	
08		<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis hypoleucos</i>	chevalier guignette	
09	<i>Gruiformes</i>	<i>Gruidae</i>	<i>Grus grus</i>	Grue cendrée	
10	<i>Falconiformes</i>	<i>Falconidae</i>	<i>Falco pelegrinoides</i>	Faucon de barbarie	
11	<i>Strigiformes</i>	<i>Strigidae</i>	<i>Bubo ascalaphus</i>	Grand duc ascalaphe	
12			<i>Strix aluco</i>	Chouette hulotte	
13	<i>Galliformes</i>	<i>Phasianidae</i>	<i>Alectoris barbara</i>	Perdrix gamba	
14	<i>Pterocliiformes</i>	<i>Pteroclididae</i>	<i>Pterocles coronatus</i>	ganga couronné	
15		<i>Alaudidae</i>	<i>Corvus ruficollis</i>	Corbeau brun	
16			<i>Galerida cristata</i>	Cochevis huppé	
17			<i>Calandrella rufescens</i>	Alouette pispolette	
18		<i>Motacillidae</i>	<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	
19			<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	
20		<i>Laniidae</i>	<i>Lanius excubitor</i>	Pie grièche grise	
21		<i>Muscicapidae</i>	<i>saxicola rubetra</i>	Tarier des prés	
22			<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	
Autres espèces remarquables hors les points d'observation					
23		<i>Anseriformes</i>	<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorn de Belon
24	<i>Charadriiformes</i>	<i>Glaréolidae</i>	<i>Cursorius cursor</i>	Courvite isabelle	
25		<i>Scolopacidae</i>	<i>Calidris minuta</i>	Bécasseau minute	
26	<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Columba livia</i>	Pigeon biset	
27	<i>Falconiformes</i>	<i>Falconidae</i>	<i>Flaco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	
28	<i>Passériformes</i>	<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i>	Grand Corbeau	
29		<i>Motacillidae</i>	<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	
30		<i>Fringillidés</i>	<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	
31		<i>Passeridae</i>	<i>Passer domesticus</i>	moineau domestique	

d-Analyse taxonomique

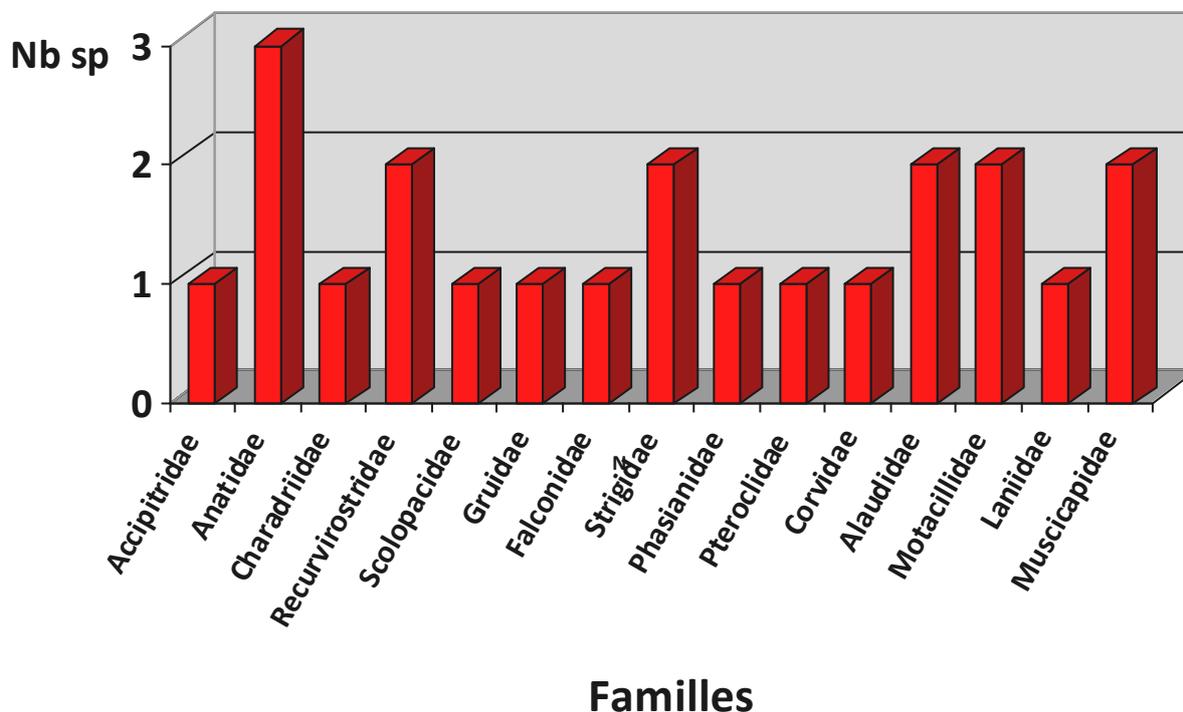


Figure N°34 : Répartition en ordres des espèces recensées au niveau de Zahrez Chergui et Gharbi durant la période allant de 02/11/2018 à 31/07/2019.

L'ordre le plus représenté est celui des passériformes avec 5 familles, 6 genres et 8 espèces soit 36.36 %, suivi des charadriiformes avec 3 familles, 4 genres et 4 espèces, soit 18.18 % des espèces recensées. Ensuite viennent les ansériformes avec 1 famille, 3 genres et 3 espèces, soit 13.63 %. Enfin l'ordre des Galliformes est présent avec 1 famille, 2 genres et 2 espèces, soit 9 %. Les 5 ordres restants sont représentés par 1 famille, 1 genre et 1 espèce chacun, représentant 4.54 % du peuplement avien du zahrez. 10 espèces sur vingt-deux sont des oiseaux d'eau, représentées par 04 ordres et réparties en 06 familles, 09 genres.

Sur les 22 espèces déjà citées, 08 oiseaux dont 04 aquatiques (le Tadorne casarca, l'Echasse blanche et l'Avocette élégante, la Grue cendrée ainsi que la Buse féroce, le Faucon de barbarie, le Hibou grand duc du désert et la Chouette hulotte), sont menacés et protégés, au niveau national, par le décret exécutif n° 12-235 du mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées.

e-Analyse phénologique :

Nous estimons que les espèces nicheuses sédentaires dominent le peuplement avien des Zahrez et en représentent. 45%, contre 23 % d'espèces qui peuvent avoir les deux statuts : visiteur de passage et/ou hivernant. Les strictement hivernants sont représentées par une fréquence de 14 %. Nous avons aussi une espèce (le Tadorne casarca) qui est en même temps nicheuse sédentaire et migratrice représentant 4 % de la communauté. Deux espèces hivernantes et visiteurs de passage forment 9 % du peuplement avien. Quant aux origines biogéographiques des espèces observées, nous constatons qu'elles sont majoritairement d'origine paléarctique à 41% et holarctique à 23 %, soit respectivement 9 et 5 espèces.

f-Analyse écologique

- **Richesse spécifique**

- **Richesse spécifique totale par site**

A1/ Zahrez Chergui : nous avons recensé 06 espèces, dont une seule aquatique.

A2/ Zahrez Gharbi : nous y avons recensé 21 espèces, dont 09 aquatiques.

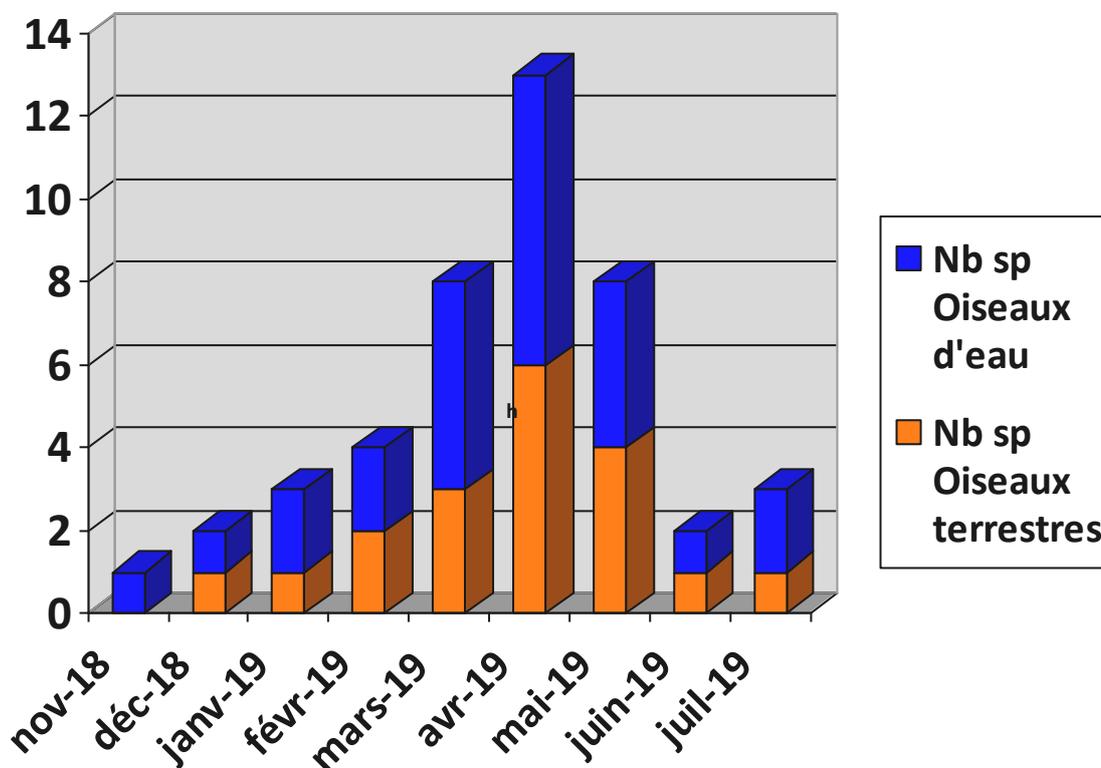


Figure N°35 : Variation de la Richesse spécifique mensuelle des Zahrez, durant la période allant de 02/11/2018 à 31/07/2019.

- Richesse spécifique mensuelle :

Au niveau de Zahrez Gharbi, la richesse spécifique en fonction des mois, reflète une hétérogénéité dans la répartition temporelle de l'avifaune, en particulier aquatique.

Du point de vue avifaunistique général, le mois d'Avril est le plus riche avec ses 13 espèces dont 07 aquatiques. En considérant uniquement les oiseaux d'eau, le mois de Mars est le plus riche avec 05 espèces, suivi du mois d'Avril avec 07. En règle générale, ce sont les trois mois de printemps (mars, avril et mai) qui sont les plus riches en espèces.

Pendant les autres recensements, entre une et quatre espèces d'oiseaux d'eau ont été répertoriées. Il s'agit d'espèces nicheuses pour la plupart.

- Abondance des espèces observées

La période allant de mars à mai « saison printanière » est considérée comme la plus riche, aussi bien en termes d'espèce d'oiseaux d'eau qu'en nombre d'individus. Plus de 25%, soit un maximum de 117 individus d'oiseaux d'eau furent observés au mois de mars sur un total de 462 individus toutes saisons confondues. Aussi, durant ce mois de mars 2019, nous avons observé 70% des espèces d'oiseaux aquatiques recensées au niveau de Zahrez Gharbi.

Il faut aussi noter la présence de 01 espèce d'oiseau d'eau, durant les mois, les plus secs, dont une commune : le Tadorne casarca. Cette dernière totalise un maximum de 50 individus durant le mois de Janvier. Quant à l'abondance des espèces, les figures et les analyses présentées ci-dessus, reflètent une réelle évolution temporelle tant de la richesse spécifique, que de l'abondance de chaque espèce (nombre d'individus). L'abondance totale enregistrée au niveau de Zahrez Gharbi oscille entre un minimum de 5 individus et un maximum de 117 individus observés respectivement pendant la campagne de mai 2019 et mars 2019. D'après la courbe d'abondance, nous constatons que c'est durant la période printanière (mars, avril et mai) que les plus grands effectifs sont enregistrés, avec un effectif cumulé de 279 individus. Les mois les plus pauvres en termes d'individus sont novembre 2018 et février 2019.

g-Analyse biologique**- Identification des tendances alimentaires de quelques espèces d'oiseaux peuplant Zahrez Gharbi**

Dans le but de mettre en évidence, la place des oiseaux d'eau dans le fonctionnement de la zone humide de Zahrez Gharbi, l'établissement d'un réseau trophique potentiel s'avère primordial. Pour ce faire, le régime alimentaire des oiseaux aquatiques qui fréquentent le Zahrez Gharbi est donné.

En plus de l'avifaune aquatique, le régime alimentaire de certaines espèces non apparentées aux systèmes aquatiques est déterminé à l'exemple des super prédateurs comme les rapaces. La détermination du régime alimentaire concerne 14 espèces observées (dont 10 aquatiques). Pour évaluer l'alimentation des oiseaux, nous nous sommes basés sur l'ouvrage **Svenssen et al, 2010** et le site internet www.oiseaux.net.

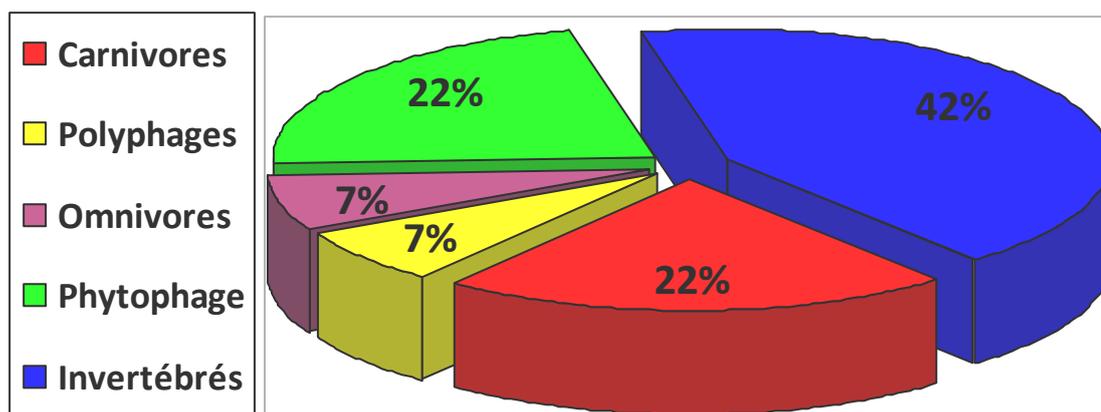


Figure N° 36 : Répartition des 14 espèces d'oiseaux en fonction de leurs tendances alimentaires dominantes.

Nous pouvons déduire cinq grands types de tendances alimentaires. 43% des espèces étudiées, consomment des invertébrés, dont une bonne moitié est majoritairement insectivores.

Les phytophages et les carnivores représentent chacun 22%, du peuplement étudié.

Les omnivores et les polyphages sont représentés par une seule espèce pour chacune des catégories trophiques, soit 7 % pour chaque régime alimentaire.

➤ Répartition mensuelle des espèces d'oiseaux en fonction du régime alimentaire

A première vue les oiseaux phytophages paraissent être présents durant une grande partie de l'année (09 mois sur 12), avec un maximum de 03 espèces observées durant le mois de mars.

Les consommateurs d'invertébrés quant à eux, dominent les lieux pendant une bonne partie de l'année, notamment au printemps (mars, avril et mai) durant lequel nous enregistrons un maximum de 05 espèces pour le mois d'avril. Les carnivores aussi, sont présents essentiellement au printemps, mais avec une diversité moindre, le maximum est noté en avril avec deux espèces. Les omnivores ne sont notés qu'en Avril, avec une seule espèce. Idem pour les polyphages qui ne sont observées qu'en Janvier, avec une seule espèce aussi.

2-3- Discussions

2-3-1-Principales chaînes alimentaires

Après avoir identifié de façon théorique le régime alimentaire de 14 espèces d'oiseaux qui fréquentent les Zahrez, nous allons dans ce qui suit essayer de mettre en évidence la place de ces oiseaux d'eau dans les réseaux trophiques potentiels du Zahrez, en se basant sur les disponibilités alimentaires offertes par le site et sur le régime alimentaire dominant des espèces. La biodiversité zooplanctonique, phytoplanctonique, ainsi que les macroinvertébrés présents au niveau d'écosystèmes similaires 'sebkhas' reste mal connue comparée à celle de l'avifaune qui reste le seul groupe relativement bien étudié dans ce genre de milieux. Faute de quoi, nous allons utiliser dans nos chaînes alimentaires des espèces éventuellement présentes au niveau de Zahrez Gharbi. En regroupant les oiseaux à même tendance alimentaire, nous nous retrouvons avec 05 catégories alimentaires différentes (Phytophages – Omnivores – Carnivores (Prédateurs de vertébrés) – Polyphages – Prédateurs d'invertébrés) :

Tadorna ferruginea / *Grus grus* / *Anas platyrhynchos* : Espèces polyphages à dominance Phytophages ;

Corvus rufficollis : Espèce à tendance Omnivore ;

Falco pelegrinoides / *Bubo ascalaphus* / *Buteo rufinus* : Espèces Carnivores ;

Actitis hypoleucos / *Himantopus himantopus* / *Recurvirostra avosetta* / *Motacilla alba* / *Charadrius alexandrinus* / *Motacilla flava* ; Espèces consommant des Invertébrés ;

Aythya fuligula : Espèce à tendance Polyphage.

2-3-2-Réseau trophique potentiel au niveau du Zahrez Gharbi

Le réseau trophique est un ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème et par lesquelles l'énergie et la matière circulent. Zahrez Gharbi, en tant qu'écosystème aquatique continental à part entière, fonctionne sur la base de réseaux trophiques variés et dépendants.

En ce qui concerne les espèces, autres qu'avienne, faisant partie de ce réseau trophique ; elles sont issues de connaissances générales, espèces très communes dont la probabilité de présence au niveau de Zahrez Gharbi est très grande ; pour ce qui est des mammifères et des reptiles, nous nous sommes basé sur les données figurant dans l'atlas IV des zones humides algériennes (DGF, 2004), ainsi que sur les travaux d'El Hamoumi et Dakki Mthevenot (2007) sur les Amphibiens au Maroc.

Pour le Zooplancton, nous nous sommes basés sur l'étude de Houmel (2001) au niveau du lac d'El Goléa.

Pour les macroinvertébrés, nous avons fait référence à l'étude effectuée au niveau de Zahrez Gharbi, par **Bouragba et Djouklafi (2008)** ; dans laquelle 215 espèces dont 96 espèces de Coléoptères, 41 espèces d'Araignées, 58 espèces de divers ordres, et 20 espèces de Fourmis ont été identifiées. Parmi les Coléoptères, la famille des Ténébrionidés domine avec 22 espèces, tandis que pour les Araignées la famille des Gnaphosidae est la mieux représentée. Enfin pour les divers groupes, l'ordre des Diptères domine quantitativement et qualitativement. On peut illustrer les réseaux trophiques par des diagrammes montrant comment les différentes espèces d'une communauté interagissent dans leurs relations trophiques. Ce sont des caricatures de la nature, comme l'indique **PIMM (1982) in Lévêque et Paugy (2006)**, qui décrivent de manière simplifiée qui mange qui.

Une chaîne trophique décrit le transfert d'énergie entre différents niveaux trophiques, qui vont des producteurs (la végétation, par exemple) aux consommateurs terminaux.

Comme dans tout réseau trophique, au niveau de Zahrez Gharbi, les producteurs que sont les végétaux (aquatiques dans le cadre de la sebkha) sont à la base de toutes les chaînes alimentaires. Fabriquant de la matière vivante à partir d'éléments minéraux ; le phytoplancton qui serait dans ce cas composé de Diatomées et de Dinoflagellés est à la base de notre réseau.

Constituant la source de nourriture du peuplement d'invertébrés du Zahrez, le zooplancton est formé par 03 groupes distincts ; les Copépodes, les Rotifères et les Cladocères. Il constitue le premier maillon consommateur au niveau de Zahrez Gharbi, avec un genre commun aux sebkhas algériennes, celui des *Daphnies*, représenté par l'espèce *Daphnia magna* et aussi avec la probabilité présence de *Paracyclops* et de *Branchionus*.

Au niveau du Zahrez Gharbi, on rencontre les invertébrés à tous les niveaux : dans l'eau on retrouve, en plus des têtards, des crustacés, des mollusques, ainsi qu'une variété d'insectes principalement sous la forme larvaire. Aussi, les insectes sont présents dans la végétation du chott, au niveau des bouses, surtout que le chott est connu comme lieu du pâturage par excellence, que ce soit du cheptel ovin ou des camélidés. En ce qui concerne les oiseaux d'eau, nous pouvons les partager en deux grands groupes : le premier regroupant le Tadorne casraca, la Grue cendrée et le Canard colvert sont à tendance phytophage, mais peuvent aussi consommer diverses espèces d'invertébrés aussi bien terrestres qu'aquatiques.

Le deuxième groupe comporte des espèces qui sont principalement prédateurs d'invertébrés, peut à son tour être divisé en 03 sous groupes. Le premier sous groupe est composé du Gravelot à collier interrompu, du chevalier guignette et de la Bergeronnette printanière ; se nourrissant essentiellement d'invertébrés, araignées, d'insectes et de diverses larves.

Le deuxième sous groupe « Echasse blanche, Avocette élégante, Bergeronnette grise » regroupe des espèces qui préfèrent se nourrir d'insectes, mais qui ne les empêche pas de compléter leur menu par d'autres invertébrés.

Vient ensuite le Fuligule morillon, qui reste une espèce principalement prédatrice d'invertébrés, mais cette dernière présente un régime plus étendu, qui peut aller jusqu'au grains de céréales au niveau des champs aux alentours de la sebkha, lieu dans lequel les quatre individus ont été observés.

Le Corbeau brun quant à lui, se nourrit principalement de parasites et d'insectes qu'il trouve dans les cadavres de mammifères et sur la peau des dromadaires. Son alimentation se voit enrichie par des petits reptiles et par les grains et fruits.

Le Faucon de barbarie, le Grand duc ascalaphe et la Buse féroce se nourrissent essentiellement, de gerboises, de lièvres, de reptiles, de petits oiseaux, tels que les passereaux, ainsi que des oiseaux d'eau de petite taille, à l'exemple du Chevalier guignette, du Gravelot à collier interrompu et de la Bergeronnette printanière. La Bergeronnette grise pourrait elle aussi faire partie du menu de ces carnivores.

Les chaînes trophiques sont beaucoup plus complexes dans les lacs à milieux benthique et pélagique, comparé à la sebkha, en raison de la faible profondeur de l'eau. En effet, à la différence du réseau trophique du Zahrez, dans un réseau trophique classique c'est le groupe des poissons qui domine tout le peuplement aquatique représentant un maillon très important du réseau entrant dans le régime alimentaire de nombreux oiseaux (**Pinel-Alloul et al, 1998 et Lévêque et Paugy, 2006**).

Dans les conditions anthropiques et climatiques actuelles, les oiseaux d'eau de part leur régime alimentaire dépendant du Zahrez, constituent après le supra prédateur qu'est « l'Homme », dans la majeure partie des cas, le dernier maillon des chaînes trophiques, occupant une place prépondérante dans le fonctionnement de cette zone humide, surtout qu'au niveau des Zahrez les oiseaux d'eau, de part la nature des habitats qu'ils fréquentent, ne sont pas vraiment dérangés par la présence de prédateurs potentiels qui préfèrent de loin s'occuper des gerboises et des lièvres qui colonisent le chott.

2-3-3- Menaces et atteintes de la zone humide Zahrez et leurs avifaunes aquatiques

La zone humide subit à une grande pression issue principalement aux effets des activités anthropiques à savoir : le drainage, la chasse, fragmentation et destruction des habitats, surpâturage et la pollution. Par ailleurs, les menaces naturelles pèsent les zones humides et affectent leurs fonctionnements telles que : la sécheresse, l'ensablement et l'eutrophisation.

2-3-4- Autres menaces touchant presque toutes la zone d'étude :

- * La Pollution: toutes les zones humides Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi subissent de graves altérations par les déversements non contrôlés de la décharge humaine (eaux usées et déchets solides), industrielles et agricoles.
- * Le surpâturage réduisant le recouvrement végétal notamment les phragmites et les roselières qui sont des lieux de repos et de nidifications pour les oiseaux aquatiques.
- * La chasse a un effet négatif sur les oiseaux en termes de diminution de la survie et ou de succès de reproduction, ce qui conduit à la modification de la répartition géographique et le comportement des oiseaux aquatiques.
- * L'assèchement des zones humides sous l'effet des facteurs climatiques est une menace qui affecte généralement les régions arides à cause des perturbations des précipitations. En plus la surexploitation de l'eau par le pompage excessive pour servir l'agriculture entraîne souvent l'assèchement et l'épuisement des nappes phréatiques.
- * Enfin comme un problème important qui touche les zones humides étudiées, c'est l'effet de dérangement par le trafic routier qui constitue une source de perturbation qui affecte la richesse et l'abondance, ainsi qu'il engendre des bouleversements sur le comportement des oiseaux.

Conclusion

Le nombre d'espèce d'oiseaux recensés au niveau du chott des Zahrez, durant la période allant de 02 novembre 2018 à 02 mai 2019, est de 22 espèces ; 21 au niveau de Zahrez Gharbi et 06 à Zahrez Chergui. Avec un effectif total de 629 individus à Zahrez Gharbi et 14 individus au Zahrez Chergui. Du point de vue systématique, les oiseaux recensés sont répartis en 20 genres, 15 familles et 09 ordres.

Dans ce peuplement avien d'origine paléarctique à 41%, l'ordre le plus représenté est celui des Passériformes avec 5 familles, 6 genres et 8 espèces soit 36.36% du peuplement. Les espèces nicheuses sédentaires dominent avec un taux 45%.

L'analyse de l'abondance en fonction de la répartition mensuelle des espèces d'oiseaux d'eau, nous permet de constater que la période printanière (mars, avril et mai) est la plus riche en espèces, avec un effectif cumulé de 279 individus. En résumé, nous pouvons dire que la différence constatée entre l'avifaune aquatique des deux Zahrez est liée en grande partie aux conditions pédoclimatiques, et plus précisément à la présence de l'eau dans ces régions à climat sec. La diversité quasi nulle constatée au Zahrez Chergui est liée au fait que ce site était à sec au moment de l'étude.

Partie II : Etude hydrogéologique

1-Introduction

La région hydrographique Cheliff-Zahrez se compose de 03 (trois) zones bien distinctes :

- Au Nord, le sillon du Cheliff encadré par les deux chaînes telliennes (Monts du Dahra au Nord et le Massif de l'Ouarsenis au Sud).
- Au Sud, les hautes plaines entre l'Ouarsenis et l'Atlas Saharien.
- Plus au Sud, le bassin du Zahrez.

Les formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions quaternaires. Dans la zone septentrionale de cette région, les deux chaînes telliennes présentent des ressources non exploitables (calcaires et grès) sont peu développés et encaissés (ABHCZ, 2018).

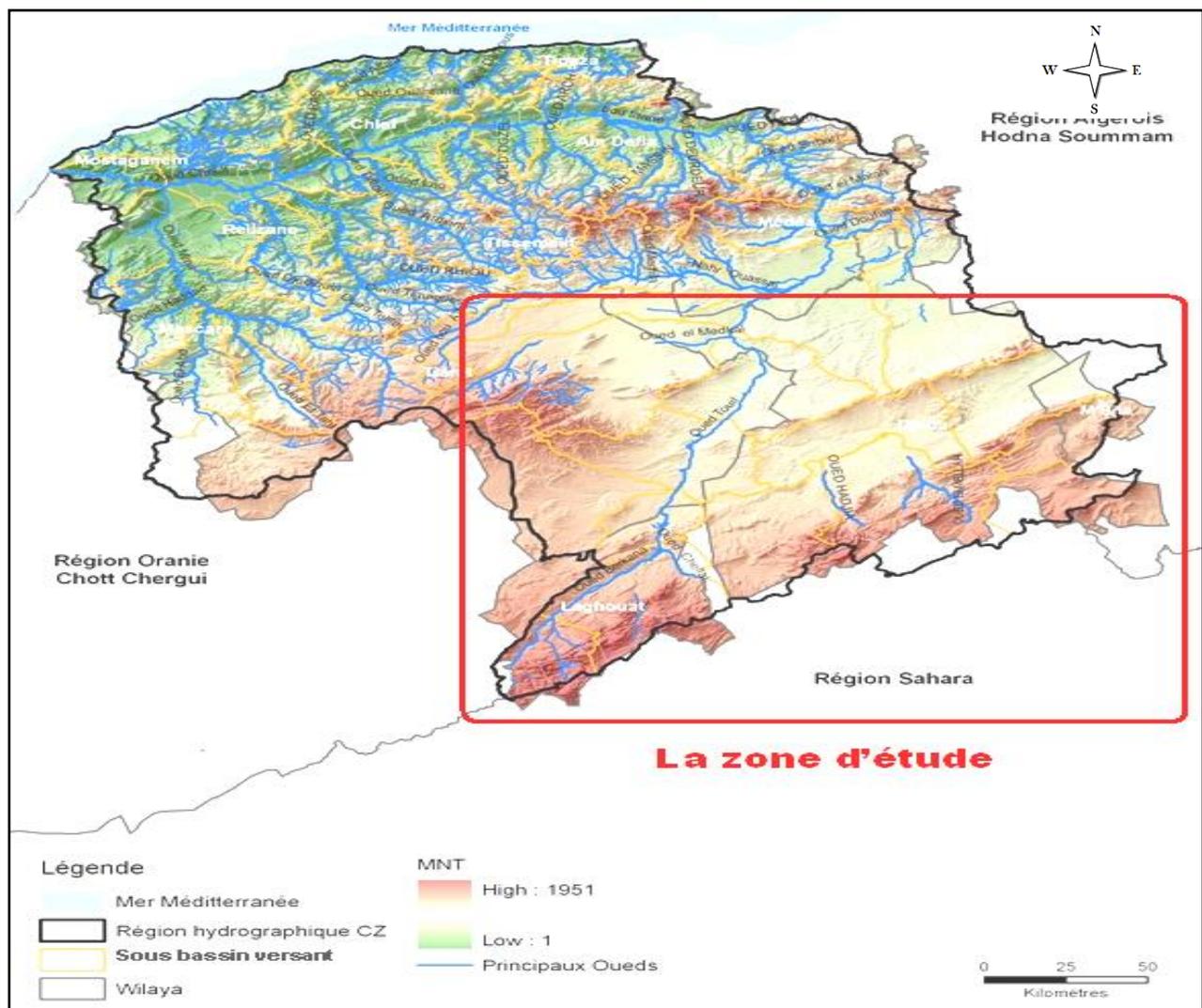


Figure N° : 37 Région hydrographique de Cheliff-Zahrez (Carte modifiée) (ABHCZ, 2018).

2- La sous-région 04 (Zahrez)

Les Zahrez, Gharbi et Chergui, situés sur le même bassin versant font partie du système des grands Chotts des Hauts Plateaux.

La cuvette de Zahrez Chergui, plus réduite que celle de Zahrez Gharbi situé à proximité, est mieux fermée, sauf peut être à l'Est. L'altitude des affleurements assure, tant au Sud qu'au Nord la recharge de la nappe phréatique qui s'écoule vers l'Est en franchissant un seuil dont la côte se situerait vers l'altitude 700 mètres. Le bassin versant du Zahrez est un bassin endoréique décomposé en six sous-bassins drainés par les oueds les plus importants qui se jettent tous dans les chotts Zahrez Gharbi et Chergui.

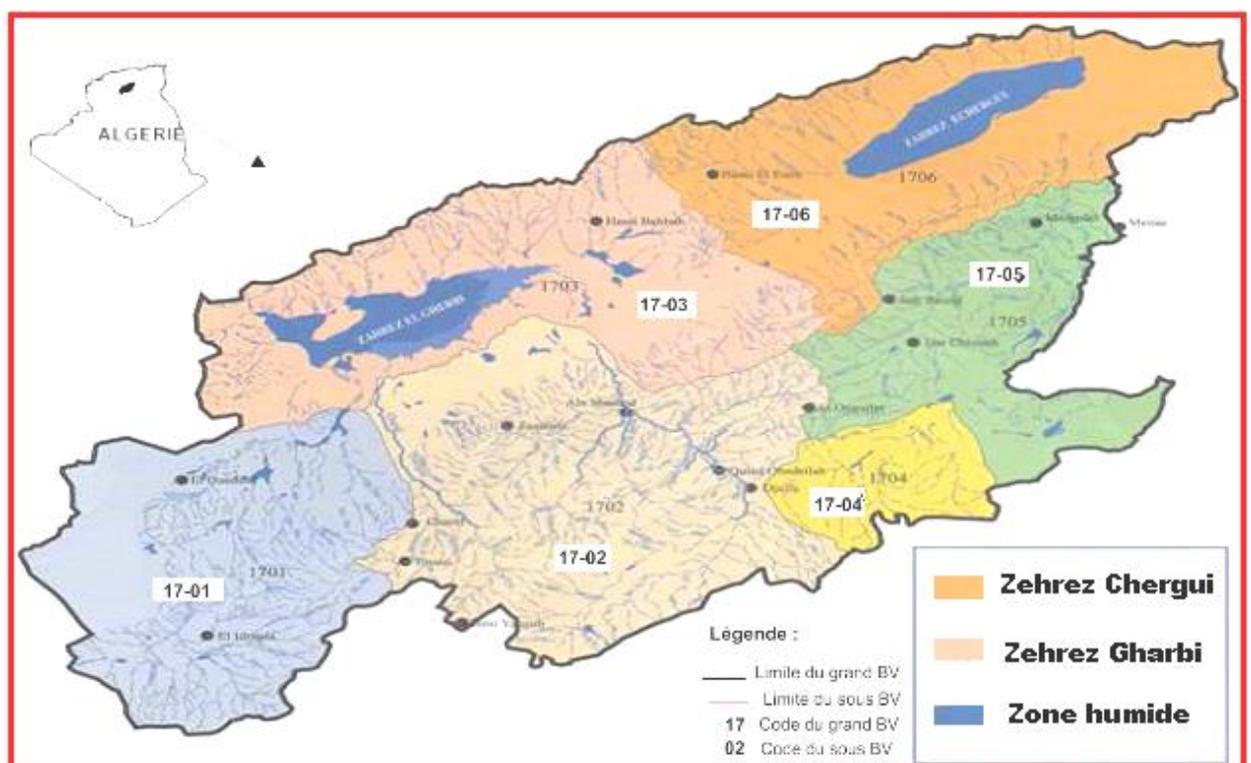


Figure N°38 : Sous bassin versant et réseau hydrographique (Carte modifiée) (ANRH, 2010).

3-Eléments généraux concernant la zone d'étude (Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi) :

En arabe lexique, le terme « Chott » désigne le mot français « bordure ». Dans ce sens, le « Chott » comprend uniquement la bordure verte. Etant donné que seule cette partie intéresse le pasteur, son premier et presque unique utilisateur, la partie de cette même zone humide appelée « Sebkhha », équivalente à lac salé, est automatiquement comprise dans le Chott. Ainsi le Chott inclut toujours une sebkhha, mais le contraire n'est pas vrai. Une Sebkhha n'est qu'une zone salée sans aucune végétation et en général peu intéressante. Dans ce cas précis, le « Zahrez » serait le synonyme de « Chott » (Bouragba et Djouklafi, 2008 ; Boumezbeur et Ben Hadj, 2002).

4- Description de Zahrez Chergui et Gharbi

Les Zahrez « Gharbi et Chergui » sont une vaste dépression endoréique faisant partie d'un système plus étendu composé des grands chotts des hautes plaines steppiques algériennes, là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord. Paysage végétal des hautes plaines steppiques, il appartient phytogéographiquement au domaine maghrébin steppique.



Figure N°39 : Photo 3D de Zahrez (Carte modifiée) Google Earth.2018.

4-1-Localisation de Zahrez Chergui

Le Chott Zahrez Chergui est situé dans la frange méridionale des hautes plaines steppiques algériennes à 50 km au Nord-Est du chef lieu de la Wilaya de Djelfa, à 11 km au Sud de la Commune de Hassi-El-Euch et à 25 km au Sud de la Commune de Had-Sahary. Le chott est séparé de Zahrez Gharbi par la route nationale Une (RN1) à une distance de 50 km avec Latitude 35°15N Longitude 3°30E Altitude : Maximale 840m Minimale 827m Superficie : 50.985 Hectares (Boumezbeur et Ben Hadj, 2002).



**Figure N°40 : coordonnées géographiques de Zahrez Chergui
(Carte modifiée) Google Earth 2018.**

4-2- Localisation Zahrez Gharbi

Le chott se situe dans la wilaya de Djelfa, au centre de l'Algérie, dans une zone steppique, à 45 kilomètres du chef lieu de la ville de Djelfa, à 10 kilomètres au Sud-Ouest de la commune de Hassi Bahbah et à 5 kilomètres de la commune de Zâafrane avec Latitude 34°58'N Longitude 2°44'E Altitude : Maximale 840m Minimale 827m Superficie : 52.200 Hectares.

(Boumezbeur et Ben Hadj, 2002).



Figure N°41 : coordonnées géographiques de Zahrez Gharbi Google Earth 2018

5-Cadre hydrographique

5-1- Réseau hydrographique

L'hydrographie est liée au climat et à position géographique de la steppe (**Ben Rebiha, 1984**).

D'après **Pouget (1980)**, du point de vue hydrogéologique le bassin de Zahrez offre vraisemblance des ressources intéressantes. Le bassin de Zahrez Gharbi constitue le niveau de base des écoulements régionaux, les oueds qui naissent le long de la bordure nord de l'atlas saharien coulent en direction de la cuvette endoréique du bassin du Zahrez Gharbi et Chergui, du sud vers le nord. La région de Zâafrane est sillonnée par des oueds a endoréisme distingué et dont l'activité ne se manifeste qu'au cours des crues le plus souvent violents et de courte durée dans la région de Zâafrane deux types d'oueds existent :

5-1-1- Les oueds à écoulements pérennes

Les plus importants : oued Mesrane et oued Hajia qui traversent la plaine et le cordon dunaire pour atteindre la dépression du Zahrez el Gharbi qui collecte les eaux des plaines et des plateaux (**Pouget ,1971**).

5-1-2- Les oueds à écoulements spontanés

Les plus importants : oued rebeb, oued kourirech et oued ziouch qui traversent les périmètres et atteignent le cordon dunaire, ils sont issus du versant montagneux sud mis en crues par les orages (**Pouget ,1971**).

5-2- Les nappes phréatiques

D'après **Trayssac (1980)**, les nappes phréatiques les plus proches de surface exercent une influence directe sur les composants du milieu, de plusieurs façons ; D'une part elles sont responsables l'halomorphie et de l'hydromorphie des sols et d'autre part, elles conditionnent en même temps le couvert végétal steppique par la variation de saure et la composition ionique. Selon l'étude de **Pouget (1980) et Trayssac (1980)**, il existe trois types de nappe :

- **La nappe phréatique de Zâafrane**

Peu profonde en bordure de 1 à 3 m, par contre, la profondeur augmente progressivement et peut atteindre 30 m, elle s'appauvrit en eau et se salifie au fur et à mesure que les sols s'affinent.

- **La nappe phréatique située sous le cordon dunaire**

Peu profonde de 0 à 15 m, mais elle atteint 30 m, dans quelque endroit, c'est une excellent aquifère dont le niveau et variable en fonction de la disponibilité des pluies et son exploitation.

- **La nappe alimentée par oued mellah** Dont la salure augmente vers l'aval.

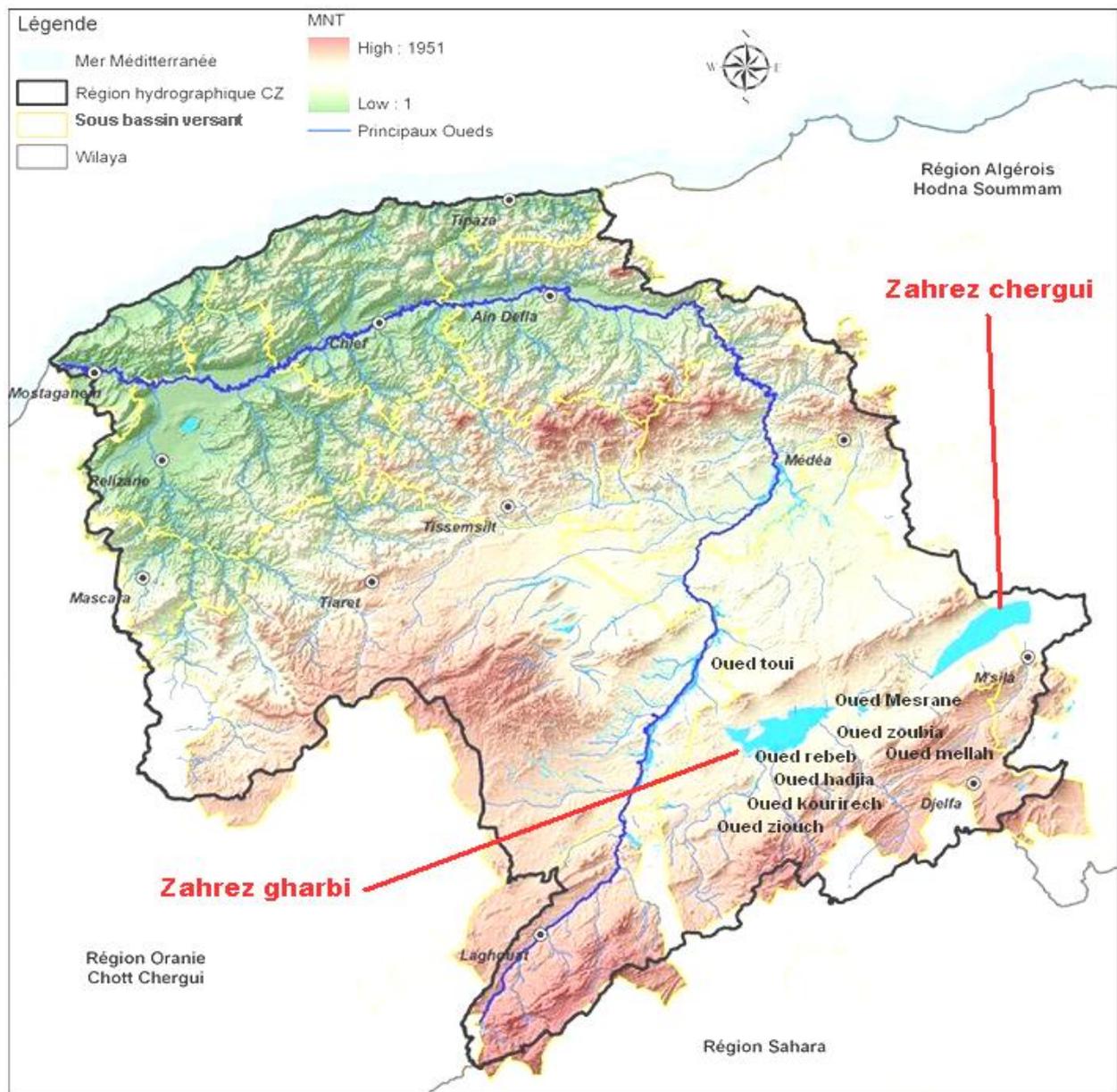


Figure N° 42 : principaux cours d'eau et chevelu hydrographique dans le Chelif Zahrez
 Carte modifiée – (ABHCZ, 2018)

6-Hydrologie

La cuvette de Zahrez Chergui, plus réduite que celle de Zahrez Gharbi situé à proximité, est mieux fermée, sauf peut être à l'Est. L'altitude des affleurements assure, tant au Sud qu'au Nord la recharge de la nappe phréatique qui s'écoule vers l'Est en franchissant un seuil dont la côte se situerait vers l'altitude 700 mètres. Le bassin versant du Zahrez est un bassin endoréique décomposé en six sous-bassins drainés par les oueds les plus importants qui se jettent tous dans les chotts Zahrez Gharbi et Chergui.

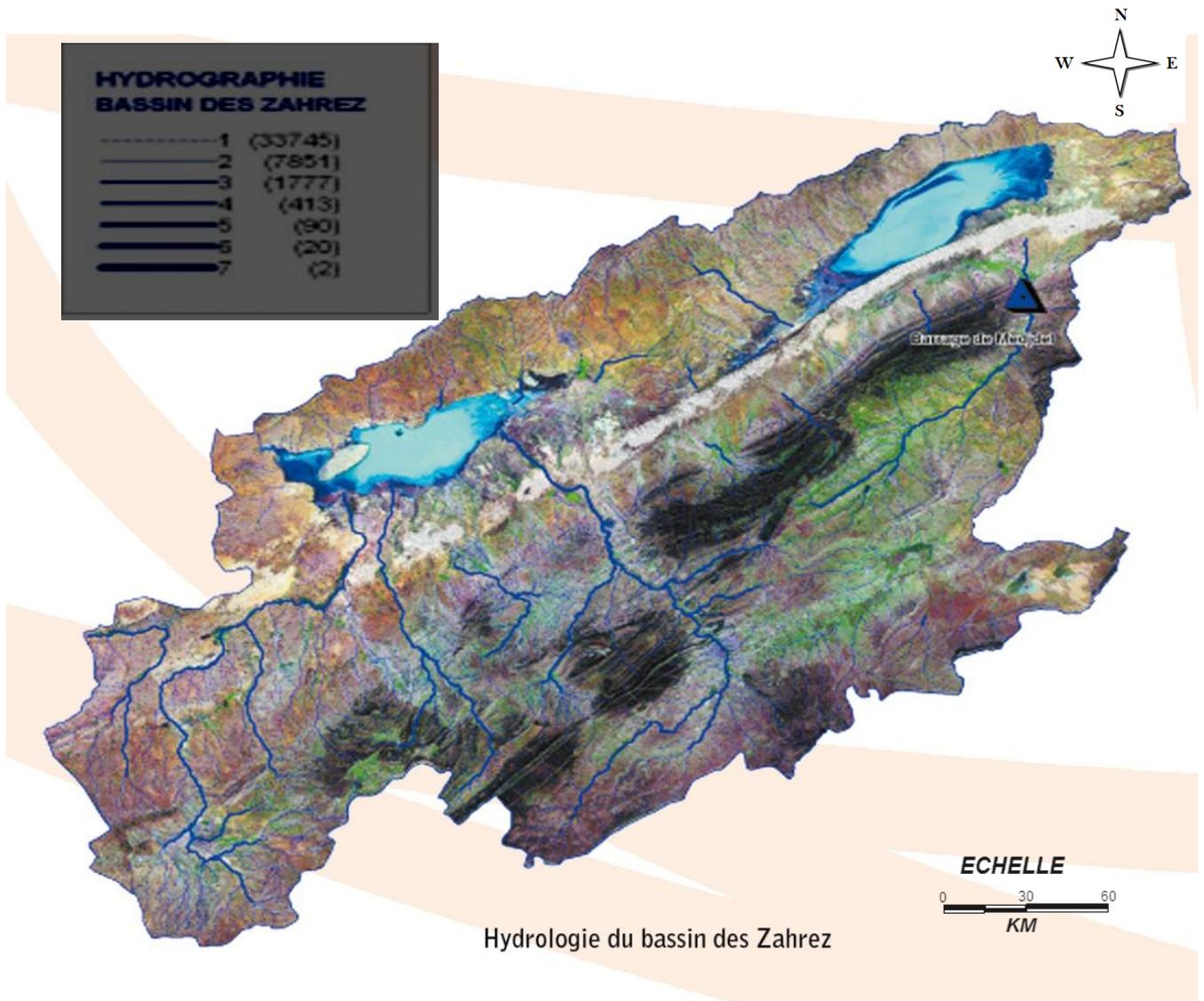


Figure N° 43 : carte du réseau hydrographique du bassin des Zahrez (Société d'ingénierie et d'études techniques ; géosystème) (Carte modifiée).

7-Ressources en eau

7-1-Ressources souterraines de la région hydrographique (L'eau souterraine)

Le bassin hydrographique Cheliff-Zahrez couvre deux zones bien distinctes : Au nord, le sillon du Cheliff encadré par les deux chaînes telliennes (Mont du Dahra au nord et Massif de l'Ouarsenis au sud). Au sud le bassin du Zahrez. Le nombre d'unités hydrogéologiques dans la région Cheliff – Zahrez est de 51 unités (selon ANRH/PNE 2010), avec des potentialités en eau souterraine estimées à 543 Hm³ dont 324 Hm³ sont incluses dans la RHCZ (ABHCZ, 2018).

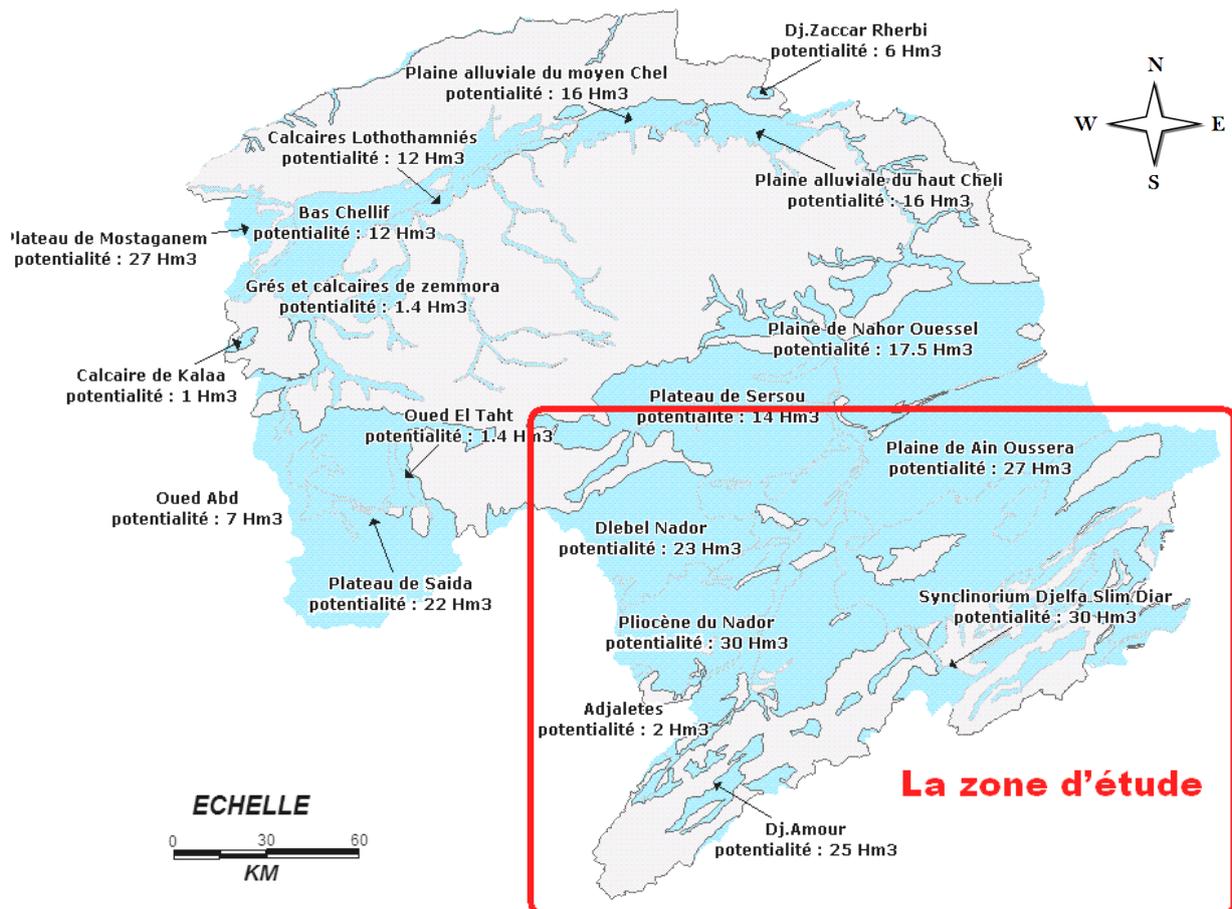


Figure N° 44 : Ressources souterraines de la région hydrographique (Cheliff Zahrez) (Carte modifiée) – (ABHCZ, 2018)

7-2- Ressources souterraines de la sous région 04 (Zahrez)

On distingue :

- ◆ Les nappes aquifères renouvelables qui sont alimentées par l'infiltration des eaux de pluies, la fonte des neiges et les écoulements d'oueds (alluvions quaternaire).
- ◆ Les nappes turoniennes formées, essentiellement, de calcaire avec quelques alternances marneuses vers le sommet.
- ◆ Les nappes aquifères faiblement ou non renouvelables, dites fossiles (cas de l'Albien).
- ◆ Des grès plus ou moins consolidés du Barrémien dans la plaine de Ain Oussera, le plateau du Sersou, le syndical de Djelfa.

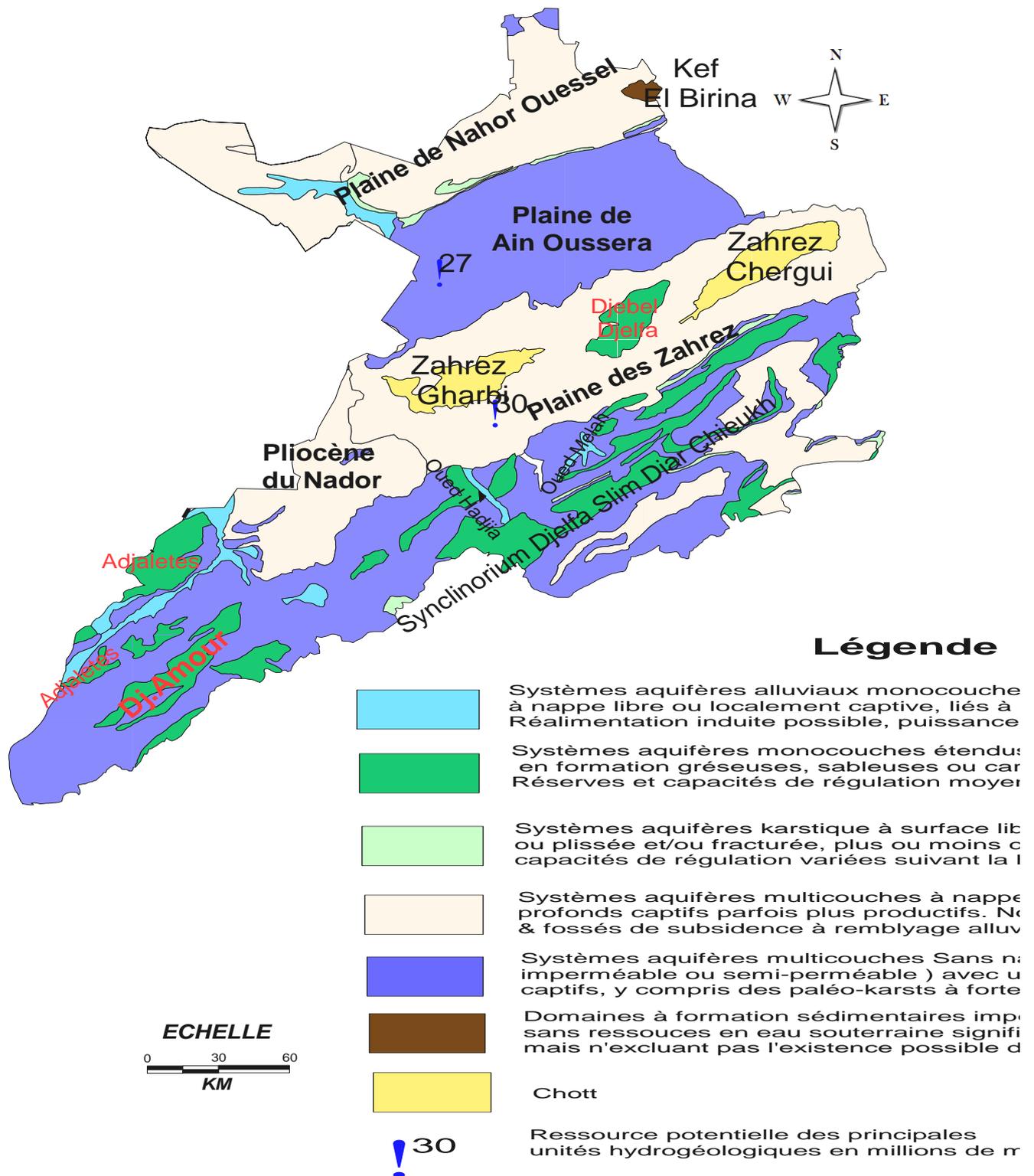


Figure N°45 : Ressources en eau souterraines de la sous-région 04 (Carte modifiée) - (ABHCZ, 2018)

A) La nappe aquifère des dépôts quaternaires

Les formations quaternaires sont constituées de graviers avec intercalations d'argiles, des éboulis de pente, des dunes et des alluvions. Leur épaisseur est variable selon les endroits, atteint une valeur maximale de 200 m dans le remplissage au sud des deux chotts de Zahrez, c'est une nappe de bonne qualité, en générale, mais à forte sensibilité à la pollution.

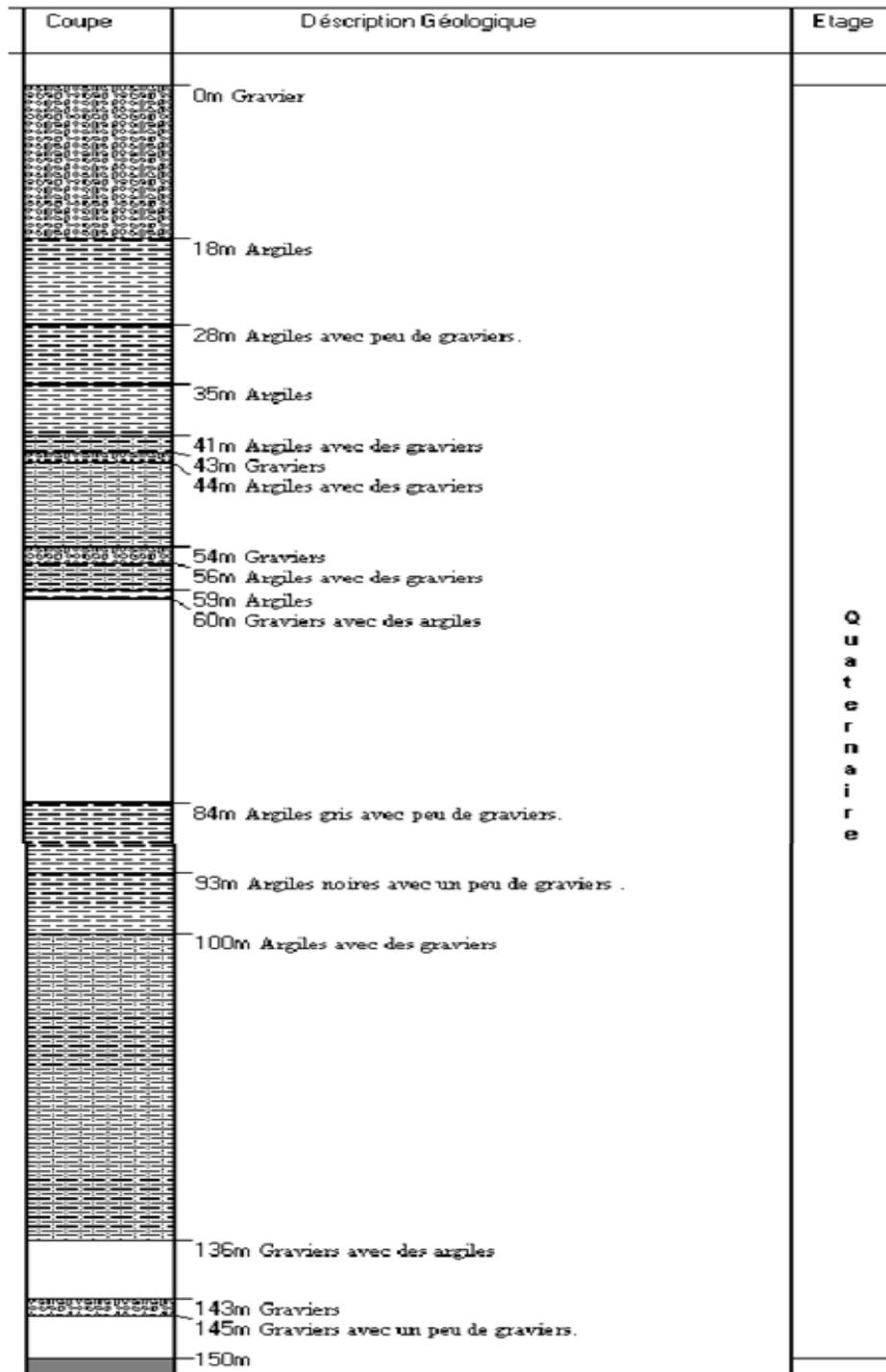


Figure N° 46 : Coupe lithologique du Forage Hassi Fdoul (ANRH, 2000)

L'alimentation de la nappe se fait par infiltration des pluies au travers de surfaces constituées par des alluvions mio - quaternaires.

B) La nappe des calcaires turoniens

Les calcaires turoniens massifs et fissurés en certains endroits forment un bon aquifère. Plusieurs forages captant cette formation donnent un débit important.

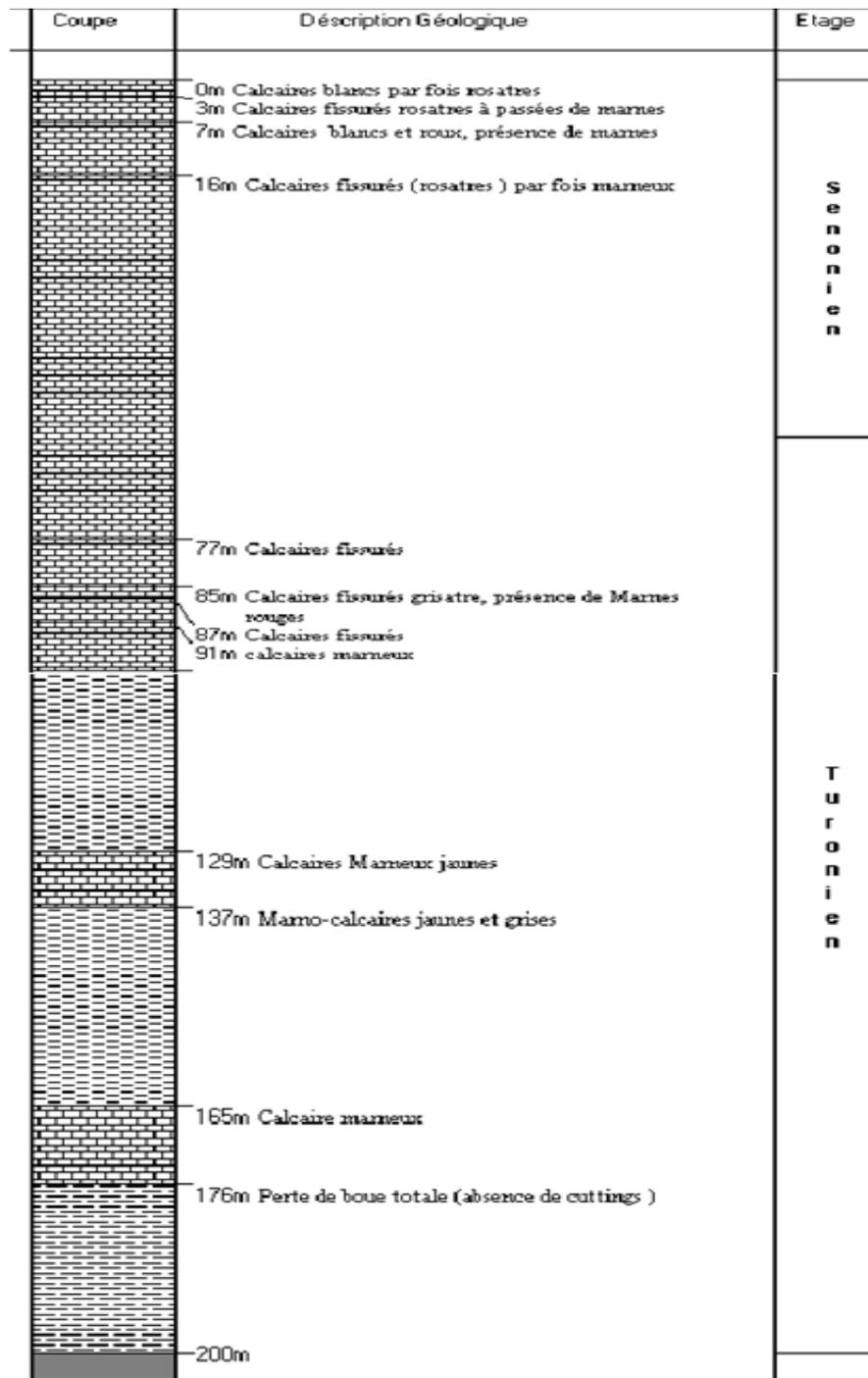


Figure N° 47 : Coupe lithologique du Forage Djelfa (ANRH, 2000)

C) La nappe des grès Albiens

Les grès albiens constituent le plus important aquifère dans cette région, où les forages atteignant cette formation donnent des débits importants.

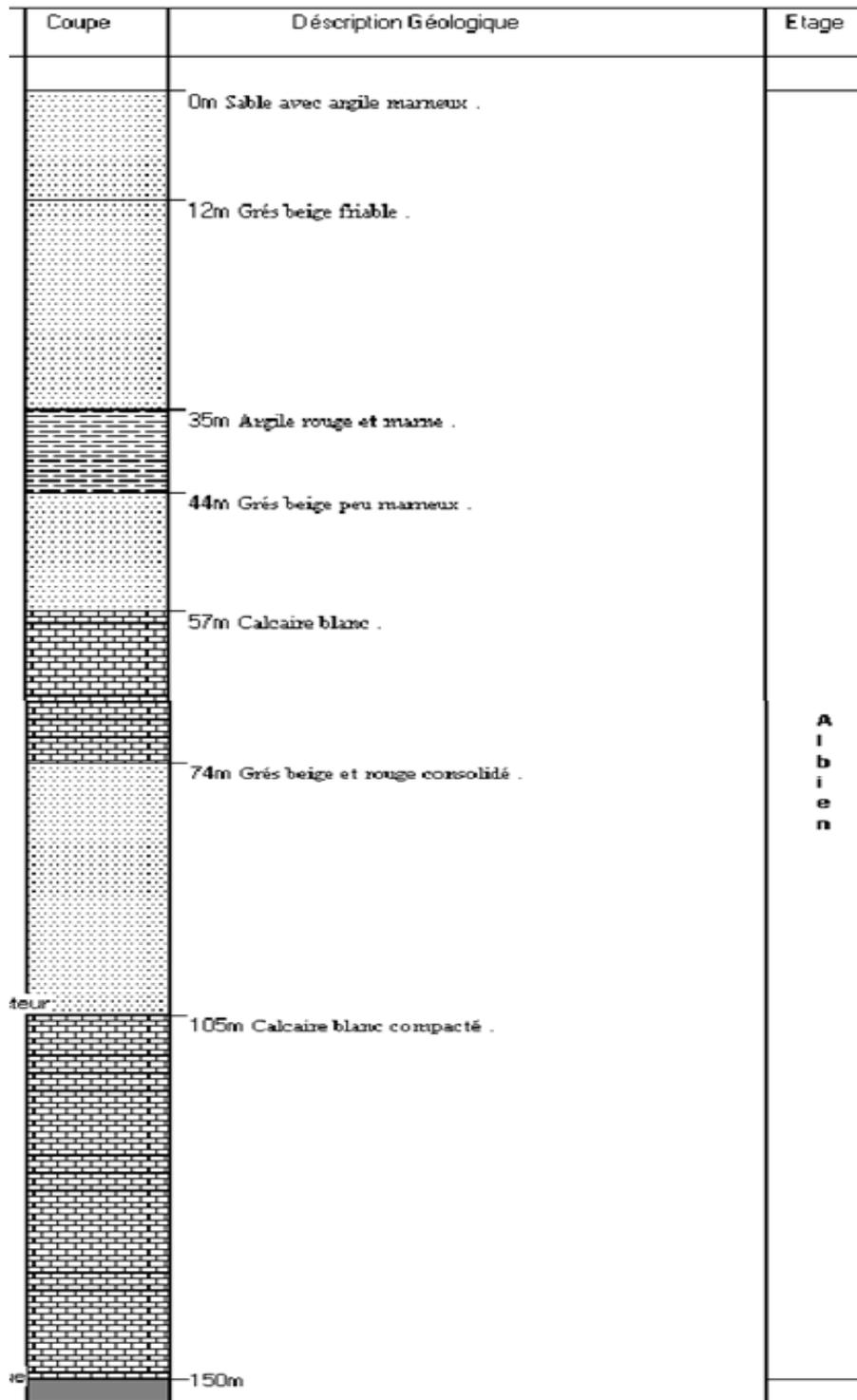


Figure N° 48 Coupe lithologique du Forage Guernini (ANRH,2000)

D) La nappe des grès barrémiens

Les grès barrémiens à stratifications entrecroisées peuvent constituer un bon aquifère, mais la présence de niveaux argileux réduit leurs transmissivités. Au Nord de Djelfa, deux forages captent cette formation.

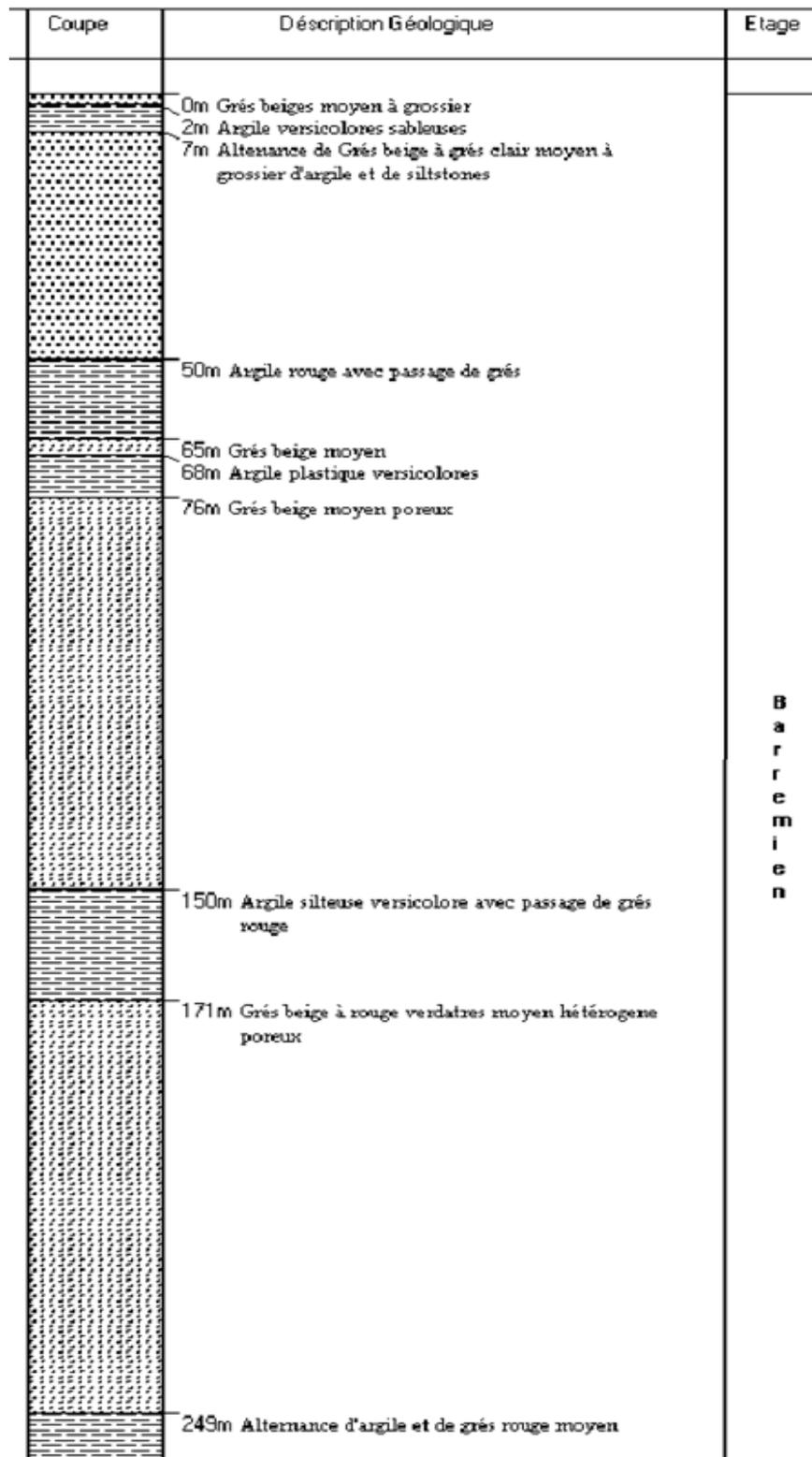
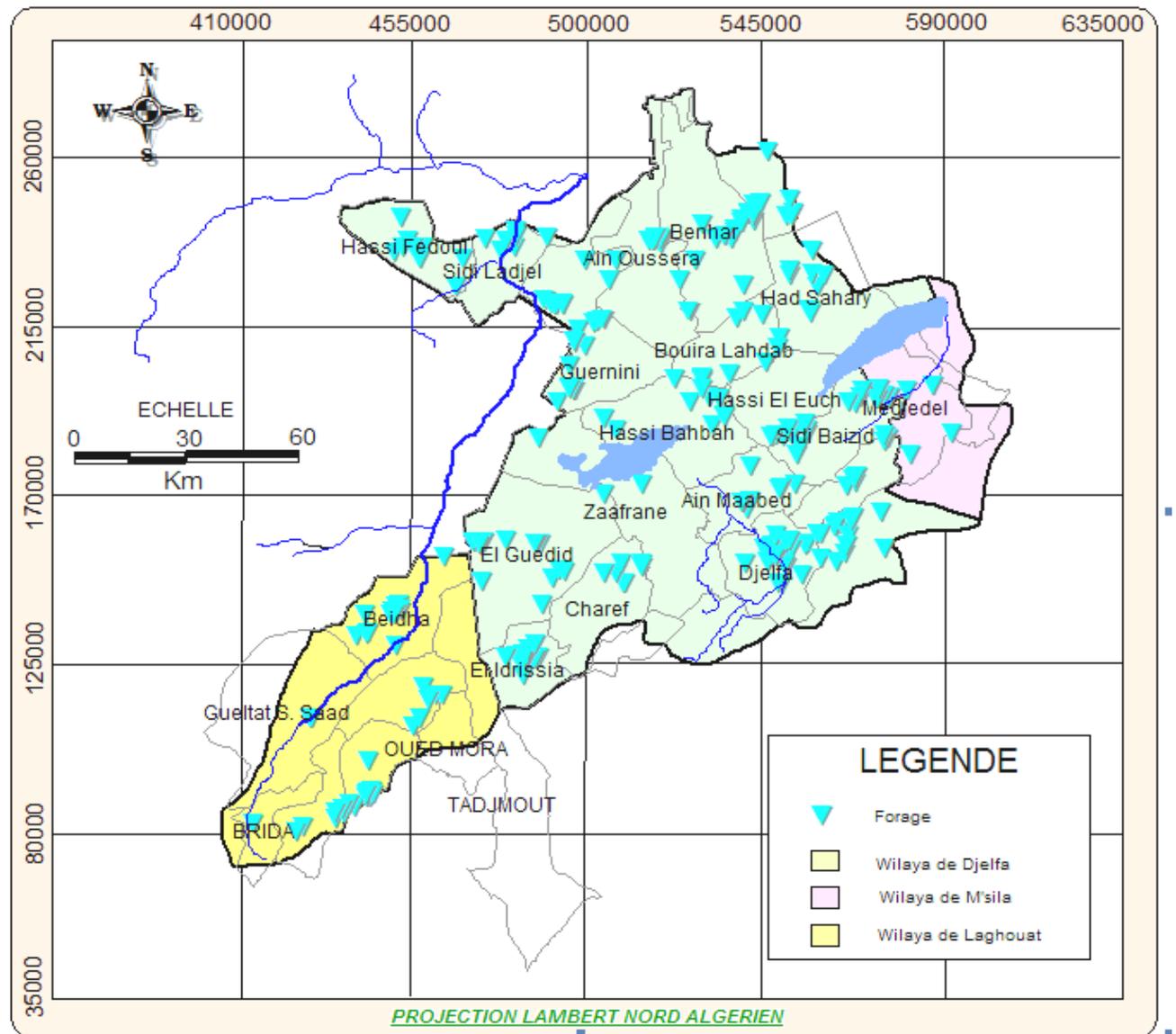


Figure N° 49 : Coupe lithologique du Forage Djelfa (ANRH, 2000)

Note : L'étude hydrogéologie du bassin Zahrez fournit une estimation de la ressource de 70hm³/an. Une étude plus récente fournit une estimation de 30 hm³/an. Ce dernier volume sera retenu à titre conservatoire.

E) Forages



fiée

F) Sources

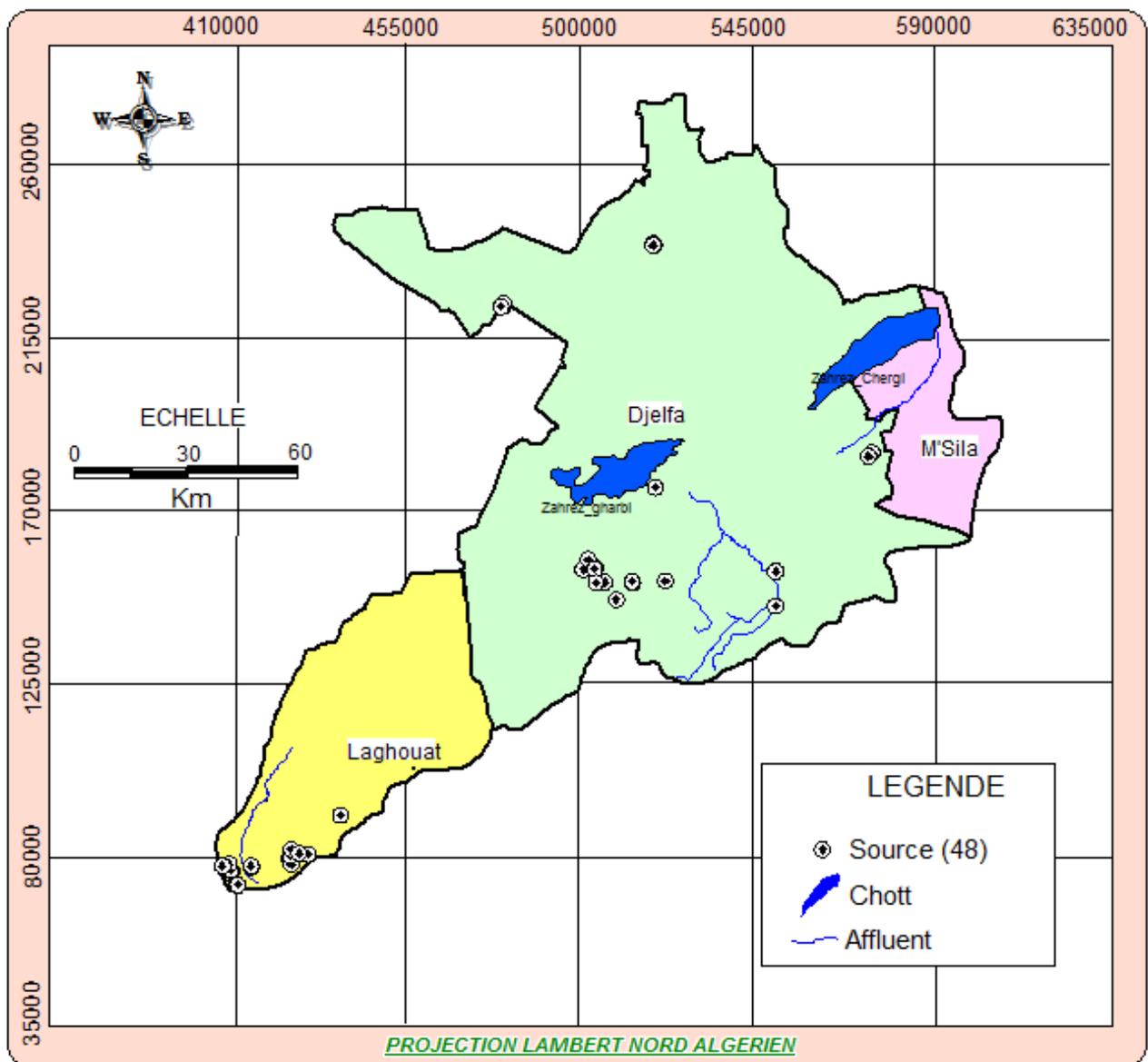


Figure N° 51 : Sources de la sous région 04 (ANRH, 2000) – Carte modifiée

G) Liste des piézomètres

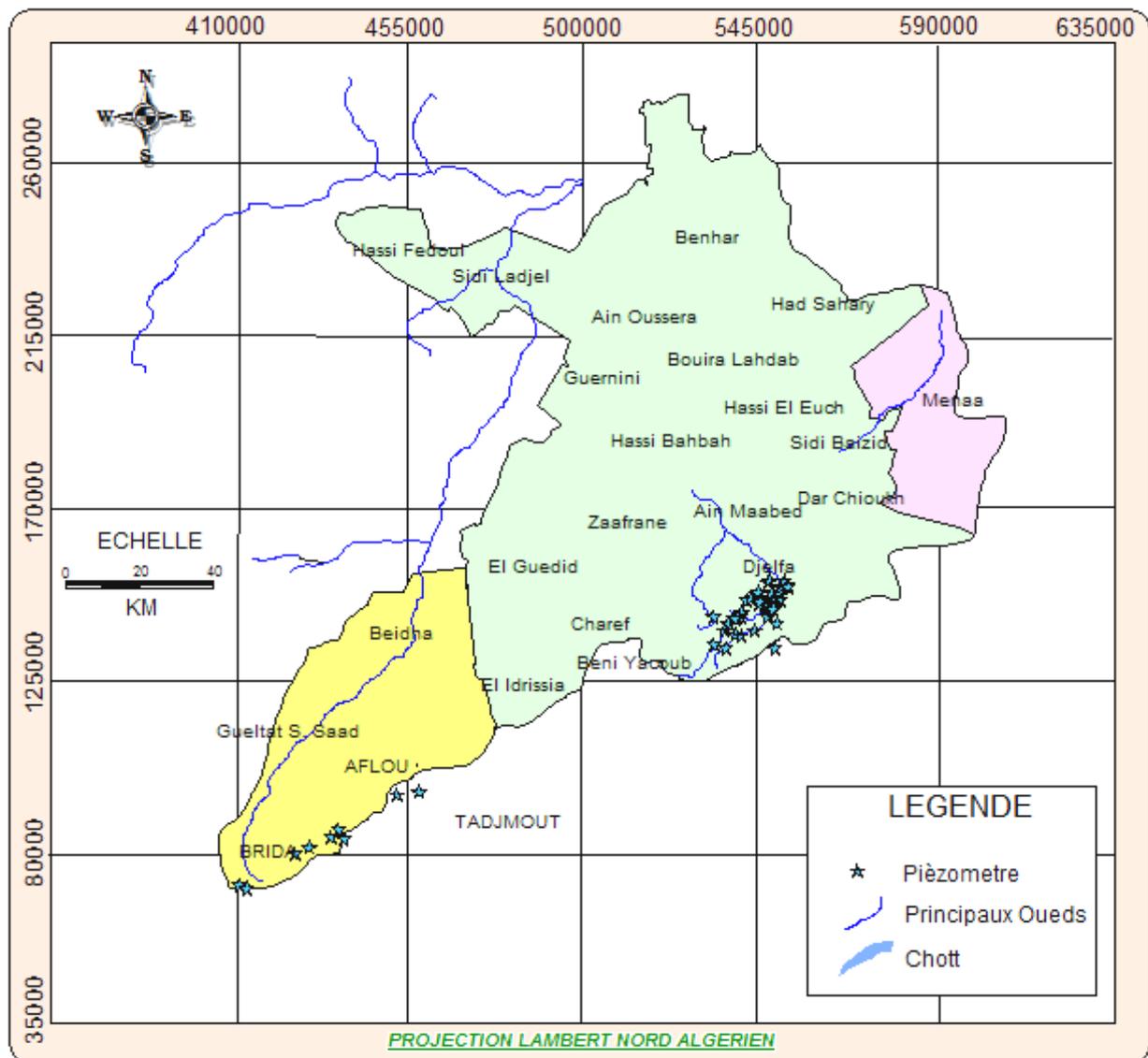


Figure N° 52 : piézomètres implantés dans la région d'étude. (ANRH, 2000) (Carte modifiée)

7-3- Ressources superficielles de la région hydrographique (L'eau superficielle)

Dans l'aire géographique que couvre notre bassin s'inscrit Oued Cheliff, le plus long cours d'eau de notre pays en plus d'un réseau hydrographique de 6 500 Km ; tous deux, ils façonnent le paysage de cette région et drainent les eaux de surface du bassin.

Les apports totaux du bassin Cheliff Zahrez, sont estimés à 1 227 Hm³. Mais les apports aux barrages, ne dépassent guère la valeur de 870 Hm³.

Les eaux de surface ne sont pas toutes exploitables du fait de l'irrégularité interannuelle très prononcée des écoulements. De plus la mobilisation des écoulements est liée à l'existence de sites de barrages fiables techniquement, acceptables économiquement et sans préjudice grave sur l'environnement et que tous les apports d'un bassin ne vont pas vers le barrage (ABHCZ, 2018).

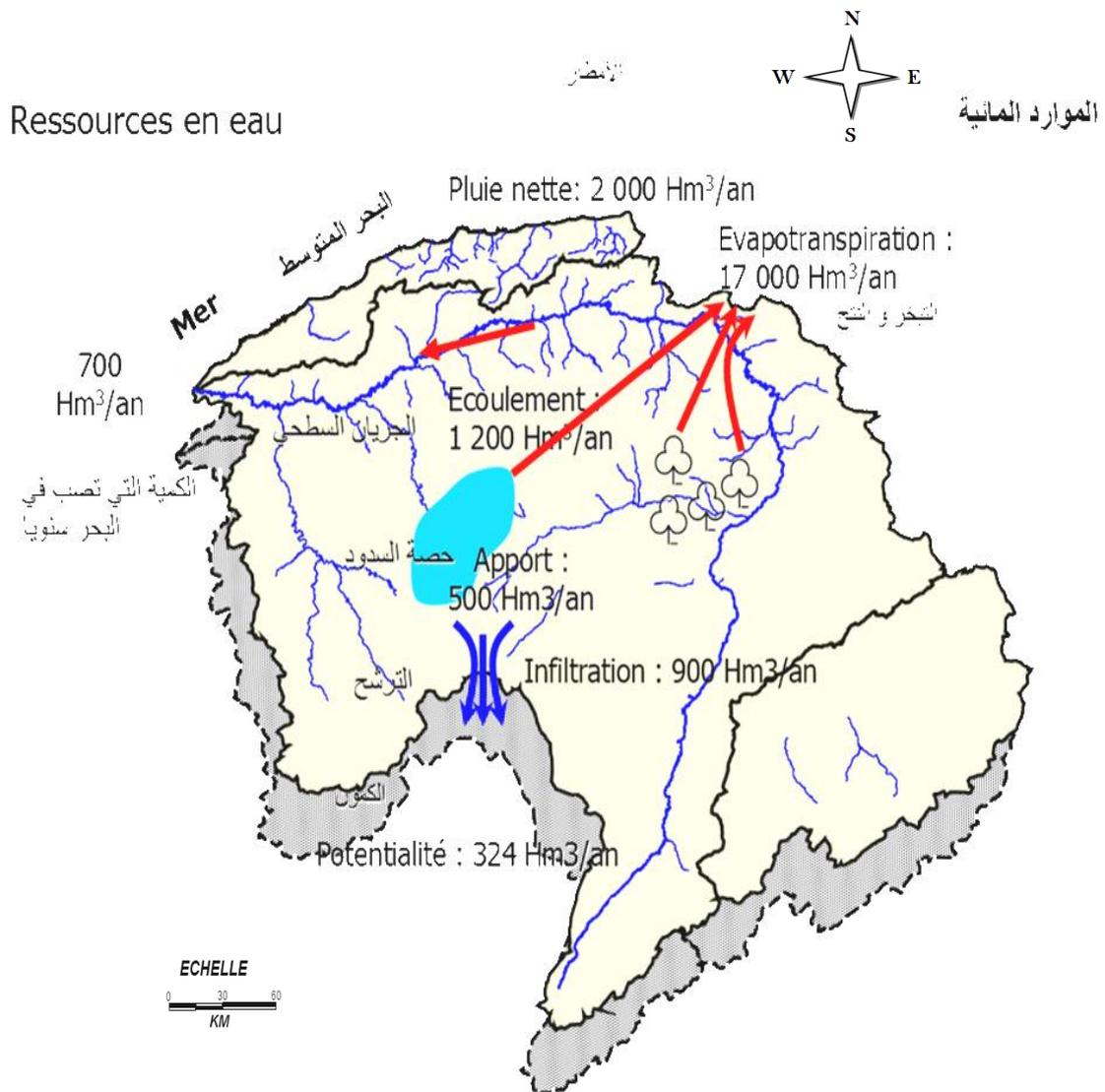


Figure N° 53 : Ressources superficielles en eau (ABHCZ, 2018) – Carte modifiée



Figure N° 54 : les barrages de la RHCZ– Carte modifiée. (ABHCZ, 2018)

a) Potentialités de la région zahrez

Les potentialités en eau superficielle de la région Zahrez sont illustrés niveau du tableau N° 20.

Tableau N°20 : Potentialité en eau superficielle du bassin Zahrez (ANRH, 2009)

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport Période globale (Hm ³ /an)	Apport Période sèche (Hm ³ /an)	Taux de réduction en %
07	Zahrez	9 102	110	77	30

b) Les mobilisations

Dix huit (18) barrages sont en exploitation dans la RHCZ : 17 dans le bassin du Cheliff et 1 dans le bassin du Côtier Dahra (Kramis).

Leur capacité initiale totale est de 2 320 Hm³. Avec un taux d'envasement qui varie de 3 à 59 %, leur capacité au dernier levé a totalisé 1 759,58 Hm³. Le volume d'eau total emmagasiné à la date du 31/01/2014, dans les retenues de ces barrages est de 1 175.21 Hm³. Le volume régularisable est le volume annuel maximum que l'on peut mobiliser à un endroit spécifique par la régularisation des débits historiques par un réservoir d'une dimension donnée. Cette définition implique que le volume régularisable peut changer au fur et à mesure que les débits historiques deviennent disponibles.

D'après le **PNE (2010)**, le volume régularisable total des 18 barrages en exploitation, est de 512.30 Hm³/an destinés à l'AEP et 730.50 Hm³/an pour l'irrigation. (**ABHCZ, 2018**).

7-4- Ressources superficielles de la sous région 04 (Zahrez)**7-4-1-La Pluviométrie**

La sous région 04 correspond à un minimum de pluviométrie au voisin de 200mm, elle est équipée par un réseau pluviométrique de 21 postes plus 06 pluviographes.

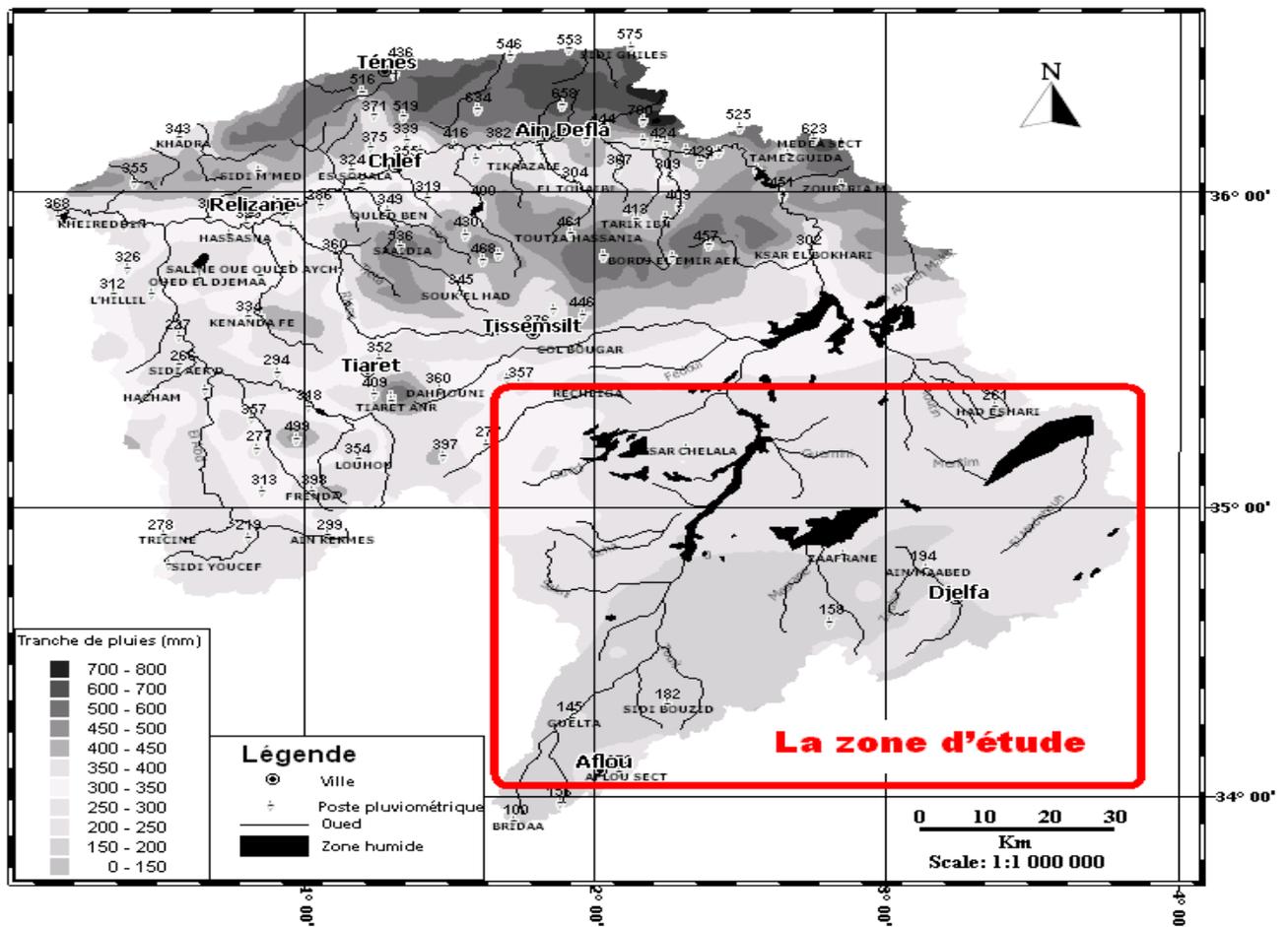


Figure N° 55 : La Pluviométrie de la zone de Zahrez Carte modifiée (yearly-middle-precipitation-period, 2001)

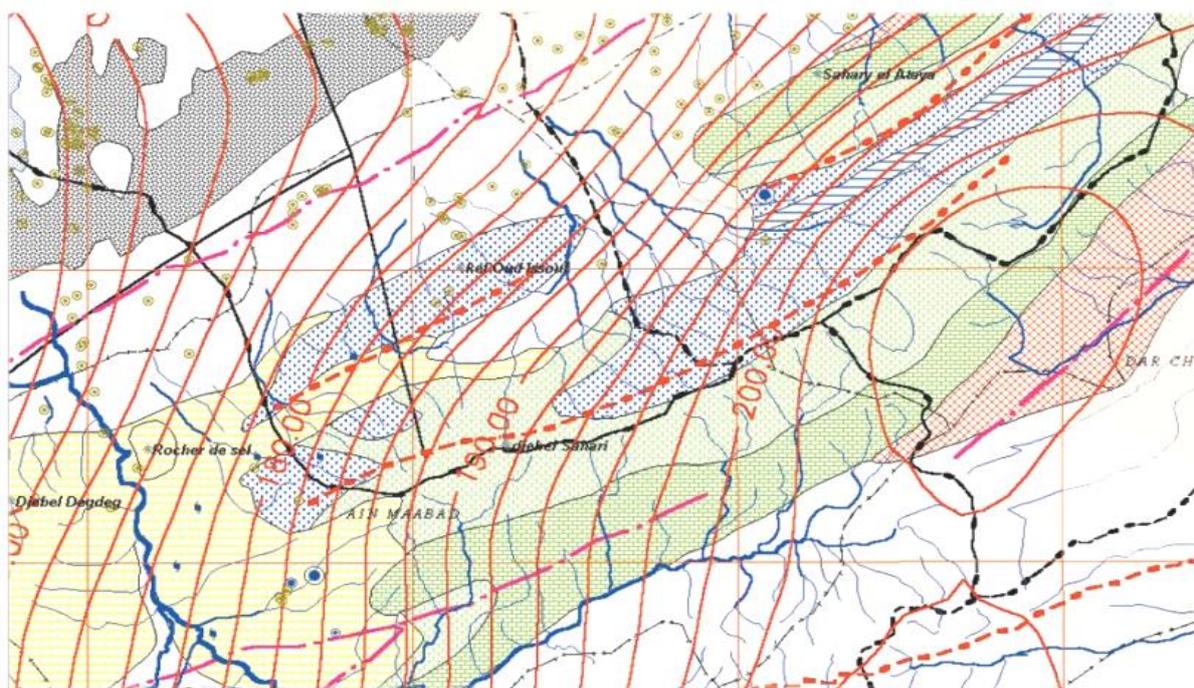


Figure N° 56 : Carte pluviométrique du bassin des Zahrez (Geosystem-Consult ,2018)

Carte modifiée

7-4-2-Hydrrométrie

Les cinq (05) stations hydrométriques existantes dans la région disposent plus de vingt cinq (25) ans d'observations et comptent plusieurs lacunes.

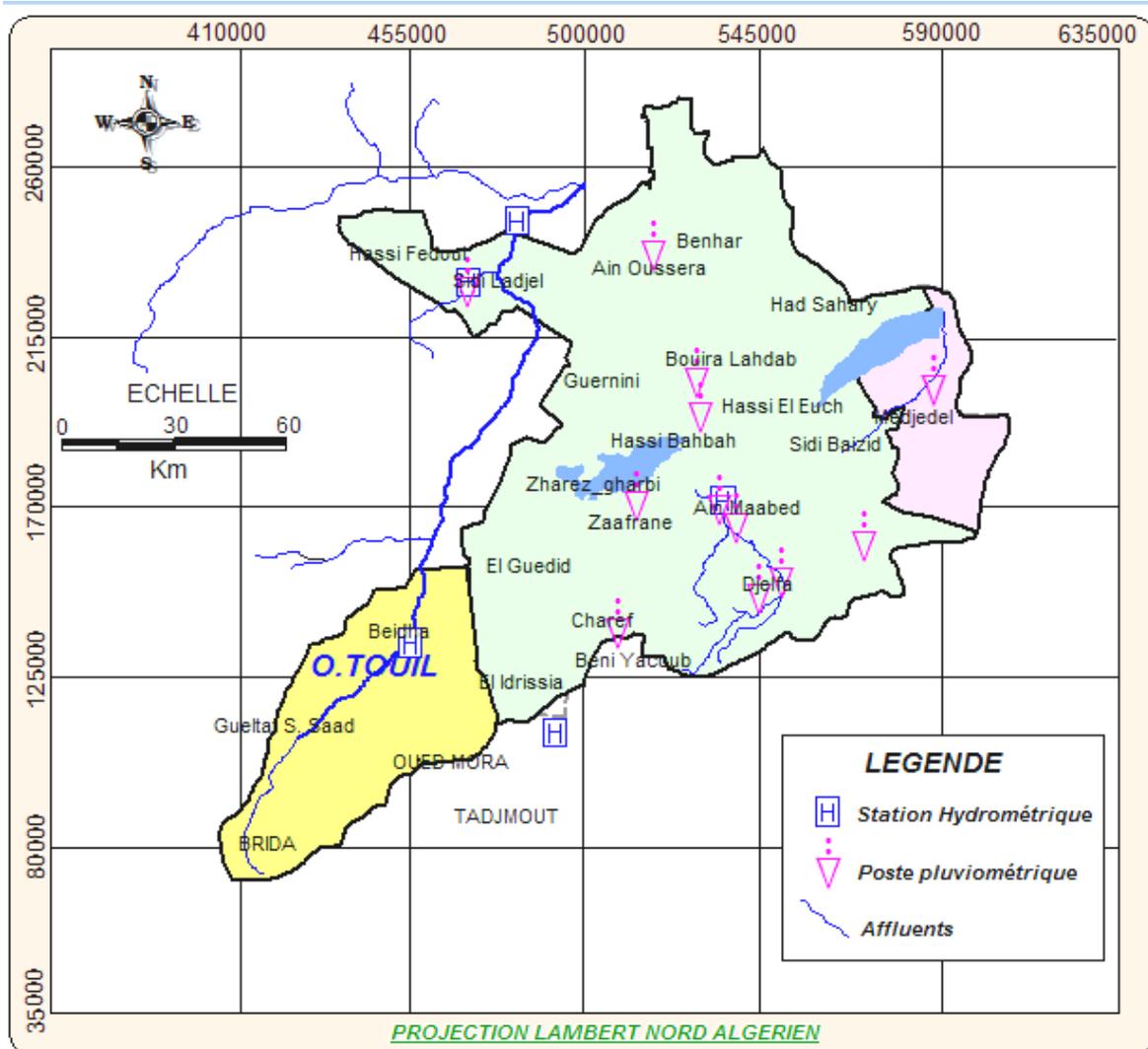


Figure N° 57 : Stations de mesures (ANRH, 2000) Carte modifiée

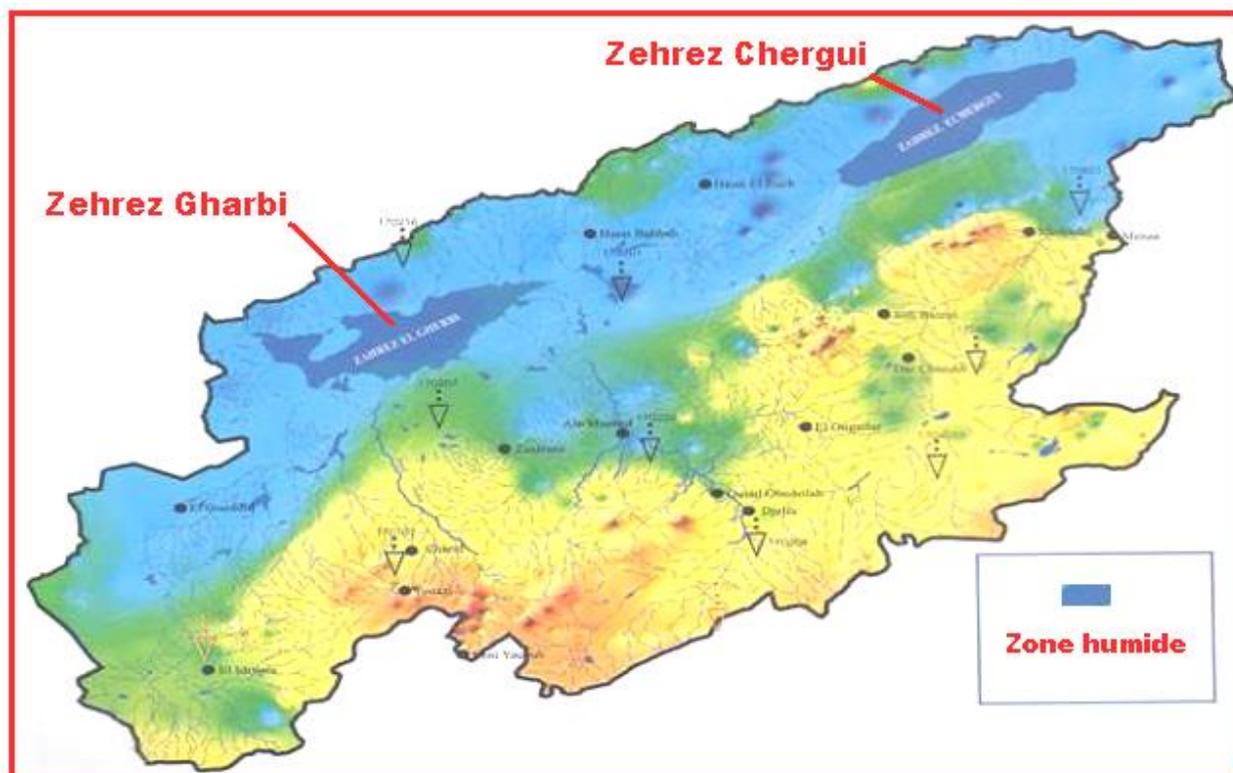


Figure N° 58: Position des postes pluviométriques utilisés. (ANRH, 2010) – Carte modifiée

Le bassin du Zahrez est équipé d'un réseau pluviométrique de 10 poste pluviométriques, sont en service appartenant à l'ANRH.

Dans cette région, le climat semi-aride est particulièrement développé et l'espacement des isohyètes est très important. C'est là où l'effet de la latitude est très sensible : les perturbations cycloniques arrivent appauvrie en vapeur d'eau. Suite à leur passage sur l'écran montagneux du tell. La principale remarque qui découle a trait à la diminution générale des précipitations : 128.7 mm à la station de Ain Mouilah , commune de Dar Chioukh et 121.5 mm à la station de Goutaya , commune de Guernini wilaya de Djelfa.

Tableau N° 21 : Précipitations moyennes mensuelles et la moyenne annuelle (1960-2011)

N°	Station	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1	Charef	23.2	21.8	12.6	16.3	21.2	16.5	19.6	22.2	10.7	8.4	3.3	9.7	185.7
2	Rocher sel	18.8	17.5	16.0	11.1	16.9	15.6	13.6	20.9	19.1	7.2	3.2	4.5	164.2
3	Ain Maabed	28.4	18.6	23.6	15.0	21.1	17.0	20.9	20.6	22.6	5.7	2.4	11.1	207.0
4	Zaafrane	22.0	21.0	18.8	13.7	22.8	15.5	20.6	26.0	27.3	11.0	6.5	14.0	219.0
5	Gotaya	9.4	6.8	5.8	13.3	13.3	12.0	16.9	20.1	16.7	3.1	2.3	1.6	121.5
6	Ain Mouilah	18.4	12.0	6.9	11.6	14.4	10.9	14.9	15.6	10.6	5.1	3.5	4.9	128.7
7	Draa Larara	15.7	12.4	12.5	10.8	15.2	10.3	10.8	16.5	19.3	7.7	3.0	4.2	138.4
8	Dar Chioukh	21.4	18.0	17.6	20.8	24.5	15.0	20.3	23.4	22.7	10.6	1.9	5.3	201.4
9	Djelfa	25.3	19.9	21.1	15.0	23.3	16.8	26.2	23.4	21.5	12.8	4.4	12.5	222.2
10	Mergueb B/haffaf	21.5	16.6	19.8	15.0	23.4	17.8	18.9	14.9	19.3	9.9	5.6	8.4	190.9

7-4-3-Réseau hydro pluviométrique

Le bassin Zahrez est équipé d'un réseau hydro pluviométrique, **10** postes pluviométriques et **03** postes pluviographiques géré par l'Agence nationale des ressources hydraulique (**ANRH W. Djelfa**), Les chroniques pluviométriques ont permis d'analyser les précipitations moyennes mensuelles depuis les années 60 jusqu'à 2012. Elles sont issues des 10 stations indiquées au tableau suivant.

Tableau N°22 : Caractéristique des stations pluviométriques et pluviographiques de la zone d'étude

N°	Code	STATION	X	Y	Z	Postes pluviométriques	Postes pluviographiques
1	170102	CHAREF	509.50	147.25	1200	x	
2	170201	ROCHET DE SEL	533.65	174.65	1020	x	
3	170204	AIN MAABED	539.60	167.40	1040	x	
4	170207	ZAAFRANE	514.45	172.15	854	x	
5	170216	GOUTTAYA	509.20	139.50	1280	x	
6	170401	AIN MOUILEH	572.00	162.50	1117	x	
7	170501	MEDJEDEL	590.10	203.60	875	x	
8	170503	DAR ECHIOUKH	572.00	178.00	1100	x	x
9	170208	Djelfa	551.00	153.00	1160	x	x
10	170209	MERGUEB B/ HAFFAF	545.35	148.55	1230	x	x

7-4-4-Alimentation en eau potable et assainissement

a- Alimentation en eau potable

La région compte dix-neuf (19) communes de la wilaya de Djelfa, (08) huit communes de Laghouat, et (02) deux communes de M'sila soit une population de 661025 habitants (2000) dotée d'un réseau de distribution totalisant un linéaire de 870342 ml, et disposant d'un potentiel de stockage de 518400 m³.

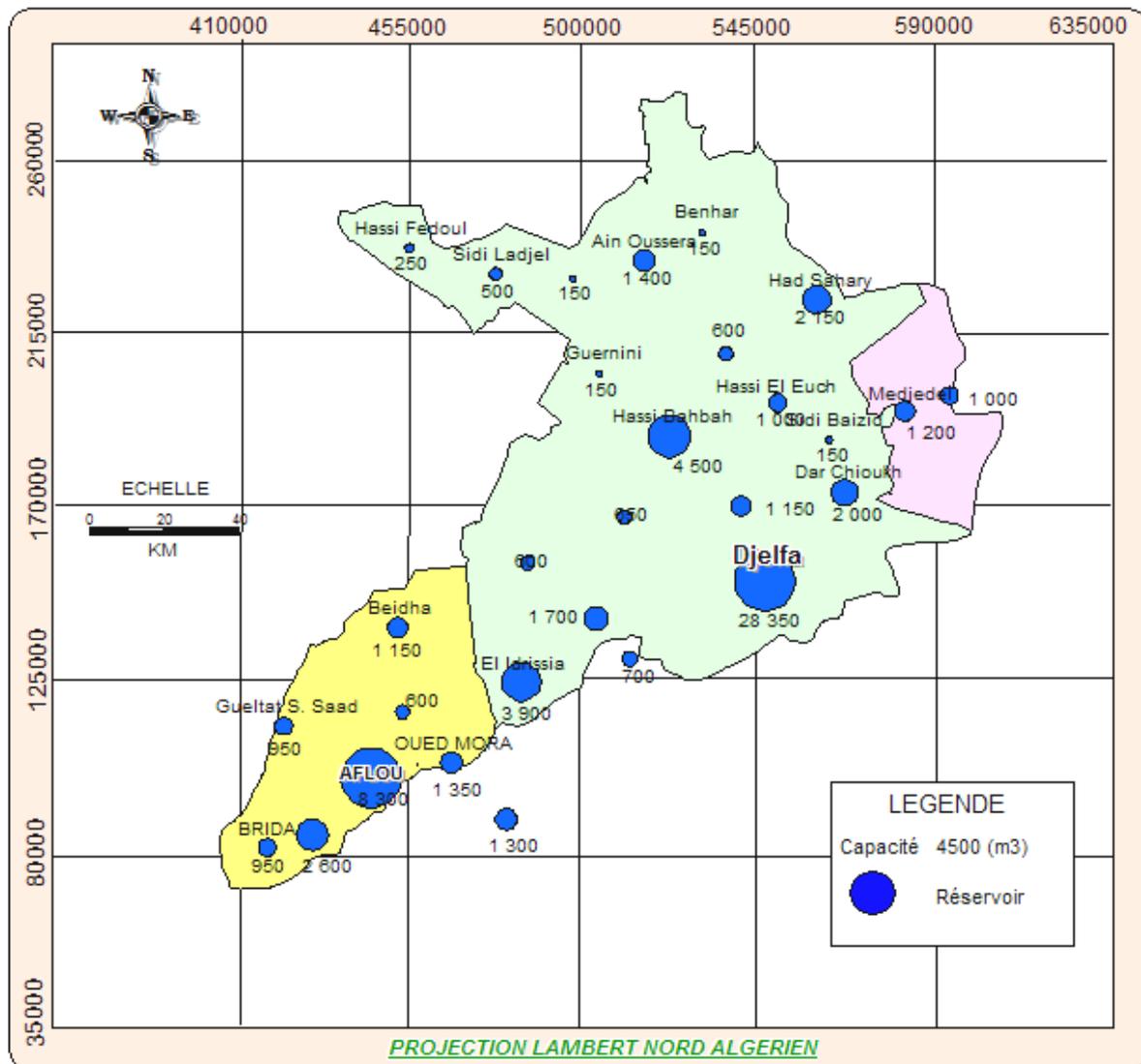


Figure N° 59 : Les réservoirs de stockage (ANRH,2000) – Carte modifiée

Pour la totalité de ces communes, le volume produit annuellement est de 56.73 Hm³/an, ce qui correspond à une dotation réelle moyenne de 330.074 L/j/hab.

b- Assainissement

La sous région 04 dispose d'un réseau d'assainissement de type unitaire, avec un taux de raccordement de 69.51% soit, une longueur linéaire totale d'assainissement de 798690 ml.

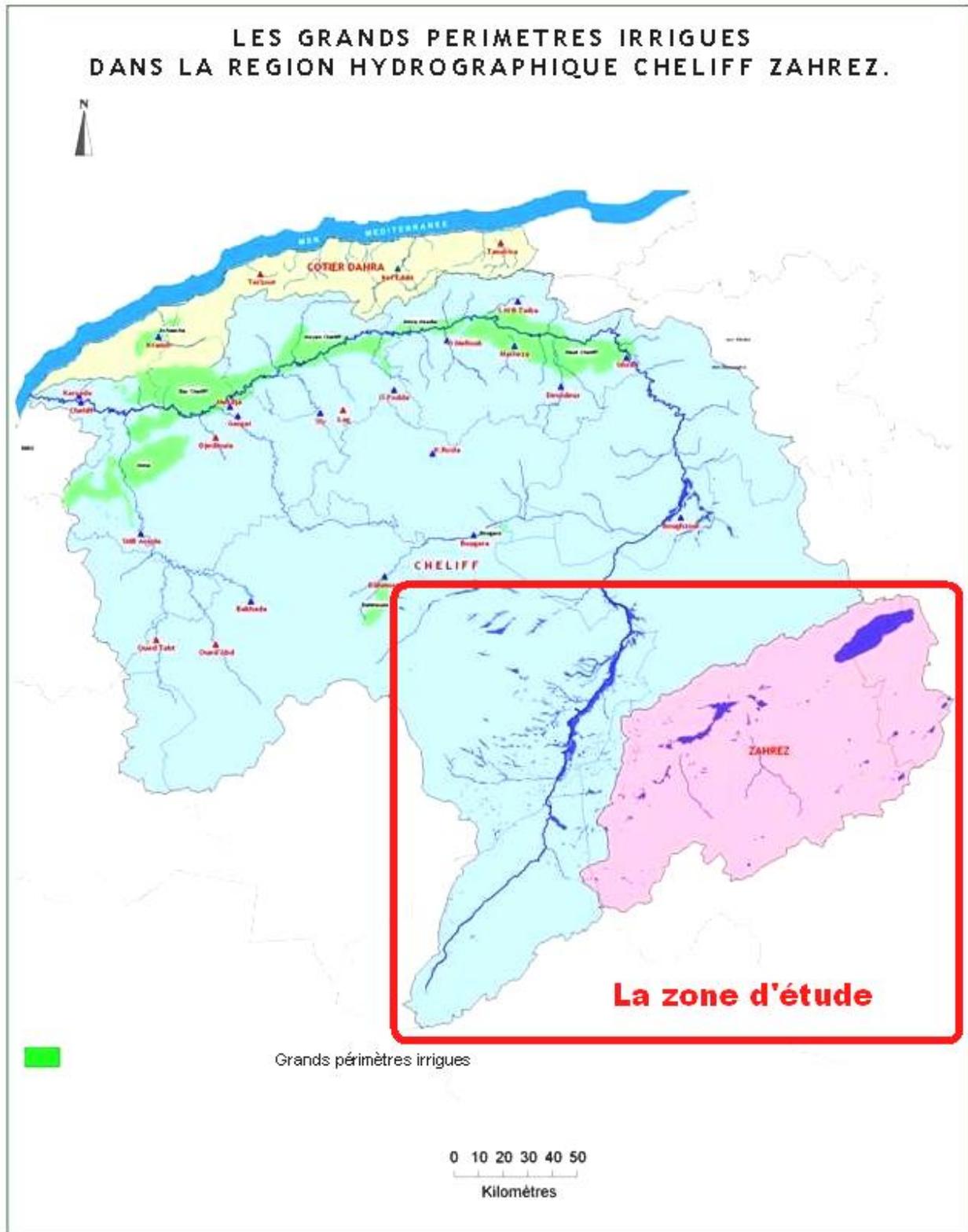


Figure N° 60 : les périmètres irrigués (ABHCZ, 2018) – Carte modifiée

c-L'eau agricole de la région hydrographique

Le secteur agricole est le plus gros consommateur d'eau dans la RHCZ qui est à vocation essentiellement agricole. L'hydro-agricole est fortement présente notamment dans la vallée du Cheliff

d-Irrigation de la sous-région 04 (Zahrez)

-Petite et moyenne hydraulique : DSA (Djelfa, Laghouat, et M'sila)

Les périmètres irrigués de la sous région 04 concernant les périmètres de la petite et moyenne hydraulique (PMH) dont la mise en valeur datent de plusieurs décennies, présentent le plus de potentialité du point de vue production agricole.

Les périmètres estimés irrigables sont de 17659.29 ha en PMH sur l'ensemble de la région, 2127.70 ha, seulement, sont effectivement irrigués actuellement à terme.

Tableau N°23 : Répartition des périmètres de la petite et moyenne hydraulique

DESIGNATION	DJELFA	LAGHOUAT	M'SILA
Surface irrigable (Ha)	15427.79	1665.5	566
Surface irriguée (Ha)	1315	533.7	279
Type de Culture	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Maraîchages – Fruitière ◆ Céréales ◆ Palmiers 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fruitière ◆ Céréales ◆ Maraîchages ◆ Fourrage 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fruitière ◆ Céréales ◆ Maraîchages
Ressources en eaux	➤ FORAGES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retenue colinéaire ➤ Forages 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forages ➤ Oued
Volume Alloué (HM3/an)	78.30	-	-
Volume Distribuer (HM3/an)	6.52	-	-
Mode d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pivots ◆ Aspersion 	◆ Gravitaire	◆ Submersion

L'évolution de la demande en eau dans cette région est évaluée à 36 HM³/AN jusqu'à l'horizon 2020.

8-Industrie

Le tissu industriel de la wilaya de Djelfa est concentré surtout dans la commune de Djelfa, et la commune de Ben nhar, totalisant de dix (10) types d'industrie.

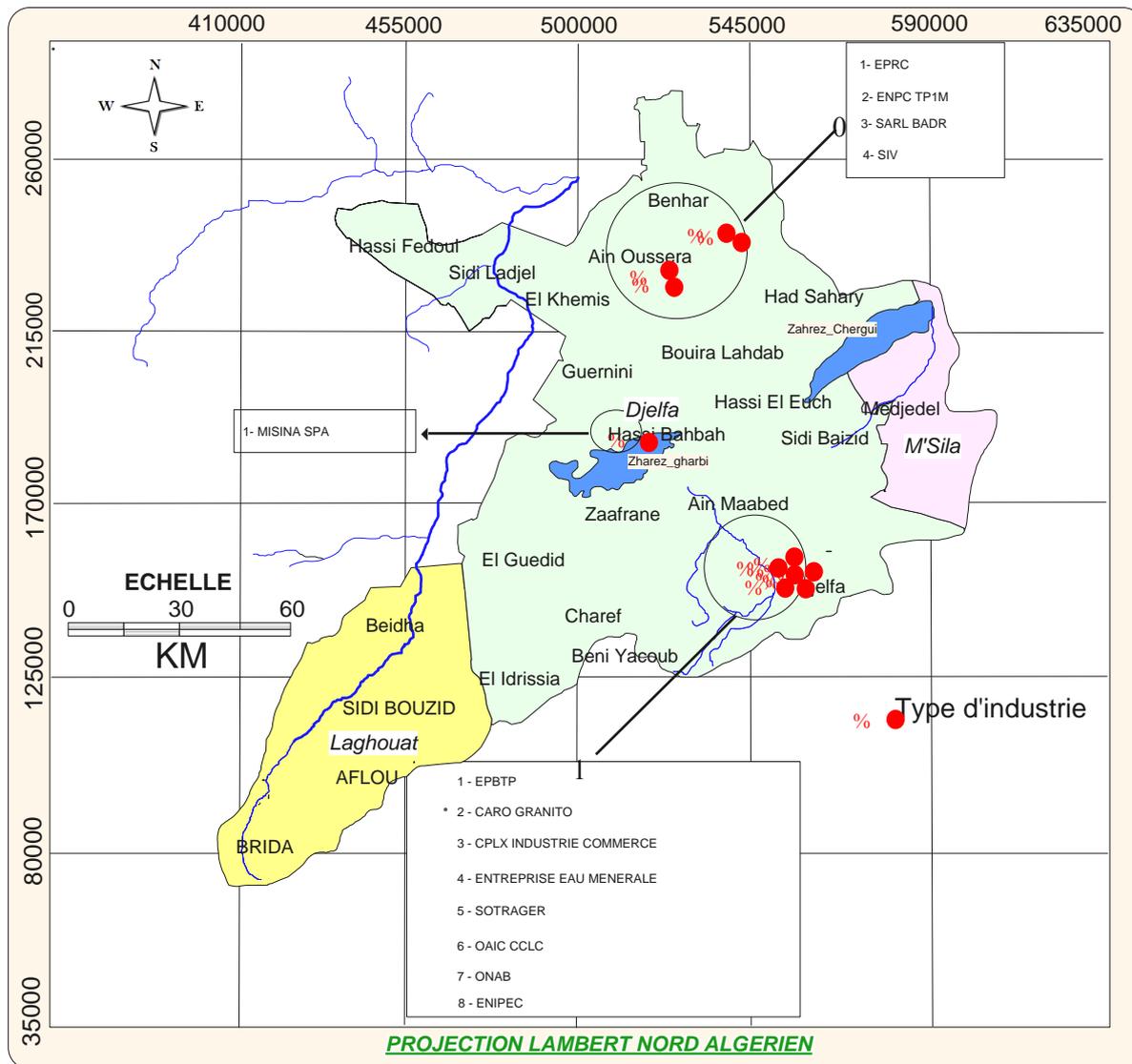


Figure N° 61 : les unités industrielles (ANRH, 2000) – Carte modifiée

9-Source de pollution

Les trois sources de pollution existant dans la région sont :

- Les décharges publiques.
- Les rejets industriels.
- Les rejets domestiques.

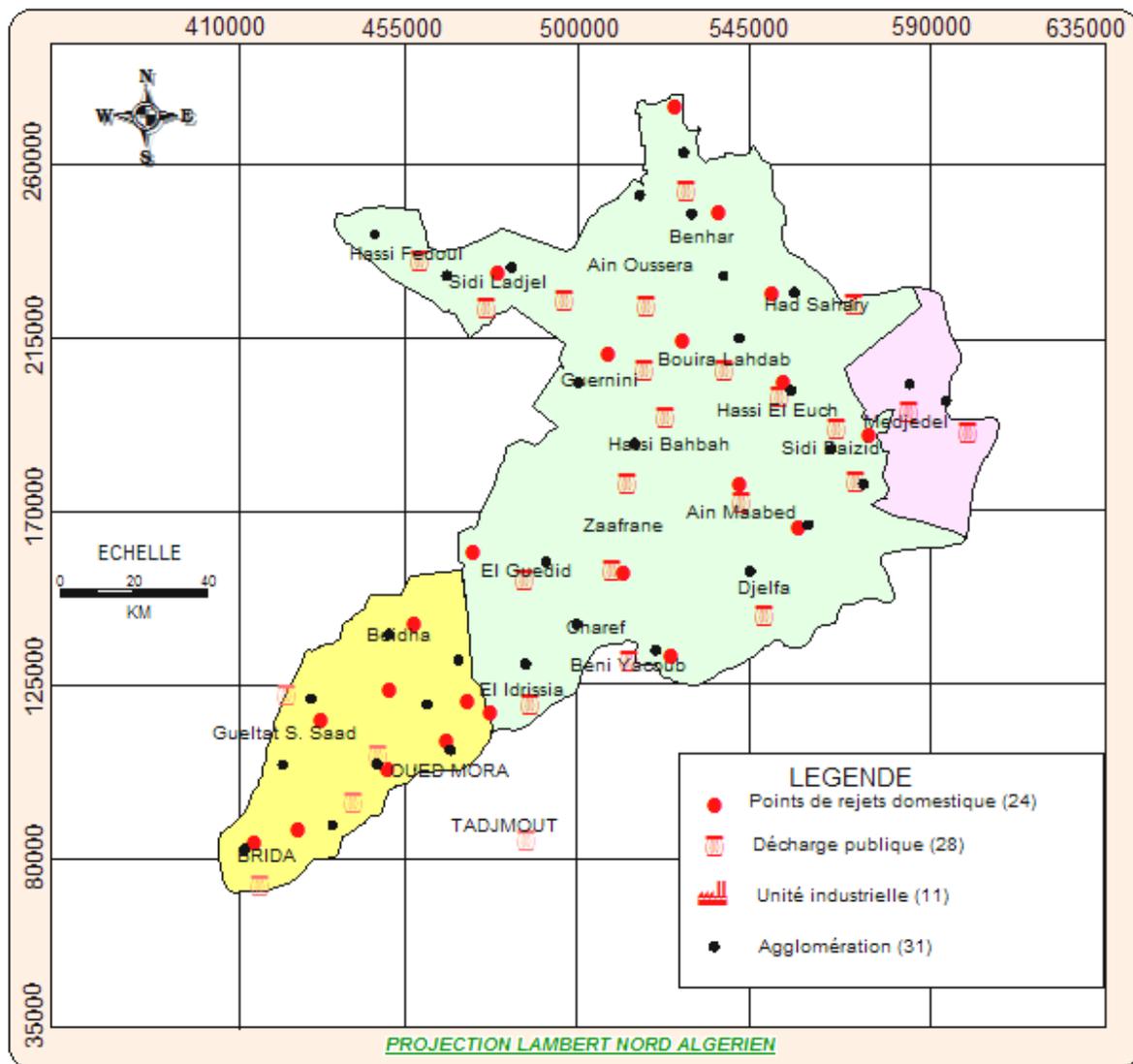


Figure N° 62 : Les sources de pollution de la région 04 (ANRH, 2000) – Carte modifiée

Conclusion

D'après l'étude, il ressort que la zone humide de Zahrez a les caractéristiques suivantes :

- Une formation géologique riche en sels ;
- Des eaux souterraines et superficielles minéralisées ;
- Une pluviosité très faible et irrégulière ;
- Des températures moyennes élevées et une sécheresse estivale ;
- Une évaporation intense ;

Tous ces facteurs déterminent une forte aridité et participent, en partie, à la formation des sols à caractère salin.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Localisées à la porte du Sahara au centre des hauts plateaux algérien (w. Djelfa), Zahrez Chergui et de Zahrez Gharbi. Ces deux zones humides possèdent actuellement des ressources hydriques relativement limitées, à savoir uniquement la remontée des eaux souterraines en période pluvieuse. D'ailleurs la région a changé d'étage bioclimatique, du semi-aride dans les années 1930, elle est passée à l'aride au début 21^{ème} siècle.

Au niveau du Zahrez : Les sols entourant le site, peu salés à salés, sont alcalins à structures dégradées, argileux, plus ou moins hydromorphes. Le pH basique est de 8.5 la conductivité moyenne varie entre 0,75 et 8,3 et la composition des sels est souvent dominée par ceux sulfatés et d'autres chlorurés. La salinité très excessive dans les bordures de sebkha ($5 < CE < 20$ mmhos/cm), après quelques mètres des écarts sur les transects, nous observons les graduations de salinité diminuent jusqu'à ($CE = 0,75$ mmhos/cm) et la présentation des individus dans la couverture des végétaux halophiles en général.

A l'issue de notre travail, dont on a mis en évidence l'importance des zones humides et leur intérêt dans l'environnement. On a présenté aussi la richesse et la diversité faunistique, floristique et écologique.

Les premiers résultats obtenus montrent que la diversité et l'abondance des oiseaux d'eau dépendent largement des fluctuations et de la répartition du niveau de l'eau. Dans ce cadre, la richesse de Zahrez Chergui paraît beaucoup plus faible que celle de Zahrez Gharbi. La première zone humide était quasi à sec au moment de l'étude. Dans le cadre de cette étude, le rôle des oiseaux d'eau dans le fonctionnement de ces deux zones humides continentales est établi grâce à l'étude de certaines chaînes et réseaux trophiques.

La liste exhaustive des espèces aviaires rencontrées au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui, ont composé de 31 espèces.

Quelques autres espèces fauniques rencontrées au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui, ont composé de mammifères, amphibiens, reptiles, invertébrés...etc

Des inventaires floristiques complets peuvent être réalisés dans les 4 transects A.B.C.D, Tous les 800 m. Sur ces parcelles, on estime le pourcentage des individus des espèces dominantes et abondantes, et le pourcentage de sol nu. On notera également dans chaque parcelle la présence de certaines espèces remarquables (pas suffisamment abondantes pour figurer parmi les dominantes mais dont la présence est informative, p.ex. petits plants de scirpes ou de roseau, espèces indicatrices de surpâturage, etc.).

La liste exhaustive des espèces floristiques rencontrées au niveau des Zahrez Gharbi et Chergui, surtout les espèces localisées dans les bordures de sebka, ont composé de 43 espèces.

Recommandations

- Les zones humides Zahrez Gharbi et Chergui constituent un paysage caractéristique du patrimoine naturel et culturel de cette région. Par ailleurs, ces ressources précieuses jouent un rôle nécessaire dans le maintien de l'équilibre écologique. Une attention particulière est très utile pour leur conservation, et pour assurer une durabilité des services qu'elles nous rendent.
- Un guide juridique (protection et gestion des espaces humides et aquatiques) contenant les textes législatifs et réglementaires commentés par la jurisprudence doit être mis en place.
- La bonne gestion des ressources en eau pour l'objectif de préserver les écosystèmes aquatiques et valoriser l'eau comme ressource économique.
- Une réglementation pour éviter l'incidence de projets locaux ou nationaux sur les zones humides.
- Gestion rationnelle des déchets liquides et solides et l'exigence des études d'impacts sur l'environnement avant la réalisation de tous types de projets.
- Aider les oiseaux à s'adapter aux changements climatiques afin de limiter l'impact des périodes de sécheresse prolongée pour ces oiseaux d'eau et de leur permettre de mieux se disperser au fur et à mesure que le climat change.
- Assurer la tranquillité nécessaire à la faune sauvage notamment les oiseaux dans un lieu très fréquenté par le public.
- Favoriser l'observation de la faune et de la flore avec le minimum d'impact sur celles-ci (sensibilisation à une conduite citoyenne respectueuse de l'environnement).
- Réglementer l'exercice des activités agricoles pastorales et forestières aux alentours des zones humides.
- Soumettre à un régime particulier : la pêche, les activités commerciales, l'extraction des matériaux non concessibles, l'utilisation d'eau, la circulation du public et toute action susceptible de nuire au développement naturel de la faune et de la flore dans le cœur de la zone humide.
- Le classement de ces zones selon leur importance.
- La création du réseau d'observateurs ornithologiques.
- L'élaboration des plans de gestion des zones humides classées sur la liste de Ramsar.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

- **ABHCZ. 2018.** Rapport sur Le Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau (PDARE), au niveau des régions hydrographiques, Agence de Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez .19 p
- Aidoud A. 1989.** Les écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse doct. État, Université des Sciences et Technologies H. Boumediène, Alger
- **Aidi Karim. 2014.** études des pluies et des intensités pluviales des zones semi aride (cas du Zahrez, bassin versant 17)
- **Allout Imen. 2013.** Mémoire de Magister : Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem – El Bouni -Annaba, Université Badji Mokhtar. Annaba.
- **ANRH. 2000.** Données pluviométrique, Pluviographiques, climatologique. Document interne et des bandes enregistrements des stations pluviographiques des bassins du Zahrez (l'ANRH. Djelfa. Algérie).
- **ANRH. 2009.** Etude générale des crues du Nord de l'Algérie a été réalisée par groupement de bureaux d'études : Stucky-Enhyd, Stucky France, et Avec la participation du Professeur J-P Lboede. En collaboration avec les services de l'ANRH.
- **ANRH.2010.** modelisation des grands aquiferes, etude de modelisation de 5 systemes d'aquiferes- bassin des Zahrez, Rapport finale Mares 2010 n° 1 340315.
- **Aubert .1983.** Observation sur les caractéristique, la dénomination et la classification des sols salés ou salsodiques ; Pp 73 - 78.
- Bagnouls F & Gaussen H. 1953.-** Saison sèche et indice xéothermique. Doc. Cart. Prod. Veg. Ser. Gen., II, 1, art. VIII, Toulouse. 47p+1 carte.
- **Bahi kheira. 2012.** Contribution à l'étude phytoécologique de la zone humide de la région d'oran p 06.
- Barnaud. G. 2000.** Du sauvetage d'espèces et de milieux prestigieux à la restauration de fonctions et de valeurs. Pages 329-349 in Fonctions et valeurs des zones humides, Fustec, E. & Lefeuvre, J.C. (eds). Dunod, Paris.
- **Bédard Y.1982.** Recommandations relatives à l'implantation d'un système d'information sur le territoire pour des fins de gestion municipale. Thèse de maîtrise, université de Laval. Québec.
- **Benrbiha A. 1984.** Aménagement pastoral de la région de Charef wilaya de Djelfa, thèse ingénieur en agronomie. I.N.A, 100 p. A. (1975-1976)
- **Bensizeraraa D, Chenchouni H, Si Bachir A.K et Houhamdi M. (2013).** Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. Avian Biology Research 6 (1), 2013.

- **Blondel J. 1975.** Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I ; La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). Terre et Vie, 29: 533-589.
- **Boumezbeur A. et Ben Hadj M., 2002 a.** Fiche descriptive sur les zones humides RAMSAR. Le chott de Zahrez Gharbi. Direction Générale des Forêts. 17p.
- **Boumezbeur A et Ben Hadj M. 2002b.** Fiche descriptive sur les zones humides RAMSAR. Le chott de Zahrez Chergui. Direction Générale des Forêts. 16p.
- **Bouragba M.L et Djouklafi A. 2008.** Etude systématique et écologique des Arthropodes du Zahrez Gharbi (Djelfa), Mémoire d'ingénieur d'état, Université Ziane Achour Djelfa), Institut d'agronomie pastorale. 120p.
- **Boussaid A. 2008.** Développement intégré et durable du Zehrez Gherbi (W. Djelfa). Mémoire ingénieur. Département de l'Aménagement du territoire. Université Ziane Achour Djelfa. 83p.
- **Burrough P.A. 1986.** Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford University Press. New York.
- **Canfield R.H .1941.** Reproduction and life Spain of some perenial grasses of southern Arizona. J. Range manages 10: Pp 199-203.
- **Cizel O. 2010.** Protection et gestion des espaces humides et aquatiques. Guide juridique d'accompagnement des bassins de Rhône-Méditerranée et de Corse. Arles : Pôle-Relais Lagunes méditerranéennes, 566 p
- **Colloz R et Collet C. 1997.** Geographic information systems (GIS) and remote sensing in aquatic botany: methodological aspects, Aquatic botany, 58:209-228.39- C.P.C.S. (1967)- Classification française des sols ,INRA.Paris .96p.
- **Cook C.W et Stubbendieck J. 1986.** Range research: basic problems and techniques: 51-71. Soc. Range management.
- **Dagnelie .1973.** Pratique de l'échantillonnage ; 270 p.
- **D.D.G.F. 2012.** Les chiffres relatifs à l'année 2012 permettent de comprendre la situation des zones humides en France.
- **Derouiche A. 1994.** Tests et limites d'application d'un modèle numérique de terrain de type DEMIURGE à des fins hydrologiques, Mémoire de fin d'étude d'ingénieurs, ESIER/ ORSTOM.
- **DGF. 2004.** Atlas IV des zones humides Algériennes d'importance internationale. Ed. Direction Générales des Forêts, Alger. 107p.
- **D G F. 2005.** Pour un meilleur environnement - Le Chott de Zahrez Gharbi - site réalisé par la cellule informatique de la DGF - Copyright © 2005 la Direction Générale des Forêts.
- **D.P.A.T. 2012.** Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPTA). pp 6-22.
- **Eau-et-rivieres.asso. 2012.** Formation à la reconnaissance des zones humides <http://www.eau-et-rivieres.asso.fr>

- **Elgabaly M .1983.** L'analyse et cartographie des sols salins ; 34 – 44 p.
- **Hernandez. 2009.** Eau France citant Hernandez <http://www.zones-humides.eaufrance.fr>
- **Emberger L. 1955.** Une classification biogéographique des climats. Rec. des travaux des Labor. Bot. Géol. et Zool., fac. Sci. Univ. Montpellier. Sér. Bot., (7). p3-43.
- **Farhi Y et Belhamra M. 2012.** Typologie et structure de l'avifaune des Ziban (Biskra, Algérie). Courrier du Savoir – N°13, Avril 2012, pp.127-136.
- **Farhi Y. 2014.** Structure et dynamique de l'avifaune des milieux steppiques présahariens et phoenicicoles des Ziban. Thèse de Doctorat, Univ de Biskra. 300 p.
- **Filter R et Roux F. 1982.** Guide des oiseaux, sélection du readers Digest, 493 p.
- **Fustec E et Lefeuvre J-C. 2000.** Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod Paris, 426p.
- **Frontier S. 1983.** Choix et contraintes de l'échantillonnage écologique. In Frontier S. (éd.), Stratégies d'échantillonnage en écologie : 3-62. Laval, Les Presses de l'Univ. de Laval.
- **Fustec E et Lefeuvre J.C.2000.** Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, Paris, 426p.
- **Gana M. 2013.** Diversité comparée de l'avifaune aquatique de marais de Tamelaht et du lac Mézaia (Bejaia), université de Bejaia.
- **Geosystem-Consult .2018.** Société d'ingénierie et d'études techniques. Georessources – environnement – géomatique, mohammadia alger Site web : www.geosystem-dz.com
- **Gouga H. 2014.** Biodiversité faunistique à Sebket Bazer (Sud de Sétif) connaissance et conservation, Thèse de magister en biologie animale, université de Sétif.
- **El Hamoumi R, Dakki Mthevenot M. 2007.** Etude écologique des larves d'anoures du Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie. n°29, 27-34p.
- **H.C.D.S .1994.** Notice bibliographique sur la steppe. Document. Haut commissariat au développement de la steppe - Djelfa. 21 p
- **Heinzel H, Fitter R et Parslow J. 1972.** Oiseaux d'Europe, et Afrique de nord et de moyen – orient.Ed. delachaux et Niestle, Neuchâtel, 319p.
- **Heinzel H, Fitter R et Parslow J. 1995.** Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition delachaux et niestlé. 384 p.
- **Heinzel H, Fitter R et Parslow J. 2008.** Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestle, Paris, 384p.
- **Houmel A. 2001.** Etude physico-chimique et dynamique du peuplement zoo planctonique, (étude du cycle nyctéméral) du lac amont d'El Goléa, essai de fécondation artificielle chez un cyprinidé . Mémoire de DES, Biologie animal. National Marin, terrestre d'El Kala. 103p.
- **Hughes, R.H et Hughes J.S. 1992.** A Directory of African Wetlands. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. ; UNEP, Nairobi, Kenya ; WCMC, Cambridge, U.K., 820 pp.
- **I.N.C.T. 2007.** Rapport final de l'Algérie. IUGG 2007 Perugia - XXIV IUGG General Assembly.

- **JMZH. 2018.** Chaque année, le 2 février, une pluralité d'acteurs se mobilise dans le cadre de la Journée mondiale des zones humides. <http://www.zones-humides.org/agir/ramsar>.
- **Legendre L et Legendre P. 1979.** Ecologie numérique: la structure des données écologiques Tome 2: Edition: Masson. 255 p.
- **Lévêque C et Paugy D. 2006.** Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie. IRD Editions. Institut de Recherche pour le Développement. Paris, 563p.
- **Lemazurier L. 2006.** Inventaires de Zones Humides en Pays de la Loire. État des lieux, rappel des enjeux et objectifs, perspectives. Rapport de stage M2, Université de Nantes. 79 p
- **Mérot P, Gascuel C, Durand P. 2005.** Typologie fonctionnelle : application aux zones humides de fonds de vallées. Cahier thématique du PNRZH « Caractérisation des zones humides ». Agences de l'eau, BRGM, Ministère de l'écologie et du développement durable. 70 p.
- **Milla A. 2008.** L'Ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du Littoral algérois. Thèse de Doctorat, Univ Tizi Ouzou. 300 p
- **Monroe B.L et Sibley C.G. 1997.** A World Checklist of Birds. Yale University Press, 416p.
- **Muller Y. 1985.** L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio-européen. Thèse Doctorat sci., Univ. Dijon, 318 p.
- **Observatoire de l'eau des pays de l'Adour (O.A), 2005,** Les Zones Humides Bassin de l'Adour, Phase 1 – Données et sources d'informations.
- **Ochendo B. 1988.** Méthode d'inventaire et de dénombrement d'oiseaux en milieu forestier. Application à l'Algérie. Ann. Ins. Nat. Agro.,El Harrach,Vol.12, n°spécial :p47-59.
- **O.N.M. 2015.** Office Nationale de la Météorologie, Djelfa (1975 – 2015)
- **Pearce F, Crivelli A J. 1994.** Characteristics of Mediterranean wetlands A J Crivelli, J Jalbert (eds) Conservation of Mediterranean wetlands no1, Station Biologique de la Tour du Valat, Arles (France).
- **Pouget M .1971.** Etude agropédologique de bassin de zahrez elgherbi. RADP, secrétariat d'hydraulique, Alger, 160 p.
- **Pouget M .1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes algéroise. Thèse doctorat, université Aix Marseille cah. ORSTOM, vol. (3- 4), paris, 555p.
- **Pinel-Alloul B, Mazumber A, Lacroix G et Lazzaro X .1998.** Les réseaux trophiques lacustres : structure, fonctionnement, interactions et variations spatiotemporelles. Revue des sciences de l'eau /Journal of Water Science, vol.11.p163-197.
- **Quezel P et Santa S. 1962-1963** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.
- **Ramade F. 1984.** Eléments d'écologie, écologie fondamentale.Ed.McGraw-Hill, Paris,397 p.
- **Ramade F.1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ediscience International, Paris, 822 p..
- **Ramade F. 2003.** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale (3° Edition). Dunod,

Paris, 690p.

- **Secrétariat de la Convention de Ramsar. 2006**, Critères d'identification des zones humides d'importance internationale. Document d'information Ramsar no 5. Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971). Rue Mauverney 28, CH-1196 Gland, Suisse.
- **Secrétariat de la Convention de Ramsar. 2013**. Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6e édition. Gland, Suisse, 6p.
- **Saifouni Aida .2009**, État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie, Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.). El Harrach, Alger
- **Sibley C.G. et Monroe, B.L. 1990**. Distribution and taxonomy of birds of the world. Yale University, New-Haven. 1111 pp
- **Svenssen L., Mullarney K. et Zetterstrom D., 2010**. Le guide ornitho. 3ème Ed. Delachaux et Niestlé. 446p.
- **Tedjani et Boudjemaâ. 2013**. Focus "Zones humides en Algérie" : « La préservation des zones humides, un enjeu majeur ». By Karim Tedjani. <http://www.horizons-dz.com/> Publié le 4 février 2013 "Mme Dalila Boudjemaâ, secrétaire d'état, chargée de l'Environnement.
- **Tomas -Vives Père. 2003**. Programme de suivi du parc national de l'ichkeul (tunisie). Pp16-23.
- **Tricart et Cailleux .1969** . Le modèle des régions sèches S.E.D.E.S, Paris ; 472 p.
- **Tryssac J. 1980**. Etude géomorphologique du bassin versant de Oued Mellah, versant Nord des Ouled Neil (Algérie), thèse doctorat 3 eme cycle, université de poitier, 221 p.
- **Union Nationale des CPIE. 2013**. Les cahiers de l'eau. Union nationale des centres permanents d'initiatives pour l'environnement.
- **Zahran, M.A .1982**. Ecology of halophytic vegetation of Egypt. In: D.N. Sen and K.S. Rajpurohit, eds. Contributions to the Ecology of Halophytes. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Netherlands. Pp. 3 - 20.

Sites Internet

www.abh-cz.com.dz (Agence du Bassin Hydrographique Cheliff Zahrez).

www.zones-humides.eaufrance.fr, 2014

www.developpement-durable.gouv.fr

www.eau-et-rivieres.asso.fr ,2012

www.sage-sioule.fr

www.onema.fr

www.ramsar.org

www.developpement-durable.gouv.fr

www.tutempo.net

www.geosystem-dz.com

www.horizons-dz.com

- Google earth 2019 et google maps

Annexe

Annexe

Les sites d'Algérie inscrits sur la Liste de la convention de RAMSAR des zones humides d'importance internationale.

Nom de la zone humide	Année d'inscription	Superficie (ha)	Type de zone humide	Wilaya	Coordonnées géographiques
Réserve Intégrale du Lac Oubeïra	1982	2 200	Lac d'eau douce côtier, végétation périphérique	El Tarf	36°50'N 008°23'E
Réserve Intégrale du Lac Tonga	1982	2 700	Lac d'eau douce côtier, marais et aulnaie	El Tarf	36°53'N 008°31'E
La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	1999	170	Lac d'eau douce côtier. Végétation en périphérie	El Tarf	36°42'N 008°07'E
Chott Echergui	2001	855 500	Chott salé, continental saumâtre et d'eau douce. Forêt humide de Tamarix	Saïda	34°27'N 000°50'E
Chott el Hodna	2001	362 000	Chott et sebkha continentaux, sources d'eau douce	M'Sila, Batna	35°18'N 004°40'E
Chott Merrouane et Oued Khrouf	2001	337 700	Chott continental alimenté d'eau de drainage et oued	El Oued Biskra	33°55'N 006°10'E
Sebkha d'Oran	2001	56 870	Sebkha ou lac salé continental	Oran	35°31'N 000°50'W
Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	2001	42 100	Plaine d'inondation côtière, lacs d'eau douce et saumâtres, marais, aulnaie.	Skikda	36°53'N 007°16'E
La Vallée d'Iherir	2001	6 500	Gueltatés d'eau douce continentales sahariennes	Illizi	25°24'N 008°25'E
Les Gueltatés d'Issikarassene	2001	35 100	Gueltatés d'eau douce continentales sahariennes	Tamanrasset	22°25'N 005°45'E
Marais de la Macta	2001	44 500	Marais côtier et Oued	Mascara, Mostaganem Oran	35°41'N 000°10'E
Oasis de Ouled Saïd	2001	25 400	Oasis et foggara	Adrar	29°24'N 000°18'E
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	2001	95 700	Oasis et foggara	Adrar	27°45'N 000°15'E
Aulnaie de Aïn Khiair	2001	170	Aulnaie et oued d'eau douce	El Tarf	36°40'N 008°20'E
Chott de Zehrez Chergui	2003	50 985	Chott et sebkha continentaux	Djelfa	35°15'N 003°30'E
Chott de Zehrez Gharbi	2003	52 200	Chott et sebkha continentaux	Djelfa	34°58'N 002°44'E

Chott Melghir	2003	551 500	Chott et Sekha salés continentaux	El Oued, Biskra, Khenchela	34°15'N 006°19'E
Grotte karstique de Ghar Boumâaza	2003	20 000	Grotte karstique continentale et oued	Tlemcen	34°42'N 001°18'E
Gueltates Afilal	2003	20 900	Gueltates d'eau douce continentales sahariennes	Tamanrasset	23°09'N 005°46'E
Lac de Fetzara	2003	20 680	Lac d'eau douce	Annaba	36°47'N 007°32'E
Le Cirque de Aïn Ouarka	2003	2 350	Lacs et sources d'eaux chaudes et froide, cirque géologique	Naâma	32°44'N 000°10'E
Marais de la Mekhada	2003	8 900	Marais d'eaux douces et saumâtres	El Tarf	36°48'N 008°00'E
Oasis de Moghrar et Tiout	2003	195 500	Oasis et foggara	Naâma	32°53'N 000°40'E
Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	2003	600	Lac, marais, aulnaie et oued côtiers d'eau douce	Jijel	36°53'N 006°05'E
Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	2003	842	Lac, marais et oued côtiers	Alger	36°46'N 003°20'E
Tourbière du Lac Noir	2003	5	Tourbière morte	El Tarf	36°54'N 008°12'E
Chott Aïn El Beïda	2004	6 853	Lac salé	Ouargla	31°48'N 005°22'E
Chott El Beïdha Hammam Essoukhna	2004	12 223	Lac salé permanent	Sétif, Batna	35°55'N 005°45'E
Chott Oum El Raneb	2004	7 155	Lac salé	Ouargla	32°02'N 005°22'E
Chott Sidi Slimane	2004	616	Lac saumâtre permanent	Ouargla	33°17'N 003°45'E
Chott Tinsilt	2004	2 154	Chott et sebkha	Oum El Bouaghi	35°53'N 006°29'E
Dayet El Ferd	2004	3 323	Lac saumâtre permanent	Tlemcen	34°28'N 001°15'E
Garaet Annk Djemel et El Merhsel	2004	18 140	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°47'N 006°51'E
Garaet El Taref	2004	33 460	Lac salé permanent	Oum El Bouaghi	35°41'N 007°08'E
Garaet Guellif	2004	24 000	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°47'N 006°59'E
Lac de Télamine	2004	2 399	Lac salé saisonnier	Oran	35°43'N 000°23'E
Réserve Intégrale du Lac El Mellah	2004	2 257	Lac d'eau saumâtre	El Tarf	36°53'N 008°20'E

Les Salines d'Arzew	2004	5 778	Lac salé saisonnier	Oran, Mascara	35°41'N 000°18'W
Oglat Ed Daïra	2004	23 430	Lac saumâtre	Naâma	33°18'N 001°48'E
Sebkhet Bazer	2004	4 379	Lac salé permanent	Sétif	36°05'N 005°41'E
Sebkhet El Hamiet	2004	2 509	Lac salé saisonnier	Sétif	35°55'N 005°33'E
Sebkhet El Melah	2004	18 947	Lac salé	Ghardaia	30°25'N 002°55'E
Garaet Timerganine	2009	1 460	Marais d'eaux douces saisonnier	Oum El Bouaghi	35°40'N 006°58'E
Marais de Bourdim	2009	11	Marais d'eaux douces et saumâtres	El Taref	36°48'N 08°15'E
Site classé Sebkhet Ezzmoul	2009	6 765	Chott et Sebkha	Oum El Bouaghi	35°05'N 006°30'E
Site Ramsar du Lac Boulhilet	2009	856	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°45'N 006°48'E
Vallée de l'oued Soummam	2009	12 453	Marais de montagne, lagune côtière	Béjaïa	35°45'N 006°48'E
Nechaa Oum Lâagareb	2011	729	Aulnaie, Marais	El Tarf	36°49'N 8°12'E
Lac du barrage de Boughezoul	2011	9	Lac d'eau Saumâtre	Médéa	35°44'N 002°47'E
Île de Rachgoun	2011	66	Île	Aïn Témouchent	35°19'N 01°28'W
Total = 50 lieux		2 991 013			

Sources : wetlands.org. Liste établie selon la Convention de RAMSAR

Photos



01 : Pollution



02 : La commune de ZÂAFRANE



03 : Sécheresse



04 : Effets des sels sur le végétal



05 : Pâturage 01



06 : Pâturage 02



07 : Avocette élégante



08 : Alouette pispolette



09 : Faucon crécerelle



10 : Bécasseau minute



11 : Bergeronnette grise



12 : Buse féroce



13 : Courvite isabelle



14 : Cochevis huppé



15 : Grand corbeau



16 : Empreinte de perdrix gabra



17 : Gravelot à collier interrompu



18 : Hemia



19 : Hemia



20 : *Atriplex halimus*



21 : *Hordeum maritimum*



22 : Sebkha



23 : *Plantago albicans*



24 : Sable



25 : Tadorne casarca



26: Tadorne de Belon



27 : linotte mélodieuse



28 : sols salés



29 : pipit farlouse



30 : moineau domestique



31 : Tamarix gallica



32 : *Salicornia Arabica*

