



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de magistère en sciences agronomiques

Option :

Agriculture et Environnement en Régions Arides

THEME

**Etude de la biodiversité du couvert végétale et
cartographie de l'occupation du sol autour du
barrage de Fontaines des gazelles (Biskra)**

Présenté par : M^{me} Sayah Nadjette.

Devant le jury composé de :

Président :	M^r TARAÏ N.	Professeur. Université de Biskra.
Encadreur :	M^{me} DEMNATI F.	Maitre de conférences A. Université de Biskra.
Examineur :	M^{me} DEGHNOUCHE K.	Maitre de conférences A. Université de Biskra.
Examineur :	M^{me} BOUATROUS Y.	Maitre de conférences A. Université de Biskra.

Année universitaire : 2017/2018

Remerciement

Je tiens à remercier avant tout Dieu le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser ce mémoire en me donnant la force, la patience et la volonté.

*Ma première gratitude s'adresse au **Madame Demnati F.** Maitre de conférences A. du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider- Biskra, c'est sous sa direction que ce travail a été accompli. Je voudrai qu'elle trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements morales, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'il m'a consacré.*

*Je remercie **Monsieur le Professeur Tarai N.** du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider- Biskra, qui ma fait honneur en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

*A **Madame Deghnouche K.** Maitre de conférence A. du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider- Biskra et **Madame Bouatrous Y.** Maitre de conférences A. du département des sciences de la nature et de la vie de l'université Mohamed Khider- Biskra, de m'avoir fait l'honneur d'accepter examiner ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier Monsieur **Guelmami A.** Chef de projet à l'Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes, la Tour du Valat France, pour son aide pour réaliser les cartes(SIG). Je lui suis reconnaissante pour sa disponibilité et sa promptitude à répondre à toutes mes sollicitations, Merci et j'espère que vous trouvez dans ce travail l'expression de ma gratitude et mon respect.*

*Un vif remerciement à **Monsieur Benazizza A.** Maitre de conférences A. du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider- Biskra, pour ces conseils, son aide et sa disponibilité en tout temps.*

*Mes sincères reconnaissances à **Monsieur Khechai S.** Maitre-assistant A au département des sciences agronomique, Université Mohamed Khider- Biskra, pour son aide ses encouragements et son soutien.*

*A Monsieur le **Professeur Chehma A.** de l'université d'Ouargla, pour son aide précieuse pour réaliser ce travail.*

*Je tien remercie également **Monsieur Guimer K.** le chef de département et tout le personnel de département de science agronomique université Biskra.*

Je remercie ma famille, mon père, ma mère, mes frères et mes sœurs, pour leur aide.

*Un grand remerciement à mon très cher mari **Benazrine M^{ed}** pour leur encouragement et leur soutien.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail comme épreuve de respect et de gratitude

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœurs Sabrina et Yasmina pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon cher frère M^{ed} Cherif et sa femme Djoudi hanane

A mon frère Amine j'espère que vous trouvez dans ce travail l'expression de ma gratitude et mon respect.

A mon neveu Amir et mes nièces Meryem et allaa je vous aime de tout mon cœur

Qu'Allah vous protège

A mon mari Benazrine M^{ed}. Cher mari j'aimerai bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour, ton amour et ton affection remplissent mes jours de bonheur.

A ma petite princesse Aline c'est à toi ma petite fille, ma petite fleur, ma joie, mon bonheur que maman dédie ce travail pour te dire que tu resteras toujours mon petit rayon de soleil qui éclaire ma vie. Qu'Allah tu protège

A ma chère amie Rofia, je te remercie pour ton amitié chère à mon cœur, et je te souhaite tout le bonheur du monde.

A tous ceux qui m'aime et crois en moi.

Sayah Nadjette

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

CHAPITRE 1 : Aperçu générale sur les zones humides

1. Concept des zones humide.....	4
2. Définition de la zone humide selon la convention Ramsar.....	4
3. Fonction et valeur des zones humide	4
3.1 Fonction des zones humide.....	5
3.2 Valeur des zones humide.....	5
3.2.1 valeur économique.....	5
3.2.2 Valeur biologique.....	6
3.2.3 Valeur esthétique et touristiques.....	6
3.2.4 Valeur culturelle.....	6
4. Typologie des zones humides.....	7
5. Critères de désignation des zones humide d'importance internationale.....	7
6. Etat des zones humides.....	10
7. Les caractéristiques des zones humides Algériennes	11
8. Les zones humides Artificielles	16

CHAPITRE 2 : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique.....	19
2. Zone d'étude	20
3. Etude du milieu.....	21
3-1 La plaine d'El Outaya.....	21
3-2 Réseau hydrographique de la région de l'Outaya	22
3-3 contextes géologiques.....	23
3-4 Type de sol	24

4. Climat.....	24
4-1 Précipitations.....	24
4-2 Température.....	26
4-3 Vent	27
4-4 Humidité de l'air.....	28
5. Synthèse climatique.....	28
5-1 Diagramme Ombrothermique	28
5-2 Climagramme pluviométrique d'emberger.....	29
5-3 Indice d'aridité de De Martonne.....	30
6. Valeur écologiques de la zone d'étude.....	31
6-1 richesses faunistique	31
6-2 Le couvert végétal	33

CHAPITRE 3 : Matériels et méthodes

1- Matériels	35
1-1 Matériel de terrain.....	35
1-2 Matériel informatique.....	35
1-2-1 Présentation du logiciel Arcgis 10.....	35
1-2-2 Présentation du logiciel de traitement d'images numériques ENVI.....	36
2- Méthodologie	37
2-1 Relevée floristiques.....	37
2-1-1 Choix de la station d'étude	37
2-1-2 Méthode d'échantillonnage floristique	39
2-1-3 Identification des espèces	39
2-1-4 Analyse des données floristiques.....	40
2-1-4-1 Richesse spécifique.....	40
2-1-4-2 La fréquence relative.....	40

2-1-4-3 La diversité des taxons.....	40
2-1-4-4 Echelle d'abondance-dominance selon braun-blanquet (1960).....	40
2-1-4-5 L'indice de présence.....	41
2-1-4-6 Indice d'occurrence ou constance.....	42
2-1-4-7 Les indices de diversité.....	42
2-1-4-7-1 L'indice de shannon-weaver.....	42
2-1-4-7-2 L'indice d'équitabilité de pielou (1966).....	43
2-2 Approche cartographique.....	44
2-2-1 Acquisition des données.....	44
2-2-2 Calcule des indices (NDVI et NDWI).....	46
2-2-2-1 l'indice de végétation (NDVI).....	46
2-2-2-2 l'indice de l'eau (NDWI).....	47

CHAPITRE 4 : Résultats et discussion

1- Analyse des données floristiques.....	49
1-1 Composition floristique.....	49
1-2 La richesse spécifique.....	52
1-3 Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées.....	52
1-4 Echelle d'abondance-dominance selon braun-blanquet (1960).....	54
1-5Indice d'occurrence ou Constance.....	55
1-6 Indice de diversité.....	56
2- Traitement des images.....	57
2-1 Indice de végétation NDVI.....	57
2-2 Indice de l'eau NDWI.....	59

2-3 Classification supervisé de l'occupation du sol.....	61
Conclusion générale	66
Référence bibliographique	69
Annexe.....	79
Résumé.	

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1 :	Modèle de hiérarchisation des zones humides Clément 2012	7
Figure 2 :	Position géographique de la Wilaya de Biskra	19
Figure 3 :	Vue satellitaire de la Station d'étude du Barrage Fontaine des gazelles.....	20
Figure 4 :	Carte de milieu physique de la wilaya de Biskra	21
Figure 5 :	Carte du réseau hydrographique de la Wilaya de Biskra	22
Figure 6 :	Limites naturelles de la plaine d'El-Outaya	23
Figure 7 :	Précipitations moyennes mensuelles de Biskra	25
Figure 8 :	Précipitation annuelle de 1986 à 2010	25
Figure 9 :	Températures moyennes, maximales et minimales de Biskra 1986-2010	27
Figure 10 :	moyennes mensuelles de vitesse du vent de Biskra 1986/2010	27
Figure 11 :	moyenne mensuelle de l'humidité relative de Biskra 1986-2010	28
Figure 12 :	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de Biskra 1986-2010.....	29
Figure 13 :	Projection de site d'étude dans le Climagramme d'Emberger	30
Figure 14 :	présentation des outils informatique (A : logiciel Arcgis, B : Logiciel ENVI).....	36
Figure 15 :	Vue satellitaire des deux stations d'étude au niveau de Barrage fontaine des gazelles	37
Figure 16 :	Paysage de la Station N°1.....	38
Figure 17 :	Paysage de la Station N°2	38
Figure 18 :	organigramme méthodologique des différentes étapes de changement de l'occupation du sol.....	45
Figure 19 :	les étapes pour calculer l'indice de végétation	46
Figure 20 :	les étapes pour calculer l'indice de l'eau	47
Figure 21 :	Présentation des familles en fonction du taux des espèces recensés dans la zone d'étude.....	51
Figure 22 :	Répartition des Types biologiques de la zone d'étude	52
Figure 23 :	la moyenne de l'indice de végétation pour les années 2002 et 2010	58

Figure 24 : Évolution de l'indice de végétation pour les années 2002 et 2010.....	59
Figure 25 : la moyenne de l'indice de l'eau pour les années 2002 et 2010.....	60
Figure 26 : Évolution de l'indice de l'eau pour les années 2002 et 2010.....	61
Figure 27 : Classification de l'occupation du sol pour les deux années 2002 et 2010.....	62

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
Tableau 1	: Critères d'identification des zones humides Ramsar 2013.....	8
Tableau 2	: types de zones humides selon le guide de la convention sur les zones humide Ramsar 2013.....	12
Tableau 3	: Liste des 50 zones humides classées RAMSAR en Algérie.....	14
Tableau 4	: Répartition des zones humides en Algérie DGF 2006.....	16
Tableau 5	: Température mensuelle minimale maximale et moyenne dans la région d'étude 1986-2010.....	26
Tableau 6	: Liste des espèces avifaune du Barrage de la Fontaine de la gazelle.....	31
Tableau 7	: Liste des espèces arthropodes du barrage fontaine des gazelles.....	32
Tableau 8	: caractéristique des scènes étudiée.....	44
Tableau 9	: Liste des espèces recensées au niveau de deux stations de la zone humide.....	49
Tableau 10	: Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans les deux stations.....	53
Tableau 11	: Coefficient de Braun Blanquet des espèces dans la station d'étude	54
Tableau 12	: Indice d'occurrence - constance pour les deux stations de la zone barrage fontaine des gazelles	55
Tableau 13	: diversité maximale et indices de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E).....	56
Tableau 14	: les différentes classes en fonction de la superficie durant 2002 et 2010.....	63

Liste des abréviations

- : Absence

+ : Présence

ANAT : Agence Nationale pour l'Aménagement du Territoire

CPCS : (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols)

DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.

E : Indice d'équitabilité de Piélou

ETM : Enhanced Thematic Mapper (Carte thématique améliorée)

GPS : Global Positioning System (Système de positionnement global)

H' : Indice de diversité de Shannon

H'max : Diversité maximale

LANDSAT : Land Satellite (Satellite d'observation de la terre)

S : Richesse spécifique et totale

TM: Thematic Mapper (Carte thématique)

NDVI: Normalized **D**ifference **V**egetation **I**ndex

NDWI: Normalized **D**ifference **W**ater **I**ndex

Introduction générale

Introduction générale

Les zones humides constituent un patrimoine naturel d'exception caractérisé par une extrême diversité biologique, milieux de vie de nombreuses espèces animales et végétales au bénéfice de l'ensemble du bassin versant (M.E.A., 2005, Bernard, 2009). Les zones humides, avec leurs ressources naturelles, jouent un rôle vital dans l'évolution et la survie de l'humanité, (Brander et al., 2006). Ces milieux font partie des écosystèmes qui ont besoin d'être gérés de façon à conserver leurs grandes variétés de valeurs et de fonctions.

L'Algérie recèle d'importantes zones humides, notamment dans la partie Nord-Est qui renferme de nombreux lacs d'eau douce, des marais et des plaines d'inondation (BABA AHMED (2002) Ramsar, 2013). Le dernier recensement effectué par la DGF en 2006, dénote 1451 zones humides en Algérie, dont 762 sont des milieux naturels et 689 artificielle avec une superficie de plus de près de 3,5 millions d'hectares, soit 50% de la superficie totale estimée des zones humides en Algérie. Aujourd'hui, elle 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 (Derradji et al., 2013).

Le Sahara Algérien qui s'étend sur les 2/3 de la superficie du pays avec plus de 2 millions de Km², elle englobe environ une superficie de 934.000 ha, des zones humides, soit 1,3 % de la superficie totale du Sahara septentrional. Ces milieux sont beaucoup représentés par Lacs salés permanents, Lacs salés saisonniers, Sebkhass, Chotts, Plans d'eau, Oasis, et par des barrages. Par ailleurs la végétation des milieux humide a l'avantage d'indiquer et de valoriser ces écosystèmes particulièrement en milieu aride. Dubuis et Simonneau (1957), Ozenda, (1958), Quezel et Santa (1963), Larafa (2004), Halis et al. (2012), Zedam (2015), signalent que les espèces qui caractérisent le bassin des zones humides en milieu aride sont des formations végétales à affinité halophytes. La diversité des habitats humides, notamment le développement de Phragmite, Typha, Scirpe et Iris, permet l'installation d'importantes populations nicheuses d'oiseaux d'eau (EL Agbani., 2009).

En effet ces derniers constituent un lieu d'habitat important pour l'avifaune migratrice de la méditerranée vers le Sahara notamment en période d'hivers (Isenmann et Moali, (2000) ; Samraoui et al.(2006) ;Boulekhsaim et al. (2006), Houhamdi et al.(2008) ;Samraoui et

Samraoui, (2008), Demnati et al. (2017). Avec la perte des zones humides naturelles actuellement, les zones humides artificielles sont devenues de plus en plus importantes pour les espèces avifaune (Christopher et al., 2013, Brahimi, 2016). Par ailleurs, ces écosystèmes sont beaucoup mieux connus pour leur rôle important, qu'ils jouent pour l'avifaune migratrice et pour la reproduction des oiseaux d'eau (Brahimi, 2016).

L'objectif de cette étude est de caractériser le couvert végétal au sein des plus proches bassins versants du barrage de Fontaines des Gazelles. Nous avons traité des images satellitaires pour cartographier la biodiversité végétale et déterminer l'occupation du sol en premier temps et en second temps réalisé des relevés floristiques pour l'étude de la biodiversité végétale de la zone humide. Afin de répondre à notre étude, le travail a été structuré en quatre chapitres comme suit :

- ✚ Chapitre 1 : Aperçu générale sur les zones humides
- ✚ Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude
- ✚ Chapitre 3 : Méthodologie
- ✚ Chapitre 4 : Résultats et discussions

Chapitre 1
Aperçu générale sur les
zones humides

1- Concept des zones humide

Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur contrôlant le milieu naturel, la vie animale et végétale associée. Elle apparaît là, où la nappe phréatique arrive près de la surface ou l'affleure ou bien encore là, où des eaux peu profondes recouvrent les terres. En outre, ces zones humides présentent à travers tout le globe une source non négligeable de revenus pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales (Mathevet, 2002 ; Raachi, 2007).

2- Définition de la zone humide selon la convention Ramsar

La convention RAMSAR signé en 1971 en Iran, les zones humides selon cette convention sont « 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 », la convention ajoute à cette définition de type juridique une longue 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, forêts alluviales et ripisylves marécageuses, mares y compris les temporaires, étangs, bras-morts, grèves à émergence saisonnière, vasières, lagunes, prés-salés, marais salicoles, sansouires, 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 ».

La convention Ramsar, a également pris des mesures nationales pour la protection des zones humides, en 1992 est adoptée la loi sur l'eau qui définit les zones humides comme « des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

3- Fonction et valeur des zones humide

Les zones humides jouent un rôle fondamental, elles assurent l'interception des pollutions diffuses, plus particulièrement sur les têtes de bassins versants où elles participent à la dénitrification des eaux (Cornier, (2002) in Maman et Vienne, 2010). Elles sont aussi

essentielles pour la conservation de la biodiversité, car de nombreuses espèces végétales et animales sont inféodées à la présence des zones humides.

3-1 Fonction des zones humides

Selon Clément (2012), Diagana et al. (2016), Anonyme (2014) les zones humides ont :

- des fonctions hydrologiques :(Rétention eau bassin versant, Ecrêtement des crues, Soutien d'étéage, Recharge des nappes),
- une fonction écologique (Production de biomasse, Ressources nutritives, Macrohabitats, Microhabitats),
- une fonctions biogéochimiques(épuratrices) Filtre naturel recevant des matières minérales et organiques, les emmagasinant, les transformant et/ou les retournant à l'environnement (cycles de l'azote, du phosphore et du carbone),rétention de matière en suspension, transformation et consommation des nutriments et des toxiques stockages du carbone.
- Fonctions sociales ; alimentation en eau potable, lieux de détente et de loisirs ; Fonctions climatiques : régulation des microclimats ; Fonctions économiques ; production piscicole et aquacole, production agricole, production de sel.

3-2 Valeurs des zones humides

D'après Chillasse et al. (2001), Williams (2002), Zhijun et al. (2003), Jellison (2005), et Allout (2013), La valeur d'un territoire peut naturellement être évaluée selon sa valeur foncière ou selon la valeur de sa production agricole.

3-2-1 Valeur économique

Ces milieux fournissent des valeurs économiques considérables, parmi les produits d'exploitation, citons l'ensemble des productions agricoles (notamment viande et fourrage, mais aussi céréales et maraîchage en cas de zone humide temporaire) piscicoles, et aussi le gibier, le chaume, la tourbe...etc. La valeur des zones humides à l'échelle mondiale est estimée à 15 000 milliards d'Euros, soit environ la moitié de la valeur globale de l'ensemble des écosystèmes à l'échelle planétaire. La production des marais et plaines inondables intérieures ont été évaluées à environ 20 000 Euros/ha (Ramsar, 2005).

3-2-2 Valeur biologique

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité ou diversité biologique, ils sont constituent les écosystèmes les plus riches et les plus diversifiés en espèces animales et végétales à l'échelle planétaire (anonyme 2005 ; anonyme 2010). L'Algérie avec sa diversité importante des zones humides, les régions de l'Est et des Hauts Plateaux, abritent les effectifs les plus importants en oiseaux d'eau (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Si Bachir et al., 2012 ; Saifouni 2009).

3-2-3 Valeur esthétique et touristiques

Les zones humides constituent des paysages fortement appréciés (Anonyme, 2005). De nombreux artistes ont pu les saisir et les mettre en valeur, selon Allout (2013), la valorisation de tels espaces par l'agritourisme et l'écotourisme est fréquent.

Aujourd'hui, dans les pays d'Afrique du Nord.de nombreuses zones humides, leurs environs et les villages à proximité constituent des écosystèmes attrayants d'un point de vue esthétique et culturel. Certaines zones humides sont donc devenues des destinations majeures en raison de leur valeur esthétique et de la grande diversité de la faune et la flore qu'elles hébergent et, par conséquent, des services touristiques se sont développé (Anonyme, 2012).

3-2-4 Valeur culturelle

Les zones humides sont des endroits, souvent inexplorés, avec des valeurs naturelles et culturelles uniques qui sont menacées par des pressions allant de la pollution de l'habitat aux impacts du changement climatique (Dodouras et Lyratzaki, 2012).

L'eau a été toujours considérée comme un facteur clé dans le développement des civilisations et la plupart de celles-ci se sont épanouies dans des régions proches des rivières et des zones humides. 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 (Anonyme, 2003).

4- Typologie des zones humides

Selon Clément(2012), il existe pour une zone humide trois types de délimitation (fig.1)

Zone humide effective : végétation naturelle caractéristique de zones humides.

Zone Humide potentielle : absence de végétation naturelle mais quelques caractères pédologiques et hydrologiques rémanents.

Zone Humide efficace : définie par rapport à une fonction donnée (si n fonctions = n zones humides efficaces).

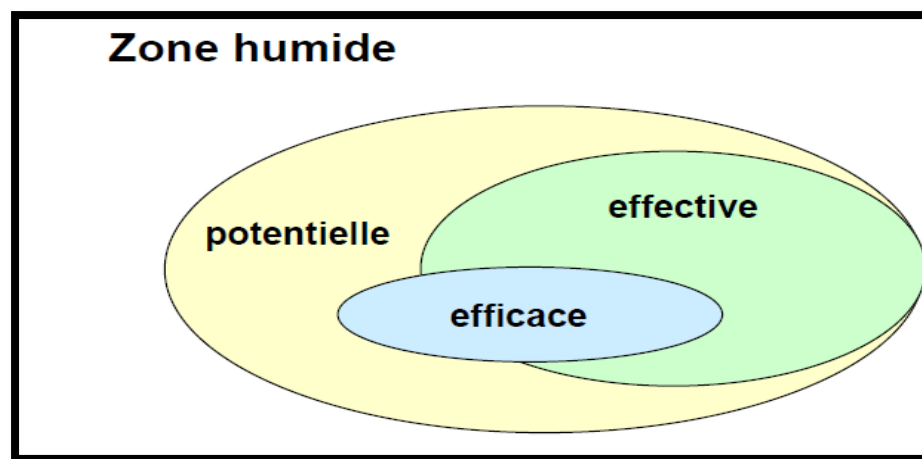


Figure N°1 : Modèle de hiérarchisation des zones humides (Clément, 2012).

5- Critères de désignation des zones humide d'importance internationale

Les zones humides pouvant être désignées en site « Ramsar » font l'objet de critères de désignation, qui ont été mis en place depuis 1980, et élargis au fil des années. Une zone humide peut être considérée comme étant d'importance internationale si elle remplit l'un des neufs critères regroupés en trois groupes (tableau N°1) (Anonyme, 2010).

Tableau N° (1) : Critères d'identification des zones humides (Ramsar, 2013)

Groupe des critères	Critères en fonction des entités biologique	N° de critère	Critères d'identification
Groupe A/ Site contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou unique		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.
		2	Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacée d'extinction ou des communautés écologiques menacées.
		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.
		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.

Tableau N° (1) (suit) : Critères d'identification des zones humides (Ramsar ,2013)

Groupe des critères	Critères en fonction des entités biologiques	N° de critère	Critères d'identification
		5	Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite habituellement 20 000 oiseaux d'eau ou plus.
		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
	Critères spécifique tenant compte des poissons	7	Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous – espèce , espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifique et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.
	Critères spécifique tenant compte des poissons	8	Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite 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.
	Critères spécifique tenant compte d'autres taxons	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 espèces ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.

6- Etat des zones humides

Le bassin méditerranéen est riche en zone humides avec une grande valeur écologique, sociale et économique (Cherzouli, 2014). Environ 150 zones humides ont été inscrites en Méditerranée sur la liste des zones humides d'importance internationale de la Convention sur les zones humides (la liste Ramsar). Parmi les plus importants, on peut citer le delta de Guadalquivir en Espagne, la Camargue en France, le delta du Neretva en Croatie, le golfe d'Amvrakikos en Grèce, les lacs de Burullus et de Bardawil en Egypte, le lac Ichkeul en Tunisie et le lac d'Oubeira d'El Kala en Algérie (Anonyme, 2003).

Selon l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005) qui apporte une perspective historique, plus de 50 % de la superficie de certains types de zones humides a disparu au 20ème siècle dans certaines régions de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Elle ajoute, cependant, que l'extrapolation de ce taux de perte à d'autres régions ou à d'autres types de zones humides ne peut être que « spéculative » (Ramsar, 2015). Junk *et al.* (2013) in Ramsar (2015), estiment que l'ampleur de la perte en zones humides varie entre 30 et 90 %, dans le monde, selon la région considérée.

Les principales causes de leur déclin et de leur dégradation sont : Les bouleversements dans les modes d'occupation des sols, en particulier l'expansion de l'agriculture et du pâturage. Le détournement de l'eau par les barrages, les digues et les canalisations. Le développement de l'infrastructure, surtout dans les vallées fluviales et les zones côtières. La pollution de l'air et de l'eau et l'excès de matières nutritives (Ramsar, 2015). La régression des zones humides en Algérie et plus largement en méditerranée, sont les perturbations physiques (sécheresse ou inondation) mais aussi les perturbations d'origine anthropique à savoir le drainage, la perte et/ou la perturbation des habitats, la dégradation de la qualité de l'eau, l'introduction fortuite ou volontaire d'espèces envahissantes, la chasse et la pêche non contrôlées, l'agriculture, le pâturage, l'extraction de sable, les incendies, agrandissement des parcelles agricoles et arrosages des cultures par pompage (Cherzouli, 2014. Belouahem et al., 2009).

D'après l'étude de Belouahem et al. (2009), sur les Aulnaies de Numidie ont démontré que ces habitats connaissent un état de dégradation à cause de l'impact de deux facteurs les changements climatiques défavorables (diminution de la pluviométrie) et l'impact anthropique : urbanisation galopante, pratique de l'agriculture intensive, délits de coupe, pollution par les

engrais et les détergents, pacage et incendie, sablières, construction de routes, prélèvements d'espèces comme le laurier noble (*Laurus nobilis*) et la bourdaine (*Rhamnus frangula*) en voie de disparition. Le djebel Megriss est relativement riche en milieu humide, et au plan de la diversité biologique, il présente une dynamique régressive dû aux activités anthropique ce qui entraine une dégradation très important de ses ressources végétales (Boulaacheb, 2009). Dans le cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie), cette zone subit une pression anthropique importante à cause des défrichements, des incendies et de l'exploitation des sablières. Cela perturbe l'équilibre biologique (une dégradation de certain formation végétales) (Toubal et al., 2014).

Selon Diagana et al. (2016), les menaces qui pèsent sur les zones humides sont d'une plus grande échelle la sécheresse et le changement climatique, Parmi les causes de disparition de ces milieux on peut citer :

- Le drainage des zones humides pour l'agriculture ou la sylviculture
- La destruction des zones humides pour l'utilisation des terres, transformation ou développement (pour l'irrigation, les fermes aquacoles, les biocarburants)
- Le captage d'eau (à partir de zones humides ou de la nappe phréatique)
- La surexploitation des ressources végétales (mangroves)
- Chasse illégale
- Les marées noires et la pollution pétrolière peuvent entraîner des niveaux élevés de mortalité d'oiseaux d'eau et marins.
- Développement de l'urbanisation et des infrastructures (cas de l'autoroute Est-Ouest dans le Parc National d'El Kala), et l'introduction des espèces exotique envahissantes et invasives ce qui provoque des changements des écosystèmes comme c'est le cas du lac victoria et ses cichlidés menacés par la perche du Nil qui est un prédateur féroce introduit (Zedam, 2015).

7- Les caractéristiques des zones humides Algériennes

D'après Saifouni (2009) une zone humides 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

D'après le guide de la convention sur les zones humide, les catégories qui figurent dans le (Tableau N°2), sont destinées à fournir un cadre très large pour permettre une identification rapide des principaux habitats des zones humides représentés dans chaque site (Ramsar, 2013)

Tableau N° 2 : types de zones humides selon le guide de la convention sur les zones humide Ramsar 2013

	Code	Type Ramsar
Zones humides marines/côtières	A	Eaux marines peu profondes et permanentes , dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse ; y compris baies marines et détroits.
	B	Lits marins aquatiques subtidaux ; y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales.
	C	Récifs coralliens .
	D	Rivages marins rocheux ; y compris îles rocheuses, falaises marines.
	E	Rivages de sable fin, grossier ou de galets ; y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intradunales humides.
	F	Eaux d'estuaires ; eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens.
	G	Vasières, bancs de sable ou de terre salée intertidaux .
	H	Marais intertidaux ; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce.
	I	Zones humides boisées intertidales ; y compris marécages à mangroves, marécages à palmiers nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce.
	J	Lagunes côtières saumâtres/salées ; y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins.
	K	Lagunes côtières d'eau douce ; y compris lagunes deltaïques d'eau douce.
Zk(a)	Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, marins/côtiers .	

Zones humides intérieures	L	Deltas intérieurs permanents.
	M	Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents ; y compris cascades.
	N	Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers.
	O	Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares) ; y compris grands lacs de méandres.
	P	Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (plus de 8 hectares) ; y compris lacs des plaines d'inondation).
	Q	Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents.
	R	Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.
	Sp	Mares/marais salins/saumâtres/alcalins permanents.
	Ss	Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.
	Tp	Mares/marais d'eau douce permanents ; étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques ; avec végétation émergente détremmée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins.
	Ts	Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques ; y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées de manière saisonnière, marais à lâches.
	U	Tourbières non boisées ; y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes.
	Va	Zones humides alpines ; y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges.
	Vt	Zones humides de toundra ; y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges.
	W	Zones humides dominées par des buissons ; marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques.
	Xf	Zones humides d'eau douce dominées par des arbres ; y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts inondées de manière saisonnière, marais boisés ; sur sols inorganiques.
Xp	Tourbières boisées ; forêts marécageuses sur tourbière.	
Y	Sources d'eau douce ; oasis.	
Zg	Zones humides géothermiques.	
Zk(b)	Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, continentaux	

Zones humides artificiels	1	Étangs d'aquaculture (par ex. poissons, crevettes).
	2	Étangs ; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs ; (généralement moins de 8 hectares).
	3	Terres irriguées ; y compris canaux d'irrigation et rizières.
	4	Terres agricoles inondées de manière saisonnière* .
	5	Sites d'exploitation du sel ; marais salants, salines, etc.
	6	Zones de stockage de l'eau ; réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau ; (généralement plus de 8 hectares).
	7	Excavations ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine.
	8	Sites de traitement des eaux usées ; y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.
	9	Canaux et fossés de drainage, rigoles.
	Zk(c)	Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, artificiels

Le ministère de l'Agriculture et du Développement rural d'Alger a signalé 50 zones humides classées sur la liste de la convention de Ramsar (Tableau N°3).

Selon DGF (2006) l'ensemble de ces sites classés couvre une superficie de 2,99 millions d'hectares. En outre, 10 autres sites sont en cours de classement, ce qui permettra d'atteindre une superficie de 3,5 millions d'ha d'espaces classés. L'Algérie dispose au total de 1.451 zones humides dont 762 naturelles et 689 artificielles, la direction générale des forêts réparties les zones humide comme suite (tableau N°4) :

Tableau N° 3 : Liste des 50 zones humides classées RAMSAR en Algérie

Nom de site	Année d'inscription	Wilaya	Superficie (ha)
La réserve intégrale du lac tonga	1982	El tarf	2.700
La réserve intégrale du lac oubeira	1982	El tarf	2.200
La réserve naturelle du lac des oiseaux	1999	El tarf	170
Le chottech- chergui	2001	Saida,naama,elbayadh	855.500
Le complexe de zone humide de guebes-sanhaja	2001	Skikda	42.100
Le chott e hodna	2001	M'sila et batna	362.000
La vallée d'lherir	2001	Illizi	6.500
Les gueltats dissakarassene	2001	Tamanrasset	35.100
Le chott merouene et oued khrouf	2001	El oued et biskra	37.700
Les marais de la macta	2001	Mascara,oran, mostaganem	44.500

Chapitre 1 Aperçu générale sur les zones humides

Les oasis de ouled said	2001	adrar	25.400
La sebkha d'oran	2001	oran	56.870
Les oasis de tamentit et said ahmed timmi	2001	adrar	95.700
Les oasis de maghara et tiout	2002	naama	195.500
Le chott de zahrez chergui	2002	djelfa	50.985
Le chott de zahrez gharbi	2002	djelfa	52.500
Les gueltats d'afilal	2002	tamanrasset	20.900
La grotte karstique de ghar boumaaza	2002	telmcen	20.200
Le marais de la mekhada	2002	El tarf	8.900
Le chott melghir	2002	El oued et biskra	551.500
La réserve naturelle du lac de reghaia	2002	alger	842
La réserve intégrale de la tourbière de lac noir	2002	El tarf	05
Les aulnaies ain kheir	2002	El tarf	170

Tableau N° 3 (suite) : Liste des 50 zones humides classées RAMSAR en Algérie

Nom de site	Année d'inscription	Wilaya	Superficie (ha)
La réserve naturelle du lac de beni belaid	2002	jijel	600
La crique d'ainouarka	2002	naama	2.350
Le lac de fetzara	2002	Annaba	20.680
Sebkhet el hamrét	2002	Sétif	2.509
Sebkhet bazer	2004	Sétif	4.379
Chotte lbeidha-hammam essoukhna	2004	Sétif	12.223
Garaet Ank Djemel-el merhsel	2004	Oum el bouaghi	18.140
Garaet guellif	2004	Oum el bouaghi	24.000
Chott tinisilt	2004	Oum el bouaghi	2.154
Garaet el taref	2004	Oum el bouaghi	33.460
Dayet el ferd	2004	Telmcen	3.323
Oglat दौरا (ain ben khelil)	2004	naama	23.430
Les salines d'arzew	2004	Oran	5.778
Le lac de tellamine	2004	Oran	2.399
Le lac mellah	2004	El tarf	2.257
Sebkhet el mellah (lac d'elgoléa)	2004	ghardaia	18.947
Chott Oum Raneb	2004	ouargla	7.155

Chott sidi slimane	2004	ouargla	616
Chott ain el baida	2004	ouargla	6.853
Garaet timerganine	2009	Oum el bouaghi	6.765
Lac bouhilet	2009	Oum el bouaghi	856
Vallée d'oued soummam	2009	béjaia	12.453
Oum el agareb	2011	Annaba	729
Lac du barrage de boughezoul	2011	médéa	09
Ile de rachgoun	2011	Ain témouchent	66
Total			2.991.013,00

Tableau N° 4 : Répartition des zones humides en Algérie (DGF, 2006)

Lac	41	Tourbière	2
Sebkha	22	Salines	2
Marais	19	Guelta	23
Mare/marécage	79	Daya	19
Chott	43	Garaa	37
Cours d'eau	236	Plaine d'inondation	9
Dune littorale	1	Oasis (artificielles)	314
Forêts humide	16	Zones humide artificielles	375
Lagune	1	Divers	212

8- Les zones humides Artificielles

La position géographique stratégique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confère d'importantes zones humides, la partie Nord renferme de nombreux lacs d'eau douce, des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation, la frange Nord-ouest et les hautes plaines steppiques se caractérisent par des plans d'eau salés tels que les chotts, les sebkhas et les dayas, le Sahara renferme les oasis et les dayas et, dans le réseau hydrographique fossile des massif montagneux du Tassili et du Hoggar, des sites exceptionnels alimentés par des sources permanentes appelées Gueltats (Zaafour, 2012).

Dans le contexte de la pénurie d'eau l'Algérie à constitue des barrages (65 barrages) (ANAT, 2016), pour répondre au besoin des milieux urbain ou agricole.

Les zones humides artificielles peuvent également contribuer à la capacité d'auto-purification des systèmes hydroélectriques, en particulier des agrosystèmes (Gregoire et al., 2008).

Au cours du siècle dernier, plus de la moitié des milieux humides a été détruite à cause de dégradation de ces milieux humides. Les décideurs et les responsables politiques pensaient de faire construire des milieux humides de petite dimension dite zones humides artificielles (Étangs d'aquaculture, Zones de stockage de l'eau, Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains artificiels, Barrage).

L'intérêt de construire des zones humides artificielles est de pouvoir mettre en place un milieu où se produisent les mêmes processus chimiques et biologiques que dans les zones humides naturelles, notamment pour créer des microclimats et pour aussi la conservation des oiseaux d'eau en hivernage (Zhijun et al., 2004).

D'après le même auteur et Kazuo et Takatoshi (2010) ont montré l'importance écologique que jouent ces milieux aquatiques dans 28 zones humides artificielles (ZHA), grands barrages, barrages collinaires et lacs collinaires du nord de la Tunisie pour la conservation de la faune avienne hivernante en Tunisie. Dans le même contexte (Yan Hong et al., 2013) dénote l'utilité de l'utilisation de deux espèces végétales *Phragmites australis* et *Typha angustifolia* L. dans les zones humides artificielles pour traiter les eaux usées. Ces milieux artificiels, en tant que fonction tampon sont, une solution visant à limiter le transfert de pesticide de la parcelle à des plans d'eau naturels (Tournebize, 2011).

Chapitre 2
Présentation de la
région d'étude

1- Situation géographique

La Wilaya de Biskra se situe au Sud-Est de l'Algérie (fig. 2), et plus exactement au sud des Aurès. Elle est limitée au nord par la wilaya de Batna, au nord-ouest par la wilaya de M'sila et au nord-est par la wilaya de Khenchela. Cependant au sud elle est limitée par la wilaya d'Ouargla, au sud-est par la wilaya d'El-Oued et au sud-ouest par la wilaya de Djelafa. Biskra s'étend sur une superficie de 22379.95 Km² (DPTA, 2010).

Elle comporte 12 daïras et 33 communes, parmi eux la commune de El-Outaya qui a fait l'objet de notre travail. Elle se situe au nord-ouest (lat. 35, 127 long 5 607) par rapport au chef-lieu Biskra, occupe une superficie de 121400 hectares avec une population de 58000 habitants.

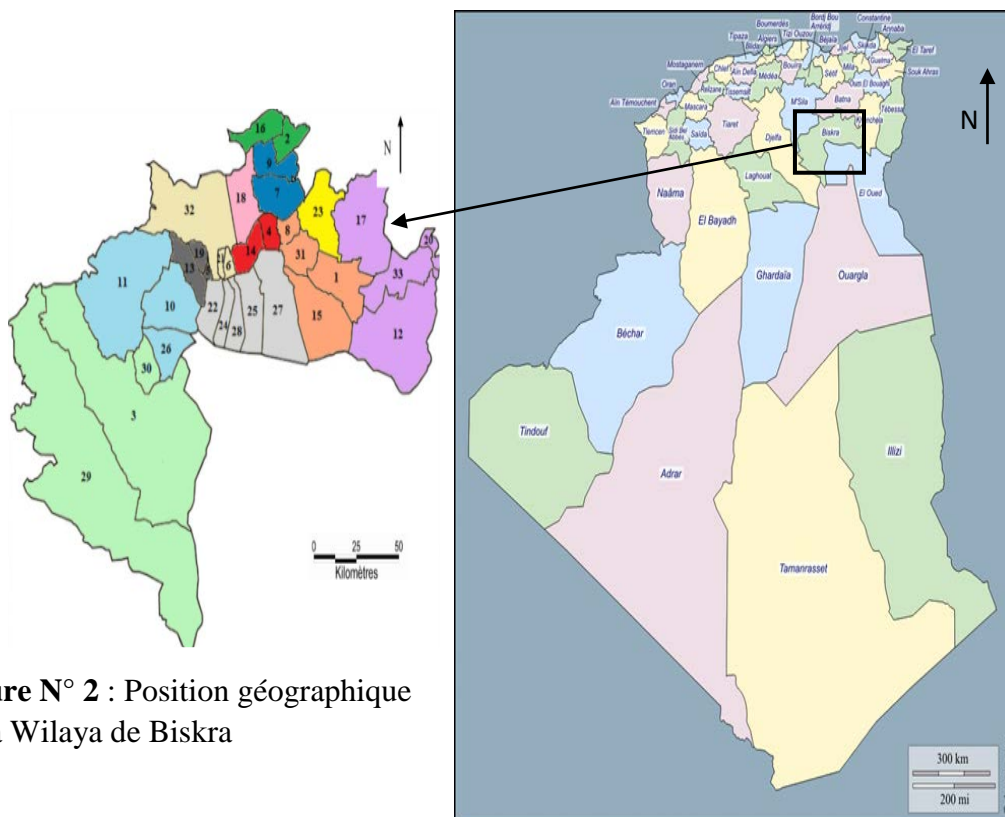


Figure N° 2 : Position géographique de la Wilaya de Biskra

2- Localisation de la zone d'étude :

Le barrage, Fontaine des gazelles (Latitude 35° 7'58'' N ; Longitude 5° 34' 52'' E) est une zone humide artificielle, situé dans la commune d'El-Outaya (fig.3). Ce barrage a été construit dans le cadre de développement agricole en 2000, s'étale sur une superficie de 1.660Km², ce barrage assure un volume régularisable de 14 Hm³, il est alimenté principalement par Oued El Hai ainsi que par oued Tamtam et oued El Melah et actuellement utilisé pour l'irrigation du périmètre d'El Outaya à des fins agricoles. Le dénivelé entre le barrage de Fontaine des Gazelles et le périmètre d'El Outaya est de 164 m ; la cote du barrage est à 384 m alors que le périmètre est 220 m. L'amenée d'eau au périmètre se fait donc par gravité (Touati, 2010). Ce milieu joue un rôle écologiques il constitue non seulement de site de reproduction et d'hivernage d'oiseaux d'eau mais il joue également un rôle pour un nombre plus important d'oiseaux qui s'y nourrissent et s'y reposent lors de leurs migrations annuelles entre l'Afrique et le nord de l'Europe (DGF, 2004).

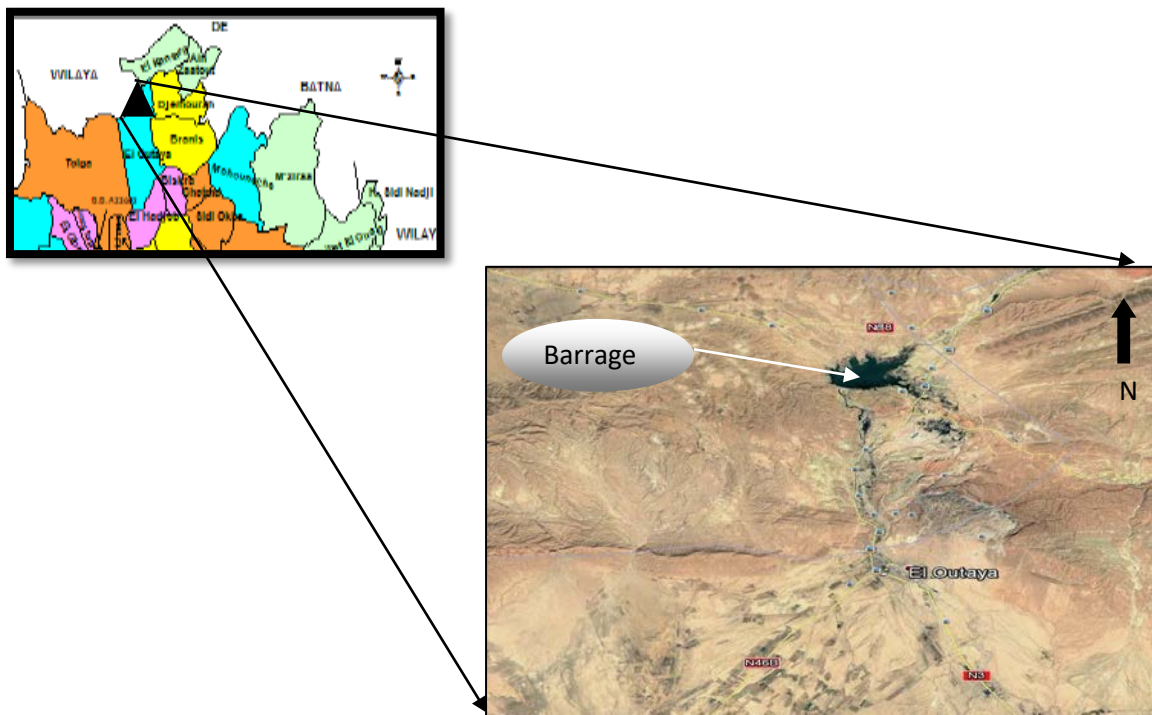


Figure N° 3 : Vue satellitaire de la Station d'étude du Barrage Fontaine des gazelles.

3- Etude du milieu

3-1 La plaine d'El Outaya

Selon l'ANAT (2002) (fig.4), le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques répartis comme suit :

Montagnes : situées au nord de la région presque dépourvues de toutes végétations naturelles (El Kantara, Djemoura et M'chounech).

Plateaux : à l'ouest, ils s'étendent du nord au sud englobant presque la région des zibans occidentaux (Ouled Djellal, Sidi Khaled et une partie de Tolga).

Plaines : Deux plaines se distinguent ; l'une entre Batna et Ain Touta avec environ 36 Km de longueur et une largeur variant entre 6 à 8Km, et l'autre au sud ; c'est la plaine entre El-Kantara jusque au site du barrage «fontaine des gazelles » le long de Oued El-Hai.

Dépressions : Dans la partie sud-est de la wilaya de Biskra (Chott Melghir).

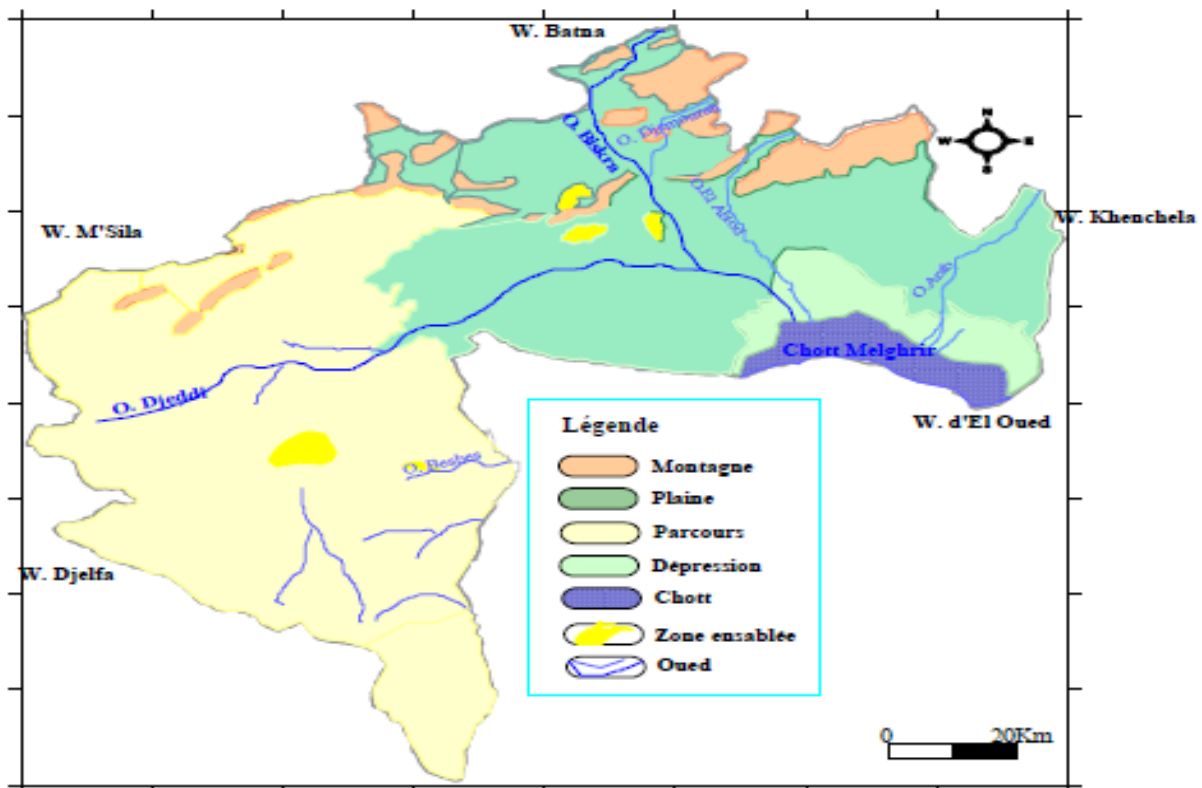


Figure N° 4 : Carte de milieu physique de la wilaya de Biskra (Sedrati, 2011)

3-2 Réseau hydrographique de la région de l'Outaya

Selon Brinis (2003) in Rechachi (2010), le réseau hydrographique de la région est squelettique, il comporte un tronc principale, l'Oued Biskra, qui fait partie de bassin fermé de chott Melghir et reçoit sur sa rive gauche quelques tributaires issus du versant sud de l'Aurès et du Djebel Melah, ces oueds étalent leurs graviers sur une largeur de 50 à 400 m entre des berges abruptes de 1 à 3 m de haut (fig.5).

L'Oued Biskra est à sec, sauf lors des pluies exceptionnelles (à l'exception de l'endroit à l'aval du barrage Fontaine des Gazelles). D'autres oueds moins importants, sont à signaler (Oued Selsou, Oued Bougatou, et Oued Besbes) (Boudjema, 2015) (fig.6).

Parmi les oueds qui alimentent notre zone d'étude « le barrage fontaine des gazelles » ; Oued El Hai-Biskra qui prend naissance, en partie dans les monts de Belezma et a pour affluents principaux : Oued Tilatou et oued Fadala qui convergent pour former Oued El Hai jusqu'à la ville d'El Outaya. Au-delà de cette région, l'Oued prend la dénomination de Oued Biskra, ce dernier est le plus important dans la région d'étude, il traverse la plaine d'El Outaya et se déverse dans le Chott Melghir, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents qui collectent les eaux de ruissellement du Sud-ouest des Aurès. Au Nord de la ville de Biskra, après un parcours permanent, l'Oued El-Hai-Biskra débouche dans une plaine à une altitude de 200 mètres, où il s'infiltre dans son cône de déjection. Seules, les crues atteignant Biskra, au cours desquelles l'eau est utilisée pour l'irrigation dans la plaine d'El-Outaya (Boudjema, 2015)

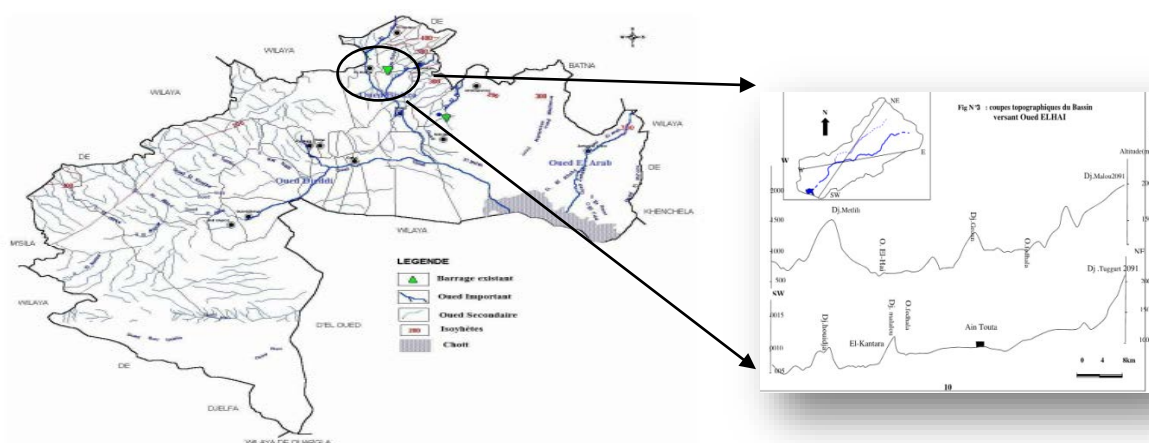


Figure N° 5 : Carte du réseau hydrographique de la Wilaya de Biskra (Sedrati, 2011)

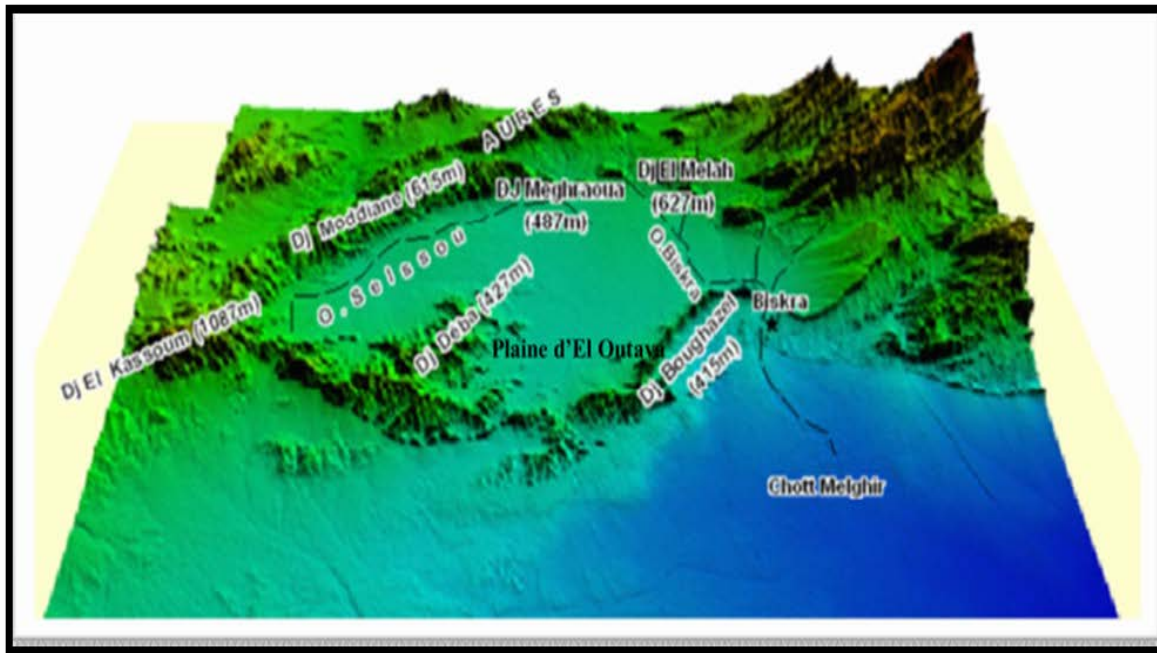


Figure N° 6 : Limites naturelles de la plaine d'El-Outaya (Boudjema ,2015)

3-3 contexte géologiques

Le bassin d'El Outaya fait partie de la région de M'Doukal - Biskra qui forme une zone charnière raccordant les deux grands ensembles atlasiens. Il est particulier par ses dimensions réduites (30 X 70 Km), sa forme losangique limitée par des failles (E-W, NW-SE et NE-SW) ainsi que par sa position dans le domaine atlasique. C'est un bassin subsident orientée sensiblement E.NE – W.SW et situé entre deux anticlinaux. Il se trouve au nord de l'anticlinal du Dj. Bou Rhezel (Biskra) et au sud du dôme de Dj. El Melah (El-Outaya) (Brins et Boudoukha ,2011).

Selon Chebbah (2007) la plaine d'El Outaya remplie de formation Mio-plio-quadernaire surmontant un substum principalement éocène-crétacé, fonctionné comme un bassin de sédimentation pendant tout le Néogène.

3-4 Type de sol

D'après Benaouda et al. (2008) in Rechachi (2010) Les sol de la région de l'Outaya sont de texture variable généralement fines, ils sont d'apport alluviaux plus ou moins salés ou sodiques (sol Peu évolués et halomorphes selon la CPCS) Ces sols sont basiques (Ph entre 7.4 et 8.6), avec un taux de matière organique, généralement faible (entre 0.3 et 3.1%) très excessivement calcaires (de 26.6 à 63.6%) et gypseux à très gypseux (de 6.3 à 28.6%) (Rechachi, 2010).

Les sols au niveau du barrage de la Fontaine des gazelles sont de type halomorphe à structure non dégradée salins relativement profonds, ils sont dominés par l'évolution, soit par la présence de sels solubles. Ils se distinguent par leur forte salinité, qui se situe autour de 8mmhos / cm. La structure est médiocres, la consistance et la cohésion sont faibles, ils sont calcarifères et présentent une charge graveleuse d'environ 20 % dans les premiers horizons pédologiques. ((Anonyme, 2002) in Amri, 2006).

4- Climat

Le climat est un facteur très important pour le développement des végétaux, car leurs phénomènes qui sont la température les précipitations l'humidité et le vent sont très important dans le fonctionnement des écosystèmes écologiques. Et pour connaitre cette importance on a obtenue des données météorologique de la région de Biskra à partir de la station météorologique (O, N, M 2014) Biskra, pour une période de 1986 jusqu'à 2010.

4-1 Précipitations :

Selon Ramade (2003), précipitation est un facteur écologique d'importance fondamentale. Nous avons repris dans la figure 7 et 8, les résultats des précipitations moyennes mensuelles et des précipitations annuelles durant la période 1986-2010.

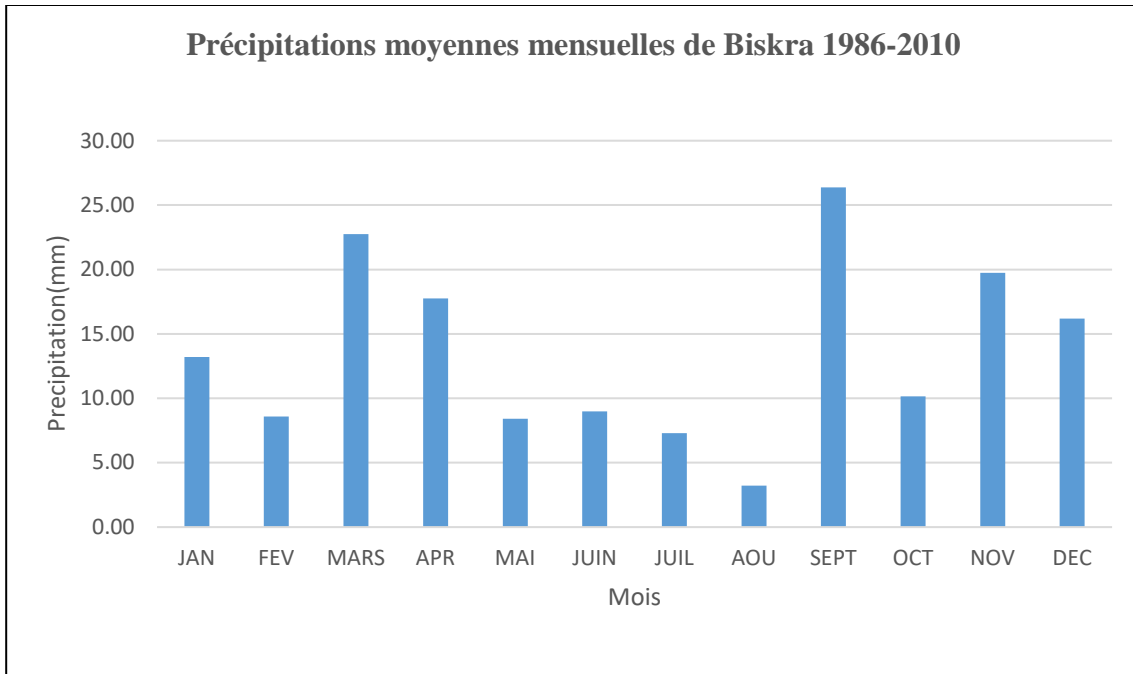


Figure N° 7 : Précipitations moyennes mensuelles de Biskra 1986-2010

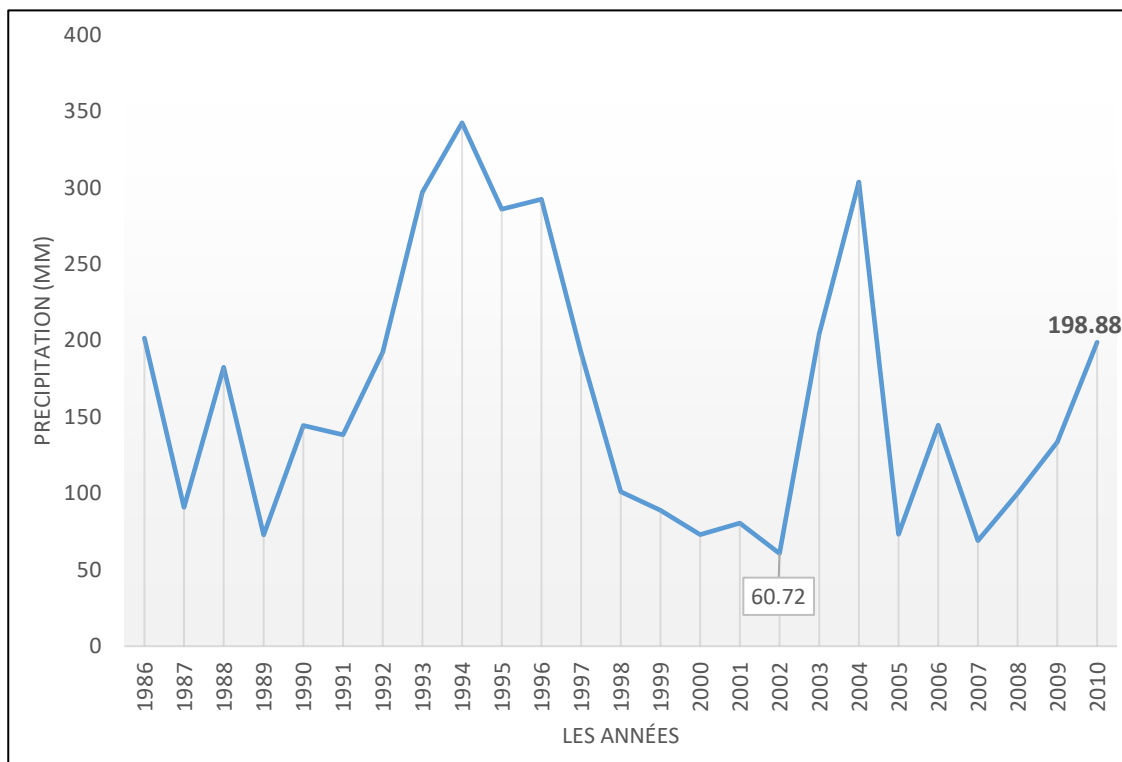


Figure N°8 : Précipitation annuelle de 1986 à 2010

Les précipitations moyenne mensuelles sont très irrégulière elles varient entre 3.22 mm dans le mois d'Aout et de 22.37 mm dans le mois de Septembre, Par ailleurs les précipitations annuelles sont de même irrégulier, l'année 1994 et 2004 sont remarquable avec des précipitations (342.69 en 1994) et (304,03 en 2004).

4-2 Température

La température a une influence sur les plantes à court et à long termes (Prévost ,1999).

Les valeurs de température mensuelle (minimale maximale et moyenne) dans notre région pendant la période 1986-2010 sont enregistré dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° 5 : Température mensuelle minimale maximale et moyenne dans la région d'étude 1986-2010

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy
Min	7,09	8,50	11,53	14,79	19,80	24,58	27,68	27,77	23,36	18,25	12,30	8,19	16,99
Max	16,90	19,15	23,06	26,45	32,08	37,20	40,58	40,11	34,48	28,95	22,15	17,56	28,22
Moyenne	12,00	13,82	17,30	20,62	25,94	30,89	34,13	33,94	28,92	23,60	17,22	12,87	22,61

Office nationale de la météorologique (1986-2010).

La figure 9 montre que la région de Biskra est caractérisée par des fortes températures, qui sont enregistré entre le mois le plus chaud Juillet avec un maximum de **40,58°C** et le mois le plus froid avec un minimum de **7,09°C** et la moyenne annuelle et de **22.61°C**

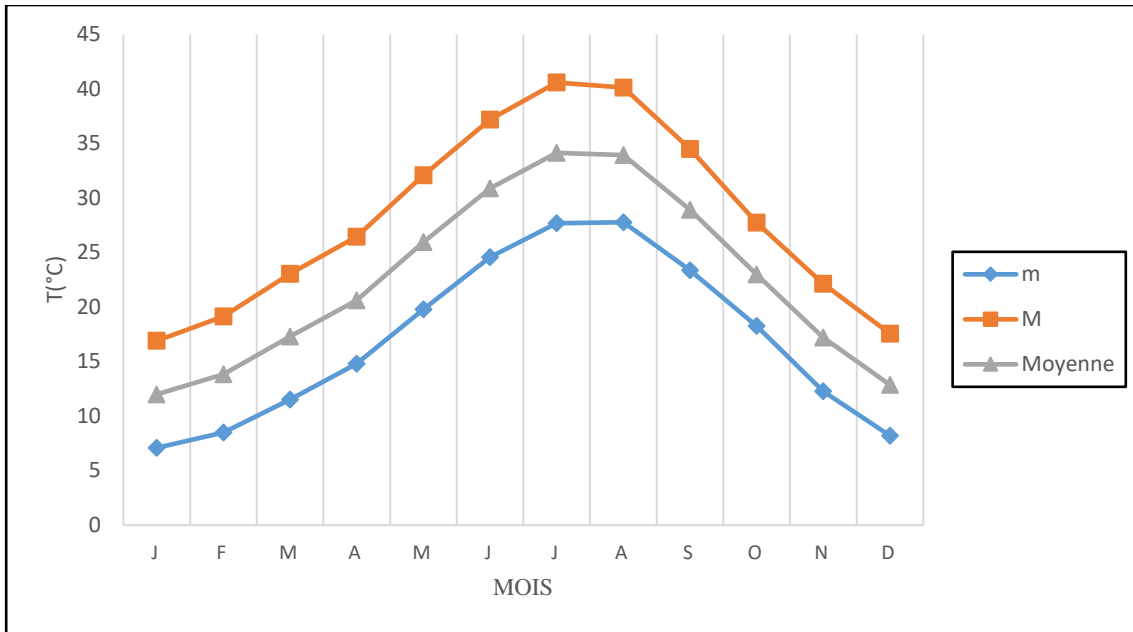


Figure N°9 : Températures moyennes, maximales et minimales de Biskra 1986-2010

4-3 Vent

Selon la figure 10, la vitesse maximale du vent est enregistré au mois Avril, et la minimale au mois d’Août. Les vents les plus dominants dans la région sont ceux venant du nord-ouest pendant l’hiver ; Cependant le ciroco (Vent sec), qui vienne du sud souffle en printemps et en été. Malgré les apparences, le Sahara n’est pas un pays venteux, mais un pays ou, par suite de sa dénudation, on ressent le plus facilement le vent (Dubief, 1952).

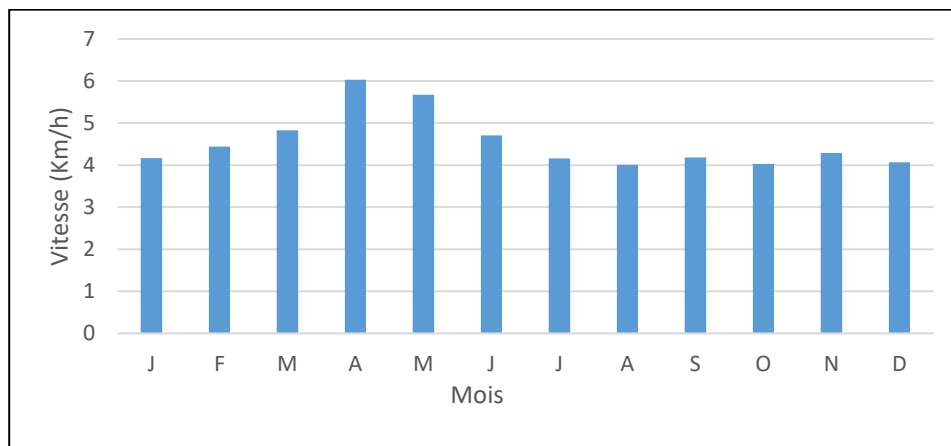


Figure N°10 : moyennes mensuelles de vitesse du vent de Biskra 1986/2010

4-4 Humidité de l'air

L'humidité relative est faible, varie beaucoup dans l'année par l'effet des températures élevées et les amplitudes thermique importantes, elle est estimée de 25.13% au mois de juillet jusqu'à 58.1% au mois de janvier, pour la période 1986-2010 (Fig 11)

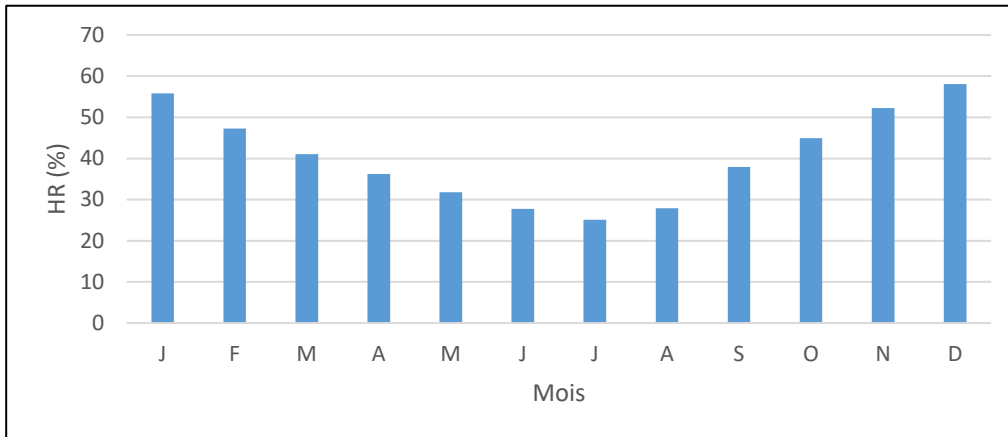


Figure N° 11 : moyenne mensuelle de l'humidité relative de Biskra 1986-2010

5- Synthèse climatique

5-1 Diagramme Ombrothermique

Le diagramme réalisé selon, Bagnouls et Gaussen (1953) montre que l'intersection des deux courbes (P et T) définit la saison sèche par la formule de ($P < 2 T$) Donc dans notre région d'étude le diagramme montre que la période sèche s'étale presque durant toute l'année (fig.12)

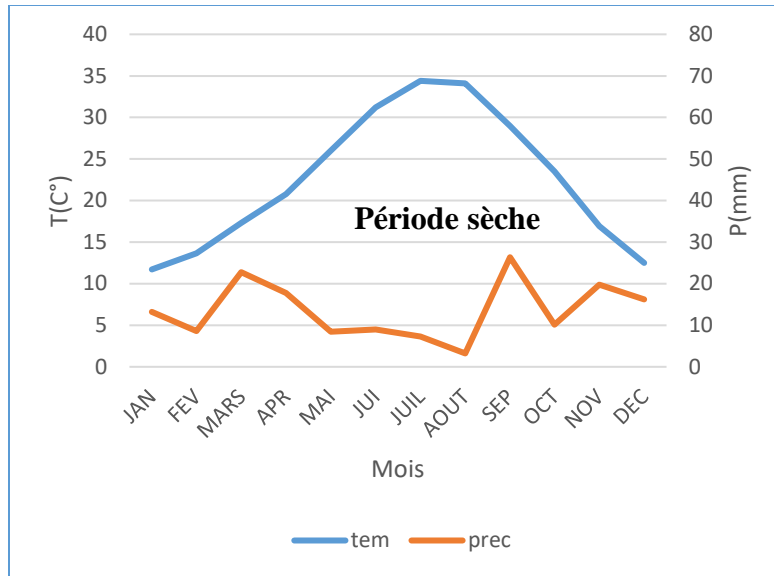


Figure N°12 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de Biskra 1986-2010.

5-2 Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

La classification des type climatiques est basée sur le calcul d'indice pluviométrique de Stewart (1969) autrefois on utilisant l'indice pluviométrique d'Emberger (1955) qui s'écrit comme suit :

$$Q = P * 1000 / (M + m) * (M - m) / 2$$

P= pluviométrie annuelle (mm)

M= température maximale du mois le plus chaud (K)

m= température minimale du mois le plus froid (K)

Stewart a proposé une modification à cette formule, il assimile la moyenne des températures $(M+m)/2$ à une valeur constante ($K=3.43$)

La formule s'exprime de la façon suivante :

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

Avec l'utilisation de cette dernière formule le Q calculer dans la zone d'étude est de 16.65

La projection de la valeur Q dans le climagramme d'Emberger nous amène à situer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharienne à hiver tempéré (Fig.13)

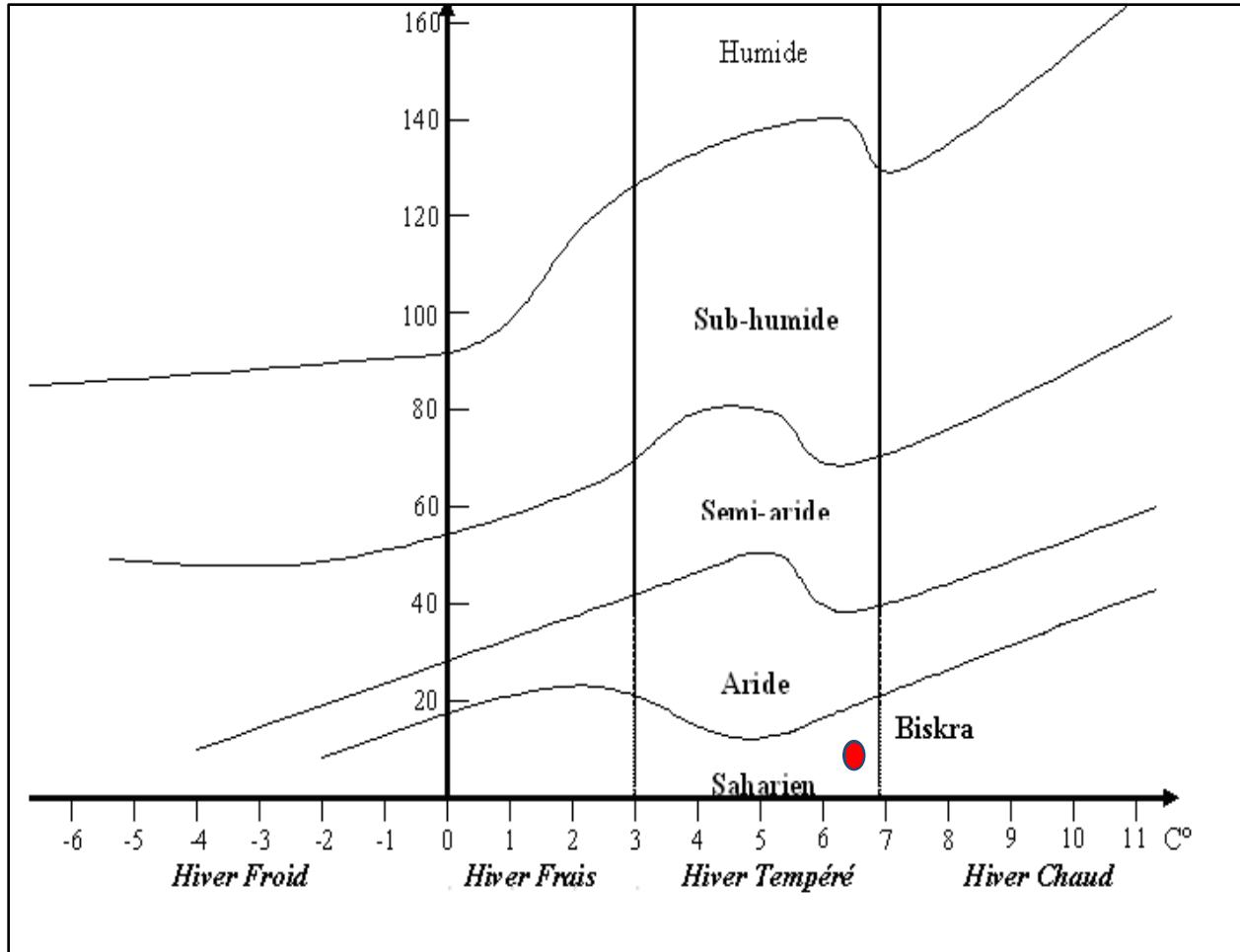


Figure N° 13 : Projection de site d'étude dans le Climagramme d'Emberger.

5-3 Indice d'aridité de De Martonne

Selon Ozenda (1982), l'indice est calculé avec la formule suivante :

$$I = P/T + 10$$

I : Indice d'aridité de De Martonne

P : Pluviosité moyenne annuelle

T : Température moyenne annuelle

Selon PREVOST (1999), l'indice de De Martonne, on peut classer le climat à :

Climat très sec : $I < 10$

Climat sec : $I < 0$

Climat humide : $20 < I < 30$

Climat très humide : $I > 30$

Pour la zone d'étude l'indice d'aridité est estimé à 5.156, cela confirme le climat de la région d'étude est **très sec**.

6- Valeur écologiques de la zone d'étude.

6-1 richesses faunistique

Notre zone d'étude est un micro climat artificielle qui a un potentielle d'héberger un nombre très importants en avifaune tableau N°6, des mammifères comme Meriones sp. Gerbillus sp. Sus scrofa (Linnaeus 1758) Caracal caracal (Schreber1776) Lepus capensis (Linnaeus 1758) Hyaena hyaena (Linnaeus 1758) ; espèce protégé. Des arthropodes tableau N°7, Mimeche (2008) montre que le barrage fontaine des gazelles contient avec le barbeau d'autre espèces piscicole ; la carpe grande bouche Aristichthys nobilis et la carpe argenté Hypophthalmichthys molitrix et la carpe royale cyprinus carpio.

Tableau N° 6 : Liste des espèces avifaune du Barrage de la Fontaine de la gazelle (D.G.F., 2006)

Non commun	Nom scientifique	Description
Le grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	nicheur, migrateur, hivernant.
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	
Buzzard		
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	
Le grand courmouran		
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	Espèce protégé
Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	

Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	
Grèbe hupé	<i>Podiceps cristatus</i>	
La grande aigrette	<i>Ardea alba</i>	
La foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	
Buzard de roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Espèce protégé
Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	
Chevalier gambette	<i>Tringoides totanus</i>	

Tableau N°7 : Liste des espèces arthropodes du barrage fontaine des gazelles (Mimeche., 2008)

Classe	Ordre	Famille	Espèce		
Crustacea	Isopoda	Porcellionidae	<i>Porcellio scaber</i>		
Arachnida	Aranea	Agelenidae	<i>Tegenaria duellica</i>		
			<i>Clonopsis gallica</i>		
			<i>Leptynia hispanica</i>		
			<i>Bacillus rossius</i>		
			<i>Pieris napi</i>		
				<i>Pieris rapae</i>	
				<i>Colias croceus</i>	
				<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	
				<i>Danaus chysippus</i>	
			Danaidae	<i>Danaus chysippus</i>	
			Lycaenidae	<i>Polymmatius bellargus</i>	
			Libellulidae	<i>Orthetrum coerulescens</i>	
			Aeshnidae	<i>Aeshna cyanea</i>	
			Pompilidae	<i>Auplopus albifrons</i>	
			Ichneumonidae	<i>Exetastes rufipes</i>	
			Formicidae	<i>Messor barbara</i>	
			Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
					<i>Paravespula vulgaris</i>
					<i>Paravespula germanica</i>
Pamphiliidae			<i>Cephalcia arvensis</i>		
			<i>Calosoma maderae</i>		

		<i>Broscus cephalotes</i>
	Scarabidae	<i>Tropinota hirta</i>
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>
	Rhynchitidae	<i>Rhynchite bacchus</i>
	Dryopidae	<i>Coelostoma arbiculata</i>
	Tenebrionidae	<i>Blaps mucronata</i>
		<i>Sphodromantis viridis</i>
		<i>Mantis religiosa</i>
Ephemeroptera	Siphonuridae	<i>Siphlorurus sp</i>
		<i>Nezara viridula</i>
		<i>Eurydema omatum</i>
	Pynhocoridae	<i>Pynhocoris apterus</i>
	Miridae	<i>Tuponia breviros</i>
	Calliphoridae	<i>Protophormia terraenovae</i>
	Oestridae	<i>Pupe hypoderma</i>
		<i>Aiolopus thalassinus</i>
		<i>Oedipoda caerulescens sulfurescens</i>
		<i>Locusta migratoria</i>
		<i>Anacridium aegyptium</i>
		<i>Acrida ungarica</i>

6-2 Le couvert végétal

Malgré les faibles précipitations qui présentent une contrainte pour le développement des espèces végétale, la zone humide est caractérisée par des formations végétales, Tel que *l'Atriplex sp*, *Tamarix sp* et d'autres espèce, qui joue un rôle écologique pour la faune précité. Dans ce sens des travaux sont inexistants d'où notre intérêt est orienté.

Chapitre 3

Matériels et méthodes

L'Objectif du travail

L'objectif de ce travail est de cartographier et d'étudier l'évolution de la composition floristique du bassin versant du barrage de Fontaine des Gazelles, d'une part nous sommes basés sur l'analyse floristique du couvert végétal autour des berges de la zone humide. et d'autre part nous avons complété notre étude par des données issues des techniques d'observation de la Terre (télédétection), notamment pour la cartographie et le suivi diachronique de l'occupation du sol.

1- Matérielles**1-1 Matériel de terrain :**

- ✓ Appareil – photos numérique pour la prise des photos.
- ✓ GPS (Système de Positionnement Géographique) pour l'orientation et le prélèvement des coordonnées géographiques à l'intérieur de chaque station.
- ✓ Un sécateur et sachets pour sectionner les spécimens destinés à l'herbier.
- ✓ Ruban de 10 mètre de long était utilisé dans la délimitation de la surface de relevé et la distance entre les différentes stations d'échantillonnage.
- ✓ Cahier et un crayon pour l'enregistrement des données (pente, exposition, topographie) ainsi que les noms vernaculaires des plantes.

1-2 Matériel informatique

Pour cette étude nous avons choisis deux logiciels Arcgis 10 et ENVI 4.7 qui sont des logiciels de visualisation et d'analyse des différents formats d'images.

1-2-1 Présentation du logiciel Arcgis 10

Arcgis est un outil permettant d'exploiter un système d'information géographique (SIG).

Le principe directeur d'un SIG est le suivant : nous avons d'un côté les données géomatiques et de l'autre des données attributaires, ces données sont stockées sous format numérique et organisées par couches (appelées aussi « Shapefile » dans Arcgis).

Cet outil informatique (Arc Gis) est en réalité une suite, qui se décline en trois versions (Arc View Arc Editor et Arc Info), la différence entre ces versions est le nombre d'options supplémentaires disponibles, Arc View en possédant le moins, Ceci est indépendant des

extensions (spatial Analyst, 3DAnalyste... que l'on peut acheter en supplément de chaque suite). Pour notre étude nous avons utilisées la version 10 (Fig 13 A), qui apporte la possibilité de gérer Arc Catalog et Arc Tool Box directement depuis l'interface d'Arc Map.

1-2-2Présentation du logiciel de traitement d'images numériques ENVI 4.7

ENVI est un logiciel professionnel de la société «EXELIS» (fig 14 B) permettant la visualisation, le traitement, l'analyse, et la présentation de nombreux types d'images numériques, dont les images satellites. En particulier, ENVI permet de travailler sur différents types de données (multi spectrale, hyper spectrale, radar), d'intégrer des données de type matriciel (image) et vectoriel qui sont compatible avec des données de type SIG. Il permet entre autres de contraster les images, de les corriger géométriquement, de les classifier, de réaliser des analyses à l'aide de données d'élévations,... etc. ENVI utilise le langage de programmation IDL (Interactive Data Language). Cette analyse nous a permis de calculer deux indices NDVI et NDWI.



Figure N°14 : présentation des outils informatique (A : logiciel Arcgis, B : Logiciel ENVI)

2- Méthodologie d'étude

2-1 Relever floristique

2-1-1 Choix de la station d'étude :

La zone humide artificielle (Fontaines des gazelles) joue un rôle écologique, elles hébergent un nombre important d'avifaune de statut national et international (Chapitre 2). L'abondance des oiseaux aux zones humides artificielles est très corrélée avec le couvert végétal (Christopher et al., 2013), ce dernier constitue un habitat, lieu de nidification pour cette avifaune. Pour notre étude nous avons choisi deux stations au niveau du bassin versant de la fontaine des Gazelles (Fig N°15). La station 1 et 2 (Fig N°16 et 17) sont situées au nord-est par rapport au barrage avec une coordonnée géographique « Latitude : 35° 08' 18'' N, Longitude : 005° 36' 18'' E » pour la station 1 et « Latitude : 35° 08' 33'' N, Longitude : 005° 36' 28'' E » pour la station 2, la distance entre les deux stations est de 600m.

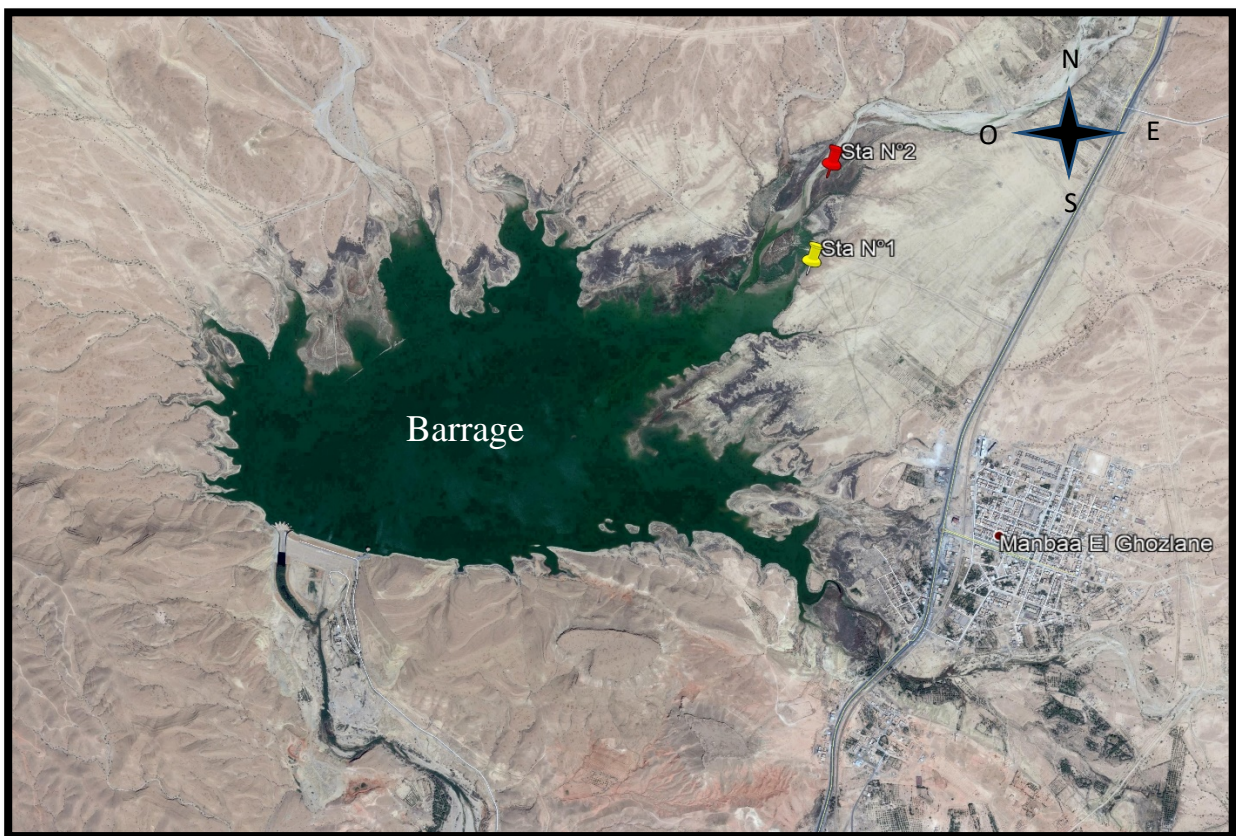


Figure N° 15 : Vue satellitaire des deux stations d'étude au niveau de Barrage fontaine des gazelles



Figure N°16 : Paysage de la Station N°1



Figure N°17 : paysage de la Station N°2

2-1-2 Méthode d'échantillonnage floristique

Pour faire l'étude floristique, nous avons adopté une méthode d'échantillonnage subjectif la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage qui consiste à choisir les échantillons qui paraissent homogène et représentatives (Gounot ,1969).La surface du relevé doit être au moins égale à l'aire minimale, contenant la quasi-totalité des espèces présentes (Guinochet(1955) et Delpèch (2006)).Les relevés sont réalisés sur des surfaces homogènes du point de vue floristique et représentatives d'environ 100 m². Ils ont été répartis sur l'ensemble de la zone d'étude de façon à prendre en compte la variabilité des facteurs écologiques et agronomiques (Hannachi et Fenni, 2013).

Notre relevés floristique a été effectué pendant une année du mois de janvier 2015 jusqu'au mois de Décembre 2015. Au sein de chaque station l'échantillonnage est réalisé sur trois aires minimales qu'ont été choisies de façon aléatoire avec une superficie de 100 m².

Au niveau de la liste floristique, chaque espèce est affectée d'un coefficient d'abondance – dominance (de + à 5) au sens de Braun Blanquet.

2-1-3 Identification des espèces

Les espèces récoltées ont été conservé dans un herbier pour faire leurs identifications au laboratoire, cette dernière a été réalisée par les guides floristiques suivantes :

- Flore du Sahara Septentrional et Central. (Ozenda, 1958)
- Nouvelle flore de l'Algérie et les régions désertiques méridionales (Quézel et Santa, 1962).
- Flore et végétation du Sahara (Ozenda, 1991).
- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien (Chehema, 2006).

La nomenclature a été mise à jour avec Tela-Botanica, dans l'adresse URL <http://www.tela-botanica.org/>

2-1-4 Analyse des données floristiques

2-1-4-1 Richesse spécifique

Elle indique le nombre d'espèces recensées par unité de surface (Monod, 1957 ;Margalef, 1958).

La richesse spécifique peut s'exprimer en richesse totale ou en richesse moyenne : *La richesse totale correspond au nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée. *La richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié (Daurbay, 2007).

2-1-4-2 La fréquence relative

La fréquence d'une espèce est égale au nombre d'apparition de cette espèce sur la surface d'inventaire. La fréquence relative d'une espèce est égale au quotient de la fréquence par la somme des fréquences de toutes les espèces et multipliée par 100 (Daurbay, 2007).

$$\text{Fréquence relative d'une espèce} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\Sigma \text{des fréquences de toutes les espèces}} \times 100$$

2-1-4-3 La diversité des taxons

La diversité des taxons appelée hétérogénéité spécifique, est évaluée en fonction du nombre d'individus au sein d'une espèce ou d'une famille dans une communauté. Elle nous permet de mettre en évidence l'importance relative des grandes familles caractérisant la végétation étudiée (Daurbay, 2007). Elle s'exprime par la formule ci-après :

$$\text{Indice de diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces dans l'échantillonnage}} \times 100$$

2-1-4-4 Echelle d'abondance-dominance selon BRAUN-BLANQUET (1960)

Etant donné que les résultats bruts, sont meilleurs, mais ne facilitent pas toujours la comparaison entre plusieurs échantillons lorsque les valeurs brutes sont très différentes et lors qu'on s'intéresse plus aux valeurs relatives qu'aux valeurs absolues. La liste floristique est

établie avec toutes les espèces et leur abondance dominance. Pour donner l'abondance dominance d'une espèce on utilise une échelle de Braun-Blanquet qui s'apprécie de la manière suivante :

r: très peu abondant, recouvrement très faible.

+ : peu abondant, recouvrement très faible.

1 : abondant, mais avec un faible recouvrement ou assez peu abondant, mais avec un recouvrement plus grand.

2 : très abondant ou recouvrement supérieur à **5 %**.

3 : recouvrement de **25-50 %**, abondance quelconque.

4 : recouvrement de **50-75 %**, abondance quelconque.

5 : recouvrement supérieur à **75 %**, abondance quelconque.

2-1-4-5 L'indice de présence

C'est un indice à caractère synthétique ; la présence indique le nombre de relevés où l'espèce « x » est présente, il s'exprime par la formule ci-après :

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \text{ dont}$$

n: le nombre de relevés où l'espèce « x » existe.

N : le nombre total de relevés effectués.

P : l'indice de présence.

On peut l'apprécier suivant une échelle de I à V de la manière suivante :

I : Espèces présentes dans 21% des relevés.

II : Espèces présentes dans 21 à 41% des relevés.

III : Espèces présentes dans 41 à 61% des relevés.

IV : Espèces présentes dans 61 à 81% des relevés.

V : Espèces présentes dans 81 à 100% des relevés.

2-1-4-6 Indice d'occurrence ou constance

Selon Dajoz (1985), la fréquence d'occurrence ou fréquence d'apparition ou indice de constance est le rapport du nombre de relevés p_i contenant l'espèce i au total des relevés réalisés.

Cet indice est calculé selon la formule suivante :

$$C = P_i/P * 100(\%)$$

Suivant la constance, on peut reparti les espèces dans les classes suivantes :

Espèces omniprésentes : $C = 100\%$

Espèces constantes : $75 < C < 100\%$

Espèces régulières : $50 < C < 75\%$

Espèces accessoires : $25 < C < 50\%$

Espèces accidentelles : $5 < C < 25\%$

Espèces rares : $C < 5\%$

2-1-4-7 Les indices de diversité

Les indices de diversité sont fréquemment utilisés en écologie car ils constituent des paramètres de caractérisation d'un peuplement (Ramade, 1994).

Par ailleurs, ces indices fournissent plusieurs renseignements notamment, sur la qualité et la fonctionnalité des peuplements (diversité, interaction, etc.). Parmi les indices couramment utilisés, nous avons utilisé, indice de SHANNON-WEAVER et Indice d'équirépartition ou équitabilité (E)

2-1-4-7-1 L'indice de SHANNON-WEAVER

Selon Danais (1982) l'indice de diversité de SHANNON-WEAVER mesure la quantité moyenne d'informations données par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection. Cette moyenne est calculée à partir des proportions d'espèces qu'on a recensées comme suit :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N} \text{ avec } n_i \text{ compris entre } 0 \text{ et } N, p_i \text{ est compris entre } 0 \text{ et } 1$$

N : effectif total

n_i : effectif de l'espèce i dans l'échantillon

S : nombre d'espèces total dans l'échantillon Cet indice varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de la portion relative du recouvrement de différentes espèces. Il peut varier entre 1 et 4,5 pour des relevés de faibles tailles.

Selon Frontier et Pichod-viale(1995), In Ngok (2005) in Allout 2013, l'indice de diversité de SHANNON et WEAVER, peut être maximal (H_{max}) en prenant des valeurs comprises entre 8 et 9 pour des échantillons comprenant notamment 100 et 200 espèces.

L'indice de SHANNON est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Il est cependant minimal si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce.

2-1-4-7-2 L'indice d'équitabilité de PIELOU (1966)

Selon Ramade (2003) et Blondel (1979). L'indice d'équitabilité E est le rapport entre la diversité calculée H' et la diversité maximale H'_{max} qui est représentée par le log de la richesse spécifique S .

$$E = H' / H'_{max}$$

H' : indice de Shannon

H'_{max} : diversité maximale,

D'après Ramade (2003) les valeurs de l'équitabilité varient entre **0** et **1**. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et il est égal à **1** lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

2-2 Approche cartographique.

2-2-1 Acquisition des données

Choix de l’image satellitaire :

Les satellites d’observation fournissent et fourniront de plus en plus des images de la Terre à des résolutions spatiales et spectrales adéquates pour un paysage rural ou périurbain (Ponyal., 2001).

D’après Pouchin (2001) les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l’occupation du sol ainsi que dans la planification et la gestion des ressources, elles sont descriptives et apportent une information spatiale et spectrale, beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d’information.

Dans notre travail nous avons utilisé quatre images satellitaires pour chaque année (couvrant des saisons différentes) afin de mieux intégrer les dynamiques saisonnières dans les analyses, le tableau ci-dessous montre les caractéristiques des scènes étudiées.

Tableau N°8: caractéristique des scènes étudiée

être	Radiom	nées	Coordon	Dates d’acquisition	Bandes spectrales (µm)	Domaine spectrale	Résolution spatiale (m)	Cycle orbitale
	Landsat7 ETM+		197/35	2002-02-16	1. [0.45-0.51]	Bleu	30*30	16 jours
				2002-04-21	2. [0.52-0.60]	Vert	30*30	
				2002-07-26	3. [0.63-0.69]	Rouge	30*30	
				2002-10-14	4. [0.75-0.90]	Proche infrarouge	30*30	
				2010-01-29	5. [1.55-1.75]	Infrarouge moyen	30*30	
				2010-06-22	6. [10.40-12.50]	Infrarouge thermique	60*60	
				2010-08-09	7. [2.09-2.35]	Infrarouge lointain	30*30	
				2010-11-13	P. [0.52-0.90]	Panchromatique	15*15	

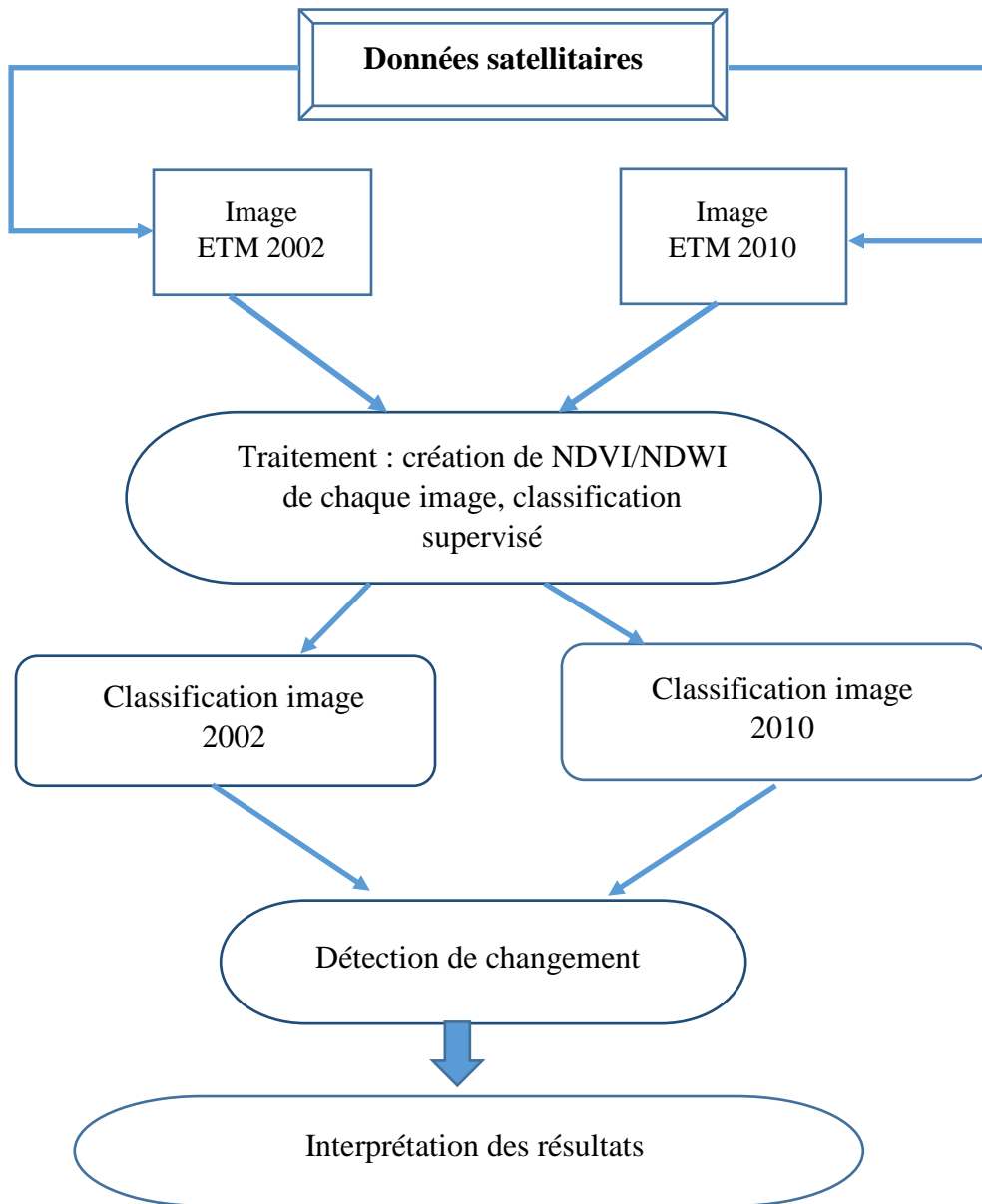


Figure N°18 : organigramme méthodologique des différentes étapes de changement de l'occupation du sol

2-2-2 Calcule des indices (NDVI et NDWI)

2-2-2-1 l'indice de végétation (NDVI)

NDVI est un indice de végétation qui se définit comme la différence normalisée des mesures de réflectance spectrale acquises dans les zones de longueurs d'onde « Proche Infra-Rouge » (« PIR ») et « Rouge » (Antoine, 2016) Cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation fig.19.

Selon Rouse et al. (1974) in Abdelbaki (2012) sa formule est donnée par l'expression suivante comme :

$$NDVI = \frac{(PIR - Rouge)}{(PIR + Rouge)}$$

Sa valeur théorique varie entre -1 et 1. En pratique, une surface d'eau libre (océan, lac,...) prendra des valeurs de NDVI proches de 0, un sol nu prendra des valeurs de 0.1 à 0.2, alors qu'une végétation dense aura des valeurs de 0.5 à 0.8. (Razagui et al., 2014)

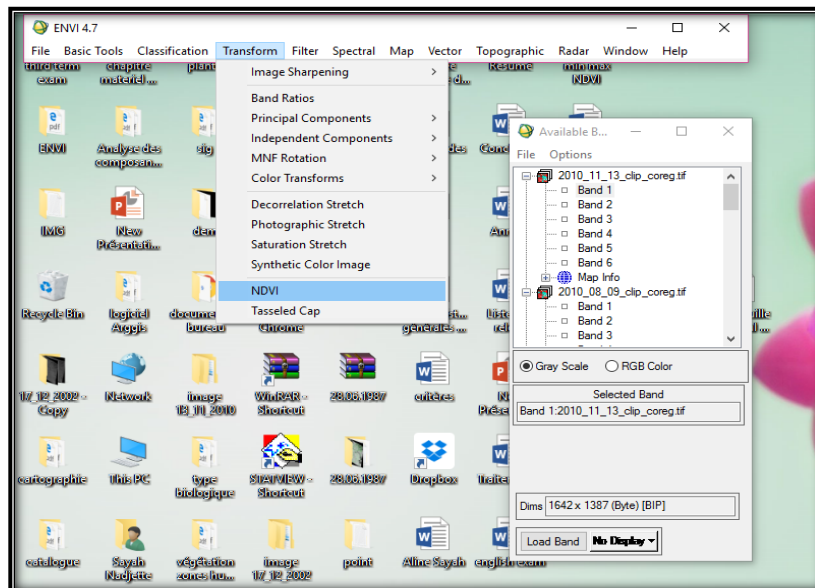


Figure N° 19 : les étapes pour calculer l'indice de végétation

2-2-2-2 l'indice de l'eau (NDWI)

NDWI, suivant le même principe que le NDVI, l'indice de teneur en eau par différence normalisée (NormalisedDifference Water Index, NDWI) utilise la bande proche infrarouge et une bande de l'infrarouge à courtes longueurs d'onde (short-waveinfrared, SWIR) (Gao, 1996). Au lieu de la bande rouge, où la réflectance est affectée par la chlorophylle, le NDWI utilise une bande de l'infrarouge à courtes longueurs d'onde (entre 1500 et 1750 nm), où l'eau possède un pic d'absorption. La bande du proche infrarouge (near-infrared, NIR) est la même que celle du NDVI car l'eau n'absorbe pas dans cette région du spectre électromagnétique. L'indice NDWI se calcule selon l'équation suivante :

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Le NDWI peut être calculé d'une autre manière de telle façon à mettre l'accent cette fois sur les surfaces d'eau et non pas de l'humidité des plantes et des sols, cela permet d'estimer l'évolution des superficies des eaux en comparant une série des images satellitaires à différente période du temps .Son équation est la suivante(Elhalim,2015)(fig.20) :

NDWI = (bande Verte – Proche infrarouge) / (bande Verte + Proche infrarouge).

NDWI= B2-B4/B2+B4 (Landsat7 TM)

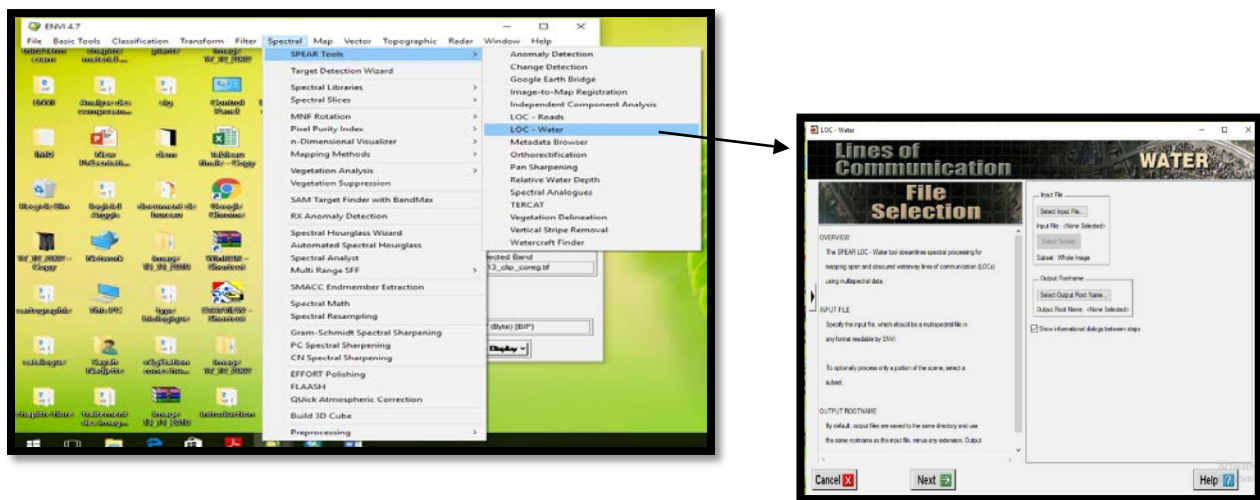


Figure N°20 : les étapes pour calculer l'indice de l'eau

Chapitre 4
Résultats et discussions

Ce chapitre est consacré pour traiter les résultats et leur discussion, analyse des données floristique, et cartographie l'occupation du couvert végétal de la zone humide artificielle, du Barrage fontaine des gazelles Biskra.

1- Analyse des données floristique

1-1 Composition floristique

Le relevé floristique durant la période d'échantillonnage qui s'étalait du mois de Janvier jusqu'à mois de Décembre 2015, a révélé l'existence de 18 espèces appartenant à 10 familles et 17 genres dans la première station « Latitude : 35° 08' 18''N, Longitude : 005° 36' 18''E ». Cependant la deuxième station « Latitude : 35° 08' 33'' N, Longitude : 005° 36' 28'' E », on a enregistré 14 espèces appartenant à 08 familles et 14 genres (Tableau N°9). On peut déduire que la deuxième station présente une richesse floristique inférieure à celle de la première station qui se situe près du barrage.

Tableau N°9 : Liste des espèces recensées au niveau de deux stations de la zone humide.

Familles	Espèces	Sta1	Sta2	Types biologiques
	<i>Anabasis articulata</i> (Forssk.) Moq.	+	+	Chamaephytes
	<i>Atriplex halimus</i> (L.)	+	+	Chamaephytes
	<i>Salicornia fruticosa</i>	+	+	Chamaephytes
	<i>Salsola tetragona</i> (Delile)	+	+	Chamaephytes
	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin ex Emb. & Maire	+	+	Chamaephytes
	<i>Pergularia tomentosa</i> (L.)	+	+	Chamaephytes
	<i>Nerium oleander</i> (L.)	+	+	Phanérophytes
	<i>Atractylis serratuloides</i> (Sieber. ex Cass.)	+	+	Chamaephytes
	<i>Atractylis flava</i> Desf	+	-	Thérophytes
Celastraceae	<i>Gymnosposia senegalensis</i> Lam. (Loes)	+	+	Phanérophytes
Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i> Schrad.	+	-	Hémicryptophytes
	<i>Astragalus armatus</i> Willd	+	+	Chamaephytes

	<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb & Berthel.	+	+	Phanérophytes
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i> Lam.	+	-	Chamaephytes
Poaceae	<i>Stipagrostis pungens</i> sub sp. Pungens (Desf.) De Winter	+	+	Hémicryptophytes
Tamaricaceae	<i>Tamarix africana</i> Poir.	+	+	Phanérophytes
Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	+	-	Chamaephytes
Zygophyllaceae	<i>Tetraena alba</i> (L.f.) Beier &Thulin	+	+	Chamaephytes
Total		18	14	

Sta : Station ; + : Présence ; - : Absence.

La figure 21, montre que la famille la plus dominante de cette inventaire est la famille des Amaranthaceae (Chénopodiacées) (5 espèces, soit 27,77%). Cette famille regroupe le nombre le plus élevé des espèces avec cinq plantes différentes au niveau d'un lac du bas-Sahara Algérien (Chenchouni, 2012), ce qui dénote la capacité de ces espèces à résister à la salinité et à la sécheresse qui règne dans les milieux humides salés à climat hyperaride (Larafa, 2004). De même Chehma (2005) indique que la diversité et l'abondance de cette flore dans les régions sahariennes caractérise par des sols salés et humides. Les Apocynaceae, Asteraceae et Fabaceae sont représentés par 2 espèces, soit 11.11%; ces familles sont bien adaptées à l'aridité du milieu (Ozenda, 1983) suivi par les Celastraceae, Cucurbitaceae, Juncaceae, Poaceae, Tamaricaceae, Nitrariaceae et Zygophyllaceae (une espèce soit 5.55%) (fig. 18), ces dernières constituent une barrière naturelle contre l'avancé du sable et la désertification (Djabeur et Kaid-Harche, 2006).

Cet inventaire reflète une richesse vu qu'on est dans une région aride qui connaît une diversité floristique très pauvre (Ozenda, 1983). Malgré les conditions désertiques très rudes, il existe un couvert floristique caractéristique bien adapté aux contraintes abiotiques de cet écosystème (Chehma, 2011).

D'après la Figure 22, on remarque que les types biologiques les plus représentés sont les Chamaephytes avec un taux de 61% suivi par les Phanérophytes en deuxième place (22%) en derniers les Hémicryptophytes et les Thérophytes, sont représentés successivement avec un

taux de 11% et 5%, ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Guehiliz (2016), les Chamaephytes sont les plus dominantes avec un taux de 57% suivies par les Phanérophytes 25% dans l'Oued de Biskra. Chenchouni (2012) a montré que l'abondance des Amaranthaceae justifie la dominance des Chamaephytes sur les types biologiques.

On remarque que ces deux types biologiques sont les plus fréquents, à partir de ces résultats obtenus, la répartition de ces dernières dans notre zone humide artificielle est comme suit : Chamaephytes > Phanérophytes > Hémicryptophytes > Thérophytes. Cette répartition est similaire avec celle déterminée par Haddad (2011) et Guehiliz (2016).

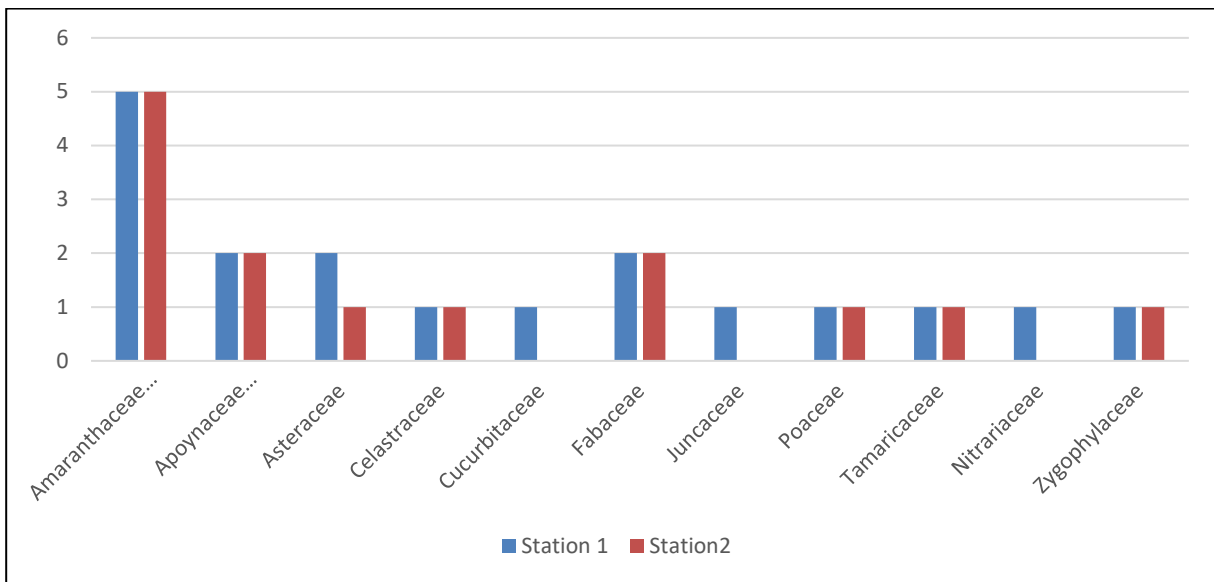


Figure N°21 : Présentation des familles en fonction du taux des espèces recensés dans la zone d'étude

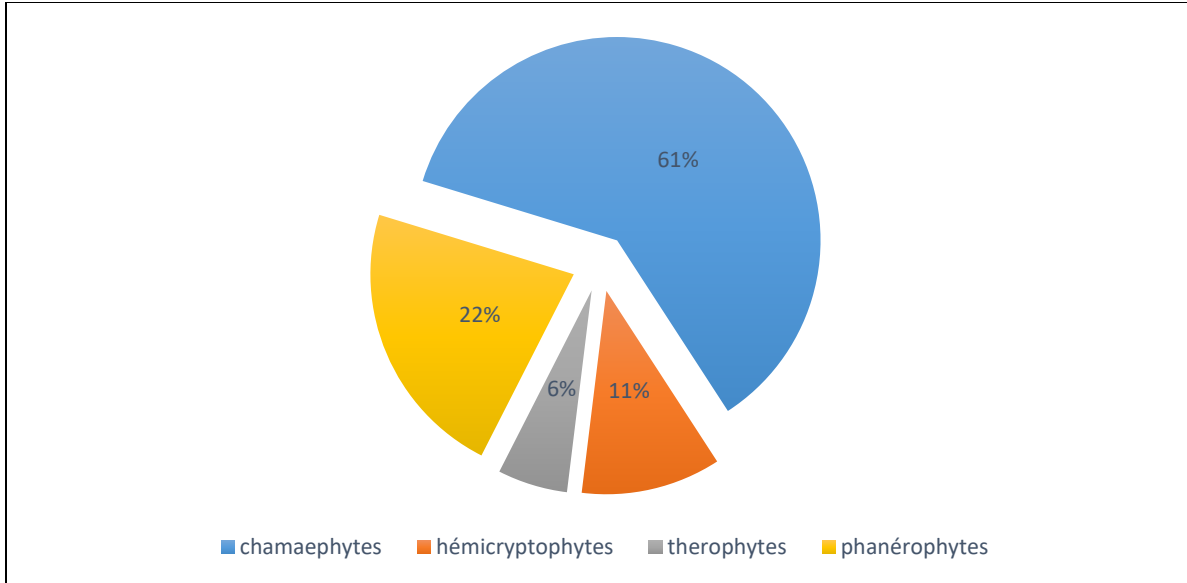


Figure N°22 : Répartition des Types biologiques de la zone d'étude

1-2 La richesse spécifique

La richesse spécifique est un indice de diversité extrêmement simple qui représente le nombre d'espèces dans un habitat. D'après Le tableau 13, on note une richesse qui est égale à $S = 18$ pour la première station et dans la deuxième station on enregistre $S = 14$

1-3 Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans les deux stations

Le calcul de la présence (%) et la fréquence relative (%) est réalisé à partir des tableaux des relevés floristiques (annexe N° 4), La fréquence d'apparition des espèces a été calculée dans les deux stations (Tableau N° 10)

Tableau N° 10 : Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans les deux stations.

Espèces	Station 1		Station 2	
	Présence %	Fréquence relative %	Présence %	Fréquence relative %
<i>Anabasis articulata</i>	50,00	5,17	100,00	14,63
<i>Atriplex halimus</i>	83,33	8,62	33,33	4,88
<i>Salicornia fruticosa</i>	66,67	6,90	41,67	6,10
<i>Salsola tetragona</i>	50,00	5,17	25,00	3,66
<i>Arthrophytum scoparium</i>	100,00	10,34	100,00	14,63
<i>Pergularia tomentosa</i>	58,33	6,03	83,33	12,20
<i>Nerium oleander</i>	8,33	0,86	8,33	1,22
<i>Atractylis serratuloides</i>	75,00	7,76	41,67	6,10
<i>Atractylis flava</i>	58,33	6,03	/	/
<i>Gymnosposia senegalensis</i>	41,67	4,31	25,00	3,66
<i>Colocynthis vulgaris</i>	25,00	2,59	/	/
<i>Astragalus armatus</i>	83,33	8,62	33,33	4,88
<i>Retama raetam</i>	8,33	0,86	16,67	2,44
<i>Juncus maritimus</i>	33,33	3,45	/	/
<i>Stipagrostis pungens</i>	66,67	6,90	33,33	4,88
<i>Tamarix africana</i>	100,00	10,34	100,00	14,63
<i>Peganum harmala</i>	25,00	2,59	/	/
<i>Tetraena alba</i>	33,33	3,45	41,67	6,10

A travers le tableau 10, on observe que pendant toute l'année les espèces les plus fréquentes dans la première station sont, *Arthrophytum scoparium* et *Tamarix africana* (P : 100%, Fr : 10.34%), suivi successivement de *Astragales armatus* et *Atriplex halimus* (P : 83.33%, Fr : 8.62%), *Atractylis serratuloides* (P 75%, Fr : 7.76%), *Stipagrostis pungens. et Salicornia fruticosa* (P 66,67%, 6.90 %) Par ailleurs dans la deuxième station les espèces les plus fréquentes pendant toute l'année sont *Anabasis articulata Arthrophytum scoparium et Tamarix Africana* (P : 100%, Fr : 14.63%), suivi de *Pergularia tomentosa* (P : 83.33%%,

Fr : 12.20%) tandis que les autres espèces étaient présentes dans un nombre faible dans les deux stations.

1-4Echelle d'abondance-dominance

Concernant l'abondance-dominance selon BRAUN-BLANQUET (1960), le tableau 11, montre que les espèces *Tamarix africana*, *Atractylis flava*, *Atriplex halimus*, apparaît par la note 4 sont les espèces les plus abondant et dominant avec un taux de recouvrement de (50-75%) suivi par *Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides*, *Anabasis articulata*, *Arthrophytum scoparium* et *Salicornia fruticosa* affecté par la note 2 à 3 avec un taux de recouvrement de (25-50 %), les autres espèces ne dépasse pas le 5% de recouvrement sont classé à l'échelle (+). Tandis que *Nerium oleander* selon l'échelle est considéré comme espèce rare. Dans ce sens Guehiliz (2016) a indiqué que dans la station du barrage fontaine des gazelles l'espèce Tamarix est la plus dominante couvrant plus de 75% de la surface échantillonnée. Cependant Khabtane (2010) a montré que l'espèce de tamarix est un bon indicateur des habitats humide salée.

Tableau N°11 : Coefficient de Braun Blanquet des espèces dans la station d'étude

Espèces	Station 1		Station 2	
	Recouvrement	Remarque	Recouvrement	Remarque
<i>Anabasis articulata</i>	2	abondant	2	abondant
<i>Atriplex halimus</i>	4	Abondant dominant	4	Abondant dominant
<i>Salicornia fruticosa</i>	2	abondant	2	abondant
<i>Salsola tetragona</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant
<i>Arthrophytum scoparium</i>	2	abondant	2	abondant
<i>Pergularia tomentosa</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant
<i>Nerium oleander</i>	r	rare	r	Rare
<i>Atractylis serratuloides</i>	3	Abondant dominant	3	Abondant dominant
<i>Atractylis flava</i>	4	Abondant dominant	/	/
<i>Gymnosposia senegalensis</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant
<i>Colocynthis</i>	1	Peu	/	/

<i>vulgaris</i>		abondant		
<i>Astragalus armatus</i>	3	Abondant dominant	3	Abondant dominant
<i>Retama raetam</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant
<i>Juncus maritimus</i>	1	Peu abondant	/	/
<i>Stipagrostis pungens</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant
<i>Tamarix africana</i>	4	Abondant dominant	4	Abondant dominant
<i>Peganum harmala</i>	1	Peu abondant	/	/
<i>Tetraena alba</i>	1	Peu abondant	1	Peu abondant

1-5 Indice d'occurrence ou Constance

A partir des relevés floristique au niveau des deux stations nous avons calculé, l'indice d'occurrence ou constance pour chaque espèces inventories, les résultats obtenue dans le tableau 12, montrent que la plupart des espèces inventorie sont des espèces accessoire suivi par des espèces régulière et les autres plantes sont disperser en espèces omniprésente, constante et accidentelle. D'après Rekis (2012) ; la régularité de la distribution des espèces est un élément important de la diversité, une espèce représentée abondamment ou par un individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème. A nombre d'espèces égal, la présence d'espèces très dominantes entraîne mathématiquement la rareté de certaines autres (Marcon, 2015) : On peut conclure que le maximum de diversité sera atteint quand les espèces auront une répartition très régulière.

Tableau N° 12 : Indice d'occurrence - constance pour les deux stations de la zone barrage fontaine des gazelles

	Espèces	Indice d'occurrence-constance %	Remarque
	<i>Anabasis articulata</i>	50%	régulière
	<i>Stipagrostis pungens</i>	66%	régulière
	<i>Arthrophytum scoparium</i>	100%	omniprésente
	<i>Astragalus armatus</i>	83,33%	constante
	<i>Atractylis serratuloides</i>	75%	constante
	<i>Atractylis flava</i>	58%	régulière
	<i>Atriplex halimus</i>	83,33%	constante

	<i>Colocynthis vulgaris</i>	25%	accessoire
	<i>Gymnosposia senegalensis</i>	41%	accessoire
	<i>Juncus maritimus</i>	33%	accessoire
	<i>Peganum harmala</i>	25%	accessoire
	<i>Pergularia tomentosa</i>	58%	régulière
	<i>Retama raetam</i>	8%	accidentelles
	<i>Salicornia fruticosa</i>	66%	régulière
	<i>Salsola tetragona</i>	50%	régulière
	<i>Tamarix africana</i>	100%	omniprésente
	<i>Tetraena alba</i>	33,33%	accessoire
	<i>Nerium oleander</i>	8,33%	accidentelles
	<i>Anabasis articulata</i>	100%	omniprésente
	<i>Stipagrostis pungens</i>	33,33%	accessoire
	<i>Arthrophytum scoparium</i>	100%	omniprésente
	<i>Astragalus armatus</i>	33%	accessoire
	<i>Atractylis serratuloides</i>	41%	accessoire
	<i>Atriplex halimus</i>	33%	accessoire
	<i>Gymnosposia senegalensis</i>	25%	accessoire
	<i>Pergularia tomentosa</i>	83%	constante
	<i>Retama raetam.</i>	16%	accidentelles
	<i>Salicornia fruticosa</i>	41%	accessoire
	<i>Salsola tetragona</i>	25%	accessoire
	<i>Tamarix Africana</i>	100%	omniprésente
	<i>Tetraena alba</i>	41%	accessoire
	<i>Nerium oleander (L.)</i>	8%	accidentelles

1-6 Indice de diversité

Nous avons calculé les indices de diversité à partir des résultats des relevé floristique au niveau de l'aire minimale des deux stations (Tableau N°4 et 5 ; Annexe N°3). Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous (Tableau 113).

Tableau N°13 : diversité maximale et indices de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E).

Paramètre de diversité	Hmax	H'	E
Station 1	2.89	2.32	0.80
Station 2	2.64	1.74	0.66

L'indice de Shannon-Weaver (H') est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Pielou (1966). La valeur de d'équitabilité est proche à un, les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et toutes les espèces présentent la même importance ((Orth et Colette, 1996) in Haddad, 2011). Ceci indique que toutes les espèces sont répartis d'une façon égale sur tous les espèces (Frontier, 1983)

Les résultats obtenu selon l'indice de Shannon-Weaver, montre que la première station est plus diversifié (H' 2.32) par rapport la deuxième station (H' 1.74). Cette richesse au niveau de la première station peut s'expliquer par la proximité de la station au niveau de la zone humide, et la présence du l'eau qui est le facteur le plus important. Dans ce cadre Baameur (2006) a signalé que la richesse floristique est entretenue essentiellement par la disponibilité en eau qui permet le développement des espèces végétales pérennes.

2- Traitement des images satellitaires

Les résultats obtenus pour L'indice de végétation NDVI et l'indice de l'eau NDWI sont comme suit :

2-1 Indice de végétation NDVI

D'après les figures 23 et 24, on remarque qu'en 2002, l'indice de végétation varié entre -0.36 et 0.41 avec une moyenne de -0.05. Cependant en 2010, la valeur de NDVI varié entre -0.40 et 0.50 avec une moyenne de 0.02 (voir annexe 1 Tableau N°2). Cette variation s'explique par l'abondance des plantes pendant cette période, ce qui donne des fortes réflectances en proche infrarouge et des fortes absorptions dans le rouge et par la suite des grandes valeurs de NDVI.

Les classes de l'indice de végétation (Figure 23) montrent une tendance vers une augmentation du couvert végétale autour du barrage fontaine des gazelles pendant l'année 2010. Cela peut s'explique par les fortes précipitations enregistrées en 2009 et 2010 par rapport à celle observées en 2001 et 2002 (chapitre 2).

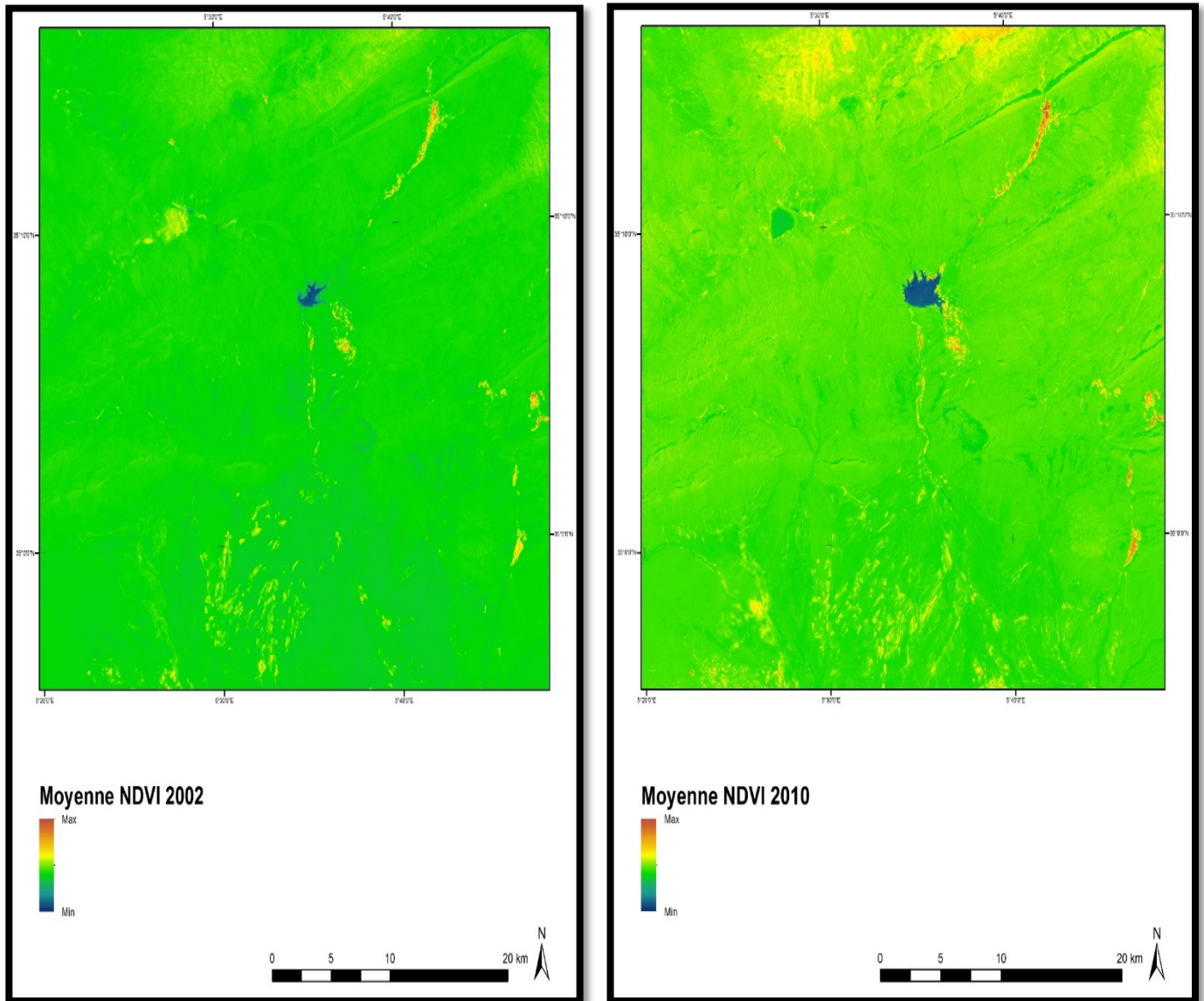


Figure N° 23 : la moyenne de l'indice de végétation pour les années 2002 et 2010

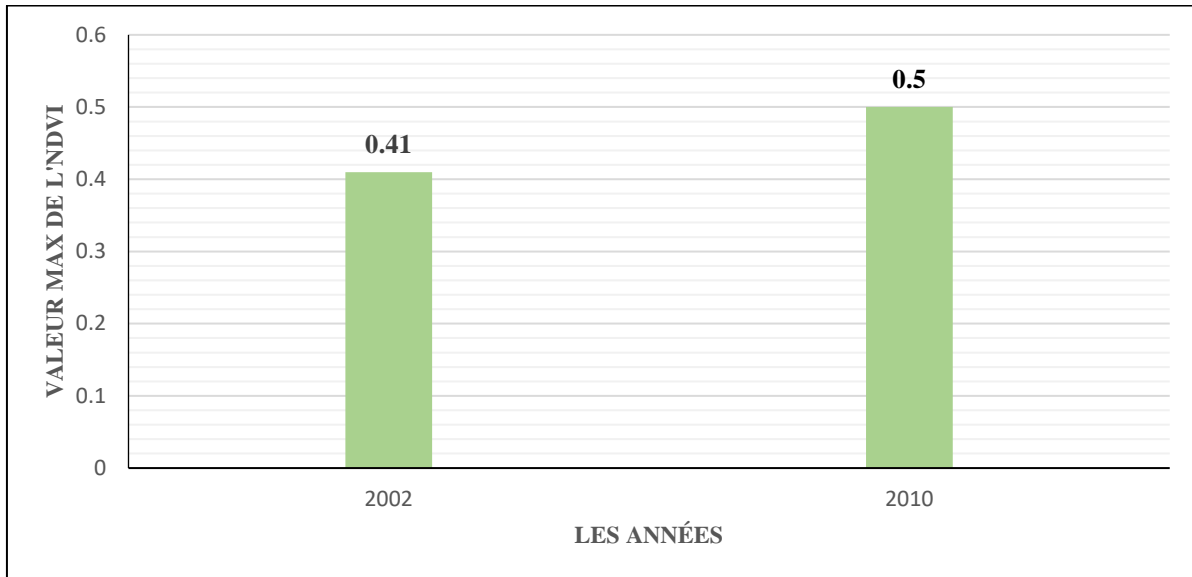


Figure N° 24 : Évolution de l'indice de végétation pour les années 2002 et 2010.

2-2 Indice de l'eau NDWI :

Concernant le calcul NDWI, la figure 25 et 26, montre que cet indice varié entre -0.38 et 0.43 avec une moyenne de -0.11 durant l'année 2002. Par ailleurs en 2010, NDWI varié entre -0.48 et 0.47 avec une moyenne de 0.02, l'indice était plus important, les valeurs élevées sont dues à la pluviométrie durant cette période. Cela met en évidence que les classes de l'indice de l'eau montrent une tendance vers une augmentation de la surface du barrage fontaine des gazelles durant l'année 2010 par rapport l'année 2002.

Cette augmentation des deux indices est en relation avec la répartition des précipitations des années traitées, l'année 2010 est la plus pluvieuse présente une activité chlorophyllienne et une surface d'eau la plus importante. En revanche l'année 2002 est la plus sèche, avec des faibles valeurs pour les deux indices (NDVI et NDWI).

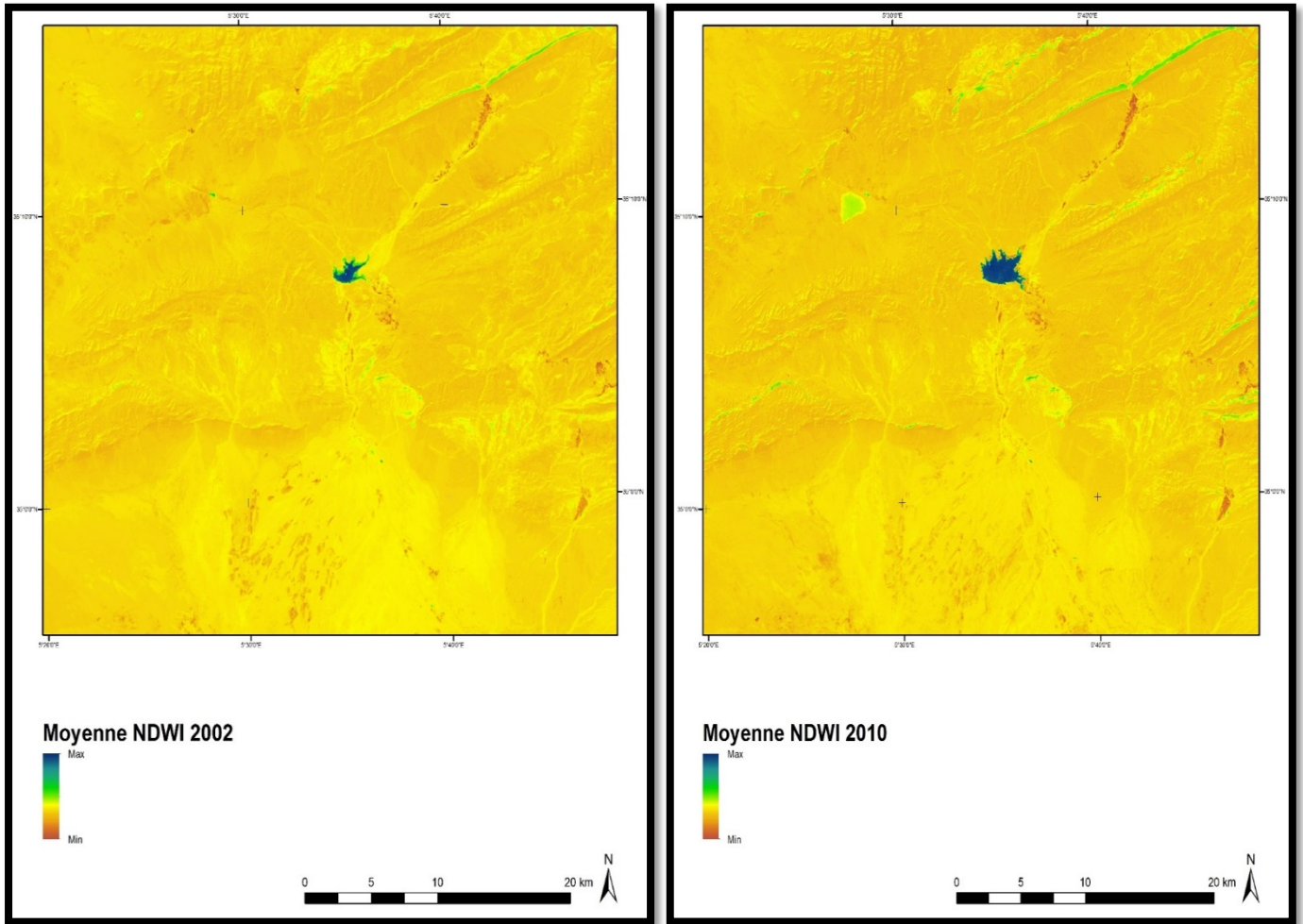


Figure N°25 : la moyenne de l'indice de l'eau pour les années 2002 et 2010.

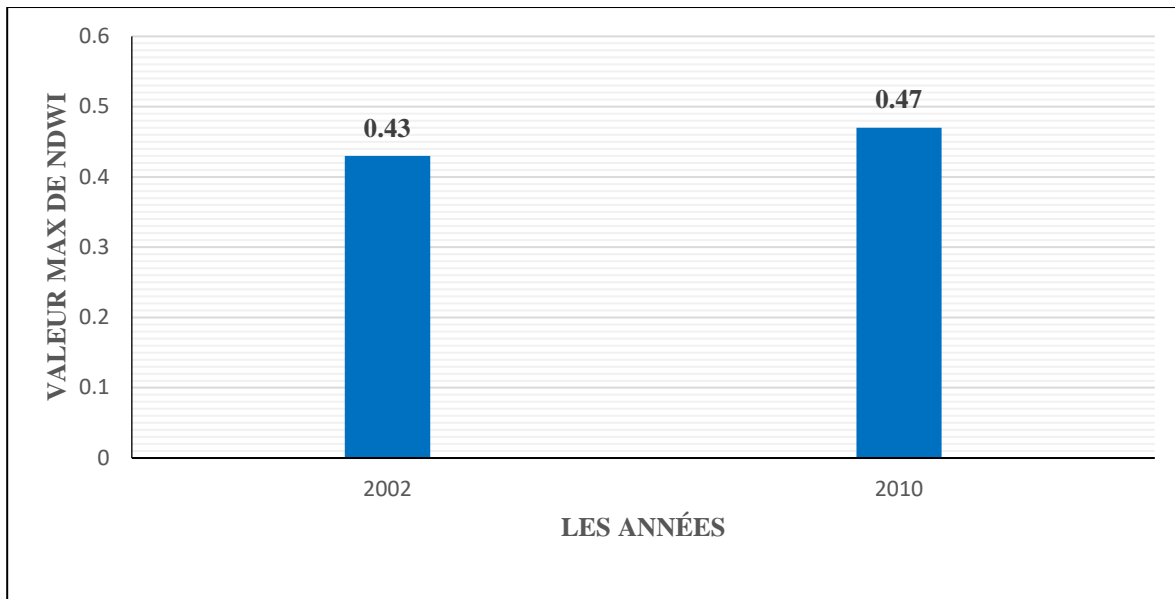


Figure N° 26 : Évolution de l'indice de l'eau pour les années 2002 et 2010.

Nous pouvons conclure qu'à travers les images NDVI et NDWI que l'activité du couvert végétale et l'augmentation de l'eau dépend de la pluviométrie. Cette relation entre les deux indices et la pluviométrie a été utilisé par plusieurs auteurs pour expliquer leur évolution ((Even et Geerkan, 2004) in Mahyou et al., 2006). De même Nightigale et Phinn (2003) ; Abba et al. (2015) ont déterminé une forte relation entre l'NDVI et la précipitation. Alors que Sohou et al. (2015) a signalé que l'NDVI est très sensible à la répartition spatiale des précipitations.

2-3 Classification supervisé de l'occupation du sol

A l'issus de ces résultats pour déterminer l'occupation du sol en 2002 et en 2010, nous avons déterminé dix-sept classe bien définit (Tableau N° 14). Les résultats obtenus de deux couches de l'occupation des sols 2002 et 2010 (fig.27) montre une augmentation de la superficie au niveau des classes « zones de stockage de l'eau », « palmeraies Périmètres irrigués en permanence », « Prairies/parcours » et « Terres arables hors périmètres d'irrigation ».et une forte perte des surface des classes « Décharge », « Des espace ouvert sans ou avec peu de végétation » et « Prairies humide ». Une stabilité pour les classes « Forêts, Roches nues, Rivières/cours d'eau/ruisseaux et Marais intérieur », les autres classes ne

couvrent qu'une petite superficie telle que : Chantier, Extraction des matériaux, Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés et Tissue urbain discontinue.

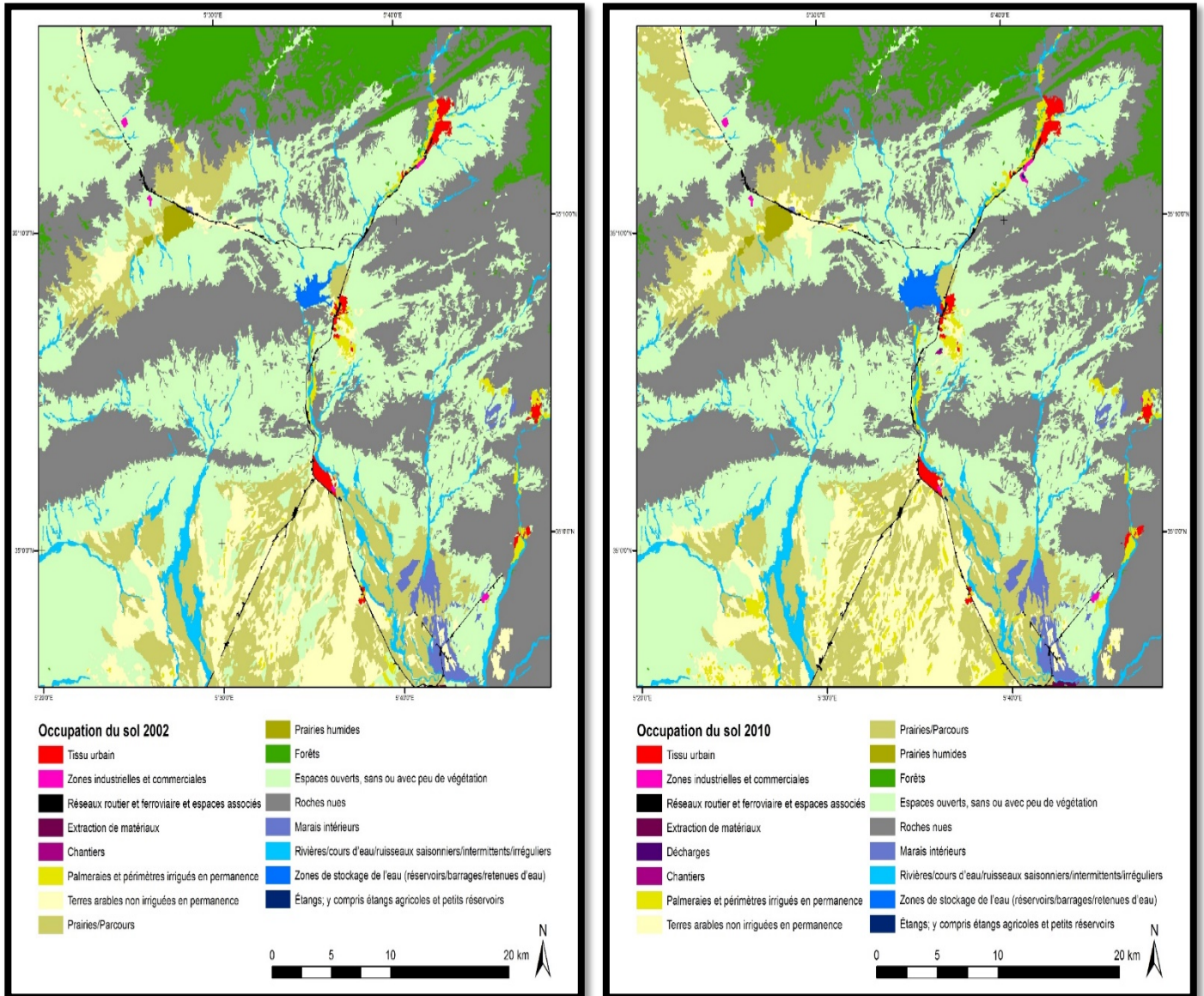


Figure N° 27 : Classification de l'occupation du sol pour les deux années 2002 et 2010.

D'après le tableau 1 (voir annexe 1) l'occupation de sol en 2002, montre que le couvert naturel (espace ouvert sans ou avec peu de végétation, Terres arables hors périmètres d'irrigation, Prairies/parcours, Forêts, Roches nues) occupent une superficie de 201771.8 ha soit 98.07% et les autres classes occupent une superficie de 3199.06 ha soit 1.9%. Tandis

qu'en 2010 le couvert naturel a enregistré une superficie de 199150.5 ha soit 97.24 % par contre la superficie des autres classes 5820.36 ha soit 3.22%.

Tableau N° 14 : les différentes classes en fonction de la superficie durant 2002 et 2010

Les Classes	2002	2010	Bilan
	Ha	Ha	
Décharge	8.55	4.05	-4.50
Chantier	9.81	11.61	1.80
Espace ouvert sans ou avec peu de végétation	74365.13	66997.73	-7367.40
Extraction des matériaux	43.83	116.91	73.08
Tissu urbain discontinue	786.87	871.02	84.15
Terres arables hors périmètres d'irrigation	14703.54	16503.27	1799.73
Palmeraies Périmètres irrigués en permanence	1893.87	4054.77	2160.90
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	744.96	752.79	7.83
Prairies/parcours	19082.70	22040.91	2958.21
Forêts	19388.79	19388.79	0.00
Roches nues	65802.04	65802.04	0.00
Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers	5917.59	5917.59	0.00
Marais intérieur	1330.83	1330.83	0.00
Prairies humide	436.23	416.52	-19.71
Zone de stockage de l'eau : réservoir/barrage /retenu de barrage/retenu d'eau (généralement plus de 8 hectares)	352.71	610.29	257.58
Zone industrielles et commerciales	94.05	139.05	45.00
Etang : y compris étang agricole, étang s pour le bétail, petit réservoirs : (généralement moins de 8 hectares)	9.36	12.69	3.33
Total	204970,86	204970,86	0

Les résultats de l'occupation du sol joignent nos résultats obtenus à partir de NDVI et NDWI, l'augmentation des classes est due probablement à la quantité importante de précipitation qui a été enregistré en 2010 (198.88mm). Pour pouvoir analyser nos résultats concernant l'occupation du sol nous essayons de mettre en évidence les facteurs climatique et anthropiques qui peuvent être influencé sur l'augmentation et la régression de certain classe.

La superficie des zones de stockage d'eau concernant le barrage fontaine des gazelles et l'Etang voir une augmentation (45 ha et 3.33 ha) respectivement durant toute la période d'étude, cette croissance est probablement due à des fortes précipitations au cours des années pluvieuses.

La superficie des parcours a connu une évolution de 1.44% soit 2958.21 ha, cette évolution est due à la précipitation qui a un effet direct sur le développement de couvert végétale, (Gueriani, 2012) signale que les parcours steppique ont un avantage de profiter des quantité importante de pluie pour se régénérer et avoir un bon recouvrement.

L'espaces ouvert sans ou peu de végétation et les prairies humides ont subi une perte - **7367.40 ha** et **-19.71 ha** respectivement, cette régression est due au facteur anthropique comme l'exploitation des terres pour un objectif agricole (l'installation des palmeraies) et l'urbanisation (l'augmentation au niveau de Tissue urbain discontinue avec une évolution de **84.15 ha**). L'augmentation des superficies cultivés en palmier dattier on constate **2160.90 ha** est due aux conditions climatique « précipitation » et notamment au plan national de développement agricole (PNDA) (Rekis 2012). Par ailleurs on a constaté une perte dans la superficie de la décharge **-4.50 ha**, cette régression peut s'expliquer par la conscience de décideurs concernant la protection, et la conservation de l'environnement. Selon le document cadre de l'initiative environnementale du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD) 2009, la dégradation des milieux humide est provoqué par divers facteurs notamment l'amendement des terres, la pollution, l'introduction des espèces allogènes envahissantes et la surexploitation de la flore et la faune. Les résultats de la superficie des classes « Forêts, Roches nues, Rivières, Marais intérieur » ne subit aucune modification durant la période d'étude, ces classes nécessitent une longue période pluvieuse pour qu'elles soient changées.

Conclusion générale

Conclusion générale

A la lumière de cette étude, la zone humide artificielle (barrage de fontaine des gazelles), qui est situé dans l'étage bioclimatique aride. Les résultats des analyses floristique ont abouti aux nombres de 18 espèces repartaient en de 17 genre et 11 famille. Dans les deux stations, les familles les plus représentées sont, les Amaranthaceae avec 5 espèces, soit 27,77%, suivit par les Apocynaceae (Asclepiadaceae), Asteraceae, Celastraceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Juncaceae, Poaceae, Tamaricaceae, Nitrariaceae et Zygophyllaceae avec un taux qui ne dépasse pas 11%.

La répartition de spectre biologique montre que les Chamaephyte sont bien représentés avec un taux de 61%, suivi par les Phanérophytes (22%) les Hémicryptophytes (11%) et les Thérophytes (5%). En outre, L'application des indices écologique a permis de déterminer que les espèces *Atriplex halimus*, *Atractylis flava* et *Tamarix africana* sont des espèces les plus abondant et dominant suivi par *Atractylis serratuloides* et *Astragalus armatus* dans les deux stations. Tandis que les espèces les plus fréquentes dans la première station sont, *Arthrophytum scoparium* et *Tamarix africana*, alors que dans la deuxième station les espèces les plus fréquentes sont *Anabasis articulata* *Arthrophytum scoparium* et *Tamarix africana*. Concernant l'indice écologique de diversité de Shannon et d'équitabilité indique une diversité importante dans la première station par rapport à la deuxième station (**H'** (2.32) **E** (0.80) par rapport à la station (**H'** (1.74) **E** (0.66)). on déduit que ce sont des espèces halophytes qui s'adaptent aux différentes conditions, colonisent les zones halo-hydromorphes et constituent des grands parcours pour la région.

Concernant les résultats obtenus à partir de la télédétection, l'indice de végétation NDVI et l'indice de l'eau NDWI, montrent une tendance vers une augmentation de la surface du couvert végétal et du barrage fontaine des gazelles durant l'année 2010 par rapport l'année 2002.

Cette augmentation des deux indices est en relation avec la répartition des précipitations des années traitées, l'année 2010 est la plus pluvieuse présente une activité chlorophyllienne et une surface d'eau la plus importante.

Les résultats de l'occupation du sol joignent nos résultats obtenus à partir de NDVI et NDWI, l'augmentation de couvert végétal, tandis que entre les deux années (2002-2010) on a enregistré une perte des prairies humides et une augmentation des surfaces agricole cultivés, cet effet est due probablement au croît démographique et de la succession des années sèches.

Étant donné que la zone humide artificielle rend plusieurs services, public (agricole), écologiques (avifaune)...ect. Des inventaires détaillés méritent d'être réalisé dans ces régions (milieux artificielles) dans le but d'approfondir nos connaissances, suivre les espèces menacées afin de réaliser certains aménagements intégrer.

Références bibliographiques

1. Abba M., Essahlaoui A., Mouhajane M., 2015. Utilisation de la télédétection et SIG à l'étude de l'évolution d'occupation des sols dans la région d'Errachidia : Moyen Ziz, Scientific Association for Water Information Systems. Journal of SAWIS. Volume - N° 01. 2351-9096.
2. Abdelbaki A., 2012. Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef). Mémoire de magister, université Hassiba ben bouali Chlef. 110p.
3. Allout I., 2013. Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem-El Bouni-Annaba. Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar-Annaba. 224 p.
4. Amri C., 2006. Les Collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien : Inventaire et dynamique saisonnière. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine (Algérie).
5. ANAT, Agence Nationale d'Aménagement de territoire, 2002. Schéma directeur des ressources en eau. Wilaya de Biskra. Rapport de synthèse. 100 pages.
6. Anonyme., 2003. La Biodiversité des zones humides en Méditerranée. Tunis. 53p.
7. Anonyme., 2005. Valeurs et fonctions des zones humides Quels avenir pour les anciens marais des Baux ? Journée Mondiale pour les Zones Humides. p14.
8. Anonyme., 2010. Lancement du plan national d'action pour les zones humides. années internationale de la biodiversité. p22.
9. Anonyme., 2012. Rôle éducatif et touristique des zones humides. Fiches indicateurs - Synthèse du 1er rapport "les zones humides méditerranéennes - Enjeux et Perspectives". 2p
10. Anonyme., 2014. Zones Humides Pourquoi les préserver ? SYMBO. 2p.
11. Anonyme., 2014. Zones Humides pourquoi les préserver. Ministère du développement durable - Commissariat Général au Développement Durable - Rapport gouvernemental P. Bernard, 1994 - EPTB Charente.
12. Anonyme., 2015. Zones humides et épuration des eaux. Zones humides info. N° 86-87 1er-2e trimestres 2015. Édition Société nationale de protection de la nature. 24p.
13. Antoine D., 2016. Travaux Pratiques de Télédétection Spatiale. support principal des travaux pratiques de télédétection spatiale du cours de télédétection spatiale dispensé sur le Campus d'Arlon Environnement, Université de Liège, Belgique. 84p.

14. Baameur M., 2006. Contribution à l'étude de la répartition biogéographique de la flore spontanée de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). Mémoire de Magister, université Kasdi Merbah – Ouargla. 94p.
15. Baba Ahmed R. 2002. Zones humides, l'urgence d'une politique de conservation. Rev. forestière 4, 6-9
16. Bagnouls F., Gaussen H., 1953. Les climats biologiques et leurs classifications. Annale de Géographie, 355: 193-220.
17. Belouahem A.D., Belouahem F., Bélair G., 2009. Biodiversité Floristique et Vulnérabilité des Aulnaies Glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E Algérien). European Journal of Scientific Research. Vol.32 No.3. pp.329-361.
18. Blondel J., 1979. Biogéographie et écologie-, Edit., Masson, France, n°4701, 173 p.
19. Boudjema A., 2015. Hydrogéologie, vulnérabilité et modélisation de la nappe du Mio-Pliocène d'El Outaya, (Biskra, Sud-Est algérien). Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen (Algérie).
20. Boulekhsaim M., Houhamdi M., Samraoui B., 2006. Status and diurnal behaviour of the Shelduck Tadorna tadorna in the Hauts plateaux, northeast Algeria. Wildfowl, 56: 65-78.
21. Brahimi A., Belhamra M., 2016. Diversité de la faune vertébrée du barrage Foum el Gherza (Biskra, Algérie), Courrier du Savoir – N°21, pp.09-16.
22. Brins N., Boudoukha A., 2011. Classification statistique et hydrochimique des eaux souterraines de la plaine d'el-outaya. (w) de Biskra-Algérie. Courrier du Savoir – N°11 pp.41-46.
23. Chebbah M., 2007. Lithostratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique (Zibans, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Mentouri – Constantine (Algérie). 395p.
24. Chehema A., 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université d'Ouargla. Ed ; Dar El Houada. 146 p. Chehema A. et Djébar M.R. (2008). Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique, Revue Synthèse N° 17.

25. Chehema A., 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien, Cas des régions et d'Ouargla. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie).
26. Chehema A., 2011. Caractéristiques floristiques et nutritionnelles faces aux variations climatiques. L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, Université Kasdi Merbah - Ouargla- Algérie.148p.
27. Chenchouni H., 2012. Diversité floristique d'un lac du bas Sahara algérien. Acta Botanica Malacitana, 37 : 33-44.
28. Chillasse L., Dakki M., Abbassi M., 2001. Valeurs et fonctions écologiques des Zones humides du Moyen Atlas (Maroc), Humedales Méditerranéens 1 : 139 – 146.
29. Christopher G., Murray Sabine Kasel Richard H., Lyon Graham Hepworth Andrew J., Hamilton 2013. Waterbird use of artificial wetlands in an Australian urban Landscape. Hydrobiologia (716): 131-146
30. Clément B., 2012. Enjeux, rôles et fonctions des zones humides, UFR Sciences de la Vie et de l'Environnement Université de RENNES 1, P16.
31. Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
32. Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
33. Danais M., 1982. – La diversité écologique : analyse bibliographique. Botanica Rhedonica, 17:77-104.
34. Daurby G., 2007. Etude Floristique et Biogéographique du Parc National De La Pongara. Mémoire du Diplôme d'Etude Approfondie en biologie végétale. Université libre de BRUXELLES. Faculté des Sciences.
35. Delpech R.2006. La phytosociologie.http://www.tela-botanica.org/page:Menu_Phytosocio
36. Demnati F. Samraoui B., Allache F., Sandoz A. et Ernoul L. 2017. A literature review of Algerian salt lakes: values, threats and implications. Environ.Earth.Sci 76:127. DOI 10.1007/s12665-017-6443-x.
37. Derradji N., Bouchelouche D., Moulai R., 2013. Place des oiseaux d'eau dans le fonctionnement de deux zones humides continentales, Zehrez Chergui et Zehrez Gharbi (Wilaya de Djelfa) USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity"

- iversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA , 19-21
38. DGF., 2004. Atlas IV des zones humides algériennes d'importance internationale. Atlas 4, direction des forêts, Alger. 105p.
 39. D.G.F., 2006. Direction des forêts. Données sur la région de Biskra. Ben Aknoun. 177p.
 - Diagana C.H., Segal Diop M., Ndiaye A., 2016. Le suivi des oiseaux d'eau et la gestion des zones humides côtières en Afrique de l'Ouest, Manuel de terrain, 122 p.
 40. Dodouras S., Lyratzaki I., 2012. Culture and wetlands in the Mediterranean: the case of Lake Karla, Greece. International Conference MarCoastEcos2012, Tirana, Albania, 25-28.
 41. DPAT, Direction de Planification et d'Aménagement du territoire, 2010. Monographie de la wilaya de Biskra de 2009.
 42. Dubief J., (1952) : Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Ed : Ed: Inst. Rech. Sah., Alger. Tome VIII. pp. 123-163.
 43. EL Agbani M.A., Qninba A., Amezian M., Cuzin F. et Dakki M. 2009. Le peuplement d'oiseaux d'eau du complexe des zones humides de Smir (Nord du Maroc) : état actuel, intérêt patrimonial et évolution depuis les quatre dernières décennies. Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, section sciences de la vie, 31(2), 103-110.
 44. Elhalim M., 2015. Apport de la télédétection pour l'évaluation de la variation des surfaces d'eau et du couvert végétal dans la plaine du Haouz depuis 1984 jusqu'à 2014. Master, Université Cadi Ayyad Marrakech. Pp 72
 45. Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux du Laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier, série Botanique, 7: 3-43.
 46. Frontier S., 1983. L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Frontier et Masson. Paris. Coll. D'Ecologie. 18.494.
 47. Gao., 1996. ANORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX FOR REMOTE SENSING OF VEGETATION LIQUIDE WATER FROM SPACE, remote sensing of yhe environnement, 257-266 pp.
 48. Gherzouli C., 2014. Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est-algérien : apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire. Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II. 208p

49. Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. Masson et Cie. 314p.
50. Gregoire C., Elsaesser D., Huguenot D., Lange J., Lebeau T., Merli A., Mose R., Passepport E., Payraudeau S., Schutz T., Schulz R., Tapia-Padilla G., Tournebize U., Trevisan M., Wanko A 2008. Mitigation of agricultural nonpoint-source pesticide pollution in artificial wetland ecosystems. *Environ Chem Lett*, 7:205–231.
51. Guehiliz N., 2016. Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Oued de Biskra. Mémoire de Magister. Université Mohamed Khider- Biskra. 123p.
52. Guerinaï A., 2012. Analyse spatio-temporelle par télédétection de la région de Djelfa – Evolution de l'occupation du sol-. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrache-Alger. 108p.
53. Guinochet M., 1955. Logique et dynamique du peuplement végétal. Ed. Masson., Paris, 144 p
54. Haddad A., 2011. Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra. Mémoire Magister. Université de Biskra.
55. Hannachi A., Fenni M., 2013. Etude floristique et écologique des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna (Algérie), *Revue Agriculture*. 05 24 – 36.
56. Houhamdi M., Bensaci T., Nouidjem N., Bouzegag A., Saheb M., Samraoui B., 2008. Écoéthologie du Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) hivernant dans les oasis de la Vallée de l'Oued Righ (Sahara algérien). *Aves*, 45: 15-27.
57. Isenmann P., Moali A., 2000. Oiseaux d'Algérie. Birds of Algeria. Paris : SEOF édition.
58. Kazuo Y., Takatoshi N., 2010. Assessment of flora, plant communities, and hydrochemical conditions for adaptive management of a small artificial wetland made in a park of a cool-temperate city. *Landscape Ecol Eng*. 6:201–210.
59. Khabtane A., 2010. Contribution à l'étude du comportement écophysologique du genre *Tamarix* dans différents biotopes des zones arides de la région de Khenchela, Mémoire Magister, Université Mentouri Constantine (Algérie). 155p.
60. Larafa M., 2004. Dynamique de la végétation halophile en milieu aride et semi- aride au niveau des chotts (Melghir, Merouane et Bendjeloud) et Oued Djeddi en fonction des conditions du milieu. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie).
61. M.E.A. (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and human well-being: wetlands and water: Synthesis. Washington, DC: World Resources Institute edition.

62. Mahyou H., Beqqali M., Tahri M., 2006. Détection de dégradation des ressources agropastorales par télédétection et part climat dans ces changements .Al AWAMIA 117. Vol.3 N°1.
63. Maman L., Vienne L., 2010. Les zones humides, un patrimoine remarquable, Geosciences, pp.68-77.
64. Margalef R., 1958. Distribución de los crustáceos en las aguas continentales españolas. Grado de asociación entre las especies en relación con factores ecológicos e históricos. P. Inst. Biol. Apl., 27: 17-31.
65. Mathevet R., Mauchamp A., Grillas P., 2002. Multi-usage et conservation des zones humides ou quel développement durable pour la Camargue. Faire Savoir, 2: 33-39.
66. Mimmech F., 2008. Recherches préliminaires écologiques sur le barbeau de Biskra, *Barbus callensis Valenciennes, 1842 (Pisces : Cyprinidae)* dans le barrage de la fontaine des gazelles(Biskra).Mémoire de magister. Institut National Agronomique El-Harrach-Alger. Pp : 20-21.
67. Monod, T. 1957. – Les grandes subdivisions chorologiques de l’Afrique. Publ. C.C.T.A./C.S.A. 24, 146 p. n° 7. New York. pp : 225-283.
68. NGOK L., 2005. Diversité végétale des inselbergs et des dalles rocheuses du Nord Gabon.Thèse De Doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 420 p.
69. Nightingale J.M., Phinn S.R., (2003). Assessment of relationships between precipitation and satellite derived vegetation condition within South Australia. *Aust. Geogr. Stud.* n°41, pp. 180-195.
70. ONM, 2010. Office National de la Météorologie, 2010.
71. Ozenda P., 1958. La flore de Sahara septentrional et central. Ed. C.N.R.S. Paris. 486 p.
72. Ozenda P., 1982. Les végétations dans la biosphère. Paris : Masson édition.
73. Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed. I.S.B.N. Paris. 431p
74. Ozenda P., 1983- Flore du Sahara. 2^{ème} Edition. Ed. C.N.R.S. Paris. 622 p.
75. Ozenda P., 1991. Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} Ed. C.N.R.S. Paris. 662p.
76. PONY O., POLVERINI U., GAUTRET L., ZERUBIA J., DESCOMBES X., 2004. Classification d’image satellitaire superspectrale en zone rurale et périurbaine. Rapport de recherche, INRIA. 11p.

77. Pouchin T., 2001. Elaboration d'un observatoire paysager, Application à l'estuaire de Seine. Centre Interdisciplinaire de Recherche en Transports et Affaires Internationales, Le Havre, Thèse Doctorat. 316p.
78. Prévoste P., (1999) : Les bases de l'agriculture. Ed. Technique et documentation, Paris, 243p.
79. Quezel P., Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales. Ed. C.N.R.S. T. 2. Paris. pp: 540-555.
80. Raachi M.L., 2007. Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au nord-est Algérien. Mémoire de Maîtrise, Université du Québec, Montréal (Canada).
81. Ramade F. 1994. Elément d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris.
82. Ramade F., 2003. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Ed. Dunod. Paris. 690p.
83. Ramsar., 2005. Valeurs et fonctions des zones humides Quels avenir pour les anciens marais des Baux ? Journée Mondiale pour les Zones Humides, 14p.
84. Ramsar., 2013. Le Manuel de la Convention de Ramsar, 6e édition.120p.
85. Ramsar., 2015. État des zones humides du monde et des services qu'elles fournissent à l'humanité : compilation d'analyses récentes. 12e Session de la Conférence des Parties à la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971). Punta del Este, Uruguay.21p.
86. Razagui A., Bachari N.E.I., 2014. Analyse spatio-temporelle de l'indice de végétation NDVI calculé à partir des images satellites NOAA et MSG. Revue des Energies Renouvelables Vol. 17 N°3, 497 – 506.
87. Rechachi M.Z., 2010. Impact de la qualité des eaux d'irrigation sur la salinisation des sols dans leur contexte naturel : Cas de la plaine d'El Outaya. Mémoire de Magister, Université de Biskra.
88. Rekis A., 2012. Etude spatio-temporelle du changement de la végétation de la région ouest de Biskra. Approche cartographique par télédétection. Mémoire de Magister. Université Mohamed Khider- Biskra. 99p.
89. Saifouni A., 2009. État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Mémoire de magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.), El Harrach, Alger.250p.

90. Samraoui B., Samraoui F., 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-96.
91. Sedrati N., 2011. Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de biskra-sud est algerien. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba (Algérie).252p.
92. Si Bachir A., 2008. Connaissances et mises en valeur des ressources biologiques des zones humides du sud-constantinois (Algérie). Séminaires internationale sur la biodiversité et la conservation des zones humides nord africaines. 2-4 décembre 2008, Université de Guelma, Algérie.
93. Sohou E.B., Houndenou C., Boko M., 2015. NDVI Sensibility to Rainfall Spatial Distribution in ADJOHOUN (Benin, West Africa), *International Journal of Current Engineering and Technology*. Vol.5, No.1.
94. Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique quelques réflexions. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 59: 23-36.
95. Touati B., 2010. Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable. These Doctorat, Université Mentouri – Constantine. 384p.
96. Toubal O., Boussehaba A., Toubal A et Samraoui B., 2014. Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Sanhadja (Algérie).*Géographie physique et environnement*. Volume 8.p 273-295.
97. Tournebize J., Vincent B, Chaumont C., Gramaglia C., Margoumc C., Molle P., Carluerc N., Joël Gril J., 2011. Ecological services of artificial wetland for pesticide mitigation.Socio-technical adaptation for watershed management through TRUSTEA project feedback. *Procedia Environmental Sciences* 9 (2011) 183 – 190.
98. Williams W.D., 2002. Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025. *Environmental Conservation*, 29: 154–167.
99. Yan Hong Li ., Jing Nan Zhu., Qun Fang Liu., Yin Liu., Min Liu., Lei Liu.,Qiang Zhang ., 2013. Comparison of the diversity of root-associated bacteria in *Phragmites australis* and *Typha angustifolia* L. in artificial wetlands .*World J Microbiol Biotechnol* 29:1499–1508

100. Zaafour D., 2012. Impact des décharges sauvages sur les Zones Humides de la région d'El-Tarf. Mémoire de Magister dans le cadre de l'école doctorale. Université Badji-Mokhtar Annaba. (Algérie).166p.
101. Zedam A., 2015. Etude de la flore endémique de la zone humide de chott el Hodna inventaire-préservation Thèse de Doctorat,Univertsité Frhat Abbas,Sétif(1).(Algérie).197p.
102. Zhijun M., Bo L., Bin Z., Kai J., Shimin T., Jiakuan C., 2003. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? – A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity and Conservation* 13: 333–35.

Annexes

Annexe 1

Tableau N° 1 : Pourcentage (%) de l'occupation de sol en 2002 et en 2010.

Classe	2002	2010	Evolution
	%	%	%
Décharge	0,00	0,00	0,00
Chantier	0,00	0,01	0,00
Espace ouvert sans ou avec peu de végétation	36,28	32,69	-3,59
Extraction des matériaux	0,02	0,06	0,04
Tissu urbain discontinue	0,38	0,42	0,04
Terres arables hors périmètres d'irrigation	7,17	8,05	0,88
Palmeraies Périmètres irrigués en permanence	0,92	1,98	1,05
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	0,36	0,37	0,00
Prairies/parcours	9,31	10,75	1,44
Forêts	9,46	9,46	0,00
Roches nues	32,10	32,10	0,00
Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers	2,89	2,89	0,00
Marais intérieur	0,65	0,65	0,00
Prairies humide	0,21	0,20	-0,01
Zone de stockage de l'eau : réservoir/barrage /retenu de barrage/retenu d'eau (généralement plus de 8 hectares)	0,17	0,30	0,13
Zone industrielle et commerciales	0,05	0,07	0,02
Etang : y compris étang agricole, étang s pour le bétail,petit réservoir: (généralement moins de 8 hectares)	0,00	0,01	0,00
Total	100%	100%	

Tableau N° 2 : résultats de l'indice de végétation (NDVI) pour les années 2002 et 2010

Années	Minimum	Maximum	Moyenne	Deviation standard
2002	-0.36	0.41	-0.05	0.03
2010	-0.40	0.50	0.02	0.04

Tableau N° 3 : résultats statistiques de l'indice de l'eau (NDWI) pour les années 2002 et 2010

Années	Minimum	Maximum	Moyenne	Deviation standard
2002	-0.38	0.43	-0.11	0.03
2010	-0.48	0.47	-0.18	0.04

Annexe 2

Listes des espèces inventoriées au niveau du barrage fontaine des gazelles Biskra

1/ *Anabasis articulata* (Forssk.) Moq.

NV : Ajrem (Hammiche et Maiza, 2006)

Description C'est une plante désertique fait partis de Chamaephytes de taille allant de 20 à 40 cm de couleur vert bleuté très clair. Les rameaux articulés et presque sans feuille espèce saharo-sindienne résistante à la sécheresse (Ozenda 1983), abondante dans les berges d'oueds et terrasse de Barrage Fontaine des Gazelles, de la région de Biskra. (Guehiliz 2016).

Utiliser comme une plante médicinale (Hammiche et Maiza, 2006).Pastoral (Chehma 2005).



Anabasis articulata (Forssk.) Moq.

2/ *Atriplex halimus* (L.)

NV : Guetf (Kherraze et al., 2010).

Description ligneuse à feuilles assez grandes 2 à 5 cm en, générale deux fois plus longue que large, oblongues ou ovales présentant un aspect clair (Haddad 2011).c'est une espèce fourragère à haute valeur nutritionnel mais aussi fixatrice du sol. (Brinis 2011), Elle est commune dans tout le territoire Algérien, cosmopolite.



Atriplex halimus

3/ *Salicornia fruticosa*

Description Appartient à des Chamaephytes à hauteur supérieur ou égal à 1m frutescent, l'inflorescence : épi de cymes triflores leur fruits sont des Akène la couleur de la fleur est vert, cosmopolite (**Tela-Botanica**)



Salicornia fruticosa

4/ *Salsola tetragona* (Delile)

Description : Plante herbacée de type bilogique des Chaméphyte possède des feuilles opposées au moins dans une grande partie de la plante, elles sont courtes et écailleuses, grisâtres, velues, membraneuses au bord très serré le long du rameau. ozenda 1983 Rameau à quatre angle bien marqué à entre noeuds courts, feuilles coriaces portant des poiles courts, appliqués non cloisonnés, porté sur un petit tubercule assez répandu surtout sur les regs, Oued Righ, région d'Ourgla et Biskra (Haddad 2011)



Salsola tetragona

5/ *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Iljin ex Emb. & Maire

Description : Plante aux rameaux grêles et charnus, articulés, dressés, très nombreux. Les rameaux foncent et noircissent en séchant. Les rameaux âgés sont gris-brun et les rameaux nouveaux sont d'un vert légèrement blanchâtre. Feuilles opposées très petites en triangle. Taille : 20 à 40 cm

Les fleurs sont généralement solitaires à l'aisselle des feuilles, elles donnent un fruit entouré de 4 à 6 ailes de taille identique généralement vivement coloré (jaune, rose ou rouge). Le style est long.

Situation : Espèce méditerranéenne très commune au Sahara Septentrional jusqu'au Tademaït.



Arthrophytum scoparium

6/ *Pergularia tomentosa* (L.)

NV: Kalga CHEHMA (2005)

Description : Feuilles opposées, ovales ou arrondies en coeur à la base, couverte poils verdâtres (OZENDA, 1983). Courante dans l'ensemble du Sahara où elle colonise les dépressions et mini-dayas à sols sablo-argileux, sur les regs et les hamadas. La plante produit un latex corrosif et dangereux pour la peau.



Pergularia tomentosa

7/ *Nerium oleander* (L.)

NV : Defla (Hammiche et Maiza, 2006).

Description : Arbre ou arbuste à longues feuilles lancéolées, persistantes, glabres, (Ozenda, 1983).

C'est une plante à usage Médicinal (HAMMICHE et Maiza, 2006), Pastoral

Il s'adapte aux endroits secs ; à Biskra forme un alignement le long de lit d'oued El Hai. (Guehiliz 2016)



Nerium oleander (L.)

8/ *Atractylis serratuloides* (Sieber ex Cass.)

Description : Plante vivace appartient de types Chamaephytes. Feuilles involucrales, tige ramifiées à toutes les hauteurs capitules de 5 à 7 mm de diamètre, feuilles à limbe de 2-3 mm de large, non compris les épines : feuilles et bractées à épines jaune-foncé ou brunes ; fleurs carminées.

Ce trouve dans Sah-sept, au sud jusqu'à El Goléa et à la Hamada de Tinghert.



Atractylis serratuloides

9/Atractylis flava Desf

Description : Fait partie des thérophyte elle présente des feuilles pointues et orienté vers le haut, stade de floraison en période allant de mars à avril, préfère les sols légers. (Ozenda 1983)



Atractylis flava

10/ Gymnosposia senegalensis Lam. (Loes)

Description : Arbuste ou petit arbre à tige multiples, non armé ou forte, épines droites. Branches jeunes distinctement rouge. Les feuilles bleu-vert, disposées en spirale, parfois en fascicules sur les épines, oblongues à obovales, souvent échancrées au sommet ; lisse bombée. Fleurs en grappes denses terminales et axillaires, parfumé. Fruit rose 2-lobé capsule à brun rougeâtre à maturité. (ozenda 1983).

Bon fixateur de dunes de sable, Il possède des feuilles riches en eau, de couleur verte vivante et de fleurs blanchâtres stade de floraison est en mois d'avril – mai, les fruits sont de petites graines riches en protéines (ozenda 1983) se trouve en Afrique du Nord et dans la majorité des pays Africain, en Asie et en Europe



Gymnosposia senegalensis

11/ Colocynthis vulgaris Schrad.

NV : Hadja (Hammiche et Maiza, 2006)

Description : C'est une plante herbacée rampante d'environ 1 m de long, fruit lisse, sphérique, Ozenda (1983).

Commune au Sahara Méditerranée et le Sahara indien, récolté à Ouargla à Oued M'Zab et Oued N'Sa (Baamear 2006)

Plante pastoral (Chehema, 2005).et Médicinale (Hammiche et Maiza, 2006).



Colocynthis vulgaris

12/ Astragalus armatus Willd

Description : C'est une Chaméphyte, très rameux, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur. Cette espèce est très épineuse, le rachis des feuilles se transforme en épine acérée après la chute des folioles.

Les pétioles deviennent durs et aigus. Les folioles petites très caduques ; rameaux écailleux et glabres. (Ozenda 1983)



Astragalus armatus

13/ *Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel

NV : Rtem (Chehma, 2005).

Description : Arbrisseau s'adaptant aux sols compacts et légers (Ozenda, 1983).

Se trouve dans le Bassin méditerranéen et Sahara, à Ouargla se rencontre dans l'Oued N'Sa, sur le reg et l'erg (Baameur 2006), a Biskra se rencontre dans l'Oued El Hai. (Guehiliz 2016)



Retama raetam

14/ *Juncus maritimus* Lam.

NV : Semar, adless, azemaï (Kherraze et *al.*, 2010).

Description : C'est une plante vivace qui ne dépasse pas 1 m de hauteur, des feuilles raides, dures et terminées en pointe. (Kherraze et *al.*, 2010).

Dans la région de Biskra on le trouve dans les rives de L'Oued l'Hai et autour de barrage de fontaine des gazelles



Juncus maritimus

15/ Stipagrostis pungens sub sp. Pungens (Desf.) De Winte

NV : drinn Chehma et Djebbar (2008)

Description : Fait partie des graminées vivaces sont type biologique est Hémicryptophyte présente un cycle allant de 4 à 5 mois, très connue dans tout le Sahara, comme fixatrice des dunes, des Rebdous et des Nebkas,(Ozenda 1983)



Stipagrostis pungens sub sp. Pungens

16/ Tamarix Africana Poir.

NV : Tarfa Chehma et Djebbar (2008)

Description : Arbre ou arbuste à tige ramifiée de 15m, feuilles écailleuses (Ozenda, 1983). Se rencontre tout au long de l'Oued de Biskra. (Guehiliz 2016). Cette espèce colonise les bords des oueds permanents ou à nappe phréatique proche de la surface ; supporte des sols

Usagr Pastoral (Chehma, 2005).



Tamarix Africana

17/ *Peganum harmala* L.

NV : Harmel, Hammiche et Maiza (2006)

Description : Plante vivace glabre à tige très rameuse; feuilles divisées en lanières étroites, fleurs grands pétales blancs jaunâtres (Ozenda, 1983).

C'est une plante pastorale (Chehema 2005)
 médicinale (Hammiche et Maiza (2006)



Peganum harmala

18/ *Tetraena alba* (L.f.) Beier&Thulin

NV : *Eelaga* Chehm A (2005).

Description : Sous arbrisseau, vivace, en coussinet, de 20 à 30 cm de hauteur. Cette espèce est largement répandue dans les régions arides et présahariennes, cette espèce colonise les sols à encroûtements gypseux des bordures des chotts et des sebkhas.



Tetraena alba

Annexe 3

Tableau N° 4 : Résultats de la station 1

N° du Relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Fréquence	Presence%	Fréquence relative %
Espèces															
<i>Anabasis articulata</i>					1	1	2	2	1	2			6	50.00	5.17
<i>Atriplex halimus</i>	2	2	4	3	4	4	2	1	1	1			10	83.33	8.62
<i>Salicornia fruticosa</i>	1	2	2	1	1	1			1			1	8	66.67	6.90
<i>Salsola tetragona</i>	2	1	1			1	1	1					6	50.00	5.17
<i>Arthrophytum scoparium</i>	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	12	100.00	10.34
<i>Pergularia tomentosa</i>	3	2	1	1						1	1	2	7	58.33	6.03
<i>Nerium oleander</i>					r								1	8.33	0.86
<i>Atractylis serratuloides</i>			1	2	1	4	4	3	1	2	1		9	75.00	7.76
<i>Atractylis flava</i>			4	4	4	4	3	3	4				7	58.33	6.03
<i>Gymnosposia senegalensis</i>	2		1	2			1			+			5	41.67	4.31
<i>Colocynthis vulgaris</i>		2						r			2		3	25.00	2.59
<i>Astragalus armatus</i>		1	1	2	3	3	3	2	1	1	+		10	83.33	8.62
<i>Retama raetam</i>				1									1	8.33	0.86
<i>Juncus maritimus</i>	3	4									2	2	4	33.33	3.45
<i>Stipagrostis pungens</i>			1	2	1	+	+	1	1	1			8	66.67	6.90
<i>Tamarix africana</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	12	100.00	10.34
<i>Peganum harmala</i>				+		1		1					3	25.00	2.59
<i>Tetraena alba</i>				1	1	2		1					4	33.33	3.45

Tableau N° 5 : Résultats de la station 2

N° du Relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Fréquence	Presence %	Fréquence relative %
Espèces															
<i>Anabasis articulata</i>	1	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	1	12	100.00	15.58
<i>Atriplex halimus</i>	1				2	2	+						4	33.33	5.19
<i>salicornia fruticosa</i>			+		1	1	1					1	5	41.67	6.49
<i>salsola tetragona</i>		1				+		1					3	25.00	3.90
<i>arthrophytum scoparium</i>	1	1	2			1		2	1	1			7	58.33	9.09
<i>pergolaria tementosa</i>	1	+	1	2	1	+	1	1	2	1			10	83.33	12.99
<i>Nerium oleander</i>				r									1	8.33	1.30
<i>atractylis seratuloides</i>				1			1		2		1	+	5	41.67	6.49
<i>gymnosporia senegalensis</i>		+			1					+			3	25.00	3.90
<i>Astragalus armatus</i>				2	2	2	2						4	33.33	5.19
<i>Retama retam</i>		1									1		2	16.67	2.60
<i>Aristida pengens</i>	+	+						+			r		4	33.33	5.19
<i>tamarix africana</i>	2	1	2	3	2	1	3	1	2	1	1	2	12	100.00	15.58
<i>zygophyllum album</i>			+	+			1			1		+	5	41.67	6.49

Etude de la biodiversité du couvert végétale et cartographie de l'occupation du sol autour du barrage de Fontaines des gazelles (Biskra)

Résumé

L'étude de couvert végétale de la zone humide artificielle (Barrage de fontaine des gazelles) de Biskra a permis de recenser 18 espèces réparties en 17 genres et 11 familles. Les familles les plus représentées sont, les Amaranthaceae avec 5 espèces, soit 27,77%. Les types biologiques les plus fréquents sont les Chamaephytes avec un taux de 61%. L'interprétation des résultats par le SIG montre que dans l'année 2010 où la précipitation est importante on constate qu'il y a une augmentation des valeurs NDVI et NDWI et l'occupation du sol par rapport à l'année 2002.

Mots clé : Zones humide artificielle, Relevé floristique, SIG, Biodiversité.

ملخص

دراسة الغطاء النباتي للمنطقة الرطبة الاصطناعية (سد منبع الغزلان) بسكرة سمح لنا بتحديد 18 نوعا تنتمي إلى 17 جنس و 11 عائلة. العائلة الأكثر تمثيلا هي Amaranthaceae مع 5 أنواع بنسبة 77.27%. الأنواع البيولوجية الأكثر شيوعا هي Chamaephytes بمعدل 61%. ويظهر تفسير نتائج نظام المعلومات الجغرافية أنه في عام 2010 حيث يكون هطول الأمطار مهما أن هناك زيادة في قيم NDVI و NDWI واحتلال الأرض بالمقارنة لعام 2002.

الكلمات المفتاح: المناطق الرطبة الاصطناعية، SIG، كشف النباتات، التنوع البيولوجي

ABSTRACT

The study of vegetal cover of the artificial wetland (fountain of the gazelles) Biskra allowed registering 18 species returned in 17 genus and 11 family. The most represented families are the Amaranthaceae with 5 species that is 27, 77%, The most common biological types are Chamaephytes with a rate of 61%. The interpretation of the results by the GIS shows that in the year 2010 where the precipitation is important, it was observed that there was an increase of the values NDVI, NDWI and the occupation of the ground compared with the year 2002.

Key words: the artificial wetland, GIS, Floristic statement, Biodiversity