

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمّار ثليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et environnement
Option : Ecologie végétale et environnement

Par:

Bendjeddou Roufaïda

Megueni Rokaya

THEME

Evaluation et valorisation de la biodiversité d'une zone humide ; cas de la marre Kheneïga-Laghouat

Soutenu publiquement devant le jury composé de:

Mr. Benaceur Farouk

MCA

Président

Mme. Souffi Ibtissem

MAA

Examinatrice

Mr. Chaïbi Rachid

Pr.

Rapporteur

Mr. Oubraham Farid

MAA

Co-Rapporteur

Année Universitaire 2020/2021

Avant –propos

Avant tout, nous remercions DIEU qui a éclairé notre chemin et qui nous a armés de courage pour achever nos études.

Au terme de ce travail, nous exprimons nos profonds Remerciements à notre promoteur Monsieur CHAIBI RACHID d'avoir proposé ce thème de nous avoir encadrés et suivis la progression de ce travail. Nous le remercions infiniment pour son aide et ses conseils judicieux,

Nos vifs remerciements aux membres de jury, pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Mes vifs remerciements Mr. Youcefi , Mr. mechraoui choaib , touzri kenza

Nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui nous ont aidés dans la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier aussi :

A tous les personnels du laboratoire du département de Biologie ;

A mes parents, ma famille et tous mes amis

SOMMAIRE

Remerciement	1
Introduction.....	1
Chapitre I : Recueil bibliographique sur les zones humides.....	2
1. Notion de zone humide.....	2
2. Convention Ramsar.....	2
3. Système de classification et typologie des zones humides.....	3
1. Fonctions des zones humides.....	6
4. Les zones humides en Algérie.....	15
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	18
1. Présentation générale de la wilaya de laghouat	18
2. Caractérisations climatiques.....	18
2.1.. La pluviométrie	19
2.2. la température.....	20
2.3. L'humidité relative de l'air.....	20
3. Synthèse climatique	21
3.1. L'indice de Martonne	21
3.2. Climagramme d'Emberger.....	22
3.3. Diagramme ombrothermique	23
Chapitre III : Matériel et méthodes d'étude.	24
4.2. Caractérisation floristique et faunistique	24
1. Choix de la station d'étude.....	24
2. Méthodologie adoptée et choix des sites de prélèvements.....	24
3. Matériel utilisé.....	26
3.1. Sur terrain (in-situ)	26
3.2. Au laboratoire (in-vitro)	26
4. Méthodes de l'étude d'analyses.....	26
4.1. Analyse physico-chimique.....	26
4.1.1. Analyse de l'eau.....	26
4.1.2. Analyse du sol.....	27
4.2. Caractérisation floristique et faunistique	36
4.2.1. Inventaire floristique	36
4.3. Analyse de la disponibilité trophique.....	36
4.3.1. Dispositif de piégeage des invertébrés (Echantillonnage quantitatif).....	36
5. Exploitation des résultats par indices écologiques.....	38
5.1. Application d'indices de structure et de composition.....	38
5.1.1. Fréquence en nombre	40
5.1.2. La constance ou l'indice d'occurrence	40
5.1.3. Analyse de similitude	40
5.2. Application d'indices de diversité des peuplements.....	40
5.2.1. Richesse totale	40
5.2.2. Richesse spécifique moyenne	41
5.2.3. Indice de diversité de Shannon	41
5.3. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité).....	41
1. Résultats de l'analyse physico-chimique du sol	41
1.1. Potentiel hydrogène (ph)	42
1.2. Conductivité électrique (CE)	43
1.3. Taux de matière organique (MO%)	43
1.4. Calcaire total (Caco3)	46
1.5. Phosphore total (P %).	47
1.6. Sodium (Na).....	48
1.7. Potassium (K).....	48
1.8. L'azote total(N).....	49
2. La granulométrie.....	50
3. Résultats de l'inventaire floristique.....	51

3.1.Territoire phytogéographique.....	51
3.2.Diversité et abondance des taxons.....	51
3.3.Spectre biologique brut.....	53
3.4.Spectre phytogéographique.....	55
3.5.Richesse spécifique.....	56
4. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau.....	56
4.1. Le pH	56
4.2. Conductivité	57
4.3. Température	58
4.4. Les Matières en Suspension Totale	58
5 .Approche bioécologie de la faune invertébrée	60
5.1. Inventaire systématique	60
5.2. Fréquence en nombre	60
4.2. Conductivité	57
4.3. Température	58
4.4. Les Matières en Suspension Totale	58
5 .Approche bioécologie de la faune invertébrée	60
5.1. Inventaire systématique	60
5.2. Fréquence en nombre	60
Conclusion	64
Références	
Résumé	

LISTE DES TAB LEAUX

N°	Titre	Page
01	Principaux paramètres utilisés pour la classification des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995)	3
02	Classification Ramsar des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995; ANONYME, 1999)	4
03	Liste des zones humides d'importance internationale en Algérie	15
04	Caractéristiques de station pluviométrique	19
05	Précipitations moyennes mensuelles (mm) (2008-2018)	20
06	Variation des températures dans la période (2008-2018)	20
07	Planning des sorties et des travaux réalisés	25
08	Protocoles de mesures des paramètres physico-chimiques	27
09	L'échelle d'interprétation d'acidité du sol en fonction de pH du sol (Baize, 1988)	28
10	L'Echelle d'interprétation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique (Aubert 1978)	29
11	L'échelle de classification des sols selon la teneur en matière organique (Schafeer, 1975 <i>in</i> Raula ,2005)	30
12	L'Echelle de classification de taux du calcaire total dans le sol (Baize ,2000)	32
13	Résultats des différentes mesures des paramètres physico-chimique du sol de la station Kheneiga	43
14	L'échelle d'interprétation d'acidité du sol en fonction de pH du sol (Baize, 1988)	44
15	L'Echelle d'interprétation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique (Aubert 1978)	45
16	Classification des sols selon e taux de la matière organique	45
17	Interprétation des résultats obtenus selon le taux du calcaire totale (Baize, 2000)	47
18	Résultats des analyses granulométriques des différents échantillons.	50
19	Liste des familles avec nombres de genres et d'espèces	51
20	Listes des espèces avec leurs familles, types biologiques et phytogéographiques (Quézel et Santa, 1962-1963; Le Houérou, 1995)	53
21	Analyses descriptives des paramètres physicochimiques de l'eau	56
22	Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée.	57
23	Liste systématique globale des espèces d'invertébrés inventoriées dans la station kheneiga	59

LISTE DES FIGURES

01	Carte de localisation de la wilaya de Laghouat (Conservation des Forêts de Laghouat.2021)	18
02	L'humidité de l'air dans la période (2008-2018)	21
03	Climagramme pluviométrique d'Emberger	22
04	Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat	23
05	Image représentative de la station d'El-Kheneiga (GoogleEarth, 2021)	25
06	PH mètre originale(2021)	28
08	Photos représentatives Agitation magnétique (A) et la filtration des solutions (B) (original 2021)	29
09	Four à moufle à 550 °C(original 2021)	30
10	Photos de détermination du CaCO ₃ par calcimétrie volumétrique. (Originale 2021)	31
11	Spectrophotomètre à flamme pour la lecture du Sodium et du Potassium originale(2021)	32
12	Spectrophotomètre à absorption atomique pour la lecture du Phosphore originale(2021)	33
13	balance électrique(2021)	35
14	Tamis mécanique originale(2021)	35
15	Classification des textures pédologiques (Duchaufour, 1997)	36
16	Disposition des pièges trappes destinés à capturer les invertébrés	38
17	Photo représentatif de Pot Barber	39
18	Variation saisonnière du potentiel d'hydrogène moyen. .	44
19	Variation de la matière organique au cours des deux saisons	46
20	Variation saisonnière du calcaire total	47
21	Variation saisonnière de taux de phosphore	48
22	Variation saisonnière du potassium et sodium	49
23	Variation saisonnière d'azote totale	49
24	La classification triangulaire de la texture du sol(Mathieu, 1998),	50
25	Contribution spécifique des familles	52
26	Spectre biologique brut des espèces recensées	54
27	Les appartenances biogéographiques des espèces recensées	55
28	pourcentage des espèces d'invertébrées recensées	60

Les milieux humides, aquatiques et riverains sont des milieux d'intérêt particulier du point de vue de la biodiversité, de la productivité biologique et des diverses fonctions écologiques qui leur sont associées. Dans un réseau de conservation, une part représentative de l'ensemble du territoire devrait être accordée directement à la protection de ce type de milieux. Cela permettrait de capter une diversité importante d'espèces reliées aux milieux humides (Fustec et *al*, 2000).

L'Algérie compte environ 50 sites dite RAMSAR d'importance internationale, notamment la région de Laghouat qui englobe un ensemble des sites présentant une importante valeur tant à l'échelle locale, régionale et nationale. Ce sont, soit des sites artificiels représentés généralement par les Barrages et les retenues collinaires, soient naturels comme les oueds, soient mixtes sous formes semi-artificiel.

En absence des études typiques propres aux écosystèmes humides dans le sud algérien, et surtout en particulier au niveau de la wilaya de Laghouat, nous avons opté à étudier un hydrosystème naturel représenté par une marre nommé Kheneiga. En effet c'est une marre de 6 ha d'eau, Alimentée soit en période pluviale par de pluies et soit par les rejets des eaux usées.

Le présent travail vise à la réalisation d'une étude, pour la première fois dans la région de Laghouat et s'insère dans l'objectif principal d'évaluer la diversité biologique de se milieux aquatiques continentaux. Cette étude pour objectif particulier de comprendre la structure des communautés animales et végétale particulièrement dans la marre de Kheneiga, et la mise en valeur de leur richesse naturelle et de leur potentialité tant bioécologique qu'économique.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres. Le premier présente une synthèse bibliographique sur les zones humides. La présentation de la zone d'étude ainsi que la méthodologie adoptée fait l'objet du deuxième et troisième chapitre. Les résultats et leur discussions sont présentés dans le troisième chapitre. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale où seront résumées les grandes lignes de ce travail.

1. Notion de zone humide

Les zones humides, dans une perspective écologique, sont des unités fonctionnelles de paysage s'inscrivant dans un gradient environnemental, dont une extrémité est constituée par les milieux terrestres typiques et l'autre par les milieux aquatiques d'eau profonde (lacs et mers) et d'eau courante (rivières). En termes conceptuels, ce sont des zones de transitions écologiques ou écotones entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, présents au bord des lacs, des rivières et des mers (**HECKER et TOMAS VIVES, 1995**).

De plus, il s'agit de paysages qui ne sont ni une rivière ni un lac ou un milieu marin mais qui constituent une anomalie hydrologique positive à la fois dans l'espace et dans le temps, comparativement à leur environnement plus sec (**HECKER et THOMAS VIVES, 1995**).

2. Convention Ramsar

La reconnaissance de l'importance des zones humides adonnée lieu, en 1971, à une conférence dans la ville iranienne de Ramsar. C'est ici que l'un des premiers traités internationaux de protection de l'environnement a été signé: la convention sur les zones humides d'importance internationale. Actuellement 159 pays ont signé cette convention, contre 119 en 2000 et ils étaient 18 en 1971. La liste des zones humides d'importance internationale contient, début 2009, 1828 sites représentant une surface de plus de 1,6 million de Km² (**Site web1**).

Les pays signataires ont pris l'engagement d'inscrire leurs zones humides d'importance internationale sur une liste dite « des sites Ramsar » et, plus généralement, de protéger et conserver les zones humides (**SKINNER et ZALEWSKI, 1995**).

Selon la convention Ramsar, les zones humides sont définies comme : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Le texte ajoute que les zones humides pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide (**COSTA et al., 1996**).

Cette même définition a été adaptée par l'union internationale de la conservation de la nature (UICN) qui décrit les zones humides comme étant : « zones de marais, marécages, tourbières ou eau libre, qu'elles soient naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires,

que l'eau soit stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, incluant les eaux côtières jusqu'à une profondeur de six mètres à marée basse».

3. Système de classification et typologie des zones humides

a. Principales classifications établies

Plusieurs travaux menés dans le cadre de différents projets se sont fixés comme objectif de classer les zones humides dans des catégories. En prenant en considération un certain nombre de paramètres, ces catégories sont elles mêmes subdivisées en sous catégories et en multitude de types (niveaux différents de subdivision). Ces classifications rapportées par ordre chronologique sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principaux paramètres utilisés pour la classification des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995)

Projet de classification	(1) Olney (1965)	(2) Luther et Rzoska (1971)	(3) Carp (1980)	(4) Scott (1980)	(5) Beaufort et Czajkowski (1986)	(6) Ramsar (1990)	(7) Corine biotopes (1991)
Paramètres							
Côtier/intérieur	+	+	+	+	+	+	+
Courant/stagnant	+	+	+	+++	+	++	++
Naturel/artificiel				++		+	+
Salinité	++	++	+	+++	++	+++	++
Permanence	++			++		+++	
Types de vegetation					++	+++	+++
Nombre de types	14	23	25	20	49	35	28

+ : Premier niveau de subdivision, ++ : Second niveau, +++ : Niveau supérieur.

(1) : Projet Mar ; (2) : Projet Aqua ; (3) : Répertoire des zones humides du paléarctique occidental ; (4) : Inventaire préliminaire des zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau en Europe de l'ouest et en Afrique du Nord-Ouest ; (5) : zones humides d'Afrique septentrionale, centrale et occidentale ; (6) : Ramsar ; (7) : Projet Corine Biotopes.

b. Classification Ramsar

La classification Ramsar, ratifiée en 1990 par la conférence des parties contractantes tenue à Montreux (Suisse), couvre les types de zones humides du monde entier. Elle est basée sur la classification développée aux Etats-Unis (**COWARDIN et al., 1979**).

Cette classification se divise en 3 classes principales et chaque classe est subdivisée en types. Le tableau 2 présente la classification détaillée adoptée par Ramsar.

Tableau 2 : Classification Ramsar des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995; ANONYME, 1999).

Classe	Sous-classe	Type de zone humide
Zones marines et côtières	Marines	<ul style="list-style-type: none"> - (A) : Eaux marines permanentes peu profondes, dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à 6 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) : Rivage de sable fin, grossier ou de galets ; y compris bancs et langues de sables, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intra duna les humides.
	Estuariennes	<ul style="list-style-type: none"> - (F) : Eaux d'estuaires ; eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens. - (G) : Vasières intertidales ; y compris vasières salées ou de sable. - (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.
	Lacustres/Palustres	<ul style="list-style-type: none"> - (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.

Zones humides intérieures (Contininentales)	Ripariennes	<ul style="list-style-type: none"> - (L): Deltas intérieurs permanents. - (M) : Rivières / cours d'eau / ruisseaux permanents ; y compris cascades. - (N): Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers.
	Lacustres	<ul style="list-style-type: none"> - (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 étendus / saumâtres / alcalins saisonniers / intermittents.
	Palustres	<ul style="list-style-type: none"> - (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 détrempée 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 saisonnièrement, marais à laïches. - (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 humide 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 sol sin organiques. - (Xf) : Zones humides d'eau douce dominées par des arbres ; y

		<p>compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés ; sur sols inorganiques.</p> <p>- (Xp) : Tourbières boisées ; forêts marécageuses sur tourbière.</p> <p>- (Y) : Sources d'eau douce (oasis).</p>
	Géothermiques	<p>- (Zg): Zones humides géothermiques.</p>
Zones humides artificielles	Aquaculture	<p>-(1):Étangs d'aqua culture (par exemple: poissons, crevettes).</p> <p>-(2) : Étangs ; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs ; (généralement moins de 8hectares).</p> <p>- (3) : Terres irriguées ; y compris canaux d'irrigation et rivières.</p> <p>-(4) :Terres agricoles saisonnièrement inondées.</p>
	Exploitation de sel urbain /	<p>- (5):Sites d'exploitation du sel; marais salants, salines, etc.</p> <p>- (6):Zones de stockage de l'eau;réservoirs/barrages/retenuesdebarrage/retenuesd'eau;(généralementplusde8hectares).</p> <p>- (7) : Excavations ; gravières / ballastières / glaisières ; sablières, puits de mine.</p> <p>- (8) : Sites de traitements des eaux usées ; y compris champs d'épandages, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.</p> <p>- (9) : Canaux et fossés de drainage, rigoles.</p>

1. Fonctions des zones humides

Selon **SKINNER et ZALEWSKI (1995)** ; **ANONYME (2001)**, les zones humides remplissent plusieurs fonctions dont les principales sont énumérées ci-dessous :

Recharge et protection des nappes phréatiques

Les zones humides peuvent jouer un rôle important de réapprovisionnement des nappes phréatiques. Cette recharge se produit quand l'eau s'infiltré à travers les couches

supérieures perméables de sol ou de roche. La recharge joue également un rôle important dans la régulation du débit des fleuves (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

De nombreuses zones humides aident à recharger les aquifères souterrains qui stockent 97 % des eaux douces non gelées de la planète. Les eaux souterraines ont une importance vitale pour des milliards de personnes car elles sont leur seule source d'eau potable (ANONYME, 2001).

Résurgence des nappes phréatiques

La résurgence des nappes phréatiques se produit quand l'eau, stockée sous terre, réapparaît en surface dans une zone humide. Ce phénomène s'observe principalement sur les terrains de dépressions (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Les zones humides alimentées par la résurgence de nappes phréatiques comprennent souvent des communautés biologiques stables. Ces zones humides jouent également un rôle important dans le soutien des étiages, pendant les secs mois d'été. Certaines remplissent un rôle double pendant une partie de l'année, elles sont un lieu de résurgence, pendant une autre un lieu de recharge. Ceci est en fonction des hausses et des baisses du niveau local des nappes. Elles garantissent ainsi une juste régulation du cycle hydrologique (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

c. Contrôle des crues

Les zones humides jouent souvent un rôle crucial dans la maîtrise des crues. Elles retiennent les fortes pluies, empêchant des inondations possibles en aval. En stockant l'eau dans le sol ou en la retenant à la surface des lacs, des marais, etc; les zones humides remplacent avantageusement les structures artificielles, construites à grands frais (ANONYME, 2001).

La végétation des zones humides joue aussi un rôle en ralentissant le débit des eaux de crues vers l'aval (ANONYME, 2001).

d. Rétenion et exportation des sédiments et des nutriments

Les zones humides atténuent la force de l'eau, favorisant le dépôt des sédiments en suspension. Souvent, des matières nutritives sont associées aux sédiments et peuvent se déposer en même temps. Celles-ci, en particulier l'azote et le phosphore provenant de l'agriculture, aussi de déchets humains et de décharge industrielle elles peuvent s'accumuler dans le sous-sol, être transformées par les processus chimiques et biologiques ou absorbées par la végétation de la zone humide qui est ensuite récoltée et physiquement retirée du système

(ANONYME,2001).

Les plantes absorbent les nutriments, mais cela ne suffit pas à assurer leur disparition de la zone humide (ANONYME, 2001).

Les sols humides, pauvres en oxygène, favorisent la dénitrification par l'intermédiaire de certaines bactéries. Ces mécanismes, dépendant de conditions alternées aérobies et anaérobies, peuvent éliminer 40 à 98 % de l'azote des zones humides (SKINNER et ZALEWSKI,1995).

Le phosphore, dont l'accumulation est permanente et qui ne peut être recyclé, peut être dissipé par l'exportation des produits des zones humides (SKINNER et ZALEWSKI,1995).

e. Rétention des produits toxiques et épuration de l'eau

Les plantes et les sols des zones humides jouent un rôle crucial en épurant l'eau. De grandes quantités de matières nutritives, telles que le phosphore et l'azote sont éliminées par les zones humides (ANONYME, 2001).

Beaucoup de plantes des zones humides ont la capacité d'éliminer les substances toxiques provenant des pesticides, des décharges industrielles et des activités minières. On a découvert que certaines plantes des milieux humides concentrent les métaux lourds dans leurs tissus cent mille fois plus que l'eau environnante et peuvent donc décontaminer certaines sortes d'effluents telle la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), certaines espèces de Typha et de Phragmites ont été utilisées pour traiter les effluents des régions minières qui contiennent de fortes concentrations de métaux lourds (ANONYME,2001).

f. Stabilisation de littoral et protection contre les tempêtes

Les marais salés, les mangroves et autres zones humides boisées sont des lignes de défense contre les tempêtes. Ils contribuent à en atténuer les effets en réduisant l'action du vent, des vagues et des courants tandis que les racines des plantes maintiennent les sédiments en place (ANONYME, 2001).

g. Atténuation des changements climatiques

Du point de vue des changements climatiques, les zones humides jouent au moins deux rôles : d'une part, elles peuvent stocker jusqu'à 40 % du carbone terrestre mondial. Les tourbières et les zones humides boisées sont également des puits de carbone particulièrement importants. D'autre part, les zones humides fourniront aussi les premières lignes de défense des littoraux et de l'arrière pays, à mesure que se feront sentir les effets des changements climatiques (fréquence accrue des tempêtes, structure des précipitations modifiée, élévation

du niveau des mers et des températures de surface de la mer) (ANONYME,2001).

h. Fonction des zones humides pour les espèces

De nombreuses espèces d'oiseaux utilisent les zones humides pendant une ou plusieurs phases de leur cycle biologique. Certaines d'entre elles, à vrai dire peu nombreuses, restent sédentaires et habitent tout au long de l'année dans le même marais ou le même étang. Beaucoup d'autres, au contraire se déplacent au fil des saisons d'une zone humide à une autre et certaines fréquentent même temporairement, les prairies, les cultures ou d'autres milieux secs. Tous ces oiseaux trouvent dans les zones humides la nourriture, l'abri et le site de reproduction (FUSTEC et al.,2000).

Les zones humides remplissent plusieurs fonctions tout au long de leur cycle de vie tels que:

i. Milieux de reproduction

Les caractéristiques générales des grands types de zones humides en font des habitats de reproduction privilégiée pour certains groupes d'oiseaux. Les étangs et les marais doux d'origine naturelle ou artificielle, se distinguent par la très grande diversité de types d'espèces qu'ils accueillent : grèbes, guifettes, canards, hérons, fauvette aquatiques, râles,...etc (FUSTEC et al.,2000).

Les zones humides ne peuvent assurer de bonne condition de reproduction aux oiseaux d'eau qu'en leur offrant des sites de nids de qualité, de la nourriture et la sécurité. Deux facteurs restent d'une grande importance pour la plupart d'entre elle: la végétation et la taille de milieu (FUSTEC et al,2000).

ii. Zones de mue

Les jeunes oiseaux et adultes, après la reproduction, renouvellent leur plumage avant de migrer. Durant cette période, les besoins énergétiques sont élevés car la mue s'accompagne d'une perte de poids, d'un manque d'isolation du corps et de besoins accrus pour la constitution de nouveau plumage. La tranquillité et la productivité du site deviennent donc deux facteurs de première importance surtout pour les oiseaux devenus momentanément incapables de voler (FUSTEC et al., 2000).

iii. Milieux de haltes et de transit

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'ouest. Ceux-ci vont s'y reposer et reprendre des forces. Tranquillité et disponibilité alimentaire conditionnent la qualité de l'accueil (FUSTEC et al., 2000).

iv. Lieux d'hivernage

L'hivernage est pour les oiseaux d'eau une période de reconstitution des réserves énergétiques après les efforts investis dans la reproduction et souvent aussi dans la migration, les zones humides répondant à ces besoins. (FUSTEC et al., 2000).

v. Zones derefuge

Certaines zones humides jouent le rôle de refuge climatique lors des grands froids, cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés : les eaux libres des grands fleuves jouent un tel rôle lorsque les étangs et les marais sont pris par la glace. Elles peuvent accueillir momentanément d'importantes populations d'anatidés, de grèbes, de l'aridés, de hérons, quand toutes les zones humides sont gelées (FUSTEC et al., 2000).

1. Valeurs des zoneshumides

Les zones humides ont été pendant des siècles reléguées au rang de lieux malsains et stériles, insalubres et dangereux qu'il fallait drainer à la première occasion. Récemment le grand public a pris conscience, grâce aux organismes de protection de la nature, que cette crainte était sans fondement. Les zones humides ne se limitent pas à de magnifiques lieux d'agrément où des millions de personnes peuvent s'adonner aux joies de multiples loisirs, elles comptent aussi et surtout parmi les écosystèmes les plus productifs du monde. Elles accueillent également des populations de plantes et d'animaux, en particulier des oiseaux d'eau, contribuant largement au maintien de la diversité biologique. Elles produisent du bois et permettent le pâturage, tandis que d'autres entretiennent des pêcheries opulentes (SKINNER et ZALEWESKI, 1995). L'ensemble de ces valeurs est énuméré ci-dessous par catégories :

Produits des zones humides

Les zones humides fournissent une variété d'avantages à l'homme sous forme de produits qui peuvent être exploités : fruits, poissons, coquillages, gibiers, résines, bois de construction, bois de chauffage, roseaux pour les toits et la vannerie, fourrage pour les animaux, etc. L'exploitation a lieu à tous les niveaux (subsistance, industrie communautaire et échelle commerciale) et partout dans le monde (ANONYME,2001).

Le poisson, constitue la principale source de protéines pour près d'un milliard de personnes et un élément important du régime alimentaire d'un nombre encore plus grand d'habitants de la planète ,Le riz, plante de zones humides, est l'aliment de base de 3milliards de personnes ; le sagoutier est la principale source d'hydrates de carbone dans certains pays d'Asie (ANONYME, 2001). En Afrique du Nord, une grande quantité du sel de table est extraite des sebkhas qui constituent des zones humides à grand potentiel productif. Aussi, les

zones humides d'eau douce sont utilisées pour le pompage de l'eau dans le but d'irriguer les surfaces agricoles qui se développent de plus en plus au voisinage de ces sites. Dans certaines régions, des activités d'élevage se basent sur la végétation qui se développe aux abords des zones humides.

i. Réservoir de diversité biologique

La biodiversité des zones humides est un important réservoir génétique au potentiel économique considérable pour l'industrie pharmaceutique et la culture de plantes commerciales telles que le riz (ANONYME, 2001).

Les zones humides abritent une très riche collection de plantes et d'animaux. Seule une toute petite proportion de leurs vastes ressources génétiques a pu être étudiée et une part plus modeste encore se trouve dans la consommation humaine.

De nombreuses espèces rares et en danger vivent dans les zones humides ou en dépendent particulièrement. Tandis que d'autres n'y passent qu'une partie de leur cycle vital, ou les visitent à des fins particulières, afin de s'y reposer, frayer ou se nourrir (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

j. Valeur économique

L'économie de l'environnement, dans ses derniers et récents développements, cherche à affecter une valeur économique aux nombreux services et fonctions que rendent les zones humides, de façon à intégrer ces chiffres dans l'analyse coût / bénéfice des programmes de développement locaux. L'évaluation économique d'un écosystème est difficile à réaliser. C'est une discipline nouvelle qui n'en est qu'à ses débuts. Ce que cette évaluation devrait atteindre, c'est une quantification chiffrée des ressources, des bénéfices et des qualités du système (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Les zones humides exercent un rôle économique, par les loisirs et la récolte des ressources. Les formations et usages ont l'un et l'autre une valeur économique. Pour rendre ces valeurs explicites, les économistes ont décomposé la valeur monétaire des zones humides en trois composantes principales, dont la plus facile à intégrer dans les systèmes économiques courants: c'est la valeur de l'utilisation directe qui englobe tous les bénéfices issus de la vente des produits des zones humides comme, par exemple, les poissons ou les roseaux ainsi que l'exploitation touristique (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

k. Loisirs et tourisme

Les zones humides, par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, sont des destinations touristiques idéales. Les sites les plus beaux sont protégés dans des parcs nationaux ou des biens du patrimoine mondial et peuvent générer un revenu considérable du tourisme et des utilisations pour les loisirs. Dans certains pays, ce revenu est un poste non négligeable de l'économie nationale (ANONYME, 2001).

Aux activités récréatives telles que la pêche, la chasse et la navigation participent des millions de personnes qui dépensent des milliards de dollars (ANONYME, 2001).

De nombreux visiteurs de zones humides viennent y chercher la tranquillité, ou une source d'inspiration pour l'écriture, la peinture ou la photographie. Tous s'enthousiasment devant la beauté du paysage, les habitats naturels et la faune (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

1. Valeur culturelle, religieuse et archéologique

Dans une étude préliminaire récente des valeurs culturelles des sites Ramsar, on a souligné que la fonction culturelle des zones humides est largement répandue et mérite que l'on s'y attarde. Sur les 603 sites Ramsar examinés, plus de 30% possèdent en plus de leurs nombreuses autres valeurs, une importance archéologique, historique, culturelle, religieuse, mythologie ou artistique/créative, que se soit au niveau local ou national (ANONYME, 2001).

En Australie, de nombreuses zones humides ont une valeur sociale et culturelle importante pour les propriétaires aborigènes traditionnels. Au Tibet, certains lacs ont une importance religieuse profonde pour la population locale et des règlements stricts régissent leur exploitation. Le site Ramsar du Fjord de Stauns, au Danemark, est un site archéologique exceptionnel datant de l'âge du bronze. Au Portugal, malgré l'investissement de 150 millions de dollars américains, les autorités ont abandonné la construction du barrage de Cas en 1995, lorsque des gravures paléolithiques ont été mises au jour (ANONYME, 2001).

4. Critères d'identification des zones humides d'importance internationale (Convention Ramsar)

Adoptés à la 7^e Session (1999) et à la 9^e Session (2005) de la Conférence des Parties contractantes en remplacement des Critères adoptés à la 4^{ème} et à la 6^{ème} sessions de la COP (1990 et 1996) pour aider les Parties à appliquer l'Article 2.1 sur l'inscription de sites Ramsar (Site web.1).

Groupe A des Critères .Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques.

- **Critères relatifs aux zones humides représentatives rares ou uniques**

Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.

Groupe B des Critères. Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique.

- **Critères généraux tenant compte des espèces ou des communautés écologiques**

Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

Critère 3 : Des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Critère 4 : 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.

- **Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau**

Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale : si elle abrite habituellement 20.000 oiseaux d'eau ou plus.

Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.

- **Critères spécifiques tenant compte des poissons**

Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale : si l'on y trouve une proportion importante de sous-espèces, d'espèces ou de familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et qu'elle contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de Zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs (**site web.1**).

- **Critères spécifiques tenant compte d'autres espèces**

Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous espèce animale dépendant des zones humides n'appartenant pas à l'avifaune.

5. Caractéristiques générales et facteurs de menaces des zones humides méditerranéennes

Le bassin méditerranéen était autrefois riche en zones humides, car les cours d'eau sortaient de leur lit et s'épandaient sur les plaines inondables, les zones côtières et les deltas. Au cours des 19^e et 20^e siècles, la plupart des zones humides continentales ont été drainées, soit pour l'agriculture soit pour lutter contre les moustiques, vecteurs de paludisme. Les zones humides qui demeurent sont maintenant sous la menace de grands projets d'approvisionnement en eau endiguant les fleuves, détournant l'eau ou vidant les nappes aquifères et privant ainsi les zones humides de leur alimentation en eau (**PEARCE, 1996**).

4. Les zones humides en Algérie

LEDANT et VAN DIJK (1977), MORGAN et BOY (1982) et MORGAN (1982), sont considérés comme étant les premiers qui ont fait des inventaires sur les zones humides en Algérie.

D'après la Direction générale des forêts (DGF), l'Algérie dispose de 1451 zones humides dont 762 sont naturelles et dont 689 sont artificielles. L'Algérie dispose actuellement de 50 sites inscrits sur la Liste des zones humides d'importance internationale (Sites RAMSAR), ayant une superficie totale de 2,991,013 hectares (Voir Tab.9). Dix autres zones humides sont prévues pour la prochaine période.

Tableau 3: Liste des zones humides d'importance internationale en Algérie

Nom du site	Date de classement	Wilaya	Superficie (ha)	Coordonnées
Réserve Intégrale du Lac Oubeira	4 /11/1983	El Tarf	3 160	33° 17' 10" N, 3° 44' 44" E
Réserve Intégrale du Lac Tonga	4 /11/1983	El Tarf	2 700	36° 53' N, 8° 31' E
La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	22 /03/1999	El Tarf	120	36° 42' N, 8° 07' E
Chott Ech Chergui	2 /02/2001	Saïda	855 500	34° 27' N, 0° 50' E
Chott el Hodna	2 février 2001	M'Sila, Batna	362 000	35° 18' N, 4° 40' E
Chott Merrouane et Oued Khrouf	2 février 2001	El Oued	337 700	33° 55' N, 6° 10' E
Sebkhad'Oran	2 février 2001	Oran	56 870	35° 31' N, 0° 50' O
Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	2 février 2001	Skikda, El Tarf	42 100	36° 53' N, 7° 16' E
La Vallée d'Itherir	2 février 2001	Illizi	6 500	25° 24' N, 8° 25' E
Les Gueltates d'Issakarassene	2 février 2001	Tamanrasset	35 100	22° 25' N, 5° 45' E
Marais de la Macta	2 février 2001	Mascara, Mostaganem, Oran	44 500	35° 41' N, 0° 10' E
Oasis de Ouled Saïd	2 février 2001	Adrar	25 400	29° 24' N, 0° 18' E
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	2 février 2001	Adrar	95 700	27° 45' N, 0° 15' E
Aulnaie de Aïn Khiair	2 février 2001	El Tarf	180	36° 40' N, 8° 20' E
Chott de Zehrez Chergui	4 juin 2003	Djelfa	50 985	35° 15' N, 3° 30' E
Chott de Zehrez Gharbi	4 juin 2003	Djelfa	52 200	34° 58' N, 2° 44' E
Chott Melghir	4 juin 2003	El Oued, Biskra, Khenc	551 500	34° 15' N, 6° 19' E

Chapitre I : Recueil bibliographique sur les zones humides

		hela		
Grotte karstique de GharBoumâaza	4 juin2003	Tlemcen	20 000	34° 42' N, 1° 18' E
GuelatesAfilal	4 juin2003	Tamanrasset	20 900	23° 09' N, 5° 46' E
Lac de Fetzara	4 juin2003	Annaba	20 680	36° 47' N, 7° 32' E
Le Cirque de AïnOuarka	4 juin2003	Naâma	2 350	32° 44' N, 0° 10' E
Marais de la Mekhada	4 juin2003	Naâma	8 900	36° 48' N, 8° 00' E
Marais de la Mekhada	4 juin2003	El Tarf	8 900	36° 48' N, 8° 00' E
Oasis de MoghraretTiout	4 juin2003	Naâma	195 500	32° 53' N, 0° 40' E
Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	4 juin2003	Jijel	600	36° 53' N, 6° 05' E
Lac de Réghaïa	4 juin2003	Alger	842	36° 46' N, 3° 20' E
Tourbière du Lac Noir	4 juin2003	El Tarf	5	36° 54' N, 8° 12' E
ChottAïn El Beïda	12 décembre2004	Ouargla	6 853	31° 48' N, 5° 22' E
Chott El Beïdha Hammam Essoukhna	12 décembre2004	Sétif, Batna	12 223	35° 55' N, 5° 45' E
ChottOum El Raneb	12 décembre2004	Ouargla	7 155	32° 02' N, 5° 22' E
ChottSidiSlimane	12 décembre2004	Ouargla	616	33° 17' 15" N, 6° 05' 04" E
ChottTinsilt	12 décembre2004	Oum El Bouaghi	2 154	35° 53' N, 6° 29' E
Dayet El Ferd	12 décembre2004	Tlemcen	3 323	34° 28' N, 1° 15' E
GaraetAnnkDjemeletElMerhsel	12 décembre2004	Oum El Bouaghi	18 140	35° 47' N, 6° 51' E
Garaet El Taref	12 décembre2004	Oum El Bouaghi	33 460	35° 41' N, 7° 08' E
GaraetGuellif	12 décembre2004	Oum El Bouaghi	24 000	35° 47' N, 6° 59' E
Lac de Télamine	12 décembre2004	Oran	2 399	35° 43' N, 0° 23' E
Dayet El Ferd	12 décembre2004	Tlemcen	3 323	34° 28' N, 1° 15' E
Réserve Intégrale du Lac El Mellah	12 décembre2004	El Tarf	2 257	36° 53' N, 8° 20' E
Les Salinesd'Arzew	12 décembre2004	Oran, Mascara	5 778	35° 41' N, 0° 18' O
Oglat Ed Daïra	12 décembre2004	Naâma	23 430	33° 18' 15" N, 0° 48' 15" O
SebkhetBazer	12 décembre2004	Sétif	4 379	36° 05' N, 5° 41' E
Sebkhet El Hamiet	12 décembre2004	Sétif	2 509	35° 55' N, 5° 33' E
Sebkhet El Melah	12 décembre2004	Ghardaïa	18 947	30° 25' N, 2° 55' E
GaraetTimerganine	18 décembre2009	Oum El Bouaghi	1 460	35° 40' N, 6° 58' E
Marais de Bourdim	18 décembre2009	El Tarf	11	36° 48' N, 8° 15' E
Site classéSebkhetEzzmoul	18 décembre2009	Oum El Bouaghi	6 765	35° 05' N, 6° 30' E
Site Ramsar du Lac Boulhilet	18 décembre2009	Oum El	856	35° 45' N, 6° 48' E

Chapitre I : Recueil bibliographique sur les zones humides

		Bouaghi		
Vallée de la Soummam	18 décembre2009	Béjaïa	12 453	35° 45' N, 6° 48' E
OumLâagareb	5 juin2011	El Tarf	729	36° 49' N, 8° 12' E
Lac du barrage de Bougezoul	5 juin2011	Médéa	9	35° 44' N, 2° 47' E
Ile de Rachgoun	5 juin2011	Aïn Témouchent	66	35° 19' N, 1° 28' O
Total = 50 sites		Total ha =	2 991 013	

(RAMSAR, 2018)

1. PRESENTATION GENERALE DE LA WILAYA DE LAGHOUAT

Sur une superficie totale de 26732,93 Ha, La wilaya de Laghouat s'étale de L'Atlas Saharien (Monts de Djebel Amour) aux steppes Sahariennes, la distance entre Laghouat et Alger est de 400 km, limitée par les wilayas de Djelfa à l'Est et Nord - Est, El-Bayad à l'Ouest, Tiaret au Nord-Ouest et Ghardaïa au sud. (Mihoubi,2015).

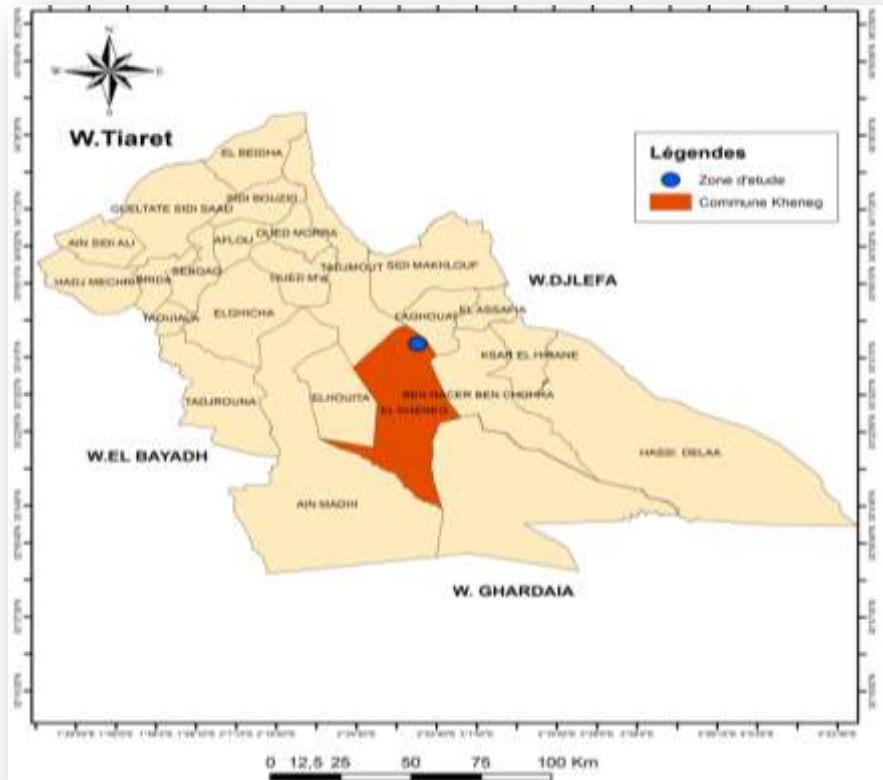


Figure 1: Carte de localisation de la wilaya de Laghouat (C. F. L, 2021)

2. Caractérisations climatiques

Les végétaux sont parmi les êtres vivants qui ne peuvent se soustraire à l'action directe du climat. Chaque espèce végétale doit vivre entre les limites extrêmes des valeurs des différents facteurs climatiques, hors desquels son existence et son développement n'est pas possible (Parde, 1974 In M'hérite et al, 1995).

Le climat intervient dans la répartition des végétaux, la quantité et la composition de la lumière reçue par les végétaux règlent l'activité de la fonction chlorophyllienne ; la température, l'humidité, les précipitations jouent un rôle essentiel sur leur croissance et sur le développement. Le vent intervient dans la dissémination du pollen et des graines. À des

Chapitre 2. Présentation de la zone d'étude

conditions qui s'écartent des conditions optimales, les végétaux s'adaptent dans une certaine mesure (M'hérite et al, 1995).

La connaissance des conditions climatiques dans la gestion et la conservation des ressources naturelles en général est fondamentale (M'hérite et al, 1995).

Le climat des Hauts Plateaux Centre (dont la wilaya de Laghouat fait partie) est conditionné par plusieurs facteurs :

- l'altitude comme indiqué précédemment qui apporte des températures froides en hiver et chaudes en été en raison d'un fort ensoleillement ;
- la localisation géographique à l'intérieur des terres soit à environ 300km de la mer en ligne droite pour Laghouat donc un effet très faible de l'influence méditerranéenne ;
- les faibles précipitations qui résultent de l'effet de barrière que constitue l'Atlas Tellien et qui tombent en hiver dans l'Atlas Saharien sous forme de neige (MATE, 2006).

La présente étude présente un bref aperçu sur les particularités du climat de la région de Laghouat.

Tableau 4. Caractéristiques de station pluviométrique.

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Localisation	Nb d'observation
Laghouat	33° 53° N	02° 31° E	777	Rue Kheneg	10 ans

Source : ONM (2019).

2.1. La pluviométrie

Selon Dajoz (2006), l'eau représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent donc des problèmes écologiques et physiologiques fondamentaux.

Les précipitations englobent la pluie, la neige, la rosée, le brouillard, et la gelée, c'est-à-dire toutes les chutes d'eau arrivant au sol. Cette quantité d'eau s'exprime en mm, elle correspond à une hauteur d'eau qui arriverait sur une surface à un volume de 10m³/ ha. Elles se mesurent à l'aide de la pluviométrie (Prevost, 1999).

La pluviométrie est l'élément climatique le plus important compte tenu de sa très grande variabilité spatio-temporelle. L'étude de sa variabilité moyenne annuelle a été effectuée sur 10 ans.

Chapitre 2. Présentation de la zone d'étude

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous sont pour la période (2008-2018)

Tableau 5. Précipitations moyennes mensuelles (mm) (2008-2018).

Période (2008-2018)												
mois	Jan	Fév	mars	Avril	Mai	juin	Juill	août	sept	oct	nov	déc
moy	8,68	7,69	12,57	21,3	15,05	11,1	7,9	11,18	27,27	22,6	14,69	18,88

Source : ONM, (2019).

D'après le tableau 2, on remarque que le mois de septembre c'est le mois le plus pluvial par contre le mois de février c'est le mois le plus sec.

2.2. La température

La température est l'un des éléments fondamentaux conditionnant l'estimation du déficit d'écoulement et permettant la détermination du caractère climatique d'une région ; c'est aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes (Mahi, 2014).

Le tableau suivant indique la variation des températures min et max dans la période (2008-2018)

Tableau 6. Variation des températures dans la période (2008-2018).

Période (2008-2018)													
Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
max	17,85	16,09	20,17	24,79	29,43	35,06	39,51	38,67	32,37	26,94	19,10	14,52	26,21
min	1,33	2,58	5,54	9,20	13,98	18,13	22,70	22,50	18,61	13,13	6,06	2,64	11,37
moy T°	9,59	9,34	12,86	17,00	21,71	26,60	31,11	30,59	25,49	20,04	12,58	8,58	18,79
M-m	16,52	13,51	14,63	15,59	15,45	16,93	16,81	16,17	13,76	13,81	13,04	11,88	14,84

Source : ONM, (2019).

D'après le tableau 03, nous remarquons que le maximum des températures a été enregistré durant le mois de juillet (39,51 °c) et le minimum enregistré durant le mois de janvier (1,33°c).

2.3. L'humidité relative de l'air

L'humidité de l'air ou état hygrométrique de l'air représente la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la quantité maximale qui peut être fixée à la température considérée (Prevost, 1999).

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluies, de la forme de ces précipitations (orage, ou pluie fine), de la température des vents et de la morphologie de la station considérée (Faurie et al., 2003).

L'humidité de l'air influence l'évapotranspiration ; elle intervient également en liaison avec température élevée dans le développement des ennemis des cultures comme facteur favorisant les maladies cryptogamiques (Prevost, 1999).

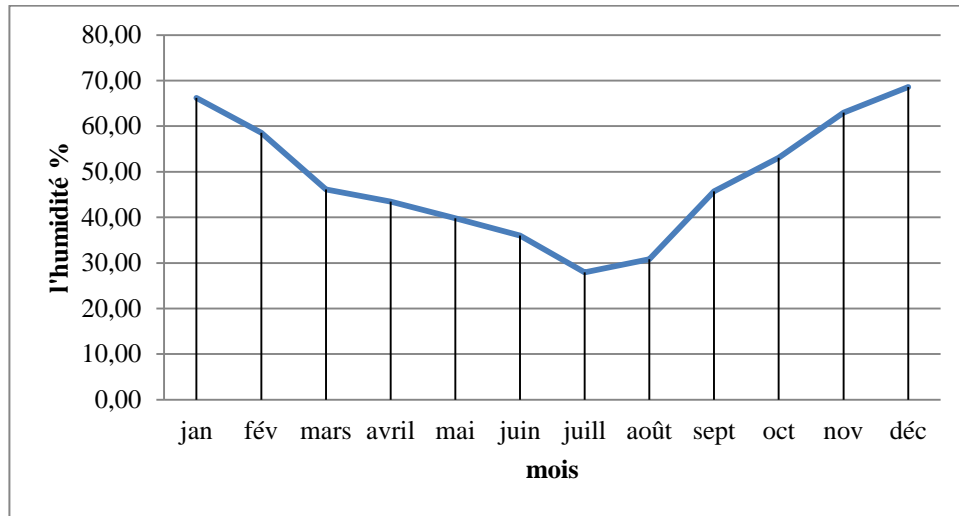


Figure 2 :L'humidité de l'air dans la période (2008-2018).

D'après la figure ci-dessus on remarque le pic de l'humidité est enregistré durant le mois de décembre et le mois de janvier avec un moyen de 68%, l'humidité est restée entre 27% et 40% durant l'été.

3. Synthèse climatique

3.1.L'indice de Martonne

D'après Ozenda (1982), l'indice d'aridité de De Martonne est représenté par la formule suivante :

$$I = P/(T+10).$$

P : total des précipitations annuelles en (mm). (P Laghouat =171.49 mm)

T : température moyenne annuelle en degré Celsius. (T Laghouat =19.03 °C)

D'après Prevost (1999), L'indice de Martonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer plusieurs classes :

- Climat très sec ($I < 10$) ;
- Climat sec ($I < 20$) ;
- Climat humide ($20 < I < 30$) ;
- Climat très humide ($I > 30$).

Le calcul de l'indice d'aridité de la région de Laghouat a révélé une valeur de 5.9 qui permet de classer la région dans un climat **très sec**.

3.2.Climagramme d'Emberger

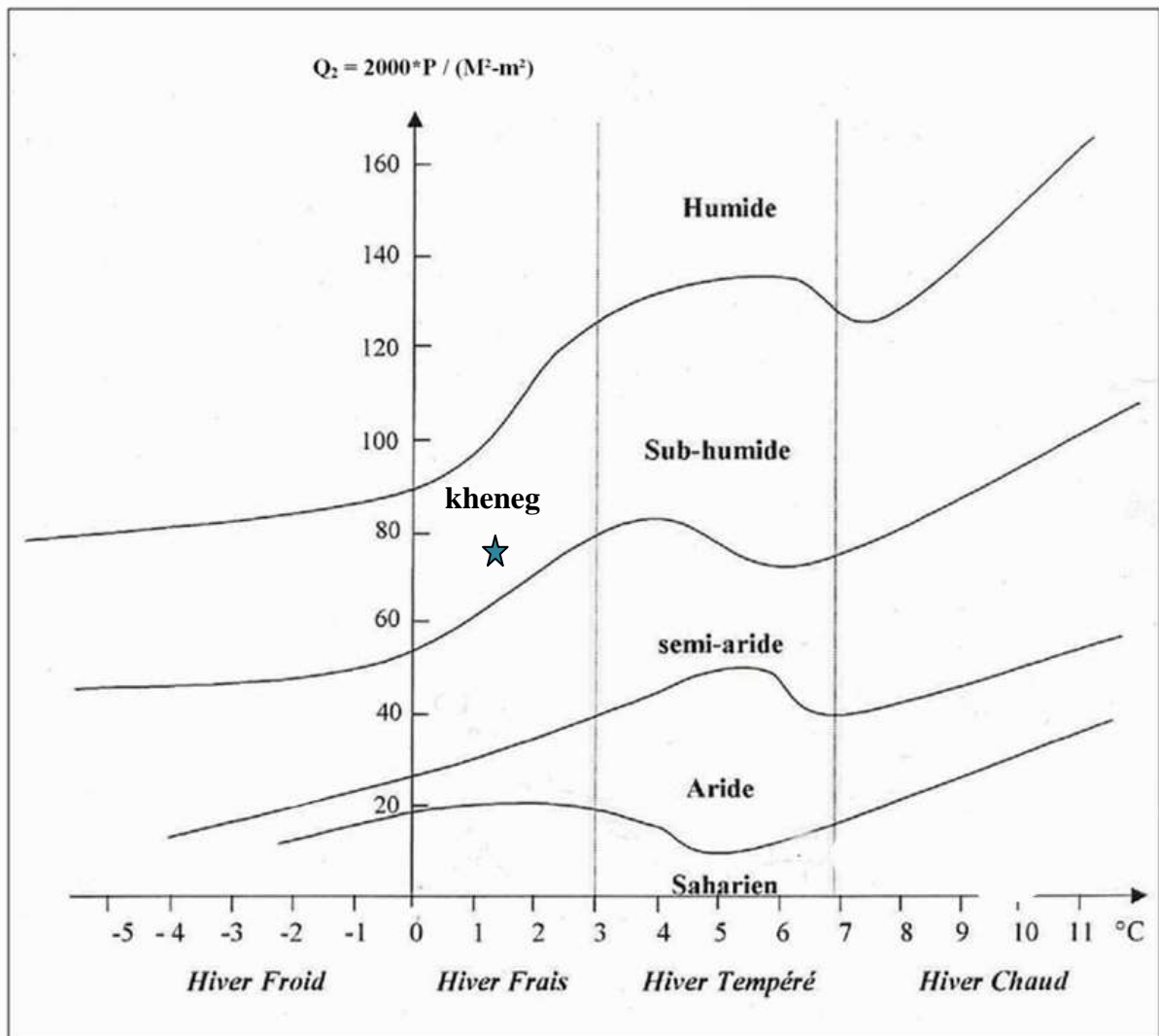
Le climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, et en ordonnée par le quotient pluviométrique Q2 d'Emberger (Emberger, 1950).

Le quotient pluviométrique Q2 est calculé pour une moyenne de 12 ans allant de 2004 jusqu'à 2015 par la formule modifier de Stewart, 1969 :

$$Q_2 = 3.43 \times P / (M - m).$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger (représente la première coordonné sur le climagramme). **P** : pluviosité annuelle (mm). **M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud, **m** : moyenne des minima du mois le plus froid (représente la deuxième coordonnée).

D'après la figure 06, la région de Laghouat se situe dans un **étage bioclimatique aride à hiver frais**, d'où $Q_2 (2004/2015) = 15.4$ (avec $m = 1.33$ °C, $M = 39.51$ °C et $P = 171.49$ mm).



Source : Emberger, 1950.

Figure 3 : Climagramme pluviométrique d'Emberger.

3.3. Diagramme ombrothermique

Selon Mahi (2014), plusieurs indices climatiques ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional. Pour déterminer la période sèche de l'année, Gausson propose un mode de représentation qui consiste à comparer mois par mois le rapport entre les précipitations et la température. Pour cela on porte sur un même graphique la courbe des moyennes mensuelles des températures et celle des totaux mensuels de pluviosité, avec pour échelle : $1^{\circ}\text{C}=2\text{mm}$ de pluie.

On appelle périodes sèches celles pendant lesquelles la courbe de pluviosité se trouve en dessous de la courbe de température. Les périodes sèches sont matérialisées par une aire pointillée, les saisons humides $P>2T$ (Mahi, 2014).

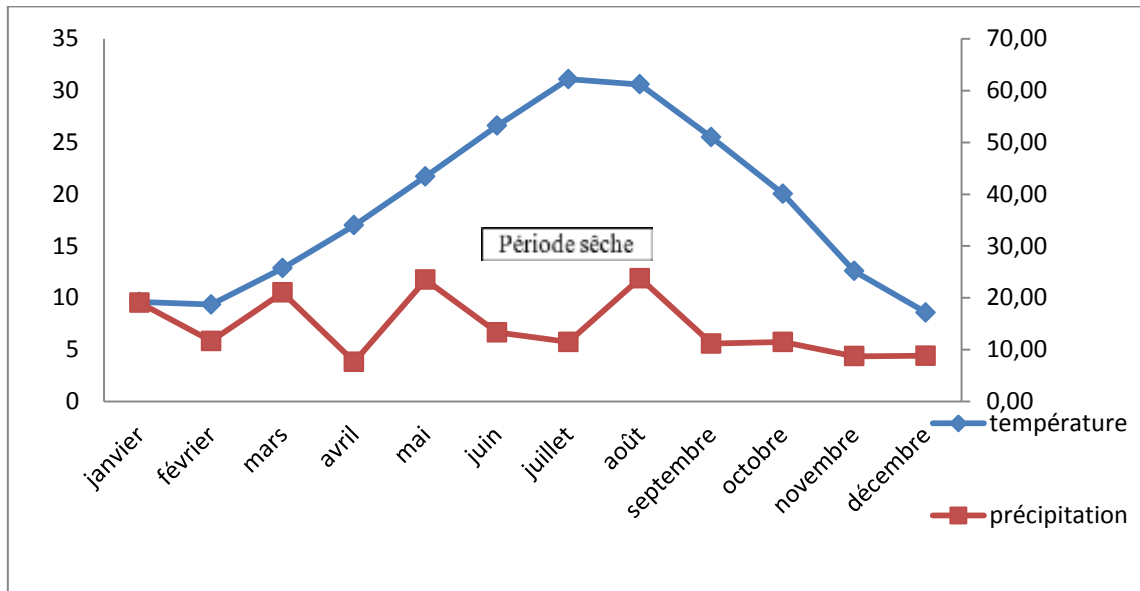


Figure4 :Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat.

Chapitre 3. Matériel et Méthodes

Le présent chapitre est consacré à la méthodologie générale suivie pour la caractérisation écologique (pédologique, hydrologique, entomologique et floristique) de la station.

1. Choix de la station d'étude

La station d'El-Kheneiga sur le plan de son originalité géomorphologique, il s'agit d'une ancienne daya sous forme de cuvette au sein d'un lit d'oued, où une abondance appréciable de quelques arbres et arbustes comme le Pistachier de l'Atlas, le Tamaris et le Jujubier...etc. (DGF, 2020).

Ce site est actuellement qualifié comme un site artificialisé à cause des origines de ses eaux (les excédents hydriques de la commune d'El-Kheneg durant plus de dix 10 ans), et comme indiquent plusieurs scientifiques (DGF, 2020), la présence des eaux quel que soit leurs qualités est considérée comme un indicateur de vitalité et de diversité.

En résultat, après plusieurs années de stagnation de ces eaux, plusieurs espèces d'oiseaux, de mammifères et d'insectes ont colonisé la station. Et récemment, cette station qui présente une importance écologique certaine, a bénéficié d'un statut de zone humide protégée par le Service forestier de la wilaya de Laghouat.

2. Méthodologie adoptée et choix des sites de prélèvements

Dans l'objectif de donner un diagnostic écologique représentatif de la zone humide d'El-Kheneiga, une étude multidisciplinaire a été entamée en touchant les axes suivants :

- Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau;
- Analyse pédologique du sol (paramètres physico-chimiques et granulométrie);
- Evaluation du niveau de la disponibilité trophique par la réalisation d'inventaires exhaustifs de différents *taxons* présents.

- **Choix des sites de prélèvement**

Notre choix des sites de prélèvement est basé sur deux approches :

- La première approche est basée sur la prospection de la station d'étude et la réalisation d'un schéma paysager qui englobe l'ensemble des paramètres abiotiques capables d'agir sur la qualité de l'échantillonnage;

- La deuxième approche est basée sur le mode du plan d'échantillonnage adopté et les descripteurs choisis. Pour ce travail plusieurs sorties ont été faites (**Tab 07**)

Tableau 7 : Planning des sorties et des travaux réalisés

Date de sortie	Travaux réalisés
15/12/2020	- Sortie de prospection
22/12/2020	- Prélèvement des échantillons de l'eau; - Prélèvement des échantillons du sol; - Réalisation des pièges barbers.
11/01/2021	- Prélèvement des échantillons de l'eau; - Prélèvement des échantillons du sol; - Réalisation des pièges barbers.
04/02/2021	- Prélèvement des échantillons de l'eau; - Prélèvement des échantillons du sol; - Réalisation des pièges barbers.
06/03/2021	- Prélèvement des échantillons de l'eau; - Prélèvement des échantillons du sol; - Réalisation des pièges barbers; - Inventaire floristique.



Figure5: Image représentative de la station d'El-Kheneiga(GoogleEarth, 2021)

3. Matériel utilisé

Pour les besoins de notre étude, divers matériels ont été utilisés, sur terrain et au laboratoire.

3.1. Sur terrain (*in-situ*)

- Un mètre ruban pour la mesure des placettes relevées;
- Des sacs en plastique pour ramener les échantillons du sol;
- Des pieux et ruban de balisage pour délimiter les placettes;
- Appareil photo pour la prise des photos;
- Tarière manuelle;
- Boussole et appareil GPS (Garmin, *Dakota*).

3.2. Au laboratoire (*in-vitro*)

- Balance électronique (analytique);
- Etuve à 105 °C;
- pH-mètre pour mesure d'acidité des échantillons (sol et eau);
- Conductimètre pour mesurer la conductivité (la salinité) des échantillons (sol et eau);
- Four à moufle pour brûler incinération de la matière organique;
- Appareil de distillation à vapeur Kjeldahl;
- Minéralisateur pour dosage d'azote;
- Tamiseur mécanique pour analyse granulométrique des échantillons du sol ;
- Bécher, Creusés, Cuillère, fiole Erlenmeyer, Eprovette, Passoire.

4. Méthodes d'analyses

4.1. Analyses physico-chimique

Cet aspect est consacré à la caractérisation physicochimique de l'eau et du sol.

4.1.1. Analyse de l'eau

En vue de la caractérisation de la qualité de l'eau de deux stations prospectées, nous nous sommes intéressés à 7 paramètres physico-chimiques. Il s'agit de : la température, le pH, la conductivité électrique, la salinité, la matière en suspension, les nitrates et les Ortho phosphate. Ces paramètres ont été étudiés au niveau du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux. Les détails concernant tous ces paramètres sont notés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 08: Protocoles de mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau

Paramètre mesuré	unité	Matériel utilisé	Mode opératoire
Température	°C	Thermomètre à Mercure	- Enfoncer le thermomètre dans l'eau - Attendre quelques minutes et lire la valeur indiquée.
pH	/	pH mètre (Baroid, petrlum industries)	- Prendre environ 100 ml de l'échantillon à mesurer - Immerger l'électrode dans le bécher contenant l'eau à analyser - Laisser stabiliser un moment et noter le pH indiqué
Conductivité	µS/cm	Conductimètre (HACH COMPANY)	- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité - Faire la mesure dans un récipient contenant de l'eau à examiner en prenant soin que les électrodes soient bien émergées.
Matières en suspension	g/l	Balance de précision	-Filtrer une quantité d'eau (500ml) sur un papier Whatman -Mettre le filtre dans une étuve à 80°C pendant une heure -Peser le poids de filtre après séchage

4.1.2. Analyse du sol

A. Méthode de prélèvement du sol

Le prélèvement du sol se fait à l'aide d'une tarière manuelle suivant des profils verticaux à des profondeurs variant entre 0 à 20 cm au centre de la station, nous avons prélevé quatre échantillons de sol pour chaque station à fin d'obtenir des valeurs moyenne.

B. Potentiel hydrogène (pH) :

Pour l'ensemble des paramètres mesurés à l'aide d'un appareillage, nous avons réalisé :

Un séchage du sol à l'air libre (température ambiante), Un tamisage afin d'obtenir des fractions inférieur ou égale à 2 mm.

Le pH montre l'état d'acidité ou d'alcalinité du sol, donc c'est un facteur qui influe directement sur l'absorption des éléments nutritifs. Se mesuré par un pH-mètre sur des extraits dont le rapport terre/eau distillée est de 1/5 (Aubert, 1978).

Mettre 10 g de sol dans 50 ml d'eau distillée le rapport sol-eau est de (1/5), en agitant pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique, puis laisser la solution en repos pendant 30 minutes, et après filtration (à l'aide du papier filtre) nous agitions quelques secondes et nous mesurons la solution par le pH mètre (**Aubert, 1978**).



(A)



(B)

Figure6 : appareillage de mesure (A) :pHmètre, (B) : Conductimètre.originale (2021)

Tableau9 :L'échelle d'interprétation d'acidité du sol en fonction de pH du sol (**Baize, 1988**)

pH	<3,5	3,5-4,2	4,2-5	5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,7	>8,7
Classes	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très basique

C. Détermination de la conductivité électrique (CE):

D'après (**Rieu et al, 1976**), la conductivité électrique est « La capacité du sol à conduire le courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol »

La conductivité électrique se mesure par un conductimètre sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5 exprimée en milli siemens par centimètre (ms/cm) (**Mathieu et Fraçoie, 2003**)

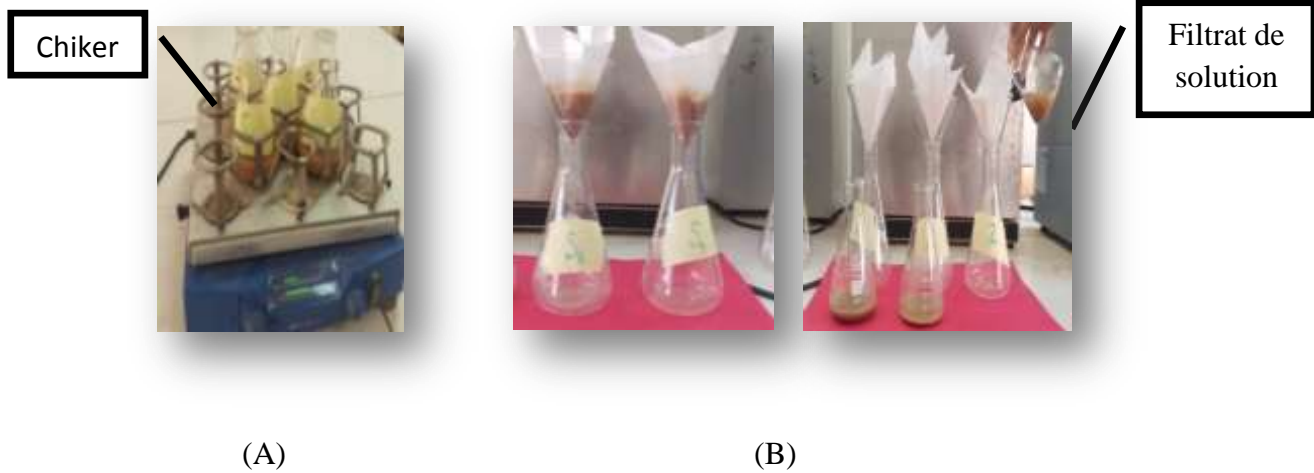


Figure 8: Photos représentatives : l'agitation magnétique (A) et le mode de filtration des solutions (B) (original 2021)

Tableau 10: L'Echelle d'interprétation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique (Aubert 1978)

CE (mS/cm)	0 - 0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,4	2,4 - 6	> 6
Extrait 1/5	Non salé	Peu salée	Salé	Très salé	Extrêmement salé

D. Taux de la matière organique :

Pour déterminer la teneur en matière organique dans le sol, nous avons calculé la quantité de la matière minérale (MN). La teneur en matière minérale (MN) est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération.

Nous avons porté au four à moufle l'échantillon de sol (2g), chauffé progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse : 5 heures à 550 °C. L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète, refroidir le résidu de l'incinération puis peser (MS).

Les substances qui ont brûlé, retournant à l'atmosphère sous forme de gaz carbonique (CO₂), de vapeur d'eau et de gaz azotés et soufrés, sont les matières organiques (Soltner, 1989) le taux de la matière organique égale à :

$$MO = MN - MS$$

Tel que :

MO : le taux de la matière organique en (g)

MN : la matière minérale en (g)

MS : la matière sèche en (g)

Et la matière organique en % est égale a :

$$MO\% = \frac{MO}{MS} * 100$$



Figure 9 : Four à moufle à 550 °C (original 2021)

Tableau 11:L'échelle de classification des sols selon la teneur en matière organique (Schafeer, 1975 in Raula ,2005)

MO%	≤ 0.5%	0.5 à 1.5%	1.5 à 2.5	2.5 à 6	6 à 15
Nature du sol	Très pauvre en MO%	Pauvre en MO%	Moyennement pauvre en MO	Riche en MO	Très riche en MO%

E. Carbone organique (% C) :

Le carbone se trouve, dans les sols, sous forme minérale (par exemple : carbonates) et sous forme organique (débris végétaux, colloïdes humiques). Le dosage du carbone organique du sol sert à apprécier une partie du taux de matière organique totale de ce sol. Selon (**Petard 1993**), le taux du carbone (CO) est obtenu par la formule suivante :

$$CO\% = MO * 1.72$$

Tel que :

MO : la matière organique en % ;

CO : carbone organique en % ;

F. Dosage du calcaire total (CaCO₃) :

Le calcaire est un constituant qui n'est pas toujours présent dans le sol, Le calcaire total joue un rôle de réserve de calcium dans le sol et peut être un élément limitant pour certaines cultures (**Fellah, 2000**)

Il est déterminé par calcimétrie volumétrique ou Calcimètre de Bernard (**Baize, 1988**). Le carbonate de calcium (CaCO₃) sous l'action d'un acide chlorhydrique se décompose en eau et gaz carbonique. Ce dernier est recueilli dans un tube gradué en ml. Le déplacement du liquide contenu dans le tube correspond au volume de CO₂ dégagée (**Duchauffour, 1977**).



Installation du matériel



Lecture du CaCO₃ par
le volume du Co₂ dégagé



Ajouté l'HCl

Figure 10 : Photos de détermination du CaCO₃ par calcimétrie volumétrique. (Originale 2021)

Tableau12: l'Echelle de classification de taux du calcaire total dans le sol (Baize ,2000)

Calcaire %	Interprétation
<1	Non calcaire
1 < CaCO ₃ < 5	Peu calcaire
5 < CaCO ₃ < 25	Modérément calcaire
25 < CaCO ₃ < 50	Fortement calcaire
50 < CaCO ₃ < 80	Très calcaire
>80	Excessivement calcaire

G. l'analyse de Na, P et K

La détermination du Sodium (Na) , Potassium (K) et Phosphore (P) ce fait par la méthode de (Cerd,2004) par une solution du sol (sol/eau) est préparée dans le rapport (1/5 : mélange de 10 g de sol avec 50 ml d'eau distillée), suite à une agitation de 30 minutes pour le Na et K la lecture se fait avec un spectrophotomètre à flamme pour des longueurs d'ondes 589et 768 nm respectivement.

Le phosphore est mesurée par un spectrophotomètre à absorption atomique à une longueur d'onde 640 nm, après réaction au sulfate de molybdène.



Figure 11: Spectrophotomètre à flamme pour la lecture du Sodium et du Potassium originale(2021)



Figure 12: Spectrophotomètre à absorption atomique pour la lecture du Phosphore originale(2021)

H. Dosage de l'azote total (N%)

Le dosage de l'azote total est effectué par la méthode de Kjeldahl, la méthode comprend deux étapes la première dite minéralisation et la deuxième dite distillation.

La minéralisation consiste à peser 5g de sol dans un matras , ajouter 7g de sulfate de potassium , 7ml d'eau oxygéné , 7 ml d'acide sulfurique , et exposer à la minéralisation pendant 45 minutes , placer les matras et chauffer jusqu'à l'obtention d'un minéralisât clair ouvert pale ;Après le refroidissement des matras nous avons passé directement à la deuxième étape « la distillation » , nous avons ajouté 50ml d'eau distillé pour chaque échantillon et en pose premier matras dans l'appareil de distillation et appuyer sur la bouton de NaOH pour ajouter 50ml de soude (NaOH) à 35° ;

Dans un bécher nous mettons 25 ml d'acide borique à 4% et mettre dans l'appareil et appuyer sur le bouton de démarrage jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml dans le bécher, on ajoute deux gouttes de rouge de méthylène et on passe à la titration à l'aide d'une burette qui contient HCL 0.2 N, nous avons ajouté l'HCl (ml).

Et à la fin de dosage d'azote, nous avons calculé la quantité d'azote totale par la relation suivante :

1ml de HCl 0.2 N \longrightarrow 2.803mg de N₂H₄



Etape 01 : La minéralisation



Etape 02 : la distillation



Lecture de volume Hcl

I. Analyses granulométriques

A pour but de quantifier les particules minérales élémentaires groupées en classe (Aubert, 1978). Elle a été effectuée par voie sèche qui consiste à classer par tamisage les différentes fractions constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis (1,0 mm, 500 μm , 250 μm , 100 μm , 80 μm)

D'après **Mathieu (1998)**, les particules minérales ont été classées selon l'échelle internationale de la façon suivante :

La représentation graphique des résultats de l'analyse granulométrique peut se faire par plusieurs méthodes. La plus connue et la plus utilisée est la représentation en coordonnées tri-linéaires : Le triangle textural (**Mathieu 1998**). Les pédologues regroupent les textures obtenues en % (Argile, Limon et Sable) en classes de textures pour faciliter la description des sols (Triangle de textures) .



Figure13 : balance électrique(2021)



Figure14: Tamis mécanique(originaire 2021)

En effet, l'analyse granulométrique a pour but de déterminer des différentes fractions du sol (texture du sol), à savoir :

Sables : 2 mm – 50 µm

Limons : 50 µm – 2 µm

Argiles : < 2 µm

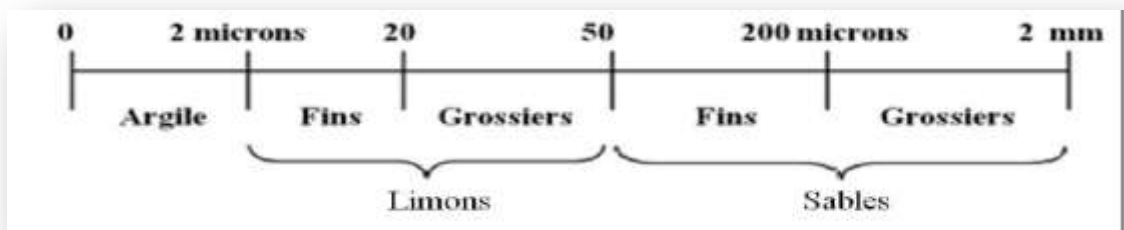


Figure 15:Classification des textures pédologiques (**Duchaufour, 1997**).

4.2.Caractérisation floristique et faunistique :

4.2.1. Inventaire floristique :

L'établissement d'inventaire est un moyen d'étude fondamental pour la recherche scientifique, notamment pour la botanique systématique, la phytogéographie, l'écologie et la génétique. Ils permettent une connaissance approfondie de la flore qui se trouve dans les régions d'étude.

A. Choix des stations d'étude

La vision à l'échelle paysagère basée sur la physionomie, amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) à étudier (**Gilet, 2000**).

B. Choix des sites de prélèvements

Une vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi, a guidé le choix d'emplacement des relevés et de leurs limites. Les critères fondamentaux de ce choix sont les trois (3) critères d'homogénéité (**Gilet, 2000**): Homogénéité floristique, homogénéité physionomique et homogénéité des conditions écologiques.

- Homogénéité floristique, apparition plus ou moins régulière de combinaisons définies d'espèces, c'est-à-dire répétitivité de la combinaison floristique;
- Homogénéité physionomique, aspect lié à la dominance d'une ou plusieurs espèces;
- Homogénéité des conditions écologiques, uniformité des conditions apparentes

C'est-à-dire homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation ainsi que les conditions édaphiques (**Gilet, 2000**).

Les sites étudiés sont homogènes vis-à-vis des contrastes du milieu, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, etc. A l'intérieur de chaque surface choisie des relevés, le choix est orienté par l'absence de variations significatives de la composition floristique ou du milieu.

C. Diversité biologique et biogéographique de la végétation :

✓ Spectre biogéographiques :

L'élément phytogéographique correspond à «l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini ; il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine

déterminés » (**Braun-Blanquet, 1919 cité in Kaabeche, 1990**). Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure des groupements végétaux. Le type biologique d'une plante est la résultante, sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et ne sont pas héréditaires (**Polunin, 1967**)

La répartition biogéographique des espèces rencontrées dans la zone d'étude a été déterminée à l'aide de :

La flore de l'Algérie Quézel et Santa (1962-1963)

La flore de Sahara Ozenda (1977)

La flore de France Bonnier et Douin (1990)

✓ **Spectre Biologiques :**

Pour Raunkiaer (1904 – 1907) les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu. La classification des espèces selon les types biologiques de Raunkiaer (1934) s'appuie principalement sur l'adaptation de la plante à la saison critique du cycle saisonnier. Raunkiaer (1918), part du raisonnement que les plantes de point de vue biologique, sont avant toutes organisées pour traverser la période critique du cycle saisonnier. La protection des méristèmes aux quels incombe d'assurer la continuité de la plante a donc une très grande importance. Ce même auteur met l'accent sur les caractères et la situation des bourgeons qui abritent ces tissus par apport à la surface du sol (Dahmani, 1997 in Benabdellah, 2007).

Parmi les nombreux systèmes proposés de classification des types biologique, celles élaborée par Raunkiaer(1918) et modifiée par Braun Blanquet (1932), nous parait la plus adaptée à notre étude :

Phanérophtytes (Ph)(Phanéros = visible) : ce sont les plantes ligneuses (arbres ou arbustes), dont les bourgeons situés à plus de 50 cm du sol.

Nanophanérophtytes : de 50 cm à 2 m ;

Microphanérophtytes : de 2 m à 8 m ;

Mésophanérophytes : de 8 à 30 m ;

Chaméphytes (Ch) (Chamai = à terre): ce sont les plantes herbacées ou plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons sont à moins de 50 cm du sol ;

Hémicryptophytes (H) (Cryptos = caché) : ce sont les plantes herbacées, vivaces ou bisannuelles, dont les bourgeons hivernaux sont au ras du sol ;

Thérophytes (Th) (Théros = été.) : ce sont des plantes annuelles, passant l'hiver à l'état de graines ou de plantules lorsque la graine a peu germée à l'automne ;

Géophytes (G) : ce sont les plantes herbacées, vivaces ou bisannuelles, passant l'hiver sous forme de bulbes, rhizomes ou tubercules.

Les différents types biologiques renseignent ainsi sur les formes de croissance et donc sur la réponse des végétaux aux conditions locales de milieu et de perturbation (Aidoud, 1983)

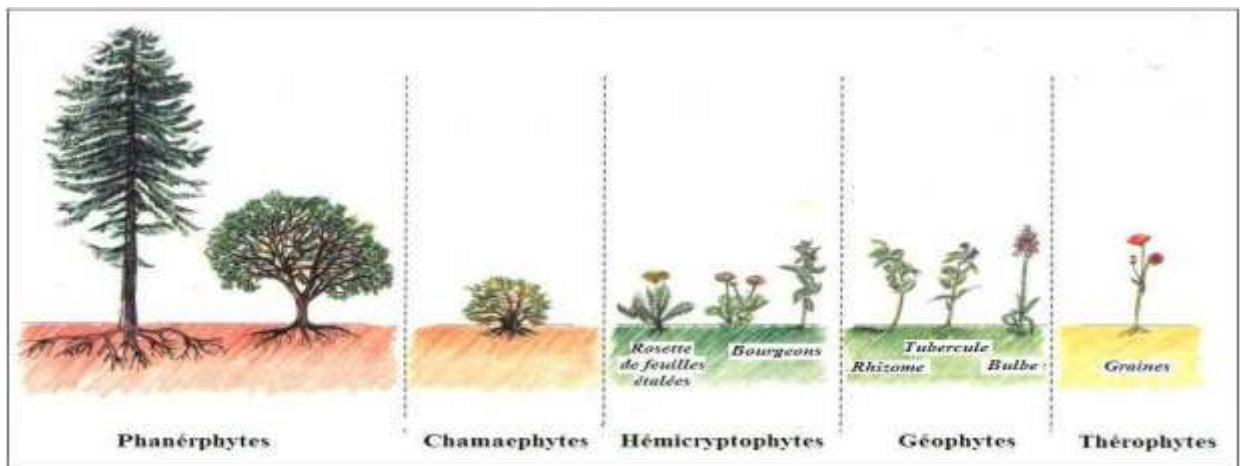


Figure 16 : Les types biologiques selon la classification de Rankier, 1934 et Niang-Diop, (2010)

4.3. Analyse de la disponibilité trophique :

4.3.1. Dispositif de piégeage des invertébrés (Échantillonnage quantitatif)

a. Les pièges trappes (pots Barber)

Le piège-trappe ou pot Barber, connu aussi sous le nom de pot enterré est d'un emploi simple. Il sert à l'échantillonnage des biocénoses d'invertébrés qui se déplacent à la surface du sol (Benkhelil, 1992). Ce genre de piège permet surtout la capture de divers arthropodes qui se déplacent sur le sol ainsi qu'un grand nombre de volants qui viennent se poser sur la surface du piège (Le Berre, 1969). Il est constitué simplement d'un récipient

de toute nature, Les boîtes sont enterrées verticalement, de façon à ce que leurs ouvertures se retrouvent au ras du sol. Selon **Benkhelil (1992)**, tous les auteurs s'accordent pour conseiller le remplissage des pots à un tiers de leur contenu avec un liquide conservateur afin d'éviter la putréfaction des invertébrés tombés dans le piège.

Nous avons placés plusieurs pièges (Fig16) dans les stations d'études d'une manière aléatoire, stratifiée. Les insectes capturés sont déterminés en majorité sous observation microscopique d'une part et d'autre part par référence au guide d'identification (.....).

Il est à souligner que les déterminations sont poussées aussi loin que possible, jusqu'au genre dans le meilleur des cas.



Figure 17: Disposition des pièges trappent destinés à capturer les invertébrés.

b. Les Vertébrés

La détermination des vertébrés est basée sur les indices de présences. Nous nous sommes contentés d'adopter la méthode d'observation directe sur le terrain des traces et des laissés de quelques espèces. En effet, les empreintes, les terriers, les excréments, les

manifestations sonores sont autant d'indices permettant l'identification de certaines espèces.

Ces indices peuvent appartenir à plusieurs catégories, notamment les batraciens, les reptiles, les rongeurs et les oiseaux.

5. Exploitation des résultats par des indices écologiques :

5.1. Application d'indices de structure et de composition

5.1.1. Fréquence en nombre

La fréquence centésimale (F_c) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (**Dajoz, 1985**).

$$F_c = \frac{n_i}{N} \times 100$$

5.1.2. La constance ou l'indice d'occurrence

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (**Dajoz 1982**).

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25%.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

5.1.3. Analyse de similitude

a. Indice de SORENSEN

Afin de pouvoir statuer la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous

avons comparé la structure des relevés par une analyse discriminatoire en calculant l'indice de SORENSEN ou le coefficient de similitude de SORENSEN (Q_s) (**Magurran, 1988**) :

$$Q_s = \left[\frac{2c}{a+b} \right] \times 100$$

- a : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1.
- b : nombre d'espèces décrites dans le relevé 2.
- c : nombre d'espèces recensées simultanément dans les 2 relevés.

Pour notre cas, nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique d'invertébrés des différentes stations et des différentes dates d'étude prises deux à deux

5.2. Application d'indices de diversité des peuplements :

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total (S) d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne (s) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

5.2.1. Richesse totale :

La richesse totale (S) est le nombre total des espèces contactées au moins une seule fois, au terme de N relevés (**Blondel, 1975**).

5.2.2. Richesse spécifique moyenne :

La richesse moyenne (S_m) correspond au nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé (**Blondel, 1979 et Ramade, 1984**).

$$S_m = \frac{\text{nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé}}{\text{nombre de relevés réalisés}}$$

5.2.3. Indice de diversité de SHANNON :

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON-WEAVER (**KREBS, 1989 ; Magurran, 1988**). Cet indice symbolisé par la lettre H' fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de H'

représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (**Blondel, 1979 ; Dajoz, 1985 ; Magurran, 1988**) :

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

Où : P_i représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N) :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon Magurran (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (**Dajoz, 1975**).

5.3. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité) :

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E) est le rapport entre la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale (H'_{max}) qui est représentée par le \log_2 de la richesse totale (S) (**Blondel, 1979**).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Où : H' est l'indice de Shannon : $H'_{max} = \log_2 S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (**Barbero et al1990**).

1. Résultats de l'analyse physico-chimiques du sol :

Tous les résultats de notre analyse physico-chimiques du sol sont répertoriés dans le tableau ci-dessous. (Tab13).

Tableau 13 : Résultats des différentes mesures des paramètres physico-chimique du sol de la station Kheneiga

Paramètres physico-chimique	Résultats obtenus	
	Automne	Printemps
Potentiel d'hydrogène (pH)	7,21	7,86
Conductivité électrique (ms/cm)	1,30	1,44
Matière organique (%)	0,65	0,93
Carbone organique (%)	1,12	1,60
Calcaire totale (%)	6,4	4,45
Phosphore total(mg/kg)	0,908	0,081
Azote total (mg/kg)	0,237	0,267
Na (mg/kg)	5,33	7,33
K (mg/kg)	241,77	14,96

1.1. Potentiel hydrogène (pH) :

Le pH mètre, nous a affichés deux valeurs plus proches pour les deux saisons l'Automne et le printemps qui sont respectivement : **7,21** et **7,86** . (Fig. 39).

D'après le tableau d'interprétation de Baize (1988), le **pH** du sol de ces deux périodes est varié entre neutre et basique(Tab 14), les sols a un pH basique sont souvent des sols calcaires etqui dépend naturellement de la nature de la roche mère.

Tableau 14: L'échelle d'interprétation d'acidité du sol en fonction de pH du sol (Baize, 1988)

pH	<3,5	3,5-4,2	4,2-5	5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,7	>8,7
Classes	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très basique
Automne					X		
Printemps						X	

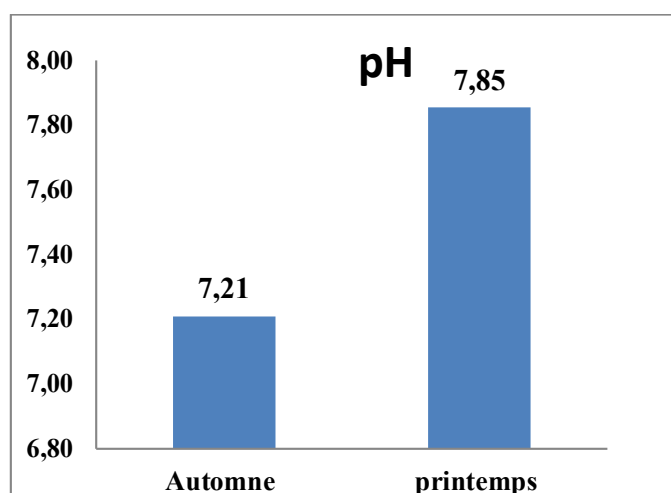


Figure 18 : Variation saisonnière du potentiel d'hydrogène moyen. .

1.2. Conductivité électrique (CE) :

La valeur mesurée pour la conductivité électrique est assez élevée, elle varie de **1.30** à **1.44 ms/cm**. Selon les classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux (Aubert 1978) et qui est indiquée dans le tableau 15, nous pouvons constater que le sol de notre zone d'étude ; contient des sols salés, Il est à rappeler que le mois du prélèvement du sol était fin mars. La salinité du sol augmente suite à l'accumulation des sels après évaporation de l'eau qui peut expliquer l'augmentation de pourcentage pour le deuxième échantillon 'printemps'

Tableau 15 : L'Echelle d'interprétation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique (Aubert 1978)

CE (mS/cm)	0 - 0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,4	2,4 - 6	> 6
Extrait 1/5	Non salé	Peu salé	Salé	Très salé	Extrêmement salé
Automne			X		
Printemps			X		

1.3. Taux de matière organique (MO%) :

Le taux de la matière organique est le résultat de la décomposition des résidus de végétaux et d'animaux par l'action des microorganismes, cette dernière joue un rôle essentiel dans la fourniture des éléments nutritifs pour les organismes d'une région donnée, le taux de la matière organique est influencé par les facteurs climatique, la végétation existante, la texture du sol, les conditions topographiques. D'après Benabdi, 2000 la quantité de la matière dépend de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices. Pour le cas de nos stations nous avons observé des teneurs très faibles qui varient entre **0,65 à 0,93 %**.

Tableau 16 : Classification des sols selon le taux de la matière organique

MO%	≤ 0.5%	0.5 à 1.5%	1.5 à 2.5	2.5 à 6	6 à 15
Nature du sol	Très pauvre en MO%	Pauvre en MO%	Moyennement pauvre en MO	Riche en MO	Très riche en MO%
Automne		X			
Printemps		X			

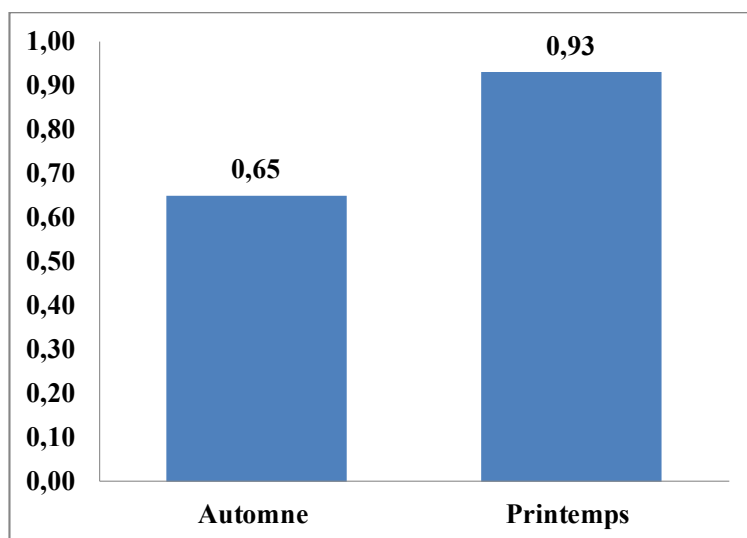


Figure 19 : Variation de la matière organique au cours des deux saisons

- **Carbone organique (CO%) :**

L'estimation de teneur en CO % après l'évaluation de la teneur en MO% on révèle la présence de carbone organique par faibles valeurs, en l'automne est présent avec un pourcentage de **1,12 %** et avec **1,60%** au printemps (Fig. 42). Cet résultat est logique et interprète la faible teneur enregistrée pour la matière organique.

1.4. Calcaire total (Caco3) :

Le calcaire est considéré dans certaines situations comme facteur limitant (sélectif) qui influence sur la potentialité de recouvrement chez certaines espèces végétales. Le dosage a été obtenu à l'aide de la méthode de calcimétrie de Bernard, d'après **Baize, 2000** révèle pour le sol de la station d'étude en automne présente des valeurs modérées de 6,4 %. Alors qu'au printemps est caractérisé par une faible valeur en calcaire de 4,45 %, la forte présence du calcaire risque de diminuer la disponibilité des éléments, notamment le phosphore.

Tableau 17 : Interprétation des résultats obtenus selon le taux du calcaire totale (Baize, 2000)

Calcaire %	<1	1 < CaCO ₃ < 5	5 < CaCO ₃ < 25	25 < CaCO ₃ < 50	50 < CaCO ₃ < 80	>80
Interprétation	Non calcaire	Peu calcaire	Modérément calcaire	Fortement calcaire	Très calcaire	Excessivement calcaire
Automne			X			
Printemps		X				

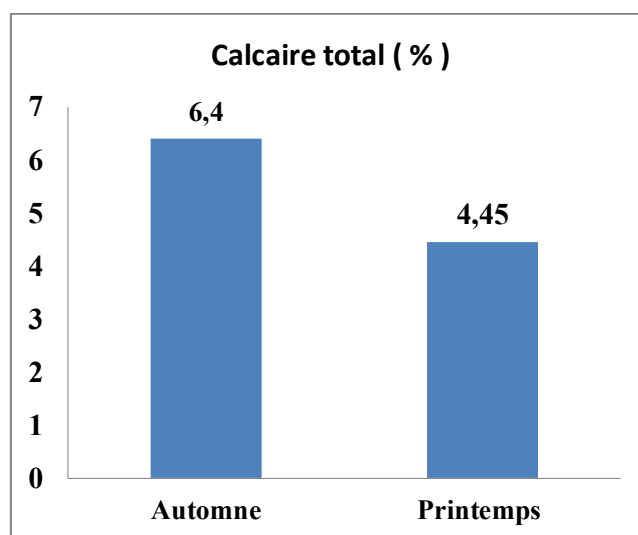


Figure 20 : Variation saisonnière du calcaire total

1.5. Phosphore total (P %) :

Est un élément essentiel de tous les organismes vivants. Chez les végétaux, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques comme la croissance, la photosynthèse et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, il représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (Pousset, 2000).

D'après les résultats obtenus, montre que le phosphore présente une teneur plus élevée en automne égale à **0,908** par rapport à celle observés au printemps (**0,081**) (Fig). d'une manière générale, notre sol est pauvre en phosphore. Cette pauvreté peut être Le phosphore est facilement adsorbé, pour cette raison il a une très faible mobilité. De plus le phosphore peut être immobilisé par l'activité biologique des sols

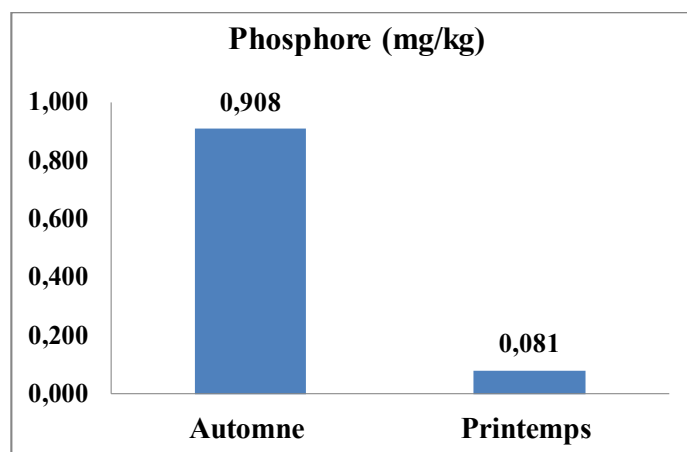


Figure 21 : Variation saisonnière de taux de phosphore

1.6. Sodium (Na)

Le potassium il est nécessaire à la photosynthèse et limite la transpiration. On trouve cet élément combiné sous des formes très nombreuses et en particulier à l'état de carbonate et desulfate. Ces formes sont les plus facilement assimilables car elles sont solubles. La potasse est retenue par le sol lorsque les plantes ne l'utilisent pas.

D'après nos résultats obtenus, on remarque une forte teneur en sels solubles avec un pourcentage du sodium 5,33 en automne et 7,33 % au printemps. Ce pourcentage explique que le sodium ne constitue pas un élément nutritif essentiel chez la plupart des plantes supérieures, à forte concentration ce cation devient même toxique pour la plante.

1.7. Potassium (K)

On remarque que le sol en automne contient une quantité importante de potassium 241,77 mg/kg, alors que au printemps une basse importante avec une valeur de 14,96 mg/kg, généralement ce sol est riche en potassium.

Le potassium (K) fait partie des trois éléments majeurs nécessaires à la croissance des plantes avec l'azote et le phosphore. Il joue un rôle important dans le métabolisme de l'azote et la fabrication des protéines et contribue à la résistance aux maladies.



Figure 22: Variation saisonnière du potassium et sodium

1.8. L'azote total(N)

D'après nos résultats obtenus, on remarque une forte teneur azote avec un pourcentage de **0.23%** en automne et **0.26%** au printemps, d'après ces résultats on constate que le sol de notre station d'étude est très riche en azote justifiée par les conditions stationnelles de la région.

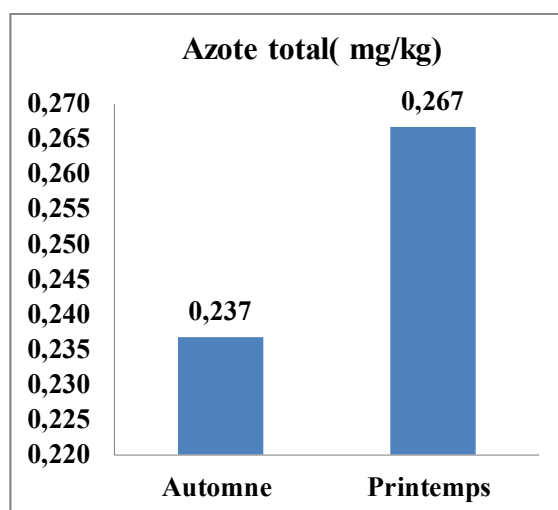


Figure 23 : Variation saisonnière d'azote totale

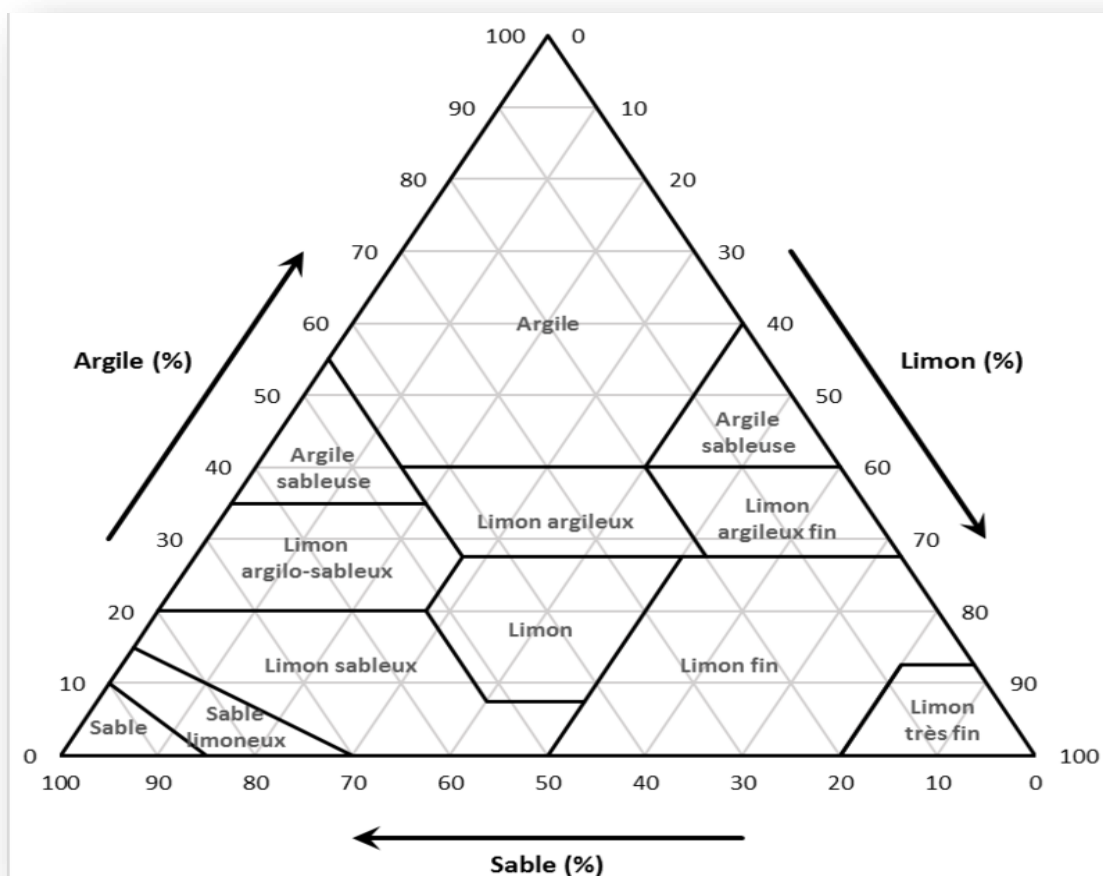
2. La granulométrie

L'analyse granulométrique consiste à déterminer la distribution dimensionnelle des grains constituant un granulat.

Tableau 18 : Résultats des analyses granulométriques des différents échantillons.

Granulométrie Saison d'échantillonnage	< 20 Um Argile %	20-50 Um Limon %	50-2 mm Sable %
Automne	11	14,3	74,7
Printemps	9,7	16	74,3

Selon la classification adoptée par le département de l'Agriculture américain (USDA) figure 11



Source : USDA (2005)

Figure 24 : La classification triangulaire de la texture du sol (Mathieu, 1998),

L'interprétation des résultats mentionnés dans le tableau 18 par l'utilisation du triangle de texture fait montré que le sol est de type sable limoneux pour les deux saisons.

3. Résultats de l'inventaire floristique

3.1. Territoire phytogéographique

Selon Barry et Celles (1972-1973) et sur des bases phytogéographiques (Kaabeche, 1990 ; Quezel et Santa 1962-1963), la zone d'étude fait partie de :

- l'Empire Holarctis;
- la Région Méditerranéenne ;
- la Sous-région Eu-Méditerranéenne;
- le Domaine Magrébin Steppique ;
- le Secteur Saharo-Atlasique (de l'Atlas Saharien, AS);
- le District Atlasique Naïli-Amourien (AS2).

3.2. Diversité et abondance des taxons

La flore recensée dans la zone d'étude se répartit en 14 familles, 26 genres et 27 espèces

Tableau 19 : Liste des familles avec nombres de genres et d'espèces

Famille	Genre	Nombre d'espèces
Anacardiaceae	<i>Pistacia sp</i>	1
Apocynaceae	<i>Nerium</i>	1
Asteraceae	<i>Carduus</i>	6
	<i>Launaea</i>	
	<i>Leontodon</i>	
	<i>Pallenis</i>	
	<i>Scolymus</i>	
	<i>Senecio</i>	
Brassicaceae	<i>Moricandia</i>	1
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	1
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	6
	<i>Genista</i>	
	<i>Lotus</i>	
	<i>Medicago</i>	
	<i>Trigonella</i>	
Juncaceae	<i>Juncus</i>	1
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	1
Nitrariaceae	<i>Peganum</i>	1
Poaceae	<i>Cynodon</i>	1
	<i>Elytrigia</i>	1
	<i>Hordeum</i>	1
	<i>Schismus</i>	1
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>	1
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	1
Zygophyllaceae	<i>Tribulus</i>	1

Au vu du tableau ci-dessus, la famille la plus abondante et diversifiée est la famille des Asteraceae avec six (06) genres et six (06) espèces, suivie par celles des Fabaceae dont cinq (05) genres et six (06) espèces. Les douze (12) familles restantes sont représentées par une seule espèce chacune.

- Le tableau suivant (Tab 19) porte la liste des espèces avec leurs familles, leurs types biologiques et phytogéographiques. **Diversité des familles**

Quatorze (14) familles constituent le total des espèces recensées, leurs contributions est données sur la figure suivante (fig 25).

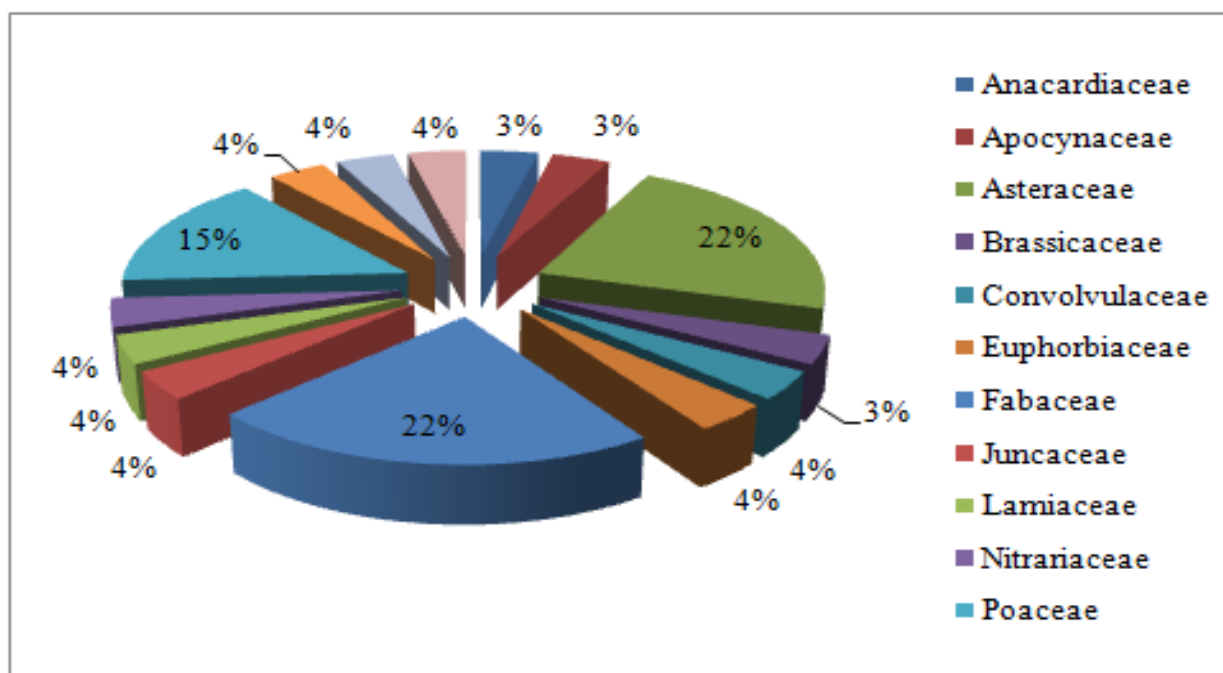


Figure 25 :Contribution spécifique des familles

D'après la figure ci-dessus, la famille des Asteraceae s'exprime mieux par rapport aux autres familles (22%, 6 genres et 6 espèces), cela est peut-être grâce à ces facultés adaptatives multiples (Fertout-Mouri, 2018), suivie de la famille des Fabaceae (22%, 5 genres et 6 espèces), la prédilection des plantes de cette famille pour les habitats arides ou semi-arides est reliée à leur adaptation aux variations climatiques et imprévisibles de l'habitat. En effet, les Fabaceae fixent l'azote via la symbiose légumineuses-*rhizobium* qui permet d'obtenir des taux élevés en azote ammoniacal au niveau de leurs racines en fonction de la demande de leur métabolisme (Wojciechowski et al, 2004).

De point de vue phytoécologique, ces espèces ont une amplitude écologique importante ce qui leur confère une large plasticité écologique vis-à-vis de l'aridité climatique qui pourrait s'expliquer par des variations génétiques et des adaptations locales des diverses populations.

3.3. Spectre biologique brut

Tableau 20 : Listes des espèces avec leurs familles, types biologiques et phytogéographiques (Quézel et Santa, 1962-1963; Le Houérou, 1995)

Espèce	Famille	T.Biologique	T.Biogéographique
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	Fabaceae	Chaméphyte	Endémique Nord-Africain
<i>Carduus nutans</i> L.	Asteraceae	Hémicryptophyte	Eurasiatique
<i>Convolvulus sepium</i> L.	Convolvulaceae	Hémicryptophyte	Cosmopolite
<i>Cynodondactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	Géophyte	Cosmopolite
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	Poaceae	Géophyte	Circumboréal
<i>Euphorbia falcata</i> L.	Euphorbiaceae	Thérophyte	Méditerranéen
<i>Genistaraetam</i> Forssk.	Fabaceae	Nano-Phanérophyte	Saharo-Sindien
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	Thérophyte	Circumboréal
<i>Juncus maritimus</i> Lamk.	Juncaceae	Hémicryptophyte	Cosmopolite
<i>Launae anudicaulis</i> (L.) Hook. f.	Asteraceae	Hémicryptophyte	Méditerranéo-Saharo-Sindien
<i>Leontodon hispidus</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Endémique Nord-Africain
<i>Lotus glinoides</i> Delile	Fabaceae	Thérophyte	Saharo-Arabique
<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill.	Fabaceae	Thérophyte	Méditerranéo-Saharo-Sindien
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	Fabaceae	Thérophyte	Européen-Méditerranéen
<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	Brassicaceae	Hémicryptophyte	Méditerranéen
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Micro-Phanérophyte	Méditerranéen
<i>Pallenishierichuntica</i> (Michon) Greuter	Asteraceae	Thérophyte	Saharo-Sindien
<i>Peganum harmala</i> L.	Nitrariaceae	Chaméphyte	Méditerranéen
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Anacardiaceae	Phanérophyte	Endémique Nord-Africain
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Lamiaceae	Hémicryptophyte	Méditerranéen-Atlantique
<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.	Poaceae	Thérophyte	Méditerranéen-Oriental
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	Hémicryptophyte	Méditerranéen
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Cosmopolite
<i>Tamarix aphylla</i> (L.) H. Karst.	Tamaricaceae	Phanérophyte	Méditerranéen-Occidental
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	Thérophyte	Cosmopolite
<i>Trigonella polyceratia</i> L.	Fabaceae	Thérophyte	Méditerranéen-Occidental
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	Micro-Phanérophyte	Méditerranéen

Un spectre biologique brut est établi pour les plantes recensées est donné sur la figure ci-dessous (Fig26).

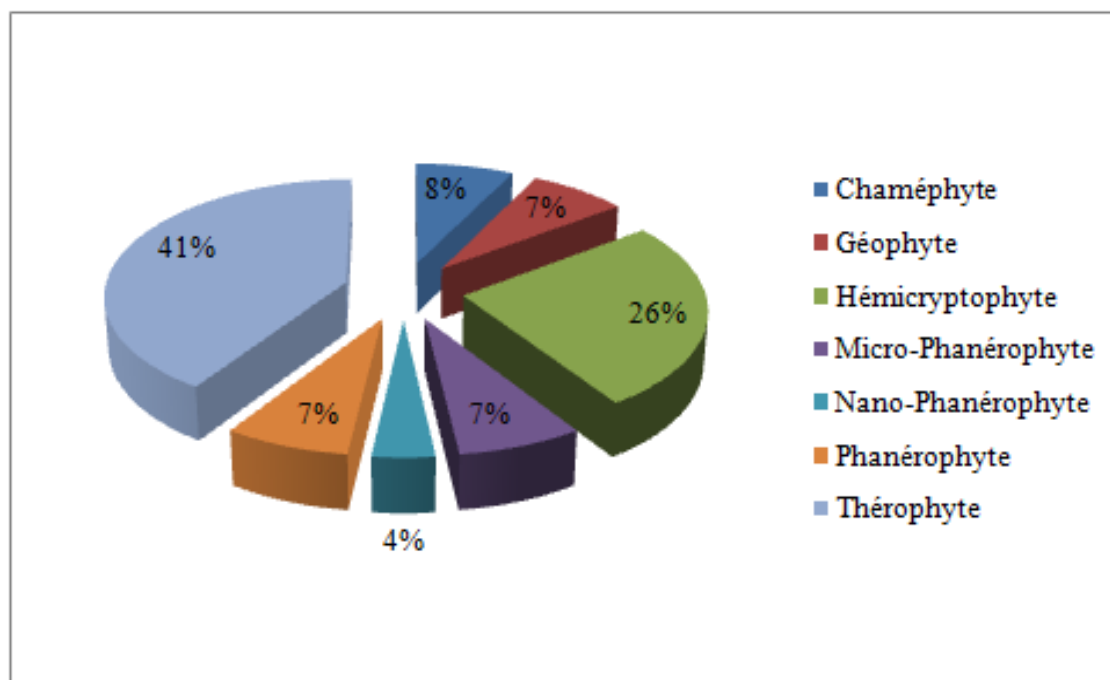


Figure 26 : Spectre biologique brut des espèces recensées

Le spectre établi montre la prédominance des thérophytes avec 41%, cette richesse en thérophytes est une caractéristique des zones méditerranéennes et arides où domine un fort stress hydrique (Daget, 1980; Madon et Médail, 1996). En effet, la richesse en thérophytes représente un signe d'aridité du milieu (Nègre, 1966) et le phénomène de thérophytie est considéré par Daget (1980) comme une stratégie d'esquive des périodes défavorables. Les thérophytes sont prépondérantes dans les trois secteurs de l'Atlas saharien, ceci est en accord avec les conditions climatiques arides (100-400 mm) qui y règnent. Cette proportion élevée en thérophytes apparaît dans plusieurs travaux en zone méditerranéenne aride (Aidoud Lounis, 1984, 1997; Danin et Orshan, 1990; Floret et *al.*, 1990). Le taux de Thérophytes et son augmentation dans le temps pourrait servir d'indicateur d'aridification des conditions climatiques et d'ouverture du milieu (Sauvage, 1961, Gaussen, 1963, Dahmani, 1997 et Kadi-Hanifi, 1998), leur importance peut être liée aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures, etc. (Grime, 1977); les hémicryptophytes viennent en deuxième ordre avec (26%), selon Julve (1989) ce sont les plantes qui ont la stratégie la plus performante et colonisent donc des milieux très divers; les chaméphytes représentent 8%. Les phanérophytes, les microphanérophytes et les géophytes sont représentés en quatrième position avec 7% et représentent 8% de la flore recensée, en effet elles sont mieux adaptées à l'aridité, et étant

plus photophiles et plus xérophiles, leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux naturels car elles peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse, se traduisant par la réduction de la surface foliaire et par le développement d'un puissant système racinaire (Orshan *et al.*, 1984; Floret *et al.*, 1990). Le pâturage semble ainsi favoriser de manière globale ces chaméphytes faiblement apprêtissantes (Le Houérou, 1992). Les nano-phanérophytes viennent en dernière position avec 4%.

3.4. Spectre phytogéographique

L'élément phytogéographique correspond à « l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini, il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés » (Braun-Blanquet, 1919 cité *in* Kaabeche, 1990).

Les appartenances biogéographiques de la flore recensée sont données sur la figure ci-dessous (Fig 27) et correspondent aux éléments suivants : Circumboréal, Cosmopolite, Endémique Nord-Africain, Eurasiatique, Européen-Méditerranéen, Méditerranéen, Méditerranéen-Atlantique, Méditerranéen-Occidental, Méditerranéen-Oriental, Méditerranéo-Saharo-Sindien, Saharo-Arabique et Saharo-Sindien.

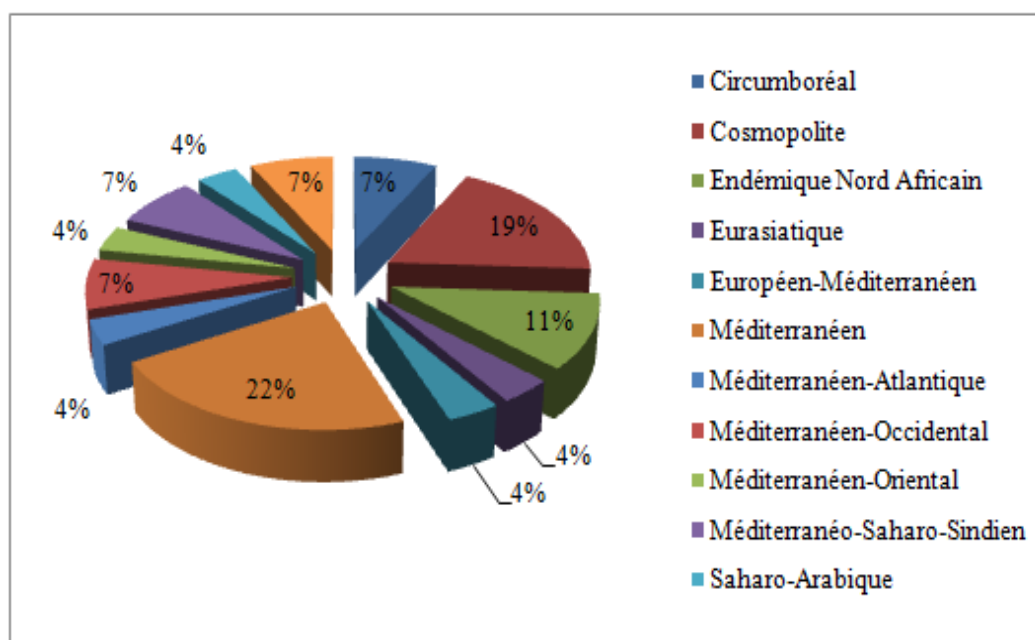


Figure 27 : Les appartenances biogéographiques des espèces recensées

L'examen de ces appartenances montre une prédominance des éléments méditerranéen, cosmopolite et saharien dans la flore recensée, cette prédominance (des éléments

méditerranéen et saharien) est peut-être due à l'appartenance de la région d'étude au District Atlasique Naïli-Amourien (AS2) auquel s'ajoutant des pénétrations méditerranéennes, et compte tenu de la position géographique de la station d'étude qui est limitrophe au Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional (SS2), les pénétrations sahariennes sont également susceptibles ; pour l'élément cosmopolite, son importance est peut être interprétée par les conditions d'hydromorphie régnantes dans la station d'étude.

3.5. Richesse spécifique

La liste floristique totale établie dans la station d'étude compte vingt-sept (27) espèces et d'après la classification de Daget et Poissonet (1991), la station d'étude est floristiquement qualifiée comme moyennement riche ou diversifiée.

4. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau

Les données caractérisant la nature physico-chimique de l'eau mesurées selon les méthodes décrites plus haut, ainsi que sa variation mensuelle sont rapportées dans le tableau (21) montre l'analyse descriptive des paramètres physicochimiques de l'eau.

Tableau 21 : Analyses descriptives des paramètres physicochimiques de l'eau

Date de prélèvement	22/12/2020	11/01/2021	04/02/2021	06/03/2021
MES (mg/l)	0,000403	0,00065	0,00016	0,00034
T (°C)	9	10,5	10,6	10
pH	6,99	6,99	7,77	8,84
CE (µs/cm)	3290	3620	3260	3260

4.1. Le pH :

Les valeurs mensuelles du pH de l'eau de la station varient entre 6.99 et 8.84. Selon l'échelle adoptée par (HECKER & al. 1996) : Eau acide (pH < 5,5), eau neutre (pH = 5,5 à 7,4), eau alcaline (pH > 7,4), l'eau du site est alcaline. Cette alcalinité serait en relation avec la circulation des eaux et l'absence d'une source de pollution réelle. En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau. Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et

de la nature des terrains traversés. Des eaux provenant de régions calcaires auront un pH plutôt basique (POTELON, 1998).

4.2. Conductivité :

Pour la station de Kheneiga, ce paramètre présente des fluctuations remarquables d'un mois à l'autre. Les valeurs de la conductivité mesurées varient entre 3260 en février et 3620 pour le mois de janvier.

La plus part du temps, la conductivité a une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité.

Selon (Hade, 2002) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que :

- ✓ La géologie du bassin versant.
- ✓ Les apports d'eau souterraine.
- ✓ La température de l'eau.
- ✓ Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent l'oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).
- ✓ Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglaçage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rejsek, 2002). Le tableau (22) exprime une relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité.

Tableau 22 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée.

Conductivité en $\mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation de l'eau
<100	Très faible
entre 100 et 200	Faible
200 et 333	Moyenne à forte
333 et 666	Moyenne accentuée
666 et 1000	Importante
> 1000	Elevée

En effet, Egborge (1974) a trouvé que la production de phytoplancton est étroitement liée à la conductivité et à la transparence des eaux (Welcomme, 1975).

4.3. Température :

La température de l'eau présente des variations tout le long de la période d'étude, pour la marre de kheneiga (tab 21), la valeur la plus basse est enregistrée au mois de décembre (9°C) et la plus élevée au mois de février (10.6°C).

Des résultats similaires, ont été rapportés par de nombreux auteurs qui signalent l'existence de périodes chaude et froide (Lahziel, 2007 dans le barrage de Tadjmout, Nadjem et Ladjreb, 2011 à oued el Ghaicha).

4.4. Les Matières en Suspension Totale :

La teneur et la composition minérale ou organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables. Cependant des teneurs élevées en MES peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique et créer des déséquilibres entre diverses espèces. Elles peuvent être responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. Alors, pour notre site la teneur en MES est très faible qui comprise entre 0.00016 et 0.00065 mg/l.

5 .Approche bioécologie de la faune invertébrée :

5.1. Inventaire systématique :

Tableau 23:Liste systématique globale des espèces d'invertébrés inventoriées dans la station kheneiga

Ordres	Familles	Espèces	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
Araneae	Araneidae	<i>Araneae spider</i>	8	0	5	7	0
Astigmata	Pyroglyphidae	<i>Acari sp</i>	0	1	3	1	0
Blattodea	Corydiidae	<i>Arenivaga sp</i>	0	0	1	0	0
Coléoptères	Anthicidae	<i>Anthicus sp</i>	32	11	0	7	0
	Chrysomelidae	<i>Phyllotreta sp</i>	1	0	1	7	0
	Coccinelladae	<i>Coccinella septempunctata</i>	0	0	0	0	2
	Tenebrionidae	<i>Tenebrionidae sp</i>	0	0	1	2	0
<i>Tribolium sp</i>		0	0	11	0	0	
<i>Zophosis sp</i>		0	0	0	0	3	
Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora sp</i>	0	0	0	0	1
	Muscidae	<i>Moche</i>	0	1	0	1	3
Hémiptera	Aphididae	<i>Aphididae sp</i>	12	7	1	0	0
	Cicadellidae	<i>Jassidae sp 1</i>	1	0	0	3	10
		<i>Jassidae sp 2</i>	5	4	0	33	2
		<i>Idiocerus sp</i>	30	0	4	1	0
Rhyparochriodae	<i>Rhyparochromus vulgaris</i>	0	0	0	0	11	
Hyménoptères	Formicidae	<i>Monomorium subopacum</i>	207	19	60	102	15
		<i>Messor aegyptiaus</i>	0	0	10	20	5
		<i>Messor santus</i>	1	0	4	0	6
		<i>Messor arenarius</i>	0	0	0	1	0
		<i>Cataglyphis bicolor</i>	5	6	25	35	62
		<i>Camponotus thoracicus</i>	1	0	1	0	2
		<i>Camponotus barbaricus</i>	0	0	0	1	4
		<i>Camponotus pupillus</i>	0	0	0	1	0
		<i>Camponotus foreli</i>	0	0	0	0	1
		<i>Cataglyphis albicans</i>	0	0	0	1	0
		<i>Cataglyphis rubbra</i>	0	0	1	0	0
		<i>Cataglyphis bombycina</i>	1	0	0	1	3
		<i>Tapinoma nigerrimum</i>	3	0	82	11	6
<i>Tetramorium sericiventre</i>	0	0	6	1	4		
<i>Pheidole pallidula</i>	0	0	0	1	0		
Isopodes	Philosciidae	<i>Phiposcia sp</i>	6	1	0	24	11
Orthoptera	Acrididae	<i>Acrididae sp</i>	0	0	1	0	0

L'inventaire réalisé sur les différents taxons entomologiques, nous a permis de recensé 32 espèces réparties sur 9 ordres et 15 familles

L'ordre des hyménoptères représente le groupe taxonomique le plus diversifié avec 15 espèces, suivi par l'ordre des coléoptères avec 6 espèces, l'ordre d'hémiptère par 5 espèces et une seule espèce pour le reste des ordres : *Araneae* , *Astigmata* , *Blattodea* , Isopodes et Orthoptera .

5.2. Fréquence en nombre :

L'expression mathématique de la fréquence en nombre de l'abondance numérique de différentes espèce environ 64% de densité globale et représente par les trois espèces *Monomorium subopacum*(40%) , *Cataglyphisbicolor*(13%) et *Tapino manigerrimum* (10%) . le reste des espèces ont des densités varient 1 et 4 % .

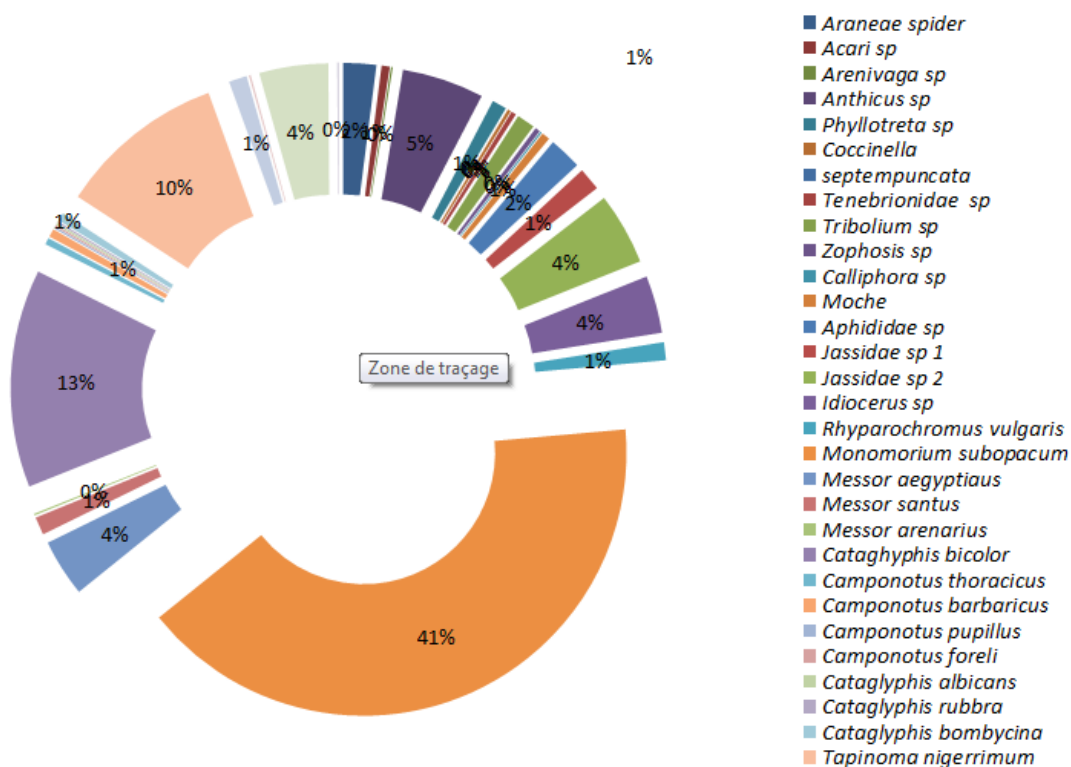


Figure 28 : pourcentage des espèces d'invertébrées recensées



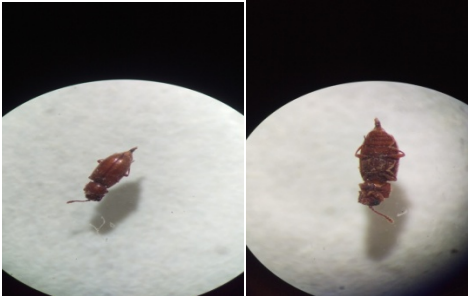
Arenivaga



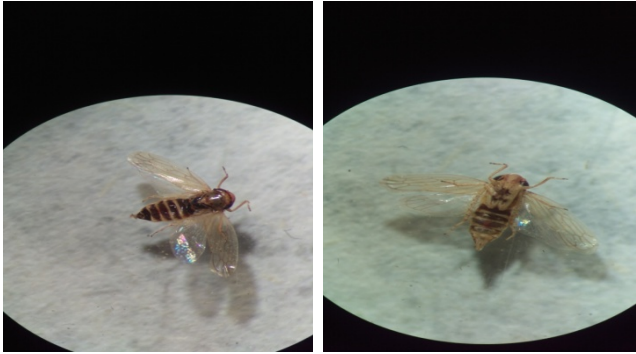
Phiposcia sp



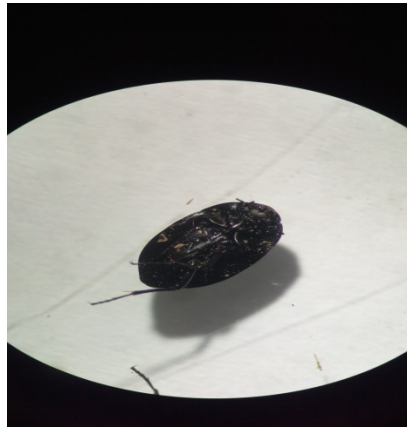
Tenebrionidae sp



Tribolium sp



Jassidae sp 2



Zophosis sp



Anthicus sp



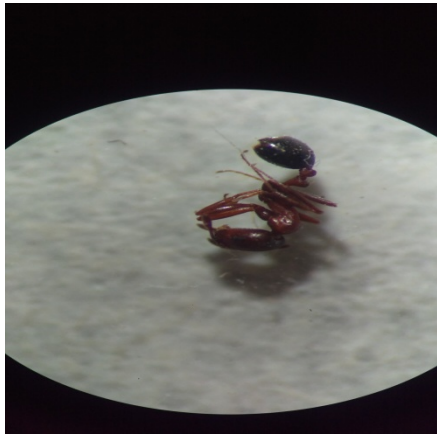
Jassidae sp 1



Mouche



Araneae spider



Monomorium subopacum



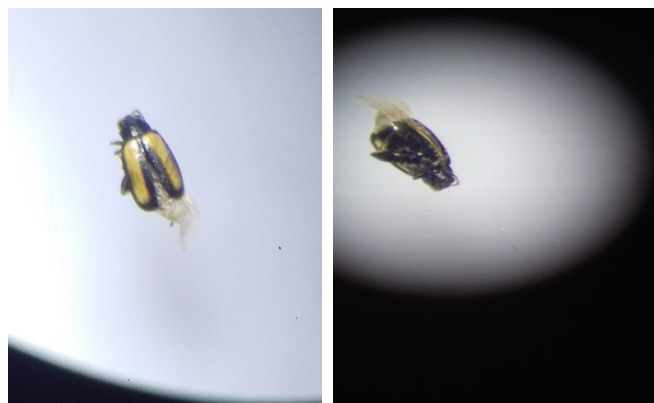
Cataglyphis bicolor



Camponotus thoracicus



Tapinoma nigerrimum



Phyllotreta sp

Conclusion :

A l'issue de cette étude, nous avons pu mettre en évidence pour la première fois une description de quelques caractéristiques physico-chimiques du sol et de l'eau de la marre Kheneiga ainsi que sa diversité floristique et faunistique.

Le sol de la marre est de type sable lumineux, neutre en automne et basique au printemps, salé, peu et modéré en calcaire, pauvre en matière organique. Ceci serait en relation avec le faible recouvrement végétal du site et reflète l'image des sols caractérisant les régions arides.

L'eau de la marre Kheneiga est légèrement neutre à alcaline avec une forte minéralisation, voir douce à saumâtre.

la marre Kheneiga est caractérisé par une végétation dominée par les familles des Asteraceae qui représente 23% et des Fabaceae avec 22% ; cela est peut-être due à leurs facultés adaptatives multiples.

Ce qui concerne la faune entomologique, nous avons recensés un total de 32 espèces appartiennent de 9 ordres et 15 familles. L'ordre des hyménoptères représente le groupe taxonomique le plus diversifié avec 15 espèces.

L'expression mathématiques de la fréquence en nombre de différente espèces par rapport à l'ensemble montre que environ 64% de la densité globale est représenté par trois espèces : *Monomorium subopacum* (40%), *Cataglyphis bicolor* (13%) et 10% pour *Tapinoma nigerrimum*.

Il ressort de ce travail, que cette station représente une véritable réserve naturelle de plusieurs espèces animales et surtout les oiseaux, elle mérite d'être classée dans la liste des zones humides algériennes.

Cette étude est originale et les résultats obtenus sont très pertinentes et constitues comme plateforme pour des futurs travaux. Des recherches complémentaires et approfondies sont très recommandées à savoir :

- D'adopter une stratégie d'étude qui porte en considération : l'échelle spatio-temporelle, les descripteurs climatiques et physico-chimiques ainsi que le modèle mathématique ou statistique adopté.

Références bibliographiques

1. **Aidoud a., 1983** : contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Phytomasse, productivité primaire et application pastorale, thèse 3ème cycle. Uni. SCI. Tech. H. Boumediène, 245p.
2. **Anonyme 1991** - Corine biotope – The design, compilation and use of an inventory of sites of major importance for nature conservation in the european community. Office for official Publications of the European communities, Luxembourg, 132p.
3. **Anonyme 1999** - Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR). Annexe II, 24p.
4. **Anonyme 2001** - Les zones humides : valeurs et fonctions. Document interne, Ramsar, Suisse.
5. **Aubert G.1978** : Méthodes d'analyse des sols centre régional de documentation pédagogique. Marseille .191 p
6. **Baize D.1988**. Guide des analyses courantes en pédologie : Choix, Expression, Interprétation. Ed. INRG. Paris. 170 pp.
7. **Barbero M, Quzel P et Loisel R , 1990** . Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbation induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens .Forêt méditerranéen XII 194-215 p.
8. **Barry J. P. et Celles J. C., 1972-1973**. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Nat. Monsp., sér. Bot, 23-24: 5-48.
9. **Benabdli A., 2000**. Flore et écosystème du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité. Paris, Ibis Press, 357p.
10. **Benkhilil M.L., 1992-** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. O.P.U., Alger, 66 p.
11. **Bigot L. et Bodot P., 1973**. Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quecus coccifera* – II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Milieu, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C): 229-249p.
12. **Braun-Blanquet J 1999** : les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C. N. R. S. Paris, 279p.
13. **Costa L.T. Farinha J.C., Hecker N. et Tomas Vives P.1996** Inventaire des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence. Publication Medwet / Wetlands International / Instituto da Conservação da Natureza. Volume I, Lisbonne, 111p.

14. **Cowardin L.M., Carter V., Golet F.C. et Laroe E.T. (1979)** - Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Fish and Wildlife service.
15. **D.G.D.** Direction Générale des Forêts. Laghouat .2020
16. **Daget P. et Poissonet J., 1997.** Biodiversité et végétation pastorale. Revue Elev. Med. vet. Pays tro., pages, 50 (2): 141-144.
17. **Dahmani M ,1996.** Diversité biologique et phytogéographique des chénaies verts d'Algerie . Ecologia mediterranea XXII (3-4) , 10 – 38 P.
18. **Dajoz R., 1970 - Précis d'écologie.** Ed. Dunod, Paris, 357 p.
19. **Dajoz, R.1985.** Précis d'écologie .6ème édition. Paris : Dunod. 631p.
20. **Duchauffour P., 1977.** Pédologie : I. Pédogenèse et classification. Ed. Masson, Paris, 477 pp
21. **Fellah S., 2000.** Changement des propriétés chimiques dans les sols irrigues au Sahara, cas de la région de sidi Mahdi (Tougourt) ; Mémoire d'ingénieur d'état en pédologie ; Université de Batna78P
22. **Fertout-Mouri, N., 2018.** Étude phytocéologique de la flore adventice des agrosystèmes céréaliers de la région de Tessala (Algérie nord-occidentale). Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 87, articles, 2018, p. 70 – 99.
23. **Floret C., Galan M.J., Le Floc'h E., Orshan G. et Romane F., 1990.** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veg. Sci. 1: 71-80.
24. **Fustec.E et Lefeuvr E. JC 2000 -** Fonction et valeurs des zone humides. Ed. Dunod, Paris, p 426.
25. **GAUSSEN, H., 1957.** Les climats biologiques et leur classification, In: Annales de Géographie. 1957, t. 66, n°355. pp. 193-220
26. **Hecker N. et Tomas Vives P. 1995 -** Statut et inventaires des zones humides dans la région méditerranéenne. IWR Publication N 38, Information Press, Oxford, UK, 146p.
27. **Hughes R.H. ET Hughes J.S. 1992 -** A directory of Africain Wetlands. IUCN, Gland.
28. **Julve, P., 1989.** Sur les relations entre les types biologiques et stratégies adaptatives chez les végétaux. Bull. Ecol., 20,1: 79-80.
29. **Kaabeche M , 1990.** les groupements végétaux de la région de Bou-Saada. Essai de synthèse sur les végétations du Maghreb. The Doct .ESSce , Univ.Paris-Sud , Fac Sces , Orsay , 134 P
30. **Kadi-Hanifi H. 2003.-** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie Science et changements planétaires. Sécheresse. (1) 3: 169-179.
31. **Le Houérou H. N., 1992.-** Relations entre la variabilité des précipitations et celles des

- productions primaire et secondaire en zone aride. In : L'aridité : une contrainte au développement. ORSTOM, Paris, Pp 196-220.
32. **Le Houérou H. N., 1995.** Bioclimatology and biogeography of arid steppes in North Africa, Mediterranean Options, Ciheam, Montpellier, 408 p.
 33. **Mathieu C et Pieltain F, 2003,** Analyse chimique des sols. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p.mise en valeur dans la région d'ADRAR, C.U. de Tiaret, 39p,
 34. **Mathieu C, 2006.** Elaboration d'un schéma d'aménagement et de développement durable de la région hauts plateaux centre à l'horizon 2025, 2006. M.A.T.E (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), Décembre 2006. Rapport de mission 1 : Etat des lieux et analyse des tendances. Tome 1 : Présentation régionale. 61p.
 35. **O.N.M. 2020.** Données climatiques de la station de Laghouat.
 36. **Orshan G., Montenegro G., Avila G., Aljaro M.E., Walckowiak A. et Mujica A.M., 1984.** Plant growth forms of Chilean matorral: a monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m. Bull. Soc. Bot. Fr., 131: 411-425.
 37. **Ozenda P.1991.** Flore du sahara,3ème édition mise à jour et augmentée,Ed C.N.R.S.paris.
 38. **Ozenda, 1958.** Flore du Sahara septentrional et central E.d CNRS, Paris.
 39. **Pearce F.1996.**L'enjeu de l'eau. Booklet Med Wet/Tour du Valat, N°5.France, 82p.
 40. **Pétard J.1993.** Les méthodes d'analyse de sols Nouméa .orstom192 p
 41. **Quezel P. et Santa S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques. Paris. Ed. C.N.R.S. vol. 2, 1170 p.
 42. **Rankiaer C., 1904.** Biological types with reference to the adaptation of plants to sure vive the unfavourable season. In Raunkiaer, 1934, 1-2 Pp.
 43. **Rankiaer C., 1907.** The life forms of plants and their bearing on geography. Claredon. Press. Oxford (1934). 222p .
 44. **Rankiaer C., 1918.** Biological types with reference to the adaptation of palnts to sur vivethe unfavorable season. In Raunkiaer, 1934, 1-2 Pp.
 45. **Rankiaer C., 1934.** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season.In Raunkiaer, 1-2 Pp
 46. **Rieu M. et Chevery C., 1976.** Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Pédologie. XIV. N°1, 39-49 P).
 47. **Skinner J. et Zalewski S.1995-** Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Booklet Medwet/Tour du valat, N°2. France, 80p.

48. **Soltner D, 1989.** Les bases de la production végétale. Le sol. Ed. Angers, 468
49. **Wojciechowski, M.F., Lavin, M. & Sanderson, M.J. 2004.** A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. American Journal of Botany 91(11): 1846-1862.
50. Sites web consultés :
1. Site web 1: <http://www.ramsar.org>

Résumé :

La marre de Kheneiga appartient au complexe des zones humides Sud-algérienne. L'étude menée de novembre 2020 à avril 2021 nous a permis d'obtenir une description de quelques caractérisations bioécologiques des éléments tant biotiques qu'abiotiques du site. Elle nous a donné également les moyens d'avoir un aperçu sur son importance, en étudiant et en suivant plusieurs paramètres physico-chimiques du sol et de l'eau ainsi que de sa richesse floristique et faunistique. En effet, nous avons déterminé la nature du substrat qui est de type sable limineux, la qualité physicochimique de l'eau et nous avons dénoté l'existence de 26 espèces végétales, et 32 espèces entomofaune. Cette approche nous autorise de mettre en évidence les ressources biologiques de cette marre et de déterminer son importance dans une prospection d'un plan d'aménagement et de développement durable

Abstract:

The Kheneiga pond belongs to the complex of South Algerian wetlands. The study conducted from November 2020 to April 2021 allowed us to obtain a description of some bioecological characterizations of both biotic and abiotic elements of the site. She gave us also provide the means to gain insight into its importance, by studying and following several physicochemical parameters of the soil and water as well as its rich flora and fauna.

Indeed, we have determined the nature of the substrate which is liminous sand type, the physicochemical quality of the water and we have denoted the existence of 26 plant species, and 32 entomofauna species.

This approach allows us to highlight the biological resources of this pond and to determine its importance in a prospection of a planning and sustainable development plan.

ملخص

تتتمي بركة خنيجة إلى مجمع الأراضي الرطبة في جنوب الجزائر. أتاحت لنا الدراسة التي أجريت في الفترة من تشرين الثاني (نوفمبر) 2020 إلى نيسان (أبريل) 2021 الحصول على وصف للبعض الخصائص البيولوجية البيئية لكل من العناصر الحيوية وغير الحيوية للموقع. أعطتنا كما توفر الوسائل للتعرف على أهميتها من خلال الدراسة والمتابعة العديد من المعلمات الفيزيائية والكيميائية للتربة والماء بالإضافة إلى النباتات والحيوانات الغنية بها.

في الواقع ، لقد حددنا طبيعة الركيزة التي هي نوع رملي ليمينوس ، ونوعية المياه الفيزيائية والكيميائية

وقد أشرنا إلى وجود 26 نوعًا نباتيًا و 32 نوعًا من الحيوانات الحشرية. يسمح لنا هذا النهج بتسليط الضوء على الموارد البيولوجية لهذه البركة وتحديد أهميتها في التنقيب عن خطة التخطيط والتنمية المستدامة.