

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI Laghouat

جامعة عمار تليجي - الاغواط

Faculté des Sciences

كلية العلوم

Département de Biologie

قسم البيولوجيا



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Option : Ecologie végétale (steppes et oasis)

Présenté par :

SAADAOUI Kouider

Thème

**Contribution à l'étude de la végétation dans
trois unités géomorphologiques de la steppe
centrale (région de Laghouat)**

Soutenu le 25 juin 2014

Devant le jury

M^r SARIDI A

Président

M^{elle} HOUYOU Zohra

Rapporteur

M^{elle} OMRANI O

Examinatrice

Année Universitaire, 2010- 2014

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie mon dieu le tout puissant de m'avoir protégé et guidé pour réaliser ce modeste travail.

*J'exprime ma profonde reconnaissance à Melle **Houyou Zohra** maître assistante à l'université Amar Téliidji de Laghouat de m'avoir encadrée, pour les conseils qu'elle n'a cessé de me prodiguer et pour m'avoir guidé jusqu'au bout dans la réalisation de ce travail.*

*Je remercie également Monsieur **KOUIDRI Mohamed** pour ses conseils et son aide et ses orientations.*

Ensuite, je remercie tous les membres de jury pour leur acceptation de juger ce modeste travail.

Enfin, j'exprime mes vives reconnaissances envers tous mes amis ; ainsi que tous ceux qui ont participé à ma formation. Plus particulièrement : Sardoune M. Boumedienne A. Djoudi H. Bouaffou S. Labiadh R.

ملخص

العنوان: المساهمة في دراسة نباتات ثلاث وحدات جيومورفولوجية في مناطق السهوب الوسطى (منطقة الأغواط)
يعتبر علماء البيئة أن من بين النتائج المباشرة لتدهور الأراضي في المناطق السهبية , انتشار و توسع الزراعة غير المربحة, والتي تتم في كثير من الأحيان على حساب المناطق الرعوية الجيدة. حيث تعتبر منطقة مقران الواقعة بولاية الأغواط نموذجاً حقيقياً لهذه الوضعية, أين يتم فيها توزيع الأراضي على السكان المحليين في إطار عملية الاستصلاح الزراعي. ونظراً لهذه الوضعية, فإن هذا العمل يعرض نتائج عملية جرد للغطاء النباتي في ثلاث وحدات جيومورفولوجية , تمثل فيها الوحدة الثالثة منطقة لزراعة الحبوب, حيث تم جرد 27 صنف موزعة على 12 عائلة نباتية (21 صنف نباتي في الوحدة الجيومورفولوجية الأولى, 20 صنف في الوحدة الجيومورفولوجية الثانية) بالإضافة إلى التحليل الكمي و الرعوي للأصناف النباتية. حيث عكست هذه النتائج مدى التدهور الملاحظ لهذه المنطقة .

الكلمات المفتاحية

النبات , مناخ , غطاء أرضي , التنوع البيولوجي.

Résumé

Titre : Contribution à l'étude de la végétation dans trois unités géomorphologiques de la steppe centrale (région de Laghouat)

Les pastoralistes et les écologues, s'accordent à dire que l'une des conséquences directe de la dégradation des terres en zone steppique est l'extension de l'agriculture non rentable, qui s'est faite aux dépens des terres de parcours souvent les meilleures. La région de Mokrane dans la wilaya de Laghouat en est un exemple type de cette situation. Les terres dans cette zone sont proies à des morcellements par la population locale en vue de leur mise en valeur agricole. Face à ce constat, ce travail présente les résultats d'inventaires de la végétation dans trois unités géomorphologiques dont des zones cultivées en céréaliculture pluviale fait ressortir une richesse floristique de 27 taxa appartenant à 24 genres regroupés dans 12 familles botaniques. Parmi les familles les mieux représentées se rencontrent la famille des *Fabaceae* avec 07 espèces suivie par les *Asteraceae* avec 05 espèces et *Brassicaceae* avec 04 espèces, les *Poaceae* avec 03 espèces et enfin, les *Anacardiaceae*, les *Apiaceae*, les *Caryophyllaceae*, les *Cistaceae*, les *Géraniaceae*, les *Plantaginaceae*, les *Thymelaeaceae* et les *Zygophyllaceae* ne sont présentes que par une espèce seulement. Également ont été quantifiés leurs phytomasse et leurs valeurs pastorales respectives. Les résultats montrent des faiblesses des quantités mesurées traduisant ainsi une tendance favorable à une dégradation irréversible.

Mots clés :

Végétation, climat, couverture de sol, biodiversité.

Summary:

Pastoralists and ecologists agree that one of the direct consequences of land degradation in the steppe is the unprofitable cropping extension, which is often made depending of the best grazing. The region of Mokrane in the province of Laghouat is a typical example of this situation. The lands in this area are prey grinds by the local population for their agricultural development. Given this situation, this work presents the results of vegetation inventories in three geomorphologic units, in which with areas cultivated in rainfed cropping. Were also quantified their phytomass and their pastoral values. The results show the weaknesses of measured quantities reflecting a favorable trend to irreversible degradation.

Key words:

Vegetation, climate, soil cover, biodiversity.

Liste des Abréviations

CRSTRA	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.
CRSTRA	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.
E	Equitabilité
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FNRA	Fonds National de la révolution agraire
FS	Fréquence spécifique
Fig	Figure
H'	Diversité spécifique de Shannon
Ha	Hectare
HCDS	Haute Commissariat de Développement Steppique
Kg	Kilogramme
M	Mètre
M.A.D.R	Ministère de L'Agriculture et du Développement Rural
MA:	Matière Azotée
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
MM	Matière Minérale
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
ONM	Office Nationale de Météorologie
OSS	Observation du Sahara et du Sahel
OSS:	Observatoire du Sahara et du Sahel
P	Précipitation
PAN	Programme d'Action National de lutte contre la désertification
P-H	Période humide
P-S	Période sèche
ROSELT/OSS	: Réseau D'observatoires De Surveillance Ecologique A Long Terme
T	Température
Tab	Tableau
UF :	Unité fourragère
UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
VP	Valeur pastorale

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Localisation géographique des différentes stations d'étude.	16
2	L'analyse granulométrique des échantillons du sol géomorphologiques	29
3	Température et précipitation moyennes mensuelles (°C) des régions de Laghouat (2001 –2013) (annexe 08)	73
4	Espèces inventoriées suivant les différentes familles (Annexe 09)	74
5	Espèces inventoriées suivant les différentes catégories biologiques (vivaces et éphémères) (Annexe 10)	75
6	Espèces inventoriées dans la première unité géomorphologique	33
7	Espèces inventoriées dans la deuxième unité géomorphologique	34
8	Richesse des différentes stations étudiées	36
9	Abondance - dominance des espèces inventoriées dans des deux unités géomorphologiques (Annexe 11)	76
10	Diversité (H'), Diversité maximale (H' max.) des espèces échantillonnées dans les stations étudiées	37
11	Variations de la densité des espèces dans les deux unités géomorphologiques. (Annexe 12)	78
12	Production totale de la biomasse humide des différentes stations (Annexe 13)	80
13	Résultats d'analyse de la biomasse végétale dans les trois unités	43

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Localisation des steppes Algériennes Source: (NEDJRAOUI et BÉDRANI, 2008).	3
2	Localisation de la zone d'étude	14
3	Aspect physionomique des trois unités géomorphologiques	15
4	Schéma de la méthode de Parker	21
5	Profil du sol de Mokrane (Cliché : Goffin ; 2009, Laghouat)	28
6	Diagramme Ombrothermique de la région de Laghouat (2001-2013)	30
7	Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de la région de Laghouat	31
8	Variation des moyennes journalières des précipitations dans la région de Laghouat	32
9	Importance des principales familles observées dans les deux unités géomorphologiques	35
10	Diversité de Shannon et Equitabilité (E) dans les différentes stations d'études	38
11	Evolution de la densité des espèces vivaces dans les stations étudiées	40
12	Evolution du recouvrement total dans les deux unités géomorphologiques	40
13	Répartition des éléments de surface de sol dans les deux unités géomorphologiques	41
14	La production totale de matière sèche des unités géomorphologiques	42
15	Evolution de : % moyen de matière organique (MO) et matière minérale (MM) dans les trois unités géomorphologiques	44
16	Production moyenne de matière azotée dans les trois unités géomorphologiques	44
17	Valeur pastorale dans deux unités géomorphologiques	45
18	Productivité pastorale des deux unités géomorphologiques	46
19	Charge pastorale dans deux unités géomorphologiques	47
20	Dendrogramme de la CHA de la distribution des espèces dans les unités géomorphologiques.	48

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I - Présentation de la steppe Algérienne	
I.1.- Présentation de la région steppique.....	3
I.1.1.- Le climat.....	3
I.1.2.-Les sols.....	4
I.1.3.- Les ressources Hydriques.....	5
I.1.4.- Les ressources végétales.....	5
I.1.4.1.- Les steppes à alfa.....	6
I.1.4.2.- Les steppes à armoise blanche.....	6
I.1.4.3.- Les steppes à sparte.....	6
I.1.4.4.- Les steppes à halophytes.....	6
I.1.4.5.- Les steppes à remth.....	6
I.1.4.6.- Les steppes à psammophyte.....	7
I.2.- Les causes de déséquilibre de milieu steppique.....	7
I.2.1.- Causes naturelles	7
I.2.2.- Causes anthropiques.....	8
I.2.2.1.- Croissance de la population steppique.....	9
I.2.2.2.- La densité du cheptel steppique.....	9
I.2.2.3.- Défrichage des parcours et pratiques culturales.....	10
I.2.2.5.- Régime juridique des terres steppiques.....	10
I.2.2.4.- L'éradication des plantes ligneuses.....	10
I.3.- Travaux d'inventaire des ressources naturelles.....	11
I.4.- Autres études dans le milieu steppique.....	11
Chapitre II - Matériels et méthodes du travail	
II.1.-Localisation de la zone d'étude.....	13

II.2.-Méthode d'approche de terrain.....	14
II.3.- Données pédologiques.....	17
II.3.1.-Méthode d'analyse granulométrique	17
II.4.- Données floristiques.....	17
II.4.1.- Etude quantitative.....	18
II.4.1.1.- La richesse floristique.....	19
II.4.1.2.- La fréquence spécifique (FSi).....	19
II.4.1.3.- La contribution spécifique (CSi).....	19
II.4.1.4.- La densité.....	19
II.4.1.5.-Le recouvrement.....	21
II.4.1.6.- Le coefficient d'abondance – dominance.....	22
II.4.2.- La phytomasse.....	22
II.4.2.1.- Détermination de la biomasse sèche.....	23
II.4.2.2.- Détermination de la matière minérale et organique	23
II.4.2.3.- Azote total.....	24
II.4.3.- Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	24
II.4.3.1.- Indice de diversité de Shannon-Weaver (H').....	24
II.4.3.2.- Diversité maximale (H' max).....	24
II.4.3.3.- Equitabilité (E)	25
II.4.4.- La valeur pastorale.....	25
II.4.5.- La productivité pastorale.....	26
II.2.4.6.- La charge pastorale.....	26
II.5.- Analyse statistique.....	27
 Chapitre III – Résultats	
III.1.- Milieu physique.....	28

III.1.1.-Analyses du sol	28
III.2. -Climatologie de la zone d'étude.....	29
III.2.1.- Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	29
III.2.2.- Climagramme pluviothermique d'EMBERGER.....	30
III.2.3.- Climatologie actuelle.....	31
III.3.- Analyse Floristique.....	32
III.3.1.- Richesse totale	32
III.3.2.- La richesse stationnelle	35
III.3.3.- Abondance – dominance des espèces.....	36
III.3.4.-Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité.....	37
III.3.4.- La densité.....	38
III.3.4.1. - Unité géomorphologique I.....	38
III.3.4.2. -Unité géomorphologique II.....	39
III.3.5.-Le recouvrement	40
III.3.5.1.- Partie végétale	40
III.3.5.2.- Partie non végétale	41
III.3.6.-Évaluation de la phytomasse dans les trois unités géomorphologiques.....	41
III.3.6.1.- Biomasse humide.....	41
III.3.6.2. -Biomasse sèche	41
III.3.6.2.1- Production de biomasse sèche.....	41
III.3.6.2.1. -Analyse chimique de phytomasse.....	42
III.3.7. -La valeur pastorale.....	45
III.3.8. -La productivité pastorale.....	45
III.3.9. -La charge pastorale.....	46
III.4.- Analyse statistique.....	47
Chapitre IV - Discussions	
IV.1.-Sol de la zone d'étude.....	49

IV.2.-Climatologie.....	49
IV.3.-Analyse floristique.....	49
IV.3.1-Richesse totale.....	50
IV.3.2-Richesse stationnelle.....	51
IV.3.3.-Abondance – dominance des espèces.....	52
IV.3.4.-Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité.....	52
IV.3.5.- La densité.....	53
IV.3.6.-Le recouvrement.....	53
IV.3.6.1.-Partie végétale.....	53
IV.3.6.2.- Partie non végétale.....	54
IV.3.7.-Évaluation de la phytomasse dans les trois unités géomorphologiques.....	54
IV.3.8. -La valeur pastorale.....	55
IV.3.9.- La productivité et la charge pastorale.....	56
Conclusion générale	57
Références bibliographiques	59
Annexes	66

Introduction générale

Les steppes algériennes situées entre l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au sud par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (DJEBAILLI, 1978 ; LE HOUEROU *et al*, 1979 ; DJALLOULI, 1990).

Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures... Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Près de 500.000 hectares de terres en zones steppiques sont en voie de désertification, et plus de 7 millions d'hectares sont directement menacés par le même processus MATE (2002). La superficie des parcours dégradés, après avoir atteint 5 millions d'ha en 1985, s'est élevée à 7,5 millions d'ha en 1995, alors que les superficies palatables sont passées de 10 millions d'ha à 8,7 millions d'ha sur cette même période BENSOUILAH, (2003). L'Algérie est l'un des pays les plus touchés par la désertification, près de 20 millions d'hectares de parcours steppiques et 12 millions d'hectares de parcours présahariens, se trouvant dans l'étage bioclimatique semi-aride à aride, l'Algérie perd ainsi quelques milliers d'hectares chaque année.

Les pastoralistes et les écologues, s'accordent à dire que l'une des conséquences directe de la désertification en zone steppique est l'extension de l'agriculture, non rentable, qui s'est faite aux dépens des terres de parcours souvent les meilleures. Elle est dangereuse car d'une part la mécanisation des labours et surtout l'utilisation des charrues à disques entraînent une destruction complète des espèces pérennes et une réduction importante des espèces végétales spontanées (ABDELGUERFI et LAOUAR, 1996), et d'autre part, la mise en valeur des terres entraîne une surcharge des parcours restants et par conséquent, un surpâturage et une régression de ressources végétales. Cette mise en valeur des terres s'est accompagnée par une expansion des forages aboutissant à la surexploitation de l'eau souterraine et la salinisation du sol faute de drainage.

De plus, la faible rentabilité de l'agriculture dissuadent souvent les agriculteurs et finissent par abandonner leurs exploitations. Ces exploitations abandonnées, et bien après avoir détruit

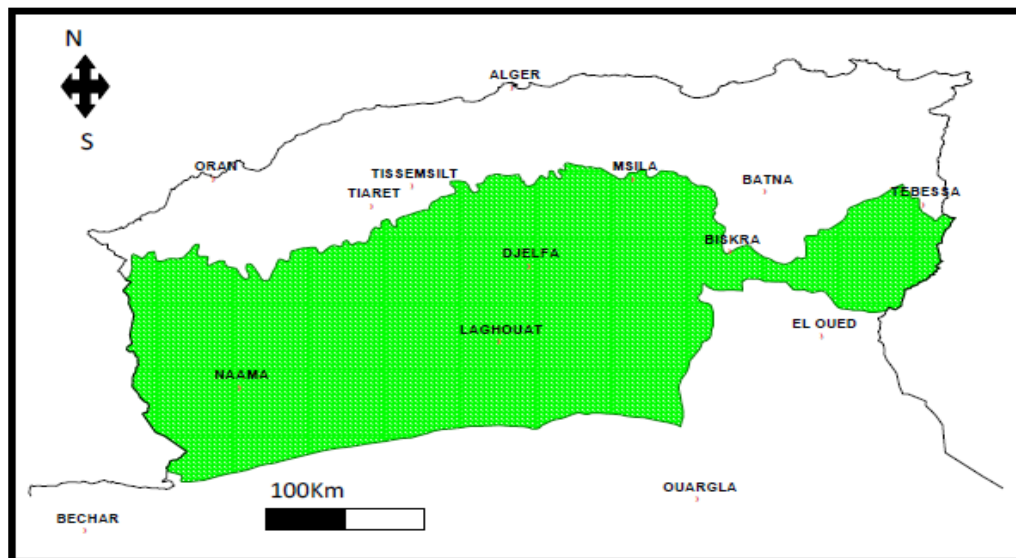
tout leur couvert végétal spontané, sont laissées nues et subissent les effets des érosions éolienne et hydrique renforçant ainsi le processus de désertification déjà très avancé. (ABDELGUERFI et LAOUAR 1996, CORNET 2002, DGF 2007).

Face à ce constat, et pour suivre l'évolution de ce phénomène dans notre région d'étude, une attention particulière est portée à faire un inventaire de la végétation dans trois unités géomorphologiques grâce à un échantillonnage floristique, suivie d'une évaluation de paramètres quantitatifs tel que la phytomasse et la valeur pastorales.

Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les steppes Algériennes. Le second chapitre élucide les matériels et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. Le troisième chapitre est réservé aux différents résultats obtenus. Pour la discussion des résultats, elle est placée à part dans le quatrième chapitre. En fin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.

Chapitre I - Présentation de la région steppique algérienne

La steppe algérienne constitue une vaste région qui s'étend du Sud de l'Atlas saharien, formant un ruban de 1000 km de long sur 300 km de large, réduite à moins de 150 km à l'Est (Fig. 1). Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares mais compte 15 millions d'hectares de parcours et sa limite Nord commence avec le tracé de la limite des précipitations moyennes annuelles de 400 mm, qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec pour se limiter au Sud de l'Atlas saharien à 100 mm de précipitations. D'énormes potentialités en termes de ressources naturelles risquent d'être irréversiblement compromises par l'évolution du climat et les mutations socio-économiques dans le milieu steppique qui reste l'ultime barrière naturelle contre le désert. Cet espace est sérieusement menacé par le processus de désertification (BENGUERAI, 2011).



Source : NEDJRAOUI et BÉDRANI., 2008

Figure 1: Localisation des steppes Algériennes

I.1.- Présentation de la région steppique

I.1.1.- Le climat

Les steppes se caractérisent par un climat de type méditerranéen avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide. Diminution et irrégularité accrue des pluviosités, augmentation des températures et de la longueur des périodes de sécheresse estivale rendant encore plus difficiles les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (LE HOUÉROU, 1996).

En général, la pluviométrie moyenne annuelle est faible (entre 100 et 400 mm/an) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averses) et leurs aspects orageux. Ces deux phénomènes favorisent l'érosion hydrique. Le régime thermique des steppes est du type continental. Selon la classification faite par LE HOUÉROU (2004), l'Algérie steppique reste dans sa plus grande partie comprise entre les isothermes $+1^{\circ}\text{C}$ et $+3^{\circ}\text{C}$, l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C . Une autre caractéristique du climat steppique est le vent violent. En effet, celui de l'hiver occasionne des dégâts; celui de l'été venant du Sahara (sirocco), est le plus catastrophique; est un vent chaud qui souffle de 20 à 30 jours par an et a des effets dégradants sur la végétation.

Ces variations de précipitations et de températures ont des conséquences sur l'état de la végétation, et par conséquent sur la conduite du cheptel et la vie des éleveurs qui remédiaient autrefois à ces contraintes par de longs déplacements (transhumance). Ces déplacements épargnaient le surpâturage des parcours fragilisés et peu productifs. Mais cette pratique a diminué considérablement ses dernières décennies et elle a été remplacée par la sédentarisation des éleveurs.

I.1.2.- Les sols

Selon HALITIM (1988), les principaux types de sols peuvent être définis par unité géologique et géomorphologique, au niveau des massifs montagneux se rencontrent, selon la roche mère, deux grandes catégories de sols : d'une part, sur substrat dur (calcaire, grès), des lithosols (durs) et rendzines; d'autre part, sur substrat tendre (marne, marno-calcaire), des régosols et des sols bruns calcaires. Sur les glacis à encroûtement calcaire-gypseux se développent des sols à texture limono-sableuse, peu évolués. Les systèmes dunaires, correspondent à des sols minéraux bruts, d'apport éolien et au niveau des sebkhas la nappe phréatique saline conditionne la formation de sols halomorphes.

Deux ensembles de facteurs édaphiques ont une influence déterminante sur la végétation :

- Les facteurs du bilan hydrique, en particulier la capacité de rétention en eau du sol (liée à la texture, à la teneur en matière organique et au type de substrat) ainsi que la valeur des apports complémentaires (ruissellement, nappe phréatique).
- les facteurs chimiques, principalement le rôle des horizons d'accumulation des sels.

La géomorphologie dans les zones arides chaudes est constituée par trois à quatre glacis d'érosion emboîtés, hérités du Quaternaire; ces glacis sont plus ou moins remaniés par l'érosion actuelle résultant de processus hydriques et éoliens. Les deux séries de processus sont généralement juxtaposées, la dominance de l'une ou de l'autre dépendant des conditions locales notamment des matériaux disponibles et de la pression anthropozoïque. Ces sols sont pauvres en matière organique de 0.1 à 1 % et peu évolués et les sols azonaux comprennent d'importantes superficies de sols halomorphes, hydromorphes (LE HOUEROU, 1995).

I.1.3.- Les ressources Hydriques

Le potentiel des ressources en eau est localisé dans le Nord de l'Algérie qui englobe les bassins tributaires de la Méditerranée et les dépressions fermées (Chotts) des Hauts Plateaux. Les potentialités en eau du pays s'élèvent à environ 16,8 milliards m³, dont 80 % sont renouvelables (70 % pour les eaux de surfaces et 10 % pour les eaux souterraines) et sont localisées dans la frange nord du pays. Les ressources non renouvelables concernent les nappes du Sahara septentrional qui seraient exploitées comme un gisement et qui se traduit par un abatement continu du niveau de ces nappes.

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).

I.1.4.- Les ressources végétales

La végétation steppique est de très inégale valeur, tant pour sa composition floristique que par sa densité (LE HOUEROU, 2001). Si on impute les zones de cultures, les forêts et les zones improductives, il nous reste 15 millions d'hectares de végétation steppique qu'occupent les parcours. Les différents types de parcours steppiques sont :

I.1.4.1.- Les steppes à alfa

Les steppes à alfa, qui occupaient 4 millions d'hectares en 1975, présentent une forte amplitude écologique (ACHOUR, 1983 ; KADI-HANIFI, 1998). La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique. La valeur peu importante permet un cortège de 4 à 6 hectares par mouton (NEDJRAOUI, 1981 ; AIDOU, 1983 ; NEDJRAOUI, 1990).

I.1.4.2.- Les steppes à armoise blanche

Les steppes à armoise blanche recouvrent 03 millions d'hectares en aire potentielle. L'armoise ayant une valeur fourragère importante de 0.45 à 0.70 UF/Kg MS. Ces steppes sont souvent considérées comme les meilleurs parcours. La charge pastorale est de 1 mouton par 1 à 3 hectares (NEDJRAOUI, 1981).

I.1.4.3.- Les steppes à sparte

Les steppes à sparte couvrent 02 millions d'hectares. *Lygeum spartum* ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0.3 à 0.4 UF/Kg MS). La productivité relativement élevée (110 Kg de MS/ ha/an). Des espèces annuelles et petites vivaces conifères à ces types de parcours, une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et charge de 2 à 5 hectares par mouton (DJEBAILLI, 1978).

I.1.4.4.- Les steppes à halophytes

Ces steppes couvrent environ 01 millions d'hectares et occupent les terrains salés à proximité des chotts et des dépressions. Ce sont surtout les *Salsola* et aussi les *Atriplex* qui constituent d'excellents pâturage dont la permanence pendant la saison sèche assure l'alimentation de nombreux troupeaux des hautes plaines, alors que autre ne leur offrent plus qu'une nourriture insuffisante (GUIRAA, 2005).

I.1.4.5.- Les steppes à remth

Forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12.5 %. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie (20 à 200 mm/an), thermophilie, variantes chaude et fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou siérozems encroûtés font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique de remth (*Arthrophytum scoparium*) est de l'ordre de 0.2 UF/ Kg MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 Kg MS/ha et

la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an. Ce type de steppe est surtout exploité par les camelin (NEDJRAOUI, 1981).

I.1.4.6.- Les steppes à psammophyte

Sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ces formations sont inégalement réparties et occupent une surface estimée à 200.000 hectares. Elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts. Elles sont plus fréquentes en zones aride et présaharienne. Ces formations psammophytes sont généralement des steppes graminéennes à *Stipagostis pungens* et *Thymelea microphylla* ou encore des steppes arbustives à *Retama raetam* et leurs valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha (NEDJRAOUI, 1981).

I.2.- Les causes de déséquilibre de milieu steppique

Face à l'accroissement de la population humaine et animale sur un espace vital de plus en plus réduit, on assiste actuellement à une surexploitation de ce qui reste des parcours steppiques. La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs anthropiques qui favorisent une action anarchique de l'homme sur l'écosystème.

I.2.1.- Causes naturelles

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont fortement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones. L'action combinée des facteurs climatiques et édaphiques font que les parcours sont soumis à une dégradation accentuée par le phénomène de l'érosion (LE HOUEROU, 1995).

Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des évènements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (BENSOUIAH, 2006).

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).

L'action de l'érosion éolienne accentue le processus de désertification. Elle varie en fonction de l'importance du couvert végétal (AÏDOUD et *al*, 2006).

Dans un milieu ouvert où la végétation a un recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent opère un tri en emportant les fines particules telles que les limons et les argiles et laisse sur place des sols squelettiques à dominance d'éléments grossiers présentant un faible pouvoir de rétention d'eau, qui ne peut favoriser la remontée biologique. Ce type d'érosion provoque une perte de sol 150 à 300 t/ha/an, dans les steppes défrichées (Le HOUEROU, 1996).

L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (LE HOUEROU, 1995).

I.2.2.- Causes anthropiques

L'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économiques et à l'évolution des techniques de production (LE HOUEROU, 2002). En effet, suite à l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une partie croissante de la population, on assiste à une extension rapide de l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissants. Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales de plus en plus réduites et par le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des besoins en combustibles (FLORET et *al.*, 1992). Ces différents phénomènes ont contribué à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production.

Dans les zones les plus vulnérables, la surexploitation des ressources naturelles renouvelables a eu pour effet de favoriser différents processus de dégradation conduisant à

une progression rapide de la désertification. L'économie de ces zones est basée sur l'élevage extensif des ovins, ainsi que la culture sporadique de céréales en sec (LE HOUEROU, 2001). Le problème majeur auquel l'élevage fait face dans ces zones est la rareté et l'irrégularité des ressources alimentaires. La production animale des ruminants dans les zones arides se caractérise par des crises périodiques dues à des disettes résultant de la sécheresse (LE HOUEROU, 2006).

Compte tenu de l'état de dégradation des écosystèmes naturels et de la forte pression humaine et animale qui s'exerce sur ces écosystèmes, la reconstitution du couvert végétal ne peut plus être assurée dans la plupart des cas par les mécanismes naturels de régénération et nécessite le recours à des techniques récentes d'aménagement et de gestion des terres. Ces techniques se basent sur l'utilisation judicieuse des eaux de pluie et la plantation d'espèces ligneuses contribuant aussi bien à l'accroissement de la production qu'à la protection des sols contre l'érosion (LE HOUEROU, 1992).

La dégradation des parcours steppiques due aux phénomènes naturels est amplifiée par la pression croissante que l'homme et ses troupeaux exercent sur ces écosystèmes, ce qui accélère le processus de dégradation des végétations steppiques. La sédentarisation des éleveurs, la situation du foncier ainsi que celle du marché de la viande et des céréales incitent au développement des formes d'exploitation dite minière des steppes (NEDJIMI, 2012).

I.2.2.1.- Croissance de la population steppique

La population steppique est passée de 1.255.000 habitants en 1968 à près de 4 millions en 1996. Durant la même période, la population nomade a régressé de 540.000 à 200.000 personnes. Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacements de très courte durée (augmentation du surpâturage) (MOULAI, 2008).

I.2.2.2.- La densité du cheptel steppique

L'étude menée en 1996 qui visait à déterminer l'évolution du taux de charge des parcours, fait apparaître qu'en 1968, les parcours steppiques avec leurs 1,6 milliards d'UF nourrissaient 7.890.103 équivalents-ovins, ce qui donnait une charge de 1,9 ha/équivalent ovin (CHELLIG, 1969). En 1996, le cheptel steppique équivaut à 19.170.103 équivalents ovins, et la charge réelle des 15 millions d'hectares, correspondrait à 0,78 hectares pour 1 équivalent ovin. Le cheptel a connu des fluctuations importantes que différentes raisons écologiques ou socioéconomiques peuvent expliquer BOUKHOBZA, (1982); le facteur

primordial demeure toutefois la variabilité pluviométrique directement corrélée aux disponibilités fourragères naturelles; durant les années 1940, les sécheresses pouvaient avoir des effets dévastateurs sur le cheptel mais à partir de la fin des années 1960, l'évolution du cheptel semble s'affranchir des conditions climatiques alors que la steppe vit la période sèche la plus longue à l'échelle du siècle. Les sécheresses récurrentes semblent avoir ainsi perdu leur caractère régulateur naturel du cheptel (AIDOUD, 1989).

I.2.2.3.- Défrichement des parcours et pratiques culturales

Dans le souci de combler le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse, les éleveurs des steppes, ont opté pour les céréales par le défrichement des parcours. Or, les terres steppiques sont réputées pour être squelettiques. La conséquence du labour sur de telles terres est l'augmentation de leur risque de dégradation par érosion (hydrique ou éolienne) (FLORET et *al.*, 1992).

Au cours des années 70, l'extension de la céréaliculture fut caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture grossière fragile. Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle accompagné de la destruction quasi totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (NEDJIMI ET HOMIDA, 2006).

La superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 02 millions d'hectares (PAN, 1998) la plus grande partie de ces terres se situe sur des sols fragiles en dehors des terres favorables des fonds d'oueds ou de Dayates. La technique de labour utilisée est une technique particulièrement érosive. L'utilisation de la charrue à disque ou le cover-crop pour un labour superficiel des sols à texture grossière, se justifie par son coût moins élevé pour des agro-pasteurs soumis à des aléas climatiques importants et donc obligés de minimiser leurs coûts du fait de la faible probabilité qu'ils ont d'obtenir une récolte correcte. En effet, cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol (ABDELGUERFI ET LAOUAR, 1997). Les faibles rendements obtenus (2 à 5 qx/ha) sont loin de compenser la perte de sol qui en résulte et les nuisances générées (LE HOUEROU, 2002).

I.2.2.4.- L'éradication des plantes ligneuses

Cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, mais tend de plus en plus à diminuer BOUGHANI, (1995). L'état actuel de la dégradation des peuplements

forestiers montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à déraciner les espèces ligneuses (*Armoise blanche*, *Noaea mucronata*, *Salsola vermiculata* et *Tetrenda*, *Hammada scorpioides*, etc...) où à couper les arbres ou arbuste qui subsistent (*Juniperus phoenicea*, *Tamarix*, *Jujubier*, etc...).

I.2.2.5.- Régime juridique des terres steppiques

Les terres steppiques ont été considérées pendant longtemps comme des terres «arche» et étaient perçues comme propriété privée par les groupes et personnes qui les exploitaient. Lorsqu'en 1975, suite au remaniement du Code pastoral, les terres steppiques furent reversées au domaine de l'État et que celui-ci conféra un droit d'usage aux éleveurs, ce statut ambigu de « terre sans maître » entraîna un désinvestissement tant de la part de l'État que des éleveurs, avec des conséquences néfastes comme la dégradation des parcours et la non-régénération des ressources (MATE, 2002). Le statut juridique ambigu du foncier dans la steppe encourage cette exploitation irrationnelle des ressources. En effet, les parcours steppiques dont les terres « arche » intégrées au domaine privé de l'Etat, font que les agro-pasteurs les exploitent de manière abusive sans se soucier de la régénération de la flore pastorale. « L'état actuel de dégradation atteint dans les zones arides steppiques représentant plus de 20 millions d'hectares est un problème majeur pour l'Algérie du 3ème millénaire » (BENABDELI, 1992).

I.3.- Travaux d'inventaire des ressources naturelles

La connaissance du fonctionnement des écosystèmes à travers les études sur la biomasse, la minéralomasse, la productivité primaire et les mécanismes d'adaptation aux conditions écologiques a permis de comprendre les phénomènes de désertification, l'un des déséquilibres majeurs de la biosphère, de proposer des solutions pour l'utilisation rationnelle des ressources pastorales de manière à mieux utiliser les ressources fourragères et énergétiques disponibles pour les troupeaux. Les travaux d'inventaire et d'évaluation des ressources naturelles ont donné lieu à la réalisation de cartes telles que les cartes de l'occupation des terres et pastorale de Mécheria d'El Kreider à l'échelle de 1/200.000 et les cartes pastorales de Mécheria au 1/200.000 (ROSELT/OSS, 2005).

I.4.- Autres études dans le milieu steppique

De nombreux auteurs ont orienté leurs travaux sur l'évaluation du taux de la dégradation des steppes, citons à titre d'exemple, AIDOUD (1989) a poursuivi les observations sur l'évolution saisonnière et les variations interannuelles de la végétation afin de rechercher de façon de plus en plus précise les relations milieu-plante-animal et les modèles adéquats de leur représentation. LEHOUEIROU en 1995 a étudié la bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, AIDOUD et AIDOUD (1997), ont abordé l'étude de la structure dynamique des communautés végétales du complexe alfa-armoïse-sparte.

Le fonctionnement des systèmes socio-économiques détermine l'impact des usages et des pratiques sur ces ressources. Ce suivi à long terme dans ces régions qui a débuté dès les années 1970 et se poursuit encore aujourd'hui (CRBT, 1978; URBT, 1994 ; Programme ROSELT/OSS/Algérie, 2001-2005) dans des stations installées dans différentes zones steppiques, a permis d'évaluer et de cartographier leur potentialité, de quantifier l'intensité de leur dégradation et d'identifier les facteurs qui en sont responsables. Une synthèse des travaux antérieurs est donnée dans le document final du projet ROSELT disponible en ligne sur le site de l'OSS.

Chapitre II - Matériels et méthodes du travail

La méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail repose sur la collecte de données sur terrain et par la suite leurs traitements.

Le travail de terrain a été précédé par une étape dans laquelle nous nous sommes intéressés à vérifier des aspects reflétés par l'image Satellite (Google Earth) à défaut de notre disposition d'autres images satellites. A cet effet des points sur l'image satellite (Google Earth) ont été localisés dans la zone choisie pour mener l'étude. Nous les avons géo référencer dans un GPS Garmin st62 et que nous devons donc caractériser sur place (Fig. 2) et (Tab. 1).

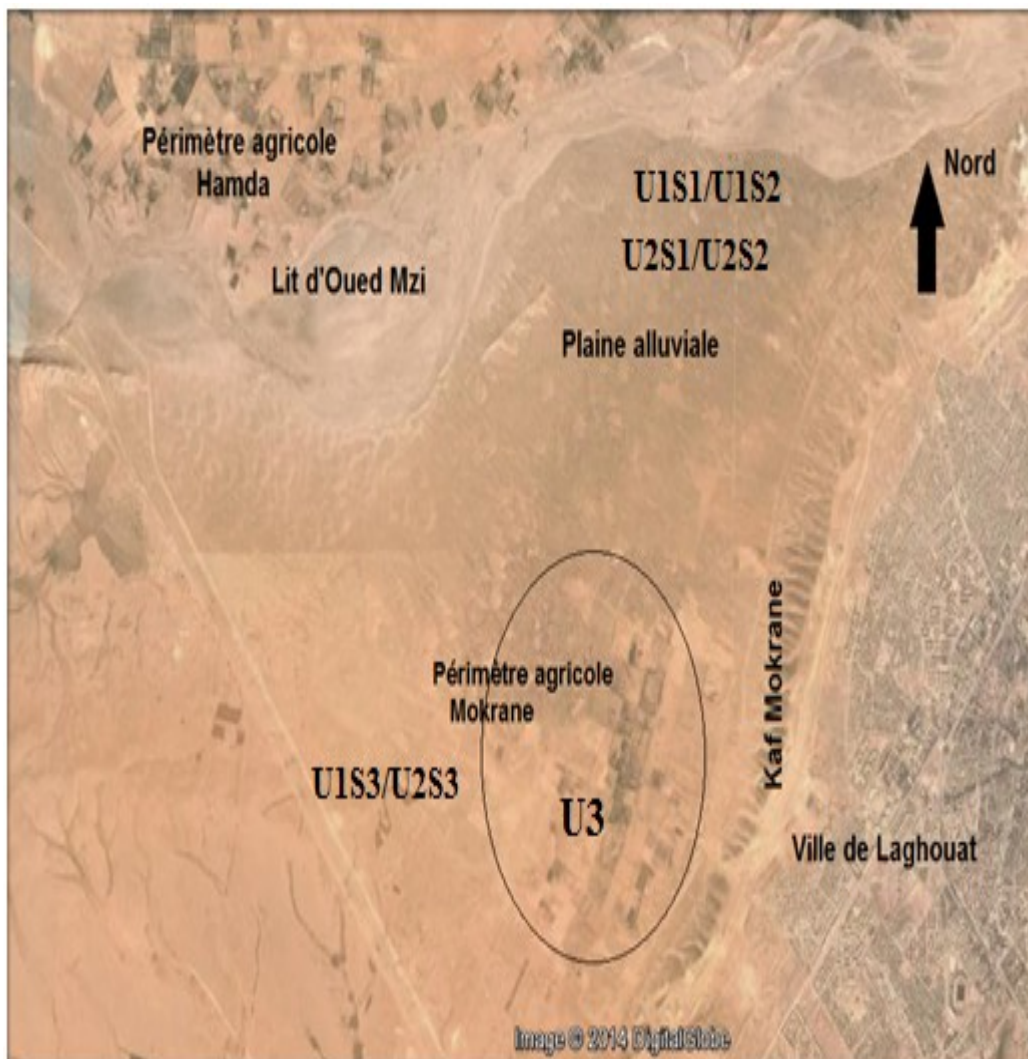
Au cours du travail de terrain nous avons procédé à une collecte de données qui nous permettront la caractérisation de la végétation et du sol (aspects) reflétés par Google Earth. Par la suite ont été effectué, des analyses et des traitements des données collectées. Sur l'image Google Earth les aspects à caractériser ont été choisis selon les couleurs reflétées : Trois aspects ont été considérés : des taches sombres ; des taches claires, et le troisième une zone agricole identifiée à partir de quadrillages que nous avons soupçonnés être les bordures de parcelles agricoles (Fig. 2).

II.1.-Localisation de la zone d'étude

La zone choisi pour mener le travail (Figure 2) est localisée dans Theniet El R'mel (passage, chemin ou voie de sable) une zone de formations sableuses peu végétalisées. Elle est située à 4 km à l'ouest de la ville de Laghouat. Limitée à l'Est par le Djebel Lahmar dit Kaf Mokrane par la population de la ville, vers le Nord elle est limitée par l'oued M'zi et à l'Ouest elle est limitée par Djebel Deloua. Dans la zone est implanté un périmètre agricole crée en 1984 dans le cadre de l'adoption de la loi portant accession à la propriété foncière agricole (APFA) (loi 83-18 du 13 août 1983) qui concernait explicitement à mettre en valeur les terres sahariennes, et fut dans la pratique étendue aux terres de parcours steppiques. Actuellement le périmètre agricole est en extension (circulaire interministérielle du 23 février 2011).

II.2.-Méthode d'approche de terrain

Le terrain a été abordé en nous basant sur un aspect physionomique. D'abord des visites des lieux de l'ensemble des points géo référencé ont été effectuées. Cela nous a permis d'identifier des unités géomorphologiques différentes. Chacune des unités géomorphologique est représentée par un ensemble de stations homogènes. Dans notre cas deux unités géomorphologiques ont été repérées UI et UII selon l'homogénéité de leurs stations respectives (Fig.3a et b). La troisième unité est représentée par des espaces repérés dans la zone du périmètre agricole formant alors UIII (Fig. 3c).



Source: Image Google EARTH, 2014
plus nos tracés

Figure 2 : Localisation de la zone d'étude



(a) : Unité géomorphologique I (cliché Saadaoui, 2014)



(b) : Unité géomorphologique II (cliché Saadaoui, 2014)



(c) : Unité géomorphologique III (cliché Saadaoui, 2014)

Figure 3 : Aspect physiionomique des trois unités géomorphologiques**Station**

En écologie, une « station » est un paysage végétal homogène ; ‘c’est un espace dans lequel les principaux facteurs écologiques, roche mère et sol, microclimat et exposition, végétation ligneuse et herbacée ; sont homogène’’ (DUCHAUFOR, 1977).

- Un site est une surface où les conditions écologiques sont considérées comme étant homogène et où la végétation est uniforme (LE FLOC’H, 2008).

Au total selon nos choix effectués préalablement sur l’image Google Earth, nous avons à caractériser un totale de 9 stations réparties en trois unités géomorphologiques représentée chacune par trois stations (Tab. 1).

Tableau 1 : Localisation géographique des différentes stations d’étude.

Points et codes attribués	N	E	Elévation (m)
UIS1	33° 49' 10,1"	002°48' 21,9"	788
UIS2	33° 49' 20,5"	002°48' 50,9"	797
UIS3	33° 46' 44,1"	002°48' 33,1"	803
UIIS1	33° 49' 09,0"	002°48' 23,1"	791
UIIS2	33° 49'15,3"	002°48' 54,9"	797
UIIS3	33° 46' 31,9"	002°48' 24,3"	800
UIIIS1	33° 48' 2,6"	002°48' 21,1"	787
UIIIS2	—	—	794
UIIIS3	—	—	791

Le premier aspect de coloration sombre sur l’image Google Earth a aboutit à reconnaître sur le terrain une première unité géomorphologique présentant un aspect caractérisé par un sol encroûté (Fig. 3a). Le deuxième aspect de coloration claire a aboutit à reconnaître sur le terrain une deuxième unité géomorphologique présentant un aspect

caractérisé par des formations dunaires (Nebkas, Micro-dunes) (Fig. 3b). Le troisième aspect identifié dans la zone agricole formera la troisième unité géomorphologique qui est représenté par un espace cultivé après labour (Fig. 3c).

II.3.- Données pédologiques

Chaque relevé floristique s'accompagne de la caractérisation du sol de ses lieux. Neuf échantillons de sol sont prélevés aléatoirement dans un rayon de 50 m autour du point central de la station. Les échantillons prélevés ont subi des analyses granulométriques.

II.3.1.-Méthode d'analyse granulométrique

Avant de faire l'analyse granulométrique, nous avons procédé à la destruction des ciments calcaires et organiques des échantillons de sols respectivement à l'aide de HCl (1N) et H₂O₂. Par la suite les échantillons sont rincés à l'eau distillée et séchés à 105 °C jusqu'à stabilisation du poids.

L'analyse granulométrique s'effectue sur une prise d'essai de terre fine (éléments < 2mm). Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions de particules minérales constituant des agrégats (AUBERT, 1978).

La détermination de la distribution granulométrique du sol a été effectuée par tamisage mécanique des particules dont la grosseur est comprise entre 50 µm et 2000 µm. Cinq classes de particules minérales identifiées par leur taille (AFNOR, 1999):

- Argiles et limons : < 50 µm,
- Sables fins : 50 à 250 µm,
- Sables moyens : 250 à 500 µm,
- Sables grossiers : 500 µm à 800 µm,
- Sable très grossiers et cailloux 800 µm à 2000 µm.

II.4. Données floristiques

Notre dispositif expérimental est basé sur des paramètres liés à la végétation, nous avons réalisé des relevés phytoécologiques durant la saison optimale de la végétation, c'est-à-dire le mois de mars.

Afin d'établir la liste floristique, les espèces sont prélevées et mises dans des sacs codés. Ensuite elles sont identifiées selon les guides spécialisés de QUEZEL et SANTA (1954 ; 1962-1963) et OZENDA (1954) et un herbier a été préparé.

II.4.1. Etude quantitative

Pour l'étude quantitative, on a adopté une méthode linière s'appelle la méthode de PARKER qui est à notre avis la plus pratique et qui répond le mieux à l'évolution pastorale où la végétation est ouverte. D'ailleurs, c'est une méthode fréquemment utilisée pour l'évaluation du couvert végétal des zones steppiques en Australie en Afrique du Sud (DAGET et POISSONNET, 1972).

Le matériel utilisé est :

- Un ruban de 30 m ;
- Un sécateur ;
- Un carré de 1*1 m ;
- Une boussole ;
- Des sachets en plastique ;
- Un anneau de PARKER (une baguette d'une longueur de 1 m terminée en anneau de 3cm de diamètre environ) ;
- Des piquets en métal.

Son principe :

Du centre de la station, un ruban est étendu d'une longueur de 30 m, dans le sens Nord, désigné à l'aide d'une boussole. Une barre de métal est posé au centre pour attacher à lui le ruban et faisant la coupe n° 01. On prend la lecture en tombant l'anneau de PARKER verticalement chaque 30 cm tout au long du ruban et du côté droit. On note tout ce qui apparaît dans l'anneau (sable, cailloux, croûte, débris,...) dans la fiche n° 01 (Annexe 01) spéciale à la coupe n° 01 qui compte 100 lectures.

On bouge le ruban d'un angle de 120° aux aiguilles de montre (la fin attachée au centre reste intacte) pour faire la coupe n° 02 et on prend les lectures de la même manière

que la précédente. Ces lectures sont notées à la fiche n° 01 (Annexe 02) spéciale à la coupe n° 02 qui compte 100 lectures aussi.

De la même façon, on bouge le ruban de 120° à la direction des aiguilles de montre pour obtenir la coupe n° 03. On prend les lectures de la même manière puis elles sont prises en note dans la fiche n° 01 (Annexe 03) spéciale à la coupe n° 03. La figure 04 nous montre la façon de faire les coupes d'études.

Ces relevés nous permettent de mesurer les paramètres suivants :

II.4.1.1.- La richesse floristique

On utilise l'échelle de DAGET et POISSONET (1991) :

- Raréfiée : < de 5 espèces.
- Très pauvre : de 6 à 10 espèces.
- Pauvre : de 11 à 20 espèces.
- Moyenne : de 21 à 30 espèces.
- Assez riche : de 31 à 40 espèces.
- Riche : de 41 à 60 espèces.
- Très riches : de 61 à 75 espèces.

II.4.1.2.- La fréquence spécifique (FSi)

Est le rapport en (%) du nombre (Ni) de fois où l'espèce (i) est rencontrée par le nombre totale (N) de point de lecture.

$$FSi = Ni/N * 100$$

II.4.1.3.- La contribution spécifique (CSi)

C'est le rapport en pourcentage entre la fréquence spécifique d'une espèce et la somme des fréquences de toutes les espèces recensées



$$CSI = (FSi / \Sigma FSi) * 100$$

II.4.1.4. La densité

Elle est exprimée en nombre d'individu par unité de surface. Pour faciliter la mesure de la densité, on délimite des placettes des carrés de 1*1 m² et de 4 * 5 m² de la manière suivante:

À une distance de 6 m, tout au long de chaque coupe (1, 2 et 3) et du côté droit, un carré est posé dont la superficie de chacun est (1*1) m², qu'il soit le nombre totale des carrés dans une seule coupe 04 carrés (Fig. 4). Dans chaque carré, on compte le nombre de chaque espèce toute seule, après on compte le nombre totale des espèces, puis on note ces données dans la fiche n° 02 (Annexe 04) spéciale à la coupe n° 01. La distribution des carrés se répète sur la coupe 02 et 03 et les lectures sont prises de la même manière et notés dans la fiche n° 02 spéciale à la coupe 02 et 03 successivement (Annexe 05 et 06), soit superficie totale des petits carrés est 12m² (Fig. 4).

Le nombre des plantes

$$\text{Donc la densité des plantes de petit carré} = \frac{\text{Le nombre des plantes}}{12 \text{ m}^2}$$

Pour calculer la densité des plantes vivaces, un carré de 4*5 m² est posé à l'extrémité de chaque coupe et du côté droit. Deux autres carrés sont posés aléatoirement dans la station d'étude dont la superficie de chacun est 4*5 m² aussi, soit la superficie totale des carrés des plantes vivaces 100 m². Le nombre de chaque espèce vivace se calcule à part ensuite la densité de toutes les espèces vivaces s'additionnent et se mentionnent dans la fiche n° 03 (annexe 07) spécifique aux plantes vivaces (Fig. 4).

Le nombre des plantes vivaces

$$\text{Donc la densité des plantes vivaces} = \frac{\text{Le nombre des plantes vivaces}}{100 \text{ m}^2}$$

Puis la densité se transformera et se mentionnera en hectare

$$\text{Densité à l'hectare} = \frac{\text{Densité des placettes}}{\text{Superficie des placettes}} * 10000$$

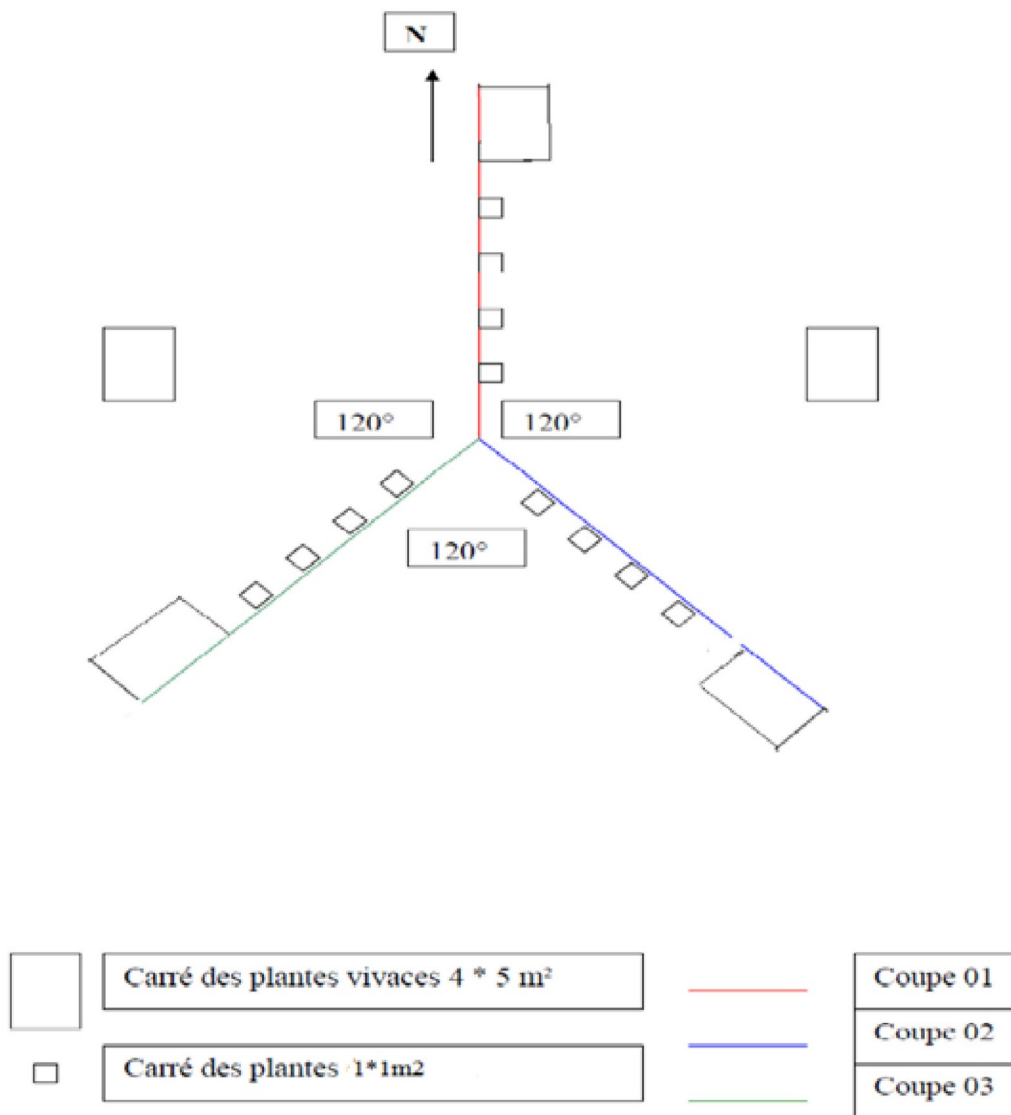


Figure 4 : Schéma de la méthode de Parker

II.4.1.5.- Le recouvrement

Le degré de recouvrement est déterminé par la projection des organes aériens sur le sol. L'approche du calcul du recouvrement est variable en fonction de la forme de chaque plante, qui peut être circulaire, dans ce cas on calcule le diamètre moyen, soit rectangulaire où on calcul la longueur "a" et la largeur "b".

A partir de cela la surface recouverte est calculée

$$Rc = \pi * (d^2/2) : \text{pour le recouvrement circulaire}$$

$$Rc = a * b : \text{pour le recouvrement rectangulaire}$$

Où : Rc c'est le recouvrement

Pour respecter le critère de la représentativité, trois tailles différentes de chaque plante mesurée ont été choisies (petite, moyenne et grande).

II.4.1.6. Le coefficient d'abondance - dominance

Les valeurs de la fréquence spécifique nous permettent d'estimer le coefficient d'abondance – dominance. On appelle abondance la proportion relative des individus d'une espèce donnée et dominance la surface couverte par cette espèce ; on peut utiliser l'échelle de BRAUN-BLANQUET (1952) in GOUNOT, (1969) :

+ < 1 %

1 > ou = 1 %

2 > ou = 5 %

3 > ou = 25 %

4 > ou = 50 %

5 > ou = 80 %

II.4.2. La phytomasse

La détermination des ressources pastorales repose sur l'évaluation de la phytomasse des communautés végétales des parcours.

Pour la déterminer, nous avons adopté une méthode semi destructive qui consiste à couper le quart de la touffe ensuite, on multiplie par 04 pour avoir le poids total de la touffe.

Elle est exprimée en poids de MS par l'unité de surface.

Cette technique est conçue par la F.A.O. (1989) pour éviter la dégradation et la destruction de l'espèce. Les états de parcours sont appréciés à travers cinq classes choisies selon des critères pris de la bibliographie ainsi que des critères subjectifs liés à la connaissance du terrain. Ainsi la valeur de 900 Kg de MS/ha constitue la limite entre les bons et les mauvais parcours, sur cette base les classes ont été retenues (B.N.E.D.E.R, 2007) :

- Parcours en très bon état : phytomasse > 1400 Kg de MS/ha
- Parcours en bon état : 1400 Kg de MS/ha < phytomasse < 1100 Kg de MS/ha
- Parcours avec un état moyen : 1100 Kg de MS/ha < phytomasse < 800 Kg de MS/ha
- Parcours en mauvais état : 800 Kg de MS/ha < phytomasse < 500 Kg de MS/ha
- Parcours en très mauvais état : phytomasse < 500 Kg de MS/ha

Les milieux non steppiques (chott, forêts, matorrals, palmeraie, plantation, cultures défrichement, sol nus, dunes, plan d'eau et urbain) rentrent dans la catégorie non classés.

II.4.2.1. Détermination de la biomasse sèche

La teneur en biomasse humide est mesurée, pour chaque échantillon récolté immédiatement après la récolte.

Un échantillon de la plante est pesé et mis dans une étuve à 105 °c pendant 24 heures. Après dessiccation ; l'échantillon est pesé de nouveau et remis à l'étuve jusqu' à avoir un poids constant.

La teneur en matière sèche est donnée par la formule :

$$\text{MS}\% = (\text{X}/\text{Y}) * 100$$

Y = Poids humide de l'échantillon.

X = Poids de l'échantillon après dessiccation.

II.4.2.2. Détermination de la matière minérale et organique

Le but est de déterminer la teneur en matières minérales dans les plantes, pour calculer la quantité de la matière organique (MO).

La teneur en matière minérale (MM) est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération.

Nous avons porté au four à « moufle » l'échantillon, chauffer progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse : 5 h à 550 C°, L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète de charbon formé à l'obtention d'un résidu blanc ou gris clair, refroidir le résidu de l'incinération puis peser.

Les substances qui sont brûlées, retournant à l'atmosphère sous forme de gaz carbonique (CO₂), de vapeur d'eau et de gaz azoté et soufré, sont les matières organiques (SOLTNER, 1982).

La teneur en matière minérale est donnée par la relation suivante :

$$\text{MM}\% = \frac{\text{A} \times 100}{\text{B}}$$

A : poids des cendres.

B : poids de l'échantillon.

Concernant la matière organique, elle est égale :

$$\text{MO}\% = 100 - \text{MM}\%$$

II.4.2.3. Azote total

Il est déterminé par la méthode de KJELDHAL. Cette méthode permet de transformer l'azote des composés organiques en azote ammoniacal par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur. Cette technique se déroule en trois étapes dont la minéralisation des composés organiques, la distillation et le dosage (AFNOR, 1999).

II.4.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Parmi les indices écologiques de structure seuls les indices de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité sont employés. Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité floristique d'un milieu donné et de comparer entre elles.

II.4.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Wiener se définit par le rapport entre l'indice de Shannon et l'indice de Shannon théorique qui correspondrait à une diversité maximale, c'est-à-dire à un peuplement où toutes les espèces présenteraient le même effectif (LAMOTTE, 1995).

Le concept de la diversité spécifique permet de rendre compte de l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre (BARBAULT, 1992). L'indice de diversité de Shannon Weaver est considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité d'un peuplement (BLONDEL, 1979). Selon RAMADE (1984) Le calcul de l'indice de diversité de l'indice de Shannon-Weaver s'effectue à partir de la formule suivante :

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

H' est l'indice de diversité exprimé en unités bits.

q_i est la probabilité de rencontrer l'espèce i .

n_i est le nombre d'individus de l'espèce i .

N est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

Les valeurs que prend l'indice de diversité dépendent à la fois de la richesse spécifique S et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces. Des peuplements à physionomies très différentes peuvent ainsi avoir la même diversité (BARBAULT, 1981).

II.4.3.2. Diversité maximale (H' max)

La diversité est maximale dans les peuplements où toutes les espèces ont le même nombre d'individus (BARBAULT, 1995). A l'inverse, un peuplement dont une espèce est majoritairement dominante affiche une valeur faible de son indice de diversité.

La diversité maximale s'exprime par la formule suivante :

$$H' \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

H' max est la diversité maximale.

S est la richesse totale.

II.4.3.3. Equitabilité (E)

L'équitabilité est le rapport de la diversité spécifique à la diversité maximale. Il est calculé à partir la formule suivante :

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

E est l'équirépartition.

H' est l'indice de la diversité observée.

$H' \text{ max}$. est l'indice de la diversité maximale.

L'estimation de l'indice d'équirépartition permet de mesurer le degré de réalisation de la diversité maximale. L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce. Par contre elle se rapproche de 1 lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus (RAMADE, 1984).

II.4.4. La valeur pastorale

La valeur pastorale traduit la qualité des parcours. Elle se calcule sur la part qu'occupe une espèce dans le tapis végétal et sur la base de l'intérêt pastoral qu'elle peut présenter pour le cheptel en fonction de ses caractères bromatologiques et des connaissances de terrain du pastoralisme. Elle se calcule comme suit :

$$1) V_{pi} = 0.1 * \sum C_{Si} * I_i$$

V_{pi} : Valeur pastorale

CS_i : Contribution spécifique (en%)

I_i : Indice spécifique, variant d'une échelle de 0 à 10 estimé d'une façon empirique (de 0 à 5 selon d'autres auteurs). La valeur minimale (0) indique le refus ou la toxicité et maximale (10) très hautement palatable.

La valeur pastorale a été définie initialement dans les zones tempérées aux prairies herbacées denses par DAGET et POISSONNET, (1972).

Le recouvrement de la végétation étant faible en zone aride, cette formule tend à surestimer la valeur pastorale. Une correction doit être faite, tenant compte du faible couvert végétal.

La correction peut se faire selon deux approches, sensiblement équivalentes.

- **La première est du type** (AIDOUD, 1989)

$$2) V_{pi} = 0.1 * RGV * \sum CS_i * IS_i$$

RGV : Recouvrement global de la végétation (en %)

- La deuxième, plus récente, est la suivante (HIRCHE et al, 1999)

$$3) V_{pi} = 0.1 * \sum FS_i * IS_i$$

FS_i : Fréquence spécifique exprimé en %

Cette formule présente l'avantage de tenir compte directement de la faiblesse du couvert végétal.

II.4.5. La productivité pastorale.

Rappelons aussi que le calcul des valeurs pastorales est qualitatif et ne permet pas d'aboutir à la charge animale. Aussi, corrélons-nous les phytomasse calculées aux valeurs pastorales. Des équations linéaires, en puissances, ou exponentielles seront calculés. Dans le Sud Oranais; il a été adopté par exemple la relation suivante :

$$Pr = 6.74 * Vp + 14.77$$

Pr : Productivité pastorale du faciès en UF/ha/an

Vp : Valeur pastorale

2.4.6. La charge pastorale

La charge animale est définie comme le nombre de bétail qu'un parcours est susceptible de nourrir. Elle est souvent rapportée au nombre de tête de bétail par unité de surface. Elle fait intervenir la production consommable d'un parcours et les besoins de l'animal (en moyenne 400 UF/an pour une brebis) selon le rapport suivant :

$$C = \frac{\text{Besoin d'un mouton}}{\text{Production pastorale}}$$

C : la charge animal

II.5. Analyse statistique

Nos données ont subi une analyse de la classification hiérarchique ascendante afin de pouvoir observer la distribution des espèces dans les deux unités géomorphologiques U1 et U2. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel MINITAB 17 qui nous a permis de tracer le dendrogramme de la distribution des espèces identifiées.

En tant que technique de classification, elle cherche à regrouper par similitude les individus d'un ensemble de données. La CAH bien utilisée permet la détection de la délimitation efficace de classe « homogène » (BRIANE et al., 1974 in BOUCHNEB, 1999).

Chapitre III - Résultats

Dans ce chapitre nous présenterons les résultats des données de nos travaux de terrains réalisés au sein des trois unités géomorphologiques localisées dans la zone d'étude. Les résultats sont ceux des analyses de sols, du climat et d'autres relatifs à des relevés de végétation avec des indices écologiques.

III.1.- Milieu physique

III.1.1.-Analyses du sol

Uniquement l'horizon superficiel a été analysé car le creuset d'un profil pédologique (Goffin, 2009) montre que sur une profondeur de 70 cm l'horizon superficiel est homogène sableux, le sol de la zone est un sol peu évolué (Fig. 5).

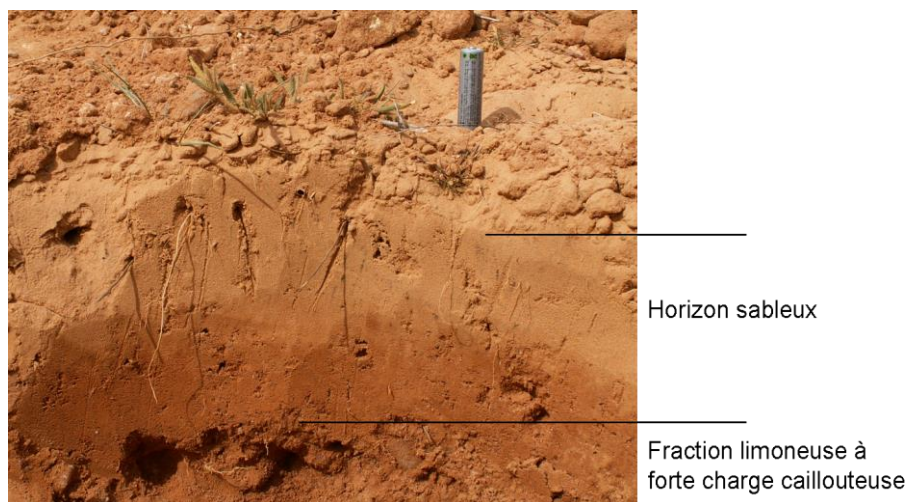


Figure 5 : Profil du sol de Mokrane (Cliché : Goffin ; 2009, Laghouat)

D'après les données du tableau 2 nous montrent que le sol de la région d'étude présente un sol à texture sableuse (97,9 %).

Les résultats de l'analyse granulométrique sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Analyse granulométrique des échantillons du sol

Unité géomorphologique	Station	Sable%	(Argiles +Limons) %
Unité géomorphologique I	Station 01	95.29	4.71
	Station 02	97.54	2.46
	Station 03	98.41	1.59
Unité géomorphologique II	Station 01	97.12	2.88
	Station 02	99.21	0.79
	Station 03	99.22	0.78
Unité géomorphologique III	Station 01	97.36	2.64
	Station 02	93.07	6.93
	Station 03	98.49	1.51

III.2.- Climatologie de la zone d'étude

III.2.1.- Diagramme Ombrothermique de Gausсен

D'après DALAGE et METAILLE (2000), le diagramme ombrothermique c'est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures.

BAGNOULS et GAUSSEN (1953) considèrent qu'un mois est sec lorsque le rapport P/T est inférieur ou égal à 2, P étant le total des précipitations du mois pris en considération exprimé en mm et T étant la température moyenne mensuelle. Ces auteurs préconisent ensuite pour la détermination de la période sèche de tracer le diagramme ombrothermique.

Sur la base des données de précipitations et de températures (Tableau 3, Annexe 8), nous avons pu dresser le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) qui montre une période sèche allant du mois d'avril au mi septembre, et le reste des mois représente la période humide (Fig. 6).

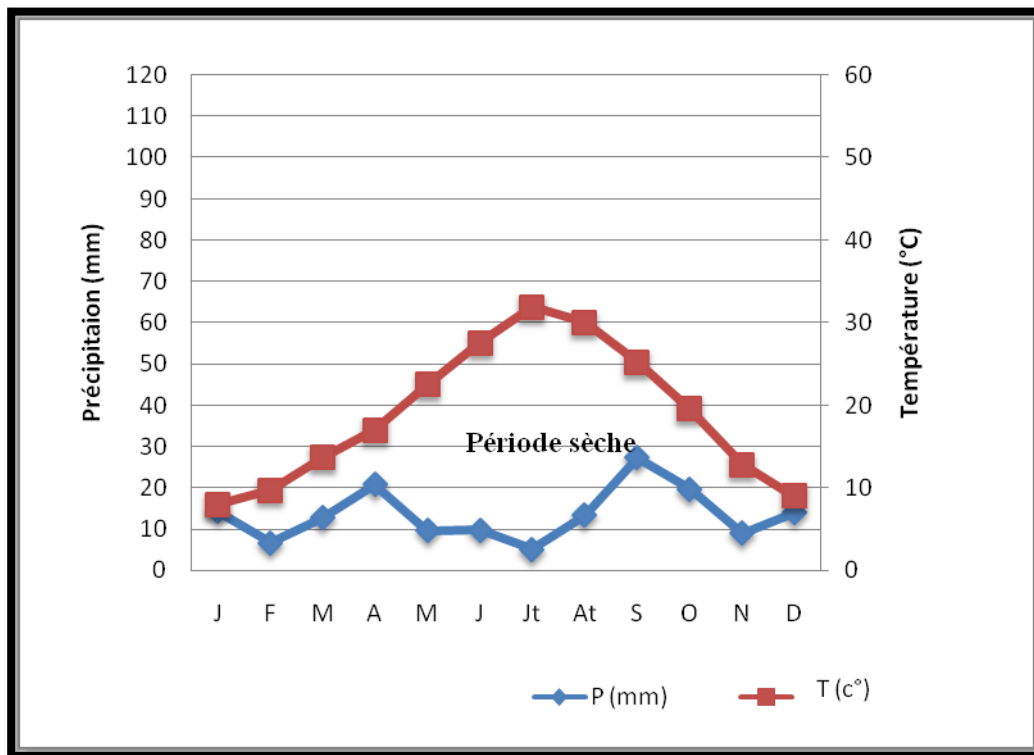


Figure 6 : Diagramme Ombrothermique de la région de Laghouat (1996-2012).

III.2.2.- Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

Selon PRÉVOST (1999) ; le Climagramme d'EMBERGER permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, et en ordonnées par le quotient pluviométrique Q2 d'Emberger, nous avons utilisé la formule de STEWART adaptée pour l'Algérie qui se présente comme suit:

$$Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

Q2 : quotient pluviothermique d'Emberger.

P : moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud.

m : moyenne des minimums du mois le plus froid.

la valeur de Q2 de la région de Laghouat est égale à 14.77. Ce qui indique que cette région appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver frais (Fig.7).

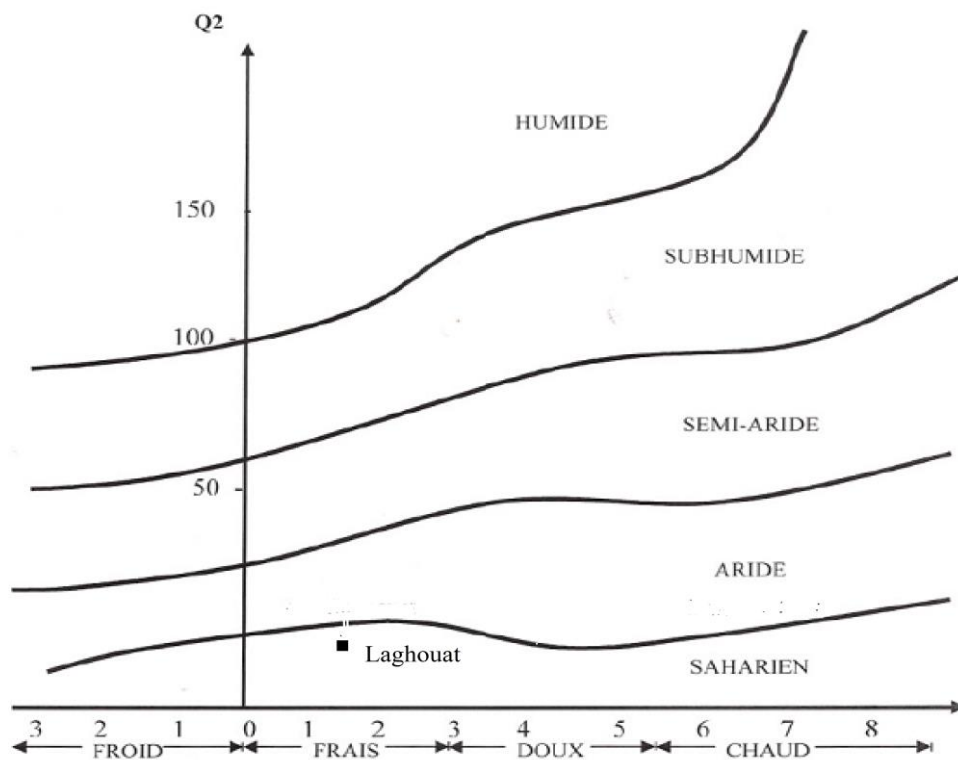


Figure 7 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de la région de Laghouat

III.2.3.- Climatologie actuelle

-Dynamique des précipitations 2013/2014

L'analyse des précipitations journalières pour l'année 2013/2014 (Fig. 8), nous montre que les précipitations les plus importantes sont enregistrées au cours de la période allant de Septembre 2013 à Mars 2014. Le mois le plus pluvieux est mars (2014) avec un cumul de 150 mm. Alors que la période sèche apparaît à partir du mois d'Avril (Fig. 8).

D'une manière générale. La pluviométrie est marquée par une grande irrégularité d'un mois à l'autre. Les pluies sont souvent sous forme d'orage, accentuant de ce fait le phénomène d'érosion des sols

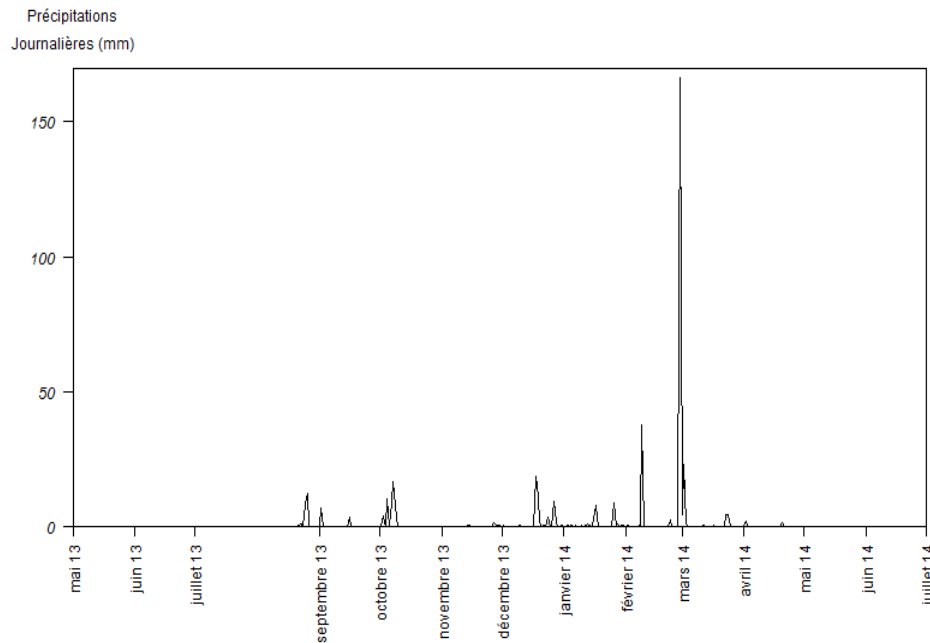


Figure 8 : Variation des moyennes journalières des précipitations dans la région de Laghouat.

III.3.- Analyse Floristique

III.3.1.- Richesse totale

Dans l'ensemble des stations étudiées, nous avons recensé 27 espèces appartenant à 12 familles (Annexe 09) divisées en 09 plantes vivaces et 18 éphémères (ou achem) (Annexe10).

Nous avons remarqué la dominance de la famille des Fabaceae avec 07 espèces suivie par les Asteraceae avec 05 espèces et Brassicaceae avec 04 espèces, les Poaceae avec 03 espèces et enfin, les Anacardiaceae, les Apiaceae, les Caryophyllaceae, les Cistaceae, les Géraniaceae, les Plantaginaceae, les Thymelaeceae et les Zygophylaceae ne sont présente que par une espèce seulement.

Pour la première unité géomorphologique, nous avons recensé 21 espèces réparties entre 11 familles et 19 genres. La famille botanique la plus représentée est celle Fabaceae avec 06 espèces suivi par Asteraceae avec 04 espèces, les Poaceae avec 03 espèces et enfin les Apiaceae, les Brassicaceae, les Cistaceae, les Euphorbiaceae, les Géraniaceae, les Plantaginaceae, les Thymelaeceae et les Zygophylaceae sont présentées par une espèce seulement (Tab 6, Fig. 9).

Tableau 6 - Espèces inventoriées dans la première unité géomorphologique

Famille	Genre	Espèce
Apiaceae	<i>Ammodaucus</i>	<i>Ammodaucus sp</i>
Asteraceae	<i>Anacyclus</i>	<i>Anacyclus sp.</i>
	<i>Atractylis</i>	<i>Atractylis serratuloides Sieb.</i>
	<i>Ifloga</i>	<i>Ifloga spicata (Forsk.) Sch. Bip.</i>
	<i>Launaea</i>	<i>Launaea resedifolia O.K.</i>
Brassicaceae	<i>Didesmus</i>	<i>Didesmus bipinnatus (Desf.)</i>
Cistaceae	<i>Helianthemum</i>	<i>Helianthemum ellipticum (Desf.).</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia helioscopia L.</i>
Fabaceae	<i>Argyrolobium</i>	<i>Argyrolobium uniflorum (Desc.) Jaub. Spaeh</i>
	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus armatus Willd</i>
		<i>Astragalus cruciatus Link.</i>
		<i>Astragalus mareoticus Del.</i>
<i>Medicago</i>	<i>Medicago laciniata (L)</i>	
<i>Retama</i>	<i>Retama raetam Webb.</i>	
Géraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>Erodium triangulare (Forsk.)</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago ciliata Desf.</i>
Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>Aristida pungens Desf.</i>
	<i>Schismus</i>	<i>Schismus barbatus (L.)Thell.</i>
	<i>Stipa</i>	<i>Stipa tenacissima L.</i>
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea</i>	<i>Thymelaea microphylla Coss. et Dur.</i>
Zygophyllaceae	<i>Peganum</i>	<i>Peganum harmala L.</i>

La deuxième unité géomorphologique est représentée par 20 espèces (Tab.7), qui appartiennent à 10 familles et 17 genres. Les Fabaceae restent toujours la famille la plus dominante avec 06 espèces. Les Astéraceae et les Brassicaceae sont présentées chacune par 03 espèces. Les Poaceae avec 02 espèces. Les Apiaceae, les Caryophyllaceae, les Cistaceae, les Euphorbiaceae, les Plantaginaceae, les Thymelaeaceae sont présentées chacune par une seule espèce (Tab. 7) (Fig. 9).

Tableau 7 - Espèces inventoriées dans la deuxième unité géomorphologique

Famille	Genre	Espèce
Apiaceae	<i>Ammodaucus</i>	<i>Ammodaucus sp</i>
Asteraceae	<i>Ifloga</i>	<i>Ifloga spicata (Forssk.) Sch. Bip</i>
	<i>Launaea</i>	<i>Launaea resedifolia O.K.</i> <i>Launaea sp.</i>
Brassicaceae	<i>Malcomia</i>	<i>Malcomia aegyptiaca Spr</i>
	<i>Notoceras</i>	<i>Notoceras bicornis (Ait.)</i>
	<i>Pseuderucaria</i>	<i>Pseuderucaria teretifolia (Desf.)</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene</i>	<i>Silene arenarioides Desf.</i>
Cistaceae	<i>Helianthemum</i>	<i>Helianthemum ellipticum (Desf.)</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia helioscopia</i>
Fabaceae	<i>Argyrolobium</i>	<i>Argyrolobium uniflorum (Desc.) Jaub. Spaeh</i>
	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus armatus Willd</i> <i>Astragalus cruciatus Link.</i> <i>Astragalus mareoticus Del.</i>
	<i>Retama</i>	<i>Retama raetam Webb.</i>
	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella stellata Forsk.</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago ciliata Desf.</i>
Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>Aristida pungens Desf</i>
	<i>Stipa</i>	<i>Stipa tenacissima L.</i>
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea</i>	<i>Thymelaea microphylla Coss</i>

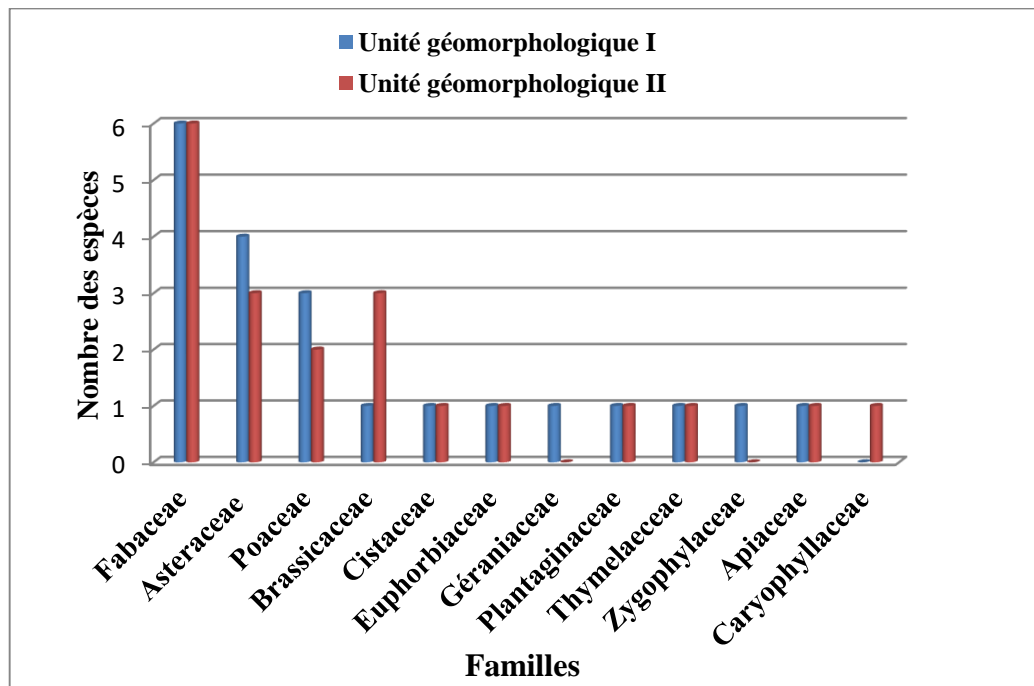


Figure 9 : Importance des principales familles observées dans les deux unités géomorphologiques.

III.3.2.- La richesse stationnelle

Le tableau 8 présente la richesse stationnelle de la flore des différentes unités géomorphologiques, selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991).

L'analyse du tableau 8, montre que la richesse floristique est variable suivant les différentes stations. A cet effet, pour l'unité géomorphologique I on remarque la même richesse dans la station 01 et 02 (10 espèces) .la station 03 est la plus riche avec 11 espèces.

Pour la deuxième unité géomorphologique, la richesse totale la plus élevée est notée pour la station 03 avec 12 espèces, alors que la richesse la plus faible est notée pour la station 02 avec 08 espèces (Tab. 8).

D'une façon générale, on remarque que nos différentes stations sont très pauvres en espèces floristique.

Tableau 8 - Richesse des différentes stations étudiées

Station	Unité géomorphologique I « Sol encroûtée »			Unité géomorphologique II « Espace dunaire »		
	Station 01	Station 02	Station 03	Station 01	Station 02	Station 03
Richesse Totale	10	10	11	9	8	12
Nombre de famille	6	8	7	5	6	9
Nombre d'individus	108	93	163	157	84	176
Etat de la flore	Très pauvre	Très pauvre	pauvre	Très pauvre	Très pauvre	pauvre

III.3.3.- Abondance – dominance des espèces

La détermination des contributions et des fréquences spécifiques des espèces végétales (Tableau 9 Annexe, 11) nous permet d'avoir une appréciation sur l'abondance et la dominance de ces espèces. Et pour consolider cela, nous avons utilisé l'échelle mixte de Braun – Blanquet.

En terme d'abondance, nous avons noté que *Retama raetam*, *Astragalus armatus* et *Thymelaea microphylla* sont les espèces les plus dominantes au niveau de l'unité géomorphologique I ce qui leur permet d'avoir la note 02 (Annexe 11), pour la station 01 on remarque que *Retama raetam* est la plus dominante avec 11.36% suivie par *Argyrolabium uniflorum* 4,54%, *Aristida pungens* et *Euphorbia helioscopia* avec respectivement 3,69% et 3.40% du taux de recouvrement des plantes. *Medicago laciniata* et *Astragalus cruciatus* représentent des individus à recouvrement faible. Pour la deuxième station, *Thymelaea microphylla* et *Retama raetam* sont les espèces les plus dominantes avec respectivement un recouvrement de 9,41% et 6.46%. Mais des espèces tel que *Aristida pungens* et *Plantago ciliata* présentent un recouvrement faible. Les restes des espèces de la station ont un recouvrement très faible. Alors qu'au niveau de la station 03, *Thymelaea microphylla* et *Astragalus armatus* restent les plantes vivaces les plus dominantes avec respectivement 13.72% et 10.02% du taux de recouvrement.

L'analyse des résultats obtenus au niveau l'unité géomorphologique II, nous indique que *Aristida pungens*, *Thymelea microphylla* et *Astragalus armatus*, *Retama raetam* et *Euphorbia helioscopia*, sont les plus présentes. Dans la station 01 il apparaît que *Aristida pungens*, *Retama raetam*, *Euphorbia helioscopia* sont les plantes les plus dominantes avec un taux de recouvrement respectivement de 19.27%, 8.42% et 5.70% de ce qui leur permet d'enregistrer la note 02 de l'échelle d'abondance dominance de Braun – Blanquet. On note aussi que parmi les espèces éphémères la plus présente est *Helianthemum ellipticum* avec une abondance de 04.34%. Par ailleurs, au niveau de la station 02 *Aristida pungens* reste l'espèce dominante avec un taux 12.15% de la surface du lieu. Les autres espèces présentent un recouvrement très faible (Annexe 11). Pour la station 03 *Thymelea microphylla* et *Astragalus armatus*, *Amondaucus sp* sont les plantes les plus dominantes classées à l'échelle 02, qui sont présente respectivement avec un taux 14.89% et 9.21%, 5.20%.D'une façon générale on remarque la dominance des espèces vivaces et la faiblesse de présence des espèces éphémère dans les deux unités géomorphologiques.

III.3.4.-Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité

Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité des espèces échantillonnées dans la région d'étude sont représentées dans le tableau 10.

Tableau 10 - Diversité (H'), Diversité maximale (H' max.) des espèces échantillonnées dans les stations étudiées

Station	Unité géomorphologique I				Unité géomorphologique II			
	Station 01	Station 02	Station 03	Moy± Ecartype	Station 01	Station 02	Station 03	Moy± Ecartype
H' (bits)	0,81	0,73	0.80	0.78±0.04	0,69	0.62	0.81	0.70±0.09
H'max(bits)	3,32	3,32	3.45	3.36±0.07	3,17	3.00	3.58	3.25±0.29
Equitabilité	0.24	0.22	0.23	0.23±0.01	0.21	0.20	0.22	0.21±0.01

Dans notre échantillonnage, la valeur de la diversité de Shannon-Weaver la plus élevée au niveau l'unité géomorphologique I est dénombrée dans les stations 1et 3, avec une valeur de 0.81 bits pour la 1ère station et 0.8 bits pour la 3ème station.

Pour la deuxième unité la valeur la plus élevée de H' égale à 0.81 bits pour la deuxième station et 0.70 bits pour la station 03. la minimale valeur de diversité est enregistré dans la station 01 avec une valeur de 0.62 bits (Fig.10).

En général, dans notre échantillonnage, les valeurs de la diversité du milieu en espèces sont faibles.

L'équitabilité (E) présente une valeur faible dans toutes les stations elle varie entre 0.20 et 0.24, la valeur la plus élevée est notée dans la première unité géomorphologique avec 0.24. Cependant la valeur la plus faible est observée dans la deuxième unité géomorphologique (Fig.10).

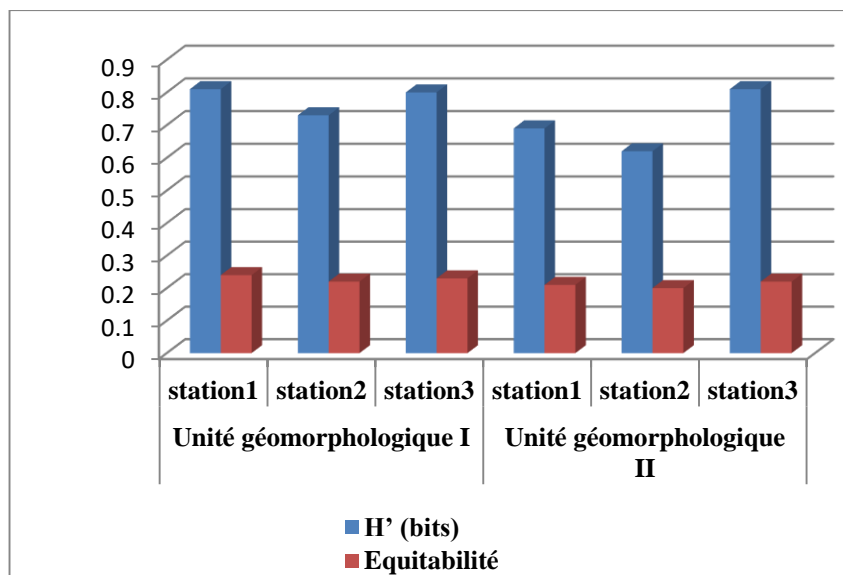


Figure 10 : Diversité de Shannon et Equitabilité (E) dans les différentes unités géomorphologiques

III.3.4.- La densité

III.3.4.1. - Unité géomorphologique I

À partir des données du tableau 11 (Annexe 12), nous remarquons que la station 01 est caractérisée par une forte densité de l'espèce *Retama raetam* avec une densité de 3571,42 Ind/ha suivie par *Argyrolobium uniflorum*, *Aristida pungens*, *Euphorbia helioscopia*, *Thymelea microphylla* qui présentent respectivement une densité de 1428.57 Ind/ha, 1160.71 Ind/ha, 1071.42 Ind/ha et 892.8 Ind/ha. Le minimum de la densité est

enregistré pour *Launaea resedifolia* et *Astragalus cruciatus* et *Medicago laciniata* avec respectivement 357,14 Ind /ha et 178,57 Ind /ha et 89,28 Ind /ha.

Pour la deuxième station, *Thymelea microphylla* et *Retama raetam* représentent la densité la plus élevée avec respectivement 2857,14 et 2053,57 Ind /ha. *Plantago ciliata* et *Aristida pungens* ont une densité considérable 1339,28 et 1250 Ind /ha. La densité la plus faible est noté pour *Helianthemum ellipticum* , *Euphorbia helioscopia*, *Astragalus cruciatus* avec 89,28 Ind /ha pour chacune (Annexe 12).

Alors que, la station 03 est caractérisée par l'abondance de *Thymelea microphylla* avec une densité de l'ordre de 5000 Ind/ha suivie par *Astragalus armatus* qui présentent une densité de 3660,71 Ind/ha (Fig. 11).

III.3.4.2. -Unité géomorphologique II

En ce qui concerne la station 01, on remarque que *Aristida pungens* avec une densité de l'ordre de 6339,28 Ind/ha suivie par *Retama raetam*, *Euphorbia helioscopia* , *Helianthemum ellipticum* avec respectivement 2767,85,1875 et 1428,57 Ind /ha (Annexe12).

Au niveau de la station 02, on note une forte extension de *Aristida pungens* avec une densité de l'ordre de 3928.56 Ind/ha et la faible densité est enregistrée pour *Astragalus cruciatus*, *Astragalus mareoticus* *Pseuderucaria teretifolia* 89.28 Ind/ha pour chacune. *Euphorbia helioscopia* et *Silene arenarioides* ont une densité considérable de 1071,42 Ind /ha.

Dans la station 03, On remarque une forte densité de **5625** Ind/ha qui est enregistrée pour *Astragalus armatus*, suivie par *Thymelea microphylla* (3482.14 Ind/ha). La présence de *Ammodaucus sp* avec une densité de 1964,28 Ind /ha.

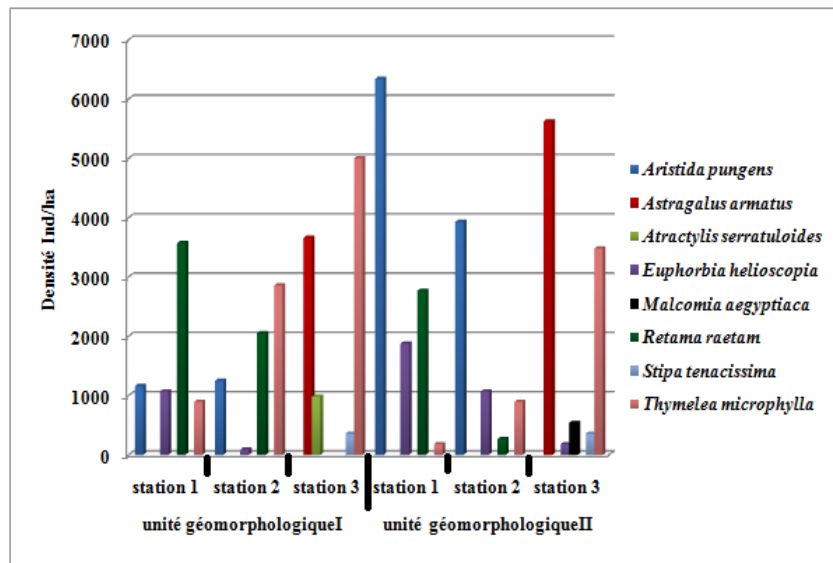


Figure 11 : Evolution de la densité des espèces vivaces dans les stations étudiées

III.3.5.-Le recouvrement

III.3.5.1.- Partie végétale

Les résultats obtenus de recouvrement montrent que la deuxième unité présente un recouvrement élevé (1012 m²/ha) par rapport à la première unité (716 m²/ha). Le plus important recouvrement total moyen est enregistré dans la station 01 avec un recouvrement de l'ordre de (1821 m²/ha) pour l'unité 02 et (1271 m²/ha) pour la première unité géomorphologique. La plus faible valeur de recouvrement est obtenue dans la station 03 avec environ (332 m²/ha) (unité géomorphologique 01) (Fig.12).

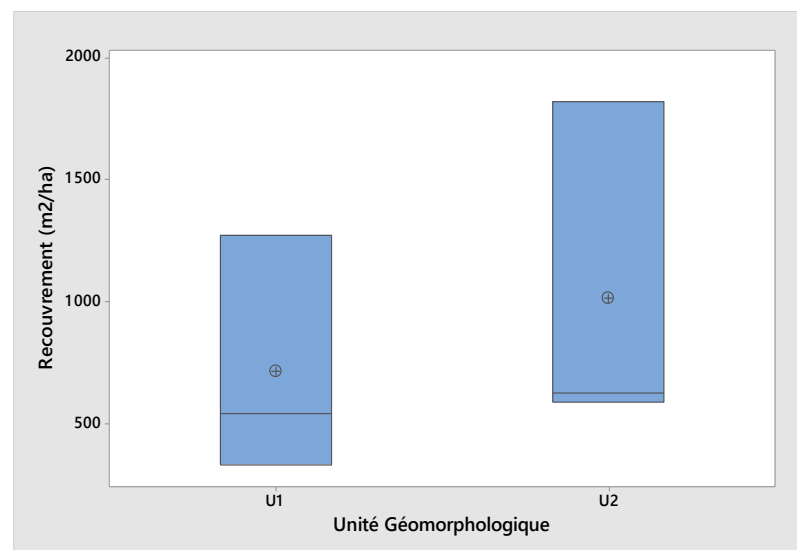


Figure 12 : Evolution du recouvrement total dans les deux unités géomorphologiques.

III.3.5.2. Partie non végétale

La figure 13 montre la répartition des éléments de surface de sol dans les deux unités géomorphologiques. Pour la première unité on remarque que Le sable est le plus dominant avec plus de 38 %, suivie par les croutes avec 13% et un taux de 6.66% la plus faible pour les débris, ce qui indique la nature géomorphologique de cette unité.

Pour la deuxième unité. Le sable apparut en premier ordre par **50.81%**, suivie par les débris avec 14.34%. Les cailloux montrent une faible proportion avec 8,68% (Fig.13).

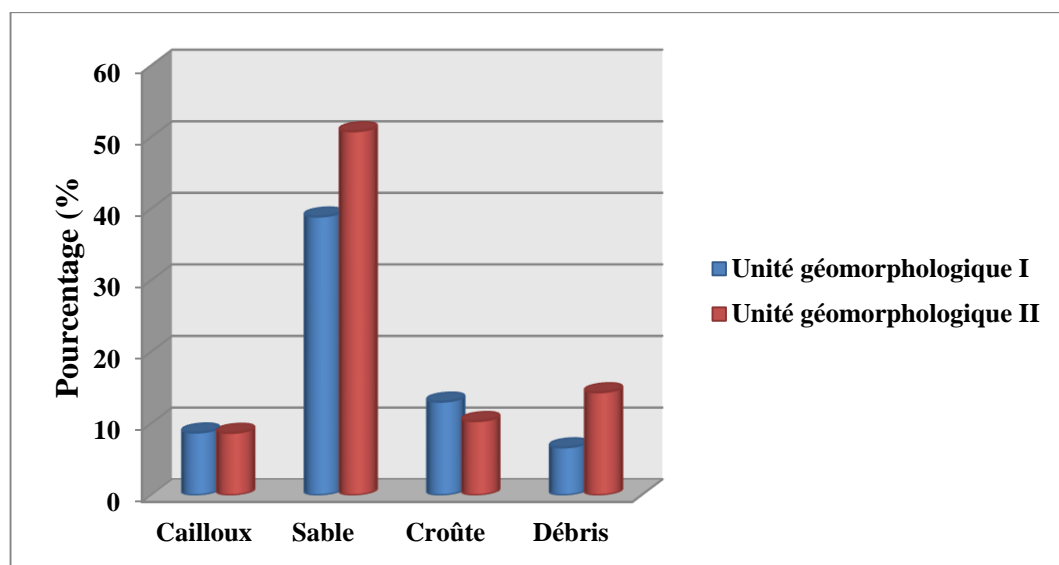


Figure 13 : Répartition des éléments de surface de sol dans les deux unités géomorphologiques

III.3.6.-Évaluation de la phytomasse dans les trois unités géomorphologiques

III.3.6.1.- Biomasse humide

D'après les résultats du tableau 12 (Annexe 13), nous remarquons que la plus forte biomasse humide moyenne (5733 kg/ha) est observée dans l'unité géomorphologique I, suivie par la deuxième unité où la biomasse humide atteint 5166 kg/ha. L'unité géomorphologique III présente la plus faible valeur de biomasse humide avec 951 kg/ha.

III.3.6.2. -Biomasse sèche

III.3.6.2.1- Production de biomasse sèche

Nous remarquons que la production de la matière sèche est variable de 34 kg à 2153 kg/ha. En fonction des unités géomorphologique, on note que l'unité 02 présente la

plus forte production de phytomasse, mais les parcelles labourées présentent une moyenne relativement faible (Fig. 14).

L'analyse des résultats de la production de biomasse sèche montre que le parcours de première unité géomorphologique est caractérisé par une production moyenne de 1017 kg de MS/ha ce qui permet de classer le parcours en un état moyen. Dans cette unité on remarque que la station 01 est la plus productive avec 1735 kg/ha suivie par la station 02 avec 830 kg de MS/ha. La station 03 est de très mauvais état avec 486 kg/ha (Fig. 14).

Pour la deuxième unité, on peut classer ce parcours en bon état de production de phytomasse où la production de biomasse atteint 1331 kg de MS/ha de moyenne. La production la plus élevée est enregistrée dans la station 01 avec 2153 Kg de MS/ha. Vient ensuite la station 03 avec 992 Kg de MS/ha (Fig. 14).

Pour l'unité 03 qui est un espace anthropisé, la biomasse est de 330 kg de MS /ha (Fig.14).

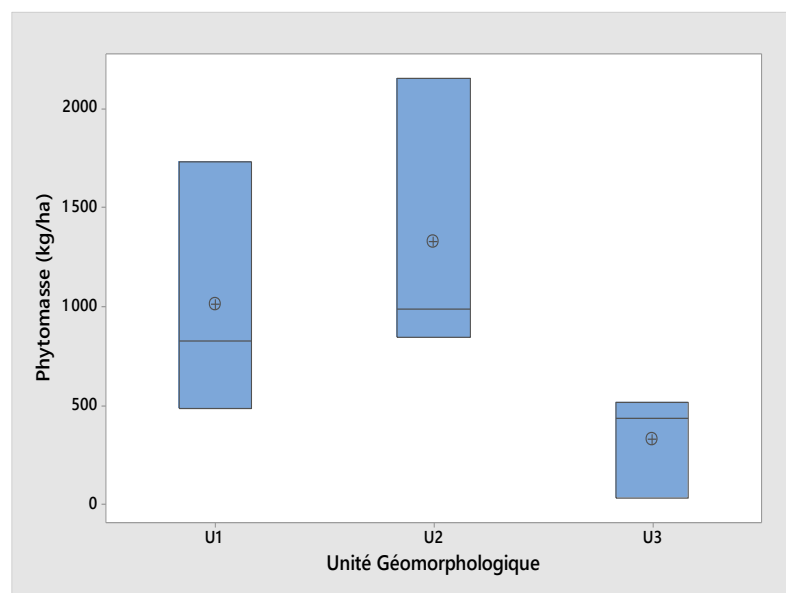


Figure 14 : La production totale de matière sèche des trois unités géomorphologiques

III.3.6.2.1. -Analyse chimique de phytomasse

L'étude de la teneur en matière organique (MO), en matière minérale (MM) et en matière azotée des trois unités géomorphologiques dosées dans les biomasses récoltées sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 - Résultats d'analyse de la biomasse végétale dans les trois unités géomorphologiques.

Production	MO (%)	Moyenne ±Ecartype	MM (%)	Moyenne ±Ecartype	MN kg/ha	Moyenne ±Ecartype
Unité géomorphologique I	97,71	96.71	2,28	3,27	1,69	0.94
	97,17	±	2,82	±	0,47	±
	95,26	1.28	4,73	1,28	0,66	0.65
Unité géomorphologique II	97,85	96,80	2,14	3,18	2,10	1,05
	96,23	±	3,76	±	0,51	±
	96,33	0.90	3,66	0,90	0,54	0,90
Unité géomorphologique III	95.19	91,67	4.80	6,74	0,21	0,22
	91,30	±	8,69	±	0,03	±
	92,05	0.53	7.94	2,75	0,44	0,20

MO : Matière organique

MM : Matière minérale

MN : Matière azotée

D'après le tableau 13 nous remarquons que la matière organique (MO) est la composante la plus importante de la matière sèche (MS) avec une moyenne de **96.71%** (unité géomorphologique I), **96.8%** (unité géomorphologique II) et 91.67% pour l'unité géomorphologique III.

Pour la matière minérale, l'unité géomorphologique I présente un taux moyen de **3.27%** de matière minérale, la deuxième unité géomorphologique est d'une moyenne de **3.2%** et la troisième unité géomorphologique avec une moyenne de **8.33 %** (Fig.15).

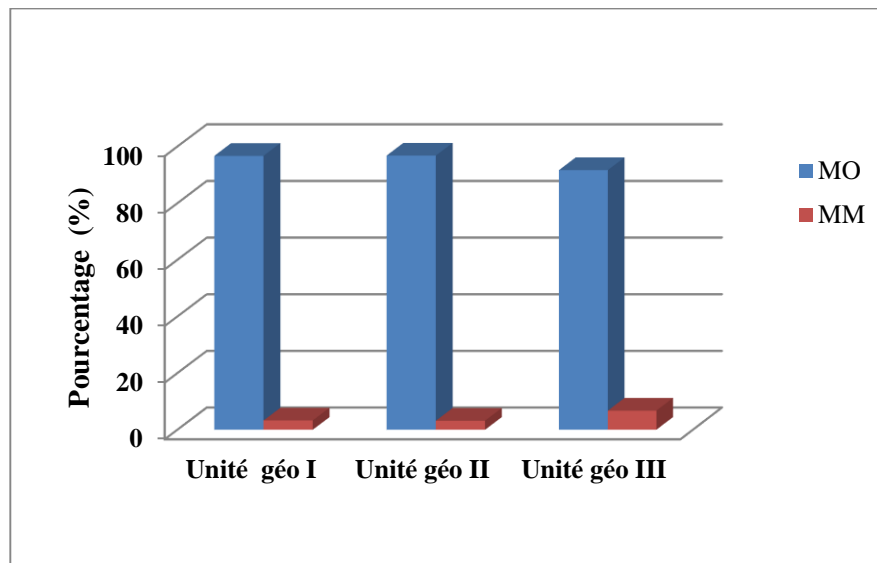


Figure 15 : % moyen de matière organique (MO) et matière minérale (MM) dans les trois unités géomorphologiques.

Il ressort de tableau 14 que l'unité géomorphologique II est la plus riche en matière azotée avec une valeur de 1.05 kg/ha, suivie par l'unité géomorphologique I (0.94 kg/ha). La troisième unité géomorphologique est la plus pauvre avec 0.22 kg/ha (Fig.16).

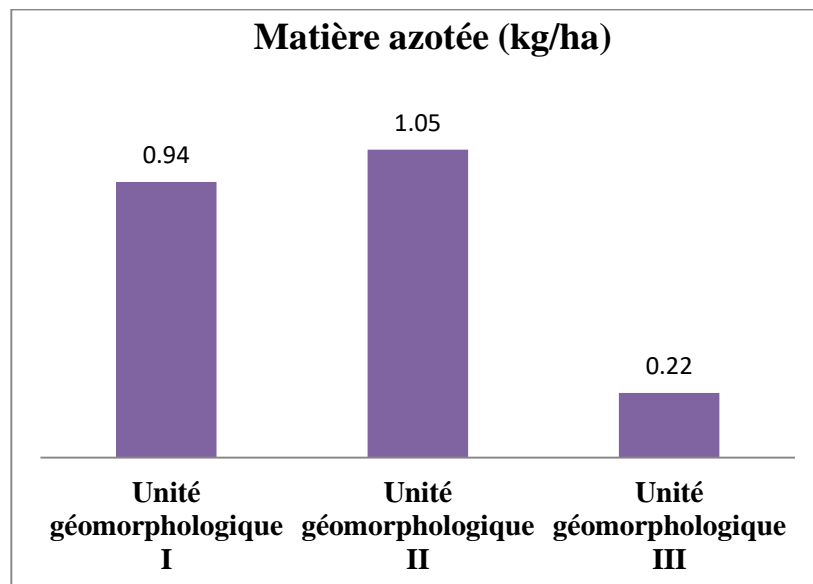


Figure 16 : Production moyenne de matière azotée dans les trois unités géomorphologiques

III.3.7. -La valeur pastorale

A cause de la faiblesse du couvert végétal dans notre région d'étude l'équation 3 a été utilisée pour le calcul de la productivité pastorale :

Cette relation est représentée par la régression entre VP et la productivité fourragère. D'après AIDOU (1989), Vpi peut être valablement utilisé comme évaluation allométrique de la production fourragère des parcours :

La valeur pastorale dans les différentes stations est variable entre 10 à 15% de moyenne. On note une moyenne de 11% pour la première unité géomorphologique, et 12% pour la deuxième unité géomorphologique (Fig.17).

On remarque aussi que la valeur pastorale est plus importante dans la station 01 (unité géomorphologique II) avec 15%. Au niveau l'unité géomorphologique I la valeur la plus élevée est calculée pour la station 01 avec 12% (Fig.17).

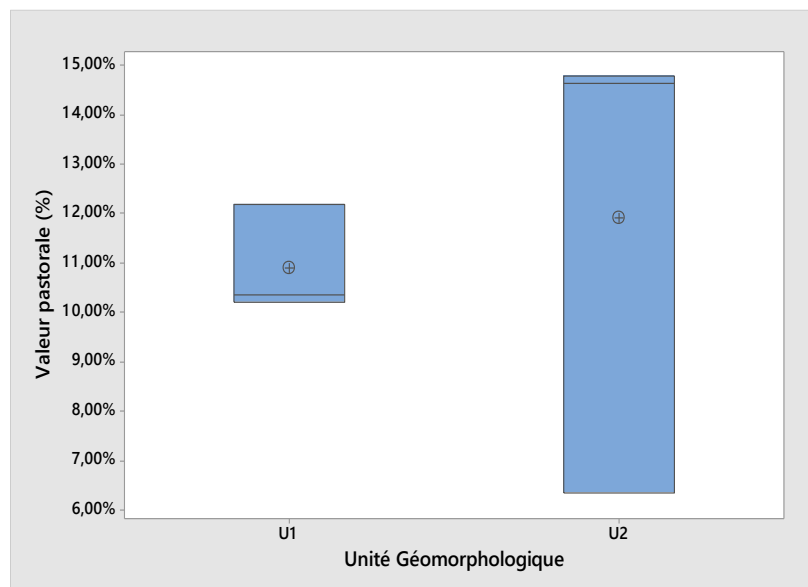


Figure 17 : Valeur pastorale dans les deux unités géomorphologiques

III.3.8. -La productivité pastorale

L'analyse des résultats relatifs aux productions pastorales montre que la productivité pastorale des stations est très faible. On note pour l'unité géomorphologique 01 une productivité de l'ordre de 88 HF/ha de moyenne, dans cette unité on remarque que la productivité est relativement identique dans les trois stations.

Au niveau de la deuxième unité, la productivité moyenne est égale à 95 UF/ha, la valeur élevée de productivité est notée pour les stations 01 et 03 avec respectivement 114 et 113 UF/ha, la productivité minimale est enregistrée au niveau la stations 02 avec 58 UF/ha (Fig.18).

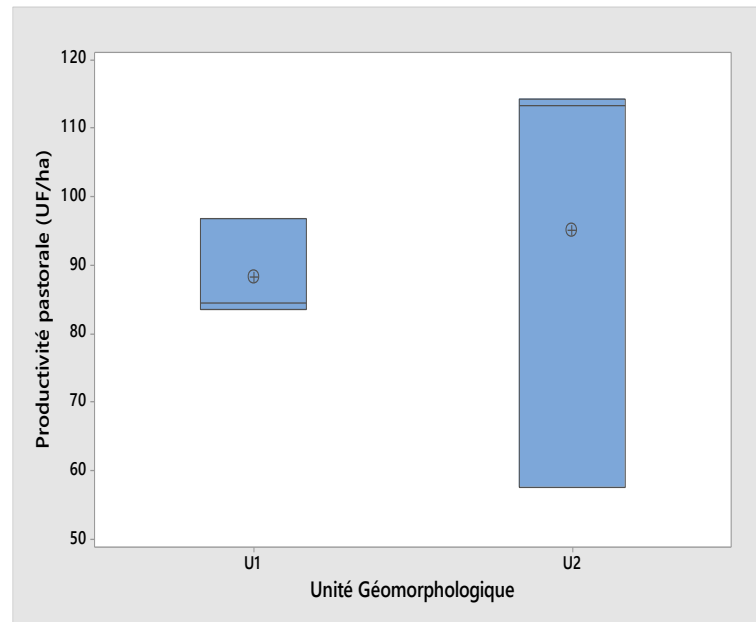


Figure 18 : Productivité pastorale des deux unités géomorphologiques

III.3.9. -La charge pastorale

Nous avons calculé la charge animale, à savoir que cette charge est exprimée en nombre d'hectares nécessaires à la satisfaction des besoins annuels d'une unité ovine évalués à 400 UF/an (**AIDOUD, 1989**).

Le calcul de la charge pastorale (Ha / U.ovine), nous montre que la charge pastorale dans toutes les stations étudiées varie de 3.5 à 7 ha/Tête, pour l'unité géomorphologique I la charge pastorale moyenne est de l'ordre de 4.5 ha / Tête, de même résultat est obtenu pour la deuxième unité (4.65 ha/ Tête) (Fig.19). Ces résultats sont identiques avec la charge préconisée par le ministre de l'agriculture (1 mouton/4ha).

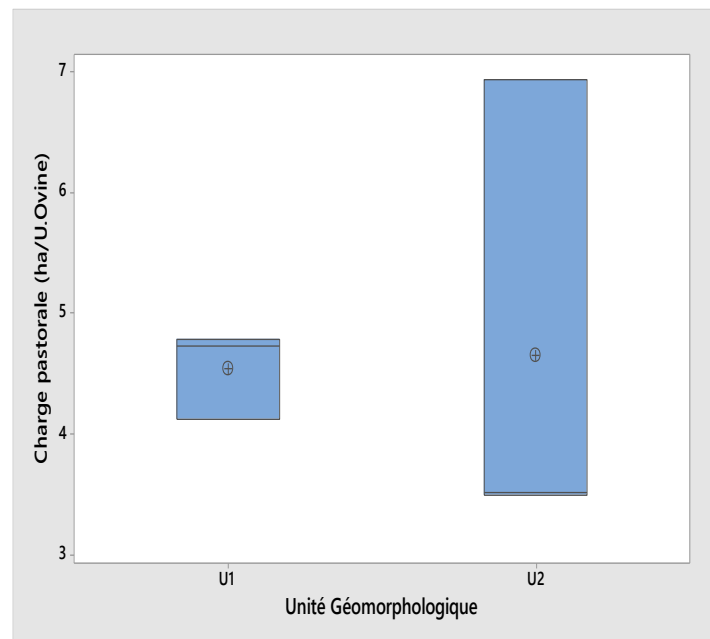


Figure 19 : Charge pastorale dans les deux unités géomorphologique

III.4.- Analyse statistique

La classification hiérarchique ascendante (CHA) fournit le résultat sous la forme d'un arbre ou dendrogramme, Ce dendrogramme permet de distinguer 5 classes (Fig. 20):

- La classe 1 est formée par les deux espèces (*Astragalus armatus* et *Thymelaea microphylla*) avec une similarité de 41 %.
- La deuxième classe formée par les deux espèces *Euphorbia heliscopia* et *Silene arenarioides* présentent un niveau de similarité de 79%.
- Le troisième groupe renferme 13 espèces (*Astragalus cruciatus*, *Malcomia aegyptiaca*, *Stipa tenacissima*, *Didesmus bipinnatus*, *Schismus barbatus*, *Peganum harmala*, *Pseuderucaria teretifolia*, *Medicago laciniata*, *Notoceras bicornis*, *Astragalus mareoticus*, *Launaea sp*, *Erodium triangulare*, *Trigonella stallata*) sont similaire à 93%.
- La quatrième classe renferme 4 espèces (*Anacyclus sp*, *Atractylis serratuloides*, *Ifloga spicata*, *Launaea resedifolia*) sont similaire à 90 %.
- La cinquième classe est regroupée deux espèces (*Ammodaucus sp*, *Helianthemum ellipticum*) avec 85% de similarité.

* Remarque :

- *Anacyclus sp* et *Atractylis serratuloides* ; *Launaea sp* et *Trigonella stallata* sont similaires à 100%.
- *Aristida pungens* ne présente aucun niveau de similarité avec les autres espèces

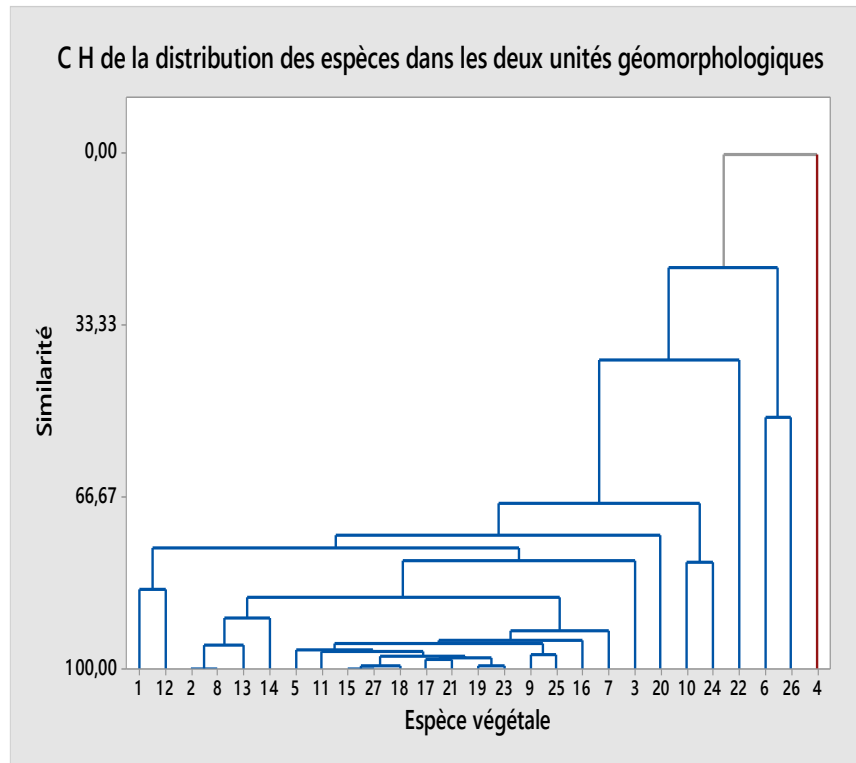


Figure 20 : Dendrogramme de la CHA de la distribution des espèces dans les unités géomorphologiques.

Chapitre IV - Discussions

IV.1.-Sol de la zone d'étude

L'analyse granulométrique nous a permis de classer le sol de la zone d'étude en sol sableux, ce sol est pauvre et fragile à cause de la rareté de l'humus et faible teneur en éléments minéraux. L'existence de bons sols est très limitée. Ces derniers se localisent dans les dépressions et les lits d'Oued.

Selon HALITIM (1988), les facteurs édaphiques qui interviennent sur la répartition de la végétation sont la texture, la salure, la teneur, et le niveau de concentration du calcaire et du gypse, l'hydromorphie, la réserve en eau utile et la teneur en matière organique. Toutefois, LE HOUEROU (1959) utilise le terme de groupe écologique pour montrer la liaison existante entre un ensemble d'espèces vis à vis d'un facteur du milieu et présentant entre elles des corrélations positives. La mise en évidence des rapports sols végétations montre que cette dernière est très sensible aux variations édaphiques concernant la morphologie et le chimisme du profil, mais que le degré d'évolution du sol se manifeste assez peu dans la composition du tapis végétal, sauf bien entendu, lorsque cette évolution se marque par des modifications physiques ou chimiques importantes du profil. Ce sont finalement les facteurs susceptibles de modifier le bilan d'eau sol, comme pente, position topographique, texture, structure, profondeur, chimisme,... qui manifestent une action prépondérante sur la composition et la structure de la végétation; à l'intérieure d'un climat donné (LE HOUEROU, 1959).

IV.2.-Climatologie

Le climat de la région d'étude est caractérisé par une faible pluviosité. Durant la période de notre travail sur le terrain nous notons un maximum cumulé de 150 mm pour le mois de Mars 2014. Le régime pluviométrique de la région de Laghouat est caractérisé par des pluies qui apparaissent pendant la saison froide, de septembre à mars; avec une moyenne de 100-200 mm par an et souvent elle est variable d'une année à l'autre. Cette périodicité joue un rôle capital dans l'individualisation de la végétation (QUEZEL et SANTA, 1962).

IV.3.-Analyse floristique

La nature légère des sols régit la distribution des groupements de végétation de ces milieux caractérisée par la dominance du Drinn (*Stipagrotis pungens*).

IV.3.1-Richesse totale

L'inventaire floristique réalisé nous a permis de comptabiliser 27 espèces appartenant à 12 familles botaniques. Parmi lesquelles 32% de l'effectif total est représenté par une seule espèce. Parmi les espèces que nous avons recensés 16 ont été inventoriés par DJABALLAH (2008) dans la région de Djelfa. Nous citons *Retama retam*, *Thymelea microphylla*, *Astragalus armatus* et *Stipa tenacissima*. De même CHEHMA (1995) rapporte dans la région de Ghardaïa 12 espèces que nous avons identifiées aussi dans Mokrane à savoir *Argyrobium uniflorum*, *Atractylis serratuloides*, *Erodium triangulare*, *Ifloga spicata*, *Malcomia aegyptiaca* et *Plantago ciliata*. Toutefois sur une période de 34 ans allant de 1959 à 1995 LE HOUEROU note 2630 espèces dans les zones arides de l'Afrique du Nord parmi lesquels nous avons inventorié 27 espèces. Aussi nos résultats sont en accord avec ceux d'OZENDA (1983) concernant les espèces du Sahara Septentrional. Il est à remarquer que dans la région de Mokrane, relativement aux régions dans lesquelles DJABALLAH (2008) et CHEHMA(1995) ont travaillé, présente un caractère de dégradation.

A noter aussi que sur les 27 espèces inventoriés dans les unités géomorphologiques, 18 sont éphémères (66.66%) et 09 vivaces (33.33%). DJABALLAH (2008) a recensé dans l'ensemble des stations étudiées, 86 plantes divisées en 24 plantes permanentes et 62 éphémères. Le nombre d'éphémères que nous avons inventorié peut s'expliquer d'abord par la période d'échantillonnage choisie qui est favorable au développement des éphémères. D'après l'UNESCO (1960), les herbes n'apparaissent que pendant une brève période de l'année, quand les conditions deviennent favorables, et les vivaces présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'insuffisance d'humidité et les longues périodes de sécheresse. Toutefois l'inégalité de répartition entre les éphémères et les vivaces est due aussi à l'adaptation à la sécheresse de certaines espèces (OZENDA, 1983).

Pour la première unité géomorphologique (sol encroûté), nous avons recensé 11 familles, 19 genres et, 21 espèces (Tab.9, fig.). Les familles botaniques les plus représentées sont les Fabaceae suivi par les Asteraceae, les Poaceae et enfin les Apiaceae. Les Brassicaceae, les Cistaceae, les Euphorbiaceae, les Géraniaceae, les Plantaginaceae, les Thymelaeaceae et les Zygophyllaceae sont présentées par une espèce seulement. Nos résultats ne convergent pas avec ce que a rapporté OZENDA (1982) que les sols sableux sont caractérisés par la dominance des Poaceae. D'autre part la dominance des composées et des Poacées s'explique par leur résistance à la rigueur des conditions climatiques (HELLAL, 1999).

Pour la deuxième unité géomorphologique (espace dunaire) dans laquelle 20 espèces sont présentes, elles appartiennent à 10 familles et 17 genres, les Fabaceae restent toujours la famille la plus dominante suivie par les Astéraceae, les Brassicaceae et les Poaceae. Les Apiaceae, les Caryophyllaceae, les Cistaceae, les Euphorbiaceae, les Plantaginaceae, les Thymelaeaceae sont présentées chacune par une seule espèce (Tab.fig.). STEINHAUER et al., (2008) ont noté que la flore de l'Afrique du Nord est représentée à 19% par des Astéracées. OZENDA (1983) note que les Graminées, les Légumineuses et les Composées sont partout les familles prédominantes même dans la partie méridionale. Les 27 espèces que nous avons inventoriées sur un ensemble de 2630 (LE HOUEROU, 1995) constituent un taux d'environ 1%, valeur que nous considérons très faible pour la richesse des lieux steppiques.

Le faible taux en richesse dans les deux unités géomorphologiques (UI et UII) est expliqué par la nature du sol et aussi les conditions climatiques (pluviosité) qui sont les facteurs les plus importants à l'installation de la végétation CHEHMA (2005). Ils sont aussi capables de fournir une explication suffisante au changement d'effectifs dans les différentes stations. Ces variations ont un caractère d'autant plus imprévisible sur la répartition de la flore lorsque l'on se place dans les zones arides, donc le cortège floristique d'une station varie en fonction des conditions climatiques saisonnières et annuelles (AIDOUD et BOUCHENEB, 1990). De même AIDOUD (1989) a signalé que la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble de ces variables (climat - édaphisme - exploitation).

IV.3.2-Richesse stationnelle

L'examen de la richesse stationnelle appliquée aux différentes espèces caractéristiques des différentes stations d'études selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), nous a permis de remarquer que nos différentes stations sont très pauvres en espèces floristiques. Par ailleurs DJABALLAH (2008) a noté que les différentes stations sont caractérisées par une richesse stationnelle moyenne à très pauvre. L'analyse des données de la richesse stationnelle des différentes stations nous confirme que la réduction du couvert végétal dans cette zone est due essentiellement à la pression humaine avec l'exploitation d'une façon irrationnelle et extensive de ces parcours, s'est aggravée par l'influence de la sécheresse qui accentue les processus de dégradation et ce qui empêche les espèces végétales de se reproduire. La plupart des chercheurs convergent sur le fait que le pâturage conduit à la dégradation des conditions écologiques des parcours. Il peut réduire l'humidité du sol, le taux d'infiltration et augmenter le ruissellement et l'érosion hydrique et éolienne (QUINTON et al., 1989 ;

DOMAAR et al, 1989). HUETZ (1970) rapporte que la sélection des plantes par la sécheresse est à l'origine d'une certaine pauvreté en espèces de la flore des régions arides surtout les milieux secs. Parmi les caractères communs à l'ensemble des déserts, on trouve la rareté des arbres et la prédominance de certaines formes biologiques, en particulier les arbustifs et buissonnants (MONOD, 1992).

IV.3.3.-Abondance – dominance des espèces

Cependant, l'analyse des résultats de l'abondance-dominance des espèces inventoriées dans la région de Laghouat montre que *Retama raetam*, *Aristida pungens*, *Astragalus armatus* et *Thymelaea microphylla* sont les espèces les plus dominantes au niveau des deux unités géomorphologiques I (sol encroûté) et II (espace dunaire). On note aussi que sur les dunes de sable, une végétation Psamophile s'installe. Elle est constituée des steppes graminéennes à *Stipagrostis pungens* et *Thymelaea microphylla* ou encore des steppes arbustives à *Retama raetam* (NEDJRAOUI, 1981). L'abondance-dominance varie pour les mêmes espèces d'une station à une autre. Cette variation semble provenir essentiellement de l'aptitude de l'espèce à l'adaptation aux conditions édapho-climatiques propres à chaque biotope. DAJOZ (1970) et DEJBAILI (1984) ont signalé que les sols sablonneux sont essentiellement caractérisés par la dominance de *Stipagrostis pungens*. MONOD (1973) ne signale qu'une seule graminée saharienne du sable, *Stipagrostis pungens*. Elle peut héberger plus de cinquante espèces d'insectes. Pour MAIRE (1933) le Sahara septentrional, les pieds de dunes ont une végétation relativement abondante, où domine *Aristida pungens*.

IV.3.4.-Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité

La valeur de l'indice de Shannon pour les deux unités géomorphologique est faible, 0.78 bits pour la première unité et 0.70 bits pour la deuxième, De même AZIZI (2010) a obtenu une valeur de 0.73 bits indiquant la faiblesse du patrimoine écologique représentant la zone étudiée (Mokrane).

Les valeurs de l'équitabilité aux espèces échantillonnées au niveau des deux unités géomorphologiques est de moyenne de 0.23, 0.21 respectivement ce qui implique que les effectifs des espèces échantillonnées ont tendance à être en déséquilibre entre elles, ce qui prouve qu'il y a une dominance de quelques espèces au détriment des autres.

IV.3.5.- La densité

À titre comparatif de la densité entre les deux unités géomorphologiques, on note les observations suivantes :

- L'absence de *Atractylis serratuloides*, *Didesmus bipinnatus*, *Erodium triangulare*, *Medicago laciniata*, *Peganum harmala*, *Schismus barbatus*, *Anacyclus sp* dans la deuxième unité malgré qu'elles présentent dans l'unité géomorphologique I.
- L'absence *trigonella stellata*, *Malcomia aegyptiaca*, *Notoceras bicorne* et *Launaea sp* au niveau la première unité.
- La présence d'*Aristida pungens* dans la deuxième unité (espaces dunaires) avec une densité élevée par rapport à la première unité (sol encrouté).
- La présence des espèces vivaces telles que *Thymelea microphylla*, *Retama raetam*, *Euphorbia helioscopia* et *Aristida pungens* dans toutes les unités fig.
- La présence de *Stipa tenacissima* avec une faible densité s'explique par la dégradation de ce dernier.
- Une faible densité des espèces éphémères surtout au niveau de la deuxième unité. En parallèle, on remarque une forte densité d'*Ammodaucus sp* dans la station 03.

IV.3.6.-Le recouvrement

IV.3.6.1.-Partie végétale

Le recouvrement de la végétation est conditionné par plusieurs facteurs dont l'état de dégradation, bioclimat, saison et la nature du groupement végétal lui-même (POUGET, 1980, MELZI, 1990). Nous remarquons que la deuxième unité a une valeur de recouvrement élevée (1012 m²/ha) par rapport à la première unité (716 m²/ha). SALEMKOUR et al., (2013) ont signalé que le taux de recouvrement est compris entre 33 et 55 % dans les mises en défens et entre 13 et 22 % dans les parcours libres, ils ont aussi constaté que l'évolution progressive du recouvrement végétal entre mise en défens et parcours libres est due au phénomène « remontée biologique » induit par la mise en repos du parcours. Le processus de remonté biologique se manifeste d'abord par le développement et la multiplication des espèces et augmentation du taux de recouvrement du sol avec comme conséquence le ralentissement puis l'arrêt de l'érosion, le développement de la litière et la disparition de la croûte de battance (LE HOUEROU, 1977a).

Dans la présente étude la différence du recouvrement entre les deux unités est expliquée par les caractères dendrométriques de hauteur et de diamètre des espèces. En effet, nos mesures effectuées sur *Retama raetam* nous montre qu'elle a un diamètre allant de 1 à 2 m ; Tandis que sa hauteur comprise entre 1.5 à 2 m, alors que la mesure effectuée sur *Aristida pungens* montre qu'elle présente un diamètre qui varie entre 45 et 90 cm et une hauteur comprise entre 50 et 90 cm. Ces valeurs nous reflètent d'une façon très claire l'influence des caractères dendrométriques (hauteur et diamètre) sur le recouvrement trouvé.

IV.3.6.2- Partie non végétale

Les éléments de la surface du sol (Le sable, la croute, les cailloux, les débris) sont autant des paramètres écologiques qui influent sur la qualité et la quantité de végétation (LEMÉE, 1978 et MELZI, 1986). Dans les deux unités le sable représente une grande proportion avec 50.81% pour la deuxième unité et plus de 38 % pour la première unité ce qui indique la nature géomorphologique de la région. Nos résultats sont similaires à ceux signalé par CHEHMA (2005) ou les éléments de la surface du sol occupent une grande importance avec 86.44%. Aussi nos résultats sont en accord avec ceux de NEDJRAOUI (2003), qui a décelé dans une steppe à Remth un couvert végétal qui ne dépasse pas les 12,5%.

IV.3.7.-Évaluation de la phytomasse dans les trois unités géomorphologiques

Nous avons obtenu une moyenne de production de phytomasse de 1331 kg de MS/ha pour la deuxième unité géomorphologique. Ce qui a permis de classer ce parcours en bon état de production de phytomasse. Le parcours de première unité est caractérisé par une production moyenne de 1017 kg de MS/ha ce qui permet de classer le parcours en un état moyen. On peut expliquer que les valeurs élevées de phytomasse dans les deux unités géomorphologiques par la dominance des espèces pérennes qui assurent la grande partie de la phytomasse totale, et peut être liée à la morphologie des espèces (arbre, arbuste, arbrisseau, buisson...) qui sont très variable d'une espèce à l'autre et d'une station à l'autre, selon LE HOUEROU (1995), dans les steppes non dégradées ou peu dégradées du nord de l'Afrique, environ 80 % de la biomasse est assurée par les espèces pérennes, à savoir que chaque 1 % de recouvrement des pérennes représente une biomasse de 30 à 50 kg de MS/ha, avec une moyenne générale de $43 \pm 3,6$ kg (LE HOUEROU, 1987a).

En général, l'étude comparative de la production de la phytomasse entre les trois unités géomorphologiques nous montre que la plus faible valeur de phytomasse est notée dans la troisième unité géomorphologique (très mauvais parcours) par rapport aux autres unités géomorphologiques. En plus la comparaison de l'analyse chimique de la biomasse entre les

trois unités géomorphologique montre que l'unité géomorphologique III est la plus pauvre en matière organique et azotée. Dans cette unité géomorphologique, où la pratique de la céréaliculture (culture de l'orge) est caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture sableuse fragile. Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle accompagné de la destruction quasi totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (NEDJIMI et HOMIDA, 2006). En effet, cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol. Le faible rendement loin de compenser la perte de sol qui en résulte et les nuisances générées (LE HOUEROU, 2002).

En conclusion, la faible production de phytomasse, de la matière organique et azotée au niveau des parcelles cultivées nous confirment que les actions de mise en valeur dans la zones d'étude, n'ont pas donné les résultats escomptés. Cependant, l'utilisation rationnellement des parcours où le pâturage se pratique dans des périodes définies, la charge pastorale est contrôlée et la mise en culture et le labour sont interdits, permettent de conserver et de se régénérer les espèces végétales.

IV.3.8. -La valeur pastorale

L'étude de la valeur pastorale montre que la valeur pastorale dans les différentes stations est de moyenne de 11 % pour la première unité géomorphologique, 12 % pour la deuxième unité géomorphologique. la valeur pastorale la plus importante est notée dans cette unité géomorphologique au niveau la station 01 avec 15%, qui peut s'expliquer par les contributions des espèces de grand apport fourragère plus élevée dans cette station. D'après (SALEMKOUR et al ; 2013) la valeur pastorale est plus importante dans le faciès à *Stipa tenacissima* au niveau les trois stations étudiées de Gueltet Sidi Saad et Sidi Bouzid (25.71 %, 20.97 % et 11.2 %) que celui à *Arthrophytum scoparium* dans la région d'El-Houaita (12.24% et 5.55%), même si sur le plan pastoral les parcours à base d'alfa ou à base d'arthrophytum sont en général considérés comme mauvais vu les caractéristiques des deux espèces (faible valeur énergétique, indice de qualité moyen). Dans notre étude ce cortège floristique renferme des espèces classées comme bonnes fourragères tels que, *Astragalus cruciatus*, *Launaea residifolia*, *Helianthemum ellipticum*, *Plantago ciliata*, *Astragalus mareoticus* et autres, contrairement aux parcours déjà défavorisés par leur situation bioclimatique plus aride et conditions de milieu défavorable (en particulier la rareté des

pluies) renferme des espèces fourragères médiocre (refusées par le bétail ou toxique) tels que, *Ifloga spicata*, *Atractylis serratuloides*, *Euphorbia heiscopia*, *Peganum harmala*.

IV.3.9.- La productivité et la charge pastorale

Le calcul de la productivité (UF/ha/an) et la charge pastorale (Ha/U.ovine), montre que dans les stations étudiées, la charge pastorale est de 3.5 à 7 ha/Tête, avec une productivité varie de 83 à 114UF/ha/an. Cette différence de production entre les de stations est due essentiellement au pâturage exercé dans les stations. SALEMKOUR *et al.* (2013) ont noté que dans les mises en défens, la charge est de 2.46 à 5.78 ha/mouton avec une productivité allant de 69.18 UF/ha/an à 162.3 UF/ha/an, par contre dans les parcours libres la charge est plus importante avec 6.40 à 14.73 ha/mouton, avec une productivité pastorale de l'ordre de 27.14 UF/ha/an à 62.47 UF/ha/an, de même auteurs signalent que la productivité et la charge pastorale sont variables selon le faciès, d'après certains auteurs notamment NEDJRAOUI (2002), dans les steppes à alfa, la productivité pastorale moyenne varie de 60 à 150 UF/ha/an selon le recouvrement et le cortège floristique, la valeur pastorale est de 10 à 20 % et une charge de 4 à 6 (ha/U.ovine). Dans les steppes à psammophytes, les valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha (NEDJRAOUI, 1981). Les différentes études LE HOUEROU, (1985) a montré que les parcours steppiques se sont fortement dégradés et que la production fourragère est équivalente à environ 1/3 de ce qu'elle était en 1968, c'est à dire 533 millions d'UF. La charge pastorale potentielle serait d'environ 8 ha par un équivalent ovin et donc 10 fois supérieure à la charge réelle des parcours ce qui donne lieu à un surpâturage intense qui se manifeste par le maintien trop prolongé du troupeau sur les aires pâturées prélevant une quantité de végétation largement supérieure à la production annuelle. La dégradation des parcours et de la steppe en général est la résultante de cette surexploitation des ressources essentiellement à travers le surpâturage, mais aussi par le défrichement de milliers d'hectares en faveur des cultures céréalières.

Conclusion générale

L'analyse du sol du site étudié nous a permis de montrer qu'il est sableux, à texture légères .

La synthèse climatique montre très clairement un déficit hydrique important. On note six mois de sécheresse. La période sèche s'étale du moi d'avril jusqu'au mois de septembre, cette caractéristique, est propre aux climats arides et désertiques.

L'étude floristique effectuée dans la région de Laghouat, nous a permis de compter dans les différentes stations une richesse globale de 27 espèces végétales qui appartiennent à 12 familles botaniques. Dans cet effectif, 8 familles ne sont représentées que par un seul genre. Les familles botaniques les mieux représentées sont celles des Fabaceae (7 espèces), les Asteraceae (5 espèces), les Brassicaceae (4 espèces), les Poaceae (3 espèces). Pour la répartition temporelle, sur les 27 plantes notées, 18 sont éphémères et 9 vivaces. Cette importance des éphémères semble émaner de la période d'échantillonnage qui est favorable à leur développement. La répartition de la végétation reste hétérogène d'un biotope à un autre. La richesse totale appliquée aux différentes espèces végétales caractéristiques des deux unités géomorphologiques de la région de Laghouat. Pour la première unité géomorphologique, nous avons recensé 21 espèces réparties entre 11 familles et 19 genres. La deuxième unité géomorphologiques est représentée par 20 espèces appartenant à 10 familles et 17 genres. Cette différence dans la richesse résulte essentiellement de la nature de chaque biotope. Pour l'indice d'abondance-dominance des végétaux dans cette région nous avons noté que *Retama raetam*, *Astragalus armatus* et *Thymelaea microphylla* sont les espèces les plus dominates dans les deux unités géomorphologiques. Mais cet indice varie pour les mêmes plantes d'une station à une autre. Cette variation semble provenir essentiellement de l'aptitude de l'espèce végétale à s'adapter aux conditions édapho-climatiques propres à chaque habitat.

L'indice de Shannon-Weaver appliqué des espèces échantillonnées dans les différentes stations d'étude, est faible (0.78 bits) pour la première unité et (0.70 bits) pour la deuxième unité. Ces valeurs reflètent que le milieu d'étude est pauvre en patrimoine floristique. Les valeurs de l'équirépartition sont faibles impliquent que les effectifs des espèces échantillonnées ont tendances à être en déséquilibre entre elles.

L'étude quantitative des différents paramètres de la végétation au niveau des différentes stations d'étude a montré que :

- La présence des espèces vivaces telles que *Thymelea microphylla*, *Retama raetam*, *Euphorbia helioscopia* et *Aristida pungens* dans toutes les unités géomorphologiques. Cependant *Stipa tenacissima* est présentée par une faible densité s'explique par la dégradation de ce dernier. On note aussi la faible densité des espèces éphémères surtout au niveau de la deuxième unité.
- Le recouvrement a connu une grande variabilité entre les différentes stations étudiées.

Nous remarquons que la deuxième unité géomorphologiques a une valeur de recouvrement élevé (1012 m²/ha) par rapport à la première unité géomorphologique. Cette variabilité du recouvrement entre les deux unités est expliquée par les caractères dendrométriques de hauteur et de diamètre des espèces et elle essentiellement lié au mode et à l'intensité d'exploitation des parcours.

- L'étude comparative de la production de la phytomasse entre les trois unités nous montre que la troisième unité géomorphologique a la plus faible valeur de phytomasse (très mauvais parcours) par rapport aux autres unités géomorphologiques.
- La charge pastorale varie de (3.5 à 7 ha/tête) pour toutes les stations.

Tous ces résultats nous confirment que les actions de mise en valeur dans les zones arides et semi-arides, n'ont pas donné les résultats escomptés. La raison des échecs est probablement liée au manque d'approche d'analyse des systèmes d'élevage et particulièrement leur composante humaine mais aussi au déséquilibre important entre la demande et l'offre fourragère. L'ensemble des études convergent pour montrer que la steppe ne peut supporter au mieux que 4 millions d'ovins alors que sa population dépasse les 15 millions Roselt/OSS, (2005).

Afin de compléter la présente étude, il est indispensable d'augmenter le nombre des relevés par région et par biotope. La période d'échantillonnage doit s'étaler sur 2 à 3 saisons pour mieux comprendre la répartition spatio-temporelle des plantes éphémères et étudier les associations végétales. L'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) ont contribué à l'élaboration de différentes cartes thématiques grâce aux requêtes statistiques dans sa propre base de données, destinées aux décideur de l'espace steppique, pour avoir une bonne visualisation des caractéristiques de l'écosystème steppique.

Références Bibliographiques

- **ABDELGUERFI A ET LAOAU M., 1996.** La privatisation du foncier : impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie. In "Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi-arides". 17-19 Octobre 1996, Gabès (Tunisie). Options Méditerranéennes, 32 : 203-207.
- **ACHOUR H., 1983.** Etude phyto-écologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima*) du sud oranais, W. Saida. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Université Houari Boumediene, Alger. 216 p.
- **AFNOR, 1999.** Qualité des sols. Ed. AFNOR, Vol.1 et 2, Paris, 973 p
- **AIDOUD A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppique sud Oranais. Thèse 3^{ème} cycle. USTHB, Alger. 255 p.
- **AIDOUD A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse Doctorat. USTHB, Alger. 240 p.
- **AÏDOUD A., LE FLOC'H E., LE HOUEROU H. N., 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, 17: 19-30.
- **AIDOUD. A ET AIDOUD. L.F, 1997.** Le complexe alfa armoise sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba alba* Asso, *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales.
- **AUBERT G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191 p.
- **AZIZI M., (2010).** Contribution à l'étude de l'évolution de l'état de surface d'un sol dans une mise en défens dans la région de Laghouat, Mémoire de Licence, Université d'Amar Thelidji de Laghouat-Algérie, 29 p.
- **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique, Bull. soc. hist. Nat., Toulouse, p.p193-239.
- **B.N.E.D.E.R., 2007.** Plan national de lutte contre la désertification. Ministère de l'hydraulique et l'environnement des forêts. 73 p.
- **BARBAULT R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, paris, 200 p.

- **BARBAULT R. 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2ème tirage, Masson. 273 p.
- **BENABDELI K., 2000.** Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique. Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbès-Algérie). Options Médit., 39: 129-141.
- **BENABDELI. K, 1992.** Aridité et production agricole. Journées scientifiques 1992 Institut des sciences de la Nature, Université de Sidi Bel Abbés, Algérie
- **BENGUERAI A., 2011.** Évolution du phénomène de désertification dans le sud oranais (Algérie). Thèse de doctorat, université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, p19p.p.
- **BENSOUIAH. R, 2003.** La lutte contre la désertification dans la steppe algérienne : les raisons de l'échec de la politique environnementale Communication aux 15ème Journée de la Société d'écologie humaine Marseille, décembre 2003, p22.
- **BENSOUIAH R., 2006.** Vue d'ensemble de la steppe algérienne. Doc en ligne: <http://desertification.voila.net/steppealgerienne.htm>).
- **BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, paris, 173 p.
- **BOUCHENEB N., 1999.** Contribution à l'étude de la végétation de la région de TAMENRASSET AHAGAR. Thèse Magister. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene . Alger,103 p.+ ann.
- **BOUGHANI, 1995.** Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra). Thèse magister, USTHB, Alger, 226p.
- **BOUKHOBZA M., 1982.** L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie: de l'ordre tribal au désordre colonial. Off. Publ. Univ., Alger, 458 p.4, 21.
- **CHELLIG. R, 1969.**La steppe, le pays du mouton. Rapport du MARA, production animale, 9p.
- **CHEHMA S., 1995** - Contribution à l'inventaire des plantes spontanées et leur utilisation en médecine traditionnelle par la population de la Wilaya de Ghardaïa (Région Nord: oueds et dayas). Mémoire. Ing. agro., INFS/AS, Ouargla, Algérie,73.
- **CHEHMA A., 2005** - Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doct., Université Badji Mokhtar, Annaba, 178 p.
- **CORNET. A, 2002.** La désertification à la croisée de l'environnement. Un problème qui nous concerne. Johannesburg. Sommet Mondial de Développement Durable. Quels enjeux, quelle contribution des scientifiques , Ministère des Affaires Etrangères, A DPF, Paris, p207.

- **CRBT, 1978.** Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger. 256 p. + ann + carte.
- **DAGET P. et POISSONET J., 1972.** Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Pp 544.
- **DAGET P. et POISSONET J., 1991.** Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique. 354 p.
- **DAJOZ R., 1970 -** *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 357 p.
- **DAJOZ R., 1982.** Précis d'écologie. Ed. Gautier- Villars, Paris, 503 p.
- **DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 631 p.
- **DALAGE A. et METAILIE G., 2000 .** Dictionnaire de biogéographie végétale. Ed. C.N.R.S., Paris, 579 p.
- **DGF. 2007.** L'expérience algérienne dans la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification », Alger du 02 au 04 Avril 2007.
- **DJABALLAH F., 2008 :** effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse mag. Univ. KASDI MERBAH. Ouargla. 120p
- **DJEBAILLI S., 1978.** Recherche phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation (Djelfa). Mémoire d'Ingénieur. C. U. Djelfa. 56 p.
- **DJEBAILI S., 1984 -** *Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie*. Ed. OPU, Ben Aknoun, 177 p.
- **DJELLOULI Y., (1990) :** Flores et climats en Algérie septentrionales. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse doctorat. USTHB, Alger. 210 p.
- **DOMAAR J.F., SMOLIAK S. et WILLMS W.D., (1989) :** Vegetation and soil responses to short-duration grazing on fescue grasslands. *J. Range Manage.* pp. 452-257.
- **DUCHAUFOR PH., 1977.** Pédologie, Pédogenèse et classification. Tome I, Edition: Masson, Paris, 477p.
- **F.A.O., 1989.** Techniques de développement pastoral. Volume 03. Plantations d'arbustes Fourragères. Projet FAO, rab 84.025.

- **FLORET C., LE FLOC'H E. ET PONTANIER R., 1992.** Perturbation anthropique et aridification en zone présaharienne In: Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J. C. (Eds) L'aridité une contrainte de développement, caractérisation, réponses biologiques et stratégie de sociétés. Ed. Orostom, Paris: 449-463.
- **GENDOUZ BENRIMA A., 2005.** Ecophysiologie et biogéographie du criquet pèlerin *Schistocera gregaria* dans le sud Algérien. Thèse doc. d'état en agronomie, Inst. Nati. Agro., EL Harrach, Alger, 210 p.
- **GOFFIN N., 2009.** Impact de la mise en culture sur l'érosion éolienne à Laghouat, Algérie, mémoire de Master, UCL(Belgique). 90 Pages .
- **GOUNOT M., 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Editeur Masson et Cie, Paris.314p.
- **GUIRAA M., (2005).** Inventaire des espèces halophytes dans la région de Zaafrane (W.Djelfa). Mémoire d'Ingénieur. C. U. Djelfa. 56 p.
- **H.C.D.S., 1999.** Situation et perspectives de la steppe algérienne. Bilan du ministère de l'agriculture et du développement rural.
- **HALITIM A., 1988.** Sols des régions arides. OPU, Alger, 384p
- **HUETZ DE LEMPS A., 1970 -** *La végétation de la terre.* Ed. Mason et Cie, Paris, 133 p.
- **KADI-HANIFI A., 1998.** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu- végétation, L'agriculture et du développement rural. L'hydraulique et l'environnement des forets. 73p.
- **LAMOTTE, M., 1995.** A propos de la biodiversité. Le courrier de l'environnement, 24 p
- **LE FLOC'H E., 2008.** Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation .Ed .Roselte /OSS. , montpellier ,174 P.
- **LE HOUEROU H. N., 1959.** *Recherche écologiques et floristique sur la végétation de la Tunisie méridionale. Ière partie les milieux naturels et végétations.* Ed. Inst, Rech, Sah, Alger, 510 p.
- **LE HOUEROU H.N., (1977 a) :** Biological recovery versus desertization. In Economic Geography, 53,9 : 413-420.
- **LE HOUEROU H.N., et FROMENT, (1979).** La désertification des régions arides. La recherche n° 99. Volume 10. Pp. 337-344.

- **LE HOUEROU H.N., 1987 a** - Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertisation. PNUE, Nairobi & OMM, Genève, 59 p.
- **LE HOUEROU H. N., 1990.** Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse*, 1 : 246-259.
- **LE HOUEROU H. N., 1992.** Agroforestry and sylvopastoralism to combat land degradation in the mediterranean basin: old approaches to new problems. *Agri. Ecosy. Environm.* 33:99-109.
- **LE HOUEROU H. N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l'Afrique- Diversité biologique, développement durable et désertisation. *Options médit.*,10: 1397.
- **LE HOUEROU H. N., 1996.** Climate change, drought and desertification. *J. Arid Environm.*, 34: 133-185.
- **LE HOUEROU H. N., 2001.** Biogeography of the arid steppe land north of the Sahara. *J. Arid Environ.*, 48: 103-128.
- **LE HOUEROU H. N., 2002.** Man-made deserts: Desertization processes and threats. *Arid Land Res. Manag.*, 16: 1-36.
- **LE HOUEROU H. N., 2004.** An agro-bioclimatic classification of arid and semiarid lands in the isoclimatic mediterranean zones. *Arid Land Res. Manag.*, 18: 301-346.
- **LE HOUEROU H. N., 2006.** Environmental constraints and limits to livestock husbandry in arid lands. *Sécheresse*, 17 (1-2): 10-18.
- **LEMEE G., 1978 :** Précis d'écologie végétale. Ed. Masson, Paris, 285 p.
- **LEUTREUCH BELAROUCI N., 1991.** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Ed. O.P.U., Alger, 294 p.
- **MAIRE R., 1933 -** *Etude sur la flore et la végétation du Sahara central.* Ed. Typo–Litho, Alger, T.XI, 272 p.
- **MATE, 2002 :** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Rapport annuel du Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), 2002. P140.
- **MELZI S., (1990) :** Evaluation du processus de la désertification dans une région présaharienne du sud Algérois. *Biocénoses* **5(1.2) : 85-102**

- **MONOD T., 1973** - *Les déserts*. Ed. Horizons, Paris, 247 p.
- **MONOD T., 1992** - Du désert. *Sécheresse*, 3 (1): 7-24.
- **MOULAI. A, 2008**. Développement agricole et rural étude nationale Algérie, volume 1, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 44p.
- **NEDJIMI B., 2012 a**. Rangeland improvement and management options in the arid steppes of Algeria. In: Germano, M. Denise (Ed.) *Steppe ecosystems: Dynamics, land use and conservation*. Nova Science Publishers, Inc. New York:157-170.
- **NEDJIMI B., HOMIDA M., 2006**. Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. *Revue du Chercheur*, 4 :13-19.
- **NEDJRAOUI D., 1981**. Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3ème cycle. USTHB, Alger. 156p + ann.
- **NEDJRAOUI D., 1990**. Adaptation de L'alfa (*Stipa tenacissima*) aux conditions stationnelles. Thèse Doctorat. USTHB, Alger. 256 p.
- **NEDJRAOUI D., (2002)** : Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *Options Méditerranéennes*:239-243.
- **NEDJRAOUI. D et BEDRANI. S, 2008**. La désertification dans les steppes algériennes : causes, principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse sud oranais, W. Saida. Thèse de Doctorat 3ème cycle. Université Houari Boumediene, Alger.
- **OZENDA P., 1954**. Observation sur la végétation d'une région semi-aride, les hauts plateaux du sud algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 45 : 189-224 pp.
- **OZENDA P., 1982** - *Les Végétaux dans la biosphère*. Ed. Doin éditeurs, Paris, 431p.
- **OZENDA P., 1983** - *Flore du Sahara*. 2ème Edition. Ed. CNRS, Paris , 622 p.
- **POUGET M., (1980)** : Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Thèse. Doc. D'état. Uni. D'Aix-Marseille III, Editions O.R.S.T.O.M., Paris. 466p.
- **PRÉVOSTE P., 1999** . Les bases de l'agriculture. Ed. Technique et documentation, Paris, 243 p.
- **QUINTON D.A., MALAK W. et HALL J. W., (1989)** : The effect of cattle grazing on the growth and miserotoxin content of Columbia milkveth. *J. Range Manage.* pp. 368-372.

- **QUEZEL P. et SANTA S., 1954.** Contributions à la Flore de l'Afrique du Nord. IV- Contribution à la Flore du Hoggar. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord 44 : 55-67pp.
- **QUEZEL P. et SANTA S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Volumes I et II. C.N.R.S. Paris, 1170p.
- **RAMADE F., 1984.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed.mc graw-hill, paris, 379p.
- **ROSELT/OSS, 2005.** Observatoire des Hautes plaines steppiques, Bilan final du projet Roselt/OSS (2002-2005), USTHB-CRSTRA, 115 p.
- **SALEMKOUR.N., BENCHOUK.K., NOUASRIA.D., KHERIEF NACEREDDINE.S., BELHAMRA. M., (2013) :** Effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de Laghouat (Algérie). CRSTRA Division bio ressources. Journal des régions arides N°12 : 103-114.
- **SOLTNER D., 1982.** Alimentation des animaux domestiques.14^{ème} Ed. Sciences et techniques agricoles, Paris, 392 p.
- **UNESCO, 1960** - Les plantes médicinales des régions arides. Recherches sur les zones arides, Ed. UNESCO, Paris, 99 p.

Annexe 01

Relevé linéaire par la méthode de PARKER

La fiche : 01

Station :

Date de relevé :

Coupe : 01

N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation
01		27		53		80	
02		28		54		81	
03		29		55		82	
04		30		56		83	
05		31		57		84	
06		32		59		85	
07		33		60		86	
08		34		61		87	
09		35		62		88	
10		36		63		89	
11		37		64		90	
12		38		65		91	
13		39		66		92	
14		40		67		93	
15		41		68		94	
16		42		69		95	
17		43		70		96	
18		44		71		97	
19		45		72		98	
20		46		73		99	
21		47		74		100	
22		48		75			
23		49		76			
24		50		77			
25		51		78			
26		52		79			

Annexe 02

Relevé linéaire par la méthode de PARKER

La fiche : 01

Station :

Date de relevé :

Coupe : 02

N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation
01		27		53		80	
02		28		54		81	
03		29		55		82	
04		30		56		83	
05		31		57		84	
06		32		59		85	
07		33		60		86	
08		34		61		87	
09		35		62		88	
10		36		63		89	
11		37		64		90	
12		38		65		91	
13		39		66		92	
14		40		67		93	
15		41		68		94	
16		42		69		95	
17		43		70		96	
18		44		71		97	
19		45		72		98	
20		46		73		99	
21		47		74		100	
22		48		75			
23		49		76			
24		50		77			
25		51		78			
26		52		79			

Annexe 03

Relevé linéaire par la méthode de PARKER

La fiche : 01

Station :

Date de relevé :

Coupe : 03

N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation	N-Lect	Observation
01		27		53		80	
02		28		54		81	
03		29		55		82	
04		30		56		83	
05		31		57		84	
06		32		59		85	
07		33		60		86	
08		34		61		87	
09		35		62		88	
10		36		63		89	
11		37		64		90	
12		38		65		91	
13		39		66		92	
14		40		67		93	
15		41		68		94	
16		42		69		95	
17		43		70		96	
18		44		71		97	
19		45		72		98	
20		46		73		99	
21		47		74		100	
22		48		75			
23		49		76			
24		50		77			
25		51		78			
26		52		79			

Annexe 04 Estimation de la densité et la fréquence des plantes**La fiche : 02**

Station :

Date de relevé :

Coupe : 01

Espèces	CAD 01	CAD 02	CAD03	CAD 04

CAD : Cadre (carré de 1*1m²)

Annexe 05 Estimation de la densité et la fréquence des plantes**La fiche : 02**

Station :

Date de relevé :

Coupe : 02

Espèces	CAD 01	CAD 02	CAD03	CAD 04

CAD : Cadre (carré de 1*1m²)

Annexe 06 Estimation de la densité et la fréquence des plantes**La fiche : 02**

Station :

Date de relevé :

Coupe : 03

Espèces	CAD 01	CAD 02	CAD03	CAD 04

CAD : Cadre (carré de 1*1m²)

Annexe 07 Estimation de la densité et la fréquence des plantes vivaces

Station :

Date de relevé :

La fiche : 03

Espèces	CAD 01	CAD 02	CAD03	CAD 04	CAD 05

CAD : Cadre (carré de 4*5m2)

Annexe 08 **Tableau 3 - Données météorologiques de la région de Laghouat. La**
source (O.N.M, 2013)

		1996-2012		
		Précipitation (mm)	Température (°C)	Vents (m/s)
Mois	Paramètres			
Janvier		14.35	7.99	2.84
Février		6.69	9.71	3.37
Mars		12.68	13,65	3.51
Avril		20.81	16.99	4.31
Mai		9.62	22,49	3,82
Juin		9.85	27.58	3,48
Juillet		5.09	31,88	4,92
Août		13.42	30,08	3,1
Septembre		27.38	25,22	2,98
Octobre		19.72	19,54	2,49
Novembre		8.97	12.83	2,71
Décembre		13.91	9	2,86
Moy. Ou cumul		cumul 162,49	18,91	3,37

Annexe 09

Tableau 4: Espèces inventoriées suivant les différentes familles

Famille	Espèce	Nombre d'espèce
Apiaceae	<i>Ammodaucus sp</i>	1
Asteraceae	<i>Anacyclus sp.</i> <i>Atractylis serratuloides</i> Sieb <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip <i>Launaea resedifolia</i> O.K. <i>Launaea sp.</i>	5
Brassicaceae	<i>Didesmus bipinnatus</i> (Desf.) <i>Malcomia aegyptiaca</i> Spr <i>Notoceras bicornis</i> (Ait.) <i>Pseuderucaria teretifolia</i> (Desf.)	4
Caryophyllaceae	<i>Silene arenarioides</i> Desf.	1
Cistaceae	<i>Helianthemum ellipticum</i> (Desf.)	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i>	1
Fabaceae	<i>Argyrolobium uniflorum</i> (Desc.) Jaub. Spaeh <i>Astragalus armatus</i> Willd <i>Astragalus cruciatus</i> Link. <i>Astragalus mareoticus</i> Del. <i>Medicago laciniata</i> (L) <i>Retama raetam</i> Webb.	7

	<i>trigonella stellata</i> Forsk.	
Géraniaceae	<i>Erodium triangulare</i> (Forsk.)	1
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i> Desf.	1
Poaceae	<i>Aristida pungens</i> Desf	3
	<i>Schismus barbatus</i> (L.)Thell.	
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea microphylla</i> Coss	1
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> L	1

Annexe 10 **Tableau 5 - Espèces inventoriées suivant les différentes catégories biologiques (vivaces et éphémères)**

Espèces vivaces	Espèces éphémères
<i>Aristida pungens</i>	<i>Ammodaucus</i> sp
<i>Astragalus armatus</i>	<i>Anacyclus</i> sp
<i>Atractylis serratuloides</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Astragalus cruciatus</i>
<i>Malcomia aegyptiaca</i>	<i>Astragalus mareoticus</i>
<i>Peganum harmala</i>	<i>Didesmus bipinnatus</i>
<i>Retama raetam</i>	<i>Erodium triangulare</i>
<i>Stipa tenacissima</i>	<i>Helianthemum ellipticum</i>
<i>Thymelea microphylla</i>	<i>Ifloga spicata</i>
	<i>Launaea resedifolia</i>
	<i>Launaea</i> sp.
	<i>Medicago laciniata</i>
	<i>Notoceras bicorne</i>
	<i>Plantago ciliata</i>
	<i>Pseuderucaria teretifolia</i>

	<i>Schismus barbatus</i> <i>Silene arenarioides</i> <i>trigonella stellata</i>
--	--

Annexe 11 **Tableau 9 - Abondance - dominance des espèces inventoriées dans des deux unités géomorphologiques**

Coefficient	Abondance – dominance					
	Unité géomorphologique I			Unité géomorphologique II		
Espèces	Station1	Station 2	station3	Station 4	Station 5	Station 6
<i>Ammodaucus sp</i>			+			2
<i>Anacyclus sp</i>			1			
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	1	+		+		
<i>Aristida pungens</i>	1	1		2	2	
<i>Astragalus mareoticus</i>	+			+	+	
<i>Astragalus armatus</i>			2			2
<i>Astragalus cruciatus</i>	+	+		1	+	
<i>Atractylis serratuloides</i>			1			
<i>Didesmus bipinnatus</i>			1			
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1	+		2	1	+
<i>Erodium triangulare</i>		+				

<i>Helianthemum ellipticum</i>	1	+		1		1
<i>Ifloga spicata</i>			1	1		
<i>Launaea resedifolia</i>	1	+	1			1
<i>Launaea sp.</i>						+
<i>Malcomia aegyptiaca</i>						1
<i>Medicago laciniata</i>	+					
<i>Notoceras bicornis</i>						+
<i>Peganum harmala</i>			+			
<i>Plantago ciliata</i>		1				+
<i>Pseuderucaria teretifolia</i>					+	
<i>Retama raetam</i>	2	2		2	+	
<i>Schismus barbatus</i>			+			
<i>Silene arenarioides</i>					1	
<i>Stipa tenacissima</i>			+			+
<i>Thymelaea microphylla</i>	1	2	2	+	1	2
<i>Trigonella stallata</i>						+

Annexe 12 Tableau 11 - Variations de la densité des espèces dans les deux unités géomorphologiques.

	Densité Ind / ha					
	Unité géomorphologique I			Unité géomorphologique II		
Espèces	Station 1	Station 2	Station 3	Station 1	Station 2	Station 3
<i>Ammodaucus sp</i>			267,85			1964,28
<i>Anacyclus sp</i>			982,14			
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	1428,57	178,57		267,85		
<i>Aristida pungens</i>	1160,71	1250		6339,28	3928,57	
<i>Astragalus armatus</i>			3660,71			5625
<i>Astragalus cruciatus</i>	178,57	89,28		625	89,28	
<i>Astragalus mareoticus</i>	178,57			89,28	89,28	
<i>Atractylis serratuloides</i>			982,14			
<i>Didesmus bipinnatus</i>			446,42			
<i>Erodium triangulare</i>		178,57				
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1071,42	89,28		1875	1071,42	178,57
<i>Helianthemum ellipticum</i>	714,28	89,28		1428,57		1696,42
<i>Ifloga spicata</i>			1339,28	446,42		

<i>Launaea resedifolia</i>	357,14	178,57	1250			982,14
<i>Launaea sp.</i>						267,85
<i>Malcomia aegyptiaca</i>						535,71
<i>Medicago laciniata</i>	89,28					
<i>Notoceras bicornis</i>						178,57
<i>Peganum harmala</i>			178,57			
<i>Plantago ciliata</i>		1339,28				178,57
<i>Pseuderucaria teretifolia</i>					89,28	
<i>Retama raetam</i>	3571,42	2053,57		2767,85	267,85	
<i>Schismus barbatus</i>			89,28			
<i>Silene arenarioides</i>					1071,42	
<i>Stipa tenacissima</i>			357,14			357,14
<i>Thymelea microphylla</i>	892,8	2857,14	5000	178,57	892,85	3482,14
<i>trigonella stellata</i>						267,85

Annexe 13 **Tableau 12 - Production totale de la biomasse humide des différentes stations d'études**

Unité géomorphologique	Station	biomasse Humide (kg /ha)	Moyenne ± Ecartype
Unité géomorphologique I	Station1	6000	5733.33
	Station2	2300	±
	Station3	8900	3308
Unité géomorphologique II	Station1	4500	5166.66
	Station2	4500	±
	Station3	6500	1154.7
Unité géomorphologique III	Station 1	1266,88	950.56
	Station 2	65,8	±
	Station 3	1519	776.52