



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Etres vivants

MEMOIRE présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Ecologie et environnement

Option: Ecologie

Thème

Inventaire floristique de quelques régions de Tébessa
(Boukhadra et Bir El Ater)

Présenté par

Guenez Imane

Soltani Sabrina

Devant le jury :

Neffar Souad	M.C. A	Université de Tébessa	Président
Hioun Soraya	M.A.C.C	Université de Tébessa	Rapporteur
Machroum Amel	M.A.C.C	Université de Tébessa	Examineur

Date de soutenance:31/05/2018

Note :..... **Mention :**.....



Remerciements

Avant tout, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à Dieu le Tout Puissant qui nous a donné la vigueur pour mener ce travail à terme.

Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur, M^{me} Hioun Soraya pour son aide précieuse et ses conseils judicieux.

Nous adressons nos vifs remerciements également aux membres du jury M^{me} Machroum Amel et M^{me} Neffar souad.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Nous tenons encore à remercier tous les enseignants de la spécialité « Ecologie et environnement ».

A la fin à tous nos amis de promotion, nous adressons un grand merci pour leur soutien et leur aide.

Imane. G

Sabrina. S

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail particulièrement à
ceux qui m'ont donné une vie, pleine
d'affection, et qui m'ont appris et transmis
l'espérance, la patience et la persévérance,
ma lumière d'amour, **ma mère** la plus douce au
monde : Nedjma et à l'âme, à la
personne qui a toujours cherché que le bonheur
de sa famille, **mon père** Taher
Aux trois de ma vie, **mes sœurs** Djahida, Abla et
Nassira*

A la lumière de notre vie mon frère Zakaria

A la fleur de notre maison : la petite Maria

*A Toute ma grande famille **Soltani***

*À mes proches amies, et mon binôme
Guenez Imane*

*A tous les étudiants qui me connaissent
Et enfin, à tous ceux avec qui j'ai partagé les
meilleurs moments de ma vie.*

Sabrine



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail particulièrement à ceux
qui m'ont donné une vie, pleine
d'affection, et qui m'ont appris et transmis
l'espérance, la patience et la persévérance,
Ma lumière d'amour, **ma mère** la plus douce a
monde : Malika et à l'âme, à la
personne qui a toujours cherché que le bonheur de
sa famille **mon père** Fodil
Aux trois de ma vie **mes sœurs** Wissam, Khawla et
Ikram
Aux lumières de notre vie mes frères Tarek,
Souhaieb et Fares
A Toute ma grande famille **Guenez** et **Bouchami**
Surtout ma grand-mère et mes tantes Souad et
Soumia et leurs enfants.
À mes proches amies, et mon binôme
Soltani Sabrina
A tous les étudiants qui me connaissent
Et enfin, à tous ceux avec qui j'ai partagé les
meilleurs moments de ma vie*

IMANE

Résumé

L'espace steppique de la région de Tébessa dispose de ressources végétales diversifiées. Sur ce, cette contribution a pour but d'apprécier la diversité floristique dans deux régions, Boukhadra et Bir El Ater deux communes de Tébessa situés respectivement au Nord et au Sud de la wilaya.

Cette étude a été menée dans trois sites différents par région ou station que nous avons qualifiés de montagne, oued et plaine. La comparaison des sites s'est basée sur la richesse floristique les indices écologiques, le type biologique et le type géo

L'inventaire de la végétation a révélé la présence de 85 espèces appartenant à 32 familles dont la plus dominante est représentée par les Astéracées avec 17 espèces dans les deux stations. La station de Boukhdra a enregistré 35 espèces appartenant à 23 familles et la station de Bir al Atar 66 espèces appartenant à 26 familles. Les différences entre sites ne sont pas évidentes. Sur la base d'indices écologiques, des types biologiques et phytoécologiques, la plupart des espèces végétales sont spontanées et éphémères. Le cortège floristique caractérisant les régions steppiques est présent.

Mots clés : Steppes, semi-aride, inventaire floristique, types biologiques, types phytoécologiques.

ملخص

قامت منطقة السهوب في منطقة تبسه بتنوع مصادرها النباتية. ومن هذا المنطلق ، تهدف هذه المساهمة إلى تقدير التنوع النباتي في منطقتين ، هما بوخضرة وبئر العاتر ، وهما بلديتان من تبسه تقعان في الشمال والجنوب على التوالي من الولاية.

وقد أجريت هذه الدراسة في ثلاثة مواقع مختلفة حسب المنطقة أو المحطة التي كنا مؤهلين كجبال ووادي وسهل. كانت المقارنة بين المواقع مبنية على الثراء البديهي للمؤشرات البيئية ، والنوع البيولوجي والنوع الجغرافي

بـ 17 نوعاً Asteraceae كشفت جرد الغطاء النباتي عن وجود 85 نوعاً تنتمي إلى 32 عائلة ، وكان الأكثر انتشاراً هو في المحطتين. سجلت محطة بوخضرة 35 نوعاً تنتمي إلى 23 عائلة ومحطة بئر العطار 66 نوعاً تنتمي إلى 26 عائلة. الاختلافات بين المواقع ليست واضحة. على أساس المؤشرات الإيكولوجية ، والأنواع البيولوجية والبيولوجية النباتية ، فإن معظم أنواع النباتات تكون عفوية وعابرة. يوجد موكب الأزهار الذي يميز مناطق السهوب.

الكلمات المفتاحية: السهوب ، القاحلة شبه الجافة ، الجرد النضري ، الأنواع البيولوجية ، الأنواع النباتية

Summary

The steppe area of the Tebessa region has diversified plant resources. With this in mind, this contribution aims at appreciating the floristic diversity in two regions, Boukhadra and Bir El Ater, two communes of Tebessa situated to the north and south respectively of the wilaya.

This study was conducted in three different sites by region or station that we qualified as mountain, wadi and plain. The comparison of the sites was based on the floristic richness the ecological indices, the biological type and the geo type.

The vegetation inventory revealed the presence of 85 species belonging to 32 families, the most dominant being the Asteraceae with 17 species at both stations. The Boukhadra station recorded 35 species belonging to 23 families and the Bir al Atar station 66 species belonging to 26 families. The differences between sites are not obvious. On the basis of ecological indices, biological and phytoecological types, most plant species are spontaneous and ephemeral. The floristic procession characterizing the steppe regions is present.

Key words: Steppes, semi-arid, floristic inventory, biological types, phytoecological types.

Sommaire

Remerciements	i
Résumé	ii
ملخص	iii
Summary	iv
Liste des figures	ix
Liste des tableaux	xi
Introduction générale.....	xii
Introduction	1

Chapitre I Revues bibliographiques

I. Steppe en Algérie	4
I.1. Situation géographique.....	4
I.2. Délimitation géographique	4
I.3.Caractéristiques générales	5
I.3.1. Climat.....	5
I.3.2. Sol et végétation.....	5
I.3.3. Types des steppes	6
1.2. Situation climatique.....	7
2.1- Pluviosité	8
2.2- Synthèse climatique	8
2.2.1- Le diagramme Ombrothermique et la saison sèche	8
2.2.2- Le quotient pluviothermique d'Emberger.....	10
2.3- Autres variables climatiques	11
2.3.1- Les vents	11
2.3.2- La neige.....	12
2.3.3- La gelée blanche.....	12
2.3.4- L'humidité.....	12
2.3.5- L'insolation	12
2.3.6- L'évaporation	12
2.3.7- La nébulosité	12
2.3.8- Le siroco.....	12
2.3.9- Les orages	13
3.1-Terrains secondaires.....	13

3.2-Terraines tertiaires.....	13
3.3- Quaternaire continental	13
4. Pédologie.....	14
5- La géomorphologie	14
6. Hydrographie.....	14

Chapitre II Materiel et méthode

1 . Présentation des sites d'étude.....	16
1.1. Géographique de la commune de Bir El Ater	16
1.2. Situation géographique de la commune de Boukhadra	16
2 –Méthodologie et échantillonnage	21
2.1. Échantillonnage de la végétation	21
2.2. Identification de la végétation	21
3. 1 Prélèvements des échantillons de sol.....	21
3.2. Les analyses physico-chimiques du sol	21
3.2.1. pH.....	22
3.2.2. La conductivité	22
3.2.3. Dosage du calcaire tota.....	23
3.2.4. Calcaire actif.....	23
3.2.5. Dosage du carbone	24
4. Indices écologiques	25
4.1. Abondance relative.....	25
4.2. Indice de Shannon-Weaver.....	25
4.3. Equitabilité	25
4.5. Indice de Margalef.....	26

Chapitre III Résultats et discussions

1. Résultats.....	28
1.1. Caractéristiques des variables physicochimiques des sols étudiés	28
1.2. Inventaire Floristique globale	29
1.3. Distribution de la flore en familles para port aux sites.....	37
1.4. Comparaison des sites et stations selon la richesse floristique.....	38
1.5. Indices écologiques	39
1.6. Types biologiques.....	45
1.6. Types phytogéographiques	47
Conclusion générale	52

Conclusion.....	53
Référence bibliographique	54
Annexe	60

Liste des abréviations

mm	Millimètre
C°	degré celsius
%	Pourcentage
Th	Thérophytes.
Ch	Chaméphytes
He	Hémicryptophyte
Ge	Géophytes
Ph	Phanérophytes
E	Européenne
E-A	Eurasiatique
E-M	Euro-Méditerranéenne
M	Méditerranéenne
M-I-T	Méditerranéo-Irano-Touranienne
I-T	Irano-Touranienne
M-S-A	Méditerranéo-Saharo-Arabique
S-A	Saharo-Arabique
End	Endémique
P	Plurirégional, cosmopolite
C.M.T	Centre Météorologique de Tébessa
T	Température
P	précipitation.

Liste des figures

N° de figure	titre	page
1	Etage bioclimatique de l'Algérie	4
2	Délimitation de la steppe Algérienne	5
3	Situation géographique et administrative de la wilaya de Tébessa	7
4	La variation intrannuelle des précipitations de la station météorologique de Tébessa	8
5	Diagramme ombrothermique de la station météorologique de Tébessa durant la période 1972 à 2016	9
6	Situation du région de Tébessa sur le climagramme plviotermique d'emberger	10
7	Localisation géographique des trois sites d'étude à Bir al ater :A =Montagne ; B= Oued ; C= plaine	17
8	Premier site d'étude à Bir al eter : Montagne	17
9	Deuxième site d'étude à Bir al ater : oued asséché	18
10	Troisième site d'étude à Bir al ater : plaine	18
11	Localisation géographique des trois sites d'étude à Boukhadra	19
12	Premier site d'étude à Boukhadra	19
13	Deuxième site d'étude à Boukhadra : oued	20
14	Troisième site d'étude à Boukhadra : plaine	20
15	Répartition du nombre d'espèces par famille végétale au niveau des trois sites de la station de Boukhadra	37
16	Répartition du nombre d'espèces par famille végétale au niveau des trois sites de la station de Bir El Ater	38

17	Richesse floristique représentée par le nombre de familles et d'espèces dans les trois sites d'étude de Boukhadra et Bir El Ater	38
18	Dendogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les différentes stations de Boukhadra	41
19	Dendogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les différentes stations de Bir El Ater	44
20	Spectre biologique des espèces végétales dans la montagne de Boukhadra et Bir El Ater	45
21	Spectre biologique des espèces végétales dans l'Oued de Bir El Ater et l'Oued de Boukhadra	46
22	Spectre biologique des espèces végétales dans la plaine de Bir El Ater et la plaine de Boukhadra	46
23	Spectre phytogéographique des espèces végétales dans la forêt de Boukhadra et la montagne de Bir El Ater	47
24	Spectre phytogéographique des espèces végétales dans l'oued de Boukhadra et l'oued de Bir El Ater	48
26	Spectre phytogéographique des espèces végétales dans la plaine de Boukhadra et la plaine de Bir El Ater	48

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Qualificatifs relatifs au pH	22
2	Classification du sol en fonction de la conductivité électrique	22
3	Classification des sols selon le pourcentage du calcaire	23
4	Classification de matière organique (%)	25
5	Analyses physico-chimiques du sol des deux stations Boukhadra (Station1) et Bir el Ater (Station2) au niveau de trois sites	29
6	Exemples de végétation dans les stations d'étude	30
7	Liste systématique et types, biologiques et phytogéographiques des espèces végétales inventoriées dans les stations de Boukhadra et Bir El Ater	33
8	Fréquence et indices écologiques des espèces dans les sites d'étude de Boukhadra et Bir El Ater	39
9	Fréquence et indices écologiques des espèces dans les sites d'étude de Boukhadra et Bir El Ater	42

Introduction générale

Introduction

La connaissance, la classification, la caractérisation et la conservation des différents taxons sont une priorité scientifique mondiale pour l'évaluation et la gestion de la biodiversité (**Cotterill, 1995**). L'étude de la flore est très importante pour connaître les grands traits biologiques des plantes et leur répartition biogéographique (**Lavergneet al., 2005**). Cependant, un grand nombre d'espèces végétales restent méconnus sur certains plans : biologique, taxonomique et écologique (**Grubb, 1977 ; Pysek et al., 2008**).

Les steppes occupent une grande part de la superficie de l'Afrique du Nord surtout en Algérie, soit près de 14% de la superficie totale du pays (**Mrabet, 2003**). Elles se caractérisent par un climat méditerranéen avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide alternant avec une saison estivale sèche et chaude. La diminution et l'irrégularité accrue des pluviosités, l'augmentation des températures et de la longueur des périodes de sécheresse estivale rendent difficiles les conditions de développement des plantes (**Lehouerou, 1995**). En plus de la sécheresse, la salinisation des sols aussi ne cessent de dégrader le couvert végétal dans ces régions steppiques (**Mrabet, 2003**).

Les sols des zones steppiques souffrent davantage à cause des contraintes suscitées. Cette dégradation du sol affecte ainsi leur fertilité, d'où un appauvrissement de leurs réserves en matières organiques et minérales (**Aubert, 1980**). Face à ces différentes contraintes, les plantes steppiques se trouvent confrontées de plus en plus à différents stress. Ainsi, le rendement des steppes tend à chuter année après année (**Rahmouneet al., 2004**).

La wilaya de Tébessa est l'une des surfaces steppiques constituée de plusieurs zones géographiques avec au Nord, les monts de Tébessa qui font partie de l'Atlas, les hauts plateaux et les hautes plaines et au Sud, le domaine saharien constitué par un plateau saharien (**Ben Mahmoud-Khattabi, 2012**).

Les études consacrées à la connaissance de la biodiversité floristique de la région de la steppe dans la wilaya de Tébessa sont peu nombreuses, nonobstant les études réalisées sur la description de la flore steppique de façon générale (**Quezel et Santa, 1926 ; Quezel et Santa, 1963 ; Quezel, 1978 ; Ozenda, 1983**). Ces mêmes travaux, qui restent ponctuels et localisés, signalent la présence d'une biodiversité assez riche et surtout originale pour cette région.

En effet, un manque énorme dans la compréhension générale de certains aspects tels que l'impact écologique et les interactions et/ou la distribution spatiale et temporelle a été noté. Ainsi, les espèces végétales, présentes dans cette zone, et leurs phénologies, méritent d'être mieux étudiées.

Dans cette optique, cette étude a été menée pour évaluer la diversité floristique et sa répartition spatiotemporelle dans la région de Boukhadra et Bir El Ater (wilaya de Tébessa) et ceci dans le but d'explorer et de mieux connaître cette zone, afin de pouvoir, grâce aux résultats obtenus, mieux guider les efforts d'aménagement et/ou de conservation ou simplement contribuer à l'élaboration d'une liste floristique déjà présente mais non exhaustive des deux sites d'étude.

Cette étude se divise en trois (03) parties :

- La première partie présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur la végétation dans la région steppique.
- La deuxième partie qui concerne l'étude expérimentale présente ; les régions d'étude, la méthodologie des techniques d'échantillonnage utilisées, ainsi que les clefs d'identification pour les différentes espèces végétales rencontrées.
- La troisième et dernière partie dresse et discute les résultats obtenus du travail.

Chapitre I Revues bibliographiques

I. Steppe en Algérie

La steppe, est un espace ouvert où on trouve une formation végétale basse et sporadique, dont le rôle est essentiel et important pour le maintien de l'équilibre naturel du milieu (pureté de l'atmosphère, protection du sol de l'érosion,...)(Benderradji *et al.*, 2006).

I.1. Situation géographique

L'Algérie est un Etat d'Afrique du Nord qui fait partie du Magreb. Elle est située au Nord, sur la côte méditerranéenne.

Les régions du Nord où les conditions de climat et de sol sont favorables, permettent le développement des formations forestières d'un peu plus de 10% de la superficie totale. Du Nord au Sud, on trouve trois ensembles très contrastés, différents par leur relief et leur morphologie. Tout d'abord la chaîne du Tell et littoral, puis la chaîne de l'Atlas qui longe les hautes plaines plus au Sud, enfin, le désert saharien qui s'étend au-delà du massif de l'Atlas. C'est cette disposition en relief qui, avec les conditions climatiques détermine une biodiversité spécifique (Benderradji *et al.*, 2006) (Fig. 1).

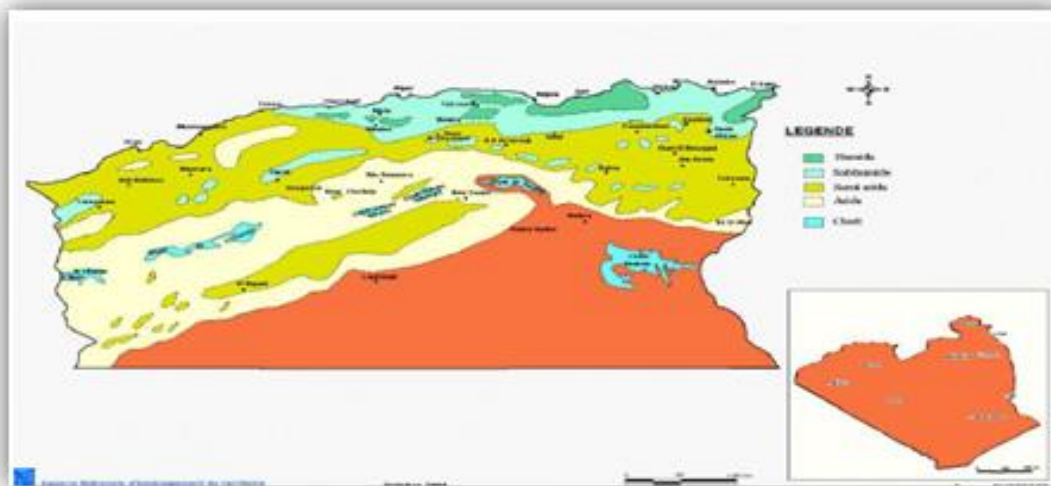


Figure 1. Etages bioclimatiques de l'Algérie (ANAT, 2004)

I.2. Délimitation géographique

La steppe Algérienne constitue une vaste région se localisant entre deux chaînes montagneuses en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud, formant un ruban de 1000 km de long sur 300 Km de large, réduite à moins de 150Km à l'Est (Fig. 2). Elle s'étend sur une superficie de 36 millions d'hectares mais compte 20 millions d'hectares de parcours. Sa limite Nord commence avec le tracé des précipitations moyennes annuelles de

400 mm, pour se limiter au sud de l'Atlas saharien à 100 mm de précipitations (**Nedjimi et Guit, 2012 ; Djellouli, 1990**).

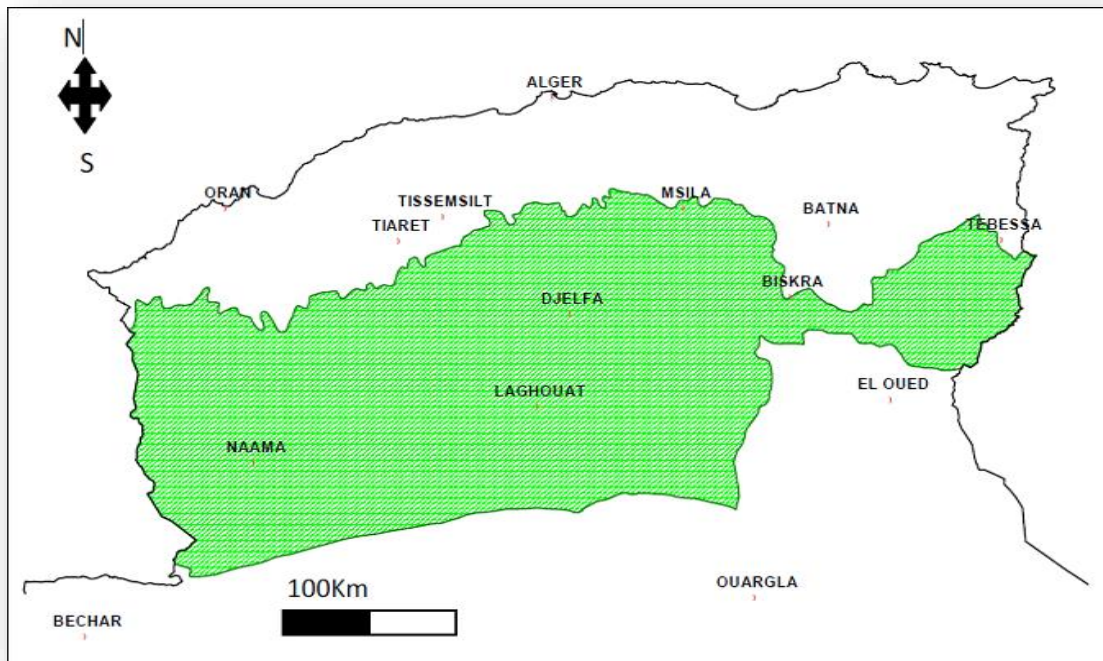


Figure 2. Délimitation de la steppe Algérienne (**Nedjraoui, 2004**)

I.3. Caractéristiques générales

I.3.1. Climat

La steppe se caractérise par un climat semi-aride sur sa partie Nord et un climat aride sur sa frange Sud. Les précipitations moyennes sont comprises entre les isohyètes 400 et 100 mm, tranche insuffisante pour permettre une utilisation agricole intensive (**Nedjimi et Homida, 2004 in Le houerou, 1995**)

I.3.2. Sol et végétation

Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, une faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50% ne sont plus fonctionnels (**Nedjraoui et Bedrani, 2008**).

La végétation steppique est une végétation basse et discontinue, composée de plantes herbacées, généralement en touffes, laissant apparaître entre elles des plaques de sol nu. Cette végétation est diversifiée par sa composition floristique et sa densité, et reste l'enjeu

fondamental de la vie du pasteur. C'est elle qui détermine les déplacements de ce dernier et ses lieux de stationnement avec ses troupeaux (**Boucif, 2014**).

I.3.3. Types des steppes

Selon **Guendouzi (2014)**, les steppes algériennes sont dominées par quatre grands types de formation végétale naturelle :

Steppes à graminées : notamment l'alfa (*Stipa tenacissima*), pures ou mixtes avec d'autres plantes pérennes ou vivaces.

Steppes à chaméphytes : principalement l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*).

Steppes à psamophytes : elles sont constituées d'espèces qui poussent sur les sols sableux, et qui peuvent jouer un rôle de fixation des dunes. On peut citer : le Retam (*Retama retam*) et le drinn (*Arisitida pogens*).

Steppes à halophytes : ce sont des formations particulières de dépression salées. Parmi les espèces qu'on y rencontre, signalons les Atriplex (*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*), le Tamarix (*Tamarix galica*).

Steppes dégradées : issues de la disparition de plantes annuelles et vivaces, et leur remplacement partiel par d'autres plantes comme le Harmel (*Peganum harmala*)

II. Evolution et régression de la végétation de la steppe Algérienne

La situation géographique de l'Algérie lui confère une flore très diversifiée. Les formations végétales de la steppe sont très diversifiées selon la combinaison de multiples facteurs. Elles présentent différents faciès et sont le résultat de l'action de trois facteurs essentiels : climat, sol et action anthropique.

L'état actuel de la steppe est alarmant. Elle est bouleversée, aussi bien dans sa structure que dans son fonctionnement et sa productivité. Le processus de dégradation est décelable à première vue. La réduction du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive de la steppe. Dans le passé, un équilibre était plus ou moins maintenu entre les ressources fourragères des parcours steppiques et les besoins des troupeaux (**Mouhous, 2005**).

Cette dégradation est représentée essentiellement par l'apparition actuelle de plusieurs variétés steppiques telles que l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et l'Armoise (*Artemisia vulgaris*), puis d'autres plantes qui s'adaptent à un climat plus aride telles que le Harmal (*Peganum harmala*) (**Benmahmoud-Khattabi, 2012**)

1. Présentation générale de la région de Tébessa

1.1. Localisation géographique

La wilaya de Tébessa est située à l'extrême Est de l'Algérie à 35°24'00''Nord et 8°07'00''Est avec une superficie de 14227Km². Elle est délimitée :

- ✓ au Nord, par la wilaya de Souk Ahras ;
- ✓ à l'Est, par la frontière algéro-tunisienne ;
- ✓ à l'Ouest, par les wilayas de Khenchela et d'Oum Bouaghi ;
- ✓ au Sud, par la wilaya d'El Oued

Elle est divisée en 12 daïras et subdivisée en 28 communes.

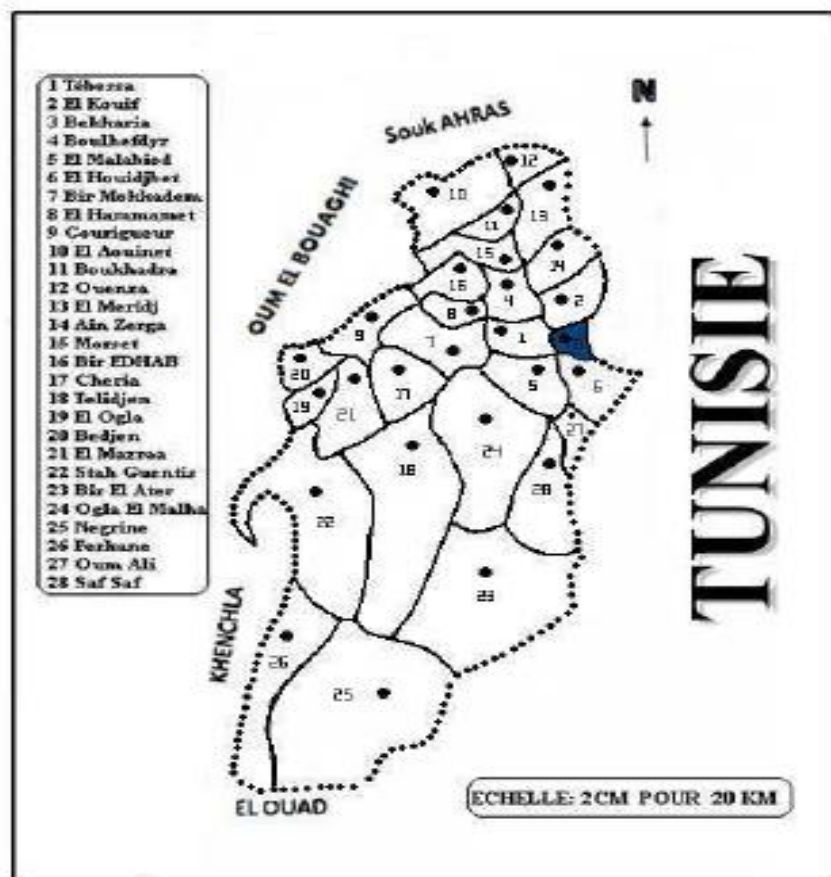


Figure 3. Situation géographique et administrative de la wilaya de Tébessa.

1.2. Situation climatique

- ✓ La région de Tébessa est une zone de transition météorologique, elle se distingue par quatre (04) étages bioclimatiques (Wikipédia, 2018).
- ✓ Le Sub-humide (400 à 500 mm/an), très peu étendu, il est limité aux sommets de quelques reliefs (Djebel Serdies et Bouroumane) ;
- ✓ Le Semi-aride (300 à 400 mm/an), couvre toute la partie Nord de la wilaya ;

- ✓ Le Sub-aride (200 à 300 mm/an), couvre les plateaux steppiques ;
- ✓ L'aride ou saharien doux (inférieur à 200 mm/an), s'étend au-delà de l'Atlas saharien

2.1- Pluviosité

«La quantité d'eau reçue, annuellement sur les zones arides ou semi arides, constitue un facteur important, pour la vie végétale» (**Pouget, 1980**).

La variation interannuelle des précipitations (1972 – 2016), montre que l'année 1990 est la plus arrosée (637.3mm) et l'année 1993 est la moins arrosée (199mm). (Fig. 4)

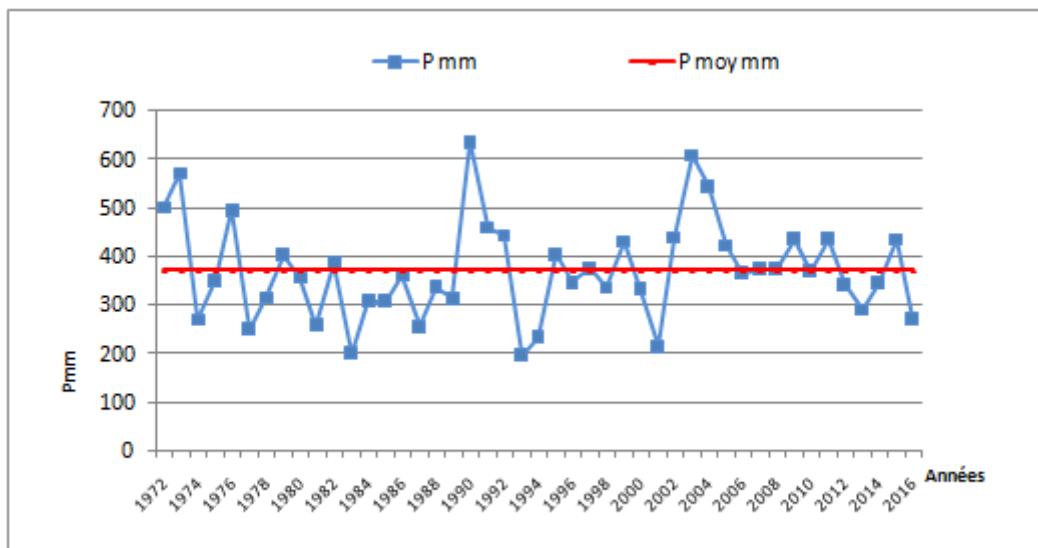


Figure 4. Variation interannuelle des précipitations de la station météorologique de Tébessa (1972-2016).

2.2- Synthèse climatique

Pour synthétiser les données climatiques, nous avons retenu le diagramme Ombrothermique de **Bagnouls & Gaussen** et le quotient pluviothermique et le Climagramme pluviothermique d'**Emberger**.

2.2.1- Le diagramme Ombrothermique et la saison sèche

La définition du mois sec, d'après **Bagnouls & Gaussen (1957)**, est : « celui où le total des précipitations en mm est égal ou inférieur au double de la température mensuelle en degré Celsius ».

$$P \leq 2 T$$

Une période sèche est une succession de mois secs, se fait comme suit :

Les mois de l'année sont portés en abscisses. En échelle double des précipitations. Les précipitations à droite en millimètres (mm) et les températures à gauche en degré Celsius (°C).

On construit ainsi, une courbe thermique ou courbe des températures et une autre ombrique ou courbe des précipitations, les intersections des courbes thermiques et Ombriques déterminent la période sèche, comme nous l'avons définie plus haut (Fig.5).

L'aire comprise entre les deux courbes montre l'intensité et la durée de la période sèche, soit cinq (5) mois pour Tébessa (Fig.5).

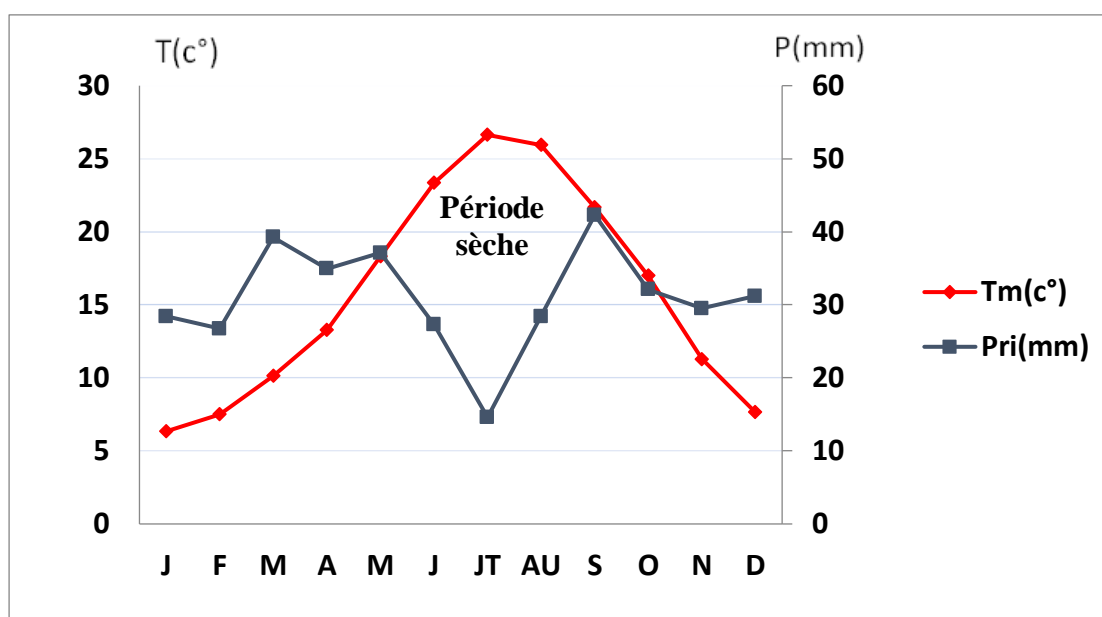


Figure5. Diagrammes ombro-thermiques de la station météorologique de Tébessa durant la période de 1972 à 2016.

2.2.2- Le quotient pluviothermique d'Emberger

Emberger (1955) propose un indice climatique visant à traduire la xérite d'un écosystème méditerranéen. En fonction de la vie d'un végétal, il choisit d'inclure dans cet indice :

- P : précipitation annuelle (mm)
- M : température maximale du mois le plus chaud en °C
- m : température minimale du mois le plus froid en °C

Le quotient est un rapport des précipitations sur les températures moyennes et l'amplitude thermique. La formule du quotient pluviothermique s'écrit :

$$Q2 = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M - m)}$$

P : Pluviosité moyenne annuelle (mm) ;

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en degré **Kelvin**

(0° C = 273**Kelvin**) ;

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en degré **Kelvin**.

la station de Tébessa appartient à l'étage bioclimatique semi aride à hiver froid.

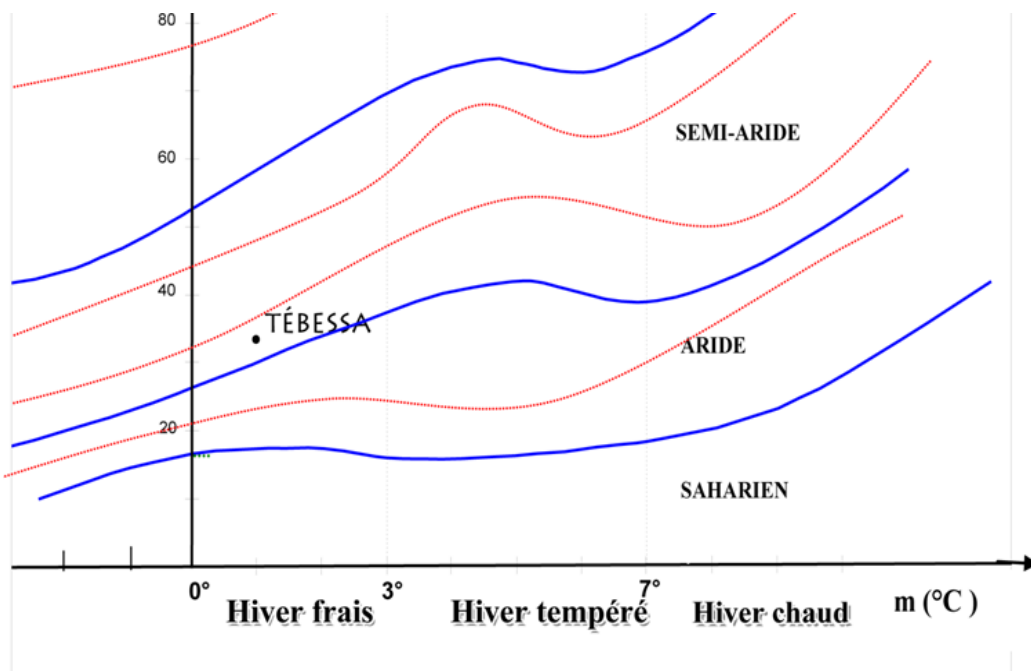


Figure 6. Situation de la station météorologique de Tébessa sur le Climagramme pluviothermique d'Emberger (1955).

Indice de de Martonne (1923)

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

I : Indice d'aridité.

P : Précipitation moyennes annuelles en mm.

T : Températures moyennes annuelles en °C.

La wilaya de Tébessa présente un indice de 14.46 la classant dans l'étage Semi-aride.

Les classes de l'indice du Martonne(1923) sont les suivantes :

$I < 5$: climat hyperaride.

$5 < I < 7.5$: climat désertique.

$7.5 < I < 10$: climat steppique

$10 < I < 20$: climat semi-aride.

$20 < I < 30$: climat tempéré.

2.3- Autres variables climatiques

2.3.1- Les vents

Les vents sont parmi les facteurs climatiques de nature mécanique qui accentuent l'érosion et le déplacement de sable en zone aride.

La distribution du champ de direction du vent est saisonnière (Hiver-Eté), avec prédominance :

- ◆ En direction **W-N-W** (Ouest Nord-Ouest) de Novembre à Avril, sont eux aussi importants, car ils apportent la pluie ;
- ◆ La direction **S** (Sud) plus significatif de Mai à Juillet, où ils accentuent la progression du sable ;
- ◆ Avec une vitesse maximum prédominante dans la classe (6 à 10 m/s) (**C.M.T**) (1972-2016).

2.3.2- La neige

Le nombre de jours d'enneigement dans la région, est assez faible, à cause des températures minimales élevées. La fréquence d'enneigement dans la wilaya de Tébessa entre 1972-2016, est de 4 à 5 jours / an, **(C.M.T)**.

2.3.3- La gelée blanche

La gelée blanche est considérée comme étant un dépôt de cristaux de glace sur une surface refroidie par un rayonnement nocturne. Elle s'annonce quand la température minimale tombe au-dessous de 0° C, **(Seltzer, 1946)**. La durée moyenne de la gelée blanche, pour la période (1972-2016), est de : 33 à 40 jours / an à Tébessa, **(C.M.T)**.

2.3.4- L'humidité

Le mois de novembre étant le plus humide, avec une moyenne mensuelle de 70,1% et le mois de juillet est le moins humide, avec une moyenne mensuelle de 39%, **(C.M.T, 1972-2016)**.

2.3.5- L'insolation

Juillet est le mois le plus ensoleillé, avec une moyenne de (11,1 Heures/j) et celui de janvier est le moins ensoleillé, avec une moyenne de (5.3 Heures/j) **(C.M.T, 1972-2016)**.

2.3.6- L'évaporation

Juillet est le mois, où l'évaporation est maximale, avec une moyenne mensuelle de 12,8mm et janvier est celui, où l'évaporation est minimale, avec une moyenne mensuelle de 3,1mm, **(C.M.T, 1972-2016)**.

2.3.7- La nébulosité

Février est le mois le plus nuageux, avec (4.4octa) et juillet est le moins nuageux, avec (1.4octa) ; **(C.M.T / 1972-2016)**.

2.3.8- Le siroco

Le siroco est un vent chaud qui provoque des hautes températures et une baisse de l'humidité atmosphérique.

La wilaya de Tébessa est caractérisée par des vents chauds qui manifestent, en fin de printemps et d'été, avec un maximum en juin, juillet et Août (6,2 jours/an) **(C.M.T, 2016)**.

2.3.9- Les orages

Les orages sont des précipitations intenses dans un temps court, relativement abondantes et brèves. Notre zone d'étude est exposée à peu près à (18) orages en moyen, pour les mois de juin, juillet et août (C.M.T, 2016).

3. Géologie

Pour le cadre géologique, nous nous sommes basés sur la carte géologique de Tébessa au 1/50.000 (1946).

Les principales unités géologiques, des plus anciennes aux plus récentes, de notre zone d'étude se présentent comme suit :

3.1-Terrains secondaires

- ✓ **Trias** : Il affleure dans la partie Nord-est de notre zone d'étude, sous forme de calcaire roux et dolomie en plaquettes (Djebel Djebissa).
- ✓ **Crétacé supérieur marin** : Formé d'apports détritiques argilo-gréseux. (Djebel. Doukkans, Djebel. Boudjellel, Djebel. Bottena), formant aussi les monts de Tébessa.
- ✓ **Turonien** : Est presque exclusivement constitué par des calcaires récifaux à rudistes, qui jouent un rôle important dans la topographie. Il comporte, toutefois, de faible intercalation de marnes- calcaires (Djebel Tenoukla et Djebel Bouromaine).

3.2-Terrains tertiaires

- ✓ **Eocène inférieur** : De composition lithologique assez uniforme, généralement formé de très nombreux bancs peu épais de calcaire marneux (Djebel Zora).
- ✓ **Miocène continental** : Formé de sédiments, généralement éoliens (sables et argiles rouges) et du calcaire blanc lacustre (Bir El Atter et El Hammamet).

3.3- Quaternaire continental

Formé d'alluvions (Argiles, Caillaux), comblant les terrasses d'oueds et les surfaces planes.

4. Pédologie

Les sols des zones steppiques sont décrits par plusieurs auteurs, (**Pouget, 1980 ; Achour, 1983 ; Halitim, 1988**). Ils sont en général pauvres en humus, fragiles et peu profonds. Les différents sols rencontrés dans la zone d'étude, sont les suivants :

- ✓ **Les sols peu évolués** : Sont les sols d'érosions sur les hauts et mi-versants des djebels et des buttes.
- ✓ **Les sols calcimagnésiques** : Notamment les rendzines et les bruns calcaires, respectivement sur les mi-versants et dans les zones de raccordement plus les glacis.
- ✓ **Les sols bruns forestiers** : Se trouvent sur les versants de djebels.
- ✓ **Les sols salins ou solontchaks** : Ces sols comprennent des stades avancés de l'halomorphisme. Ce sont des sols d'apport alluvial, qui se localisent sur les dépressions et les zones d'épandage (plaine de la Merdja).

5- La géomorphologie

Du point de vue géomorphologique, la région de Tébessa est caractérisée par une succession de petits monts et de djebels formant des îlots dans de vastes plaines. En allant du Nord au Sud, nous remarquons une variation altitudinale (**wikipédia, 2018**) :

- ✓ Nord : les monts de Tébessa qui font partie de l'Atlas tellien et les Hauts plateaux
- ✓ Sud : le domaine saharien est constitué par le plateau de cette dernière.

6. Hydrographie

la wilaya de Tébessa chevauche sur deux grands systèmes hydrographiques : le bassin versant de l'oued Medjerda au Nord et le bassin versant de Oued Melghir, qui couvre la partie sud de la Wilaya (**Wikipédia, 2018**).

Chapitre II Matériel et méthode

1 . Présentation des sites d'étude

La wilaya de Tébessa est située à l'extrême est de l'Algérie à 35°24'00''Nord et 8°07'00''Est.

Deux (02) communes des 28 de la wilaya de Tébessa ont été choisies pour effectuer notre inventaire floristique et comparaisons. Les communes d'étude sont Bir El Ater et Boukhadra respectivement au Sud et au Nord du chef-lieu de la wilaya de Tébessa. Trois sites différents ont fait l'objet de notre étude dans chaque commune que nous avons qualifiée de Montagne (l'importance de la pente du terrain), plaine (surface ouverte avec plantes vivaces et formation végétative basse) et oued (passage d'oued).

1.1. Géographique de la commune de Bir El Ater

35° 26' 54'' Nord, 7° 57' 11'' Est. La localité de Bir El Ater, à une superficie de 1986.34 km². Celle-ci se trouve à une altitude de 980 m (Fig. 7). Elle est limitée au :

- ✓ Nord par Safsaf El Ouesra ;
- ✓ L'est par la Tunisie,
- ✓ Au Sud par Negrine
- ✓ À l'Ouest par Tlidjen.

Les coordonnées des trois sites d'étude

- **Montagne** (Fig. 8) : 34°44'55.71''E 8°1'54.71''N
- **Oued**(Fig. 9) : 34°45'9.67''E 8°1'9.99''N
- **Plaine** (Fig. 10) : 34°45'37.49E et 8°1'15.95N

1.2. Situation géographique de la commune de Boukhadra

35° 44' 41'' Nord, 8° 1' 57'' Est. La localité de Boukhadra, à une superficie de 213.00 km². Celle-ci se trouve à une altitude de 822 m (Figure 10). Elle est limitée au

- ✓ Nord par Morsott,
- ✓ L'est par El Meridj,
- ✓ Sud par Ouenza
- ✓ L'Ouest par El Aouinet

Les coordonnées des trois sites d'étude

- **Montagne** (Fig. 11) :35°46' 7.59''N 8°0' 47.24''E
- **Oued** (Fig. 12) : 35°46' 36.52''N 7° 59' 47.65''E
- **Plaine** (Fig. 13) : 35°46' 27.4''N 8°0' 1.04''E



Figure 7. Localisation géographique des trois sites d'étude à Bir al ater : A = montagne ; B= oued ; C= plaine (Google earth, 2018)



Figure 8. Premier site d'étude à Bir El Ater : Montagne (photo personnelle, 2018)



Figure 9. Deuxième site d'étude à Bir El Ater : oued asséché (photo personnelle, 2018)



Figure10. Troisième site d'étude à Bir El Ater : plaine (photo personnelle, 2018).



Figure 11. Localisation géographique des trois sites d'étude à Boukhadra (**Google earth, 2018**)



Figure 12. Premier site d'étude à Boukhadra : Montagne (photo personnelle, 2018).



Figure 13. Deuxième site d'étude à Boukhadra : Oued (photo personnelle, 2018).



Figure 14. Troisième site d'étude à Boukhadra : plaine (photo personnelle, 2018).

2 – Méthodologie et échantillonnage

2.1. Échantillonnage de la végétation

Dans notre étude l'échantillonnage est subjectif et d'après **Long (1974)** : « L'échantillonnage subjectif consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes ».

L'échantillonnage de la végétation des sites d'étude est effectué au moyen des relevés phytoécologiques, où le relevé formée qu'on appelle « l'unité d'échantillonnage » et l'élément de « la population » mais au sens statistique, peut correspondre à un individu, une population, un peuplement ou une communauté, qui est prélevé de manière élémentaire (**Slimani, 1998 ; Debouzie et al., 1987**).

Le relevé phytoécologique est représenté dans notre étude comme un inventaire floristique avec les variables écologiques du milieu (**Daget et Poissonnet, 1971**).

Le relevé floristique est une étude qualitative de la végétation, qui a pour but d'étudier la richesse spécifique. Il est réalisé dans une aire minimale, qui est définie par **Lemee (1967)** comme : « La plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces soit rencontrées ». Les sorties sur terrain ont été effectués du mois de Juin jusqu'à la fin du mois d'Avril avec une fréquence d'une sortie par quinzaine par site, à l'exception des mois de Mars et Avril où les sorties ont été faites par semaine.

2.2. Identification de la végétation

L'identification des espèces est faite d'après **Quezel et Santa (1962 et 1963)** et le site **Tela-botanica (2018)**.

3. Etude pédologique

3.1 Prélèvements des échantillons de sol

Les échantillons du sol sont prélevés aléatoirement à l'aide d'une pioche, avec 3 Répétitions. Le séchage du sol a été fait à l'ombre durant 15 jours, puis a été tamisé à 02mm.

3.2. Les analyses physico-chimiques du sol

Sur la fraction broyée et tamisée ont été effectuées les analyses suivantes avec trois répétitions pour chaque échantillon.

Une étude pédologique a été effectuée par la détermination du pH du sol, la conductivité, le calcaire actif, le calcaire totale et la matière organique.

3.2.1. pH

- **Principe**

Mesure de la concentration des ions H⁺ par l'utilisation de la méthode électrique (Tab.1).

- **Mode opératoire**

La mesure du pH s'effectue sur une suspension de terre fine au 1/5 (10g de terre fin +50ml d'eau distillée), en utilisant un pH mètre. Les sols sont classés selon un référentiel pédologique (**Baize, 2000**).

Tableau 1. Qualificatifs relatifs au pH (**Baize, 2000**).

pH	Classe de sol
≤ 3 .5	Hyper acide
3.5 à 4.2	Très acide
4.2 à 5.0	Acide
5.0 à 6.5	Peu acide
6.5à 7.5	neutre
7.5 à 8. 7	Basique
≥ 8.7	Très basique

3.2.2. La conductivité

- **Principe**

La conductivité électrique des échantillons des sols est mesurée par l'utilisation du Conductivité mètre ; plus il y a de sels solubles dans la solution du sol, plus la conductivité électrique est élevée (Tab. 2).

- **Mode opératoire**

A 10 g de terre fine sont ajoutés 50 ml d'eau distillée (extrait de sol 1/5). Agitation de la solution pendant 2 min puis lecture au conductivimètre après repos de 30 minutes (Ghaoucha, 1995).

Tableau 2. Classification du sol en fonction de la conductivité électrique (**Mathieuxet Pieltain, 2003**).

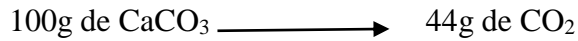
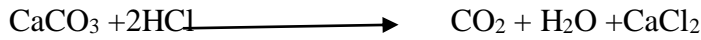
C.E (mmhos/cm)	0 - 0.6	0.6 - 01	01- 02	0.2 - 0.3	>04
Classification	Non salé	Salé légèrement	salé	Très salés	Extrêmement salé

N.B : mmhos/cm =mS /cm

3.2.3. Dosage du calcaire total (méthode de pesée)

- **Principe**

Les CaCO₃ présents dans le sol sont attaqués par un acide fort (HCl) puis mesure de la quantité de CO₂ dégagé.



- **Mode opératoire**

10 ml d'acide chlorhydrique (HCl) dilué au 1/3 dans un bécher sont ajoutés à 10g de terre fine. Après arrêt de l'effervescence et agitation, on laisse reposer (**Gharoucha, 1995**). Les sols sont classés selon leur pourcentage en calcaire (Tab. 3)

- **Calcul**

CO₂ dégagé (g) = P₁ – P₂=(Poids du bécher + acide avant la réaction) – (le poids après la réaction)

$$\text{CaCO}_3(\%) = \text{poids du CO}_2\text{dégagé} * 227.4/ \text{poids du sol}$$

Tableau 3. Classification des sols selon le pourcentage en calcaire (**Baize et Jabiol, 1995**).

Les classes (%)	Classe du sol
<1	sol non calcaire
1 - 5	sol peut calcaire
5 -25	moyennement calcaire
25 -50	fortement calcaire
50 - 80	très fortement calcaire
> 80	excessivement calcaire

3.2.4. Calcaire actif

- **Principe**

Le calcaire actif est la fraction du calcaire total susceptible de se dissoudre facilement et rapidement dans la solution du sol. Elle permet de maintenir une saturation calcique élevée de la CEC et, indirectement, un pH basique stable. Le CaCO₃ actif à le pouvoir de bloquer le fer. La carence en fer apparaît dans le sol très calcaire.

- **Mode opératoire**

A 2g de terre fine sont ajouté100 ml de solution d'oxalate 0.2N. Après agitation pendant 2 heures à l'aide d'un agitateur avec une vitesse de 1 tour/seconde, la solution est filtrée. A 10ml du filtrat, 50 ml d'eau distillée sont ajoutés en premier, puis 5 ml d'acide sulfurique

concentré. La solution est chauffée à 70°C. Titrer avec une solution de permanganate 0.1 N jusqu'à une couleur rose persistante (V). Témoin sans sol (V')(Ghaoucha, 1995).

- **Calcul**

$$\% \text{ de calcaire actif} = (V' - V) \times 0.2N \times 100/10 \times 50/1000 \times 100/2$$

3.2.5. Dosage du carbone

La méthode utilisée est celle d'Anne (1945 in Bonneau & Souchier, 1996)

- **Principe**

On oxyde le carbone organique d'un échantillon avec le bichromate de potassium en excès (en milieu acide). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sels de Mohr (le sulfate ferreux). Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré, la diphénylamine qui vire au vert foncé lorsque l'excès de bichromate est réduit.

- **Mode opératoire**

A 1 g de sol on ajoute 10 ml de bichromate de potassium et 13 ml d'acide sulfurique concentré. La solution est portée à ébullition pendant 5 min et laissée refroidir puis transvasée dans un ballon. On ajoute à la solution 100 ml avec les eaux de rinçage de l'Érlenmeyer, puis 20 ml sont prélevés et dilués à 100 ml avec l'eau distillée.

On ajoute 1 g de NaF et 3 à 4 gouttes de diphénylamine. Le titrage du sol se fait avec le sel de Mohr à 0.2 N. la solution de couleur brun-noirâtre virera au vert (X ml de sel de Mohr).

Témoin (Y) : suivre les mêmes étapes sans le sol

- **Calcul**

$$\text{Carbone (\%)} = (Y - X) \times 0.615 \times (100/20) \times (100/p) \times 1/1000$$

Y = sels de Mohr ajoutés

P = poids du sol (g)

3.2.6. Matière organique

Elle est calculée à partir de la valeur du carbone dosé. La richesse en matière organique est classée selon le Tableau 4.

$$\text{Matière organique (\%)} = \% \text{ de C} \times 1.72$$

Tableau 4. Classification des sols selon le taux de matière organique (Soltner, 1981 in Gouasmi, 2012).

Taux de matière organique (%)	Terre
<1	Très pauvre
1-2	Pauvre
2-4	Moyenne
>4	Riche

4. Indices écologiques

Les indices écologiques ont été calculés par le biais du logiciel PAST version 2.17c (2013).

4.1. Abondance relative

C'est la distribution de fréquences obtenue en classant les espèces par ordre de fréquences décroissantes (Youssef, 2015).

$$A = \text{Nombre d'individu de l'espèce} / \text{Nombre total de toutes les espèces}$$

4.2. Indice de Shannon-Weaver

Selon Dajoz (1975), la diversité est la fonction de la probabilité P_i de présence de chaque espèce i par rapport au nombre total d'individus.

Il se calcule par la formule suivante :

$$H' = -\sum (n_i / N) \cdot \ln (n_i / N)$$

H' : diversité spécifique.

N : somme des effectifs des espèces

n_i : Effectif de la population de l'espèce i .

4.3. Equitabilité

Selon Dajoz (2000), c'est la distribution du nombre d'individus par espèces. Elle est le rapport entre la diversité maximale (H_{\max}), elle s'exprime comme suite :

$$E = H' / H_{\max}$$

$H_{\max} = \ln S$

S : Est le nombre d'espèces formant le peuplement.

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces)

$E \leq 50\%$ non équitable.

E>50 % équitable.

4.4. Indice de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (**Legendre, 1998**). Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

$$C = \sum Ni (Ni - 1) / N (N - 1)$$

Ni: nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

4.5. Indice de Margalef

Cet indice ne tient pas compte de l'abondance relative des taxons. Il est défini par la relation suivante (**Margalef, 1951 in del Tanago & Jalón, 1984**)

$$\alpha = (ni - 1) / \ln N$$

α : diversité

ni : nombre des espèces trouvées

N : nombre total d'individus

La diversité est minimale quand α tend vers zéro (0), et est maximale quand α tend vers ∞ .

4.6. Indice de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard (J) est utilisé pour évaluer la similarité entre les mois de capture (**Jaccard, 1908**).

$$J = c / (a + b - c)$$

Où « a » est le nombre total de taxons du site a, « b » le nombre total de taxons du site b et « c » le nombre de taxons communs à « a et b ».

5. Analyse statistique

Les données physicochimiques du sol ont été traitées statistiquement par le biais de l'ANOVA à un seul critère par comparaison des sites de chaque commune séparément et une deuxième ANOVA prenant en considération tous les sites et communes. Logiciel statistique utilisé est le Mini tab 17. Pour terminer une étude de similitude entre les sites par région a été effectuée et illustré par un dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH).

Chapitre III Résultats et discussions

1. Résultats

1.1. Caractéristiques des variables physicochimiques des sols étudiés

Le Tableau 5, donne les statistiques élémentaires des variables physico-chimiques pour les stations 1 et 2 (respectivement Boukhadra et Bir el Ater) aux différents sites.

Le pH du sol présente une moyenne de 7,84 pour la Boukhadra (moyenne des trois sites d'étude) comprise dans une fourchette allant de 7,95 à 7,72 et une moyenne de 7.71 pour la Bir el Ater dans un intervalle de 7,89 et 7,55. Le pH des différents sites est faiblement à moyennement basique (**Baize, 2000**). Les valeurs moyennes des pH des différents sites varient significativement avec $F_{obs}=9.85$ et $p<0,01$ pour le site de Bir el Ater et non significatives avec $F_{obs}= 2.775$ et $p<0,14$ pour le site de Boukhadra . Le test de Tukey permet de constater que la montagne est intermédiaire entre la plaine et l'oued (Annexe 4.1).

Pour ce qui est de la conductivité électrique moyenne du sol (CE) de Boukhadra, elle est de 0.97 comprise entre un intervalle de 0.49 et 1.48 et une moyenne de 0.93 pour Bir el Ater dans un intervalle de 0.28 et 1.95. Le sol en fonction de la conductivité électrique est non salé (**Mathieux & Pieltain, 2003**).

Les valeurs moyennes des CE des différents sites varient significativement avec $F_{obs}= 106.4$ et $p<0,000$ pour Boukhadra et de $F_{obs}=376$ et $p<0,000$ pour Bir el Ater. Le test de Tukey présente un classement différent entre les sites pour chaque station (Annexe 4.2). Le classement des sites ici, ne semblent pas important vu que les sols sont non salés.

Le calcaire total dans la station de Boukhadra présente une moyenne de 24% comprise dans une fourchette allant de 18.79 à 26.98% mettant en évidence un sol moyennement calcaire, et une moyenne de 65.38% comprise entre 46.24 et 90.02% dans Bir el Ater le classant tous sites confondus en sol fortement calcaire.

La variation des valeurs moyennes du calcaire total des différents sites est non significative avec $F_{obs}=1.53$ et $p>0.29$ pour Boukhadra et varient significativement avec $F_{obs}=21.75$ et $p<0.002$ pour Bir El Ater avec un fort taux de calcaire totale pour la montagne (test de tukey, Annexe 4.3).

Le calcaire actif dans la station de Boukhadra présente une moyenne de 3.62% allant de 2.52 à 5.33%, avec des valeurs plus élevées pour la station de Bir El Ater présentant une moyenne 5.74% comprise entre 4.16 et 7.44%.

Tableau 5. Analyses physico-chimiques du sol des deux stations Boukhadra (Station1) et Bir El Ater (Station2) au niveau de trois sites : Montagne, oued et plaine. pH, Conductivité électrique (CE), Calcaire total et actif (CaCO₃) et la matière organique (MO)

Site Station Paramètre	Montagne		Oued		Plaine	
	Boukhadra	Bir el Ater	Boukhadra	Bir el Ater	Boukhadra	Bir el Ater
pH	7,86 ±0,07	7,69 ±0,26	7,95 ±0,05	7,55 ±0,18	7,72 ±0,07	7,89 ±0,05
C.E(mmhos /cm)	0,58 ± 0,08	1,95 ± 0,01	0,49 ± 0,04	0,55 ± 0,13	1,48 ± 0,13	0,28 ± 0,02
CaCO₃ total(%)	26,23±2,15	90,02 ±5,86	18,79± 1,45	59,88± 5,76	26,98±10,66	46,24±11,84
CaCO₃ actif (%)	2,52 ± 0,57	7,44 ± 0,43	3,02 ± 1,26	4,16 ± 0,83	5,33 ± 0,69	5,62 ± 0,33
MO (%)	0,22 ± 0,06	0,33 ± 0,06	0,18 ± 0,06	0,29 ± 0,06	0,26 ± 0,00	0,21 ± 0,09

La variation des valeurs moyennes du calcaire actif sont très hautement significatives entre sites, stations et l'interaction des deux (Annexe 4.4).

Dans la station de Boukhadra la matière organique (MO) présente une faible moyenne égale à 0.22 ayant un intervalle de 0.19 à 0.26 ; Pour la deuxième station la moyenne est de 0.27 comprise entre 0.20 à 0.33. Selon la classification de **Soltner, 1981 in Gouasmi (2012)**, le sol est très pauvre en matière organique (< 1).

Les valeurs moyennes des MO des différents sites sont non significatives avec Fobs= 2.303 et p>0,18 pour Boukhadra, et non significatives avec Fobs=1.5 et p>0,29 pour Bir el Ater.







1.2. Inventaire Floristique globale







Les inventaires effectués dans les deux stations aux différents sites d'étude ont été clôturés par une identification de l'ensemble de l'herbier réalisé, permettant ainsi d'avoir une première vue d'ensemble de la richesse floristique (Tab. 6 et Tab. 7) et la comparaison des deux stations (Boukhadra et Bir el Ater) par le biais des types biologiques et biogéographiques entre sites : Montagne, oued et plaine.







Le dépouillement des relevés réalisés dans les deux stations a permis de dénombrer au total 85 espèces végétales rattachées à 32 familles. Le nombre d'espèces répartis par familles est comme suite : les Asteraceae (17 espèces) ; les Fabaceae (10 espèces) ; les Poaceae (7

espèces) les Lamiacées (6 espèces), Boraginaceae et Caryophyllaceae (5 espèces); les Brassicaceae (4 espèces), Liliaceae et Plantaginaceae (3 espèces) ; les Apiaceae, Papaveraceae et Fumariaceae (2 espèces). Les familles restantes ne sont représentées que par une seule espèce, il s'agit des Amaranthaceae, Capparaceae, Cupressaceae, Chenopodiaceae Cucurbitaceae, Eridaceae, Malvaceae, Pinaceae, Primulaceae, Resedaceae, Globulariaceae, , Zygophyllaceae,Urticaceae,Thymelaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae,Rubiaceae et les Ranunculaceae.

Tableau 6. Exemples de végétation dans les stations d'étude

		
<p>Famille : Pinaceae Espèce : <i>Pinus halepensis</i> Station : Boukhadra (Montagne)</p>	<p>Famille : Cupressaceae Espèce : <i>Juniperus oxycedrus</i> Station : Boukhadra (Montagne)</p>	<p>Famille : Poaceae Espèce : <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> Station : Boukhadra (Montagne)</p>
		
<p>Famille : Poaceae Espèce : <i>Stipa tenacissima</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Globulariaceae Espèce : <i>Globularia alypum</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Amaranthaceae Espèce : <i>Salsola vermiculata</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>

		
<p>Famille : Fabaceae Espèce : <i>Retamasphaerocarpa</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Fabaceae Espèce : <i>Astragalus armatus</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Asteraceae Espèce : <i>Atractylis humilis</i> Station ; Boukhadra</p>
		
<p>Famille : Asteraceae Espèce : <i>Cynara cardunculus</i> Station ; Bir El Ater</p>	<p>Famille : Solanaceae Espèce : <i>Solanum nigrum</i> Station ; Bir El Ater</p>	<p>Famille : Thymelaceae Espèce : <i>Thymelaea hirsuta</i> Station ; Bir El Ater</p>

		
<p>Famille : Asteraceae Espèce : <i>Taraxacum officinal</i> Station : Boukhadra / / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Resedaceae Espèce : <i>Reseda alba</i> Station : Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : Zygophyllaceae Espèce : <i>Peganum harmala</i> Station : Boukhadra / / Bir El Ater</p>
		
<p>Famille : <i>Lamiaceae</i> Espèce : <i>Marrubium vulgare</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>	<p>Famille : <i>Lamiaceae</i> Espèce : <i>Rosmarinus officinalis</i> Station ; Boukhadra</p>	<p>Famille : <i>Lamiaceae</i> Espèce : <i>Thymus algeriensis</i> Station ; Boukhadra / Bir El Ater</p>

Chapitre III Résultat et discussion

Tableau 7. Liste systématique et types, biologiques et phytogéographiques des espèces végétales inventoriées dans les stations de Boukhadra et Bir El Ater.

Famille	Espèce	Boukhadra	Bir el Ater	Type biologique	Type biogéographique
Asteraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	+	+	Ch	Méd
	<i>Atractylis humilis</i>	+	-	He	Méd
	<i>Atractylis carduus</i>	-	+	Th	Sah
	<i>Anacyclus clavatus</i>	+	+	T	Eur-Méd
	<i>Atractylis cancellata</i>	+	+	T	Méd
	<i>Artemisia campestris</i>	-	+	Ch	Méd
	<i>Carthamus lanatus</i>	+	+	Th	Eur. Méd
	<i>Centaurea pectinata</i>	-	+	Hé	Eury
	<i>Calendula arvensis</i>	-	+	Th	Méd
	<i>Centaurea cineraria</i>	-	+	Hé	Italie Dalmatie
	<i>Crepis</i> sp	+	-		
	<i>Pallenis spinosa</i>	+	-	He	Euro.-Méd.
	<i>Rechardia picroïdes</i>	+	-		
	<i>Santolina Chamaecyparissus</i>	-	+	Ch	
	<i>Scorzonera undulata</i>	-	+	Hé	Méd
	<i>Taraxacum officinal</i>	+	+	He	
<i>Xanthium spinosum</i>	-	+	Th	Subcosm	
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+	-	H	Med
	<i>Pituranthos scoparius</i>	+	+	Ch	End. N.A.
Amaranthaceae	<i>Salsola vermiculata</i>	+	+	Ch	M-S-A
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i>	+	+	Th	Méd
	<i>Moricandia arvensis</i>	+	-	He	Méd-Sah.-Sind

Chapitre III Résultat et discussion

	<i>Sisymbrium irio</i>	+	+	Th	Méd-Iran-Tou.
	<i>Sinapis arvensis</i>	+	-	Th	Eur
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	+	-	Th	
	<i>Echium plantagineum</i>	-	+	Hé	Méd
	<i>Echium asperrimum</i>	-	+	Hé	
	<i>Heliotropium europaeum</i>	-	+	Th	Eur. Méd
	<i>Borago officinalis</i>	-	+	Th	Méd
Capparaceae	<i>Capparis spinosa</i>	-	+	Ch	Méd.-Sah-Sind
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	-		Méd
Caryophyllaceae	<i>Silene italica</i>	+	-	He	Méd
	<i>Paronychia argentea</i>	+		He	Méd
	<i>Evax pygmaea</i>	+	+	T	Méd
	<i>Hernaria glabra</i>	-	+	Th	Cosm
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i>	+	-	Th	Cosm
Cucurbitaceae	<i>Ecballium elaterium</i>	+		He	Méd
Cyperaceae	<i>Scorpiurus muricatus</i>	-	+	Th	Méd
Eridaceae	<i>Gynandris sisyrrinchium</i>	-	+	Gé	Paléosubtrop
Fabaceae	<i>Retama sphaerocarpa</i>	+	+	Ph	Ihéro-Maur
	<i>Astragalus armatus</i>	+	-	Ch	End. N. A.
	<i>Medicago minima</i>	+	-		Eur, Méd
	<i>Astragalus solandri</i>	+	-		
	<i>Astragalus stella</i>	-	+		Méd
	<i>Vicia cracca</i>	-	+		
	<i>Lathyrus clymenum</i>	-	+	Th	Méd
	<i>Hippocrepis atlantica</i>	-	+		

Chapitre III Résultat et discussion

	<i>Ononis natrix</i>	-	+	Ch	Méd.
	<i>Medicago Polymorpha</i>	-	+	Th	Méd
Fumariaceae	<i>Fumariaparviflora</i>	+	-	Th	Méd
	<i>Fumaria capreolata</i>	-	+	Th	Méd
Globulariaceae	<i>Globulariaaalpum</i>	+	+	Ch	M éd.
Geraniaceae	<i>Erodiummalachoides</i>	+		Th	Méd
	<i>Erodium moschatum</i>	-	+		Méd
Lamiaceae	<i>Rosmarinusofficinalis</i>	+	-	Ch	Méd.
	<i>Marrubiumvulgare</i>	+	+	He	Cosmop
	<i>Salviaverbenaca</i>	+	-	He	Méd. Atl
	<i>Thymus algeriensis</i>	+	+	Ch	End. N.A
	<i>Teucriumpolium</i>	+	+	Ch	Eur. Méd
	<i>Ajugaiva</i>	+	+	He	Méd
Liliaceae	<i>Asphodellus temifolius</i>	-	+	Th	Méd
	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	-	+	Gé	Méd.
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	+-	-	He	Subcosm
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	+	-	Ph	Méd
Poaceae	<i>Stipa tenacissima</i>	+	+	He	Ibèr-Maur
	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	+	-	He	W.Méd
	<i>Lygeumspartum</i>	+	-	Ch	W,Méd
	<i>Avenabromoides</i>	-	+	Hé	Méd
	<i>Agostisstolonifera</i>	-	+	Hé	Circumbor
	<i>Stipa parviflora</i>	-	+	Hé	Méd
	<i>Bromus rubens</i>	-	+	Th	Paléo-subtrop

Chapitre III Résultat et discussion

Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	+	-	He	Euras.
	<i>Plantago albicans</i>	-	+	Hé	Méd
	<i>Plantago psyllium</i>	-	+	Th	Méd
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>	+	-	Th	Sub. Cosm
	<i>Glaucium coruiculatum</i>	-	+	Th	Méd
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+	+	Th	Sub-cosmop
Resedaceae	<i>Reseda alba</i>	+	+	He	Euras
Renunculaceae	<i>Adonis aestivalis</i>	+		Th	Euras
Rubiaceae	<i>Galium aparine,</i>	+	+	Th	Euras
Scrophulariaceae	<i>Linaria supina</i>	-	+	Th	Eur. Méd
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	-	+	Th	Cosm
Thymelaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>	-	+	Ch	Méd
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	+	-	He	Sub.cosm
Zygophylaceae	<i>Peganumharmala</i>	+	+	Ch	Méd

Nb : + présence - absence.

1.3. Distribution de la flore en familles para port aux sites

Dans la région de Boukhadra la figure15 représente l'ensemble des familles échantillonnées avec leur nombre d'espèces. D'une manière globale, les sites étudiés renferment 49 espèces rattachées à 25 familles. A première vue, on remarque une présence quantitative importante de la famille des Astraceae dans le site C (la plaine) avec 6 espèces suivie par celle des Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae , Caryophyllaceae Chenopodiaceae avec 3espèces , puis les Lamiaceae et les Apiaceae avec 2 espèces, le reste des familles sont représentées par une seule espèce telles que: les Resedaceae, Globulariaceae, Cupressaceae, Zygophyllaceae, , Boraginaceae, Chenopodiaceae ,Malvaceae , Apiaceae, Urticaceae ,Fumariaceae et Papaveraceae.

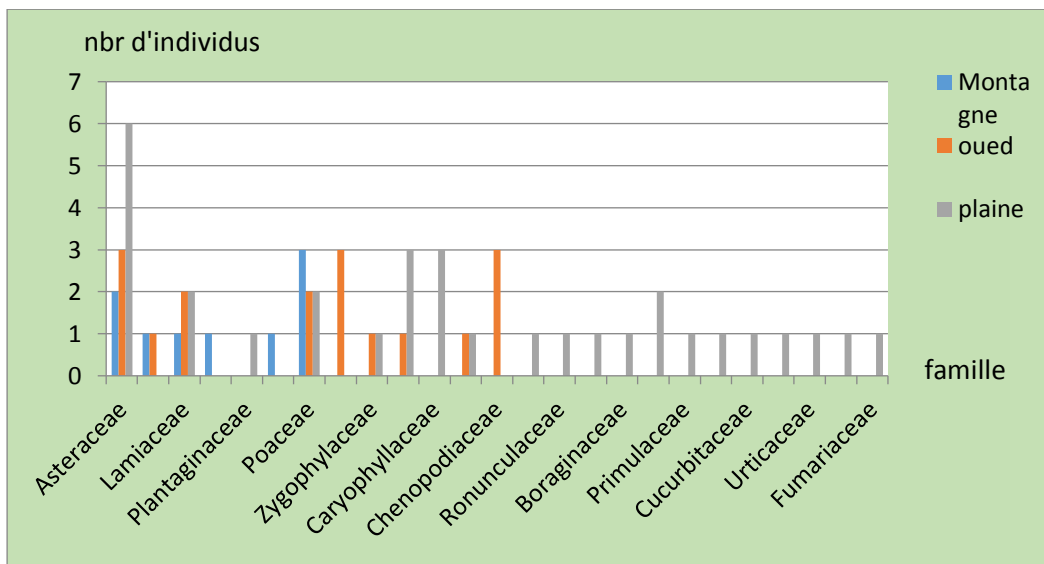


Figure 15 : Répartition du nombre d'espèces par famille végétale au niveau des trois sites de la station de Boukhadra.

La figure16 illustre l'ensemble des familles échantillonnées à la station de Bir el Ater avec leur nombre d'espèces. De façon globale, les sites étudiés renferment 66 espèces rattachées à 26 familles. A première vue, on remarque une présence quantitative importante de la famille des Astraceaes dans le site C (La plaine) avec 9 espèces, suivie par les Poaceae avec 7espèces, les Lamiaceae et Fabaceae avec 6 espèces puis les Boraginaceae, les Liliaceae, les Plantaginaceae avec 5 espèces puis Brassicaceae avec 4 espèces puis la famille de Papaveraceae avec 3 espèces puis la famille des Apiaceae, Caryophyllaceae et Primulaceae avec 2 espèces. Le reste des familles sont représentées par une seule espèce.

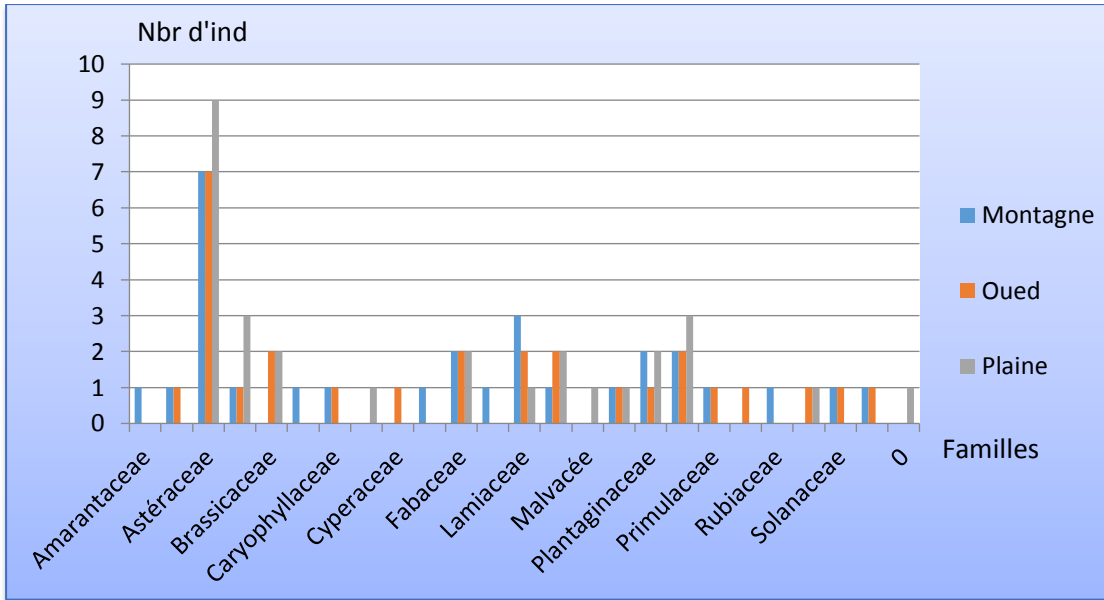


Figure 16 : Répartition du nombre d'espèces par famille végétale au niveau des trois sites de la station de Bir El Ater .

1.4. Comparaison des sites et stations selon la richesse floristique

Les résultats récapitulés dans la **figure 17 A et B**, révèlent une richesse floristique plus importante dans la station de Boukhadra avec 35 espèces dans la plaine, réparties sur 23 familles suivit par la montagne et l'oued qui sont moyennement riches avec respectivement 18 et 9 espèces reparties sur 10 et 6 familles pour chaqu'un.

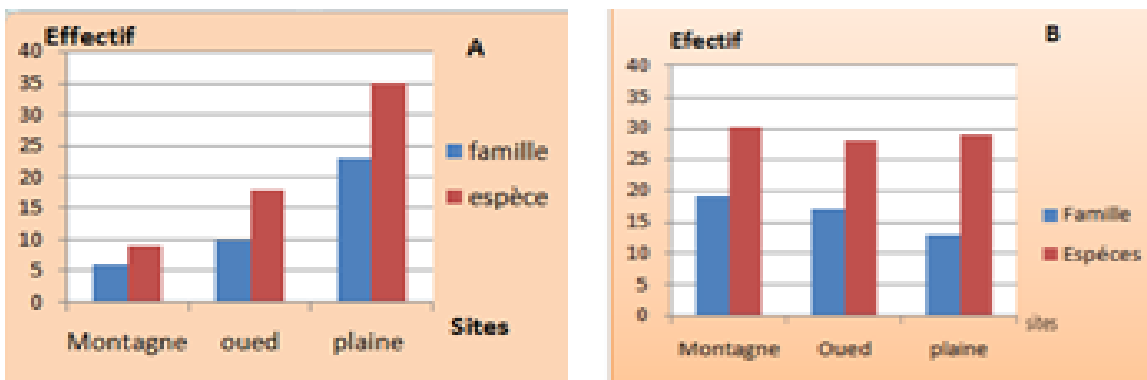


Figure 17. Richesse floristique représentée par le nombre de familles et d'espèces dans les trois sites d'étude pour (A) Boukhadra et (B) Bir el Ater

La station de Bir el Ater (B) est assez homogène par rapport aux nombre d'espèces que les familles par comparaison des sites avec 30 espèces, réparties sur 19 familles en montagne, les deux sites l'oued la plaine sont moyennement riches avec respectivement 28 et 29 espèces reparties sur 17 et 13 familles.

1.5.Indices écologiques

D'après les résultats du Tableau 8, l'indice de Shannon-Weaver (H') est de 2.11 bits, 2.55 et 3.46 bits respectivement pour les sites, Montagne, oued et plaine ; ces valeurs montrent un peuplement peu diversifié et une richesse spécifique moyenne. D'autre part, l'équitabilité est 0.94 dans l'oued et de 0.96 à 0.98 respectivement pour les sites Montagne et plaine. La comparaison des stations montre que le premier site est une montagne claire (selon l'autoécologie) est le deuxième et 3^{ème} site sont caractérisés par un pâturage

Tableau 8. Fréquence absolue, abondance relative et indices écologiques des Espèces dans les sites d'étude de Boukhadra

Espèce	Montagne		Oued		Plaine	
	Fr A	A%	Fr A	A %	Fr A	A%
<i>Artemisia herba alba</i>	2	40	7	39	2	20
<i>Atractylis humilis</i>	1	20	0	0	0	0
<i>Anacyclus clavatus</i>	0	0	2	11	1	10
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	1	5	0	0
<i>Taraxacum officinal</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Atractylis cancellata</i>	0	0	0	0	1	10
<i>carthamus lanatus</i>	0	0	0	0	2	20
<i>Crepis sp</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Juniperus oxycedrus</i>	3	60	7	39	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	2	40	5	28	0	0
<i>Marrubium vulgare</i>	0	0	3	17	0	0
<i>Salvia verbenaca</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Thymus algeriensis</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Teucrium polium</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Ajuga iva</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Globularia alypum</i>	2	40	0	0	0	0
<i>plantago lanceolata</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Pinus halepensis</i>	3	60	0	0	0	0
<i>Stipa tenacissima</i>	2	40	0	0	0	0
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	3	60	0	0	0	0

Chapitre III Résultat et discussion

<i>Lygeum spartum</i>	1	20	2	11	0	0
<i>Retama sphaerocarpa</i>	0	0	4	22	2	20
<i>Astragalus armatus</i>	0	0	5	28	1	10
<i>Medicago minima</i>	0	0	1	5	0	0
<i>Astragalus solandri</i>	0	0	0	0	2	20
<i>Peganum harmala</i>	0	0	4	22	3	30
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	0	4	22	1	10
<i>Moricandia arvensis</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Sinapis arvensis</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Silene italica</i>	0	0	1	5	0	0
<i>Paronychia argentea</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Evax pygmaea</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Reseda alba</i>	0	0	2	11	1	10
<i>Chenopodium murale</i>	0	0	3	17	0	0
<i>Salsola vermiculata</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Adonis aestivalis</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Echium vulgare</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Daucus carota</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Anagallis arvensis</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Ecballium elaterium</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Erodium malachoides</i>	0	0	0	0	2	20
<i>Urtica dioica</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Rechardia picroides</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	1	10
<i>Fumaria parviflora</i>	0	0	0	0	1	10
Individu	18		51		41	
Richesse	9		15		34	
Dominance	0.14		0.088		0.034	
Simpson	0.87		0.912		0.966	
Shannon	2.11		2.55		3.46	

Margalef	2.77	3.56	8.89
Équitabilité	0.96	0.94	0.98

La similarité de Jaccard (1908)

Selon le CAH (classification hiérarchique ascendante), il existe deux classes principales, la première classe formée par la plaine avec une similitude de 0.095 avec les autres sites, et la seconde regroupe deux sous classes avec une similitude de 0.195 entre montagne et oued (Fig. 18)

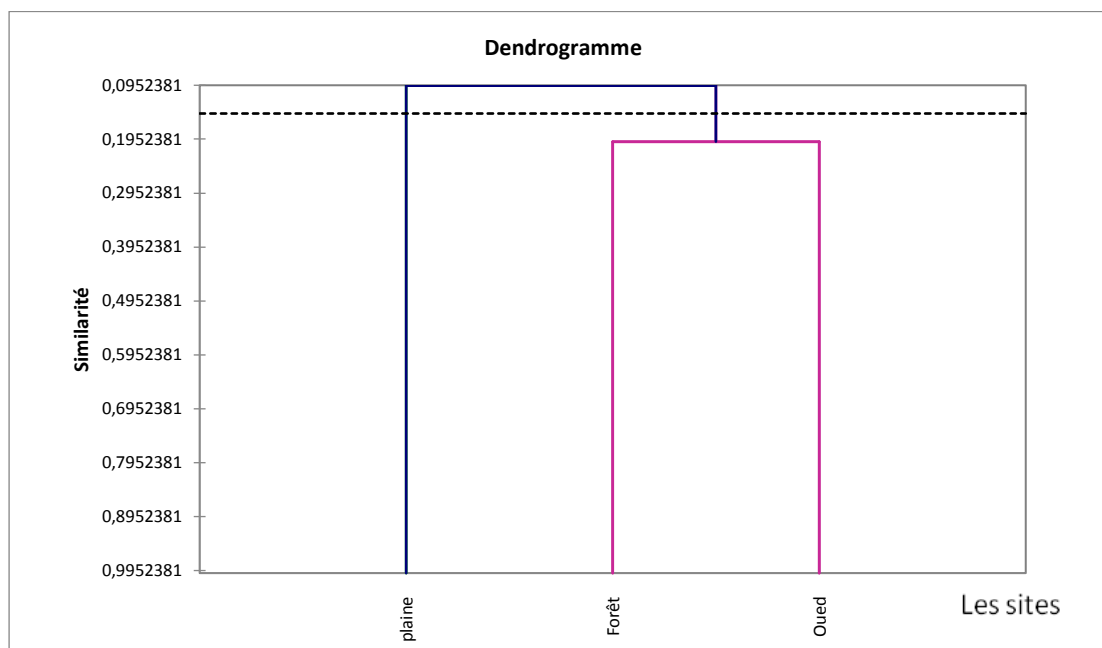


Figure 18. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les différentes stations de Boukhadra.

D'après les résultats du Tableau 9 traitant la fréquence absolue et la fréquence relative des espèces inventoriées dans les stations d'étude (montagne, oued et plaine), nous notons que l'indice de Shannon-Weaver (H') est de 3.06 bits, 3.376 bits et 3.37 bits

Respectivement pour les sites montagne, oued et plaine ; ces valeurs montrent un peuplement peu diversifié et une richesse spécifique moyenne. D'autre part,

L'équitabilité est de 0.9 à 0.97, respectivement pour les sites montagne et plaine.

La comparaison des stations montre que les trois sites sont caractérisés selon l'autoécologie par un pâturage rocailloux.

Tableau 9 : Fréquence absolue, abondance relative et indices écologiques des Espèces dans les sites d'étude de Bir El Ater

Espèces	Montagne		Oued		plaine	
	Fr A	A%	Fr A	A%	Fr A	A%
<i>Atractylis carduus</i>	0	0	0	0	4	44,44
<i>Carthamus lanatus</i>	0	0	0	0	3	33,33
<i>Xanthium spinosum</i>	2	16,66	2	25	2	22,22
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Centaurea pectinata</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Artemisia herba halba</i>	7	58,33	2	25	2	22,22
<i>Scorzonera undulata</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Atractylis cancellata</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Clendula arvensis</i>	0	0	1	12,5	1	11,11
<i>Centaurea cineraria</i>	3	25	3	37,5	0	0
<i>Taraxacum officinal</i>	1	8,33	1	12,5	0	0
<i>Calendula arvensis</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Anacyclus clavatus</i>	1	8,33	2	25	0	0
<i>Artemisia campestris</i>	2	16,66	0	0	0	0
<i>Santolina Chamaecyparissus</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Peganum harmala</i>	0	0	0	0	2	22,22
<i>Echium plantagineum</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Echium asperrimum</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Borago officinalis</i>	1	8,33	1	12,5	0	0
<i>Stipa tenacissima</i>	6	50	3	37,5	0	0
<i>Avena bromoides</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Agrostis stolonifera</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Stipa parviflora</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Bromus rubens</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Glaucium coruiculatum</i>	1	8,33	1	12,5	1	11,11
<i>Globularia alypum</i>	4	33,33	0	0	1	11,11
<i>Plantago albicans</i>	0	0	0	0	1	11,11

Chapitre III Résultat et discussion

<i>Plantago psyllium</i>	2	16,66	1	12,5	0	0
<i>Asphodellus temifolius</i>	0	0	2	25	1	11,11
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	2	16,66	2	25	1	11,11
<i>Raphanius raphanistrum</i>	0	0	1	12,5	1	11,11
<i>Sinapis arvensis</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Sisymbrium irio</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Matthiola tricuspidata</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Astragalus stella</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Vicia cracca</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Lathyrus clymenum</i>	0	0	2	25	0	0
<i>Hippocrepis atlantica</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Retama sphaerocarpa</i>	0	0	2	25	0	0
<i>Ononis natrix</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Astragalus armatus</i>	6	50	2	25	0	0
<i>Medicago polymorpha</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Erodium moschatum</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Thymus algeriensis</i>	4	33,33	2	25	0	0
<i>Ajuga iva</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Teucrium polium</i>	0	0	0	0	1	11,11
<i>Marrubium vulgare</i>	10	83,33	2	25	0	0
<i>Linaria supina</i>	0	0	1	12,5	1	11,11
<i>Capparis spinosa</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Fumaria capreolata</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Thymelaea hirsuta</i>	2	16,66	2	25	0	0
<i>Gynandris sisyrinchium</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Evax pygmaea</i>	3	25	0	0	0	0
<i>Salsola vermiculata</i>	1	8,33	0	0	0	0
<i>Anagallis arvensis</i>	3	25	2	25	0	0

<i>Reseda alba</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Scorpiurus muricatus</i>	0	0	1	12,5	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	1	8,33	2	25	0	0
<i>Hernaria glabra</i>	0	0	2	25	0	0
<i>Pituranthos scoparius</i>	4	33,33	4	50	0	0
Individu	74		54		37	
Richesse	29		32		29	
Dominance	0,06026		0,03704		0,04456	
Simpson	0,9397		0,963		0,9554	
Shannon	3,066		3,379		3,26	
Margalef	6,505		7,771		7,754	
Equitabilité	0,9106		0,975		0,9	

La similarité du Jaccard:

Même constatations que pour la station de Boukhadra, le dendrogramme montre deux classes la première pour la plaine avec une similitude de 0.103 avec les autres sites, et la deuxième classe constituée par la montagne et l'oued a une similitude de 0.403. On note que les similitudes dans cette deuxième station sont plus grandes pour les deux sous classes (**Fig. 19**)

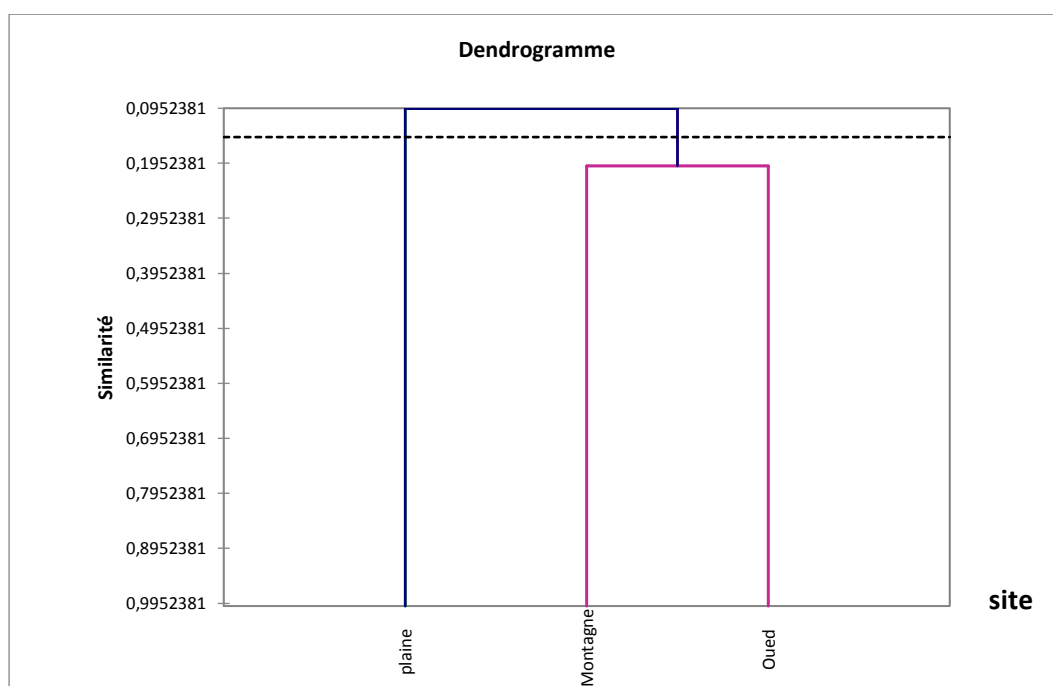


Figure 19. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les différents sites de Bir el Ater.

1.6. Types biologiques

Selon la figure 20, la montagne de Boukhadra est dominée par les Chamaephytes avec un taux de 34%, viennent en ordre décroissant les Phanérophytes avec 33%, les Géophytes par 28% et enfin les Hémicryptophytes avec 5%.

Par contre à Bir El Ater celle-ci est dominée par les Thérophytes avec un taux de 45% ; les Chamaephytes viennent en seconde position avec 38% suivis des Hémicryptophytes qui sont représentés par 10% et les Géophytes sont faiblement représentés juste 7%.

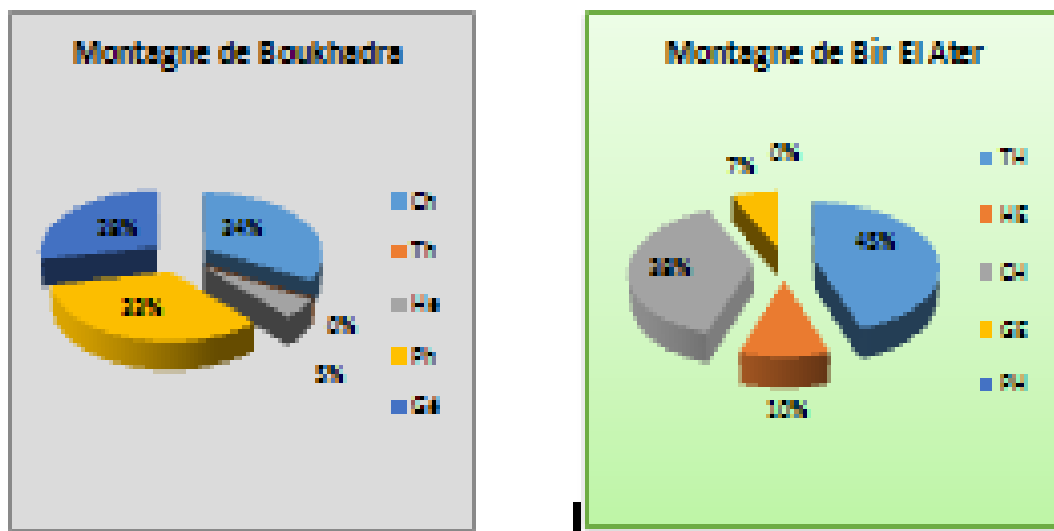


Figure 20. Spectre biologique des espèces végétales dans les montagnes de Bir El Ater et Boukhadra.

La figure 21 que la station de Boukhadra pour l'oued est dominée par des Chamaephytes avec 47% suivi des Thérophytes qui sont de 26%, les Hémicryptophytes et les Phanérophytes représentent un taux de 11% et enfin les géophytes qui ne sont représentés que par 5%.

La deuxième station Bir El Ater donne un tout autre ordre des types biologiques, avec une dominance des Thérophytes avec un taux de 53%, puis viennent les Chamaephytes avec 20%, les Hémicryptophytes représentant un taux de 17%, les Géophytes 7%, et les phanérophytes juste 3%.

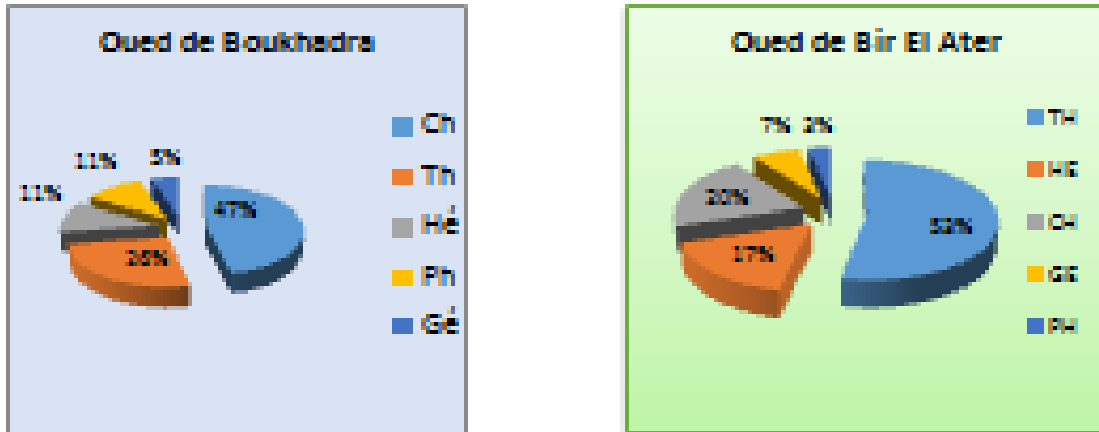


Figure 21. Spectre biologique des espèces végétales dans l'Oued de Bir El Ater et l'Oued de Boukhadra

Le troisième site d'étude, la Plaine montre les types biologiques dominants suivants, les Thérophytes avec un taux de 41% et les Hémicryptophytes avec un taux de 33%, suivi par les Chamaephytes avec un taux de 19%, et en fin les Géophytes avec un taux de 22,72% (Fig.22). La région de Boukhadra au niveau de la plaine est dominée par les Thérophytes avec un taux de 42%. Les Chamaephytes viennent en seconde position avec 31%. Les Hémicryptophytes sont de 22% et en dernier lieu les Phanérophytes qui sont faiblement représentés avec 5%

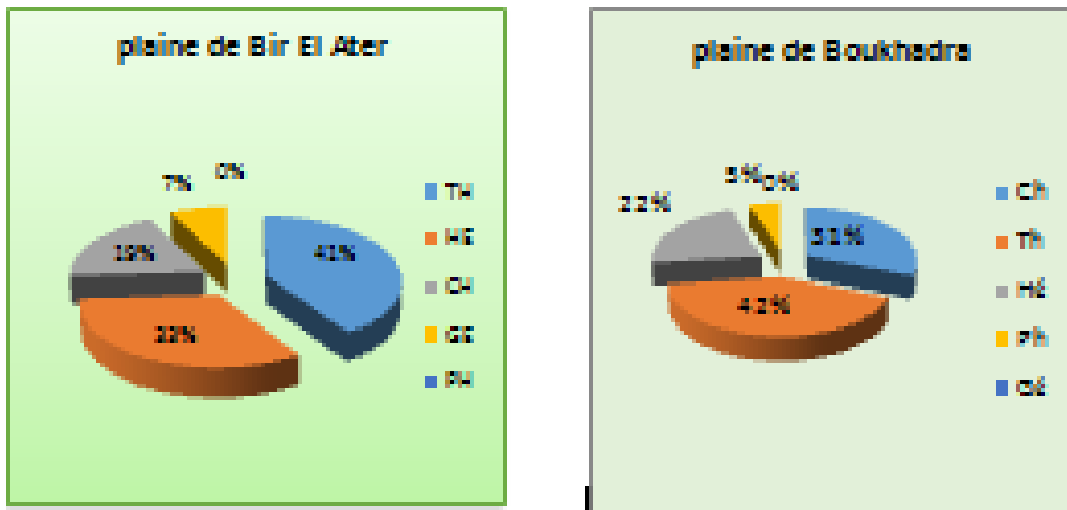


Figure 22. Spectre biologique des espèces végétales dans la plaine de Bir El Ater et la plaine de Boukhadra.

1.6.Types phytogéographiques

Dans la station de Bir El Ater la montagne est dominée par les espèces méditerranéennes avec 43 %. Les espèces cosmopolites, subcosmopolite, Euro-Méditerranéennes et les espèces subméditerranéennes sont enregistrées à des taux très faibles. Les espèces Eurasiatiques ne représentent que 1% des plantes identifiées (Fig. 23).

Dans la station de Boukhadra, la montagne est dominée à 100% par les espèces méditerranéennes (lepin d'Alep et son cortège floristique).

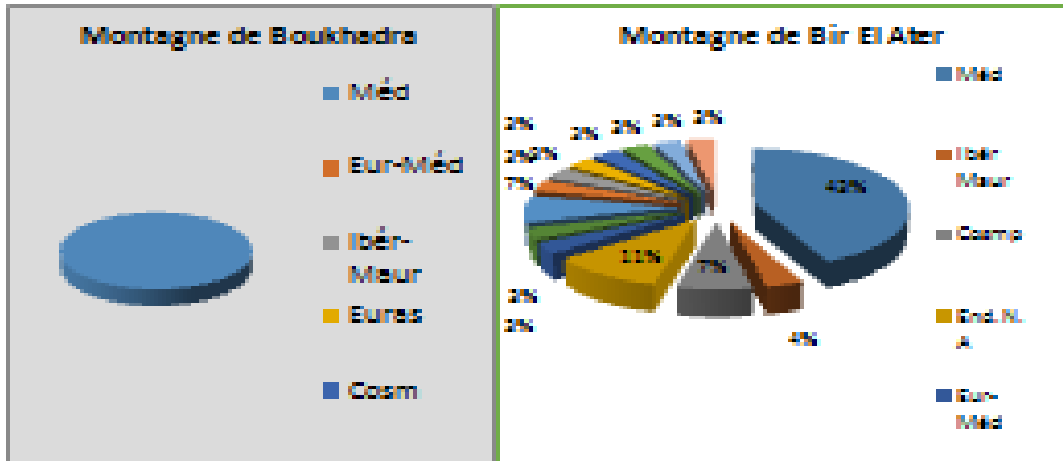


Figure 23. Spectre phytogéographique des espèces végétales dans les Montagnes, de Boukhadra et Bir El Ater.

Le deuxième site d'étude dans la région de Bir El Ater, l'oued est dominé par les espèces méditerranéennes avec 46 %. Tous les autres types phytogéographiques ont des taux faibles (espèces cosmopolites, subcosmopolites, Euro-Méditerranéennes et subméditerranéennes) (Fig. 24).

Au niveau de Boukhadra l'oued est dominé par les espèces méditerranéennes avec 57%. Les espèces cosmopolites, endémiques du nord algérien, et les espèces Euro-Méditerranéennes ont enregistrés respectivement 19%, 11% et 9% et en dernier, les espèces Eurasiatique avec 4% seulement.

2. Discussion générale

Les résultats de l'étude édaphique ont montré que le pH est basique pour l'ensemble des sites (**Baize, 2000**). L'acidité du sol est contrôlée par la quantité de cations (H⁺) qui sont fixés sur le complexe argilo-humique ou en mouvement dans la solution du sol. Les pH des sols à réaction alcaline sont souvent des sols calcaires. Ceci est bien constaté au niveau de nos sites où ces derniers sont de moyennement à fortement calcaire respectivement pour les stations de Boukhadra et Bir el ater. Dans un autre cas l'alcalinité du sol peut être due à un complexe absorbant saturé par des ions sodium. La conductivité électrique enregistrée a montré des sols non salés. **Hissink (1939 in Dabin et Bondy, 1969)** a montré que des sols alcalisés, pouvaient éliminer le sodium par simple action de l'eau de pluie il se produit un remplacement de Na par le Ca provenant du CaCO₃ existant dans le sol, ceci montre que le sodium est beaucoup moins retenu par le sol que le calcium. Cette caractéristique est bien notée dans les sols calcaires du notamment au calcaire actif (**Halitim, 1988**). Selon **Tacon (1978)**, le pH en sol calcaire ne dépend pas de la teneur en calcaire total ou actif, mais de la teneur en matière organique (MO), qui permet d'abaisser le pH par l'intermédiaire des produits organiques hydrosolubles. Dans notre étude tous les sites sont pauvres en MO. **Li et al. (2006)** suppose que la baisse de la MO est liée aux zones arides et semi-arides.

En général, Un sol alcalin peut entraîner une solubilisation incomplète de certains éléments comme le fer et le manganèse et entraîner, par exemple, une chlorose ferrique. Un pH proche de la neutralité optimise la disponibilité des éléments minéraux.

La plupart des plantes s'accommodent d'un pH autour de la neutralité, certaines par contre sont plus exigeantes que d'autres (**Doucet, 2006**)

La comparaison de quelques données climatiques (températures et pluviométries) des deux régions a montré que la station de Bir el Ater est plus sèche que la station de Boukhadra, cependant ces différences minimales n'excluent pas l'appartenance des deux stations à la zone semi-aride.

La partie floristique, du point de vue richesse spécifique et biodiversité a montré que la flore existante dans la zone steppique des stations de Boukhadra et Bir El Ater est assez variée, réunissant différentes familles et divers types biologiques et types phytogéographiques.

D'après les résultats, l'inventaire floristique comporte 85 espèces végétales appartenant à 32 familles botaniques différentes. La famille la plus dominante au niveau des deux stations est celle des Asteraceae avec 17 espèces. Certaines familles sont moins présentes, cela n'exclut

pas leur importance du point de vue écologique ainsi que leur contribution à la richesse et à la biodiversité de la végétation des stations (**Benabadji, 2012**).

La présence du plus grand nombre d'espèces est notée au niveau de la station de Bir El Ater notamment avec le type thérophytes. **Benabadjiet al. (2007)** ont souligné l'impact des facteurs de l'environnement sur l'évolution des types biologiques de la végétation. En effet, les plantes sont organisées et préparées pour traverser la période critique du cycle saisonnier, qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse (**Rankier, 1934**).

L'intérêt principal du spectre biologique est qu'il reflète, par la structure de la végétation dont il est une traduction, les conditions du milieu ambiant (**Aberlin et Daget, 2003**).

Ou des types dérivés en association méditerranéenne.

Les types biologiques les plus importants dans notre prospection, signalons de manière générale, que les Chaméphytes et Hémicryptophytes représentent la partie majoritaire par rapport aux autres types biologiques. Ce type de végétation est caractéristique des milieux à bioclimat méditerranéen (Bonnet et al., 1999 ; Hamada et al., 2004). On trouve les Thérophytes (7espèces). En effet, le pourcentage des Thérophytes est habituellement élevé dans les formations végétales méditerranéennes avec les conditions climatiques drastiques du milieu comme la sécheresse (Daget, 1980). Il est à rappeler que les Thérophytes présentent un intérêt écologique limité en raison de leur cycle biologique court qui ne dure que quelques semaines ou quelques jours, et qu'elles constituent surtout le résultat d'une dégradation de la couverture végétale (Benhamiche et Moulai, 2012).

Selon plusieurs études réalisées dans la steppe, il s'est avéré que la sécheresse constitue un facteur préjudiciable sur la flore steppique (**Nedjimi et Homida, 2006**). Ceci explique les résultats obtenus dans notre zone d'étude qui est caractérisée par des irrégularité dans les précipitations influant négativement sur le développement de la végétation.

De plus, on peut dire que les facteurs climatiques ne constituent pas l'unique cause de la dégradation du couvert végétal dans notre zone d'étude. En effet, il existe des causes naturelles comme la chenille processionnaire qui agit négativement sur les arbres de pin d'Alep. Il existe aussi l'action anthropogénique. En effet, l'homme par des actions non mesurées et irresponsables comme le surpâturage (surnombre des troupeaux ovins et caprins) et l'abatage des arbres et parachève la biodiversité déjà pauvre et en état d'alerte dans cette zone fragile (apparition de certaines espèces comme *Peganumharmala*).

Les différences entre sites ne sont pas très nettes, avec un gradient non spécifique démontrée par les dendogramme obtenus et les faibles valeurs de similitude.

La dégradation actuelle s'accompagne de la disparition de nombreuses espèces caractéristiques de groupements et de la présence des espèces plus ou moins ubiquistes, qui, de ce fait, expliquent l'homogénéisation progressive des cortèges floristiques des steppes (Aidoud, 1994).

Les types phytogéographiques sont de purs types méditerranéens ou des types dérivés en association méditerranéenne.

Conclusion générale

Conclusion

Cette étude est en premier lieu un inventaire de la flore de deux stations, Boukhadra et Bir El Ater dans la wilaya de Tébessa dans différents sites, représentée par différentes formations steppiques.

Les résultats obtenus suite à cette étude, ont permis de conclure que les sites d'étude renferment 85 espèces réparties en 32 familles. La famille la plus dominante est celle des Asteraceae composée de 17 espèces.

Il s'est avéré aussi que les deux stations « Boukhadra », renferme 49 espèces rattachées à 25 familles, et « Bir El Ater» avec 88 espèces rattachées à 27 familles.

Au terme de cette étude nous pouvons dire que la flore steppique dans la région de Tébessa, (Boukhadra et Bir El Ater) est assez variée.

Comme perspectives pour ce travail il serait souhaitable d'inventorier de nouveaux espaces dans le but de rencontrer et d'identifier de nouvelles espèces et d'allonger la période d'étude, car cette zone n'a pas encore bénéficié d'un travail important pour des résultats fiables et exploitables.

Référence bibliographique

A

Achour, H. (1983). *Etude phytoécologique des formations à alfa (Stipa tenacissima L.) du Sud-oranais, Wilaya de Saïda* (Doctoral dissertation, Thèse de Doct., 3^{ème} cycle. Univ., Sci. Technol. H. Boumédiène, Alger, 216 p+ ann).

Aberlin, J. P., & Daget, P. (2003). Etablir et comparer les spectres biologiques de plusieurs groupements végétaux. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 56(1-2), 57-61.

ANAT, (2004). « Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire », Carte bioclimatique de l'Algérie.

Aidoud, A. (1994). Les changements écologiques dans les espaces steppiques: causes et implications pastorales. *Parcours demain*, 9-14.

B

Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957, May). Les climats biologiques et leur classification. In *Annales de géographie* (Vol. 66, No. 355, pp. 193-220). Armand Colin.

Baize, D. & Jabiol, B. (1995). Guide pour la description des sols : techniques et pratiques. INRA. Paris, 375 p.

Baize, D. (2000). Guide des analyses en pédologie. INRA, Paris. page 257.

Benabadji, N. (2012). Contribution à une étude phytoécologique et phytoédaphique des Thero-Brachypodietea dans la région de Tlemcen (Doctoral dissertation).

Benabadji, N., Benmansour, D., & Bouazza, M. (2007). La flore des monts d'Ain Fezza dans l'Ouest algérien, biodiversité et dynamique. *Sciences & technologie C*, (26), 47-59.

Benderradji, M. E. H., Alatou, D. J., Arfa, A. M. T., & Benachour, K. H. (2006). Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie. *New Medit*, 4, 15-22

Benhamiche-Hanifi, S., & Moulaï, R. (2012). Analyse des phytocénoses des systèmes insulaires des régions de Béjaïa et de Jijel (Algérie) en présence du Goéland leucopnée (*Larus michahellis*). *Revue (Terre vie)*.

Benmahmoud-Khattabi, A. (2012). Espaces sub-arides 40ans de gestion traditionnelle et projets de développement (analyse de 1970 à 2010) cas de la wilaya de Tébessa. Mémoire de Magister, université Mentouri de Constantine.

Référence bibliographique

Bonneau , M. & Souchier, B., (1994). Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris, 665 p.

Boucif, H. (2014). *contribution à l'étude de la productivité des parcours steppique de la region sud de la willaya de tlemcen (commune de l'bouihi)* (Doctoral dissertation).

C

Cotterill, F. P. D. (1995). Systematics, biological knowledge and environmental conservation. *Biodiversity & Conservation*, 4(2), 183-205.

D

Daget, P. (1980, April). Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat. In *Colloque de la Fondation L. Emberger sur" la mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne"*, Montpellier, 9-10 avril 1980 (pp. 1-8).

Daget, P., & Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies. In *Annales agronomiques*.

Dajoz, R. (1975). Précis d'Ecologie. Troisième édition. Dunod. 549p.

Dajoz, R.(2000). Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 615p.

Debouzie, D., Denis, J. B., & ROSPARS, J. (1987). Echantillonnage et répartition spatiale. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture Française*, 73, 73-82.

del Tanago, M. G., & Jalón, D. G. (1984). Desarrollo d'un índice biológico para estimar la calidad de las aguas de la cuenca del Duero. *Limnetica*, 1, 263-272.

de Martonne, E. (1926). L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 3(9), 3-5.

Djellouli, Y. (1990). Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. *Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Technol., Alger*

Doucet, R. (2006). Le climat et les sols agricoles. ed. Berger, Eastman, Québec. xv, 443 pp.

Référence bibliographique

Guendouzi, L. (2015). *Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne d'écosystèmes steppique de la commune de Maâmora (Saida)* (Doctoral dissertation).

E

Emberger, R.(1955).Une classification biogéographique des climat.Rev.Trav. Labo.Bot.Géol.Zool.Fac.Sci. Ser, Bot .,Montpellier.7,pp.3-43.

G

Garroucha, H. (1995). Techniques pratiques d'analyse du sol. OPU (manuscrit en arabe), 104 p.

Gouasmi, K. (2012). Caractérisation physico-chimique et palynologique des sédiments des sites archéologiques du nord-est algérien, cas: d'Hippone, Madors et Khemissa. Mémoire de Magister (Ecole doctorale). Université De Badji Mokhtar – Annaba, 75 p.

Grubb, P.J. (1977).The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*

Guendouzi, L. (2015). *Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne d'écosystèmes steppique de la commune de Maâmora (Saida)* (Doctoral dissertation).

H

Halitim, A. (1988).Sol des régions arides.*OPU Alger*.348p .

J

Jaccard, P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 44, 223–270 .

Le Houerou, H.N.(1992). An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In: H.E. Dregne (ed). *Degradation and restoration of arid lands*. International centre for arid and semi-aride land studies, Texas technical University, Lubbock.

Legendre, P., & Legendre, L. (1998). *Numerical ecology*, second English ed Elsevier Science BV. *Amsterdam, The Netherlands*.

Lemee, G. (1967). *Précis biogéographique*. Masson et Cie – Paris., 258 p.

Référence bibliographique

Li, Y.Y. & Shao, M.A. (2006). Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China. *Journal of Arid Environments*, 64p:77- 96.

Long, G . (1974) Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome 1 : Principes généraux et méthodes. Masson et Cie, Paris, 252 p.

M

Mathieu,C et Pieltain,F. (2003). Analyse chimique des sols.Ed : Lavoisier. P : 112,387.

Mouhous, A. (2005). *Les causes de la dégradation des parcours steppiques* (Doctoral dissertation, INA).

Mrabet, H. (2003). Dictionnaire del'aménagement du territoire et de l'environnement, Edition RERTT. Paris

N

Nedjimi, B., & Homida, M. (2006). Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir.

Nedjimi, B., & Guit, B. (2012). Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. *Algerian Journal of Arid Environment*, 2(2), 50-61.

Nedjraoui, D. (2004). Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62, 239-243.

Nedjraoui, D., & Bédrani, S. (2008). La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte. *VertigO*, 8(1)

O

Ozneda, P. (1983). Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris.

Ozenda, P.(1954).Observations sur la végétationd'une région semi-aride :les Hauts Plateaux du Sud-Algérois.*Bull.Soc.D'Hi. Nat. D'A.F.N/ 45, 3.4.*

P

Pouget, M. (1980). *Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises*.

Référence bibliographique

Pyšek, P., Richardson, D. M., Pergl, J., Jarošík, V., Sixtova, Z., & Weber, E. (2008). Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(5), 237-244.

Q

Quezel, P. et Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, pp : 1-565.

Quezel, P. et Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS, Paris.566-

R

Rahmoune, C ., Maâlem, S ., Bennaceur, M.(2004). Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'Atriplex cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. Gabiña D.(ed.). Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability. Zaragoza: CIHEAM.

Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.*

S

Slimani, H. (1998). Effet de pâturage sur la végétation et le sol et désertification cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima* L) de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales Algériennes. Thèse Magister. USTHB. Alger.66p+ 2 cartes.

Seltzer, P.1946.Leclimat de l'Algérie.*Inst.Météorol. phys.GL. Alger.219p.*

T

Tacon, F. (1978).La présence d calcaire dans le sol. Influence sur le comportement de l'Epicéa commun (*Picea exce/sa* Link.) et du Pin noir d'Autriche (*Pinus Nigra nigricans* Host.) .*Ann.Sei.forest.*, 35 (2), 165-174.

W

Wezel, A.; Rajot, J.L. & Herbrig, C. 2000.Influence of shrubs on soil characteristics and their functions in Sahelian agroecosystems in semi arid Niger. *Journal of Arid Environments*, 44: 383- 398.

Y

Youssef, O. (2015). Distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages

Référence bibliographique

(*hyménoptera ; apoidea*) à travers les monts de Tlemcen. Ed : Université Aboubakr belkaïd–tlemcen faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département d'écologie et environnement : Pp 65.

Les sites internet

<http://www.tela-botanica.org/>

google earth, 2018.

Wikipédia, 2018

Annexe

1. Donnée climatique de wilaya de Tébessa :

Mois	J	F	M	A	M2	J3	JT	AU	S	O	N	D
Tm(c °)	6,34	7,51	10,14	13,27	18,31	23,36	26,63	25,94	21,67	17	11,28	7,66
Pri(m m)	28,41	26,73	39,24	34,96	37,1	27,27	14,6	28,4	42,3	32,11	29,52	31,2

2. Etude pédologique

2.1 pH eau du sol

Site	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
Bir el Ater	7.44	7.83	7.86	7.6	7.71	7.35	7.88	7.84	7.95
Boukhadra	7.81	7.84	7.95	7.99	7.9	7.97	7.66	7.8	7.69

2.2 Conductivité électrique du sol (CE)

Site	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
CE(us/cm) Bir el ater	1933	1952	1958	426	517	693	292	301	256
CE (us/cm) Boukhadra	567	669	507	468	540	463	1388	1433	1633
CE(ms/cm) Bir el ater	1.933	1.952	1.958	0.426	0.517	0.693	0.293	0.301	0.256
CE(ms/cm) Boukhadra	0.567	0.669	0.507	0.468	0.540	0.463	1.388	1.433	1.633

2.3 Calcaire total

Bir el ater

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
P1	160.68	163.68	164.46	158.26	162.32	160.69	159.58	161.39	162.36
P2	158.78	161.77	162.33	157.08	160.98	159.26	158.83	160.36	161.08
Poids de co ₂ dégagé	1.9	1.91	2.13	1.18	1.34	1.43	0.75	1.03	1.27
CaCO ₃ (%)	86.41	86.86	96.78	53.66	60.94	65.04	34.11	46.84	57.76

Boukhadra

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
P1	160.68	157.92	158.84	157.98	158.45	157.31	161.09	160.1	159.14
P2	160.05	157.38	158.28	157.53	158.05	156.91	160.59	159.68	158.70
Poids de co ₂ dégagé	0.63	0.54	0.56	0.45	0.4	0.39	0.5	0.42	0.86
CaCO ₃ (%)	28.65	24.56	25.47	20.46	18.19	17.74	22.74	19.10	39.11

2.4 Calcaire actif

Bir el Ater

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
V.kMnO ₄ 0.2N(ml)	8.8	8.7	9.2	10.5	11.5	10.8	10.1	10.2	9.8
CaCO ₃ (%)	7.61	7.76	6.96	4.86	3.24	4.37	5.51	5.35	5.99

Boukhadra

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
V.kMnO ₄ 0.2N(ml)	11.57	12	11.5	11.4	11	12.5	9.9	10	10.7
CaCO ₃ (%)	3.13	2.43	2	3.4	4.05	1.62	5.83	5.62	4.54

2.5 Carbone et Matière organique

Bir el Ater

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
X(ml) solution de Mohr	2.8	2.8	3	3	3	2.8	3	3.3	3
carbone (%)	0.215	0.215	0.154	0.154	0.154	0.215	0.154	0.061	0.154
MO(%)	0.37	0.37	0.26	0.26	0.26	0.37	0.26	0.10	0.26

Boukhadra

Station	montagne			oued			plaine		
Répétition	01	02	03	01	02	03	01	02	03
X(ml) solution de Mohr	3.2	3	3	3.2	3.2	3	3	3	3
carbone (%)	0.09	0.154	0.154	0.09	0.09	0.154	0.154	0.154	0.154
MO(%)	0.15	0.26	0.26	0.15	0.15	0.26	0.26	0.26	0.26

4. ANOVA de l'étude pédologique à α 5%

4.1. pH

Anova à un seul facteur : Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Boukhadra	2	0.17	0.085	2.775 ns	0.140
Bir el Ater	2	0.086	0.043	9.850*	0.013

Tukey test; variable pH ,Homogenous Groups, alpha = ,05 ; MS = ,00437, ddl = 6

Bir el Ater	pH - Mean	1	2
Plaine	7,716667	A	
Montagne	7,866667	A	B
Oued	7,953333		B

Anova à deux facteurs : Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ater et les trois sites.

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	0.073	0.073	4.193*	0.063
Sites	2	0.008	0.004	0.225 ns	0.801
Stations*Sites	2	0.248	0.124	7.088*	0.009

4.2. Conductivité électrique du sol (CE)

Anova à un seul facteur : Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Bir el Ater	2	4.805	2.403	376*	0.000
Boukhadra	2	1.814	0.907	106.4*	0.000

Tukey test; variable CE, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$; MS = ,00437, ddl = 6

Bir el Ater	Moyenne	Groupes
Plaine	0.283	A
Oued	0.545	B
Montagne	1.947	C

Tukey test; variable CE, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$; MS = ,0.00852, ddl = 6

Boukhadra	Moyenne	Groupes
Oued	0.490	A
Montagne	0.581	A
plaine	1.484	B

Anova à deux facteurs CE: Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ateret les trois sites.

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	0.024	0.024	3.255 ns	0.096
Sites	2	1.672	0.836	112.1*	0.000
Stations*Sites	2	4.947	2.473	331.7*	0.000

Tukey test; variable CE, Groupeshomogènes, $\alpha = ,05$ MS = ,00746, ddl = 12

	Station	Site	Moyenne	Groupes
3	Bir el Ater	plaine	0,283333	A
5	Boukhadra	oued	0,490333	AB
2	Bir el Ater	oued	0,545333	C
4	Boukhadra	montagne	0,581000	C
6	Boukhadra	plaine	1,484667	D
1	Bir el Ater	montagne	1,947667	E

4.3. Calcaire total (CaCO₃)

Anova à un seul facteur CaCO₃TOTAL: Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Bir el Ater	2	3011	1506	21.75*	0.002
Boukhadra	2	122.8	61.40	1.531ns	0.290

Tukey test; variable CaCO₃TOTAL, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$; MS = 69.227, ddl = 6

Bir el Ater	Moyenne	Groupes
Plaine	46.236	A
Oued	59.880	A
Montagne	90.016	B

Anova à deux facteurs $\text{CaCO}_{3\text{TOTAL}}$: Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ateret les trois sites. $\alpha = ,05$

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	7704	7704	140.9*	0.000
Sites	2	1664	823	15.1*	0.001
Stations*Sites	2	1488	744	13.6*	0.001

Tukey test; variable $\text{CaCO}_{3\text{Total}}$, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$ MS = 54,67, ddl = 12

	Station	Site	Moyenne	Groupes
5	Boukhadra	oued	18,79667	A
4	Boukhadra	montagne	26,22667	AB
6	Boukhadra	plaine	26,98333	AB
3	Bir el Ater	plaine	46,23667	BC
2	Bir el Ater	oued	59,88000	C
1	Bir el Ater	montagne	90,01667	D

4.4 Calcaire actif (CaCO_3)

Anova à un seul facteur $\text{CaCO}_{3\text{actif}}$: Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Bir el Ater	2	14.78	7.391	22.75*	0.002
Boukhadra	2	13.47	6.735	8.465*	0.018

Tukey test; variable $\text{CaCO}_{3\text{actif}}$, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$; MS = 0.324, ddl = 6

Bir el Ater	Moyenne	Groupes
Oued	4.156	A
Plaine	5.616	B
Montagne	7.293	C

Tukey test; variable CaCO_3 actif, Groupes homogènes, $\alpha = ,05$; MS = 0.795, ddl = 6

Boukhadra	Moyenne	Groupes
Montagne	2.52	A
Oued	3.02	A
Plaine	5.33	B

Anova à deux facteurs CaCO_3 actif: Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ateret les trois sites.

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	19.18	19.18	31.23*	0.000
Sites	2	11.20	5.60	10.00*	0.003
Stations*Sites	2	17.05	8.52	15.21*	0.001

Tukey test; variable CaCO_3 Actif, Groupeshomogènes, $\alpha = ,05$ MS = ,00746, ddl = 12

	Station	Site	Moyenne	Groupes
4	Boukhadra	montagne	2.52	A
5	Boukhadra	oued	3.02	A
2	Bir el Ater	oued	4.156	AB
6	Boukhadra	Plaine	5.33	BC
3	Bir el Ater	plaine	5.616	BC
1	Bir el Ater	montagne	7.29	D

4.5. Carbone total

Anova à un seul facteur Carbone: Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Bir el Ater	2	0.238	0.0037	2.193ns	0.192
Boukhadra	2	0.002	0.0013	1.50ns	0.296

Anova à deux facteurs : Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ateret les trois sites.

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	0.004	0.004	3.112ns	0.103
Sites	2	0.002	0.001	0.711ns	0.511
Stations*Sites	2	0.008	0.004	3.198ns	0.077

4.6. Matière organique (MO)

Anova à un seul facteur MO : Comparaison des sites de chaque station

	Ddl	SS	MS	F	P
Boukhadra	2	0.025	0.0127	2.303 ns	0.181
Bir el Ater	2	0.016	0.0026	1.500 ns	0.296

Anova à deux facteurs MO : Entre Stations de Boukhadra et Bir el Ateret les trois sites.

	Ddl	SS	MS	F	P
Stations	1	0.014	0.014	3.378ns	0.091
Sites	2	0.007	0.003	0.836ns	0.457
Stations*Sites	2	0.027	2.013	3.245ns	0.075