



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



جامعة أوبكر بلقايد – تلمسان --

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

معهد البيولوجيا

INSTITUT DE BIOLOGIE

THESE PRESENTEE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MAGISTER

OPTION : BILOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

THEME

**Influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa
et du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa (Stipa tenacissima .L)**

Présenté par **HELLAL BENCHABEN**

Soutenu le **19/10/1991** devant la commission d'examen :

Mme HARCHE M **Présidente (Pr. Université d'Oran Es-Senia)**

Mme BOUNAGA N. **Examinatrice (Pr. Université d'Alger)**

Mr. DEBOUZIE D. **Directeur de Thèse (Pr. Université Claude Bernard Lyon)**

Mr. AIDOU A. **Examineur (MCA, Université USTHB Alger)**

Mr. EL HAITOUM A. **Examineur (MAC, Université de Tlemcen)**

Nouveau tirage Année 2021

AVANT-PROPOS

Je suis particulièrement sensible à la confiance que monsieur le professeur Domitien Debouzie m'a accordé en acceptant de suivre mon travail de thèse de magister. Son accueil toujours attentif et bien venant, ses conseils judicieux et son appui sans faille ont été des encouragements décisifs pour mener à bien cette présente étude sur *"l'influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à alfa et du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa"*. Je lui exprime ma très vive et respectueuse gratitude.

Je remercie le professeur madame Harche Meriem d'avoir accepté de présider le jury de soutenance. Ces critiques judicieuses me permettront d'envisager une continuation de ce sujet de recherche.

Je remercie également le professeur madame Bounaga Nicole d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Je remercie monsieur Aidoud Ahmed (maître de conférences) qui a spontanément accepté de participer au jury.

Je remercie monsieur Haitoum Ahmed (chargé de cours) d'avoir accepté d'examiner ce travail scientifique.

Mes remerciements vont également à l'équipe du laboratoire d'écologie des populations de l'institut de biologie de Tlemcen et à mes collègues de la promotion 1986.

RÉSUMÉ

Les données sur la germination, sous paillage, des caryopses d'alfa (19,7%) et des graines de plantes fourragères (2% à 26%) expriment les possibilités de régénération par semis. Le paillage a, en effet, amélioré les caractères hydriques du sol et a protégé les jeunes plantules des gelées persistantes typiques des zones steppiques.

Le dénombrement des espèces végétales a mis en évidence une nette amélioration de la densité dans la zone paillée. Les espèces, de moyenne à forte appétibilité, se sont légèrement multipliées sous paillage.

L'étude de la croissance et du dessèchement des feuilles d'alfa a permis d'observer des différences de comportement sous l'effet de la présence du fatras. La croissance s'est montrée indifférente à la présence du fatras tandis que le dessèchement s'est accentué par le nettoyage des touffes d'alfa de leurs feuilles sèches. Cependant le phénomène de croissance l'a emporté sur le dessèchement.

L'étude de l'interaction entre la biomasse foliaire de l'alfa et le poids du fatras a montré qu'ils sont en étroite liaison. Le fatras, non seulement, a atténué le dessèchement des feuilles mais a réduit la production foliaire de l'alfa. Le manque de cueillette a fait augmenter le poids du fatras et par conséquent a diminué la biomasse foliaire de l'alfa.

Mot clés : paillage, fatras, steppe à alfa, croissance, dessèchement, biomasse foliaire

Abstract

The data on the germination of caryopses of alfa (19.7%) and seeds of fodder plants (2% to 26%), under mulching, express the possibilities of regeneration by sowing. Mulching has, in fact, improved the water characteristics of the soil and protected the young seedlings from the persistent frosts typical of steppe areas.

The enumeration of plant species showed a clear improvement in density in the mulched area. The species, from medium to high palatability, multiplied slightly under mulching.

The study of the growth and drying out of alfa leaves made it possible to observe differences in behavior under the effect of the presence of the fatras. The growth was indifferent to the presence of the fatras while the drying out was accentuated by the cleaning of the alfa tufts from their dry leaves. However, the phenomenon of growth prevailed over drying out.

The study of the interaction between the foliar biomass of alfa and the weight of the fatras has shown that they are closely linked. The fatras not only reduced leaf dryness but reduced leaf production of the alfa. The lack of picking increased the weight of the fatras and consequently reduced the leaf biomass of the alfa

Keywords: mulching, fatras, alfa steppe, growth, drying, leaf biomass

المخلص

تشير البيانات المتعلقة بإنبات بذور الحلفاء (19.7%) ونباتات الأعلاف (2% إلى 26%)، تحت القش، إلى إمكانيات الانتعاش البيولوجي عن طريق البذر. في الواقع، أدى القش إلى تحسين خصائص المياه للتربة وحماية الشتلات الصغيرة من الصقيع المستمر المعتاد في مناطق السهوب.

أظهرت عدد من الأنواع النباتية العلفية تحسناً ملحوظاً في الكثافة في المنطقة المغطاة بالقش. النباتات العلفية، من متوسطة إلى عالية الجودة، تكاثرت قليلاً تحت القش.

أتاحت دراسة نمو أوراق الحلفاء وجفافها اختلافاً تحت تأثير وجود الأوراق الميتة على نباتات الحلفاء. كان النمو غير متأثر بوجود الأوراق الميتة على نبات الحلفاء، بينما زاد الجفاف من خلال تنظيف نباتات الحلفاء من أوراقها الجافة. ومع ذلك، فإن ظاهرة النمو سادت على جفاف الأوراق.

أظهرت دراسة التفاعل بين الكتلة الحيوية لأوراق نبات الحلفاء ووزن الأوراق الميتة أنهما مرتبطتان ارتباطاً وثيقاً. لم تقلل الأوراق الميتة من جفاف الأوراق فحسب، بل قللت من إنتاج الأوراق الخضراء للحلفاء. أدى عدم وجود القطف إلى زيادة وزن الأوراق الميتة وبالتالي تقليل الكتلة الحيوية لأوراق خضراء لنبات الحلفاء.

الكلمات المفتاحية: القش، سهوب الحلفاء، النمو، جفاف الأوراق، الكتلة الحيوية للأوراق الميتة لنبات الحلفاء.

Liste des figures

Carte de localisation géographique de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	22
Diagramme ombrothermique de BAGNOUS ET GAUSSEN (1953) de la station de Ras Elma	28
Climagramme hydrothermique de la station de Ras Elma.	29
Croquis de la nappe alfatière d'En Nouala montrant l'emplacement des transects traversant la zone paillée et la zone non paillée.	30
Croquis de l'emplacement des transects et des placettes ayant servi à la quantification de la biomasse foliaire de l'alfa	35
Spectre floristique de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	42
Distribution par élément biogéographique des différentes espèces de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	43
Spectre des types biologiques de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	44
Projection des espèces végétales dans le plan $F_1 * F_2$ d'une analyse factorielle des correspondances	49
Projection des espèces végétales dans le plan $F_3 * F_4$ d'une analyse factorielle des correspondances	50
Projection des relevés de végétation, selon leurs coordonnées dans la nappe alfatière d'En Nouala, sur les axes F_1, F_2, F_3 et F_4 d'une analyse factorielle des correspondances	51
Perte d'espèces végétales par mois et par zone (paillée / non paillée) dans la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	53
Disparition des espèces végétales éphémères par mois et par zone (paillée / non paillée) dans la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)	54
Projection des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel $F_1 * F_2$ d'une analyse en composantes principales	58
Projection des huit variables physiques des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel $F_1 * F_2$ d'une analyse en composantes principales	58
Projection des quatre relevés pédologiques (variables chimiques) dans le plan factoriel $F_1 * F_2$ d'une analyse en composantes principales	59
Projection des cinq variables chimiques des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel $F_1 * F_2$ d'une analyse en composantes principales	60
Représentation graphique des longueurs moyennes de la partie verte des feuilles d'alfa de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale), en fonction des dates de mesure	68
Représentations graphiques du poids de la partie verte (sèche), des feuilles d'alfa de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale), en fonction du volume de la touffe et du poids du fatras (= nécromasse).	70

Liste des Tableaux

Zonation bioclimatique des steppes Algériennes (Lehouérou et al., 1977/79)	04
Etages bioclimatiques, étages de végétation et localisation des formations steppiques à alfa (Djebaili, 1978).	05
Principaux types de sols des steppes à alfa en fonction de la nature de la roche-mère et des bioclimats (Pouget 1980).	06
Equivalents-ovins par type de bétail (M. A. P. 1984)	11
Production des parcours forestiers en fonction de la pluviosité annuelle (Delahaye, 1980)	13
Biomasse végétale d'une forêt et d'un matorral situés dans l'étage semi-aride (Delahaye 1980)	13
Biomasses et possibilités en UF/Ha dans différents étages (EL Hamrouni, 1978)	13
Production de jachère travaillée et autre abandonnée (Benabdelli 1983)	14
Différentes zones agro-pastorales de la steppe Algérienne et leur caractéristiques (Chellig, 1978 ; Tourrier et Vinco, 1977)	15
La charge ovine par hectare et durée de parcours en fonction des étages bioclimatiques et les types de parcours (Benabdelli, 1983).	16
Influence du surpâturage (Floret et al, 1977).	17
Influence de la culture et du mode de défrichage (Floret et al, 1977).	18
Accroissement du prix de l'alfa payé pour les cueilleurs (O.N.T.F, 1984).	19
Production de l'alfa de 1962 à 1979 (O. N. T. F, 1984).	20
Production des nappes alfatières et biomasse pérenne dans l'étage aride (Projet HODNA (F. A. O, 1975).	20
Pluviosités moyennes mensuelles, saisonnières, annuelles, le nombre de jours de pluies et de gelée de la station de Ras elma (Seltzer, 1946)	24
Les valeurs moyennes mensuelles des températures maximales(M), minimales(m), moyennes $(\frac{M+m}{2})$ et de l'amplitude $(\frac{M-m}{2})$ de la station de Ras elma (Seltzer 1946).	25
Les valeurs du Q2 de la station de Ras elma.	27
Degrés de BARRALIS (1976)	30
Dates des relevés de végétation	31
Caractéristiques des provenances des d'alfa	33
Dates de mesures de la croissance et du dessèchement des feuilles d'alfa	34
Analyse de la variance à un critère de classification	37
Analyse de la variance à deux critères de classification, dans le cas d'une seule observation	38
Densité et taux de recouvrement de l'alfa	41
Distribution des différentes espèces par élément biogéographique	43
Nombres d'espèces végétales appétibles par type morphologique et pourcentage correspondant	44
Nombres d'espèces végétales appétibles par type morphologique et pourcentage correspondant.	45
Répartition du nombre d'espèces par degré de BARRALIS dans la zone non paillée	45
Répartition du nombre d'espèces par relevé type moyen (RTM), par zone et par année d'observation	46
Nombre d'espèces végétales par année	46
Nombre d'espèces végétales par densité, exprimée en degrés de BARRALIS et par zone	47
Nombre d'espèces végétales par zone et par densité exprimée en degrés de BARRALIS	47
Classement d'espèces végétales par risques d'erreurs et valeurs du khideu	48
Nombre d'espèces éphémères et d'espèces vivaces par année et par zone	52
Nombre d'espèces éphémères par année et par densité exprimée en degrés de BARRALIS	52

Nombre d'espèces végétales par mois, par transect et par zone	53
Nombre d'espèces végétales éphémères par mois et par transect (TR)	54
Nombre d'espèces végétales appétibles par classes d'indices de qualité spécifique, par année et par zone	55
Nombre d'espèces végétales par classes d'indice de qualité spécifique (Isi), par densité (D°B) et par zone -compagne 1988	55
Nombre d'espèces végétales par classes d'indice de qualité spécifique, par densité et par zone - compagne 1989	56
Densité moyenne par indice de qualité spécifique (Isi), par m ² et par zone	56
Comparaison de la densité moyenne, classés par Isi / m ² , entre les deux zones	56
Caractères physiques de quatre échantillons de sol (PPI : parcelle paillée n° 1 ; PNPII : parcelle non paillée n° 2)	57
Données chimiques de quatre échantillons du sol d'En Nouala	59
Nombres de caryopses d'alfa germés dans les deux parcelles. -Essai 1989	60
Nombres de caryopses d'alfa germés, pourcentage de germination et valeurs du khideu par localité	61
Nombres de graines germées dans les deux parcelles. Essai-1989	61
Nombres de graines germées, pourcentages de germination et valeurs du khideu par espèce. Essai-1989	62
Longueurs initiales des feuilles de cinq touffes d'alfa. (Date : 1/3/1988).	63
Analyse de la variance à un seul facteur	63
Accroissement absolu, en centimètre, des feuilles d'alfa entre la date du 1/3/1988 et celle du 7/10/1988 de cinq touffes dont deux ont été débarrassés de leurs fatras	64
Analyse de la variance à un seul facteur	64
Accroissement absolu, en centimètre, des feuilles d'alfa entre la date du 7/10/1988 et celle du 1/4/1989 de cinq touffes dont deux ont été débarrassés de leurs fatras	65
Analyse de la variance à un seul facteur	65
Longueurs initiales, en centimètre, de la partie verte des feuilles mûres de cinq touffes d'alfa (date :1/3/1988)	66
Analyse de la variance à un seul facteur	67
Dessèchement, en centimètre, de la partie verte des feuilles mures de cinq touffes d'alfa pendant 13 mois	67
Analyse de la variance à un seul facteur	68
Matrice des coefficients de corrélation de la parcelle n° 1	69
Matrice des coefficients de corrélation de la parcelle n° 2	69
Moyennes, variances et valeurs du « t » de STUDENT du volume de la touffe, du poids du fatras et de la biomasse foliaire de l'alfa dans les parcelles n° 1 et n° 2	71
Matrice des coefficients de corrélation du transect témoin	71
Matrice des coefficients de corrélation du transect expérimental	72
Moyennes, variances et valeurs de « t » de STUDENT dans les deux transects	72

TABLE DES MATIERES

Avant-propos

Résumés

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION 01

I. Situation des nappes alfatières 01

II. Rôle socio-économique 02

III. Nouvelles possibilités de restauration 03

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE.I.: Formations steppiques à alfa 04

I. Bioclimatologie 04

II. Pédologie 06

III. Dynamique des formations steppiques à Alfa 08

CHAPITRE. II. : Analyse des facteurs anthropiques de la steppe 09

I... Parcours 09

II. Incendie 16

III. Défrichage 16

IV. Exploitation 17

V. Conclusion 20

METHODES D'ETUDES 21

CHAPITRE.III : Présentation de la zone d'étude 21

I. Situation géographique 21

II. Géologie et pédologie 22

III. Climatologie 23

IV. La végétation 28

CHAPITRE. IV : Protocoles expérimentaux	29
I. Densité et taux de recouvrement de l'Alfa	29
II. Le cortège floristique	29
III. Les relevés de végétation	29
IV. Pouvoir germinatif	32
V. Effet du fatras sur plusieurs variables morphologiques de la touffe d'Alfa	34
CHAPITRE. V. Méthodes statistiques	36
I. Test du khideu	36
II. Analyse de la variance à un critère de classification	36
III. Analyse de la variance à deux critères de classification	37
IV. Corrélation et régression	38
V. Analyse en composantes principales	39
VI. Analyse factorielle des correspondances	40
<u>RESULTATS ET INTERPRETATION</u>	41
I. Analyse globale de la végétation steppique d'En Nouala	41
II. Caractères physico-chimiques du sol steppique et pouvoir germinatif	57
III. Croissance et dessèchement des feuilles d'Alfa	62
IV. Biomasse foliaire de l'Alfa	68
<u>DISCUSSION</u>	73
I. Approche synthétique du cortège floristique de la steppe à Alfa d'En Nouala	73
II. Influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa	74
III. La germination sous paillage	77
IV. Influence du fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa	78
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	81
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	
<u>ANNEXES</u>	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La steppe à alfa, depuis longtemps, est réputée par sa production fourragère, la fourniture de la matière première pour l'ensemble artisanat, corderie, vannerie et enfin l'industrie. Face à ces besoins, les nappes alfatières n'ont fait que régresser comme suite au surpâturage, aux incendies, au défrichement et aux cueillettes irréfléchies ; les plus touchées sont celles qui sont proches des agglomérations, des points d'eau, des centres de conditionnement et de commercialisation de l'alfa (KADIK et al., 1984).

I. Situation des nappes alfatières

Un grand nombre de facteurs surtout d'ordre anthropique contribuent à la dégradation des nappes alfatières. Contrairement à ce que pensent les éleveurs de bétail et les agriculteurs, la régression des nappes alfatières est accompagnée d'appauvrissement en plantes appétibles et un maigre rendement en céréaliculture (grains, chaumes). Il en résulte un sol nu soumis à la manifestation des phénomènes érosifs empêchant toute régénération naturelle et surtout par semis.

La cueillette avait pris de l'ampleur dans des endroits bien particuliers (campements, voies ferrées) suite à l'utilisation importante de l'alfa dans le domaine de l'artisanat et de l'industrie. Elle se pratiquait anarchiquement surtout par des sociétés privées qui n'avaient aucun souci du respect du cycle biologique de la touffe d'alfa et des conditions qui influent sur son développement. De même, des procédés de récolte défectueux (arrachage, fauchage, manuel ou mécanique en période humide), l'exploitation abusive dans le temps (période récolte mal respectée) et dans l'espace (accès facile aux nappes alfatières) sont parmi les principales causes de dégradation des nappes alfatières et leur ruine. En effet, la négligence de l'époque de cueillette et du rythme de récolte, l'absence d'inventaire des nappes alfatières ont conduit à une évolution régressive, qui dans certains endroits, risque d'être irréversible.

La touffe d'alfa, cette plante vivace, rustique et cespiteuse, souffre de la mauvaise cueillette. La récolte des feuilles vertes est partielle et n'intéresse que quelques nappes alfatières présentant des caractéristiques particulières (KADIK et al., 1984) :

- Accès facile et existence des voies de circulation,
- Nappes à topographie et reliefs réguliers,
- Nappes proches des agglomérations et des centres de conditionnement,
- Nappes sous couvert forestier.

Les feuilles restantes continuent leur cycle biologique, d'une année à une autre, pour se transformer en brins morts et former une calotte compacte sur la touffe d'alfa. Dans cet état, la touffe d'alfa subit le phénomène de circination décrit par LAUMONT et BERBIGIER (1953). Elle poursuit son évolution en produisant de moins en moins de nouvelles feuilles et

en se fragmentant en plusieurs individus. Pour survivre, la touffe d'alfa, encombrée par ses propres brins morts, réduit la ramification axillaire et allonge ses entre-nœuds de sorte qu'elle devienne très haute et peu fournie en matière verte (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978).

II. Rôle socio-économique

L'alfa a fait, depuis toujours, l'objet d'une activité artisanale très diversifiée. Elle est utilisée dans la fabrication des cordes, des sandales, des tamis, des sacs, etc.

De nos jours, la corde d'alfa est concurrencée par le sisal et le jute qui sont plus souples et plus résistants ; les sacs en maille large ou serrée ont une utilisation limitée à l'emballage des agrumes, des tubercules et des fruits à coques.

Dans le domaine de l'industrie, le véritable essor de l'alfa date de la fin du 19^e siècle, époque qui a vu le début de son utilisation généralisé dans les papèteries Ecossaises. Le papier d'alfa s'est imposé par ses qualités supérieures pour les raisons, évoquées par KADIK et al., (1984), que sont :

- L'opacité,
- Le pouvoir d'absorption de l'encre ; aptitude favorisée par la forme cylindrique de la fibre,
- L'épaisseur : pour un même poids/m², il est supérieur à celui du bois.

Le traitement industriel de l'alfa fournit aussi des produits de qualité tels que (KADIK et al., 1984) :

- La cellulose
- La lignose
- La cire (30 kg/tonne d'alfa) recherchée pour la fabrication :
 - ✓ Cosmétiques,
 - ✓ Cirages,
 - ✓ Vernis,
 - ✓ Isolants de câbles,
 - ✓ L'enduction (papier carbone et paraffiné).

Des expériences cherchant à mettre au point des aliments de bétail à partir de l'alfa ont abouti à l'élaboration de deux types d'aliments dont l'un est conçu pour couvrir le strict besoin d'entretien des moutons (A.E.80) et l'autre pour assurer une certaine croissance (A.C.50) aux jeunes animaux. Les deux mélanges contiennent une forte proportion d'alfa et devraient donner d'excellents résultats (KADIK et al., 1984).

La steppe, reconnue par sa végétation basse à base d'alfa, d'armoise, de sparte, d'atriplex et des associations de ces espèces, est le pays du mouton. Le nomadisme, comme

mode de vie, domine numériquement et spatialement. On compte près de 3 millions d'habitants occupant la steppe algérienne dont l'activité principale est l'élevage (HADJAJ, 1986). Le cheptel est devenu si important et localisé que les parcours sont menacés d'un surpâturage catastrophique inhibant toute régénération naturelle.

III. Nouvelles possibilités de restauration

Une meilleure connaissance du végétal et de ses relations avec les éléments de son environnement contribue à l'épanouissement des zones alfatières tant sur le plan écologique que sur le plan socio-économique. BOURAHLA et GUITTONNEAU (1978) ont proposé un rythme de récolte tous les deux ans ce qui permet à la plante d'éviter de "fabriquer" des brins morts. Une autre perspective, le nettoyage des touffes et l'éparpillement des brins morts sur le sol, a donné de meilleurs résultats tout en favorisant la régénération végétative et la remontée biologique.

Des études récentes sur les légumineuses ont montré qu'outre leurs valeurs fourragères, celles-ci ont une action favorable sur la structure du sol, sa stabilité structurale, sur la microfaune et apportent au sol azote et matière organique (DUTHILL, 1976).

D'après les travaux d'ABDELGUERFI (1976, 1978) certaines populations du genre *Medicago sp* résistent aux différents aléas du climat. D'autres genres étudiés récemment, comme le genre *Scorphilaria sp* (BENSALEM, 1982) et le genre *Hedysarum sp* (ABDELGUERFI, 1985), témoignent de la possibilité d'amélioration des parcours steppiques par la mise en place des cultures fourragères dans les zones dégradées.

Dans le présent travail, la première partie, constituée de deux chapitres, est un recueil bibliographique. Le premier chapitre est consacré à l'étude des principales caractéristiques des formations steppiques à alfa. Le second chapitre traite les facteurs anthropiques de la steppe. La seconde partie, intitulée "Méthodes d'études", décrit la zone d'étude, les méthodes statistiques et enfin les protocoles expérimentaux basés sur les points suivants :

- L'effet du paillage sur la végétation steppique,
- L'effet du paillage sur le pouvoir germinatif des caryopses d'alfa et des graines de plantes fourragères,
- L'effet du nettoyage de la touffe d'alfa de ses brins morts sur la croissance et le dessèchement de ses feuilles,
- L'effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa.

La troisième partie réunit les différents résultats obtenus et la quatrième partie est une discussion suivie d'une conclusion générale.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE.I.: Formations steppiques à alfa.

CHAPITRE.II.: Analyse des facteurs anthropiques de la steppe

CHAPITRE - 1 -

LES FORMATIONS STEPPIQUES A ALFA

Les formations steppiques à alfa désignent les steppes arborées, les steppes à *Stipa tenacissima* L et les groupements mixtes constitués par l'ensemble *Stipa tenacissima* L, *Lygeum spartum* L et *Artemisia herba-alba* Asso. Elles peuvent être caractérisées par les facteurs du climat et par la nature du sol.

I. Bioclimatologie

La steppe, dont les formations steppiques à alfa font partie, présente une grande diversité de ses conditions bioclimatiques. Elle est délimitée par les isohyètes de 100 mm et 400 mm de pluies (LEHOUEIROU 1969, LEHOUEIROU et al.,1979). Selon la classification de LEHOUEIROU et al., (1977, 1979) (tableau 1) les formations steppiques à alfa se situent dans l'étage bioclimatique aride. L'aride supérieur à hivers froids et frais règne sur une steppe arborée à base de pin d'Alep, de genévrier de Phénicie et *Stipa tenacissima* L (POUGET, 1980).

L'aride moyen à hivers froids et frais caractérise les steppes arborées très dégradées où les phanérophytes ont presque complètement disparu. Il ne subsiste que les groupements de steppes, de jachères et de cultures (CLAUDIN et al., 1975). Enfin l'aride inférieur à hivers frais fait distinguer les formations à alfa constituées par les groupements de steppes et quelques groupements de cultures dans les zones recevant des apports d'eau de ruissellement (POUGET, 1980).

Tableau 1 : Zonation bioclimatique des steppes Algériennes (LEHOUEIROU et al., 1977/79)

Zones Bioclimatiques		Hivers	froids		froids		frais			tempérés		doux
		m	-2		-1		+3			+5	+7	
T°duirne		Mic	Mic	Méso	Mic	Més	Ma	Més	Ma	Méga	Méga	
M1		10	10	12	10	12	15	12	15	20	20	
P												
Semi-aride	sup	600										
	inf	500										
Aride	sup	400										
	moy	300	£	£	£	£						
	inf	200	*	*	*	*						
Saharien	sup	100			^	^	^	^	^	^	^	
	inf	50			@	@	@	@	@	@	@	
Erémitique		25										
		0										

Légende : **m_i** : moyenne des minimums du mois le plus froid, désigne les variantes thermiques,

M_i : moyenne des maximums du mois le plus froid, désigne les sous variantes thermiques,

P : pluviosité.

Selon la classification d'EMBERGER (1930), DJEBAILI (1978) situe les steppes à *Stipa tenacissima* L et les steppes arborées avec des reliques forestières, dans les étages bioclimatiques aride et semi-aride (tableau 2). Ces étages bioclimatiques correspondent à la nomenclature de LEHOUEIROU avec un décalage quand-à- la limite de l'étage aride :

- Semi-aride = Semi-aride sup (EMBERGER)
- Aride sup = Semi-aride inf
- Aride moy = Aride sup
- Aride inf = Aride inf

Tableau 2 : Etages bioclimatiques, étages de végétation et localisation des formations steppiques à alfa (DJEBAILI, 1978).

Tableau 2. Etages bioclimatiques, étages de végétation et localisation des formations steppiques à alfa (DJEBAILI, 1978)

		Domaine Magrébin steppique			
Etage de végétation	Etage méditerranéen aride (steppes climatiques)	Autrophytum scoparium <i>Stipa tenacissima</i>	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Psoralea lentiscus</i>	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Pinus halepensis</i>	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Juniperus oxycedrus</i>
Etage méditerranéen semi-aride climax forestier partout mais la forêt très subsidie que dans les endroits privilégiés	Etage méditerranéen semi-aride	Pinus halepensis <i>Stipa tenacissima</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Pinus halepensis</i>			
Variantes	Etages bioclimatiques au sens d'Emberger	Saharien	Aride	Semi-aride	Sub-humide
		1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

En conséquence les formations steppiques à alfa sont délimitées par les isohyètes 100 mm au sud et 400 mm, parfois plus au nord. Elles se situent dans les étages bioclimatiques aride et semi-aride au sens d'EMBERGER et l'étage aride selon la nomenclature de LEHOUEIROU avec quelques invaginations marginales dans l'étage saharien (MONJAUZE, 1955).

II . Pédologie

La nature des sols steppiques à alfa est très diversifiée. Les principaux types de sols peuvent être classés en fonction des bioclimats et de la nature de la roche-mère (tableau 3).

Tableau 3 : Principaux types de sols des steppes à alfa en fonction de la nature de la roche-mère et des bioclimats (POUGET, 1980).

Nature de la roche	Calcaires durs	Grés durs	Marno-calcaires	Marnes
Bioclimats				
Aride supérieur	Rendzines Sols calcimagnésiques xériques	Sols brins calciques Sols brins calcaires Sols calcimagnésiques xériques	Sols brins calcaires à encroûtement Sols calcimagnésiques Xériques à croûte calcaire	Sols régosoliques siérozems
Aride moyen	Sols calci-magnésiques xériques	Sols calcimagnésiques xériques	Sols calcimagnésiques xériques à croûte calcaire	Sols régosoliques siérozems
Aride inférieur	Sols calcimagnésiques xériques	Sols calcimagnésiques xériques	Sols calcimagnésiques xériques à croûte calcaire	Sols régosoliques siérozems

Selon la nature de la roche-mère, on distingue successivement POUGET (1980) :

A. Sols formés sur calcaires durs

1. Rendzines

Les rendzines, sous végétation forestière ou matorral, sont caractérisées par un horizon humifère de couleur brun-rougeâtre foncé à très foncé, une texture moyenne, une structure grumeleuse et une teneur en calcaire total faible. Ils permettent, dans les clairières en absence de strate arborescente, l'installation des formations steppiques à alfa en étage bioclimatique aride supérieur.

2. Calcimagnésiques xériques

Ils se distinguent par un horizon (A) d'épaisseur variable (10 à 30 cm environ) nettement moins humifère : brun à jaune rougeâtre, une texture moyenne à fine, en surface une pellicule de battance et une structure finement lamellaire sur 1 à 2 cm d'épaisseur, devenant polyédrique sub anguleuse moyenne à fine, peu nette. L'horizon (A) repose sur la roche calcaire dure avec parfois un horizon de transition plus clair comprenant de nombreux blocs et débris de calcaire.

A la suite de la disparition de la végétation forestière et son remplacement par la steppe à alfa, les rendzines cèdent peu à peu la place aux sols calcimagnésiques xériques dans tout l'étage bioclimatique aride.

B. Sols formés sur grès durs

1. Sols bruns calciques

Ils se différencient essentiellement par un horizon humifère brun-rouge foncé à brun foncé, une texture grossière à moyenne, une structure grumeleuse devenant polyédrique sub anguleuse, non calcaire. L'horizon humifère repose directement sur le grès plus ou moins diaclasé avec parfois des dépôts de calcaire sur les parois.

2. Sols bruns calcaires

Ils ne diffèrent des sols bruns calciques que par la présence de calcaire dans l'horizon humifère et surtout un début de différenciation d'horizon (B) avec localement accumulation de calcaire (encroûtement et même croûte) entre les blocs de grès et les diaclases.

3. Sols calcimagnésiques xériques

Analogues aux sols calcimagnésiques xériques formés sur calcaires durs, ils prennent le relais avec l'apparition de la végétation steppique dans l'étage aride. Ils sont constitués par un horizon (A) peu épais (10 à 30 cm), brun-rougeâtre à jaune rougeâtre, texture grossière, structure massive à particulaire (tendance polyédrique sub anguleuse, peu nette), faiblement calcaire (10%). Ils reposent directement sur une dalle gréseuse avec des diaclases.

C. Sols formés sur marno-calcaires

1. Sols bruns calcaires à encroûtement

L'encroûtement calcaire devient continu et peut remplacer complètement l'horizon (B).

2. Sols calcimagnésiques xériques à croûte calcaire

Le remplacement de la forêt par la steppe et l'aridification du climat ont conduit progressivement à ce type de sol ; l'horizon humifère devient de moins en moins riche en matière organique et se transforme en horizon (A).

D. Sols formés sur marnes

1. Sols régosoliques

Ils correspondent aux affleurements de la roche-mère dans les entailles de ravins creusés par l'érosion. Ils évoluent manifestement par :

- Soit la présence en surface d'un horizon d'apport colluvial généralement de texture plus grossière avec des débris de grès ou de calcaire,

- Soit un horizon (A), encore faiblement organique, de texture fine à très fine, de structure polyédrique moyenne à fine,
- Soit un d'encroûtement, début d'accumulation calcaire sous forme d'encroutement.
- Soit une structure à caractère verticale à faible profondeur sur certaines marnes du miocène de la bordure septentrionale des hautes plaines (aride supérieur).

2 Siérozems

Ils occupent, en zone aride sous végétation de steppe, les surfaces subhorizontales ou peu inclinées correspondant aux marnes dégagées par l'érosion. Le profil type comprend :

- En surface, un horizon d'apport éolien ou colluvial d'épaisseur variable (5 à 20 cm environ) ; une texture grossière à moyenne, une structure particulière à polyédrique sub anguleuse,
- Horizon (A : 30 à 60 cm), une texture moyenne à fine, une structure polyédrique à sub anguleuse,
- Horizon (B) à structure polyédrique plus grossière,
- Horizon (C), d'altération de la marne, grossièrement polyédrique.

Les steppes à alfa se développent ainsi sur plusieurs types de sols et se montrent peu exigeante, ce qui explique leur grande aire de répartition biogéographique. Elles constituent la source de matière organique indispensable à la formation et à l'évolution des sols et dont la restitution dépend largement des bioclimats et des types de végétation. La dégradation du couvert végétal et l'aridification du climat influent considérablement sur l'évolution progressive du sol par diminution du taux de matière organique.

III. Dynamique des formations steppiques à Alfa

Les formations steppiques à alfa ne sont pas toujours climaciques (EMBERGER, 1930). Elles constituent le stade de transition entre les formations forestières et les steppes secondaires à chamaephytes (*Artemisia herba-alba* Asso.) initiés par l'action de l'homme selon le processus de "steppisation" bien étudié par LEHOUEIROU (1969) en Tunisie. Elles apparaissent, dans les zones plus arides et en absence de végétation forestière, comme les formations les moins dégradées avant un passage éventuel à une steppe secondaire à chamaephytes ou à sparte (*Lygeum spartum* L.).

La dynamique de la végétation steppique est en majeure partie sous la dépendance de l'action de l'homme. Elle sera traitée en détail dans le prochain chapitre de la partie bibliographique.

CHAPITRE - II

ANALYSE DES FACTEURS ANTHROPIQUES DE LA STEPPE

La steppe (M.A.R.A 1976) « est le pays du mouton qui s'étend au sud du tracé de l'isohyète des 400 mm de pluies par année jusqu'à l'isohyète des 100 mm au sud duquel commence le désert saharien. Elle couvre 20 millions d'hectares dont 15 seraient effectivement utilisables par les troupeaux ». Elle est caractérisée par une formation végétale discontinue de plantes xérophiiles et très souvent des herbacées où règne un climat continental défini par sa longue période de sécheresse. Elle connaît de sérieuses modifications dans son tapis végétal et son milieu physique qui se dégradent d'une année à une autre.

Dans ce chapitre nous tenterons d'analyser les différents facteurs de dégradation de la steppe, à savoir :

- Parcours,
- L'incendie,
- Défrichement,
- L'exploitation.

1... Parcours

Le parcours est l'activité prépondérante de la steppe. Il n'est contrôlé par aucune loi ou organisme étatique ; c'est le domaine public qui assure gratuitement l'élevage. Il offre à la longueur de l'année la nourriture « nécessaire » au maintien et à la multiplication des troupeaux.

1.1... Définition du terrain de parcours

La définition du terrain de parcours a intéressé de nombreux auteurs spécialisés dans différents écosystèmes. KUHNHOLTZ-LORDAT (1938) le considère comme « un terrain de pacage dans le sens le plus général, se rapportant aussi bien à la lande découverte qu'à la garrigue ou au bois ». Cependant LONG (1964) conclut qu'« un terrain de parcours peut aussi être constitué par toute l'étendue d'un territoire sur lequel le bétail consomme l'herbe de toutes sortes de groupements végétaux, librement et sans contrôle ». Ceci nous amène à distinguer les parcours forestiers, steppiques et agricoles.

1.3... Différents types de parcours

1.3.1.. Parcours forestier

Le parcours forestier date de très longtemps dans la région méditerranéenne. Ce problème a été rappelé par QUEZEL (1976) : « au milieu du XIX^{ème} siècle c'est au moins les trois quarts des forêts méditerranéennes qui avaient disparu. Cette hécatombe a été rendu

encore plus lourde par le développement des populations de pasteurs dont les troupeaux, chèvres et moutons surtout, se sont progressivement répandus sur les forêts encore en place, et en particulier les massifs montagneux ».

La forêt était de tout temps une réserve de fourrage dont le potentiel productif ne peut subvenir, à elle seule, au besoin du cheptel. La présence des troupeaux dans la forêt de façon permanente, perturbe complètement la régénération et le démarrage végétative des espèces appétibles. La végétation pérenne ne peut échapper à l'action néfaste des troupeaux qu'est l'attaque des jeunes pousses et des feuilles des branches. A ce propos, TOMASELLI (1976) a écrit « *Ce dernier (fourrage) est relativement abondant au début du printemps pour disparaître vers la fin de l'été. Cette situation pousse le bétail à attaquer, en plus des petits arbustes, les arbustes les plus élevés ainsi que les feuilles des branches basses des arbres. L'œuvre d'agression est souvent complétée par les bergers eux-mêmes pour nourrir les animaux* ».

1.3.2.. Parcours steppique

Les pâturages steppiques sont constitués essentiellement par des steppes, graminéennes, à chamaephytes, crassuléscentes et arborées. Ils entretiennent en Algérie 15.5 millions d'équivalents ovins (tableau 4).

Tableau 4 : Equivalents-ovins par type de bétail (M. A. P. 1984)

	Effectifs	Taux de conversion
Ovins	12 10 ⁶	x 1.0 = 12 10 ⁶
Caprins	1 10 ⁶	x 0,8 = 0,8 10 ⁶
Equidés	0,33 10 ⁶	x 3 = 1 10 ⁶
Bovins	0,2 10 ⁶	x 5 = 1 10 ⁶
Caméliens	0,1 10 ⁶	x 7 = 0,7 10 ⁶
Total	13,63 10 ⁶	15,5 10 ⁶

Ils ne peuvent nourrir le cheptel toute l'année ; la majeure partie de celui-ci migre au nord permettant ainsi le renouvellement du couvert végétal. La reconstitution des pâturages steppiques est surtout conditionnée par les pluies de printemps et les orages de l'été.

Habituellement la migration du cheptel vers le nord se faisait au mois d'avril et prenait fin au mois de septembre. Elle coïncidait avec les périodes de fauchage et de moisson des céréales. Les troupeaux bénéficient des chaumes et les éleveurs d'un travail rentable. C'était l'équilibre écologique entre le tell et la steppe.

1.3.3... Parcours agricole

Le parcours agricole est l'une des pièces du puzzle de l'équilibre écologique entre la steppe et le tell. Il ravitaillait le cheptel en aliments et participait à l'expansion de l'économie. Le bétail se concentrait en mi- saison de printemps et d'été dans les jachères et les champs de culture des céréales après le fauchage de l'avoine et la moisson du blé et de l'orge. Il consommait les chaumes, la paille et les épis abandonnés çà et là. Les éleveurs et en particulier les membres actifs de la famille participaient à la moisson et à la récolte des céréales. Ils s'approvisionnaient en grains et paille pour les donner aux troupeaux pendant la saison hivernale.

Le parcours agricole constituait un complément essentiel pour les parcours steppiques et contribuait à la conservation de la steppe contre le surpâturage et la désertification. La steppe fournissait la viande rouge à la population du tell et l'alfa aux industries du nord.

Depuis la colonisation le tell s'est fermé aux populations venant de la steppe alors que celle-ci est restée ouverte pour l'exploitation alfatière et exportation ovine. La culture viticole s'est très vite répandue sur les terres labourables, réduisant ainsi les surfaces céréalieres et par conséquent les pâturages agricoles. La transhumance vers le tell s'est trouvée dans une impasse devant « une véritable chirurgie » pratiquée sur les tribus (BOUKHOBZA 1977, COUDERC 1978, BEDRANI 1983, DRAZ 1983, SAHLI 1983).

La coupure du tell a rendu nécessaire l'utilisation des hauts plateaux à des fins pastorales et agricoles. La céréaliculture qui s'est développée au détriment de la végétation pérenne est devenue un complément intra-zonal pour subvenir aux besoins de l'éleveur (grains pour la famille et chaumes pour les ovins). Il en est résulté une dégradation très poussée des pâturages steppiques voire leur désertification qui menace sans cesse le tell.

2... Quantification de la production des parcours

2.1... Parcours forestier

La production des parcours forestiers est fonction des étages bioclimatiques, de la pluviosité annuelle et de la nature du couvert végétal. Tenant compte de la pluviosité annuelle DELAHAYE (1980) a obtenu, pour la Tunisie, les résultats suivants (tableau 5).

Tableau 5 : Production des parcours forestiers en fonction de la pluviosité annuelle (DELAHAYE, 1980).

Pluviosités	Productions
400 > P > 600 mm	150 UF/ Ha / An
300 > P > 400 mm	120 à 150 UF/ Ha / An
200 > P > 300 mm	80 à 100 UF/ Ha / An

Ce même auteur a calculé la biomasse végétale pour quelques sous-étages de l'étage bioclimatique semi-aride (tableau 6).

Tableau 6 : Biomasse végétale d'une forêt et d'un matorral situés dans l'étage semi-aride (DELAHAYE 1980).

Sous étages bioclimatiques	BIOMASSE (Kg.M.S/ Ha / An)	
	Forêt	Matorral
Semi-aride supérieur	2200	2000
Semi-aride inférieur	800 à 1500	600 à 1200

La production fourragère du parcours forestier est surtout conditionnée par la pluviosité annuelle. L'accroissement de la production fourragère répond à l'augmentation du total annuel de la pluviométrie. Dans l'étage bioclimatique semi-aride la biomasse produite par la forêt est de 800 à 2200 Kg.MS/Ha/An ; celle du matorral varie entre 600 et 2000 Kg.MS/Ha/An.

La production de la biomasse végétale est aussi réglée par les températures hivernales et la pluviosité annuelle qui définissent les étages et les sous étages bioclimatiques. Le sous étage semi-aride inférieur, plus sec que le semi-aride supérieur, produit une biomasse végétale de l'ordre de 800 à 1500 Kg.MS/Ha/An en forêt et 600 à 1200 Kg.MS/Ha/An dans le matorral.

EL HAMROUNI (1978), dans la région de Kasserine (Tunisie), a déterminé la production en unité fourragère (U.F) à l'hectare et la biomasse pour les différents étages bioclimatiques et les pluviosités annuelles correspondantes (tableau 7).

Tableau 7 : Biomasses et possibilités en UF/ha dans différents étages (EL HAMROUNI, 1978).

Sous étages bioclimatiques	Pluviosités/An mm	Possibilités UF/An	Biomasse Kg.MS/Ha/An
Subhumide inférieur	550	270	1000
Semi-aride supérieur	450	180	500
Semi-aride inférieur	350	140	400

La production végétale est fonction des étages bioclimatiques et de la pluviosité annuelle. La production en UF est importante dans l'étage bioclimatique subhumide caractérisé par une pluviométrie annuelle de 550 mm ; la biomasse végétale est de l'ordre de 1000 Kg.MS/Ha/An. La faible production en UF et en biomasse caractérise le semi-aride inférieur de pluviométrie annuelle 350 mm.

2.2.. Parcours agricole

Constitué essentiellement par l'orge et le blé, son rendement moyen est de 8 quintaux à l'hectare pour la zone agricole, 5 qx/Ha pour la zone agropastorale et 3 qx pour la zone sylvo-pastorale (BENABDELLI, 1983). En plus des graines, une certaine quantité de paille et de chaume est évaluée à 700 Kg/Ha pour les zones agricoles et pastorales. La production de la jachère en Kg/Ha, par zone, est regroupée dans le tableau 8.

Tableau 8 : Production de jachère travaillée et autre abandonnée (BENABDELLI, 1983).

	Zone agricole	Zone agro-pastorale	Zone sylvo-pastorale
Jachère travaillée	11.200	7.100	2.600
Jachère abandonnée	2.850	1.430	810

L'apport fourrager de la céréaliculture n'est pas négligeable puisque les pailles fournissent environ 200 UF/Ha au nord et 100 au sud ; les chaumes ne donnent que 50 UF/Ha mais arrivent à retenir les troupeaux pendant la saison estivale de 1 à 3 mois (BENABDELLI, 1983).

C. Parcours steppiques

QUEZEL (1979) a estimé les productions moyennes des steppes et pré-steppes comprises entre 20 et 300 Kg.MS/Ha. DELAHAYE (1980) a trouvé 60 à 80 UF/Ha/An dans le sous étage semi-aride inférieur et 100 à 200 UF/Ha/An dans le sous étage aride supérieur. BENBADELLI (1983) a défini les possibilités, par espèce végétale, en unité fourragère, par hectare, que peuvent offrir moyennement :

Chêne vert.....	150 UF/Ha
Genévrier oxycèdre.....	150 UF/Ha
Alfa, Armoise.....	50 à 100 UF/Ha
Armoise.	150 UF /Ha

3...Charge à l'hectare et surpâturage

La charge des terrains de parcours constitue une véritable barrière empêchant toute régénération et par suite la reconstitution des pâturages. LEHOUEIROU (1971) a constaté que la charge moyenne ne peut excéder l'unité sans risque de perturbations significatives.

Les caractéristiques des zones agro-pastorales de la steppe Algérienne déterminées par CHELLIG (1978), TOURRIER et VINCO (1977) sont consignées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Différentes zones agro-pastorales de la steppe Algérienne et leur caractéristiques (CHELLIG, 1978 ; TOURRIER et VINCO, 1977).

Pluviométrie	Zone	Valeur	Région	Charge ovine/Ha	Nombre UF possible/Ha
100 à 200	Parcours sahariens	Très pauvre	sud du Hodna, chott Melrir piedmont sud Dj Ksour	1/10 à 20	20 à 40
200 à 300	Zone aride supérieur	Très dégradée, quantités inégales	Hautes plaines sud de l'atlas saharien	1/3 à 4	100 à 150
300 à 400	Zone marginale	Parcours vrai, Pâturage céréale	Atlas tellien Nord des hautes plaines	1/2 à 4	300 à 500
400 à 600	Zone à céréale, jachère	Surtout sommet de l'Atlas saharien céréale	jachère, maquis, forêt des sommets de l'Atlas saharien	1/4 à 5	500 à 1000

La charge ovine par hectare, dans le cas du parcours saharien, est de l'unité pour 10 à 20 hectares, la production possible étant de 20 à 40 UF/Ha. La zone aride est caractérisée par un milieu de pacage très dégradé dont la charge ovine est de l'unité pour 3 à 4 hectares et une production fourragère de l'ordre de 100 à 150 UF possibles par hectare. Les vrais parcours et les pâturages céréales sont situés dans l'Atlas tellien et le nord des hautes plaines, ils sont caractérisés par une charge d'ovine pour 2 à 4 hectares et une production fourragère possible de 300 à 500 UF par hectare. Les jachères, maquis et forêts sont surpeuplés (charge ovine de 1

pour 4 à 5 hectares) malgré leur forte production fourragère évaluée à 500 jusqu'à 1000 UF/Ha.

A titre comparatif nous joignons un tableau (tableau 10) résumé, des travaux de MONJAUZE (1969), LEHOUEIROU (1971) et ZIANI (1971),

Tableau 10 : La charge ovine par hectare et durée de parcours en fonction des étages bioclimatiques et les types de parcours (BENABDELLI,1983).

Etages bioclimatiques	Types de parcours	Charge possible par Ha (ovins)	Durée de parcours
Aride	strate herbacée	0,6 à 0,8	6 mois
Semi-aride	maquis	0,8 à 1	6 mois
Semi-aride	jachère travaillée	8 à 1	2 mois
Semi-aride	terrain abandonné	0,5 à 1	12 mois
Subhumide	maquis	1,5 à 1,8	8 mois
Subhumide	pelouse	2,3 à 2,5	4 mois

La charge ovine possible par hectare, selon les types de parcours et les étages bioclimatiques, dépassent rarement l'unité à l'exception des jachères travaillées et les pelouses. Dans les l'étage bioclimatique subhumide la production du maquis permet une charge ovine à l'hectare de 1,5 à 1,8 pour une durée de parcours de 8 mois ; il s'agit là de la limite extrême que peut supporter ce type de parcours à conditions climatiques clémentes. La durée de parcours ne peut excéder 6 mois, tout au plus 8 mois, afin de permettre la reconstitution de la végétation.

Le surpâturage est la conséquence de la stagnation prolongée du cheptel sur le terrain de pacage. Il survient dès que le prélèvement de la matière végétale, par les animaux, dépasse la production annuelle. Son intensité, comme l'a précisé LEHOUEIROU (1971), « *est proportionnelle à la différence entre la quantité de la matière végétale prélevée et l'accroissement annuel* ».

IL se traduit couramment par (BENABDELLI, 1983) :

- La réduction du couvert végétal,
- Le piétinement et un tassement du sol,
- La diminution de la régénération,

- Le développement et une extension des espèces inalibiles.

Afin d'illustrer l'influence du surpâturage, FLORET et al (1977) ont déterminés la biomasse, le pourcentage des espèces pastorales et des espèces inalibiles d'une steppe à *Rhantheruim suaveolens* du sud Tunisien (Tableau 11).

Tableau 11 : Influence du surpâturage (FLORET et al., 1977).

Steppe à <i>Rhantheruim suaveolens</i>	Biomasse Kg.MS/Ha	Espèces en %	
		Pastorale	Inalibiles
En bon état	1312	83	17
Dégradée	415	59	41

II. Incendie

C'est un facteur écologique extrêmement important. Il a probablement contribué à la sélection des peuplements presque exclusivement alfatiers. En effet, d'après KADIK (1986) « grâce à sa possibilité de régénération par bourgeons dormants et sa relative résistance aux effet du pacage, l'alfa semble particulièrement avantagée dans la concurrence interspécifique entre végétaux dans les zones soumises à des incendies répétés ».

Parmi les causes de propagation de l'incendie citées par BENABDELLI (1983) notons :

- La nature de la végétation,
- Celle des débris végétaux,
- Les facteurs humains.

Les facteurs humains regroupent aussi bien l'homme pasteur et cueilleur que le cheptel. Ce dernier est plutôt la cause du déclenchement et de propagation des incendies. Selon MONJAUZE (1969) le troupeau participe aussi à la propagation du feu ; cette auteur écrit « en réalité le troupeau sélectionne à rebours les essences naturelles, détruit les moins sensibles au feu en priorité, tasse le sol, entretient et développe la strate de végétation xérophile la plus propre à propager les incendies ».

Les incendies volontaires sont commis par l'homme pasteur afin d'obtenir des surfaces herbagères par son troupeau.

III. Défrichement

Le processus de dégradation de la végétation steppique s'est poursuivi par l'extension de la céréaliculture qui constitue l'activité la plus importante après l'élevage. Le défrichement s'est fortement amplifié par l'introduction de la mécanisation des labours réalisés à l'aide des

tracteurs équipés de charrues à disques. La conséquence est une destruction presque complète des espèces vivaces et une forte diminution du nombre d'espèces végétales spontanées suite au dessèchement du sol. FLORET et al (1977) illustrent ce phénomène par l'exemple d'une steppe sableuse à *Rhantheruim suaveolens* (tableau 12) du sud Tunisien soumise au pâturage puis au défrichage.

Tableau 12 : Influence de la culture et du mode de défrichage (FLORET et al, 1977).

Steppe sableuse à <i>Rhantheruim suaveolens</i>	Couvert végétal %	Couvert de la céréale %	Couvert de l'espèce	Nombre d'espèces spontanées
Pâturée	25	0	17	39
Défrichée à l'araire traditionnel (céréale)	11	0,7	7	25
Défrichée à la Charrue à disques(céréale)	5	0,5	2	13

Le type de défrichage est aussi important, l'araire traditionnel laisse subsister une bonne partie de plantes vivaces qui peuvent se régénérer si la culture est abandonnée. La charrue à disques, tirée par le tracteur, détruit presque entièrement la végétation vivace. L'éradication des espèces ligneuses provoque également la dégradation de la végétation naturelle. Elle se manifeste soit par une dégradation diffuse sur toute la surface du territoire soit par une dégradation plus accentuée au voisinage des campements.

Les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage amènent les populations à déraciner les espèces ligneuses. FLORET (1983) a écrit « *il faut environ 1,5 kg de bois par personne et par jour pour les usagers domestiques, et c'est essentiellement la végétation de steppe qui permet cet approvisionnement. Les espèces buissonnantes, les plus productrices en bois, ont souvent disparu, et cette [cueillette] intéresse maintenant des végétaux de plus en plus petits et de plus en plus nombreux. Notons que ces végétaux sont souvent arrachés et non coupés, ce qui nuit la régénération ultérieure* ».

IV. Exploitation

1. Organisation de l'exploitation

De l'indépendance à nos jours, la question de l'alfa en Algérie est passée par divers organismes. Au cours de la période 1962 - 1969, l'exploitation de l'alfa est passée par la société AFRIC-ALFA, la S.A.P (Société Agricole de Prévoyance) et la commercialisation est partagée entre l'O.N.R.A et l'O.N.A.C.O (Office National de Commercialisation). La période

1969 - 1979 a connu la création de l'O.N.ALFA (Office National de l'Alfa) en avril 1969 et la fusion de cette dernière avec l'O.N.T.F (Office National des Travaux Forestiers) en décembre 1975. Depuis c'est l'O.N.T.F qui s'occupe de l'exploitation et la commercialisation de l'alfa en Algérie.

2. Conditions d'exploitation

a/ Cueillette manuelle

L'arrachage de l'alfa à la main fut rapporté par Pline et l'industrie de sparterie était connue à Carthage ; ceci montre que l'exploitation et l'utilisation de l'alfa remontent à la plus haute antiquité (KADIK et al., 1984). La technique consiste à enrouler les feuilles mûres d'alfa autour d'un bâtonnet et à tirer d'un mouvement brusque. Le détachement des feuilles des feuilles mûres est facilité par la ligule formée d'un parenchyme spécial offrant peu de résistance (TRABUT, 1889).

Le cueilleur récolte 100 kg en moyenne par jour pendant 3 à 4 semaines de travail par an. Le prix du quintal payé au cueilleur est resté figé à 3,4 dinars Algériens pendant la période 1962 - 1969. Depuis il a connu une amélioration comme le montre le tableau 13.

Tableau 13 : Accroissement du prix de l'alfa payé pour les cueilleurs (O.N.T.F, 1984).

Périodes	Prix du quintal	Prix de 100 qx en D.A
1969 - 1971	5	500
1971 - 1974	7	700
1974 - 1976	10	1000
1976 - 1978	15 - 30	1530
1978 - 1979	19	1900

Malgré l'effort fait par le gouvernement dans ce domaine, le nombre de cueilleurs est resté faible en raison de la concurrence des autres secteurs. La cueillette manuelle n'a intéressé que peu de nappes présentant des facilités comme l'existence de voies d'accès. Le rendement a diminué et la récolte se fait au détriment des nappes puisque ce sont les mêmes qui sont exploitées. La touffe est mal récoltée ; le cueilleur arrache seulement les feuilles les plus longues ; en outre il perd beaucoup de temps dans les opérations annexes (assemblage, trajet entre la place de cueillette et centre d'achat).

b/ Cueillette mécanique

A l'encontre des limites de la cueillette manuelle de l'alfa, la mécanisation s'est montrée comme la solution trop attendue pour satisfaire les besoins des unités de

transformation et la sauvegarde des nappes alfatières contre le dépérissement. Les essais de mécanisation de la cueillette ont démarré en décembre 1973 par une récolteuse de Lin d'origine Belge. Ils se sont poursuivis jusqu'à 1975 sur différents sites des wilayas (préfectures) de Djelfa, Tiaret et Si di Bel 'Abbes. Les résultats obtenus sont encourageants malgré l'arrachage relatif des innovations. Les prototypes mis au point récoltent seulement la biomasse verte de l'alfa tandis que la partie sèche (= fatras) reste sur place, ce qui influe sur la production de la touffe et sa vivacité. De cette manière les problèmes des nappes alfatières demeureront toujours présents malgré la satisfaction de courte durée qu'en retirent les unités de transformation de l'alfa.

3. Production

L'exploitation destinée à l'exportation de l'alfa a commencé en 1863 et s'est accélérée à partir de 1868, date d'ouverture du canal de Suez. La quantité d'alfa exportée a augmenté de 33.000 tonnes en 1870 à 110.000 tonnes en 1879.

Au cours de la période 1947 - 1948 les nappes alfatières algériennes ont produit 224.000 tonnes d'alfa. Après l'indépendance les organismes alfatières ont récolté les quantités d'alfa consignées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Production de l'alfa de 1962 à 1979 (O. N. T. F, 1984).

Périodes	Productions en tonne
1962 - 1969	644.184
1969 - 1975	600.347
1975 - 1979	149.779

La production à l'hectare est variable selon l'état de la nappe et sa localisation dans des sous étages bioclimatiques bien définis.

Le tableau 15 réunit les productions d'alfa en fonction des sous étages bioclimatiques de l'aride et les pluviosités annuelles (Projet HODNA F.A.O, 1975).

Tableau 15 : Production des nappes alfatières et biomasse pérenne dans l'étage aride (Projet HODNA (F. A. O, 1975).

Sous étages bioclimatiques	Pluviométrie en mm	Biomasse pérenne(qx)	Production (qx.MS./Ha/An)
Arde supérieur	300 - 400	20	5
Arde moyen	200 - 300	20	5
Arde inférieur	100 - 200	15	4

V. Conclusion

La végétation steppique est sous la dépendance des facteurs du climat, de la nature des sols et la pression de l'homme. Les conditions climatiques sont caractérisées par des précipitations aléatoires et des amplitudes thermiques importantes soulignant une sécheresse toujours plus longue. L'aridité du climat se traduit par une réduction de l'activité végétale en intensité et en durée (POUGET, 1980).

La végétation steppique se développe sur plusieurs types de sols dont la quasi-totalité est calcaire (croûte et encroûtement). Elle intervient, comme source de matière organique, dans la formation et l'évolution des sols steppiques. La dégradation du couvert végétal réduit le taux de matière organique dans le sol et par conséquent devient de plus en plus stérile. Ce phénomène est initié par l'action de l'homme qui se manifeste par le parcours, les incendies, le défrichement et l'exploitation irréfléchie. Ces différents facteurs anthropiques agissent sur la production végétale qui ne peut subvenir aux besoins du cheptel et de l'industrie. Les productions restent insuffisantes face à l'augmentation de l'effectif des troupeaux et de la mauvaise gestion des ressources de la steppe.

La végétation steppique est confrontée à la pression de l'homme et à l'aridité du climat. L'éducation de l'homme est un facteur prometteur de la restauration de la steppe. L'étude synthétique de l'écosystème steppique réorganisera de nouveau les relations entre l'homme et le milieu steppique reconnu par son double rôle à la fois économique et écologique.

METHODES D'ETUDES

Chapitre. I : Présentation de la zone d'étude

Chapitre. II : Protocoles expérimentaux.

Chapitre. III : Méthodes statistiques

CHAPITRE -I-

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique

1. Localisation

La zone d'étude est une nappe alfatière d'une superficie de trois hectares. Elle est située à 24 km de l'Est d'El-gor, chef-lieu de la commune, à 14 km de l'Ouest de Ras Elma (sous-préfecture de Sidi Bel 'Abbes) et à 50 km au Nord d'El Aricha (figure 1).

Elle est localisée approximativement aux environs de l'intersection du parallèle 34°56 de latitude Nord et le méridien 0.55 de longitude Ouest.

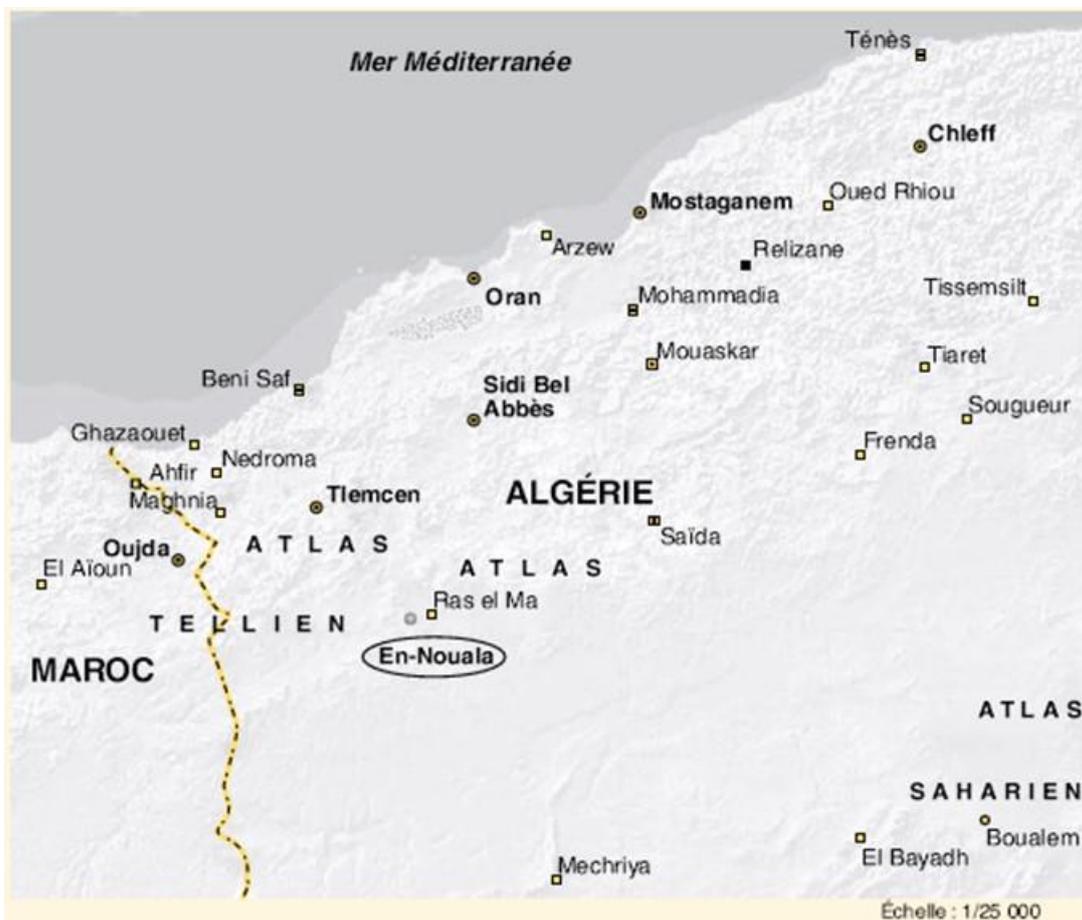


Figure 1 : Carte de localisation géographique de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)

2. Relief

La nappe alfatière d'En Nouala, appellation courante dans la région, se situe au pied sud du Djebel (montagne) El kemiti dont le point culminant atteint les 1200 m d'altitude. Elle est limitée au nord par l'Atlas tabulaire, distingué par TINTHOIN (1948), qui comprend les monts de Saïda, de Dhaya (sud de Sidi Bel'Abbes) et de Tlemcen dont l'altitude varie entre

1714 m (Dj.Ouargla) et 1843 m (Dj.Tenouchfi). Elle se trouve à une altitude moyenne de 1120 m et sa pente varie de 1% à 3% de déclivité.

3. Hydrographie

La nappe alfatière d'En Nouala est parcourue par trois ravins sans eau, issus de la montagne d'El kemiti, qui se joignent à l'oued En Nouala (sans eau). Ce dernier évacue les eaux de pluies torrentielles vers les dépressions cultivées et l'oued Mekerra qui prend naissance de la montagne Begira situé au sud-Est de Ras Elma. En Nouala bénéficie d'un puit équipé d'une hélice éolienne complètement endommagée, d'un réservoir et de trois abreuvoirs dont un a été récemment relié au puit de Ras Elma pour alimenter les habitants et les troupeaux en eau potable.

II. Géologie et pédologie

1. Géologie

La région d'En Nouala offre une mosaïque géologique datant du secondaire et du tertiaire. Le pliocène continental l'emporte sur les autres formations représentées en tâches. Le crétacé moyen, inférieur et le quaternaire continental sont très localisés. La nature lithologique est variable d'un endroit à autre. Elle est du type gréseux à gréseux calcaire et calcaro-dolomitique sur les sommets des montagnes bordant un et la plaine steppique d'En Nouala.

2. Pédologie

La région Ouest de Ras Elma où se situe la zone d'étude, En Nouala, est constituée par trois types de sols (BENABDELLI,1983).

a/ Sols calcaires humifères

Ils se sont issus de la décomposition du calcaire plus ou moins dur, contiennent une certaine proportion d'argile et de sable. Ils se caractérisent par un seul horizon différencié, parfois deux et la présence de calcaire en quantité dépendante de la roche-mère originelle. Ils recouvrent l'Atlas tellien formé par une jeune chaîne de montagnes datant du secondaire et supportent de belles forêts soumises aux actions anthropiques de différentes natures.

b/ Sols calciques

Ils se répandent sur toute la zone sud de l'Atlas tellien. Ils se reconnaissent par leur teneur croissante en calcaire et une diminution du taux de matière organique. Ils sont formés par un horizon bien différencié peu épais, plus ou moins riche en calcaire (3 à 10%) et un horizon d'accumulation de calcaire sous forme diffuse ou en concrétion. Les analyses chimiques indiquent que leur complexe absorbant est saturé et leur pH est toujours compris

entre 7 et 8. Ils sont essentiellement recouverts par la steppe à alfa, armoise et quelques formations végétales dégradées à base de, genévrier oxycèdre, chêne vert et calycotum.

c/ Sols alluviaux

Ils sont localisés dans des dépressions occupées temporairement par une céréaliculture traditionnelle très souvent abandonnée en période de sécheresse. Ils présentent des profils du type (B)(A)(C) par suite d'accumulation de nouveaux matériaux arrachés des sommets des montagnes sous l'action des eaux de pluies torrentielles. L'horizon humifère, peu épais, s'encastre entre les horizons d'accumulation et présente une charge caillouteuse très importante.

III. Climatologie

1. Données climatiques

Les données climatiques utilisées sont extraites du recueil de SELTZER (1946) ainsi que de la notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000 de CHAUMONT et PAQUIN (1971).

a/ Précipitations

Le tableau 16 indique les pluviosités moyennes mensuelles, saisonnières, annuelles, le nombre de jours de pluies et le nombre de gelées. Les moyennes calculées se rapportent à la période 1914 - 1938 (SELTZER, 1946). Aucune donnée plus récente ne semble être disponible pour la région ; les discussions qui suivent doivent être pondérées par une évolution notable du régime pluviométrique depuis plusieurs décennies.

Tableau 16 : Pluviosités moyennes mensuelles, saisonnières, annuelles, le nombre de jours de pluies et de gelée de la station de Ras Elma (SELTZER, 1946).

Mois	J	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	Total
Pluviosité(mm) moyenne/mois	26	30	33	25	35	24	8	11	25	27	35	22	301
Pluviosité(mm) moyenne/saison	89			84			44			84			301
Nombre de jours de pluies	17			17			10			16			60
Nombre de jours de gelée	37			6			0			32			75

La notion de moyenne dans la région de Ras Elma est aléatoire compte tenu de l'irrégularité du rythme de la pluviosité. La succession des mois et des années sèches agit défavorablement sur le cycle biologique de la végétation. L'augmentation de la variabilité inter annuelle accentue l'aridité du climat avec des années sèches de plus en plus nombreuses et longues (LEHOUEIROU, 1969). Les valeurs moyennes des pluviosités saisonnières ne diffèrent pas fortement de l'automne au printemps. La saison estivale enregistre une tranche pluviométrique non négligeable et représente la moitié de celle des autres saisons. Le nombre de jours de pluies est également variable d'une saison à une autre selon la succession des périodes sèches et humides. Les valeurs moyennes (tableau 16) indiquent qu'il n'y'a pas de différences entre l'automne, l'hiver et le printemps ; la saison estivale ne compte que dix jours de pluies.

L'importance des fréquences de pluies en écologie est telle que, comme l'a remarqué ANGOT (1914) « *de faibles pluies réparties sur un grand nombre de jours produisent un effet tout différent de celui d'une pluie tombant en une seule journée et fournissant à elle seule le même total* ». Les gelées blanches durent 75 jours à Ras Elma. Elles sont réparties d'octobre à avril et ont une action destructrice sur les végétaux, en particulier sur le démarrage végétatif et les jeunes plants.

b/ Températures

Le tableau 17 réunit les valeurs moyennes mensuelles des minimums (m), des maximums (M), l'amplitude moyenne mensuelle $(\frac{M+m}{2})$ et l'écart thermique moyen (M-m).

Tableau 17 : Les valeurs moyennes mensuelles des températures maximales(M), minimales(m), moyennes $(\frac{M+m}{2})$ /2 et de l'amplitude(M-m) /2 de la station de Ras Elma (SELTZER, 1946).

Mois	J	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
M	11	13	15	19	24	29	35	35	29	23	16	12
m	2	2	5	6	9	13	17	17	15	10	5	2
M-m	9	11	10	13	15	16	18	18	14	13	11	10
$(\frac{M+m}{2})$	6,5	7,5	10	12,5	16,5	21	26	26	22	16,5	10,5	7

Les données du tableau 17 sont calculées sur une période de 24 années (1914 - 1938) et restent les seules disponibles pour la région de Ras Elma. La croissance et le

développement des végétaux, outre la pluviosité, sont conditionnées par l'intensité, la durée du froid hivernal (dormance hivernale) et la sécheresse (dormance estivale).

La température moyenne minimale du mois le plus froid est de 2°C pour la région, ALCARAZ (1982) l'estime à -0,5 °C. La dormance hivernale, comme l'a constaté POUGET (1980), dure 4 mois lorsque les valeurs minimales sont comprises entre -2°C et +1°C, soit de décembre à mars et de 3 mois pour des minimas situés entre +1°C et 3°C, soit en décembre à février. Les valeurs des températures moyennes maximales du mois le plus chaud (M = 35 °C en juillet et août) montre l'importance sinon l'intensité de la chaleur estivale. La température moyenne annuelle de Ras Elma est de 15,5 °C. Cette valeur exprime encore une fois le caractère steppique de la zone d'étude.

L'amplitude thermique annuelle entre le mois le plus chaud et le plus froid vaut 33°C (SELTZER 1946), valeur comparable à celle donnée par ALCARAZ (1982). Elle traduit le caractère du climat (DEBRACH, 1953 ; POUGET, 1980) et permet de déterminer le quotient Q₂ d'EMBERGER à partir de P/10 (STEWART, 1968).

c/ Données complémentaires

Le sirocco est un vent chaud qui souffle sur la région de Ras Elma en moyenne 21 jours par année. Il s'accompagne d'une évapotranspiration intense ce qui favorise très souvent le déclenchement de l'incendie et par suite sa propagation dans la végétation naturelle.

L'humidité relative : Les valeurs anciennes de SELTZER (1946) indiquaient que Ras Elma est située entre les courbes égales de 75% (janvier 7 H) et de 20 à 30% (juillet 13 H) d'humidité relative de l'air. Les valeurs minimales sont en parfaite accord avec les observations d'ALCARAZ (1982) qui constate « *qu'en dessous de 28% d'humidité le pin d'Alep et le chêne vert sont remplacés par l'alfa et l'armoise qui constituent alors une véritable steppe* ».

2. Synthèse climatique

a/ Le quotient pluviothermique

Le quotient pluviothermique Q₂ d'EMBERGER (1952) s'exprime par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{(M - m) \frac{M + m}{2}} = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P = Pluviosité moyenne annuelle exprimée en millimètres

M = Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°K)

m = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°K = °C + 273°C).

STEWART (1969) a proposé une autre formule pour calculer le Q₂ :

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Avec : M et m en °C

Les valeurs du quotient pluviothermique, calculées à partir des deux formules citées ci-dessus et du rapport $P/10$, diffèrent peu entre elles (tableau 18).

Tableau 18 : Les valeurs du Q₂ de la station de Ras Elma.

Formules du Q ₂	Valeurs du Q ₂
Q ₂ (Stewart)	29,50
Q ₂ (Emberger)	29,65
Q ₂ = P/10	30,10

Selon la subdivision des étages bioclimatiques méditerranéens déterminée par EMBERGER, la station de Ras Elma se trouve dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.

bl Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

Les deux auteurs considèrent comme mois sec un mois où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètres est inférieur ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degré Celsius : $P \leq 2 T$

Cette relation permet de représenter sur un même graphique, appelé communément diagramme ombrothermique, le mois de l'année en abscisse et en ordonnée d'une part les précipitations et d'autre part les températures (figure 2).

Le tracé du diagramme ombrothermique de la station de Ras Elma confirme la longueur de la période sèche : elle débute en mai et s'achève en début d'octobre. L'indice xérothermique est de 135 jours biologiquement secs au cours de la période sèche. Ainsi le type climatique est thermo-méditerranéen accentué.

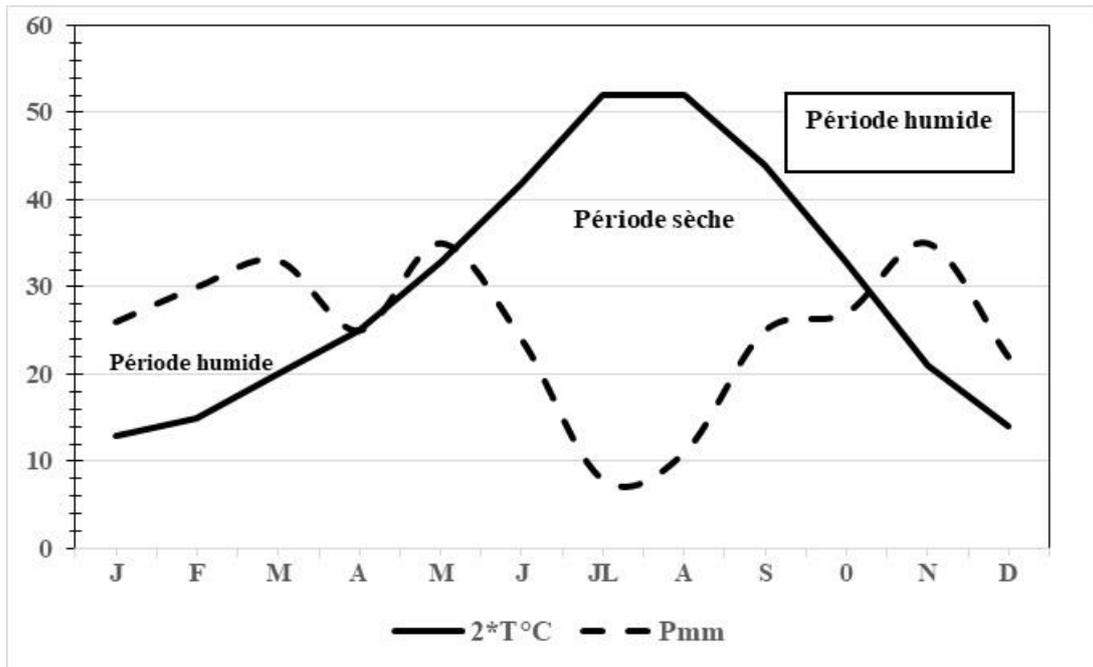


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)
de la station de Ras Elma.

c/ Climagramme hydrothermique

Le tracé du climagramme hydrothermique s'effectue sur un graphique ayant en ordonnées les températures moyennes mensuelles et en abscisses les totaux pluviométriques mensuels. La technique consiste à réunir les douze points déterminés par les températures et les précipitations moyennes de chaque mois (figure 3).

La station de Ras Elma présente un climagramme hydrothermique allongé ayant tendance à s'orienter vers l'axe des ordonnées. Il exprime le caractère sec du climat régnant à Ras Elma.

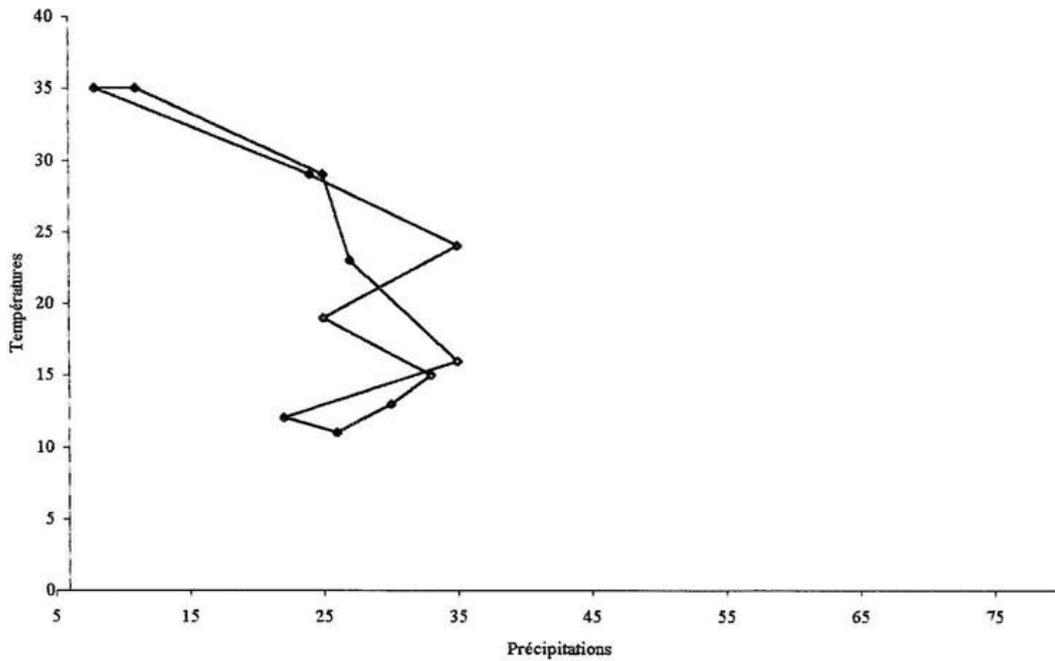


Figure 3 : Climagramme hydrothermique de la station de Ras Elma.

IV. La végétation

La nappe alfatière d'En Nouala est une formation naturelle herbacée à base d'alfa et de reliques de chêne vert et de genévrier oxycèdre dont la hauteur n'excède pas cinq mètres. La strate herbacée est représentée par l'alfa (*Stipa tenacissima*. L.), quelques pieds de sparte (*Lygeum spartum* L.) et un ensemble d'espèces végétales vivaces et d'autres éphémères.

CHAPITRE II

PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

I. Densité et taux de recouvrement de l'Alfa

La densité et le taux de -recouvrement de l'alfa sont déterminés à partir d'un transect de placettes espacées de 25 m. A l'intérieur de chaque placette de 16 m² de surface nous avons dénombrés les touffes d'alfa, mesurés les diamètres des touffes et estimés le taux de recouvrement. Ces différents paramètres permettent de calculer la densité et le taux de recouvrement de l'alfa en assimilant la touffe a une sphère dont la surface est de :

$$S = \Pi.ab$$

II. Le cortège floristique

La détermination du cortège floristique de la nappe alfatière d'En Nouala a débuté en avril 1987. La nappe alfatière a été parcourue de long en large ; ce qui a permis de dresser une liste floristique (Annexe 1). Les différentes espèces végétales sont ordonnées en classes, familles, genres et espèces. Un tel procédé a permis de déterminer les pourcentages des rangs cités de la classification hiérarchique de la végétation. L'ordination des espèces végétales s'est poursuivie par la distinction des éléments biogéographiques, des types biologiques, des types morphologiques et enfin des espèces appétibles de la liste floristique. Les espèces végétales sont regroupées par aire de répartition géographique, par type physiologique et mode de vie hivernal (type morphologique, type biologique) et par appétibilité.

III. Les relevés de végétation

1. La strate herbacée

L'étude de l'effet du paillage sur la composition floristique de la steppe à alfa est basée sur les relevés de végétation effectués à travers la zone paillée (1984) et la zone non paillée. Nous avons réalisé des transects coupant à la fois les deux zones et dont le pas de l'échantillonnage est fixé à 25 m. Les transects sont espacés de 100 m les uns des autres selon la figure suivante (figure 4).

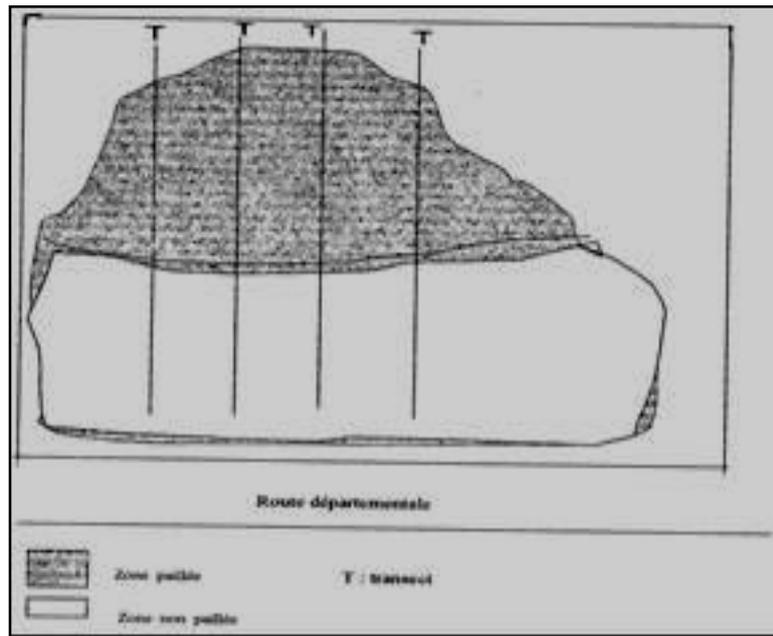


Figure 4 : Croquis de la nappe alfatière d'En Nouala montrant l'emplacement des transects traversant la zone paillée et la zone non paillée.

Les six transects de la première campagne ont été réalisés le 12 et 13 juin 1988. Les transects 1, 2 et 6 ont été effectués en zone paillée afin de tester l'effet pente (1 à 3%) et les transects 3, 4 et 5 à travers les deux zones.

La seconde campagne, effectuée le 24 juin 1989, a permis d'échantillonner 4 transects coupant à la fois la zone paillée et la zone non paillée.

Enfin, la troisième campagne, réalisée le 14 et 15 juin 1990, compte 3 transects dont un a été effectué en zone non paillée. Le recensement et le comptage des individus de chaque espèce végétale ont été accomplis à l'intérieur des carrés. La densité est exprimée par les degrés de BARRALIS (1976) consignés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Degrés de BARRALIS (1976).

Degrés de BARRALIS	Nombre d'individus	
	1 m ²	4 m ²
1	0 à 1	1 à 4
2	1 à 2	4 à 8
3	3 à 20	9 à 26
4	21 à 50	27 à 56
5	> 51	> 57

L'analyse de la végétation de la zone paillée et la zone non paillée est effectuée sur des relevés types moyens (Annexe 2) de surface échantillon d'un mètre carré et de coefficient

de densité les degrés de BARRALIS. Les relevés types moyens sont construits à partir des relevés de végétation de base : les densités (nombre d'individus/ m²) par espèce sont additionnées puis divisées par le nombre des carrés (6 carrés par demi-transect) et converties en degrés de BARRALIS selon l'exemple suivant :

L'espèce : *Hetianthemum cinereum ssp*

$$RTM \cdot en \cdot zone \cdot paillée = \frac{5 + 20 + 0 + 0 + 0 + 30}{6} = 10,2 \cong 3$$

$$RTM \cdot en \cdot zone \cdot non \cdot paillée = \frac{11 + 0 + 0 + 2 + 0 + 0}{6} = 2,2 \cong 2$$

Les densités respectives en zone paillée et non paillée correspondent à 3 et 2 des coefficients de BARRALIS.

Les relevés de végétation de la 3^{ème} campagne, tels que effectués, sont traités par une analyse factorielle de correspondance. Cette dernière montre, sur une échelle plus restreinte la répartition et l'assemblage des espèces végétales en fonction de la présence et l'absence du paillage. Ceci constitue une autre méthode de détermination de l'effet du paillage sur la végétation steppique.

2. Espèces éphémères

La dynamique de la végétation est suivie sur deux transects de 60 placettes contiguës d'un mètre carré de surface coupant à la fois la zone paillée et la zone non paillée (GREIG-SMITH, 1952). Les deux transects ne diffèrent entre eux que par la pente (0,5% ; 3%) et l'exposition (sud ; Est Nord-est). Le recensement des individus des espèces végétales dans les deux transects a été réalisé selon les dates du tableau 20.

Tableau 20 : Dates des relevés de végétation.

Transects	Relevés	Dates
1	I	21/05/1989
	III	17/07/1989
2	II	19/06/1989
	IV	23/08/1989

L'étude de la dynamique de la végétation éphémère a porté d'une part sur l'ensemble des espèces végétales des deux transects et d'autre part sur 20 espèces choisies selon leur degrés variables d'appétibilité et leur abondance relative au cours de la période active de la végétation (Annexe-3-). Le suivi des 20 espèces permet de déterminer leur succession dont

l'importance est primordiale dans l'évaluation des terrains de parcours et la réglementation des périodes de pacage.

3. Espèces appétibles

La variabilité spatio-temporelle des espèces appétibles est étudiée sur les relevés types moyens et les transects de placettes contiguës décrits précédemment. Cette étude fait intervenir l'indice de qualité spécifique (Isi), déterminé en fonction de la vitesse de croissance de l'espèce végétale, de son assimilabilité, de son acceptabilité et de sa toxicité. Le classement des espèces végétales, par indice de qualité spécifique (Isi), utilisé reprend celui de LEHOUEIROU (1973) et AIDOUUD (1983).

IV. Pouvoir germinatif

1. Caractères physico-chimiques du sol d'expérimentation

Les caractères physico-chimiques du sol d'expérimentation sont déterminés sur 4 échantillons dont 2 ont été recouvert de brins morts d'alfa. Les prélèvements ont été effectués en janvier 1988 et n'ont concerné que l'horizon de surface d'épaisseur 10 à 15 cm.

Les analyses physiques ont permis de déterminer le pourcentage des éléments grossiers et des éléments fins. La détermination des éléments grossiers s'est faite par tamisage à l'aide d'une batterie de tamis dont les mailles carrées varient de 2 mm à 20 mm. La séparation des argiles et des limons, à partir de la terre fine < 2 mm), a nécessité l'utilisation de la pipette de ROBINSON. Les sables ont été séparés et fractionnés par tamisage.

Les analyses chimiques, sur de la terre fine, ont abouti à la détermination du :

- pH à l'eau et à KCl
- L'acidité d'hydrolyse
- La conductivité
- La teneur en calcaire total par le calcimètre de BERNARD.

2. Germination des caryopses d'alfa et des graines de plantes fourragères

Dans la placette d'expérimentation, des pots de 10 cm de profondeur et 30 cm de large ont été creusés pour recevoir des caryopses d'alfa et des graines de plantes fourragères. Les caryopses d'alfa proviennent de différentes localités (Tableau 21).

Tableau 21 : Caractéristiques des provenances des d'alfa.

N°	Appellations	Localités	Dates de cueillettes
1	EL-BAYADH	EL-BAYADH	06/1984
2	DJELFA	DJELFA	06/1985
3	MORSOT	TELAGH	06/1987
4	BOUHADJAJA	TELAGH	06/1987
5	TEBESSA	TEBESSA	06/1986
6	RAS-ELMA	RAS-ELMA	06/1987
7	AIN DHEB	SAIDA	06/1984

Les espèces fourragères, dont les graines ont servi à l'expérimentation, sont :

- *Onobrychis argentea*
- *Atriplex lentiformis*
- *Sanguisorba minor*
- *Agropyrum cristafum*
- *Medicago sativa*
- *Oryopsis hymenoïdes*
- *Festuca arisona*

Dans des placettes réservées à la germination des caryopses d'alfa, sept lignes ont été matérialisé et 70 potèts ont été creusé dont la moitié était recouvert par les brins morts d'alfa. Les lignes ont été conçu pour recevoir les caryopses pré germés des sept localités d'alfa. Les potèts sont espacés de 40 cm et chacun d'eux a reçu 10 caryopses de chaque localité. La pré germination dans une étuve réglée à 20°C a permis de lever la dormance tégumentaire responsable de l'échec de germination. La germination des graines de plantes fourragères a été également expérimenté dans une placette non loin de la précédente et de la même manière que la germination des caryopses d'alfa.

Les semis des caryopses d'alfa et des graines de plantes fourragères ont été effectué en saison d'automne (29/10/1988) et le comptage des jeunes plantules en saison de printemps (1/4/1989).

V. Effet du fatras sur plusieurs variables morphologiques de la touffe d'Alfa

1. Croissance et dessèchement des feuilles d'Alfa

La mesure de la croissance et du dessèchement des feuilles d'alfa ont été réalisés sur 5 touffes prises au hasard dans la station d'En Nouala ; deux d'entre elles ont été soigneusement nettoyées de leur fatras. Sur chaque touffe d'alfa 10 jeunes feuilles et 10 autres adultes ont été individualisées par des jetons afin de mesurer la croissance et le dessèchement saisonnier (Annexe-4-). Le tableau 22 indique les dates de mesures.

Tableau 22 : Dates de mesures de la croissance et du dessèchement des feuilles d'alfa.

Mesures	Dates
I	01/03/1988
II	03/04/1988
III	23/06/1988
IV	07/10/1988
V	02/01/1989
VI	01/04/1989

Les mesures ont été effectuées avec une précision de 1 mm sur la longueur des jeunes feuilles et la partie verte des feuilles adultes d'alfa.

2. Biomasse foliaire de l'Alfa

L'effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa est étudié dans deux parcelles différentes et dans deux transects contigus de la station d'En Nouala (Annexe-5-). Les deux parcelles diffèrent par la pente (1% ; 3%) et par leur positions topographiques (figure 5).

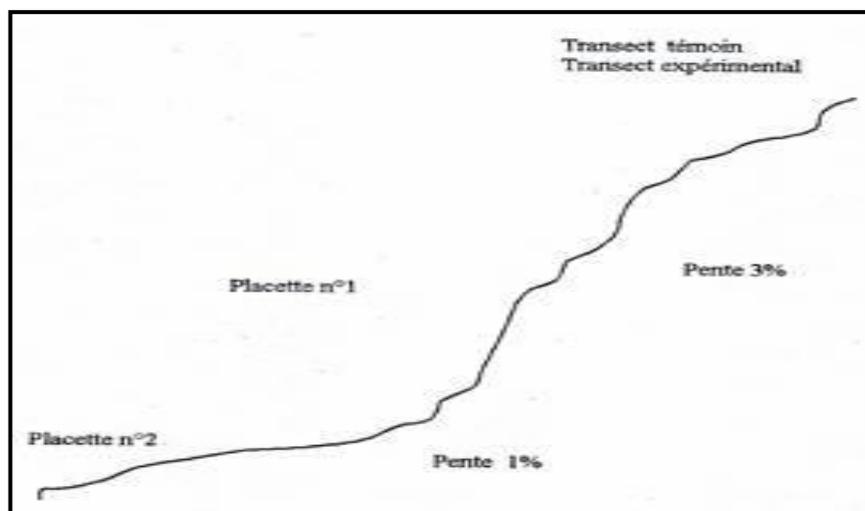


Figure 5 : Croquis de l'emplacement des transects et des placettes ayant servi à la quantification de la biomasse foliaire de l'alfa

A l'intérieur de chaque parcelle, trente touffes d'alfa non circonées ont été individualisé pour mesurer les paramètres suivants :

- Hauteur et diamètre
- Poids du fatras
- Poids de la biomasse foliaire

La biomasse foliaire verte a été placé dans l'étuve à 80 °C pendant 48h et les pesées de la biomasse foliaire sèche ont été effectué jusqu'à poids constant. La variation temporelle de l'effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa a été suivi dans deux transects contiguës dont l'un a servi de témoin. La quantification du fatras par mètre carré s'est déroulée en décembre 1987. La récolte du feuillage vert du même transect de 50 placettes contiguës d'un mètre carré est effectuée en janvier 1989. La mesure de la hauteur, la récolte du feuillage vert et du fatras sur le transect témoin ont été réalisé en septembre 1989. Les mesures de longueurs ont été effectué avec une précision de 1 mm et celles du poids à 10 mg près.

CHAPITRE –III-
TESTS STATISTIQUES

I. Test du khideu

Le test du Khideu sera utilisé pour tester :

- L'effet de la pente sur le nombre d'espèces végétales,
- L'effet du paillage sur la densité et le nombre d'espèces végétales (vivaces, éphémères et appétibles),
- L'effet du paillage sur le pouvoir germinatif des caryopses d'alfa et des graines de plantes fourragères.

Les données se présentent sous la forme de tableaux rectangulaires.

Le principe du test : Pour comparer la répartition observée (O_i) à la répartition théorique (C_i) d'un caractère à K classes qualitatives, on détermine la valeur du khideu à partir de la formule :

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - c_i)^2}{c_i}$$

et on cherche la probabilité correspondante α dans la table du khideu pour le nombre de degrés de liberté $ddl = K - 1$.

- Si $\alpha > 5\%$ la différence n'est pas significative,
- Si $\alpha \leq 5\%$ la différence est significative et α mesure son degré de signification.

La méthode n'est valable que si la plupart des effectifs calculés égalent ou dépassent 5. Le programme utilisé pour le test du khideu (programmation SUN, laboratoire de biométrie, Lyon) donne automatiquement le risque d'erreur pour le nombre de degrés de liberté correspondant.

II. Analyse de la variance à un critère de classification

L'analyse de la variance à un critère de classification est utilisée pour :

- Contrôler les longueurs initiales des feuilles d'alfa,
- Déterminer l'effet du nettoyage des touffes d'alfa sur la croissance et le dessèchement des feuilles.

L'analyse de la variance à un critère de classification, ou un facteur a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres.

Les moyennes des échantillons et la moyenne générale de l'ensemble des observations permettent ensuite de définir deux types de variations :

- Les écarts existant entre les différents échantillons (factorielles),
- Les écarts existant à l'intérieur des échantillons (résiduelles).

Ces deux types de variations sont mesurés la variance factorielle et la variance résiduelle. Le rapport de ces deux quantités définit la variable F de FISHER SNEDECOR. La comparaison du F observé au F théorique lu dans la table pour $(p - 1)$, $p (n - 1)$ degrés de liberté et un risque d'erreur $\alpha = 5\%$ permet d'envisager deux situations :

- Si $F_{obs} > F_{t,h}$ à $\alpha = 5\%$ les moyennes des échantillons sont globalement différentes,
- Si $F_{obs} < F_{t,h}$ à $\alpha = 5\%$ les moyennes des échantillons ne sont pas significativement différentes.

Tableau 23 : Analyse de la variance à un critère de classification (DAGNELIE, 1975)

Sources de variations	ddl	SCE	CM	F
Entre populations (Facteur contrôlé)	P - 1	SCEa	CMa	F,obs
Entre observations dans les populations (Erreur résiduelles)	P(n - 1)	SCEr	CMr	
Totaux	pn - 1	SCEt		

Avec :

- $SCEt = SCEa + SCEr$
- $CMa = SCEa / p - 1$
- $CMr = SCEr / p (n - 1)$
- $F, obs = CMa / CMr$

III. Analyse de la variance à deux critères de classification

L'effet du paillage sur le nombre d'espèces végétales appétibles en fonction de l'indice de qualité spécifique (Isi) est traité par l'analyse de la variance à deux critères de classification : modèle croisé avec combinaison des deux critères.

Le principe, de l'analyse de la variance à deux critères de classification, s'appuie sur la décomposition de la variance totale en :

- La somme des carrés des écarts dûe au facteur a (SCEa)
- La somme des carrés des écarts due au facteur b (SCEb)
- La somme des carrés des écarts due à l'interaction des deux facteurs (SCEab).

Tableau 24 : Analyse de la variance à deux critères de classification, dans le cas d'une seule observation, (DAGNELIE, 1975).

Sources de variations	ddl	SCE	CM	F
Facteur A	p - 1	SCEa	CMa	Fa
Facteur B	q - 1	SCEb	CMb	Fb
Interaction (A, B)	(p - 1)(q - 1)	SCEab	CMab	
Total	pq - 1	SCEt		

Avec :

- $SCEt = SCEa + SCEb + SCEab$
- $CMa = SCEa / p - 1$
- $CMb = SCEb / q - 1$
- $CMab = SCEab / (p - 1)(q - 1)$
- $Fa, obs = CMa / CMab$
- $Fb, obs = CMb / CMab$

La comparaison du Fa, obs au Fa, th permet de tester l'action du facteur a, de même pour Fb, obs (action du facteur B).

Les hypothèses d'égalité des moyennes peuvent être acceptées lorsque :

- $F a, obs < F a, th$
- $F b, obs < F b, th$

IV. Corrélation et régression

1. Coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation linéaire est une expression numérique de la liaison linéaire entre deux variables. Il permet, dans notre cas, de préciser les relations possibles entre les variables suivantes prises deux à deux :

- Variation du nombre d'espèces végétales en fonction du temps,
- Le volume de la touffe d'alfa,
- Le poids du fatras,
- La hauteur de la touffe d'alfa

Le principe du test du coefficient de corrélation de BRAVAIS-PEARSON est fondé sur la formule suivante :

$$R = \frac{Cov(x, y)}{S_x \cdot S_y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot S_x \cdot S_y} \quad (\text{DAGNELIE, 1975})$$

Il possède le même signe que la covariance et il est toujours compris entre - 1 et + 1.

En tenant compte du signe de la covariance on conclut :

$R = 1$ tous les points observés se trouvent sur une même droite de coefficient angulaire positif,

$R \approx 1$ tous les points observés se trouvent à proximité d'une telle droite,

$0 < R < 1$ le nuage de points est allongé parallèlement à une telle droite,

$R \approx 0$ le nuage de points est allongé parallèlement à l'un des axes de coordonnées ou il

a une forme arrondie on calcule la quantité $t, obs = \frac{R \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$ qu'on compare à t, th avec un

ddl (degré de liberté) égale à $n - 2$.

- $1 < R < 0$ le nuage de points est allongé parallèlement à une droite de coefficient angulaire négatif,

$R \approx -1$ tous les points observés se trouvent à proximité d'une telle droite,

$R = -1$ tous les points observés sont situés exactement sur une telle droite.

2. Droites de régression

S'il existe une corrélation significative entre les deux variables x et y , on peut établir une droite de régression calculée comme suit :

$$y_i - \bar{y} = b(x_i - \bar{x})$$

Le paramètre b est le coefficient de régression de y par rapport à x_i il mesure la pente de la droite et est calculé par :

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{Cov(x, y)}{S_x^2}$$

La droite de régression précédente permet d'estimer les valeurs de y connaissant certaines valeurs de x .

V. Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales est appliquée aux données édaphiques de quatre échantillons de sol steppique soumis à l'action du paillage. Elle permet de résumer la plus grande partie de la variabilité des paramètres physico-chimiques mesurés en un nombre plus réduit de variables synthétiques appelées axes factoriels.

La technique de l'ACP consiste à chercher des combinaisons linéaires des paramètres mesurés, de variances maximales ; on appelle composantes principales ces combinaisons

linéaires. Dans notre cas l'ACP utilisée est dite normée car chaque paramètre est transformé : sa variance est ramenée à 1 (processus de normalisation).

Deux axes factoriels ont été conservés ; ils définissent le premier plan factoriel de l'ACP. Les paramètres mesurés sont ensuite projetés dans ce plan, de même que les relevés.

Dans une ACP normée, les paramètres projetés ont des coordonnées comprises entre - 1 et + 1 et appartiennent à un cercle de corrélation. L'interprétation des axes factoriels se fait à partir de l'examen du cercle de corrélation et de la position des relevés.

VI. Analyse factorielle des correspondances

La démarche mathématique de l'AFC a déjà été exposée sous sa forme originelle dans la thèse de CORDIER (1965).

L'AFC permet, dans notre cas, la représentation spatiale des données floristiques dans un espace de dimension réduite avec un minimum de perte d'information. Elle a pour but de déterminer les axes principaux d'allongement des nuages de points formés par les espèces. Les différents axes sont numérotés suivant un taux d'inertie décroissante du nuage de points. Ainsi l'axe qui rend ce taux d'inertie maximum est appelé premier axe factoriel.

L'interprétation est facilitée par le calcul des contributions relatives et absolues de chaque espèce sur chacun des axes principaux. La contribution absolue d'une espèce sur un axe indique la part prise par cette espèce dans la détermination de l'axe ; la contribution relative est la valeur de la représentation de l'espèce sur l'axe.

*RESULTATS &
INTERPRETATION*

RESULTATS ET INTERPRETATION

I. Analyse globale de la végétation steppique d'En Nouala

A. Densité et taux de recouvrement de L'Alfa

La densité de l'alfa, comme indiquée dans le tableau 25, varie entre 5831 et 6663 touffes par hectares. Cette variation est due à la présence de clairières à l'intérieur de la nappe alfatière. Le taux de recouvrement de l'alfa estimé n'est pas significativement différent de celui calculé à partir diamètres des touffes d'alfa ; il se situe entre 40 et 50%.

Tableau 25 : Densité et taux de recouvrement de l'alfa.

Placettes (16 m ²)		Densité	Taux de recouvrement en %	
			Estimé	Calculé
	1	11	40	33
	2	13	45	60
	3	15	60	62
	4	12	55	77
Clairière	5	7	25	25
	6	4	15	20
	7	5	10	18
	8	7	35	36
	9	10	40	33
	10	9	30	32
	11	11	65	59
	12	8	60	57
\bar{X} / m^2	avec clairière	9,33	40	42,67
	sans clairière	10,67	47,78	49,89
\bar{X} / Ha	avec clairière	5831	40	43
	sans clairière	6875	48	50

Légende : \bar{X} / m^2 : moyenne par mètre carré ; \bar{X} / Ha : moyenne par hectare.

B. Cortège floristique

Le cortège floristique est représenté par deux classes, 28 familles, 68 genres et 78 espèces (Annexe -1-).

1. Les classes

- Les monocotylédones (14 espèces) regroupent les liliacées, les poacées, les iridacées et les cupressacées.

- Les dicotylédones (64 espèces) réunissent le reste des familles au nombre de 24.

2. Familles, genres et espèces

La répartition des genres et des espèces entre les familles n'est pas homogène. En effet certaines familles ne sont représentées que par une seule espèce tandis que d'autres sont moyennement plus représentées.

Les familles relativement riches en espèces sont les composées (16 genres, 18 espèces), les poacées (6 genres, 8 espèces), les labiées (4 genres, 5 espèces) et les apiacées (4 genres, 5 espèces). Les autres familles sont très peu fournies en espèces. La représentation graphique (figure 6) sous forme de spectre dit « floristique » illustre les différences entre les familles échantillonnées.

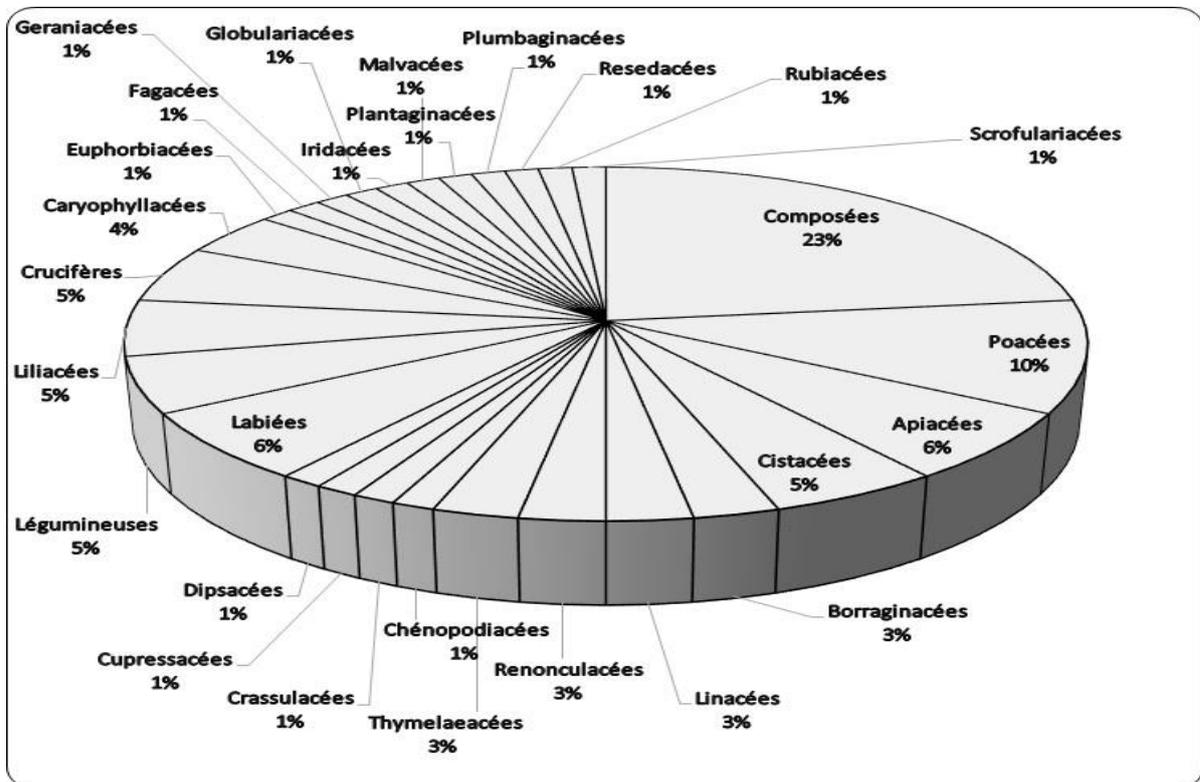


Figure 6 : Spectre floristique de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale).

3. Eléments biogéographiques

La distribution des différentes espèces échantillonnées, par élément biogéographique, est hétérogène. Le tableau 26 indique un très fort pourcentage des espèces méditerranéennes (43,5%) et ibéro-mauritaniennes (10,1%) tandis que les autres éléments biogéographiques sont très peu représentés. Le spectre des éléments biogéographiques rend compte de l'irrégularité de la répartition des espèces recensées (figure 7).

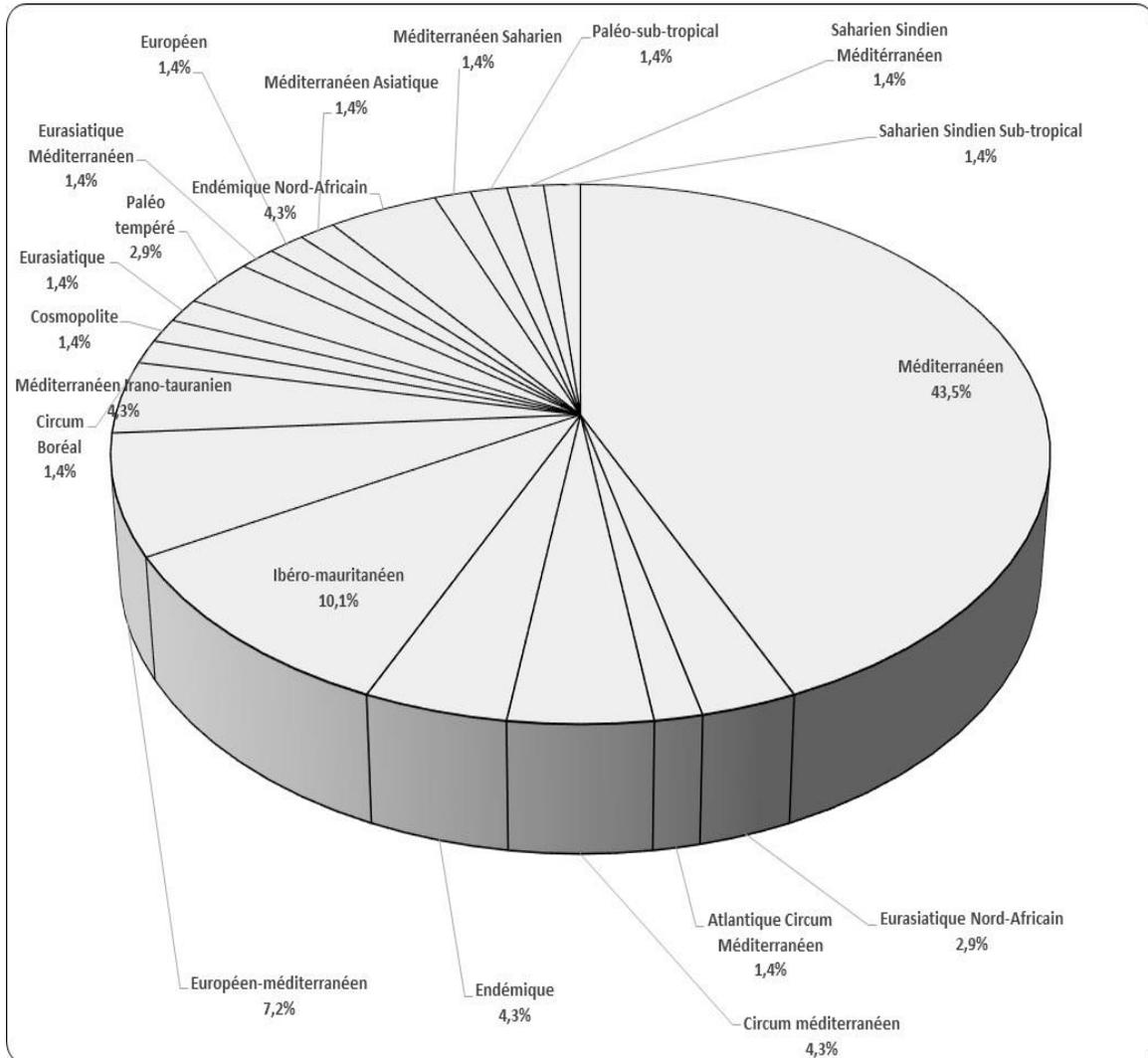


Figure 7 : Distribution par élément biogéographique des différentes espèces de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale).

4. Types biologiques

Les types biologiques échantillonnés sont les thérophytes, les chamaephytes, les hémicryptophytes et les phanérophytes. La figure 8 montrent que les thérophytes représentent la majorité des espèces (61,6%). Les chamaephytes et les hémicryptophytes sont en proportions égales (17,8%) ; les phanérophytes ne comptent que deux espèces (2,7%).

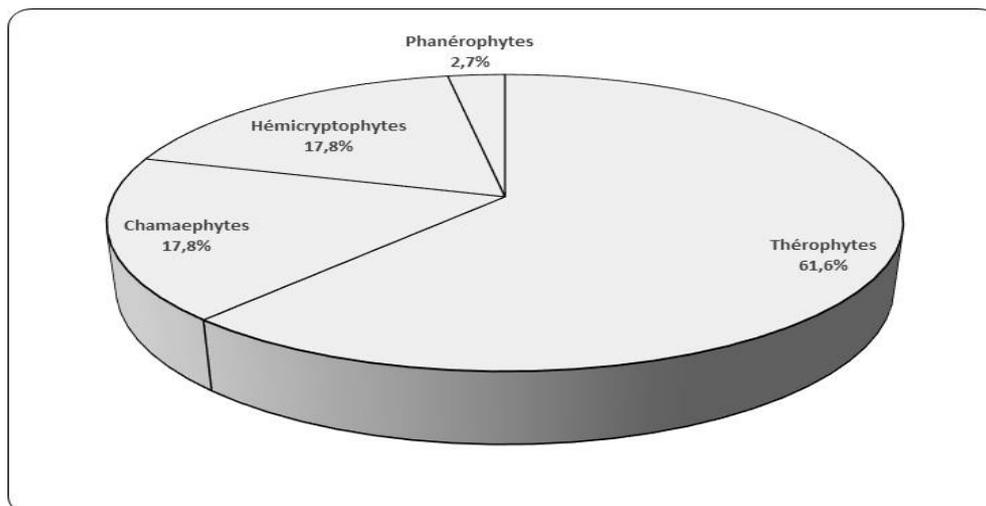


Figure 8 : Spectre des types biologiques de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale)

5. Types morphologiques

La végétation est constituée par des herbacées (annuelles, vivaces) et des ligneux vivaces. La répartition des espèces végétales, par type morphologique, est disproportionnelle entre les herbacées (70,5%) et les ligneux (29,5%). Le tableau 26 indique que les effectifs de plantes vivaces ou annuelles ne diffèrent guère. Les herbacées annuelles sont les plus importantes des types morphologiques échantillonnés dans la nappe alfatière d'En Nouala. La représentativité des herbacées annuelles (51,3%) dépasse peu celle des ligneux vivaces et des herbacées vivaces (48,7%) ; ce qui influe sur le taux de recouvrement de la nappe alfatière au cours des quatre saisons.

Tableau 26 : Nombres d'espèces végétales par type morphologique et pourcentage correspondant.

Types Morphologiques	Nombre d'Espèces	Pourcentage
Herbacées annuelles	40	51,3
Herbacées vivaces	15	19,2
Ligneux vivaces	23	29,5
Total	78	100,00

Les espèces appétibles annuelles et vivaces (tableau 27) sont en proportions égales. Cependant les ligneux (34,6%) sont les plus importants que les herbacées vivaces (15,4%).

Tableau 27 : Nombres d'espèces végétales appétibles par type morphologique et pourcentage correspondant.

Morphologie des espèces appétibles	Nombre d'espèces	Pourcentage
Annuelles	26	50
Vivaces ligneux	18	34,6
Vivaces herbacées	8	15,4
Total	78	100,00

C. La végétation à travers la zone paillée et la zone non paillée

L'analyse de l'effet du paillage sur la végétation steppique d'En Nouala, située sur une pente de 1 à 3% et dont les 3/4 de la partie supérieure sont recouverts par les brins morts d'alfa, est précédée par la détermination de l'effet pente sur le nombre et la densité des espèces végétales à travers la zone non paillée.

1. Détermination de l'effet pente sur le nombre et la densité des espèces végétales

La comparaison de la partie haute et la partie basse de la zone non paillée permet de tester l'effet pente sur la densité et le nombre d'espèces. Elle est réalisée sur les relevés types moyens de trois transects regroupés et dont les résultats sont consignés dans le tableau 28.

Tableau 28 : Répartition du nombre d'espèces par degré de BARRALIS dans la zone non paillée

Degrés de BARRALIS	1	2 + 3
Partie haute de la zone non paillée	30	5 + 3
Partie basse de la zone non paillée	35	7 + 1

La comparaison du nombre d'espèces par degré de BARRALIS de la partie haute et la partie basse de la zone non paillée par le test du khideu ($\chi^2_{1,obs} = 1,41 < \chi^2_{1,th} = 3,84$ à $\alpha = 5\%$) et par le test de tendance ($ST=0,67$ à $\alpha=25\%$) montre l'effet nul de la pente sur la distribution quantitative de la végétation d'En Nouala.

2. Effet du paillage sur le nombre d'espèces végétales

La variation du nombre d'espèces végétales par zone et par année est analysée à partir des données du tableau 29 dont les lignes portent le nombre d'espèces par relevé type moyen (RTMi) et les colonnes indiquent les années d'échantillonnage et l'état de la zone test.

Tableau 29 : Répartition du nombre d'espèces par relevé type moyen (RTM), par zone et par année d'observation.

Années	1988		1989	
Zones	Paillée	Non Paillée	Paillée	Non Paillée
RTM1	10	6	24	21
RTM2	15	15	18	15
RTM3	14	19	16	18
RTM4	-	-	11	15
Total	39	40	69	69

La méthode des couples, utilisée en regroupant les données des deux années, conduit à calculer la moyenne ($Z_i = -0,14$), l'écart type ($s_z = 3,62$) puis le "t" de STUDENT à 6 degrés de liberté ($t_{obs} = 0,039 < t_{th} = 2,447$ à $\alpha = 5\%$) :

- $Z_i = (10-6), (15-15), (14-19), (24-21), (18-15), (16-18), (11-15)$
- $Z_i = 4, 0, -5, 3, 3, -2, -4.$

La différence du nombre d'espèces par année est non significative entre la zone paillée et la zone non paillée.

L'analyse des données du tableau 31 permet de savoir si le nombre d'espèces végétales a varié de 1988 à 1989 ; le calcul de la variance est réalisé par la formule :

$$S_x^2 = \frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{6 \times 17,14 + 8 \times 13,94}{6 + 8 - 2} = 17,86$$

La valeur du « t » de Student est déterminée par l'expression :

$$t_{obs} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = \frac{|13,17 - 17,25|}{\sqrt{17,86 \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{8} \right)}} = 1,79$$

La variation interannuelle (1988, 1989) du nombre d'espèces végétales est non significative :

$$t_{obs} = 1,79 < t_{th} = 2,18 \text{ à } \alpha = 5\% \text{ et un ddl} = 12.$$

Tableau 30 : Nombre d'espèces végétales par année.

Années \ RTM	Nombres d'Espèces								\bar{x}	S_x^2
1988	10	15	14	6	15	19	X	X	13.17	17.14
1989	24	18	16	11	21	15	18	15	17.25	13.97

3. Effet du paillage sur les densités inter annuelles des espèces végétales

a/ Campagne 1988

Les densités des espèces végétales recensées dans les transects effectués (Annexe 2) à travers les deux zones peuvent être comparées par le test du khideu. Le tableau 31 réunit le nombre d'espèces végétales par zone et par densité exprimée en degrés de BARRALIS.

Tableau 31 : Nombre d'espèces végétales par densité, exprimée en degrés de BARRALIS et par zone

DENSITES	1	2	3	TOTAUX
Zone Paillée	30	4	5	39
Zone Non Paillée	25	11	4	40

La densité des espèces végétales, à travers la zone paillée et la zone non paillée, ne présentent pas de différences significatives :

$$\chi_{2,obs}^2 = 3,83 < \chi_{2,th}^2 = 5,99 \dots \hat{a} \dots \alpha = 5\%$$

b/ Campagne 1989

L'effet du paillage sur la densité des espèces végétales, recensées dans les quatre transects réalisés à travers les deux zones, est déterminé à partir des données du tableau 32.

Tableau 32 : Nombre d'espèces végétales par zone et par densité exprimée en degrés de BARRALIS.

DENSITES	1	2	3	4	TOTAUX
Zone Paillée	30	13	18	8	69
Zone Non Paillée	42	13	13	1	69

L'application du test du khideu a permis de se rendre compte de la différence significative des densités des espèces végétales entre la zone paillée et la zone non paillée. La proportion des espèces à forte densité est nettement plus élevée en zone paillée qu'en zone non paillée :

$$\chi_{3,obs}^2 = 8,24 > \chi_{3,th}^2 = 7,815 \dots \hat{a} \dots \alpha = 5\%$$

4. Espèces dont la densité a varié selon la présence ou absence du paillage

a/ Campagne 1989

La détermination des espèces végétales dont la densité a varié selon la présence ou absence du paillage est basée sur les relevés types moyens de la campagne 1989 (Annexe 2). La comparaison des densités de chaque espèce végétale dans les deux zones est effectuée par le test du khideu. Les résultats obtenus se présentent sous forme d'un tableau.

Selon les valeurs du risque d'erreur (α) les espèces végétales du tableau 33 peuvent être réorganisées en quatre groupes. Le premier groupe (G1), défini pour un risque d'erreur de 5%, est constitué par deux espèces végétales dont les densités sont plus importantes en zone paillée. Le deuxième groupe (G2) et le troisième groupe (G3), déterminés pour un risque d'erreur de 30%, sont formés successivement par, 9 espèces à fortes densités en zone paillée et 5 espèces « craignant » le paillage. Le quatrième groupe (G4) est composé par 17 espèces végétales dont 11 (SG4a), pour un risque d'erreur de 50%, se sont manifestées positivement à l'action du paillage et 6 autres (SG4b) ont été défavorisés.

Tableau 33 : Classement d'espèces végétales par risques d'erreurs et valeurs du khideu.

Espèces Végétales	χ_{obs}^2	α	Groupes d'Espèces Végétales		
			$\alpha = 5\%$	$\alpha = 30\%$	$\alpha = 50\%$
<i>Alyssum scutegerum</i>	10,54	0,001	G1	G4	SG4a
<i>Xeranthemum inapertum</i>	7,06	0,03			
<i>Bupleurum semi compositum</i>	3,63	0,057	G2		
<i>Achillea leptophylla</i>	4	0,135			
<i>Hordeum murinum</i>	3,76	0,15			
<i>Atractylis cancellata</i>	3,47	0,176			
<i>Alyssum linifolium</i>	3,45	0,18			
<i>Evax pygmaea</i>	3,03	0,22			
<i>Bromus secalinus</i>	2,62	0,27			
<i>Dactylis glomerata</i>	2,25	0,32			
<i>Helianthemum cinereum</i>	1,60	0,45			
<i>Onobrychis argentea</i>	4,02	0,134	G3		SG4b
<i>Sinapis alba</i>	3,29	0,19			
<i>Helianthemum pilosum</i>	3,03	0,22			
<i>Bupleurum oligactis</i>	2,62	0,27			
<i>Zizyphora hispanica</i>	2,41	0,3			
<i>Euphorbia falcata</i>	1,86	0,39			
<i>Ononis natrix</i>	1,05	0,59			

b/ Campagne 1990

Le traitement des données floristiques, recueillies sur des transects coupant à la fois la zone paillée et la zone non paillée, est effectué par une analyse factorielle de correspondance. Les résultats se présentent sous forme de nuages de points (= espèces) et de cartes factorielles (= relevés).

La projection des espèces, en fonction de leur densité, montre qu'il n'y'a pas de structures bien définies ; la majorité des espèces sont concentrées dans le centre des plans factoriels ; néanmoins on constate que certaines espèces forment des groupes.

Dans le plan F₁x F₂ on distingue (figure 9) :

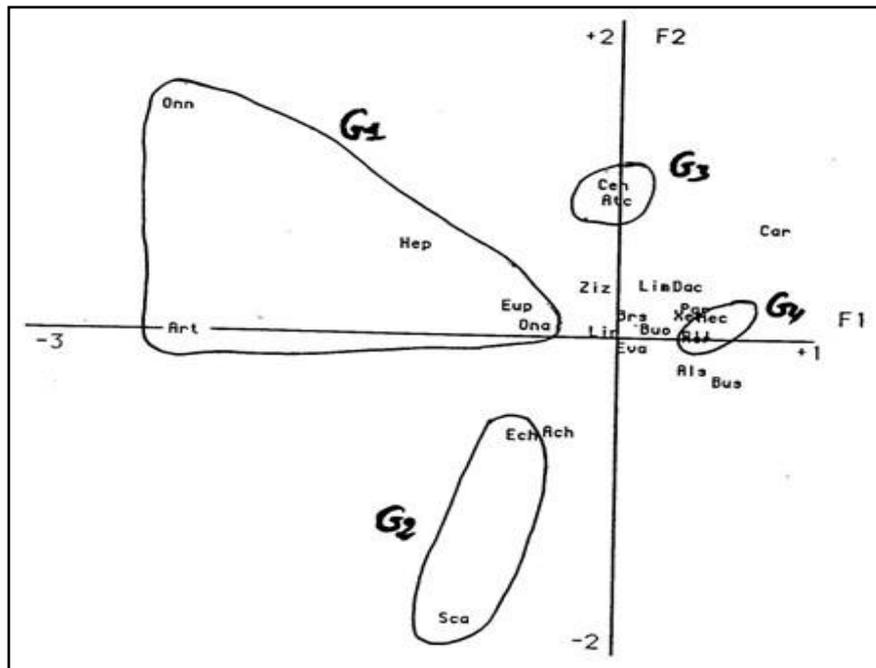


Figure 9 : Projection des espèces végétales dans le plan $F_1 \times F_2$ d'une analyse factorielle des correspondances.

- Le groupe G_1 , constitué par *Ononis natrix* (Onn), *Artemisia herba-alba* (Art), *Helianthemum pilosum* (Hep), *Euphorbia falcata* (Eup), *Onobrychis argentea* (Ona), est caractérisé par une densité moins importante en zone paillée qu'en zone non paillée.
- Le groupe G_2 , formé par, *Echinaria capitata* (Ech), *Scabiosa stellata* (Sca), est plus ou moins important, en densité, dans la zone paillée.
- Le groupe G_3 , composé par, *Centaurea tenuifolia* (Cen) et *Atractylis cancellata* (Atc), est plus avantage en zone paillée.
- Le groupe G_4 , réunissant les espèces : *Helianthemum cinereum* (Hec), *Alyssum linifolium* (All) et *Hordeum murinum* (Hom), est le plus favorisé par le paillage.

Dans le plan $F_3 \times F_4$ (figure 10) :

- Le groupe G_1 , réunit les espèces de faible densité dans les deux zones : *Bupleurum oligactis* (Buo), *Bromus secalinus* (Brs), *Zizyphora hispanica* (Ziz), *Xeranthemum inapertum* (Xer).
- Le groupe G_2 , rassemble les espèces de fortes densités dans la zone paillée : *Alyssum linifolium* (All), *Dactylis glomerata* (Dac), *Achillea leptophylla* (Ach), *Paronychia argentea* (Par).

- Le groupe G₃ est constitué par les espèces, de moyennes à fortes densité peuplant la zone paillée. Il s'agit de : *Linum strictum* (Lin), *Limouim echioïdes* (Lim), *Evax pygmaea* (Eva), *Alyssum scutegerum* (Als).
- Le groupe G₄ est formé par *Bupleurum semi-compositum* (Bus) et *Carthamus pectinatus* (Car). Il est plus représenté en zone paillée qu'en zone non paillée.

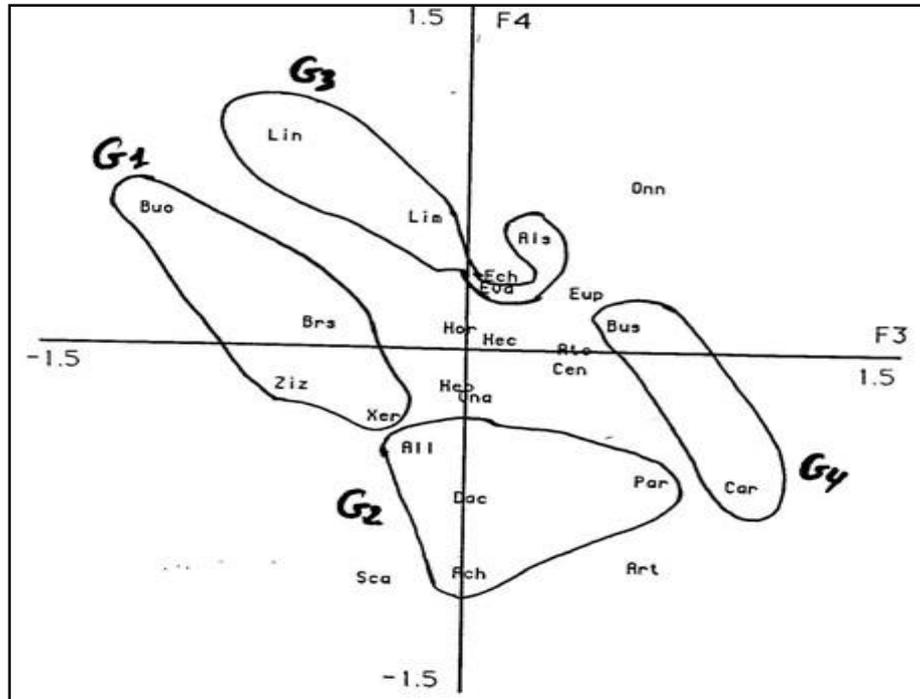


Figure 10 : Projection des espèces végétales dans le plan F₃*F₄ d'une analyse factorielle des correspondances.

Les cartes factorielles (figure 11) représentant les relevés de végétation, en fonction des densités des espèces, indique une hétérogénéité entre les deux zones. Ceci est parfaitement mis en évidence dans le plan F₁ et plus particulièrement sur les transects 2 et 3. Quant-aux transects 1 et le témoin on constate une certaine homogénéité entre les deux zones.

D'une manière générale on constate que l'effet du paillage sur la répartition et la représentativité des relevés de végétation est bien mis en évidence dans le plan F₁ ; tandis qu'elles ne s'observent pas bien dans les autres plans factoriels. La mauvaise structuration des relevés de végétation peut être à l'origine de la présence de micro-cuvettes et de l'effet de bordure de touffes constituant ainsi des sites de développement des herbacées de la même manière que sous paillage.

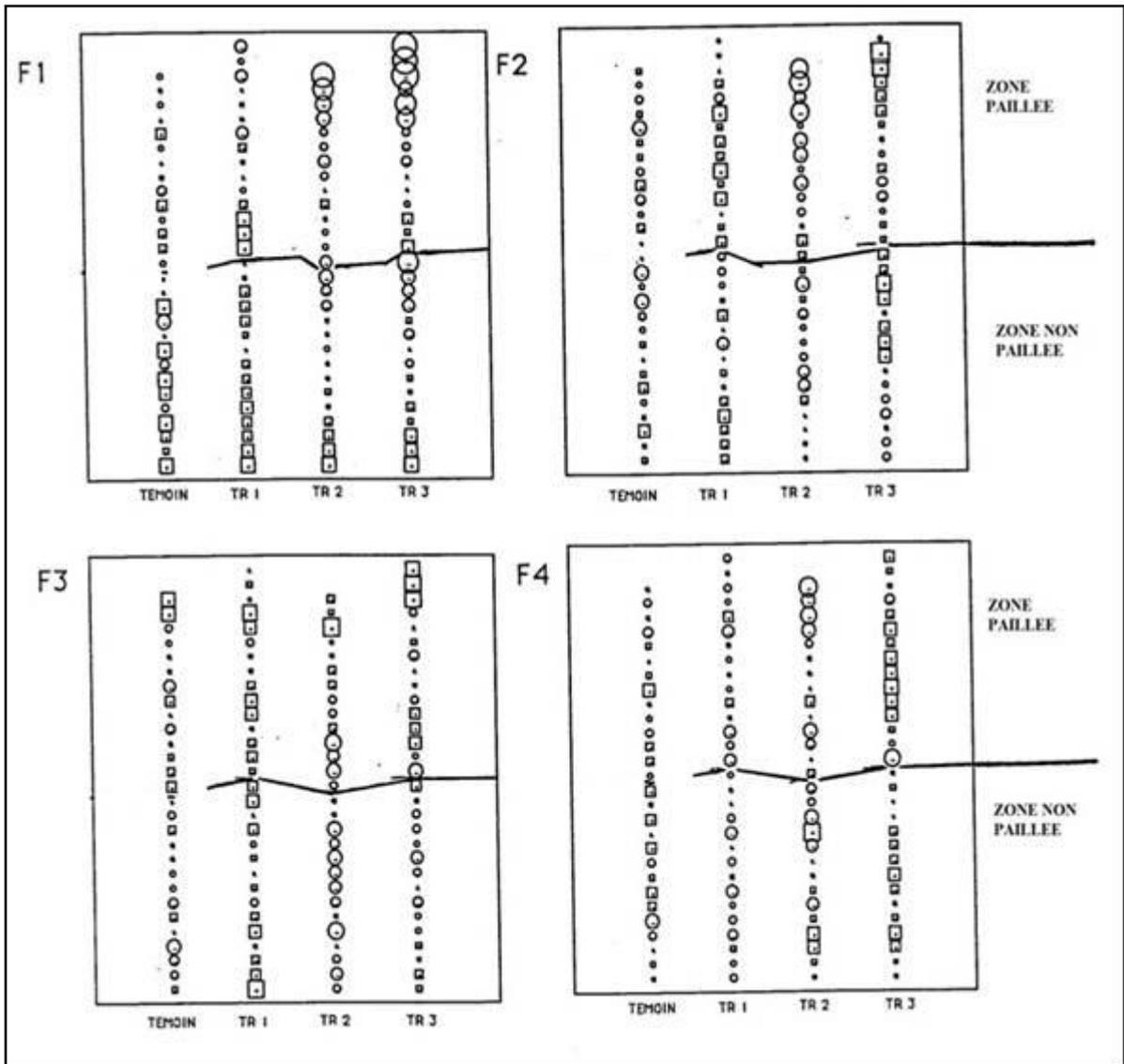


Figure 11 : Projection des relevés de végétation, selon leurs coordonnées dans la nappe alfatière d'En Nouala, sur les axes F₁, F₂, F₃ et F₄ d'une analyse factorielle des correspondances.

Légende :

- Les cercles correspondent aux coordonnées négatives,
- Les carrés correspondent aux coordonnées positives.

5. Proportions d'espèces éphémères par rapport au nombre total d'espèces végétales dans les deux zones.

La répartition des espèces éphémères et des espèces vivaces dans les deux zones au cours des campagnes 1988, 1989 ne présente aucune différence significative selon le test du khideu appliqué aux données du tableau 34.

Tableau 34 : Nombre d'espèces éphémères et d'espèces vivaces par année et par zone.

Années	1988		1989	
	Ephémères	Vivaces	Ephémères	Vivaces
Zone Paillée	28	11	31	38
Zone Non Paillée	26	14	34	35

Le calcul de la valeur du khideu, pour :

- L'année 1988 ; $\chi^2_{1,obs} = 0,42 < \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$
- L'année 1989 ; $\chi^2_{1,obs} = 0,26 < \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$,

permet de conclure que les proportions d'espèces éphémères et vivaces dans les deux zones ne diffèrent pas significativement que ce soit en 1988 ou en 1989.

6. Effet du paillage sur la densité des espèces éphémères

La comparaison des densités des espèces éphémères entre la zone paillée et la zone non paillée est réalisée par le test du khideu sur les données du tableau 36.

Tableau 36 : Nombre d'espèces éphémères par année et par densité exprimée en degrés de BARRALIS.

Années	Densités	1	2	3 et +	Totaux
1988	Paillée	12	6	10	28
	Non Paillée	10	6	10	26
1989	Paillée	10	9	12	31
	Non Paillée	20	7	7	34

Les valeurs du khideu, pour :

- L'année 1988 ; $\chi^2_{2,obs} = 0,11 < \chi^2_{2,th} = 5,99 \dots \alpha = 5\%$
- L'année 1989 ; $\chi^2_{2,obs} = 4,75 < \chi^2_{2,th} = 5,99 \dots \alpha = 5\%$,

indiquent que la différence des densités des espèces éphémères entre les deux zones est non significative. Le paillage semble n'avoir aucune influence significative sur les éphémères malgré une tendance en 1989 à favoriser les espèces à fort degré de BARRALIS.

7. Perte d'espèces végétales par mois et par zone

La disparition, par dessèchement, des espèces végétales a été suivi dans deux transects de placettes contiguës coupant à la fois les deux zones. Le dénombrement mensuel

des espèces végétales dans les deux transects a permis de mettre en évidence la perte des espèces végétales de mai à aout (Annexe 3) . Les résultats sont reportés dans le tableau 37.

Tableau 37 : Nombre d'espèces végétales par mois, par transect et par zone.

	Mois	Mai	Juin	Juillet	Aout
Paillée	TR.I	25	27	12	7
	TR. II	23	18	8	4
Non Paillée	TR.I	26	23	10	3
	TR. II	25	24	9	3

Légende : TR I : Transect N°I ; TR II :Transect N°II

La représentation graphique (figure 12) des données du transect I montre que la perte des espèces végétales en zone non paillée est plus importante qu'en zone paillée. Les droites de régression sont plus rapprochées en amont (mai, juin) et de plus en plus écartées en aval (juillet, aout) ; leurs pertes, -0,46 et -0,73 pour les parties paillées et non paillées, traduisent les différences de la perte des espèces végétales. Le transect II, situé sur une pente de 1% et d'exposition sud-sud-est, indique que la perte des espèces se présente sous deux aspects. La densité des mois de mai, de juin et de juillet en espèces végétales importante en zone non paillée qu'en zone paillée. Le mois d'aout ne présente pas de différences, dans le nombre d'espèces, entre les deux zones. Les droites de régression, plus rapprochées, montrent globalement que les pertes d'espèces végétales diffèrent entre les deux zones.

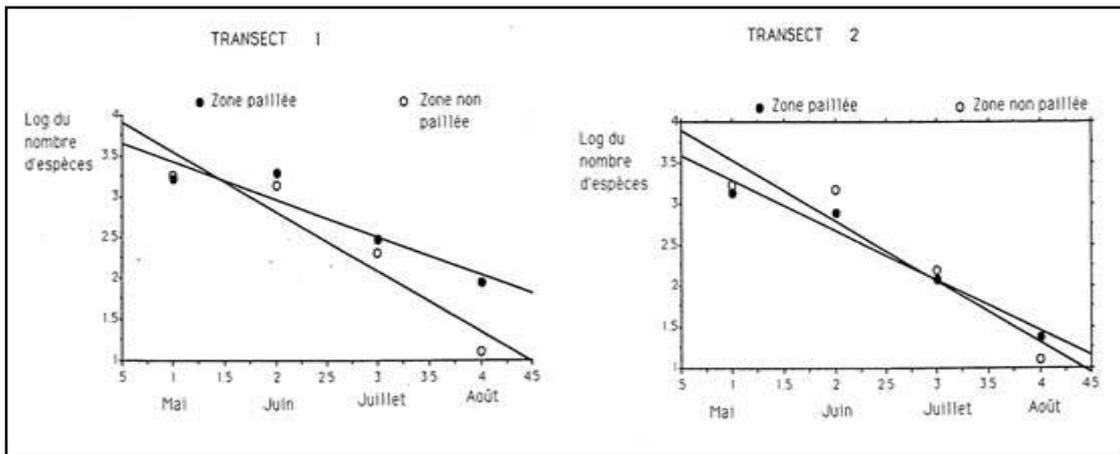


Figure 12 : Perte d'espèces végétales par mois et par zone (paillée / non paillée) dans la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale).

7. Disparition de la végétation éphémère

La disparition de la végétation éphémère a été suivi dans deux transects de placettes contigües coupant les deux zones (Annexe 3). Les données sont reportées dans le tableau 38.

Tableau 38 : Nombre d'espèces végétales éphémères par mois et par transect (TR).

		Transects \ Mois	Mai	Juin	Juillet	Aout
Paillée	TR.I		18	5	4	1
	TR.II		18	18	7	3
Non Paillée	TR.I		20	10	3	2
	TR. II		16	16	4	3

Légende :

TR I: Transect N°I

TR II : Transect N°II

Les représentations graphiques (figure 13) montrent que les droites de régression sont plus rapprochées et sont parallèles entre elles (transect II.). Elles illustrent la diminution du nombre d'espèces éphémères en fonction du temps et traduisent la rigueur du climat (saison estivale) et l'effet du paillage sur le cycle des éphémérophytes. Le parallélisme des droites de régression signifie que les vitesses de pertes des espèces ne diffèrent pas selon que la partie du transect ait été paillée ou non.

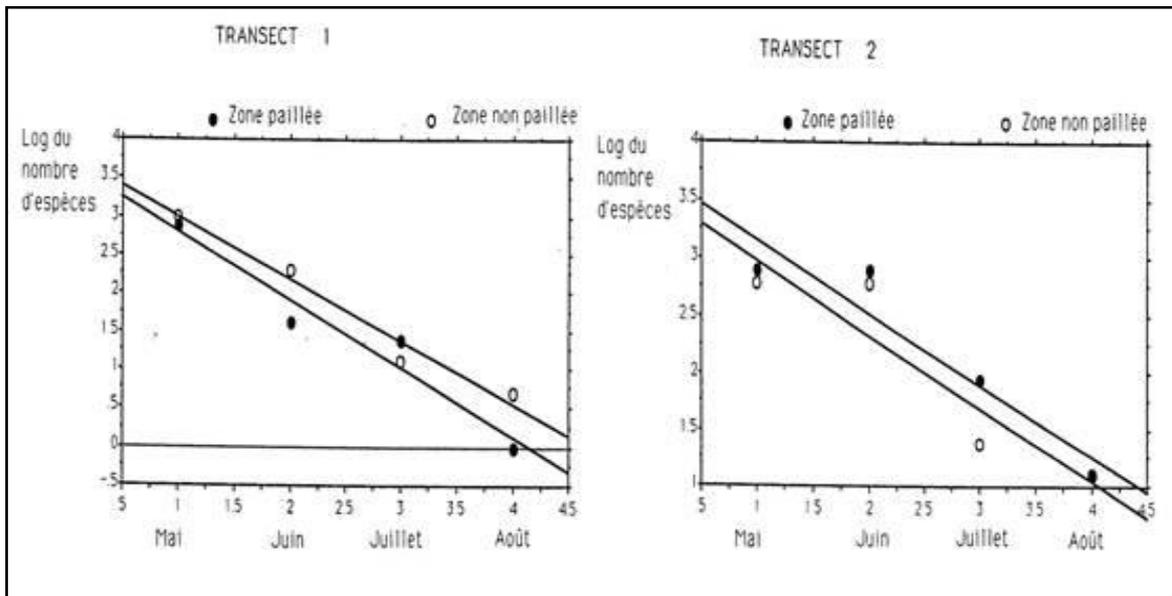


Figure 13 : Disparition des espèces végétales éphémères par mois et par zone (paillée / non paillée) dans la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale).

La différence dans les ordonnées à l'origine peut être interprétée comme le résultat d'une hétérogénéité entre les deux transects : dans le premier, le nombre d'espèces éphémères est supérieur en zone non paillée lors du premier relevé de mai tandis que le phénomène inverse est observé dans le deuxième transect.

E. Espèces appétibles

La répartition des espèces appétibles, entre la zone paillée et la zone non paillée, est donnée dans le tableau 39. Les indices de qualité spécifique ont été regroupés en deux classes à cause du nombre d'espèces trop faible dans certaines cases du tableau.

Tableau 39 : Nombre d'espèces végétales appétibles par classes d'indices de qualité spécifique, par année et par zone.

	Isi.	1 à 3	4 et +	Totaux
1988	Paillée	9	13	22
	Non Paillée	7	14	21
1989	Paillée	7	15	22
	Non Paillée	10	12	22

L'application du test du khideu aux données du tableau 39, pour :

- L'année 1988 ; $\chi^2_{1,obs} = 0,2 < \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$
- L'année 1989 ; $\chi^2_{1,obs} = 1 < \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$,

montre qu'il n'y'a pas de différences significatives entre les deux zones. La qualité bromatologique semble n'être pas influencée par le paillage.

Les distributions des nombres d'espèces appétibles, par classes d'indices de qualité spécifique et par degré de BARRALIS, sont reportées dans les tableaux 40 et 41 où $I_{Si} = 0$ et $D^{\circ}B = 0$ correspondent successivement aux espèces d'appétibilité nulle et à leurs absences dans les relevés de végétation.

Tableau 40 : Nombre d'espèces végétales par classes d'indice de qualité spécifique (Isi), par densité ($D^{\circ}B$) et par zone -compagne 1988.

Zones	Paillée			Non Paillée		
Isi \ $D^{\circ}B$	0	1 à 3	4 et +	0	1 à 3	4 et +
0	19	24	47	21	28	40
1	7	8	15	6	3	16
2	1	0	3	1	1	9
3	0	1	4	0	0	4
Totaux	27	33	69	28	32	69

Le calcul du khideu donne :

- L'année 1988 ; $\chi^2_{1,obs} = 0,21 < \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$

La distribution du nombre d'espèces végétales par classes d'indice de qualité spécifique et par degré de BARRALIS, entre la zone paillée et la zone non paillée, ne présente pas de différences significatives.

Tableau 41 : Nombre d'espèces végétales par classes d'indice de qualité spécifique, par densité et par zone -campagne 1989.

Zones	Paillée			Non Paillée		
	0	1 à 3	4 et +	0	1 à 3	4 et +
0	28	25	50	26	25	53
1	5	7	17	9	8	23
2	3	6	5	1	7	5
3	0	4	14	0	5	9
4	0	2	6	0	0	1
Total	36	44	92	36	45	91

Le traitement des données du tableau 41 par le test du khideu permet de conclure qu'il existe une différence significative entre la zone paillée et la zone non paillée dans la distribution du nombre d'espèces végétales classées par indice spécifique et par densité exprimée en degrés de BARRALIS :

- L'année 1988 ; $\chi^2_{1,obs} = 3,86 > \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$

L'étude de l'effet du paillage sur la densité des espèces appétibles classées par indice de qualité spécifique fait intervenir l'analyse de la variance à deux facteurs (paillage, indice de qualité spécifique). Elle est effectuée sur les données de la campagne -1989- (Tableau 42).

Tableau 42 : Densité moyenne par indice de qualité spécifique (Isi), par m² et par zone.

	Zones	Paillée	Non Paillée
Isi	1	1,8	2,3
	2	19,1	2,9
	3	6,4	5,1
	4	4,7	3,2
	5	37,3	9,8
	6	22,8	11,9
	9	0,5	0,2

Le tableau 43 résume les étapes de calculs de l'analyse de la variance à deux facteurs.

Tableau 43 : Comparaison de la densité moyenne, classés par Isi / m², entre les deux zones.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F
Facteur Paillage (A)	1	233,7	233,7	
Facteur Isi (B)	6	888,9	148,1	4,16
Interaction (A,B)	6	337,2	56,2	
Totaux	13	1459,8		

La comparaison du F_{obs} au F_{th} montre que la différence du nombre d'individus par mètre carré, entre la zone paillée et la zone non paillée, est :

- non significative ; $\frac{1}{6}F_{obs} = 4,16 < \frac{1}{6}F_{th} = 5,99 \dots \alpha = 1\%$
- significative ; $\frac{1}{6}F_{obs} = 4,16 > \frac{1}{6}F_{th} = 3,78 \dots \alpha = 5\%$

L'épandage des brins morts d'alfa sur le sol a légèrement augmenté la densité des espèces appétibles.

II. Caractères physico-chimiques du sol steppique et pouvoir germinatif.

1. Caractères physiques

Les résultats des analyses physiques, effectuées sur quatre échantillons de sol dont deux ont été prélevés de la parcelle paillée, sont rassemblés dans le tableau 44.

Tableau 44 : Caractères physiques de quatre échantillons de sol (PPI : parcelle paillée n° 1 ; PNPII : parcelle non paillée n° 2).

Echantillons	Gravier	Sable	Limon	Argile	Humidité Relative	Capacité de Rétention	Perméabilité	Porosité
P.N.P.I	47,5	15,1	75	9,9	5,13%	50%	62,2	58
P.N.P.II	43,7	18,6	73,6	7,8	4,99%	48%	67,05	58,4
P.P.I	41,1	17,9	67,1	15	8,08%	56%	48,56	37,12
P.P.II	39,3	23,2	63,4	13,4	9,14%	56%	51,60	37,72

Le profil du sol est du type (A)(C) dont l'épaisseur est comprise entre 10 et 15 cm :

- L'horizon (A) est caractérisé par une charge caillouteuse très importante, une couleur brun pâle, une texture limoneuse et une structure peu cohérente.
- L'horizon (C) est une dalle calcaire.

Les caractères hydriques (tableau 44), exprimés par l'humidité relative et la capacité de rétention, sont faibles malgré une perméabilité et une porosité moyenne. Ils sont dus en partie à la sécheresse et aux de recouvrement très faible de la végétation. Le traitement des données physiques, par une analyse en composantes principales, a permis de positionner les quatre relevés de sol dans un plan factoriel (figure 14).

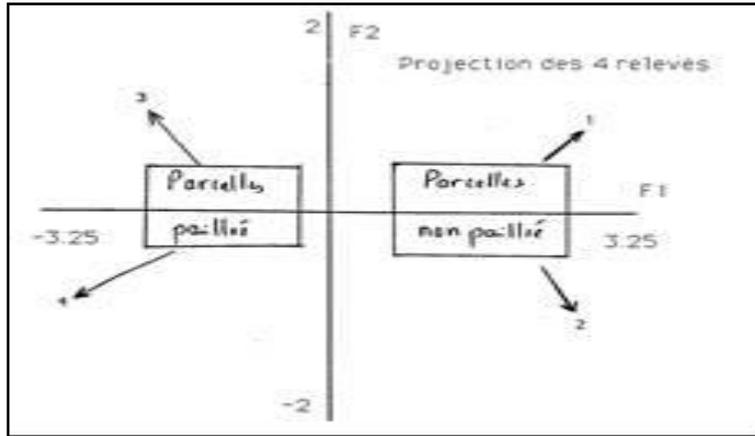


Figure 14 : Projection des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel $F_1 \cdot F_2$ d'une analyse en composantes principales.

Le relevé n°1 (partie non paillée, transect 1) est identifié par des pourcentages élevés de gravier et de limon ; le relevé n°2 (partie non paillée, transect 2) voisin du précédent est caractérisé par des valeurs élevées de la perméabilité et de la porosité. A l'opposé, sur le premier axe factoriel, le relevé n°3 (partie paillée, transect 1) est défini par un pourcentage élevé d'argile et des valeurs fortes pour la capacité de rétention et de l'humidité relative. Enfin le relevé n°4 (partie paillée, transect 2) est voisin du précédent (sur F_1) ; il s'en distingue par un taux de sable plus élevé (figure 15).

En conclusion, les parties paillées et non paillées s'opposent sur le premier axe et les deux transects sur le second (surtout par le taux de sable). Le paillage augmente l'humidité relative et la capacité de rétention ; le taux d'argile est supérieur en zone paillée ; la porosité et la perméabilité y sont supérieures.

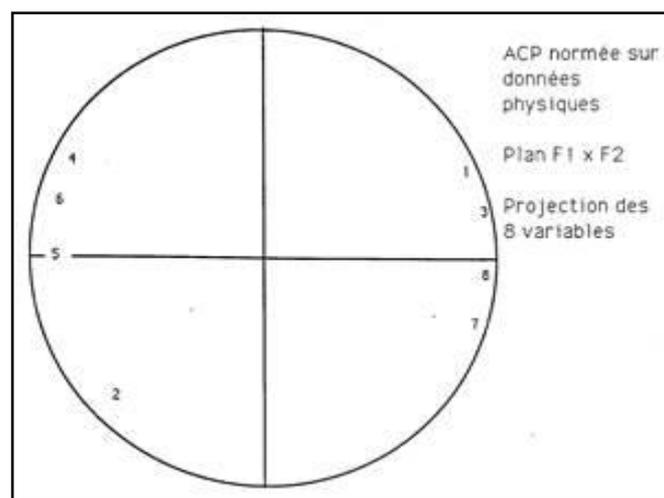


Figure 15 : Projection des huit variables physiques des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel $F_1 \cdot F_2$ d'une analyse en composantes principales.

2. Caractères chimiques

Les caractères chimiques ont été réalisés sur les échantillons de sol précédents. Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau 45.

Tableau 45 : Données chimiques de quatre échantillons du sol d'En Nouala.

Echantillons	pH H ₂ O	pH KCl	Acidité D'hydro	Conductivité en ms	Calcaire total %
P.N.P.1	8.5	7.8	0.17	0.16	8.57
P.N.P.2	8.2	7.8	0.22	0.18	7.86
P.P.1	8.7	7.7	0.26	0.18	9.28
P.P.2	8.8	7.7	0.36	0.16	8.57

Les données du tableau 45 indiquent un pH alcalin, une acidité d'hydrolyse très faible et une conductivité faible ; le pourcentage du calcaire total est légèrement élevé. Le traitement des données chimiques du sol, par une analyse en composantes principales, a permis de déterminer les variables qui séparent les quatre relevés (figure 16).

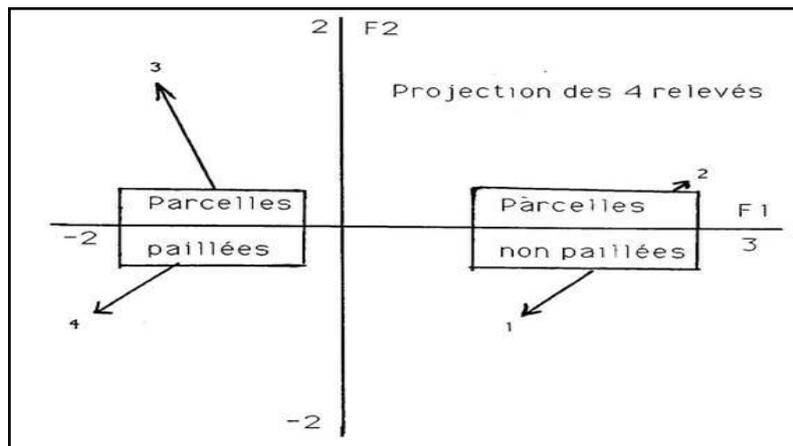


Figure 16 : Projection des quatre relevés pédologiques (variables chimiques) dans le plan factoriel $F_1 \times F_2$ d'une analyse en composantes principales.

L'axe F_1 oppose à nouveau les deux relevés de la zone non paillée (abscisses positives) à ceux de la zone paillée (abscisses négatives). Les relevés en zone non paillée se caractérisent par un pH kcl plus élevé, un pH eau plus faible et une acidité d'hydrolyse plus faible. L'axe F_2 est défini par la conductivité. Par opposition aux caractères physiques, les variables chimiques sont nettement moins influencées par le paillage (figure 17).

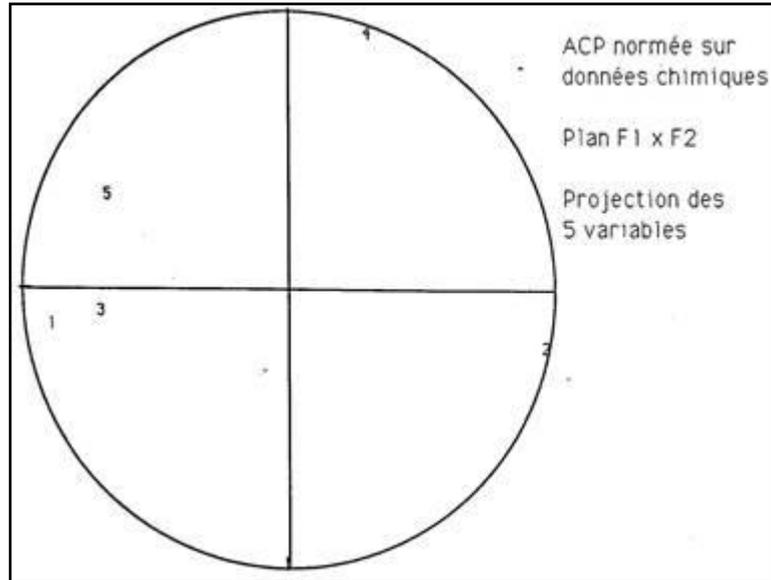


Figure 17 : Projection des cinq variables chimiques des quatre relevés pédologiques dans le plan factoriel F₁*F₂ d'une analyse en composantes principales.

3. Pouvoir germinatif

a/ Effet du paillage sur la germination des caryopses d'Alfa

Les nombres des caryopses d'alfa ayant germés et donnés de jeunes plantules dans la parcelle paillée et la parcelle non paillée sont reportés dans le tableau 46.

Tableau 46 : Nombres de caryopses d'alfa germés dans les deux parcelles. -Essai 1989

	Caryopses germés	Caryopses non germés	Totaux
Parcelle paillée	69	281	350
Parcelle n paillée	14	336	350
Totaux	83	617	700

La comparaison du nombre de caryopses d'alfa germés par parcelle est réalisée par le test du khideu. La différence est significative entre la parcelle paillée et la parcelle non paillée :

$$\chi^2_{1,obs} = 41,35 > \chi^2_{1,th} = 3,84 \dots \alpha = 5\%$$

Le pourcentage de germination en zone paillée (19,7%) est faible ; il dépasse nettement celui obtenu en zone non paillée (4%).

b/ Variation du pourcentage de germination selon les localités de provenance des caryopses d'Alfa

La comparaison de la variation du pourcentage de germination des caryopses d'alfa, entre les différentes localités, est réalisée par le test du khideu. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 47.

Tableau 47 : Nombres de caryopses d'alfa germés, pourcentage de germination et valeurs du khideu par localité.

Localités	Caryopses		Pourcentage de germination	χ_1^2
	germés	non germés		
Morsot	21	29	42 %	15,69
Djelfa	4	46	8 %	4,33
Tebessa	4	46	8 %	4,33
El Bayadh	15	35	30 %	3,34
Ain Dheb	6	44	12 %	1,88
Bouhadjaja	9	41	18 %	0,09
Ras Elma	10	40	20 %	0,00
Totaux	69	281	19,17 %	29,68

Le tableau 47 fait distinguer, selon les valeurs du khideu, deux groupes de localités de caryopses d'alfa dont le pouvoir germinatif est ou non significatif :

- Le premier groupe, constitué par les localités de Djelfa, Morsot et Tebessa, présente une différence significative entre le nombre de caryopses d'alfa germés et non germés.
- Le deuxième groupe, composé par les localités de, El Bayadh, Bouhadjaja, Ras Elma et Ain Dheb, ne fait apparaitre aucune différence significative dans la germination des caryopses d'alfa.

c/ Effet du paillage sur la germination des graines de plantes fourragères

L'effet du paillage sur la germination des graines de plantes fourragères peut être apprécié par le test du khideu sur les données du tableau 48. Les résultats des sept espèces fourragères ayant été réunis dans un premier temps.

Tableau 48 : Nombres de graines germées dans les deux parcelles. Essai-1989.

Parcelles	Graines		Totaux
	Germées	Non germées	
Parcelle paillée	46	304	350
Parcelle non paillée	31	319	350
Totaux	77	623	700

La différence entre le nombre de graines germées dans les deux parcelles n'est pas significative au seuil de 5 % :

$$\chi_{1,obs}^2 = 3,28 < \chi_{1,th}^2 = 3,84 \dots \alpha = 5\%$$

Le paillage (13,14 % en parcelle paillée et 08,86 % en non paillée), s'il améliore le taux de germination des graines de plantes fourragères, ne le fait pas d'une manière significative.

d/ Variation du pourcentage de germination par espèce fourragère

L'objectif est de tester l'effet du paillage sur la germination des graines par espèce fourragère. Les résultats détaillés par espèce sont rassemblés dans le tableau 49

Tableau 49 : Nombres de graines germées, pourcentages de germination et valeurs du khideu par espèce. Essai-1989.

Espèces	Germées	Non germées	% de germination	χ_1^2
<i>Onobrychis viscifolia</i>	13	37	26 %	0,05
<i>Medicago sativa</i>	25	25	50 %	33,33
<i>Oryopsis hymenoides</i>	1	49	2 %	2,83
<i>Sanguisorba minor</i>	4	46	8 %	0,92
<i>Festuca arizona</i>	5	45	10 %	1,00
<i>Agropyrum cristafum</i>	1	49	2 %	0,67

L'effet du paillage n'est significatif que pour l'espèce *Medicago sativa* :

$$\chi_{1,obs}^2 = 33,33 > \chi_{1,th}^2 = 3,84 \dots \alpha = 5\%$$

III. Croissance et dessèchement des feuilles d'Alfa

A/ Croissance des feuilles d'Alfa

1. Contrôle des longueurs initiales des feuilles d'Alfa

Avant d'étudier la croissance des feuilles d'alfa, il faut s'assurer que l'échantillonnage des feuilles et des touffes a été réalisé correctement (c'est à dire au hasard). Pour cela nous allons contrôler les longueurs initiales des feuilles d'alfa, qui en principe, ne devraient pas être différentes selon les touffes. Ce contrôle est réalisé par l'analyse de la variance à un seul facteur (5 touffes) sur les données du tableau 50.

Tableau 50 : Longueurs initiales des feuilles de cinq touffes d'alfa. (Date : 1/3/1988).

N° Feuilles \ Touffes	1	2	3	4	5 (estimée)
1	1.8	1.6	5	2.5	4.5
2	10	3.1	7	2	6.6
3	9	5.7	9.3	20	17.5
4	9.5	7	3	12	1.4
5	17.5	3.5	9.5	14	6.7
6	13.5	6	11.8	6.2	4
7	10.4	5.9	3	3.5	4.5
8	8.5	4	5.2	5.5	2.2
9	6.5	3.5	5.8	7.3	3.1
10	4	3	10	3.4	5.3

Les données de la touffe n°5 ont été estimés par régression à partir des mesures de longueurs des feuilles des touffes n°1 et n°4 effectuées à la date du 1/3/1988 :

$$\text{L'équation : } L_{(date..1/3/1988)} = 0,81 \times L_{(date..3/4/1988)} - 1,01 \text{ et } r = 0,95$$

Les étapes de calculs par l'analyse de la variance à un seul facteur sont résumées dans le tableau 51.

Tableau 51 : Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F _{obs}
Facteur contrôlé	4	135,327	33,8317	
Erreur résiduelle	45	789,814	17,5514	1,93
Totaux	49	925,141		

La comparaison du F_{obs} au F_{th} permet de se rendre compte qu'il n'y'a pas de différences significatives entre les longueurs moyennes des feuilles des cinq touffes d'alfa choisies au hasard :

$${}_{45}^4 F_{obs} = 1,93 < {}_{45}^4 F_{th} = 2,61 \dots \alpha = 5\%$$

2. Accroissement absolu en longueur

L'accroissement absolu de la longueur des feuilles d'alfa est étudié en deux temps. Le premier temps fait intervenir les mesures effectuées en saisons de printemps, d'été et la mi-saison d'automne. Le second temps se base sur les mesures des mi-saisons d'automne et de printemps, la saison d'hiver. Ce découpage permet d'analyser l'accroissement absolu durant les deux phases de la vie active de l'alfa.

a/ Effet du nettoyage des touffes par élimination du fatras sur l'accroissement absolu des feuilles d'Alfa entre la première mesure (1.3.1988) et l'automne.

La comparaison de l'accroissement absolu entre les touffes nettoyées et les touffes non nettoyées est effectuée par l'analyse de la variance à un seul facteur sur les données du tableau 52.

Tableau 52 : Accroissement absolu, en centimètre, des feuilles d'alfa entre la date du 1/3/1988 et celle du 7/10/1988 de cinq touffes dont deux ont été débarrassés de leurs fatras.

N° Feuilles \ Touffes	Touffes Non Nettoyées			Touffes Nettoyées	
	1	2	3	4	5
1	14.2	5.4	16.5	8.5	13.5
2	18.5	11.9	17	17	15.9
3	12	15.8	20.2	13.5	17
4	26.5	6	19.5	14	11.6
5	22.7	5	18.5	16.5	20.3
6	11.5	5.5	19.7	8.8	10.3
7	17.6	8.1	17.5	10.5	9.5
8	9	19.5	6.3	2.5	9.8
9	11.5	20.2	19.2	4.7	10.9
10	13	20.5	17	10.6	18.7

Le tableau 53 regroupe les étapes de calculs de l'analyse de la variance à un seul facteur.

Tableau 53 : Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F _{obs}
Facteur contrôlé	4	263.135	65.7837	2.55
Erreur résiduelle	45	1161.15	25.8033	
Totaux	49	1424.29		

La différence des accroissements absolus des cinq touffes d'alfa n'est pas significative :

$${}_{45}^4 F_{obs} = 2,55 < {}_{45}^4 F_{th} = 2,61 \dots \alpha = 5\%$$

b/ Effet du nettoyage des touffes par élimination du fatras sur l'accroissement absolu des feuilles d'Alfa entre la mesure d'automne (7/10/1988) et de la mi- saison de printemps (1/4/1989).

La comparaison de l'accroissement absolu des feuilles des cinq touffes d'alfa est également effectuée par l'analyse de la variance à un seul facteur sur les données du tableau 54.

Tableau 54 : Accroissement absolu, en centimètre, des feuilles d'alfa entre la date du 7/10/1988 et celle du 1/4/1989 de cinq touffes dont deux ont été débarrassés de leurs fatras.

N° Feuilles \ Touffes	Touffes Non Nettoyées			Touffes Nettoyées	
	1	2	3	4	5
1	2.5	18.5	12.5	10.5	14
2	12.5	16	9	10	10.5
3	3.5	15.2	12.5	9.3	12.5
4	10	15.5	13	9	18.5
5	10	20.5	8	8.5	10.5
6	11	6	7.5	15	13.2
7	18	5	9.5	18	11.5
8	9.5	5.5	15.5	12	14
9	21	3.3	11	12	13.5
10	19	6.5	0.5	10.2	16

Les différents calculs des sommes des carrés des écarts, des carrés moyens et du F de SNEDECOR sont consignés dans le tableau 55.

Tableau 55 : Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F _{obs}
Facteur contrôlé	4	64,48	16,12	
Erreur résiduelle	45	994,36	22,1	0,73
Totaux	49	1058,84		

La différence des accroissements absolus des feuilles d'alfa est non significative malgré la forte moyenne de la touffe n°5 nettoyée :

$${}_{45}^4 F_{obs} = 0,73 < {}_{45}^4 F_{th} = 2,61 \dots \alpha = 5\%$$

La présence ou l'absence du fatras semble n'avoir aucun effet significatif sur la croissance des feuilles d'alfa.

La longueur de croissance des jeunes feuilles d'alfa, pour une durée de 13 mois, se situe entre, 20 et 25 cm pour les touffes non nettoyées et de 19 à 24.5 cm pour les touffes nettoyées. L'absence de fatras dans les touffes n°4 et n°5 ne permet pas à ces touffes d'avoir une croissance en longueur de feuilles supérieure aux autres (confirmation des analyses statistiques précédentes).

B. Dessèchement des feuilles d'Alfa

Le dessèchement des feuilles d'alfa est un phénomène biologique naturel. Sa mesure, par saison, permet de tester l'effet du fatras sur la longévité des feuilles mûres d'alfa.

1. Contrôle des longueurs initiales ds feuilles mures d'Alfa (parti e verte)

Le contrôle des longueurs initiales de la partie verte des feuilles mûres d'alfa est envisagé pour s'assurer que l'échantillonnage des feuilles et des touffes a été réalisé au hasard. Les différences des longueurs initiales de la partie verte des feuilles mûres d'alfa des cinq touffes sont traitées par l'analyse de la variance à un seul facteur. Les données initiales sont rassemblées dans le tableau 56.

Tableau 56 : Longueurs initiales, en centimètre, de la partie verte des feuilles mûres de cinq touffes d'alfa (date :1/3/1988).

N° Feuilles \Touffes	1	2	3	4	5 (estimée)
1	13.5	35	34.6	30.2	42.1
2	30	44.5	37	19	22
3	28.2	22	29	24.5	24.6
4	28	34.5	31	28	35.8
5	17.3	21.2	26.3	22.5	36.6
6	29.1	26.5	34	21	25.7
7	39.5	10.2	32.5	19	29.6
8	33.5	9.1	33	23.7	36.1
9	40.5	10.5	27	21.8	21
10	29.3	19.5	12.5	19.7	36.1

Les données de la touffe n° 5 ont été estimés à partir de celles des touffes n° 1 et n° 4 par régression dont l'équation de droite est :

$$L_{(date..1/3/1988)} = 1,0042 \times L_{(date..3/4/1988)} + 0,955$$

$$r = 0,996 \text{ (coefficient de corrélation linéaire)}$$

Le calcul de la valeur de F de SNEDECOR (tableau 57) et sa comparaison avec celle de la table indique que la différence est non significative :

$${}_{45}^4 F_{,obs} = 2,15 < {}_{45}^4 F_{,th} = 2,61 \dots \alpha = 5\%$$

Tableau 57 : Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F _{obs}
Facteur contrôlé	4	565,4	141,35	
Erreur résiduelle	45	2963,3	65,85	2,15
Totaux	49	3528,7		

L'homogénéité des longueurs initiales de la partie verte des feuilles mûres d'alfa est vérifiée ; le choix des touffes est fait au hasard.

2. Influence de la présence du fatras sur le dessèchement de la partie verte des feuilles mures d'Alfa

La comparaison du dessèchement temporel (13 mois) de la partie verte des feuilles mûres d'alfa entre les touffes encombrées par le fatras et les touffes soigneusement nettoyées est réalisée par l'analyse de la variance à un seul facteur sur les données du tableau 58.

Tableau 58 : Dessèchement, en centimètre, de la partie verte des feuilles mures de cinq touffes d'alfa pendant 13 mois

N° Feuilles \ Touffes	Touffes Non Nettoyées			Touffes Nettoyées	
	1	2	3	4	5
1	9.9	18	23.6	17.7	21.6
2	13.8	, 13	23.5	16	13
3	8.7	II	23	23.5	14.2
4	11.5	12.5	13	21	15.3
5	13.4	12.3	20.6	18.5	16.3
6	11.4	5.5	18.5	15.5	15.9
7	14	7	21.5	12.6	14.9
8	16.5	6.1	26	21.7	15.6
9	15.5	7.8	22	19.8	13
10	14	8.5	II	13.1	16.1
Moyennes	12.87	10.17	20.27	17.94	15.59

La comparaison du F_{obs} au F_{th} de la table permet de se rendre compte de la différence hautement significative qu'existe entre les touffes nettoyées et les touffes non nettoyées (tableau 59) :

$${}_{45}F_{,obs} = 11,93 > {}_{45}F_{,th} = 2,61 \dots \alpha = 5\%$$

Tableau 59 : Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de Variations	ddl	SCE	CM	F _{obs}
Facteur contrôlé	4	598,1	149,5	
Erreur résiduelle	45	563,82	12,53	11,93
Totaux	49	1161,9		

Le dessèchement de la partie verte des feuilles mûres d'alfa est plus important dans les touffes nettoyées que dans les touffes non nettoyées. La longueur de dessèchement, pour une durée de 13 mois, est de 10 à 20,3 cm pour les touffes non nettoyées et de 16 à 18 cm pour les touffes nettoyées. La représentation graphique (figure 18) des longueurs moyennes (partie verte en dessèchement) en fonction des dates de mesures montre que les touffes non nettoyées présentent une faible pente de décroissance contrairement aux touffes nettoyées.

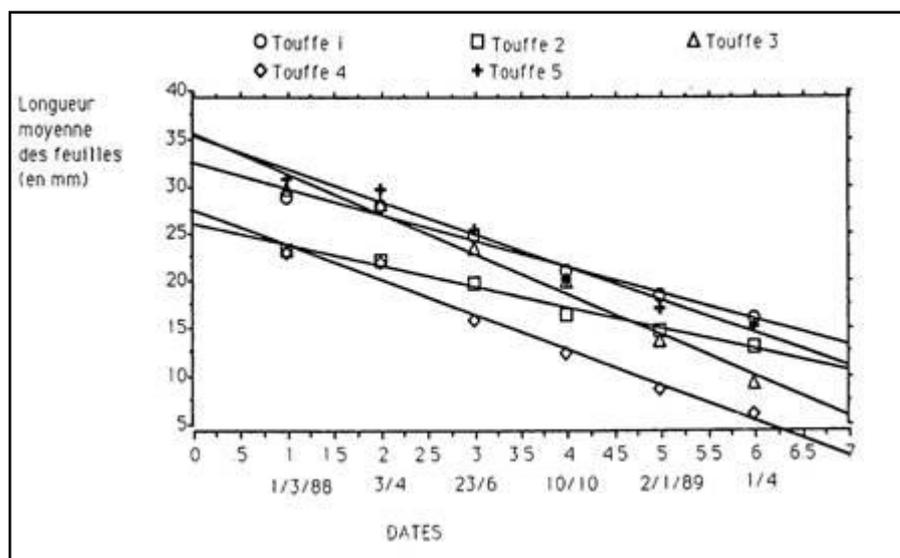


Figure 18 : Représentation graphique des longueurs moyennes de la partie verte des feuilles d'alfa de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale), en fonction des dates de mesure.

IV. Biomasse foliaire de l'Alfa

A. Relations entre le volume, le fatras et la biomasse foliaire de la touffe d'Alfa

Le volume de la touffe d'alfa non circonnée est assimilé à un demi-ellipsoïde de révolution. Il est exprimé par :

$$V = \frac{4}{3} S \times H$$

(S : surface ; H : hauteur)

Les liaisons entre le volume, le fatras et la biomasse foliaire de la touffe d'alfa peuvent être déterminées par le calcul des coefficients de corrélation. Elles sont étudiées dans deux parcelles différentes (Annexe 5) et sont résumées dans les tableaux 60 et 61.

Tableau 60 : Matrice des coefficients de corrélation de la parcelle n° 1.

	Volume	Fatras	Biomasse Foliaire
Volume	1		
Fatras	0,76	1	
Biomasse Foliaire	0,83	0,84	1

Les coefficients de corrélation de la parcelle n° 1 sont significatifs et sont voisins :

$$ddl = 30 - 2 = 28 ; r = 0.36 ;$$

(Valeur minimale où « r » significativement différent de zéro).

Tableau 61 : Matrice des coefficients de corrélation de la parcelle n° 2.

	Volume	Fatras	Biomasse Foliaire
Volume	1		
Fatras	0,67	1	
Biomasse Foliaire	0,01	0,05	1

Les liaisons entre la biomasse foliaire et le volume, la biomasse foliaire et le fatras sont très élevées ce qui peut n'exprimer qu'une simple concomitance de variation. Les variations de la biomasse foliaire de l'alfa en fonction du fatras d'une part et le volume de la touffe d'autre part ne sont pas exactement linéaires (figure 19) : le poids de la biomasse foliaire de l'alfa a tendance à se stabiliser pour les fortes valeurs du volume de la touffe et du poids du fatras.

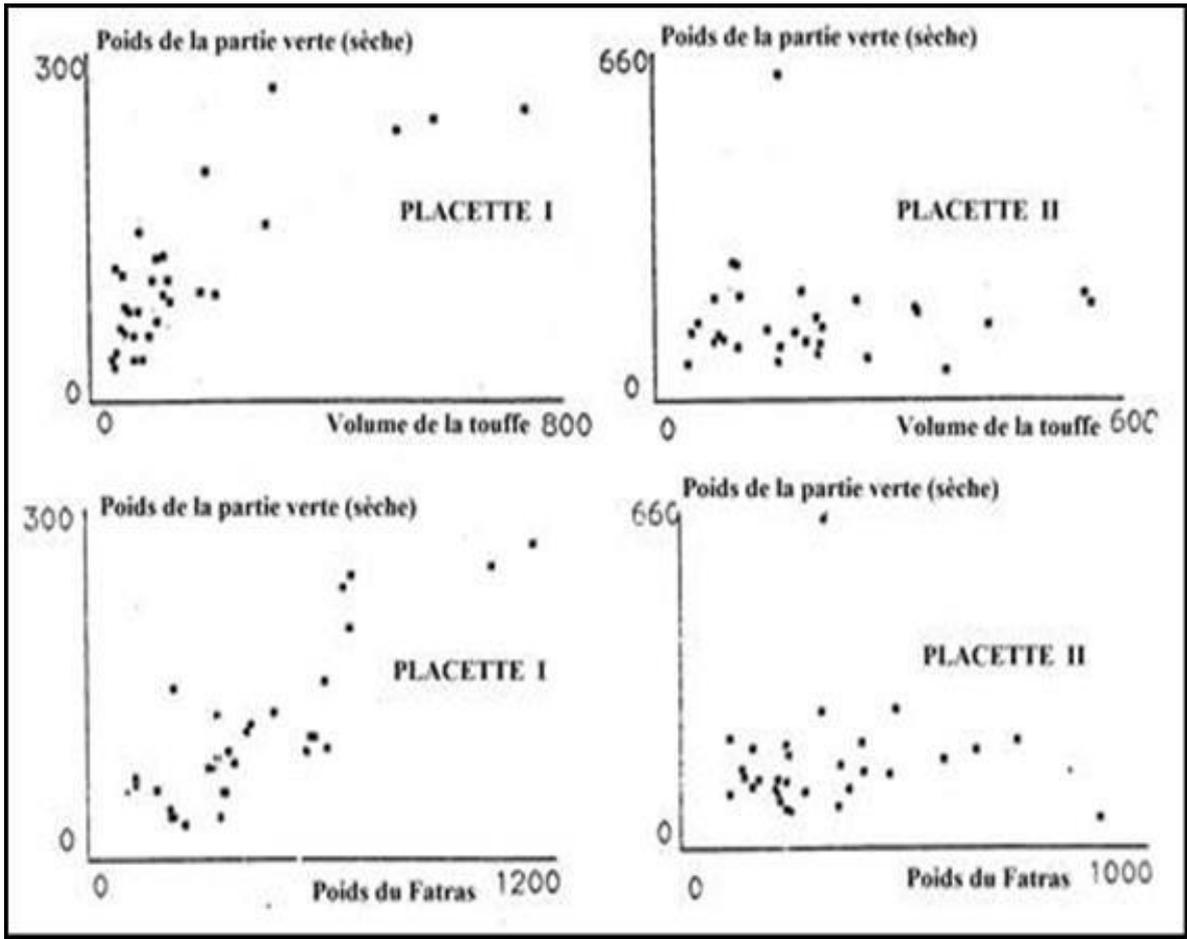


Figure 19 : Représentations graphiques du poids de la partie verte (sèche), des feuilles d'alfa de la nappe alfatière d'En Nouala (Algérie occidentale), en fonction du volume de la touffe et du poids du fatras (= nécromasse).

La matrice des coefficients de corrélation de la parcelle n° 2 permet de dégager deux constatations :

- Le volume de la touffe est bien corrélé au poids du fatras
- La biomasse foliaire ne présente aucune liaison significative avec les deux autres variables.

Les représentations graphiques montrent un nuage de points orienté vers l'axe des abscisses (volume de la touffe, poids du fatras) : le poids de la biomasse foliaire ne semble pas dépendre du volume de la touffe et du poids du fatras. La liaison positive entre le volume de la touffe et le poids du fatras masque la variation décroissante de la biomasse foliaire pour de fortes valeurs du poids du fatras.

La comparaison des moyennes entre les parcelles est donnée dans le tableau 62.

Tableau 62 : Moyennes, variances et valeurs du « t » de STUDENT du volume de la touffe, du poids du fatras et de la biomasse foliaire de l'alfa dans les parcelles n° 1 et n° 2.

Parcelles	Moyennes		Variances		« t _{obs} »
	1	2	1	2	
Volume	163	202.1	28339.5	18164.9	0.97
Fatras	433.8	314.8	57819.9	34371.8	2.11
Biomasse Foliaire	107.6	159.7	4506.6	9883.9	2.34

Pour un risque de 5 % les poids du fatras et ceux de la biomasse foliaire, dans les deux parcelles, sont significativement différent ; par contre les volumes sont égaux. A l'échelle d'une parcelle, l'augmentation du poids du fatras serait accompagnée d'une réduction de la biomasse foliaire, pour des volumes égaux de touffes d'alfa. Ce résultat ne contredit pas les observations précédentes Sur les touffes puisqu'il est observé à une échelle plus grande, celle des parcelles.

B. Effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa

L'effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa peut être déterminé, à partir des données du transect témoin et du transect expérimental, par la recherche de liaisons entre les variables prises en considération.

1. Transect témoin

La recherche de liaisons entre la hauteur, le poids du fatras et celui de la biomasse foliaire (Annexe 4) est effectuée par le calcul des coefficients de corrélation (tableau 63).

Tableau 63 : Matrice des coefficients de corrélation du transect témoin.

	Volume	Fatras	Biomasse Foliaire
Volume	1		
Fatras	0,43	1	
Biomasse Foliaire	0,60	0,65	1

Les coefficients de corrélation sont significatifs et sont voisins :

$$ddl = 42 - 2 = 40 ; r = 0,30$$

La liaison entre les variables prises deux à deux est positive. La biomasse foliaire est bien corrélée à la hauteur de la touffe ($r = 0,6$) et au poids du fatras ($r = 0,65$).

2. Transect expérimental

L'effet du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa est étudié sur un transect de 50 placettes contigües d'un mètre carré (Annexe 4). La récolte de la biomasse foliaire, par mètre carré, est effectuée une année après l'enlèvement du fatras. Les coefficients de corrélation calculés entre les différentes variables sont consignés dans le tableau 64.

Tableau 64 : Matrice des coefficients de corrélation du transect expérimental.

	Volume	Fatras	Biomasse Foliaire
Hauteur	1		
Fatras	0,30	1	
Biomasse Foliaire	0,30	0,31	1

Les coefficients de corrélation sont tout juste significatifs :

$$ddl = 46 - 1 = 45 ; r = 0.30$$

La corrélation entre les trois variables, prises deux à deux, est peu signifiante car la liaison n'expliquerait qu'au plus 10 % des variables ($(r = 0,31)^2$).

Les moyennes des trois variables sont comparées pour les deux transects (tableau 65).

Tableau 65 : Moyennes, variances et valeurs de « t » de STUDENT dans les deux transects.

Transects	Moyennes		Variances		« t »
	T. tém	T. exp	T. tém	T. exp	obs
Biomasse Foliaire	63.2	62.05	817.5	967.9	0.18
Hauteur	60.3	58.3	92.5	77.4	1.04
Fatras	193.7	409.4	18486.5	43481.1	5.79

Légende :

T : TRANSECT,

tém : témoin,

exp : expérimental.

L'égalité des moyennes, pour chaque variable dans les deux transects, est rejetée lorsque :

$$t_{,obs} = 5,79 > t_{,th} = 1,66 \text{ à } \alpha = 5\% \text{ et un } ddl = (42 + 46) - 2 = 86$$

La différence n'est significative que pour le fatras dont le poids est supérieur dans le transect expérimental. On ne retrouve pas, à l'échelle des transects, la relation négative entre le fatras et la biomasse foliaire, comme cela avait été montré pour les deux parcelles.

DISCUSSION

DISCUSSION

I. Approche synthétique du cortège floristique de la steppe à Alfa d'En Nouala.

Le cortège floristique de la steppe à alfa d'En Nouala est très diversifié. Il est constitué, en plus des espèces steppiques, par des reliques de, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum* et *Thymus ciliatus*. Ces reliques, d'origine forestière, situent la steppe à alfa d'En Nouala au stade de transition entre la forêt et les steppes à chamaephytes. Ceci rejoint les hypothèses formulées sur la provenance des steppes à alfa et leur passage éventuels à des steppes secondaires (OZENDA, 1954 ; QUEZEL, 1958 ; LEHOUEIROU, 1969 ; DJEBAÏLI, 1970-1978).

La densité de l'alfa d'En Nouala se situe entre 5833 et 6875 touffes par hectares et le taux de recouvrement varie entre 40 et 50 %. Selon la classification, proposée par EL HAMROUNI (1978), GHRAB (1981) et KADIK et al., (1984), résumée dans le tableau 66, la nappe alfatière d'En Nouala est de claire à dense.

Tableau 66 : Classification des nappes alfatières en fonction de la densité et le taux de recouvrement de l'alfa selon différents auteurs.

Etat de la Nappe	EL HAMROUNI (1978)		GHRAB (1981)		KADIK et al., (1984)
	Nbre T/Ha	Rec (%)	Nbre T/Ha	Rec (%)	Rec (%)
Dense	9000 à 10000	25 à 30	9000	50	>40
Claire	6000 à 6500	25 à 30	5000	30	10 A 20
Dégradée	3500 à 4000	15 à 20		10 à 15	<10

Légende :

Nbre T/Ha : Nombre de touffes à l'hectare.

Rec (%) : Recouvrement en pourcent

Ceci est en accord avec la conclusion de BENSID (1990) « c'est une nappe, à répartition d'alfa régulière, avec une homogénéisation assez forte des touffes quant à leur surface et leur hauteur ». Les données sur la densité et le taux de recouvrement de l'alfa montrent que l'espace entre les touffes est favorable à la manifestation des phénomènes érosifs. En effet cet espace, qui représente plus de 50% de la surface totale de la nappe, est à moitié couvert par les thérophytes caractérisant les milieux arides (AIDOUD, 1983).

Ces dernières représentent 61,6% du total des espèces échantillonnées, ce qui exprime d'une part la sévérité du climat méditerranéen chaud à saison sèche plus ou moins prolongé et

d'autre part l'existence de phénomènes érosifs (RAUNKIAER, 1934 ; SAUVAGE, 1961 in DAGET 1980). Ces derniers sont surtout dus à la représentation relative des types morphologiques des espèces végétales ; les herbacées représentent 70,5% et les ligneux 29,5%. Ainsi l'espace entre les touffes est privé de toute protection et n'offre pas de conditions favorables à la multiplication de la végétation. Il correspond à la zone de déflation où les éléments fins du sol ont été entraînés par le vent, l'eau et où la reconstitution du système sol-végétation peut être possible par la pratique du paillage préconisée par BOURAHLA et GUITTONNEAU (1978). L'étude détaillée de l'influence du paillage sur la végétation était donc nécessaire pour déterminer le rôle joué par l'éparpillement des brins morts d'alfa sur le sol érodé, dans la suppression de la zone de déflation.

II. Influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa

L'étude de l'effet du paillage est basée sur le nombre, la densité, la morphologie, l'appétibilité et la disparition des espèces végétales.

A. Nombre d'espèces végétales

Le paillage, réalisé en 1984, s'est montré sans effet sur le nombre d'espèces végétales, vivaces, éphémères et appétibles, mesuré 4 à 5 ans plus tard. Les conditions microclimatiques que le paillage a créées n'ont pas induit l'apparition d'espèces nouvelles ou la disparition d'espèces déjà existantes. Nos résultats montrent que la régression des espèces héliophiles signalées par BOURAHLA et GUITTONNEAU (1978) a surtout affecté leurs densités. C'est en particulier le cas de l'espèce *Helianthemum pilosum* dont la présence diminue en zone paillée. La comparaison de plusieurs zones paillées situées dans différents étages bioclimatiques pourra déterminer l'influence du paillage sur l'apparition ou la disparition des espèces végétales.

B. Densité des espèces végétales

Dans nos conditions expérimentales l'action du paillage est déterminante sur la densité des espèces végétales. Le nombre d'individus, par espèce végétale, est globalement plus important en zone paillée qu'en zone non paillée. Il est probable que le paillage crée des conditions favorables pour la germination des graines et la croissance des jeunes plantules (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978 ; FLORET et PONTANIER, 1982 ; DJILLALI et al., 1985).

La germination massive du stock de semences sous paillage est réalisée grâce à la levée de dormance et à l'élimination des inhibiteurs par lavage des eaux de pluies ou par dégradation par des micro-organismes (HARPER, 1977 ; LEMEE, 1978 ; ALI-HAIMOUD,

1982). Elle est aussi favorisée par l'élimination partielle de la pellicule de glaçage caractéristique des sols steppiques (KADIK et al., 1984 ; AIDOUD, 1989).

La détermination des espèces dont la densité a varié selon la présence-absence du paillage, pour une surface échantillon d'1m², fait distinguer deux groupes. Le premier groupe, constitué par : *Alyssum scutigerum*, *Xeranthemum inapertum*, *Bupleurum semi compositum*, *Achillea Leptophylla*, *Hordeum murinum*, *Atractylis cancellata*, *Alyssum linifolium*, *Evax pygmaea*, *Bromus secalinus*, *Dactylis glomerata* et *Helianthemum cinereum*, a réagi favorablement à l'épandage des brins morts d'alfa sur le sol steppique. Ce groupe d'espèces, selon LEHOUEIROU (1959), est commun dans le semi-aride et l'aride supérieur. Ainsi les micro conditions climatiques nouvelles résultant du paillage sont clémentes pour leur développement par rapport à l'aridité croissante qui règne sur la steppe. Le groupe d'espèces végétales, cité précédemment, caractérise mieux les groupements à alfa, chêne vert et chêne kermès (CELLES, 1975 ; DJEBAILI, 1978 ; MEZIANI, 1978 ; AIDOUD et al., 1981). Il ne se développe, dans les steppes à alfa et à chamaephytes, qu'en bonne année (AIDOUD, 1983-1989). En conséquence ce groupe d'espèces a retrouvé sous paillage les conditions optimales de son développement.

Le deuxième groupe est composé par : *Onobrychis argentea*, *Helianthemum pilosum*, *Bupleurum oligactis*, *Zizyphora hispanica* et *Euphorbia falcata*. La densité de ce groupe, par espèce végétale, est moins importante en zone paillée qu'en zone non paillée. Certaines espèces comme *Helianthemum pilosum* et *Euphorbia falcata* caractérisent mieux les associations à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*, les steppes à *Launaea acanthoclada*, *Lygeum spartum* et *Cutandia divaricata* (DJEBAILI, 1978 ; MEZIANI, 1978 ; AIDOUD et al., 1981). Ces différentes associations et groupements steppiques constituent des steppes secondaires très dégradées par l'homme et soumises à un climat sec (ACHOUR, 1983 ; BOUZENOUNE, 1984 ; AIDOUD et AIDOUD, 1988). De ce fait ce groupe d'espèces se montre plus résistant à la sécheresse et témoigne de l'existence d'un gradient phytoclimatique dans le cortège floristique de la steppe à alfa. La réaction d'une espèce végétale à l'action du climat obéit à des caractéristiques éco physiologiques qui lui sont propres. Ces dernières se manifestent par différentes adaptations aux contraintes climatiques (KACHAROV et KOROVINE, 1942 ; OZENDA, 1958-1964 ; OPPENHEIMER, 1961 ; ZOHARY, 1962 ; WENT, 1974 ; BARBOUR, 1981). Elles se manifestent par des modifications anatomiques, physiologiques et par un accroissement du système racinaire. Les différences de comportement adaptatif sont à l'origine d'un partage judicieux et d'une occupation très diversifiée aussi bien de l'espace que du temps (AIDOUD, 1989). Sur le plan anatomique l'adaptation à la sécheresse se manifeste par une réduction de la surface foliaire

par une chute précoce des feuilles et par la formation de cuticules épaisses pour diminuer la vitesse d'évaporation. Du point de vue physiologique, l'existence de dormances et d'inhibiteurs localisés dans les téguments opposent une barrière à une germination massive prématurée et permettent la conservation d'une partie du stock de semences. Une confirmation générale des effets du paillage a été obtenue par l'analyse des données floristiques recueillies en 1990, soit après six années de l'opération paillage. Si globalement les mêmes effets ont été observés, des différences ponctuelles apparaissent puisque pour certaines espèces végétales leur densité décroît en zone non paillée, ce qui n'avait pas été observé auparavant. De telles divergences peuvent résulter de problèmes d'échantillonnage.

Certains relevés ont été pris dans des micro-cuvettes d'accumulation et d'autre à proximité des touffes d'où l'effet "oasis" distingué par MELZI (1986). Ces cas particuliers ont été mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances. Ils sont à l'origine de la mauvaise structuration entre espèces et entre relevés, bien visible sur les axes F1, F2, F3, F4 et F5 de l'AFC ; la seule structure décelable est détectée par le premier facteur F qui sépare correctement la zone paillée et la zone non paillée. L'agrandissement de la surface échantillon, de 1 à 4 m², s'est accompagnée d'une augmentation de la densité moyenne des espèces végétales dans la zone d'épandage des brins morts d'alfa. L'accroissement de la densité des végétaux sous paillage peut aussi être dû à un déterminisme climatique. En effet selon AIDOUD (1983-1989) « sous climat aride, ce sont les conditions hydriques qui déterminent en priorité l'état des ressources biologiques ».

C. Appétibilité et disparition, par dessèchement, des espèces végétales

L'appétibilité, telle qu'elle est définie par de nombreux auteurs, est difficilement mesurable (IVINS, 1952 ; LOISEAU et BECHET, 1975). Elle est exprimée, dans notre cas, par l'indice de qualité spécifique (AIDOUD et NEDJRAOUI, 1983) permet de déterminer l'effet du paillage sur les espèces appétibles. Ces dernières sont réparties uniformément dans les deux zones. La qualité bromatologique ne semble donc pas être influencée par l'épandage des brins morts d'alfa sur le sol. Par contre la densité des espèces appétibles a légèrement augmenté en zone paillée, ce qui peut s'expliquer par la qualité de piégeage des graines par le paillage, la diminution du taux de recouvrement de la végétation pérenne et la participation des animaux dans le processus de développement des espèces à large dispersion et à grand pouvoir germinatif (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978 ; LEHOUEIROU, 1979 ; AIDOUD, 1983).

La disparition, par dessèchement, des espèces végétales est plus importante sur les surfaces dénudées que celles recouvertes par le fatras. Ceci l'exprime l'effet limite du paillage face à l'agressivité du climat. Le paillage, par ses qualités exceptionnelles, a atténué la

précocité du cycle biologique des espèces végétales (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978 ; ALI-HAIMOUD, 1982). En effet comme l'a constaté AIDOUD (1989) « au début du cycle, chaque espèce présente un comportement particulier en relation avec les adaptations aux conditions du milieu qui lui sont propres..... A la fin du cycle, on assiste à une synchronisation phénologique. Il semble que ce soit une réaction (commune) à un début de sécheresse qui commence à se faire sentir dès le mois de mai ». Le suivi des stades phénologiques des espèces et l'étude quantitative ont montré que les espèces ne réagissent pas de la même manière aux conditions climatiques. L'hétérogénéité phénologique et la densité des espèces végétales caractérisent mieux les saisons humides et s'amenuisent avec l'approche de la saison sèche ; par contre l'épandage des brins morts d'alfa sur le sol atténue la disparition, par dessèchement, des espèces au cours de la saison sèche par la diminution de l'évaporation et l'infiltration des eaux de pluies tardives (MEDWEKA-KORNAS, 1970-1971 ; WEST, 1975 ; DJILLALI et al., 1981).

III. La germination sous paillage

La germination des graines, en zone steppique, est confrontée à plusieurs facteurs d'ordre climatique, édaphique et biotique. Les facteurs climatiques se limitent à la sécheresse et aux gelées blanches ; tandis que les facteurs édaphiques sont liés à la formation de pellicule de glaçage et l'entraînement de la couche superficielle du sol par les phénomènes érosifs (WENT, 1974 ; WEST, 1975 ; AIDOUD, 1983-1989). Les facteurs biotiques désignent la prédation des graines par les troupeaux et les insectes (WATKINSON, 1975 ; KADIK, 1986). Ils se manifestent au cours de la floraison et la fructification. Certaines familles d'insectes, comme les *Alleculidae*, les *Surphidae*, se multiplient pendant la saison de formation des caryopses d'alfa (KHELLIL, 1984-1988 ; BOUKLI, 1991). Elles sucent le contenu des graines encore à l'état liquide ; ce qui empêche la maturation des graines.

Face à ces contraintes, la pratique du paillage, semble être un moyen d'atténuation des facteurs climatiques et édaphiques. En effet le paillage a amélioré le taux de germination des caryopses d'alfa, des graines de plantes fourragères et celles des thérophytes ; il en a résulté une augmentation de la densité de la végétation. Nos résultats confirment ceux de GHRAB (1981) et de MEZIANI et al (1982).

L'amélioration du taux de germination est à rapprocher des différences observées dans les données physico-chimiques des échantillons de sol prélevés dans les deux zones. Une analyse en composantes principales a montré que le paillage a augmenté l'humidité relative, la capacité de rétention et le pourcentage des éléments fins par la suppression des phénomènes

érosifs. Le paillage stimule la microflore et favorise la prolifération des germes (DJELLALI, 1981 ; ALI-HAIMOUD, 1982 ; ALI-HAIMOUD et al., 1983).

Ces différents paramètres optimisés par le paillage ont contribué à la levée de dormance, à la germination et par conséquent à la multiplication quantitative de la végétation. La pratique du paillage ne peut donc être que bénéfique pour la reconstitution des sols steppiques, la remontée biologique de la végétation et le rajeunissement des touffes d'alfa par élimination des feuilles sèches.

IV. Influence du fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa

L'influence du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa se manifeste par des effets sur la croissance, le dessèchement et enfin le poids du feuillage vert sur pied. La détermination de ces paramètres expliquera, en partie, l'état actuel des alfatières.

1. La croissance des feuilles d'Alfa

Les feuilles d'alfa, comme celles des végétaux vivaces, naissent, croissent et mûrissent tout le long de l'année (MAZLIAK, 1982). Selon HARCHE (1978) « la naissance des feuilles d'alfa, sous serre, débute dès le deuxième jour de la germination et se poursuit au cours du temps ; on dénombre successivement 2, 15 et 70 jeunes feuilles durant le premier, le cinquième et le onzième mois depuis la germination des caryopses d'alfa. Ce même auteur a constaté que la croissance des jeunes feuilles d'alfa est très rapide de sorte qu'en trois jours elles atteignent 3 cm de longueur. Ces mêmes phénomènes sont observés chez le sparte (*Lygeum spartum*) étudié par CHADLI (1990).

L'effet du fatras sur la croissance des feuilles d'alfa est insignifiant. La croissance semble être indépendante aux effets de la nécromasse suspendue sur la touffe d'alfa. GHRAB (1981) a montré que « la croissance des feuilles d'alfa n'est pas significativement différente entre les touffes nettoyées et les touffes nettoyées de leur fatras. La croissance des jeunes feuilles d'alfa' semble ne pas dépendre du microclimat pouvant être créé par le fatras. L'atténuation de la température et la conservation d'une certaine humidité dans la touffe n'ont pas induit des modifications dans le phénomène de croissance des jeunes feuilles d'alfa. Le phénomène de croissance serait davantage influencé par les conditions du climat général que celles du microclimat créés par le fatras (AIDOUD, 1983).

2. Le dessèchement des feuilles d'Alfa

Contrairement au phénomène de croissance, le dessèchement des feuilles mûres d'alfa est plus accentué dans les touffes nettoyées que dans les touffes encombrées de fatras. La présence du fatras sur les touffes a vraisemblablement atténué le dessèchement des feuilles mûres d'alfa. La sévérité de la sécheresse semble être diminuée par la présence du fatras sur les touffes. Les feuilles desséchées, en forme de calotte compacte, préserve l'humidité du sol

du centre de la touffe pendant que le sol nu perd son eau sous l'effet de la chaleur (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978 ; DJELLALI, 1981 ; ALI-HAIMOUD, 1982).

Les phénomènes de croissance et de dessèchement se produisent simultanément depuis la naissance des feuilles d'alfa. Au fur et à mesure que la jeune feuille s'accroît elle subit un dessèchement à partir de son apex (AIDOUD, 1983). Ce même auteur a constaté que la croissance l'emporte sur le dessèchement dans le cas de jeunes feuilles tandis que les feuilles prématurées sont beaucoup plus touchées par le dessèchement que par le phénomène de croissance.

Cette situation, comme l'a remarqué ce même auteur, est due essentiellement à la sécheresse qui régnait dans la steppe. La formation du fatras, face à la lenteur du phénomène de rouissage, constituerait une forme de résistance de la touffe d'alfa contre la sécheresse or le dépérissement continu du rhizome sous-jacent du centre de la touffe ne cesse d'agrandir les surfaces dénudées à l'intérieur des nappes alfatières. Si le fatras diminue le dessèchement des feuilles mûres, le nettoyage par contre, évite le dépérissement de la souche génératrice « rhizome » et atténue efficacement le morcellement des touffes d'alfa. En effectuant une comparaison entre le taux d'accroissement et le taux de dessèchement, dans les deux types de touffes, nous constatons que le phénomène de croissance l'emporte sur celui de dessèchement : on a mesuré, pour une durée de 13 mois, une longueur de dessèchement de, 10,2cm à 12,9cm dans les touffes non nettoyées et 15,8cm à 20,3cm dans les touffes nettoyées, par contre la longueur de croissance se situe entre, 20,3cm et 25cm dans les touffes non nettoyées et 19cm à 24,5cm dans les touffes nettoyées. Ces différences entre les taux d'accroissement et de dessèchement permettent de préconiser le nettoyage des touffes de leur fatras afin d'empêcher le dépérissement et le morcellement des touffes.

3. La biomasse foliaire de l'Alfa

La biomasse foliaire verte de l'alfa est sans doute soumise à l'action du fatras (= nécromasse). Cette nécromasse se forme continuellement en absence d'exploitation réglementée. Certains auteurs, comme LAUMONT et BERBIGIER (1953), MARION (1956), ont constaté qu'une quantité appréciable de feuilles sèches composent la touffe d'alfa. Cette situation a été expliquée par la lenteur du phénomène de rouissage et le manque d'exploitation rythmée. Lorsque l'exploitation fait défaut, les feuilles sèches continuent à se "multiplier" pour enfin former une calotte compacte au-dessus de la touffe inhibant toute forme de feuillaison (BOURAHLA et GUITTONNEAU, 1978). La formation de cette calotte dépend du temps de la maturation et de la persistance des feuilles qui durent en moyenne respectivement deux ans selon les estimations de BOUDY (1950) et 6 à 16 mois (GHRAB, 1981).

La nécromasse dépend des situations géographiques des nappes alfatières. GHRAB (1981) la quantifie à moins de 50% sous couvert forestier et dans les situations particulières recevant des apports d'eau de pluie. AMAROUCHE (1988) et AIDOUD (1983-1989), dans la steppe, la situent entre 80 et 90% de la biomasse aérienne de l'alfa. Ces derniers résultats sont en accord avec les nôtres. En effet, la nécromasse, mesurée dans la nappe alfatière d'En Nouala, varie de 75 à 80% sur glacis et atteint 66% dans les situations particulières recevant des apports d'eau de pluies. Ces différents pourcentages de nécromasse renseignent sur l'impact du fatras dans la production de feuilles vertes. L'étude de cette influence, dans deux placettes différentes et dans deux transects dont l'un a servi de témoin, a montré qu'il existe des liaisons entre le fatras et la biomasse foliaire verte de l'alfa. Une liaison négative a été déterminée à l'échelle de la placette et dans le transect se trouvant sur glacis : une faible production de feuilles verte est souvent associée à une abondance du fatras. Elle exprime l'état actuel des nappes alfatières non exploitées et privées de tout apport d'eau de pluies véhiculées par les ravins. La relation est, par contre, moins forte dans la placette à situation particulière (= apport d'eau de pluies) et dans le transect débarrassé de son fatras une année avant la mesure de la biomasse foliaire verte par le nettoyage des touffes et l'élimination des feuilles sèches par les eaux de pluies dans les situations topographiques particulières. Le nettoyage des touffes d'alfa a sans doute favorisé la rentrée en activité des bourgeons responsables de la feuillaison. L'activité maximale des bourgeons, comme l'a déterminé MEHDADI (1991), s'effectue au printemps, lors de la période active de l'alfa. L'augmentation de la biomasse foliaire verte a très probablement été induite par le nettoyage des touffes de leurs fatras et résulterait de l'activation d'un grand nombre de bourgeons dormants. L'élimination du milieu obscur et asphyxiant créé par le fatras sur les touffes d'alfa ne peut qu'optimiser les conditions de bon démarrage végétatif de l'alfa. Le rajeunissement des touffes, par nettoyage, relancera la reconstitution des nappes alfatières très dégradées par la rentrée maximale en activité des bourgeons responsables de la feuillaison et de la floraison. Dans ces conditions la production alfatière, exprimée par la biomasse foliaire verte, s'améliorera et l'éclaircissement des nappes alfatières s'atténuera progressivement avant que d'autres facteurs d'ordre climatique ou anthropique ne détruisent les quelques nappes restantes.

CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La régénération et la reconstitution de la végétation steppique sont encore possibles par la pratique du paillage et le nettoyage des touffes de leurs fatras. L'étude quantitative spatio-temporelle de la végétation steppique d'En Nouala a révélé que la densité des espèces végétales augmente sous paillage ; ce qui tend à réduire la zone de déflation entre les touffes d'alfa. De plus, le paillage atténue la disparition, par dessèchement, des espèces végétales face à l'agressivité tenace de la sécheresse caractérisant les zones steppiques. L'augmentation de densité et l'atténuation de la disparition par dessèchement des espèces végétales résultent de l'amélioration des caractères physiques du sol steppique par la pratique du paillage. Ce dernier, en augmentant l'humidité relative, la capacité de rétention et le pourcentage des éléments fins, a amélioré le taux de germination des caryopses d'alfa et à moindre degré des graines de plantes fourragères. La pratique du paillage ne peut donc être que bénéfique pour la reconstitution des sols steppiques, la remontée biologique de la végétation, le repeuplement des zones dénudées et le rajeunissement des touffes d'alfa.

L'étude de l'influence du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa a montré que la croissance des jeunes feuilles se fait indépendamment de la présence du fatras tandis que le dessèchement lui est étroitement lié. Le phénomène de dessèchement des feuilles mures d'alfa est moins important, en forte sécheresse, dans les touffes encombrées de fatras que celles ayant subi le nettoyage. L'effet du paillage et du fatras sur les phénomènes de croissance et de dessèchement se traduit par l'atténuation du dessèchement et le rajeunissement des touffes ; dans un second temps par l'augmentation de la biomasse foliaire verte. Cette dernière, sans doute, soumise à l'action du fatras suspendue sur les touffes, n'excède pas 46% du total du feuillage de l'alfa. Ce pourcentage ne peut qu'exprimer le déséquilibre entre les feuilles sèches, les feuilles vertes et par conséquent l'évolution régressive de la nappe. Cette situation démontre l'impact du fatras sur la biomasse foliaire verte de l'alfa et par conséquent sur la vie de la touffe. Elle ne peut être évitée que par l'élimination du fatras, l'épandage des feuilles sèches sur le sol et la règlementation de l'exploitation. La reviviscence des touffes très peu fournies en feuilles vertes se fait par activation de la grande majorité de ses bourgeons qui ne peut être possible que par l'élimination du fatras. Par la pratique du nettoyage, la touffe d'alfa ne peut que se rajeunir, développer de nouveaux axes feuillés et augmenter sa production.

Cette contribution sera complétée par une étude de l'influence du paillage sur la symphénologie des espèces végétales, les ressources biologiques de la steppe à alfa dans différents étages bioclimatiques et du fatras sur la touffe d'alfa (régénération végétative, feuillaison et floraison).

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A.** (1976) "Contribution à l'étude de la répartition des espèces locales de luzernes annuelles en fonction des facteurs du milieu". Thèse Ingénieur ; I.N.A. Alger ; 1-74p
- ABDELGUERFI A.** (1978) "Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie" Thèse Magister ; I.N.A. Alger ; 1-105p
- ABDELGUERFI B. R.** (1985) "Contribution à l'étude écologique du genre *Hedysarvm* en Algérie" Thèse Magister ; I.N.A. Alger ; 1-131p
- ACHOUR H.** (1983) "Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima*) du sud Oranais, wilaya de Saïda" Thèse 3^o cycle ; USTHB. Alger ; 216p + ann
- AIDOU A.** (1983) "Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud Oranais" Thèse 3^o cycle ; USTHB. Alger ; 253p + ann
- AIDOU A.** (1989) "Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaises (Algérie) : Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales". Thèse Doc es Science ; USTHB. Alger ; 240p + ann
- AIDOU A. et AIDOU F.** (1988) "Apport du diagnostic phytoécologique dans l'évaluation des ressources végétales : Base de l'aménagement en milieu steppique (cas du sud Oranais)". Coll. Aménagement du territoire (Tlemcen ; 1988).
- AIDOU A, DAHMANI M, DJEBAILI S. et KHELIFI H.** (1983) "Essai de synthèse écologique sur la végétation des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda (Algérie)". Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.
- AIDOU A. et NEDJRAOUI D.** (1983) "Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du sud Oranais : Productivité et valeurs pastorales des parcours". 1^o coll. biol. Alger 16p (ronéo).
- ALCARAZ Cl.** (1982) "La végétation de l'ouest Algérien" Thèse Doc d'état ; Université Perpignan ; 415p
- ALI-HAIMOUD A.** (1982) "Contribution à l'étude des sols alfatiers : Fixation d'azote assymbiotique, effet du paillage sur cette activité". Thèse Magister ; USTHB. Alger ; 112p
- ALI-HAIMOUD A, DJELLALI N. et BOUNAGA Dj.** (1983) "Contribution à l'étude microbiologique des sols à alfa (*Stipa tenacissima*)". Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. N^o13, (hors-série).
- AMAROUCHE N.** (1988) "Contribution à l'étude phytoécologique et pastorale de quelques faciès présahariens du sud Algérois". D.E.S. USTHB. Alger ; 67p
- ANGOT A.** (1914) " Jour de pluie". Ann. Bur. Cent. Météorologie. Fr. Paris. 1-128p
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H.** (1953) "Saison sèche et indice xérothermique". Doc Cartes Product Vegt, sér. Généralités, 3(1), 47p + carte. Toulouse.

BARBOUR M. G. (1981) "Plant-plant interactions. In: Arid land ecosystems. Vol 2 (Ed DW. Goodall ; R A PERRY) ; Cambridge. Univ. Press

BARRALIS G. (1976) "Méthodes d'étude des groupements adventices des cultures annuelles ; application à la côte d'Or". V^{ème} Colloque International sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes. Dijon 1976 ; 59-68p

BEDRANI S. (1983) " La steppe Algérienne" Communication. Séminaire. Nationale sur le pastoralisme

BENABDELLI K. (1983) "Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoogène sur la végétation dans la région du Telagh (Algérie)". Thèse 3^ocycle ; 186p

BENSALEM K. (1982) "Contribution à l'étude du genre *Scorpiurus* en Algérie". Thèse Ingénieur ; I.N.A. Alger ; 1-37p

BENSID T. (1990) "Structures spatiales et interférences entre individus dans deux populations d'alfa (*Stipa tenacissima*) et d'armoïse (*Artemisia herba-alba*) vivant dans les hautes plaines steppiques de Tlemcen (Algérie)". Thèse Magister. Tlemcen ; 140p + ann

BENZEKRI J. P. et coll (1973) "L'analyse des données". Dunod. Paris. Tome 2 ; 619p

BOUDY P. (1950) "Economie forestière Nord-Africaine". Fascicule 2, livre III, monographie et traitement de l'alfa. 773-818p

BOUKHOBZA M. (1977) "Nomadisme et crise de la société pastorale en Algérie". Colloque Marseille.

BOUKHOBZA M. (1982) "L'agropastoralisme traditionnel en Algérie". O.P.U. Algérie 458p.

BOUKLI H. (1991) "Variations spatio-temporelles des peuplements d'insectes attaquant l'alfa". Thèse Magister. Tlemcen (sous presse).

BOURAHLA A. et GUITTONNEAU G.G. (1978) "Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification". Bull.Inst.Ecol.Appl. Orléans. 1, 19-40p

BOUZENOUNE A. (1984) "Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud Oranais". Thèse 3^ocycle.USTHB. Alger ; 225p + ann

CELLES J.C. (1975) "Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie)". Thèse Doc. Univ Nice ; 364p + ann

CHADLI R. (1990) "Contribution à l'étude du sparte (*Lygeum spartum*) : Germination, croissance des feuilles et structure pariétale ; essai d'obtention de pâte papetière à partir des fibres foliaire". Thèse Magister. Oran ; 95p + Ann

- CHAUMONT M. et PAQUIN C.** (1971) "Carte pluviométrique d'Algérie au 1/500 000". Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Alger ; 24p
- CHELLIG R.** (1978) "Communication sur les pâturages steppiques". Alger.
- CLAUDIN D, LEHOUEIROU H.N. et HAY WOOD M.** (1975) "Etude phytoécologique du Hodna (Algérie)". Projet F.A.O. Rome, 154p + cartes
- CORDIER B.** (1965) "Sur l'analyse factorielle des correspondances". Thèse spécialité. Univ Rennes ; 66p
- COUDERC R.** (1978) "Hautes steppes sud Oranais" Thèse 3^o cycle. Montpellier
- DAGET Ph.** (1980) "Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). In : Recherches d'écologie théorique : Les stratégies adaptatives (Ed. BARBAULT R, BLANDINI P. et MEYER J.A.), Maloine. Paris ; 89- 114p.
- DAGNELIE P.** (1975) "Théories et méthodes statistiques". Tome 1; Ed Duculot. Gembloux; 378p.
- DEBRACH J.** (1953) "Notes sur les climats du Maroc occidental". Thèse.
- DELAHAYE R.E.** (1980) "Guide pastorale : Informations et directives à l'usage des arrondissements forestiers, à propos des aménagements pastoraux et des cultures d'appointes, fourrage à utiliser dans les différentes conditions écologiques rencontrées dans le pays (Tunisie)". Projet *PNUD/FAO/TUN/77/007*. 140p
- DJEBAILI S.** (1970) "Etude phytoécologique des parcours de Tadmit". Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 61 (3-4)
- DJEBAILI S.** (1978) "Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien Algériens". Thèse. Doc. Univ. Sc. Tech. Languedoc. Montpellier, 229p + ann
- DJELLALI N.** (1981) "Contribution à l'étude microbiologique des sols à alfa (*Stipa tenacissima* L). Thèse Magister. USTHB. Alger ; 104p
- DJELLALI N, BILLES G, BOUNAGA N, LOSSAINT P.** (1985) "Etude de l'activité biologique des sols de la steppe à alfa d'Algérie. Minéralisation du carbone et de l'azote" Oecol. Plant, 6 (20)
- DRAZ O.** (1983) "Conservation et mise en valeur des terrains de parcours". Revue mondiale de zootechnie. N°47. Sept 1983
- DUTHILL J.** (1976) "Intérêt agronomique des légumineuses". Fourrages, (68), 3-25

- EL HAMROUNI A.** (1978) "Etude phytoécologique et problème d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep dans la région de Kasserine (Tunisie centrale)". Thèse Doc Spécialité. Marseille III. 106p + ann
- EMBERGER L.** (1930) "La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux". Revue. Gen. Bot, 42
- EMBERGER L.** (1939) "Aperçu général sur la végétation du Maroc". Mem Soc Hist Nat Maroc, hors-série, 1-117.
- EMBERGER L.** (1952) "Sur le quotient pluviothermique". C.R.Acad.Sci. 234pp 2508-2511.
- ESTEVE J.** (1978) "Les méthodes d'ordination : Eléments pour une discussion". In biométrie et écologie, Ed Soc de biométrie INRA, Versailles 224-250p
- FLORET C.** (1983) "Etude de cas sur la désertification". Document élaboré par l'UNESCO-PNUD-PNUE.
- FLORET C, LEFLOC'H E, PONTANIER R. et ROMANE F.** (1977) "L'étude de cas de désertification. Région d'Oglat Merteba, Tunisie". Extrait. Doc. A/CONF 74/12, Conf. Nations Unies sur la désertification, Nairobi.
- FLORET C. et PONTANIER R.** (1982) "L'aridité en Tunisie présaharienne : Climat, sol, végétation et aménagement". Thèse Doctorat Univ Sci Tech Languedoc. Montpellier, 580p
- GHRAB S.** (1981) "Etude de la variabilité écophénologique de l'alfa en Tunisie centrale". Thèse Docteur Ingénieur, Univ Aix Marseille, 135p
- GREIG-SMITH** (1952) "The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of the plant communities". Ann. Bot. N.S. 16, 293-316
- HADJAJ D.** (1986) "Eléments de réflexion pour un plan d'action en matière de lutte contre la désertification". Semi. Intern. sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. Tébessa.
- HARCHE M.** (1978) "Contribution à l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima* L) d'Algérie : Germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres" Thèse 3^ocycle. Univ Sci Tech Lille, 78p
- HARPER J.L.** (1977) "Population biology of plant". Acad. Press. London 892p
- HILL H.O.** (1974) "Correspondance analysis: a neglected multivariate method". Appl. Statist. 23 N^o3, 304-354.
- IVINS I. D.** 1952. The relative palatability of herbage plants. J. Br. Grassl. Soc.7 : 43-54.
- KACHAROV D.N et KOROVINE E.P.** (1942) "La vie dans les déserts". Ed française par Th Monod ; Payot, Paris, 361p

KADIK B. (1986) "Les méthodes de régénération de l'alfa (*Stipa tenacissima*. L)". Séminaire sur l'alfa, 26 p.

KADIK B, BERBAR-BENAHMED et GOUSSANEM (1984) "Rapport sur l'alfa en Algérie". CNERF.80p + annexes.

KHELLIL A. (1984) "Bio écologie de la faune alfatière dans la région steppique de Tlemcen". Thèse Magister. I.N.A. Alger 79p

KHELLIL A. (1988) "Etude préliminaire de la distribution spatiale et temporelle de quelques groupes d'invertébrés récoltés sur l'alfa (*Stipa tenacissima*. L.) dans la région steppique de Tlemcen (Algérie)". Semi. Magrébin sur l'aménagement du territoire.

KUHNHOLTZ-LORDAT (1938) "La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée". Ed maison carrée, Nimes 361p

LAUMONT P. et BERBIGIER A. (1953) "L'alfa et l'expérimentation alfatière en Algérie". Extrait. Bull. Soc. des agriculteurs d'Algérie.

LEHOUEIROU H.N. (1959) "Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale". Tome 2. 229p

LEHOUEIROU H.N. (1969) "La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, Lybie et Maroc)". Ann. Inst. Natl. Agron. Tunis, 42(5), 624p

LEHOUEIROU H.N. (1971) "Les bases écologiques de l'amélioration fourragères et pastorales en Algérie". F.A.O, 58p multigr

LEHOUEIROU H.N. (1985) "La régénération des steppes Algériennes". Rapport de mission, de consultation et d'évaluation. 42p

LEHOUEIROU H.N et IONESCO T. (1973) "Appétabilité des espèces végétales de la Tunisie steppique". Doc. Trav. Prog. F.A.O./TUN/71. 525, 68p (ronéo)

LEHOUEIROU H.N, CLAUDIN J et POUGET M. (1977) "Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec une carte bioclimatique à 1/1000 000)". Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, tome 68, fascicule.3 et 4.

LEHOUEIROU H.N, CLAUDIN J et POUGET M. (1979) "Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec une carte bioclimatique à 1/1000 000)". Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 33-74

LEMEE G. (1978) "Précis d'écologie végétale". Ed Masson, Paris, 285p

LOISEAU P, BECHET G. (1975). Implications agronomiques par la sélection exercée par les ovins sur les constituants d'une végétation pâturée. *Ann Agron* ; 26 : 289-307.

LONG G. (1964) "Possibilités d'utilisation de la garrigue par le mouton". Journées CETA étude N°982 ; 6p

- MARION J.** (1956) "Remarques sur le classement et la mise en valeur des nappes alfatières". Ann. Rech. Forest. *Marocaine* pp.107-127. Tome 4, fascicule 1
- MAZLIAK P.** (1982) "Croissance et développement végétale. Physiologie". Tome 2, Ed Hermann, Paris, 465p
- MEDWEKA-KORNAS A.** (1971) "Plant litter. In: Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow (Ed J PHILLIPSON).
- MEHADADI Z.** (1991) "Contribution à l'étude du méristème végétatif de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.)". Thèse Magister. Tlemcen (sous presse)
- MELZI S.** (1986) "Approche phytoécologique du processus de la désertification dans un secteur présaharien. Messad. Djelfa". Thèse Magister. USTHB. Alger ; 133p
- MEZIANI S.A.** (1978) "Contribution à l'étude phytoécologique de la zone steppique de l'Est Algérien (Wilaya de Tébessa) évolution de la nappe alfatière". Thèse Magister. I.N.A. Alger, 148p
- MEZIANI S.A, MALOS C et KHEBICHAT H.** (1982) "De nouvelles contributions à l'étude expérimentale sur la nappe alfatière dans la région de Djelfa (Algérie)". *Contribut II Botanica. cluj. Napoca.* 173-179p
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA REVOLUTION AGRAIRE** (1975). "La steppe Algérienne".
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE** (1984) " Situation et perspectives de développement de la steppe". 111p (juin/oct 1984),
- MONJAUZE A, FAUREL L et SCHOOTER G.** (1955) "Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional Algérois". *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* Alger 46 ; 206-230p
- OFFICE NATIONAL DES TRAVAUX FORESTIERS** (1984) "Evolution du secteur alfatière". Rapport inédit ; 15p
- OPPENHEIMER H.R.** (1951) "L'adaptation à la sécheresse : le xérophytisme. In : Echanges hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride." *Rech, Zone aride, UNESCO, Paris ;* 115-153p
- 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 (3-4).
- OZENDA P.** (1958) "Flore du Sahara septentrional et central". CNRS, Paris ; 490p
- OZENDA P.** (1964) "Biogéographie végétale". Ed DOIN Paris ; 374p
- POUGET M.** (1980) "Les relations sol-végétation dans les steppes sud Algéroises ». *Trav. DOC. ORSTOM.* 116, 555p

- QUEZEL P.** (1958) "Quelques aspects de la dégradation du paysage végétal au Sahara et en Afrique du nord". Union national pour la conservation de la nature (compte rendu), 7^{ème} réunion technique, Athènes.
- QUEZEL P.** (1979) "Matorrals méditerranéens et Chaparrals californiens. Quelques aspects comparatifs de leurs dynamique, de leur structure et de leur signification écologique". Ann. Sci. Forest. 36. 1
- QUEZEL P et SANTA S. (1962-1963)** "Nouvelles flores de l'Algérie et des régions désertiques méridionales". Vol 1, 2. CNRS. Paris, 1170p
- RAUNKIAER C.** (1934) "The life forms of plant and statistical plant geography". Press Clarendon, OXFORD ; 648p
- SAHLI Z.** (1983) "L'élevage pastoral, technique d'avenir". Communication séminaire nationale sur le pastoralisme.
- SAUVAGE Ch.** (1961) "Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc". Trav. Inst. Sci. Chérifien. Rabat. Ser bot 21
- SELTZER P.** (1946) "Le climat de l'Algérie". Carbonel. Alger ; 219p
- STEWART Ph.** (1968) " Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique : Quelques réflexions". Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Alger. 59. 23-36
- TINTHOIN** (1948) "Les aspects physiques du tell Oranais". Thèse Doc es lettres. Fouque. Oran ; 638p
- TOMAZELLI** (1976) "La dégradation du maquis méditerranéen". Projet MAB-2
- TOURRIER et VINCO** (1977) "Enquête sur l'utilisation des pâturages". Polycop. I.N.A. Alger
- TRABUT L.** (1889) "Etude sur l'Halfa". Jordan. Alger; 90p
- WATKINSON** (1975) "The population biology of a dune annual, *vulpia membranaceae*". Thèse PhD. Univ. Wales
- WENT F.W.** (1974) "Germination and seedling behavior of desert plants". In arid land ecosystems. Vol 1. Press Grande Bretagne.
- WEST N.E.** (1975) "Formation, distribution and function of plant litter in desert ecosystems". In arid land ecosystems. Vol 1.
- ZIANI P,** (1971) "Aménagement et améliorations pastorales des forêts et des terrains de parcours dans les Aurès (Algérie)". Rapport F.A.O.
- ZOHARY M.** (1962) "Plant life of Palestine" Press Ronald Co N Y, 262 p.

ANNEXES

ANNEXE-1

LISTE FLORISTIQUE

La légende utilisée dans le tableau floristique est la suivante :

I. Types biologiques (T.B)

Ch : Chamaephyte

H : Hémicryptophyte

Ph : Phanérophyte

Th : Thérophyte

II. Types morphologiques (T.M)

H.A: Herbacée annuelle

H.V: Herbacée vivace

L.V: Ligneux vivace

III. Éléments biogéographiques (E.B)

MED Méditerranéen

IBERO-MAUR Ibéro-mauritanien

END Endémique

PALEO-TEMP Paléo-tempéré

COSMOP Cosmopolite

EURAS Eurasiatique

EUROP Européen

AS Asiatique

N.A Nord atlantique

SAH Saharien

SIND Sindien

PALEO.SUB.TROP Paléo subtropical

IRAN.TOUR Iran touranéen

ATL Atlantique

SEPT Septentrional

Taxa	T.B	T.M	E.B	Appétibilité
1.APIACEAE				
<i>Brachiapium dichotomum</i>	Th	H.A	MED	+
<i>Bupleurum oligactis</i>	H	L.V	END NA	+
<i>Bupleurum s-compositum</i>	Th	H.A	MED	+
<i>Eryngium campestre</i>	H	L.V	EUR MED	
<i>Thapsia garganica</i>	Ch	L.V	MED	
2.BORRAGINACEAE				
<i>Echium pycnanthum</i>	H	H.A	MED SAH	+
<i>Nonnea vesicaria</i>	Th	H.A	MED	
3.CARYOPHYLLACEAE				
<i>Gypsophylla sp</i>	Th	H.A		
<i>Herniaria hirsuta</i>	Th	H.V	PALEO TEMP	+
<i>Paronychia argentea</i>	Ch	H.A	MED	+
4.CHENOPODIACEAE				
<i>Noaea mucronata</i>	Ch	L.V	MED IRAN TOUR	+
5.CISTACEAE				
<i>Fumana thymifolia</i>	Ch	L.V	EURAS AFR SEPT	+
<i>Helianthemum cinereum</i>	Ch	L.V	EURAS NA	+
<i>Helianthemum hirtum</i>	Ch	L.V	NA	+
<i>Helianthemum pilosum</i>	Ch	L.V	MED	+
6.COMPOSITAE				
<i>Achillea leptophylla</i>	Th	H.A	MED	
<i>Anacyclis clavatus</i>	Th	H.A	EURAS MED	
<i>Artemisia herba-alba</i>	Ch	L.V	MED	+
<i>Atractylis cancellata</i>	Th	H.A	CIRCUM MED	+
<i>Atractylis humilis</i>	Ch	L.V	IBERO MAUR	+
<i>Bellis annua</i>	Th	H.A	CIRCUM ?ED	+
<i>Calendula aegyptiaca</i>	Th	H.A	MED	+
<i>Carthamus pectinatus</i>	H	H.V		
<i>Centaurea sp</i>		H.A		
<i>Centaurea tenuifolia</i>	Th	H.V	IBERO MAUR	
<i>Evax pygmaea</i>	Th	H.A	MED	+
<i>Hippocrepis sp</i>		H.A		
<i>Leuzea conifera</i>	Th	H.V	MED	
<i>Pallenis spinosa</i>	Th	H.V	EUR MED	+
<i>Rhaponticum acaule</i>	Th	H.V	NA	+
<i>Sonchus oleraceus</i>	H	H.A	COSMOP	+
<i>Trapogon porrifolius</i>	Th	H.A	MED	
<i>Xeranthemum inapertum</i>	Th	H.A	EURAS NA	+
7.CRASSULACEAE				
<i>Sedum sediforme</i>	H	H.V	MED	+

Taxa	T.B	T.M	E.B	Appétibilité
8.CRUCIFERAE				
<i>Alyssum linifolium</i>	Th	H.A	MED.IRAN.TOUR	+
<i>Alyssum scutegerum</i>	Th	H.A	END.N.A	+
<i>Malcomia aegyptiaca</i>	Th	H.A	SAH.SIND.SUB.TROP	
<i>Sinapus alba</i>	Th	H.A	PALEO.TEMP	+
9.CUPRESSACEAE				
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Ph	L.V	CIRCUM.MED	
10.DIPSACEAE				
<i>Scabiosa stellata</i>	Th	H.A	MED	+
11.EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia falcata</i>	Th	H.A	MED.AS	+
12.FAGACEAE				
<i>Quercus ilex</i>	Ph	L.V	MED	+
13.GERANIACEAE				
<i>Erodium cicutarium</i>	Th	H.A	MED	+
14.GLOBULARIACEAE				
<i>Globularia alypum</i>	Ch	L.V	MED	
15.IRIDACEAE				
<i>Iris planifolia</i>	Th	H.V	MED	
16.LABIACEAE				
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	H	L.V	MED	+
<i>Teucrium polium</i>	Ch	L.V	EUR.MED	+
<i>Teucrium p/chamaepituis</i>	Th	H.A	MED	
<i>Thymus ciliatus</i>	Ch	L.V	END	+
<i>Zizyphora hispanica</i>	Th	H.A	IBERO.MAUR	+
17.LEGUMINOSEAE				
<i>Astragalus baeticus</i>	Th	H.A	MED	+
<i>Medicago minima</i>	Th	H.A	EUR.MED	+
<i>Onobrychis argentea</i>	Th	H.V	IBERO.MAUR	+
<i>Ononis natrix</i>	Ch	L.V	MED	+
18.LILIACEAE				
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Th	H.V	MED	+
<i>Colchicum cupini</i>	Th	H.V	MED	
<i>Gagea sp</i>		H.V		
<i>Tulipa sylvestris</i>	Th	H.V	EUR.MED	
19.LINACEAE				
<i>Linaria simplex</i>	Th	H.A	MED	
<i>Linum strictum</i>	Th	H.A	MED	
20.MALVACEAE				
<i>Malva aegyptiaca</i>	Th	H.A	SAH.SIND.MED	+
21.PLANTAGINACEA				
<i>Plantago albicans</i>	Th	H.A	MED	+

Taxa	T.B	T.M	E.B	Appétibilité
22.PLUMBAGINACEAE				
<i>Limonium echioïdes</i>	Th	H.A	MED	+
23.POACEAE				
<i>Bromus rubens</i>	Th	H.A	PALEO.SUB.TROP	+
<i>Bromus secalinus</i>	H	H.A	CIRCUM.BOREAL	+
<i>Dactylis glomerata</i>	H	H.V	PALEO.TEMP	+
<i>Echinaria capitata</i>	Th	H.A	ATL.MED	+
<i>Koeleria valeziana</i>	Th	H.V	.EUROP	+
<i>Lygeum spartum</i>	H	L.V	MED	+
<i>Stipa lagascae</i>	H	L.V	MED	+
<i>Stipa tenacissima</i>	H	L.V	IBERO.MAUR	+
24.RENONCULACEAE				
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	Th	H.A	MED. IRAN. TOUR	+
<i>Delphinium peregrinum</i>	Th	H.A	MED	
25.RESEDACEAE				
<i>Reseda alba</i>	Th	H.A	EURAS	
26.RUBIACEAE				
<i>Galium tunetanum</i>	Th	H.A	END.N.A	
27.SCROFULARIACEAE				
<i>Annarhinum fruticosum</i>	Ch	L.V	N.A	
28.THYMELAEACEAE				
<i>Thymelaea nitida</i>	H	L.V	IBERO.MAUR	+
<i>Thymelaea sp</i>		L.V		

ANNEXE-2

RELEVES TYPES MOYENS DE VEGETATION**Année d'échantillonnage :1988**

GENRES ESPECES	ISi	RTM1				RTM2				RTM3			
		P		NP		P		NP		P		NP	
		D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
<i>Helinathemum cinereum</i>	6	0.3	1	1.8	2	4.5	3	3	3	2.2	2	1.7	2
<i>Annarhinum fruticosum</i>	0	1.5	2					0.2	1	0.7	1		
<i>Fumana thymifolia</i>	6	0.5	1			1.3	2	0.4	1	0.2	1	3	3
<i>Bromus scalinus</i>	6	1	1										
<i>Helianthemum pilosum</i>	5	1	1	2.5	3	0.8	1	1.2	2			1.2	2
<i>Atractylis humilis</i>	2	0.3	1			1	1					0.3	1
<i>Onobrychis argentea</i>	5	0.2	1	1.3	2			0.4	1	0.8	1	1	2
<i>Carthamus pectinatus</i>	0	0.2	1			0.5	1	0.2	1			0.2	1
<i>Bupleurum oligactis</i>	2	0.2	1			0.4	1					0.7	1
<i>Centaurea tenuifolia</i>	0	0.2	1							0.2	1	0.3	1
<i>Artemisia herba-alba</i>	7			0.5	1							0.2	1
<i>Thapsia garganica</i>	0			0.2	1								
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	4			0.5	1	0.4	1			0.5	1	0.2	1
<i>Alyssum linifolium</i>	5					0.4	1	0.2	1			0.2	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	6					0.4	1						
<i>Bromus rubens</i>	6					7.2	3	2.5	3	3	3	7.7	3
<i>Scabiosa stellata</i>	4					0.4	1	0.2	1			0.3	1
<i>Thymelaea nitida</i>	1					1	1						
<i>Achillea leptophylla</i>	0					0.2	1					1.3	2
<i>Evax pygmaea</i>	3					1	1	2.2	2				
<i>Malva aegyptiaca</i>	5							0.2	1	4.2	3		
<i>Erodium cicutarium</i>	5							1.2	2	0.2	1		
<i>Koeleria valleziana</i>	6							0.4	1			1.2	2
<i>Atractylis cancellata</i>	3					2.8	3						
<i>Ononis natrix</i>	5							0.2	1	0.2	1	0.2	1
<i>Echium pycnanthum</i>	3											0.2	1
<i>Xeranthemum inapertum</i>	6											0.2	1
<i>Dactylis glomerata</i>	9									1	1	0.2	1
<i>Eryngium campestre</i>	0									0.5	1		
<i>Limonium echioïdes</i>	2									0.5	1		
<i>Paronychia argentea</i>	3									0.2	1		

ANNEXE - 2

RELEVES TYPES MOYENS DE VEGETATION (Année :1989)

		RTM ₁				RTM ₂				RTM ₃				RTM ₄			
		P		NP		P		NP		P		NP		P		NP	
		D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
<i>Alyssum scutegerum</i>	5	2	2	.8	1	2.5	2			4.	3	1.7	2	12	3	.5	1
<i>Bupleurum s/compositum</i>	2	.8	1	5.8	3	28	4			16	3	2.5	2	26	4	1.	2
<i>Euphorbia falcata</i>	2	3.7	3	2.3	2	2.8	2	4.5	3	.8	1	1.7	2				
<i>Hordeum murinum</i>	5	28.	4	12.	3	21.	4	3.8	3	22.	4	12.	3	23	4	.3	1
<i>Zizyphora hispanica</i>	4	4.5	3	4.7	3	3.7	3	3.2	3	8.8	3	2.2	2	.8	1	.8	1
<i>Delphinium peregrinum</i>	0	2.5	3					.8	1								
<i>Avena bromoïdes</i>	6	.3	1														
<i>Echinaria capitata</i>	6	1.7	2	6.7	3	22	4			8.3	3	25.	4	2.	2	.8	1
<i>Sinapus alba</i>	5			.5	1			.7	1						.3	1.	2
<i>Leuzea conifera</i>	0					.5	1										
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3							.3	1								
<i>Linum-strictum</i>	0							1.3	2	.8	1	.2	1				

NB : Les relevés sont effectués dans des surfaces échantillons de 4 m² ; les densités (**D**) sont exprimées en degrés de Barralis (**B**).

ANNEXE-3

DENSITE DES ESPECES VEGETALES PAR MOIS ET PAR ZONE.

transect n° 1 (Année: 1988-1989)

ESPECES	ZONE PAILLEE				ZONE NON PAILLEE			
	Mai	Juin	Juillet	Aout	Mai	Juin	Juillet	Aout
<i>Evax pygmaea</i>	3.7	4			0.4			
	3	3			1			
<i>Echinaria capitata</i>	8.8	0.4			1.4	0.9		
	3	1			2	1		
<i>Zizyphora hispanica</i>	2	0.8			1.4	0.4		
	2	1			2	1		
<i>Alyssum scutegerum</i>	0.7	0.5			4.4	1.1		
	1	1			3	1		
<i>Alyssum linifolium</i>	9.3				5.7			
	3				3			
<i>Bellis annua</i>	2.3	0.3			0.1			
	2	1			1			
<i>Euphorbia falcata</i>	2.8	3.2	0.8	0.1	2.1	0.2		
	2	3	1	1	2	1		
<i>Hordeum murinum</i>	14.	16.	0.1		0.8	0.1		
	3	3	1		1	1		
<i>Iscabiosa stellata</i>	0.1	0.1			0.1			
	1	1			1			
<i>Xeranthemum inapertum</i>	1.4	1.4			0.4	0.5		
	1	1			1	1		
<i>Sonchus oleraceus</i>	0.1	0.2			0.1			
	1	1			1			
<i>Bupleurum s/compositum</i>	0.8	1.7			2.6	2.1		
	1	1			2	2		
<i>Limonium echioïdes</i>		1.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1
		2	1	1	1	1	1	1
<i>Bromus rubens</i>	1.8				0.1			
	2				1			
<i>Dactylis glomerata</i>	0.1				0.1			
	1				1			
<i>Atractylis cancellata</i>	0.3	0.4			0.1			
	1	1			1			
<i>Sinapus alba</i>	0.1				0.6			
	1				1			
<i>Astragalus baeticus</i>	0.1				0.1			
	1				1			
<i>Helianthemum cinereum</i>	0.7	0.6	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carthamus pectinatus</i>		0.3	0.1	0.1	0.5	0.9	0.1	
		1	1	1	1	1	1	

ANNEXE-3

DENSITE DES ESPECES VEGETALES PAR MOIS ET PAR ZONE

transect 2 (Année: 1988-1989)

ESPECES	ZONE PAILLEE				ZONE NON PAILLEE			
	Mai	Juin	Juillet	Aout	Mai	Juin	Juillet	Aout
<i>Asphodelus microcarpus</i>	0.8	0.1	0.1		0.2	0.1		
	1	1	1		1	1		
<i>Evax pygmaea</i>	2.5	2.3			4	0.6		
	2	2			3	1		
<i>Echinaria capitata</i>	2.2				6	1.9		
	2				3	2		
<i>Zizyphora hispanica</i>	6.2	1.2			3.2	.8		
	3	2	1		3	1		
<i>Alyssum scutegerum</i>	0.8	0.1				0.1		
	1	1				1		
<i>Alyssum linifolium</i>	7.7				1.3			
	3				2			
<i>Bellis annua</i>	2.8	0.1			2	0.1		
	2	1			2	1		
<i>Euphorbia falcata</i>	1.7	1.2	0.1	0.1	3.9	2.1	0.8	0.1
	2	2	1	1	3	2	1	1
<i>Hordeum murinum</i>	1.8	0.1			7.3	1.4		
	2	1			3	2		
<i>Achillea leptophylla</i>	0.3	0.2	0.1			0.1		
	1	1	1			1		
<i>Xeranthemum inapertum</i>	1.2	0.7			1.4	1.1		
	2	1			2	2		
<i>Sonchus oleraceus</i>	0.2	0.1			0.1			
	1	1			1			
<i>Bupleurum s/compositum</i>	4	2.1			5.1	6		
	3	2			3	3		
<i>Malva aegyptiaca</i>	0.2	0.1			0.1	0.1		
	1	1			1	1		
<i>Bromus secalinus</i>	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1			
	1	1	1	1	1			
<i>Dactylis glomerata</i>		0.1	0.1		0.5	0.3	0.1	0.1
		1	1		1	1	1	1
<i>Atractylis cancellata</i>		0.1				0.1		
		1				1		
<i>Sinapis alba</i>	0.5	0.4			1.7			
	1	1			2			
<i>Helianthemum cinerum</i>	1.2	0.6	1.3	0.7	0.8	0.6	0.5	0.4
	2	1	2	1	1	1	1	1
<i>Bupleurum oligactis</i>		0.1	0.2			0.1	0.1	
		1	1			1	1	

ANNEXE 4

**HAUTEUR ET BIOMASSE FOLIAIRE (VERTE ET SECHE « FATRAS »
DE L'ALFA (*Stipa tenacissima* L.) (Quantification par m²)**

N°	HAUTEUR (cm)	FATRAS (gr)	BIOMASSE VERTE (gr)
01			
02			
03	43	23.2	49.3
04	59	216.5	30.9
05	32	78.5	15.1
06	62	320.3	34.3
07	64	399.4	48.3
08	58	266.1	94
09	76	445.1	106
10	74	416.1	74.3
11	60	640.8	33.6
12	40	120.8	49.9
13	58	659.9	103.3
14	64	214.7	84.2
15	63	69.6	29.1
16	72	408.1	75.8
17	45	140.1	7.7
18	66	255.6	34.3
19	57	311.5	65.1
20	63	204.7	56.1
21	74	466.1	27.3
22	48	455.9	23.9
23	51	447.1	35.4
24	64	513.2	117.5
25	48	214.7	49.6
26	57	565.2	127.4
27	67	791.6	50.1
28	56	325.4	46.2
29	53	398.4	82.3
30	48	737.5	50.9
31	63	395.4	120.7
32	61	366.9	108.3
33	56	612.4	129.5
34			
35	62	471.1	64.3
36	53	434.4	44.8
37	54	189.9	53.4
38	62	364.8	50.5
39			
40	58	210.7	52.8
41	60	682.6	98.4
42	48	496.1	30.4
43	58	413.6	15.5
44	67	492.6	59.4
45	60	671.7	71.8
46	64	453.4	49.9
47	61	166.3	57.1
48	63	1047.9	52.5
49	58	557.1	105.6
50	50	599.1	62.5

ANNEXE-5

BIOMASSE FOLIAIRE DE L'ALFA

PLACETTE N°1

N° TOUFFES	VOLUME (cm ³)	FATRAS (gr)	BIOMASSE VERTE (gr)
01	196.4	673	197
02	314	1144	269
03	<188.5	613	95
04	125.3	356	92
05	59.8	375	81
06	55.4	405	109
07	45.5	419	114
08	107.5	570	104
09	67.8	324	77
10	126.7	480	126
11	84.8	219	146
12	52.4	122	63
13	6.5	176	58
14	73.9	345	56
15	8.2	308	77
16	36.4	220	36
17	9.2	337	37
18	113.7	330	124
19	45	210	42
20	42.9	249	30
21	738.5	1040	251
22	212.5	560	93
23	135.6	330	86
24	131.9	580	105
25	10.5	350	56
26	523.9	660	233
27	587.8	680	243
28	115.6	120	69
29	76	210	36
30	301.4	610	153

ANNEXE-5

BIOMASSE FOLIAIRE DE L'ALFA

PLACETTE N°2

N° TOUFFES	VOLUME (cm ³)	FATRAS (gr)	BIOMASSE VERTE (gr)
01	101.3	465	260
02	48.4	169	131
03	83.7	230	124
04	78.8	364	111
05	42.4	238	72
06	106.6	305	259
07	163.4	313	620
08	56.8	133	149
09	11.3	391	199
10	78.8	230	192
11	371.8	900	59
12	274.3	341	79
13	21.4	214	91
14	557.7	632	186
15	162.7	212	104
16	55.1	720	203
17	337.7	568	165
18	217.6	454	138
19	181.7	213	128
20	158.5	231	76
21	334.1	232	177
22	427.3	397	145
23	194.7	209	110
24	213.5	269	107
25	259.1	155	187
26	208.9	349	157
27	106.8	107	103
28	144.7	138	135
29	88.9	157	117
30	19.5	107	206