

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

Année : 2021



N° d'enregistrement :

/...../...../...../...../

THESE

**pour l'obtention du Diplôme de Doctorat es-Sciences
en Sciences Agronomiques.**

**Etude floristique et nutritive, spatiotemporelles, des
principales plantes vivaces des parcours steppiques,
naturels et aménagés, de la région de Laghouat**

Présentée et soutenue publiquement
par :

Mme. AMRANI Ouarda

le 03/01/ 2021

Devant le jury composé de :

Dr. SENOUSSE A/Hakim
Dr. CHEHMA A/Madjid
Dr. KARROUM Samira
Dr. KOUADRI Mohamed
Dr. MEZIANI Toufik
Dr. SALHI Nesrine

Pr
Pr
M. Rech.
Pr
Pr
Pr.

U.K.M.Ouargla
U.K.M.Ouargla
CRSTRA Biskra
U.A.T. Laghouat
Univ Batna 1
U.K.M.Ouargla

Président
Directeur de Thèse
Rapporteur
Rapporteur
Rapporteur
Rapporteur

Remerciment

Louange à Allah, seigneur de l'univers, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a inspiré et comblé de bienfaits, je lui rends grâce.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier sincèrement tous ceux qui m'ont aidé dans sa réalisation et ceux qui ont bien voulu le juger.

Je m'en fais un agréable devoir d'exprimer ma profonde reconnaissance à Mr CHEHMA Abdelmadjid, Professeur à l'université de Kasdi Merbeh Ouargla, pour avoir accepté de diriger ce travail depuis sa conception jusqu'à son aboutissement et ce, malgré ses multiples obligations, qu'il soit assuré de toute ma reconnaissance et mon respect.

Je remercie Mr SENOUSSI Abdelhakim, Professeur à l'université de Kasdi Merbeh Ouargla, je lui rends hommage pour avoir accepté de présider mon jury.

Je remercie Mme SALHI Nesrine, Professeur à l'université de Kasdi Merbeh Ouargla, Mr MEZIANE Toufik, Professeur à l'Université de Batna, Mr KOUIDRI Mohammed, Professeur à l'université de Laghouat et Mme KAROUNE Samira, Maitre de recherche "A" à CRSTRA Biskra pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant d'examiner, d'évaluer et de juger mon travail.

Je remercie infiniment le Professeur Abdelmadjid CHEHMA directeur du laboratoire de recherche, "*Bioressources sahariennes. Préservation et Valorisation*", ainsi que tout son personnel technique, pour les aides et les facilités qu'ils m'ont octroyés pour la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier tout le personnel du HCDS (Haut Commissariat au développement de la steppe) pour leur soutien logistique, leur disponibilité et leur orientation. Je remercie particulièrement monsieur le Haut Commissaire et Mr Halouane, Mr Beza et Mme Kouriche. Merci également à tous les gardiens des stations et les chauffeurs.

Je tiens également à remercier chaleureusement, toutes les personnes rencontrées durant mes campagnes d'échantillonnage à travers les communes de Laghouat, leur hospitalité et leur générosité ont contribué, de manière non négligeable, au bon déroulement de ce travail. Que Dieu tout-puissant vous garde.

A toute ma famille pour leur soutien moral dans les moments difficiles lors de la réalisation de ce travail.

Enfin, à tous ceux qui ont de près ou de loin participé à la réalisation de ce travail.

Merci

O. AMRANI

LISTE DES FIGURES

| Numéros | Titre | Page |
|---------|---|------|
| 1 | Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat | 5 |
| 2 | Carte des sols de la wilaya de Laghouat | 8 |
| 3 | Situation de la zone d'étude sur la carte des subdivisions phytogéographiques de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara | 9 |
| 4 | Evolution de la pluviosité moyenne annuelle des stations d'étude (2005-2014) | 13 |
| 5 | Régimes pluviométriques saisonniere | 16 |
| 6 | Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de deux stations climatiques de la wilaya de Laghouat (2005-2014) | 19 |
| 7 | Situation des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger (1955) | 22 |
| 8 | Carte de situation géographique des sites d'étude | 24 |
| 9 | Carte de situation géographique des stations d'études | 29 |
| 10 | Diversité spécifique des familles de la flore recensée | 43 |
| 11 | Nombre des espèces par famille au niveau des stations aménagées | 45 |
| 12 | Représentation des espèces pérennes sur le plan factoriel (F1, F2) | 47 |
| 13 | Représentation superposée des espèces pérennes et des stations, sur le plan factoriel (F1, F2) | 47 |
| 14 | Dendrogramme de la classification hiérarchique des espèces recensées dans les stations d'étude | 49 |
| 15 | Présentation de la répartition des espèces annuelles | 51 |
| 16 | Spectre biologique global de la flore recensée | 54 |
| 17 | Histogramme de Spectre biologique brut de la flore recensée des différentes stations aménagées et non aménagées | 54 |
| 18 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Sebgag | 55 |
| 19 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Sidi Makhlouf | 57 |
| 20 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Kser El hirane | 58 |
| 21 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Gueltet Sidi Saad | 59 |
| 22 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) d'El Houiata | 60 |
| 23 | Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Kser El Hirane | 61 |
| 24 | Spectres chorologiques global de la flore recensée | 63 |
| 25 | Histogramme de la variation spatiale des spectres chorologique bruts | 64 |
| 26 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Sebgag | 65 |
| 27 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Sidi Makhlouf | 66 |

| | | |
|----|--|-----|
| 28 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Kser Elhirane | 67 |
| 29 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Gueltet Sidi Saad | 68 |
| 30 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) d'El Houiata | 69 |
| 31 | Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Kser ElHirane | 70 |
| 32 | Recouvrement global de végétation des stations aménagées et non aménagées | 73 |
| 33 | Indices de diversité Shannon (H'), Equitabilité (E) des stations aménagées et non aménagées | 77 |
| 34 | Box plots de la composition chimique des plantes vivaces étudiées | 81 |
| 35 | Cercle des corrélations des variables (ACP sur la composition chimique des espèces vivaces étudiées) | 82 |
| 36 | Représentation superposée des espèces et de la composition chimique sur le plan 1-2 de l'ACP | 83 |
| 37 | Dendrogramme de classification des espèces en fonction de leur composition chimique | 83 |
| 38 | Composition chimiques des stations d'étude | 90 |
| 39 | Valeur énergétique des stations d'étude | 96 |
| 40 | Valeurs azotées des stations d'étude | 100 |
| 41 | Production moyenne de biomasse (en kg de MS / ha) des stations d'étude | 105 |
| 42 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Sebgag (a : aménagée, b non aménagée) | 106 |
| 43 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Sidi Makhoulouf (a : aménagée, b non aménagée) | 107 |
| 44 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) de la station de Kser El Hirane | 108 |
| 45 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Gueltet Sidi Saad (a : aménagée, b non aménagée) | 109 |
| 46 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations d'Elhouiata (a : aménagée, b non aménagée) | 110 |
| 47 | Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Kser El Hirane | 111 |
| 48 | Moyennes annuelles de la production énergétique en UFL/ha et UFV/ha des différentes stations étudiées | 121 |
| 49 | Variations temporelles de la production énergétique moyenne en UFL et UFV/ha | 122 |
| 50 | Production azotée moyenne annuelle des différents parcours étudiés | 132 |
| 51 | Variations temporelles de la production azotée moyenne | 132 |

LISTE DES TABLEAUX

| Numéros | Titre | Page |
|---------|--|------|
| 1 | Formations végétales de la wilayat de Laghouat | 10 |
| 2 | Les différentes formations forestières de la wilaya de Laghouat | 10 |
| 3 | Les différentes formations steppiques | 11 |
| 4 | Les autres formations de la wilaya de Laghouat | 11 |
| 5 | Caractéristique des stations météorologique de Laghouat et Aflou | 12 |
| 6 | Evolution des pluviosités moyennes annuelles de Laghouat et Aflou | 13 |
| 7 | Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des stations | 15 |
| 8 | Indice de De Martonne pour les zones d'étude | 18 |
| 9 | Durée des périodes sèches et le nombre de mois secs | 18 |
| 10 | Quotient pluviothermique d'Emberger et de Stewart | 20 |
| 11 | Quotient pluviothermique et étage Bioclimatique des deux stations Aflou et Laghouat pour les trois périodes | 21 |
| 12 | Les différentes cultures pratiquées dans la wilaya de Laghouat | 23 |
| 13 | Situation géographique des stations des différents parcours étudiés | 30 |
| 14 | Planning des sorties réalisées selon les saisons | 33 |
| 15 | Répartition des genres et des espèces par famille la flore recensée | 42 |
| 16 | Importance des familles dans les différentes stations d'étude | 44 |
| 17 | Richesse des stations aménagées et non aménagées | 46 |
| 18 | Richesse spécifique des stations aménagées par plantation et les parcours non aménagés | 46 |
| 19 | Richesse spécifique des stations aménagées par mise en défens et des stations non aménagés | 46 |
| 20 | Répartition temporelle de la richesse globale des parcours aménagés par plantation | 50 |
| 21 | Répartition temporelle de la richesse globale des parcours aménagés par Mise en défens | 73 |
| 22 | Taux de recouvrement global végétal des stations aménagées par plantation. | 74 |
| 23 | Taux de recouvrement global végétal des stations aménagement par mise en défens | 74 |
| 24 | Taux de recouvrement global végétal des stations étudiées | 79 |
| 25 | Coefficients de Jaccard pour les stations d'étude | 79 |
| 26 | Distances de Hamming entre les stations d'étude | 79 |
| 27 | Composition chimique moyenne annuelle en % de MS des espèces vivaces étudiées | 80 |
| 28 | Composition chimique saisonnière en % de MS des espèces vivaces des stations plantées et des stations libres analysées | 85 |
| 29 | Composition chimique saisonnière en % de MS des espèces vivaces des stations mise en défens et des stations libres analysées | 87 |
| 30 | Valeur énergétique des espèces vivaces | 93 |
| 31 | Valeur énergétique des espèces vivaces des stations plantées et des stations | |

| | | |
|----|---|-----|
| | libres (non aménagées) | 94 |
| 32 | Valeurs énergétiques des espèces vivaces des stations mise en défens et des stations libres | 95 |
| 33 | Résultats des moyennes annuelles des valeurs azotées des espèces vivaces étudiées | 97 |
| 34 | Valeurs azotées des espèces des stations plantées et des stations libres | 98 |
| 35 | Valeur azotée des espèces des stations mise en défens et stations libres | 99 |
| 36 | Production de la phytomasse des stations de Sebgag par espèce et par saison | 101 |
| 37 | Production de la phytomasse des stations de Sidi Makhlouf par espèce et par saison | 102 |
| 38 | Production de la phytomasse de la station de Kser Elhirane par espèce et par saison | 102 |
| 39 | Production de la phytomasse des stations de Gueltet Sidi Saad par espèce et par saison | 103 |
| 40 | Production de la phytomasse des stations d'Elhouiata par espèce et par saison | 103 |
| 41 | Production de la phytomasse des stations de Kser El Hirane par espèce et par saison | 104 |
| 42 | Production énergétique des stations de Sebgag | 113 |
| 43 | Production énergétique des stations de Sidi Makhlouf | 114 |
| 44 | Production énergétique des stations de Kser ElHirane | 116 |
| 45 | Production énergétique des stations de Gueltet Sidi Saad | 117 |
| 46 | Production énergétique des stations d'El Houaiata | 118 |
| 47 | Production énergétique des stations de Kser ElHirane | 120 |
| 48 | Production azoté des stations de Sebgag | 124 |
| 49 | Production énergétique des stations de Sidi Makhlouf | 125 |
| 50 | Production énergétique des stations de Kser ElHirane | 127 |
| 51 | Production énergétique des stations de Gueltet Sidi Saad | 128 |
| 52 | Production énergétique des stations d'El Houaiata | 129 |
| 53 | Production énergétique des stations de Kser ElHirane | 131 |
| 54 | Productivité primaire de biomasse, d'énergie et d'azote des différentes stations d'étude | 133 |
| 55 | Capacité de charge unité ovine potentielle des différentes stations étudiées | 135 |

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|----------|---|
| ACP : | Analyse en Composantes Principales |
| AFC : | Analyse Factorielle de Correspondances |
| AFNOR : | Association Française de Normalisation |
| CAH : | Classification Ascendante Hiérarchique |
| CBW : | Cellulose Brute de Weende |
| DPAT : | Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire. |
| dE : | Digestibilité de l'Energie |
| dMO : | Digestibilité de la Matière Organique |
| DPSB : | Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire |
| EB : | Energie brute |
| ED : | Energie digestible |
| EM: | Energie Métabolisable |
| EN : | Energie nette |
| HCDS: | Haut Commissariat au Développement de la Steppe |
| ISO : | International Organization for Standardization (Organisation Internationale de Normalisation) |
| K : | Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable |
| Kf : | Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour l'engraissement ou la croissance |
| KI : | Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour la production laitière |
| Km : | Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour l'entretien |
| Kmf : | Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour l'engraissement et la croissance |
| MAD : | Matière Azotée Digestible |
| MAT : | Matières Azotées Totales |
| MM : | Matière Minérale |
| MO : | Matière Organique |
| MOD : | Matière Organique Digestible |
| MS : | Matière Sèche |
| ONM : | Office National de Météorologie |
| PDI : | Protéines Digestibles dans l'Intestin |
| PDIA : | Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine alimentaire |
| PDIE : | Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle limitées par l'Energie |
| PDIME : | Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle d'origine microbienne limitées par l'Energie |
| PDIMN : | Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle d'origine microbienne limitées par l'azote |
| PDIN : | Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle limitées par l'azote |
| ROSELT : | Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme |
| UF : | Unité Fourragère (= 1 883 kcal d'énergie nette) |
| UFL : | Unité Fourragère Lait (=1 700 kcal d'énergie nette) |
| UFV : | Unité Fourragère Viande (=1 820 kcal d'énergie nette) |

Liste des photographies

| Numéros | Titre | Page |
|----------------|---|-------------|
| Photo 1 | Station de Gultet Sidi Saad..... | 25 |
| Photo 2 | Station de Sebgag..... | 25 |
| Photo 3 | Station de Sidi Makhlouf..... | 26 |
| Photo 4 | Station d'El Houiata..... | 27 |
| Photo 5 | Station de Kser El Hirane plantation..... | 28 |
| Photo 6 | Station de Kser El Hirane mise en défens..... | 28 |

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| I. MATERIEL ET METHODES | |
| I.1. Presentation de la region d'etude | 5 |
| 1.1. Cadre physique et biogéographique..... | 5 |
| 1.1.1. Situation géographique..... | 5 |
| 1.1.2. Cadre Géologique | 6 |
| 1.1.3. Cadre géomorphologique | 6 |
| 1.1.4. Cadre pédologique | 7 |
| 1.1.5. Cadre biogéographique..... | 8 |
| 1.1.6. Flore de la wilaya | 9 |
| 1.2. Etude climatique et bioclimatique de la région de Laghouat..... | 11 |
| 1.2.1. Les précipitations..... | 12 |
| 1.2.1.1. Les précipitations annuelles..... | 12 |
| 1.2.1.2. Précipitations moyennes mensuelles..... | 14 |
| 1.2.1.3. Régimes saisonniers..... | 15 |
| 1.2.2. Les températures..... | 16 |
| 1.2.3. Synthèse climatique..... | 17 |
| 1.2.3.1. L'indice de De Martonne (1927) | 17 |
| 1.2.3.2. La saison sèche..... | 18 |
| 1.2.3.3. Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger (1955)..... | 19 |
| 1.3. Cadre démographique et l'agriculture dans la wilaya de Laghouat..... | 22 |
| 1.3.1. Population | 22 |
| 1.3.2. L'agriculture | 23 |
| I.2. METHODOLOGIES | 24 |
| 2.1. Site d'étude..... | 24 |
| 2.2. Etude floristique | 30 |
| 2.2.1. Echantillonnage..... | 31 |
| 2.2.1.1. Relevé phytoécologique..... | 31 |
| 2.2.1.2. Relevé linéaire..... | 32 |
| 2.2.2. Suivi de la végétation | 33 |
| 2.2.2.1. Les indice de diversité..... | 33 |
| 2.2.2.1.1 Diversité α | 33 |
| 2.2.2.1.2. La diversité béta..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2.2. Diversité biologique et phytogéographique..... | 36 |
| 2.3. Etude nutritive..... | 37 |
| 2.3.1. Composition chimique..... | 37 |
| 2.3.1.1 Matière sèche | 37 |
| 2.3.1.2. Matières minérale et organique..... | 37 |
| 2.3.1.3. Matière azotée totale..... | 37 |
| 2.3.1.4. Cellulose brute..... | 37 |
| 2.3.2. Valeur nutritive des espèces étudiées..... | 37 |
| 2.3.2.1. Estimation de la valeur énergétique..... | 38 |
| 2.3.2.2. Estimation de la valeur azotée..... | 39 |
| 2.3.3. La phytomasse..... | 39 |
| 2.3.4. Production des parcours..... | 40 |
| 2.3.5. Productivité des parcours..... | 40 |
| 2.3.6. Capacité de charge..... | 40 |
| 2.4. Analyses statistiques..... | 41 |
| II. RESULTATS ET DISCUSSION | |
| II.1. Etude floristique..... | 42 |
| 1.1. Composition systématique..... | 42 |
| 1.1.1. Répartition spatio-temporelle | 45 |
| 1.1.1.1. Répartition spatiale..... | 45 |
| 1.1.1.2. Répartition temporelle..... | 50 |
| 1.2. Spectre biologique et phytochorique..... | 53 |
| 1.2.1. Spectre biologique..... | 53 |
| 1.2.1.1. Spectre biologique global..... | 54 |
| 1.2.1.2. Spectres biologiques bruts et réels..... | 54 |
| 1.2.1.3. Variation spatio-temporelle..... | 55 |
| 1.2.2. Spectres phytochorologiques..... | 63 |
| 1.2.2.1. Spectre chorologique global..... | 63 |
| 1.2.2.2. Spectres chorologiques brut et réels | 64 |
| 1.2.2.3. Variation spatio-temporelle..... | 64 |
| 1.3. Taux de recouvrement global de la végétation..... | 72 |
| 1.4. Abondance-dominance des espèces..... | 76 |
| 1.5. Les indice de diversité..... | 77 |
| 1.5.1. l'indice de Shannon (H') et l'équitabilité..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| 1.5.2. Variation spatio-temporelle..... | 77 |
| 1.5.3. Similarité floristique..... | 78 |
| II.2. Etude nutritive..... | 80 |
| 2.1. Composition chimique..... | 80 |
| 2.2.1. Variation spatio-temporelle..... | 84 |
| 2.2.1.1. La matière sèche..... | 88 |
| 2.2.1.2. La matière minérale et la matière organique..... | 88 |
| 2.2.1.3. La matière azotée totale..... | 89 |
| 2.2.1.4. La cellulose brute..... | 89 |
| 2.2. Valeur nutritive..... | 92 |
| 2.2.1. Valeur énergétique..... | 92 |
| 2.2.2. Valeurs azotées..... | 96 |
| 2.3. Productions de la phytomasse..... | 101 |
| 2.3.1. Productions spatio-temporelles de la phytomasse des parcours..... | 101 |
| 2.3.2. Productions nutritives des parcours..... | 112 |
| 2.3.2.1. Production énergétique..... | 112 |
| 2.3.2.2. Production azotée..... | 123 |
| 2.4. Productivité primaire..... | 133 |
| 2.5. La capacité de charge à l'hectare..... | 134 |
| CONCLUSION | 137 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE | 140 |
| ANNEXE | 156 |

Introduction

Les régions steppiques constituaient les terres de parcours par excellence (Nedjraoui, 2003). Elles se localisent au nord du Sahara entre les deux chaînes des monts de l'Atlas Tellien et Saharien sous des isohyètes de 400 mm, qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au sud par 100 mm qui est la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Djebaili, 1978 ; Djellouli, 1990 ; Le Houérou, 1995), à des altitudes qui s'abaissent d'Ouest (1200 m) en Est (600 m) (Pouget, 1980). Elles s'étendent sur une surface de terres d'environ 20 millions d'hectares (soit 8,4 % de la surface de l'Algérie), sur une longueur de 1000 kilomètres et une largeur variable, de 300 kilomètres à l'ouest et 150 kilomètres à l'est (Nedjraoui et Bédrani, 2008). La steppe est caractérisée par une forte contrainte climatique (insuffisance des pluies, vents violents et parfois chauds, etc.) et édaphique (sols vulnérables, minces et pauvres en matières organiques). La végétation, qui subit un processus de contraction, est caractérisée par l'importance des espèces vivaces, ligneuses et graminéennes qui couvrent 10 à 80 % du sol et dont le développement est variable, en fonction des pluies (Le Houérou, 1995).

L'activité de l'élevage occupe une place importante dans la vie économique de l'espace steppique. Le cheptel, essentiellement ovin, a connu une croissance rapide. Il est passé de 18 millions à plus de 26 millions de têtes entre 2001 et 2014 selon les statistiques du ministère de l'Agriculture. Or, durant cette même période, la steppe a connu une longue période de déficit pluviométrique. Il en a résulté une pression accrue sur ses ressources. Aidoud et *al.* 2006 ; Bencherif, 2013 estiment que pendant ces années, la production de fourrage steppique à couvert moins de 30 % des besoins du cheptel.

La steppe algérienne est l'objet d'une exploitation écologiquement non durable. La désertification y gagne du terrain du fait d'une sécheresse récurrente, de la surcharge pastorale et de l'extension d'une agriculture pluviale et parfois irriguée, inadaptée aux conditions du milieu naturel. La désertification affecte la végétation qui diminue voire disparaît et les sols qui s'érodent (Cornet, 2001).

Actuellement, la dégradation est plus en plus accentuée. Plusieurs spécialistes, notamment Le Houérou (1969); Djebaili (1978); Floret et Pontanier (1982); Aidoud (1994) et Slimani et *al.* (2010 - 2018), s'accordent que les surfaces pastorales et surtout leurs potentiels écologiques, notamment de production, ont régressé de manière spectaculaire ces dernières décennies, ce qui pose le problème grave de couverture des besoins du cheptel, avec une réduction massive du couvert végétal naturel. Pour cette raison, les travaux de Pouget (1980) ; Nedjraoui (1981); Aidoud (1983) ; Achour (1983) ; Benrebiha (1984) ; Bouzenoune (1984); Le

Houérou (1985); Djebaili (1987); Aidoud-Lounis (1984) et Aidoud (1989) ; Djellouli (1990), Boughani (1995) ; Kadi-Hanifi (1998) ; Aidoud et *al.* (2006); Nedjraoui et Bédrani (2008); et Houyou et *al.* (2014), ont contribué fortement à l'amélioration de l'état de connaissance sur la caractérisation, le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes steppiques.

Pour faire face à ce grave problème, des projets d'aménagements qui comprennent des actions de restauration, d'amélioration et de conservation des ressources pastorales ont été élaborées et menées dans ces zones steppiques. Dans ce sens et pendant les années quatre vingt l'Algérie a prend une nouvelle orientation de la politique agricole entraînant la dissolution des coopératives pastorales, l'abandon du Code Pastoral en 1982, et l'adoption du dossier steppe en 1985, a donné lieu à la création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS).

L'HCDS, établissement public à vocation technique et scientifique, qui a eu pour mission la prise en charge des actions en matière de développement intégré des zones steppiques et pastorales. Cet organe a été chargé de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe, en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Il a favorisé, dès 1992, une nouvelle approche dite participative, pour le développement de la steppe, basée sur l'implication des populations pastorales et sur des relations de partenariat avec les communes steppiques. De 1996 à 2002, cette période se caractérise par des objectifs d'aménagement, de régulation du cheptel, des actions purement techniques d'amélioration pastorale, de mise en défens, de plantation d'arbustes fourragers de mise en place d'ouvrage anti-érosif (Nadjaoui, 2001).

Les actions de restauration passive comme la mise en défens, technique qui consiste à interdire son exploitation par les troupeaux domestiques. Une mise en défens d'un espace donné est comparable à un écosystème, qui évolue en étroite relation avec les caractéristiques propres du milieu naturel qui l'abrite (Noy Meir, 1974 ; Floret et Pontanier, 1982 ; Benrebiha, 1984; Aronson et *al.* 1995), la durée de la mise en défens dépend du degré de dégradation des parcours et de la conjoncture pluviométrique au cours de la période de protection ; elle peut varier d'une saison pluvieuse à 10 années (Le Houérou, 1985).

Les actions de restauration active (réhabilitation) comme la plantation pastorale, réhabiliter un écosystème consiste à lui permettre de retrouver ses fonctions essentielles (y compris la productivité) grâce a une intervention forte mais limitée dans le temps (Aronson et *al.* 1995). La plantation d'arbustes fourragers constitue la principale forme de restauration des parcours dégradés. Parmi les genres les plus adaptés, on trouve : les Atriplex, présentent l'avantage d'être beaucoup plus connue dans l'alimentation des animaux par les agro-pasteurs.

Cela en fait, d'après Le Houérou (1985), un excellent aliment de complément pour les rations pauvres en protéines (parcours d'été et d'hiver, chaume). Les plantations à base d'*Atriplex canescens*, engagées par le HCDS, qualifiée de réhabilitation (Le Houérou, 2000), ont fait l'objet de quelques travaux de suivis, dont ceux de Le Houérou (2000) et Amghar (2005, 2012), montrant l'amélioration de la richesse floristique et de la valeur fourragère dans les formations restaurées.

La restauration et la réhabilitation ont comme objectif commun de rétablir des écosystèmes autonomes, caractérisés par l'existence d'une dynamique dans les communautés végétales et animales et par leur capacité à réparer eux-mêmes les méfaits de perturbations modérées Aronson et *al.* (1995).

Les tendances actuelles dans les steppes arides et semi-arides sont la régression des espèces pérennes ou à cycle long au profit des annuelles ou des plantes à cycle court. Ce phénomène traduit à la fois les effets des successions d'années sèches et ceux du surpâturage (Le Houérou, 2002). Eprouvées par des conditions climatiques semi arides, arides et sahariennes, les parcours pastoraux sont soumis aux différentes formes d'érosion hydrique et éolienne, et le surpâturage des parcours.

Par sa situation géographique, la wilaya de Laghouat chevauche sur des domaines physiques différents. Au Nord, le domaine Atlasique, au centre les hauts plateaux, et au sud le domaine saharien. Les parcours steppiques sont, plus ou moins, marqués par l'ampleur de l'impact des diverses activités humaines. Il s'agit sur tout du surpâturage qui dénudent le sol pendant les périodes sèches et accélèrent ainsi son érosion. La sécheresse climatique, a fortement perturbé l'équilibre des écosystèmes de cette région.

Cependant, une importante question se pose après toutes ces actions d'aménagement : la réhabilitation des parcours par plantation d'*Atriplex canescens*, et la restauration par la mise en défens ont-elles apporté une amélioration significative des parcours steppiques dégradés, et si oui, comment mesurer cette amélioration ? Pour y répondre, nous avons conduit des relevés de terrain dans la région de Laghouat, particulièrement concernée par les programmes d'aménagement nationaux.

Le présent travail se penche sur plusieurs objectifs dont le suivi de l'évolution spatio-temporelle des parcours aménagés et non aménagés, à travers la détermination de la diversité floristique, l'estimation de la valeur nutritive des plantes pérennes, l'évaluation de la biomasse, la production et la productivité, et enfin la détermination de la capacité de charge de ces parcours.

Pour ce faire, le travail s'articulera autour des trois chapitres suivants :

Le premier chapitre aborde une présentation sur le cadre d'étude qui porte, sur les caractères géologiques, géomorphologiques, pédologiques et bioclimatiques de la région d'étude.

Le deuxième chapitre, est consacré à la méthodologie suivie pour la réalisation des analyses floristiques et de la composition chimique et valeur nutritive.

Le troisième chapitre présentant des résultats commentés et des discussions sur la diversité floristique et la valeur fourragère.

I. MRERIEL ET METHODES

I. 1. Presentation de la region d'étude

Nous présentons, dans cette partie, les caractéristiques physiques de la zone d'étude. Nous allons donc déterminer la situation et les caractères géologiques, géomorphologiques, pédologiques et bioclimatiques de la région d'étude.

1.1. Cadre physique et biogéographique

1.1.1. Situation géographique

Issue du découpage administratif de 1974, Laghouat occupe une position centrale en Algérie reliant les hauts plateaux avec le Sahara. La wilaya couvre une superficie totale de 25 052 km² et fait partie du groupe des 12 wilayat pastorales du pays ainsi que des wilayat du Sud, de fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques. Elle est installée sur deux espaces de parcours, steppique et présaharien Elle est limitée (Figure 1) :

- Au Nord par les wilayas de Djelfa et Tiaret.
- A l'Est par la wilaya de Djelfa.
- Au Sud par la wilaya de Ghardaia.
- A l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh.

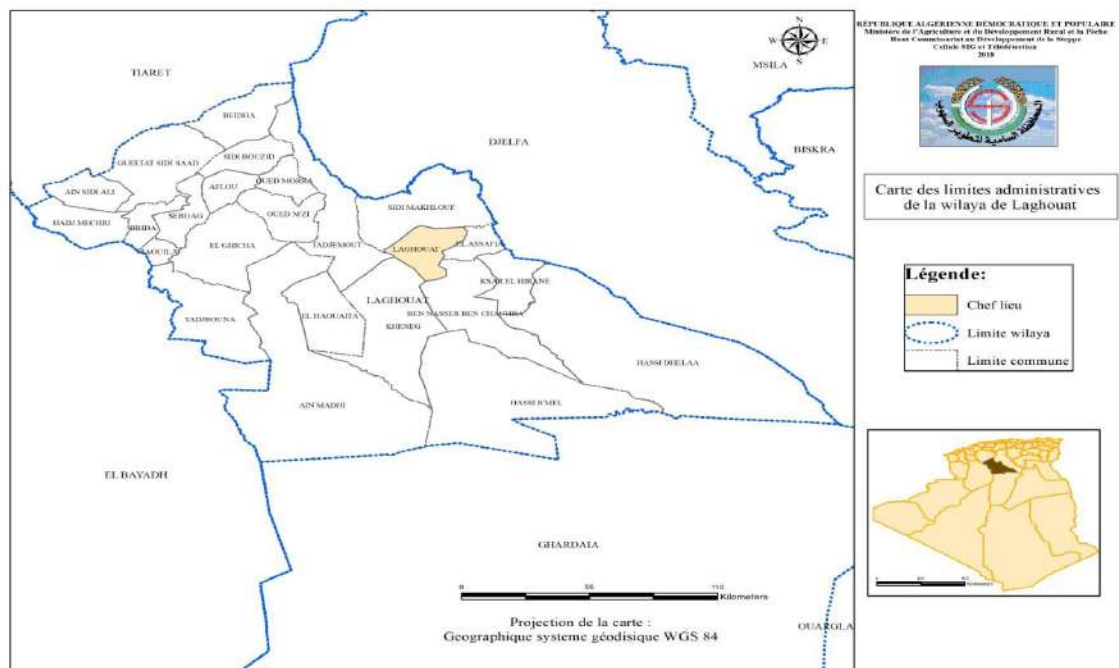


Figure 1: Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat

La région de Laghouat est localisée dans une région de transition sur plusieurs plans. Physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne Atlasique, les hamadas et le socle saharien. Climatique ensuite entre les hautes steppes arides et les espaces sahariens.

Transition humaine entre une zone Nord peuplée et une zone Sud à faible densité de population (Houyou, 2015).

1.1.2. Cadre Géologique

Le territoire de la wilaya s'étend sur deux domaines géologiques différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution (Emberger, 1960 ; IAP, 1972 et Hannachi, 1981), ces domaines sont :

- L'Atlas Saharien au nord, formé par les monts des Amours et les monts des Ouled Nail;
- La plate forme Saharienne au Sud, formée par un ensemble de plateaux subtabulaires diversifiés selon leurs structures, leurs positions et la nature de la roche qui les constituent.

Ces plateaux sont communément désignés par les noms arabes (Hmada et Reg).

1.1.3. Cadre géomorphologique

Les paysages de la wilaya de Laghouat présentent une topographie typique des régions sèches, l'expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques la caractérise par les reliefs plus ou moins abrupts, surtout de l'Atlas Saharien qui s'opposent aux vastes surfaces subhorizontales dont les valeurs morphologiques ne sont pas les mêmes (Pouget, 1980 ; Djebaili, 1984 ; Aidoud-Lounis, 1984). Les géoformes peuvent se résumer à :

a. Les reliefs

Ce sont l'ensemble des inégalités de la structure terrestre de la wilaya, formés de relief de l'Atlas Saharien. Dans les reliefs montagneux de l'Atlas Saharien, deux aspects sont caractérisés par leur nature lithologique : les reliefs gréseux et les reliefs calcaires (Pouget, 1980). Les intervalles des altitudes permettent de distinguer à Laghouat trois formes de reliefs.

- **Les montagnes** : constituées par les monts du Djebel Amour dont les altitudes varient entre 800 et 1720 m ;
- **Les piémonts** : allongée d'Ouest en Est, présente une largeur réduite et elle correspond aux piémonts bas de l'Atlas Saharien et aux vallées des oueds Djedi, oued Atar et Oued M'zi ;
- **Les surfaces subhorizontales** : appelées communément "Zone de Dayas" formée pratiquement d'un plateau plus ou moins ondulé dans les régions de El Houita, Hassi Delaa et Hassi R'mel.

b. Les Hautes surfaces (Glacis et Terrasses)

L'Atlas saharien se retrouve soulevé en position dorsale par rapport au compartiment saharien et aux hautes plaines coincées entre les deux Atlas. Elles se présentent sous forme de surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi arides au pied des reliefs.

Elles forment l'ensemble des glacis, des terrasses, des chenaux d'oueds alluvionnés et des zones d'épandages et de débordements (Pouget, 1980).

c. Les dépressions (Dayas)

Ce sont des dépressions de type fermé aux bords faiblement inclinés, de formes grossièrement circulaires, parfois elliptiques mais toujours globuleuses et arrondies de diamètre très variables pouvant dépasser quelques centaines de mètres (Tricart, 1969). Peuplées de « *Pistacia atlantica* » au sud de Laghouat. Dans cette région elles couvrent environ 2 % de la surface des terrains de parcours (Monjauze, 1968).

1.1.4. Cadre pédologique

Les sols des zones arides ont été décrits par plusieurs auteurs. Ils sont en général pauvres en humus, fragiles et peu profonds. La formation des sols est influencée non seulement par des précipitations insuffisantes mais aussi par une évaporation élevée.

D'après Houyou (2015), il est assez difficile de présenter de façon claire les domaines pédologiques de la wilaya de Laghouat. Ce ci tient d'abord de l'importance de la taille de sa superficie globale. En outre les données pédologiques qui existent sur la wilaya de Laghouat sont relativement maigres et résultent en grande majorité d'un travail sous forme d'une prospection pédologique réalisée dans la wilaya sur 202 profils par BNEDER (2014), et d'une carte des sols de l'Afrique élaborée en 1963 par l'institut géographique militaire de Bruxelles (Commission de coopération technique en Afrique, 1963).

La partie de cette carte qui traite les sols de l'Algérie, basés sur la classification française des sols ou le facteur climatique joue un rôle essentiel dans la pédogenèse (vent, pluie, température) ensuite sur le degré de l'évolution du sol (nombre d'horizons différenciés), et sur le degré des lessivages (roche mère).

Selon Pouget (1980), Laghouat est considérée parmi les wilayat les plus riches sur le plan pédologique, en effet pratiquement tous les sols du Sud algérois cité par cet auteur sont rencontrés. Dans la partie qui couvre la wilaya de Laghouat (Figure 2), la carte montre une mosaïque dans laquelle cinq classes de sols sont dispersées (sols minéraux bruts, sols peu évolués, sols calcimagnésiques, sols isohumiques, et sols des dayas).

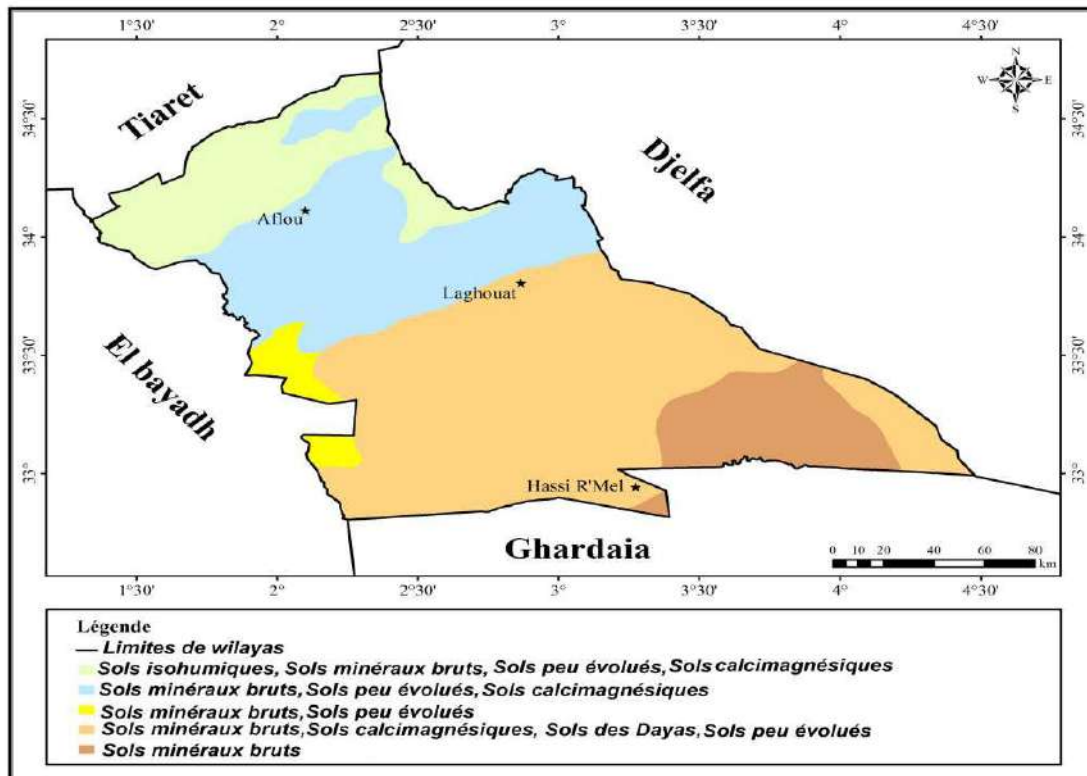


Figure 2. Carte des sols de la wilaya de Laghouat (Dérivée de CCTA ; 1963)

1.1.5. Cadre biogéographique

Les steppes nord africaines en général, et les steppes algériennes en particulier, font partie du domaine floristique mauritano -steppique défini par Maire (1926).

La zone d'étude fait partie intégrante de l'Empire Holarctique et plus précisément de la région Méditerranéenne, sous-région Eu- Méditerranéenne (Quézel, 1978). Elle correspond au domaine Magrébin Steppique, Secteur de l'Atlas Saharien et sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois et le Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional (Figure 3).

Elle est bordée au Nord, par les Hauts Plateaux appartenant à la région floristique méditerranéenne et au Sud par le Sahara septentrional appartenant à la région Saharo-sindienne. Ces deux limites correspondent sensiblement aux isohyètes 400 et 100 mm, ces limites mériteraient d'être revues en fonction des changements climatiques actuels.

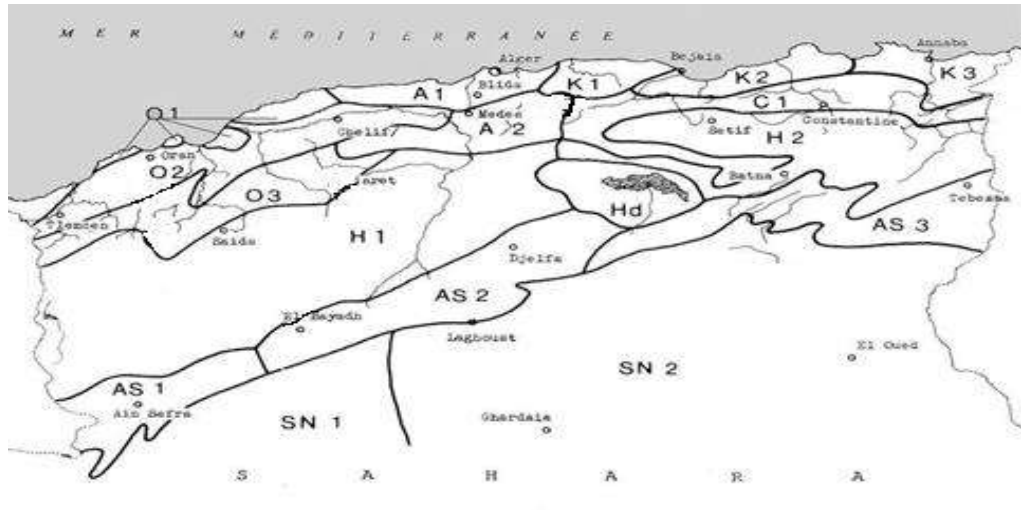


Figure 3 : Situation de la zone d'étude sur la carte des subdivisions

phytogéographiques de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara (Quézel, 1978).

K, Secteur Kabyle et Numidien (K1 : Grande Kabylie ; K2 : Petite Kabylie ; K3 : Numidie, de Skikda à la frontière tunisienne) ; A, Secteur algérois (A1 : Sous-secteur littoral ; A2 : Sous-secteur de l'Atlas Tellien) ; C1, Secteur du Tell constantinois ; O, Secteur oranais (O1 : Sous-secteur des Sahels littoraux ; O2 : Sous-secteur des plaines littorales ; O3 : Sous-secteur de l'Atlas Tellien) ; H, Secteur des Hauts-Plateaux (H1 : Sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et oranais ; H2 : Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois) ; AS, Secteur de l'Atlas Saharien (AS1 : Sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais ; **AS2 : Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois** ; AS3 : Sous-secteur de l'Atlas Saharien constantinois, Aurès compris) ; SN, Secteur du Sahara Septentrional (Hd : Sous-secteur du Hodna ; SN1 : Soussecteur occidental du Sahara Septentrional ; **SN2 : Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional**).

1.1.6. Flore de la wilaya

Il existe une diversité végétale dans la wilaya de Laghouat, selon les domaines bioclimatiques et édaphiques car elle est soumise à un climat aride et semi-aride qui lui permet l'installation de divers types à *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et à *Hamada scoparia* (tableau 1).

La zone semi aride supérieure est caractérisée par une végétation forestière et matorral présente surtout sur les reliefs de l'Atlas Saharien. La végétation de type steppique est rencontrée sur les formations du Quaternaire dans les zones semi arides et arides. La limite inférieure de la zone aride correspondait à un brusque accroissement du taux des espèces saharo-arabiques dans la composition de la flore ; le taux des espèces sahariennes passe soudainement de 20 à 40 %, inversement le taux des espèces méditerranéo-steppiques diminue de 76 à 59 % par rapport à la partie méridionale de la zone aride. La limite sud correspond à l'apparition d'un couvert végétal diffus sur les regs et les glacis d'érosion où les sols sont squelettiques (Quézel, 2002 ; Ozenda, 1983 ; Djebaili, 1984 ; Le Houérou, 1995 ; Amghar et Kadi Hanifi, 2004 ; Salmekour *et al.* 2013, Houyou, 2015).-

Tableau 1: Formations végétales de la wilayat de Laghouat

| Formation végétale | Superficie (ha) | Pourcentage 100% |
|---------------------|------------------|------------------|
| Forêts | 92 739 | 3,70 |
| Formations arborées | 25 400 | 1,01 |
| Steppes | 1 842 954 | 73,57 |
| Autres formations | 544 107 | 21,72 |
| Total | 2 505 200 | 100 |

DSAL, 2010

D'après le tableau ci-dessus on l'on déduit que les steppes représentent un pourcentage important du paysage de la wilaya.

a. Végétation forestière et matorral

Elle forment un ensemble forestier hétérogène comprenant de vaste clairières, ce sont des forêts claires à chêne vert (*Quercus ilex*), on le trouve en mélange avec le genévrier rouge (*Juniperus furbinata*) pour former l'élément arboré (Quézel, 2002 ; Ozenda, 1983, 2004) et se résumant à : *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Cistus villosus*, *Dactylis glomerata*, *Thymus ciliatus*, *Helianthemum rubellum*, *Sedum sediform*, *Globularia alypum*, *Avena sterilis*, *Ferula communis*, *Brachypodium distachyum*, et *Quercus rotundifolia*. Les dépressions alluvionnaires ou Dayas supportent *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus* (Tableau 2).

Tableau 2: Différentes formations forestières de la wilaya de Laghouat

| Formations forestières | Superficie (ha) | % wilaya | % forêts |
|--|-----------------|----------|------------|
| Forêts de chêne vert | 20 603,50 | 0,8 | 22 |
| Forêts à Pin d'Alep | 23 638 | 0,9 | 25 |
| Matorral à genévrier de Phénicie | 46 831 | 1 | 50 |
| Matorral mixtes de genévrier oxycèdre et genévrier de Phénicie | 314 | 0,01 | 0,3 |
| Autres (Cypres, tamarix, eucalyptus) | 1352 | 0,05 | 1,4 |
| Total | 92739 | | 100 |

DSAL, 2010

b. Végétation steppique

Ces formations occupent la majeure partie de la wilaya ; elle est constituée de groupements herbacés, ce sont des formations basses et très couvertes à base de graminées (*Stipa tenacissima*, *Lygium spartum*, ...) et des chamephytes vivaces (*Artemisia herba alba*, *Artemisia*

campestris, helianthemum lipii, ...) (Tableau 3), aux quelles s'ajoute un cortège varié d'espèces annuelles.

Tableau 3: Différentes formations steppiques

| Formations steppiques | Superficie (ha) | % wilaya |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| Steppe à <i>stipa tenacissima</i> | 1 618 017 | 64,59 |
| Steppe à <i>Hamada scoparia</i> | 224937 | 8,98 |
| Total | 2 697 019 | 73,57 |

DSAL, 2010

c .Végétation saharienne et sub-saharienne

Les espèces sahariennes ou sub-sahariennes qui dominent dans la région de Laghouat sont celles qui adaptées à la sécheresse ainsi qu'aux températures élevées on y rencontre notamment : *Calligonum spp.*, *Genista saharae*, *Cornulaca spp.*, *Molkiopsis spp.*, *Salsola spp.*, *Hammada spp.*, *Anabasis spp.*, *Arfemisia spp.*, *Stipagrostis pungens*, *Retama raetam*, *Ziziphus lotus*, *Acacia raddiana*, *Pistacia atlantica* (Le Houérou, 1995 ; Houyou, 2015) (Tableau 4).

Tableau 4: Autres formations de la wilaya de Laghouat

| Formation | Superficie (ha) | % |
|---|-----------------|------------|
| Steppe à <i>d'Arthrophytum schmittianum</i> et <i>Artistida pungens</i> | 15524 | 36,55 |
| Steppe à <i>Moricandia arvensis</i> et <i>cymbogon schoenanthus</i> | 2344 | 5,51 |
| Steppe à <i>Rhanterium suaveolens,ssp intermedium</i> et <i>hamada scoparia</i> | 24597 | 57,92 |
| Total | 42465 | 100 |

DSAL, 2010

1.2. Etude climatique et bioclimatique de la région de Laghouat

Le climat joue un rôle important dans le suivi écologique des écosystèmes. Dans ce contexte, diverses études ont démontré que la variation des paramètres climatiques déterminent les variations de la phytomasse, la production primaire, la richesse floristique, la phénologie des espèces, l'occupation du sol (Djebaili, 1978 ; Aidoud, 1983-1989 ; Benrbiha, 1984 ; Le Houérou, 2005 ; Aidoud et al. 2006 ; Hirche et al. 2010 ; Nedjraoui et Hirche 2016).

En région méditerranéenne le climat représente une transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver

est très frais et humide (Estienne et Godard, 1970). Le domaine méditerranéenne est caractérisé par une période hivernale relativement froide et pluvieuse, les précipitations sont plus fréquentes avec une grande variabilité inter annuelle et inter mensuelle. Le domaine désertique est caractérisé par un hiver frais et faiblement pluvieux dans lequel 8 à 12 mois de l'année sont pratiquement secs.

La division du globe terrestre en douze zones climatiques par utilisations d'indices Gaussen (1957), positionne la wilaya de Laghouat dans deux grandes zones climatiques. Les valeurs des indices affectent la partie nord de la wilaya dans la zone climatique méditerranéenne et la partie sud de la wilaya dans la zone climatique désertique.

Le climat demeure sans aucun doute un facteur prépondérant qui conditionne la vie dans la région méditerranéenne en général et steppique en particulier. A cet effet, on considère les données du poste météorologique de: Laghouat (chef lieu de la wilaya) au centre de la wilaya et Aflou au nord de la wilaya comme stations de références qui présentent les caractéristiques suivant (Tableau 5).

Tableau 5: Caractéristique des stations météorologique de Laghouat et Aflou

| Station | Altitude (m) | Latitude | Longitude |
|----------|--------------|-----------|-----------|
| Laghouat | 765 | 33° 53' N | 02° 31' E |
| Aflou | 1 425 | 34° 07' N | 02° 06' E |

L'étude climatique sera axée sur une période de 10 ans (2005-2014) pour l'ensemble des paramètres climatiques.

1.2.1. Les précipitations

1.2.1.1. Les précipitations annuelles

La pluviosité est relativement faible dans les stations étudiées. La moyenne des précipitations varie pour la période de 2005 à 2014 entre 324,38 mm pour Aflou et 163,05 mm pour Laghouat.

L'analyse visuelle de la figure 4, relative à l'évolution de la pluviosité au niveau des stations d'études, révèle une diminution notable des précipitations avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse.

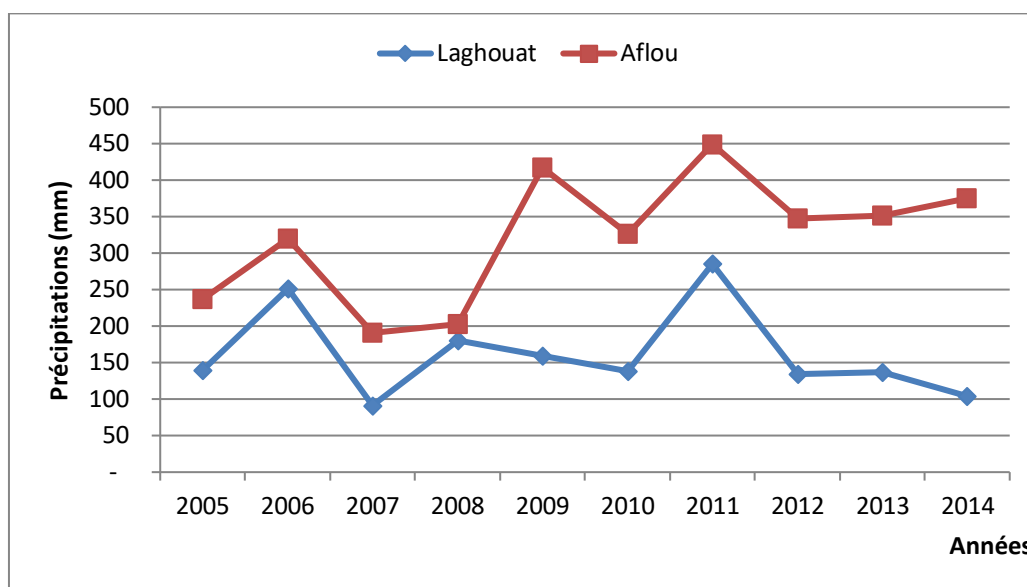


Figure 4: Variations inter annuelles des précipitations des stations d'étude

La variabilité interannuelle de la pluviosité est importante. Elle est mesurée par le coefficient de variation (CV) qui est le rapport de l'écart type sur la moyenne. Il est exprimé en pourcentage (%). Il est estimé à 25% pour Aflou et 38% pour Laghouat. Nos résultats abondent dans le même sens que ceux émis par d'autres auteurs ayant travaillé en zones arides (30 à 40 % par Baldy, 1965 et 49 % en Algérie par Le Houérou (1992), mais dans une tranche pluviométrique qui varie entre 100 à 200 mm et entre 28 et 33 % pour la steppe Algérienne par Hammouda et Mataam (2003) in Hammouda (2009).

Le tableau 6 indique les différentes valeurs de la moyenne annuelle des précipitations pour chaque station, recueillies par les différents auteurs et organismes durant la période de 1913 à 2014.

Tableau 6 : Evolution des pluviosités moyennes annuelles de Laghouat et Aflou

| | Laghouat | Aflou* |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| SELTZER 1913 – 1938 | 167 | 342 |
| DUBIEF 1926 – 1950 | 171,4 | 332 |
| CHAUMONT et PAQUIN 1913 – 1963 | 184 | 330 |
| E.N.E.M.A ¹ 1950- 1975 | 174,5 | 376,5 |
| O.N.M ² 1971– 2004 | 143,7 | 318,3 |
| *1967- 1987 | | |
| 2005-2014 ² | 163,05 | 324,38 |
| Moyenne (mm) | 167,27 | 337,19 |
| Diminution (%) | 7- 14 | 5 – 7 |

¹Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique.

²Office National de la Météorologie.

Les steppes algériennes sont marquées par une diminution notable des précipitations avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse. La pluviosité moyenne annuelle a diminué de 17 à 27% dans les steppes algériennes durant le siècle dernier (Djellouli et Nedjraoui 1995 ; Hammouda et Mataam 2003 in Hammouda, 2009)). La diminution générale des précipitations de la zone d'étude est comprise entre 5 à 7% à Aflou et 7 à 14% à Laghouat.

Hammouda (2009) a établi des courbes d'évolution des précipitations annuelles pour une longue période, dont la durée est de 63 ans pour Laghouat, il constate une alternance régulière, mais non périodiques entre les années sèches et les années humides, ne dépassant rarement 4 à 5 ans.

Rognon (1976) a montré qu'il existe une succession des années sèches et des années humides, sans que cela dénote pour autant une quelconque aridification du climat.

La station de Laghouat et pour 60 années d'observation, la distribution des années sèches et humides est inégale par rapport à la moyenne. Les années sèches sont nettement plus accentuées que les années humides, surtout lors des deux dernières décennies ; cela a contribué à l'évolution régressive des ressources végétales (Hammouda, 2009).

Il y a une grande différence d'impact entre une année sèche isolée et une sécheresse persistante sur 5, 10 ans ou plus. La première est très vite compensée par le retour de la pluie et les autres ont un impact important sur la désertification. Il existe donc deux types de sécheresse pluriannuelle, les cas isolés et les sécheresses persistantes en rapport avec la variabilité pluviométrique (Hammouda, 2009).

1.2.1.2. Précipitations moyennes mensuelles

L'analyse des variations moyennes mensuelles des précipitations révèle une variation très perçue des quantités de pluies au cours de l'année, dont dépend la vie des végétaux.

D'après Celles (1975) la moyenne mensuelle est moins significative que la moyenne annuelle, il l'explique par le fait que dans le climat méditerranéen, un mois donné peut facilement être complètement sec telle année et recevoir l'année suivante près de la moitié des précipitations annuelles.

L'analyse des données de la pluviosité moyenne mensuelle des 60 années (Hammouda, 2009), montre que le mois de juillet est le mois le plus sec pour les deux stations; tandis que, septembre, octobre et novembre sont les mois les plus arrosés.

Le tableau 7, présente les moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des stations, offrant une idée générale sur la pluviosité de la zone d'étude.

Tableau 7: Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des stations.

| Station | Laghouat | | | Aflou | | |
|---------------|------------|--------------|---------------|------------|--------------|---------------|
| Périodes | 1913-1938 | 1971-2001 | 2005-2014 | 1913-1938 | 1967-1987 | 2005-2014 |
| S | 23 | 15.5 | 30,54 | 24 | 23,8 | 44,59 |
| O | 17 | 17.9 | 25,24 | 45 | 30,9 | 26,07 |
| N | 18 | 15.6 | 12,02 | 30 | 28,8 | 35,43 |
| D | 14 | 6.8 | 11,77 | 33 | 30,9 | 24,68 |
| J | 12 | 11.1 | 10 | 31 | 31 | 28 |
| F | 12 | 12.5 | 8,96 | 33 | 31,9 | 32,61 |
| M | 16 | 14.8 | 10,44 | 38 | 37,6 | 30,61 |
| A | 12 | 14.7 | 18,79 | 32 | 30,5 | 36,66 |
| M | 19 | 19.2 | 10,52 | 28 | 25 | 28,8 |
| J | 12 | 9.2 | 8,35 | 28 | 24,6 | 13,63 |
| JT | 5 | 1.2 | 6,21 | 9 | 11,1 | 15,68 |
| AT | 7 | 5.2 | 10,21 | 11 | 12,2 | 7,62 |
| Annuel | 167 | 143,7 | 163,05 | 342 | 318,3 | 324,38 |

La moyenne des précipitations mensuelles pour la période de 2005 à 2014 met en évidence, une période pluvieuse s'étalant de septembre à mars où le maximum pluviométrique est observé pendant l'automne et le printemps : le mois de septembre et avril (Aflou 44,59 et 36,66 mm) et le mois de septembre pour Laghouat (30,54 mm). Les minimums sont observés durant la période estivale, c'est la caractéristique essentielle du régime pluviométrique du climat méditerranéen. Le nombre de jours de pluie pendant cette saison est réduit voir nul pour certains mois tel celui de juillet qui est invariablement le plus sec, c'est le cas des stations de notre région.

1.2.1.3. Régimes saisonniers

Les régimes saisonniers donnent une indication sur la répartition des pluies suivant les quatre saisons de l'année, et ceci, est en rapport direct avec la croissance de la végétation, le cycle du développement des végétaux est étroitement lié au rythme saisonnier (Nahal, 1981 *in* Meddour, 2011).

Selon Aidoud, (1994) la répartition des pluies est plus importante pour la végétation que la quantité annuelle de précipitation, l'eau qui lui est utile est celle qui est disponible durant son cycle de développement.

Nous avons considéré quatre saisons de trois mois chacune, en classant ces quatre saisons par ordre décroissant des cumuls pluviométriques, nous obtenons l'indicatif saisonnier « type ». Les résultats des indicatifs saisonniers sont illustrés par la figure 5.

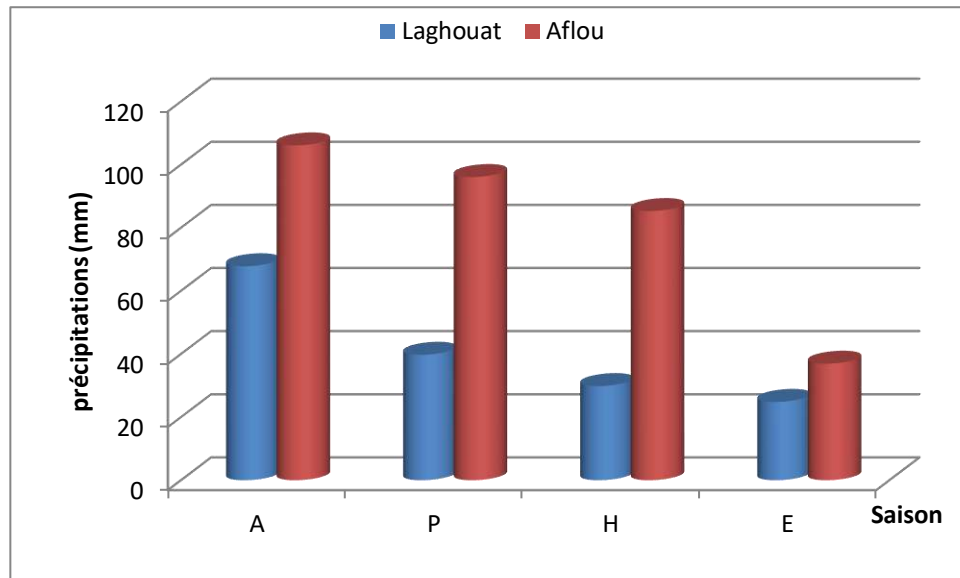


Figure 5 : Régimes pluviométriques saisonniers (2005-2014)

Nous constatons un changement du régime saisonnier entre le début et la fin du siècle dans la station d'Aflou. Le régime saisonnier de la station a changé trois fois en 100 ans, la première séquence temporelle s'est caractérisée par le régime suivant : Automne, Printemps, Hiver, Eté, tandis que, la deuxième séquence est de type Printemps, Hiver, Automne, Eté. La troisième est de type Printemps, Automne, Hiver, Eté. (Annexe 1).

A *contrario*, le régime saisonnier de Laghouat n'a pas changé durant toute la période d'observation (annex1). Il est de type Automne, Printemps, Hiver, Eté.

1.2.2. Les températures

Les températures revêtent un grand intérêt pour la végétation ; elles agissent notamment par les maximums et surtout par les minimums des températures qui peuvent être des facteurs limitant. En effet, en écologie, la valeur des extrêmes thermiques est un indicateur pour les seuils létaux (Sauvage, 1963 ; Djellouli et Djebaili, 1984). De plus, Djellouli (1981) souligne que les maximums « M » et les minimums « m » donnent des informations sur les limites de résistance des plantes.

Les valeurs de la température moyenne mensuelle et annuelle ainsi que les températures minimales du mois le plus froid (m) et les températures maximales du mois le plus chaud (M) sont réunies en annexe1.

Pour la période d'étude révèle que le mois de janvier est le plus froid, les valeurs de m

sont assez basses, elles sont comprises entre +2,3°C -3,65 °C à Aflou, cela est dû aux altitudes assez élevées de la station de référence, qui appartiennent à l'Atlas saharien, et 1,48°C à Laghouat.

Le mois de juillet est le mois le plus chaud, les moyennes de température maximale du mois le plus chaud M varie entre 34,37°C pour Aflou et pouvant atteindre jusqu'à 39,74°C à Laghouat.

La température moyenne annuelle varie entre 13,42°C à Aflou et 18,83°C à Laghouat, le positionnement géographique de la station de Laghouat (Sahara septentrional) a influé sur la valeur de la température moyenne annuelle qui est plus élevée.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud «M», est une variable aussi importante que celle de «m», elle peut être un facteur limitant pour certaines espèces végétales, car elle représente la limite supérieure de l'intervalle des températures dans lequel se déroule la vie végétale. Certaines espèces peuvent montrer une grande résistance aux températures maximales, « comme en témoignent d'ailleurs la puissance de leurs systèmes racinaires et la réduction de leurs systèmes foliaires en vue de réduire leur déficit hydrique » (Djebaili, 1978; Nedjraoui, 1990).

1.2.3. Synthèse climatique

Les liens qui existent entre les paramètres climatiques et la végétation ont fait l'objet de nombreuses études bioclimatiques où les auteurs ont conclu qu'indépendamment de leur composition floristique, tous les groupements végétaux qui se développent dans les zones isoclimatiques sont homologues et équivalents, ce qui revient à dire que le climat façonne la végétation et que celle-ci n'est que l'expression biologique du milieu (Emberger, 1955; Le Houérou et *al.* 1979).

Pour donner une expression synthétique du climat régional, plusieurs indices climatiques ont été formulés. Dans cette partie, nous nous proposons d'étudier l'évolution de quelques indices climatiques qui utilisent principalement les précipitations et les températures.

1.2.3.1. L'indice de De Martonne (1927)

Cet indice est une expression très simple, qui permet de classer les stations selon leurs degrés de xéricité.

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

P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

- 0 < Aa < 5 climat aride.
- 5 < Aa < 20 climat semi-aride.
- 20 < Aa < 30 climat sub-humide.
- 30 < Aa < 55 climat humide.

L'indice est d'autant plus grand que le climat est plus humide.

Les résultats sont rapportés sur le tableau 8 :

Tableau 8 : Indice de De Martonne pour les zones d'étude

| | 1913 -1938 | | 1971 – 2001 | | 2004-2014 | |
|----------|------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------------|
| | Aa | Classe climatique | Aa | Classe climatique | Aa | Classe climatique |
| Laghouat | 6,12 | Semi-aride | 5,09 | Semi-aride | 5,65 | Semi-aride |
| Aflou | 14,83 | Semi-aride | 12,21 | Semi-aride | 13,85 | Semi-aride |

De la comparaison des résultats obtenus, nous constatons des changements des valeurs de l'indice sans pour autant que les stations changent d'étages climatiques. Pour les trois périodes de référence, nos stations appartiennent à l'étage climatique semi-aride.

1.2.3.2. La saison sèche

Pour Bagnouls et Gaussen (1953), un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température mensuelle exprimée en degré Celsius ($P \leq 2T$). Cette relation permet de représenter sur un même graphique les précipitations et les températures moyennes mensuelles. L'intersection des deux courbes, ombrique et thermique, détermine la durée de la saison sèche.

Les résultats des observations des périodes sèches et le nombre des mois secs sont rassemblés dans le tableau 9

Tableau 9 : Durée des périodes sèches et le nombre de mois secs

| Station | 1913 – 1938 | | 1970-2001/ 1995-2004* | | 2005-2014 | |
|----------|---------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| | Période sèche | Nombre de mois Sec | Période sèche | Nombre de mois Sec | Période sèche | Nombre de mois sec |
| Aflou* | Fin Avril Mi septembre | 4 mois et demi | Fin Avril Mi Octobre | 6 mois et demi | 4 mois et demi | Fin Avril Mi Septembre |
| Laghouat | Janvier décembre | 12 mois | Janvier décembre | 12 mois | Janvier décembre | 12 mois |

Les observations indiquent que la saison sèche peut s'étendre sur quelques mois, ou bien s'étaler sur toute l'année (Laghouat) (Figure 6).

Nous constatons une prolongation de la saison sèche dans la deuxième période d'observation, qui augmente de deux mois à Aflou. Dans les steppes algériennes, la durée de la saison sèche aurait augmentée de 2 mois entre 1913 et 2003 (Hammouda, 2009).

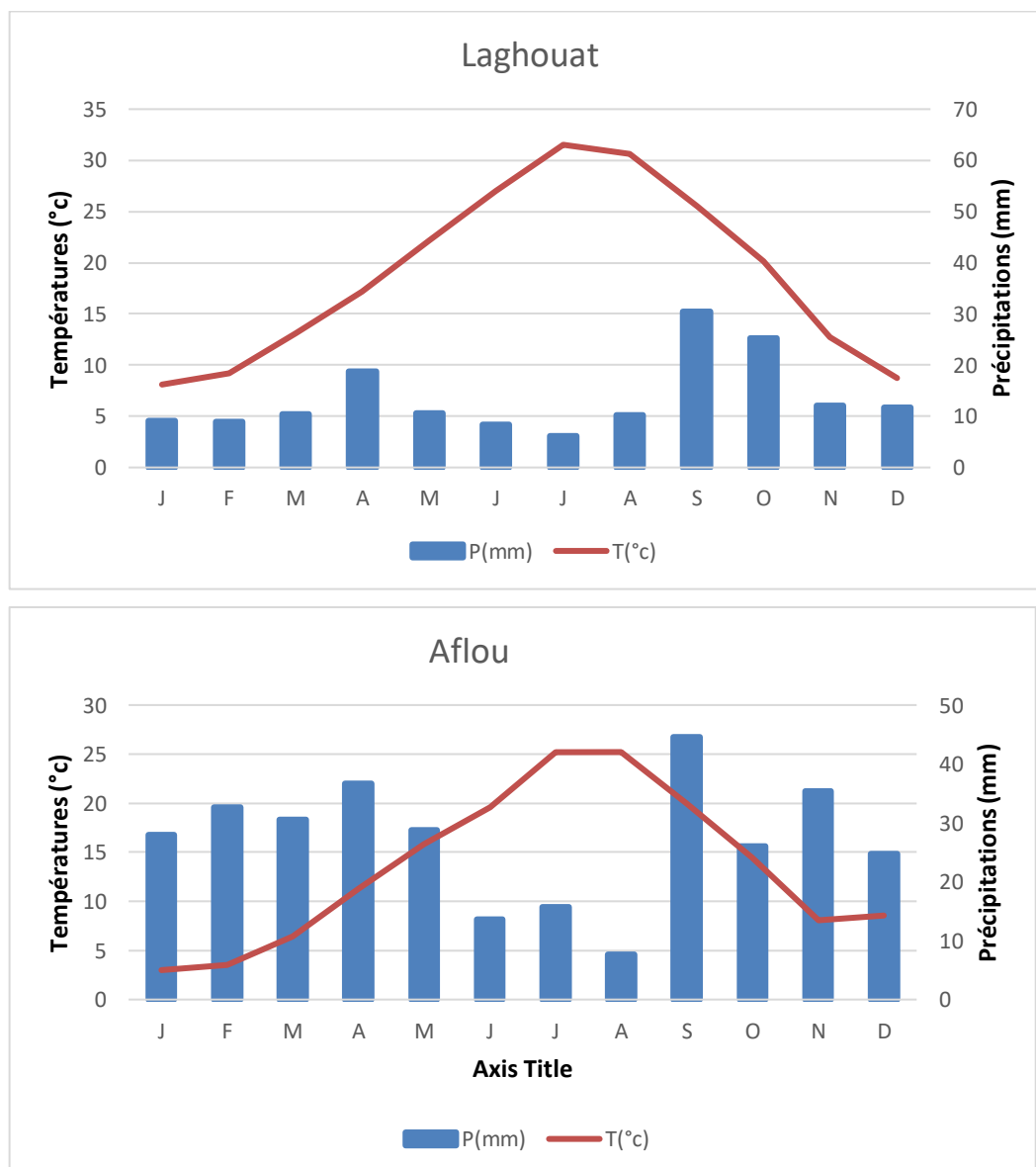


Figure 6. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de deux stations climatiques de la wilaya de Laghouat (2005-2014)

1.2.3.3. Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger (1955)

Cette expression a pour but d'identifier et de classer les zones homo-climatiques de la région méditerranéenne. Emberger (1955), proposait un quotient pluviothermique qui renseigne sur le caractère xérique d'un biotope, et qui prend en considération la température et la

pluviosité. Ce quotient est spécifique du climat méditerranéen, formulé de la façon suivante:

$$Q_2 = 2000P / M^2 - m^2$$

Q_2 : Quotient pluviothermique

P : Pluviosité moyenne annuelle (mm)

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (°Kelvin)

m : Moyenne des minima du mois le plus froid (°Kelvin)

La valeur du quotient pluviothermique varie en fonction inverse du caractère xérique d'un lieu, plus la sécheresse annuelle est grande, moins la valeur du quotient est élevée.

De sa part, Stewart (1969) montre que la formule peut s'écrire :

$$Q_3 = 3.43 P / M - m$$

avec M et m en °C

Cette valeur est très peu différente de la valeur calculée avec la formule originelle, l'erreur maximum est inférieur à 2%, l'erreur est négligeable si l'on considère que les imprécisions de mesures des précipitations et des températures entraînent une erreur relative du quotient de l'ordre de 10% (Sauvage, 1963).

Dans le tableau 10, sont réunis les quotients pluviothermique des deux stations calculés d'après la formule d'Emberger, Stewart. Durant trois périodes d'observation.

Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger et de Stewart

| | 1913 - 1938 | | 1971 - 2001 | | 2005 - 2014 | |
|------------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Q_2 | Q_3 | Q_2 | Q_3 | Q_2 | Q_3 |
| Aflou 1967-1987 | 34,78 | 34,2 | 31,92 | 31,51 | 30,37 | 29,26 |
| Laghouat | 16.81 | 16,99 | 14,34 | 14,41 | 14,56 | 14.54 |

Nous observons une diminution des valeurs Q_2 et Q_3 entre les trois périodes dans les stations. Pour Q_2 elle varie entre 13,38% pour Laghouat, et 12,67 % pour Aflou. Ce qui signifie une accentuation de la sécheresse durant les deux dernières décennies.

Le climogramme d'EMBERGER

La classification bioclimatique d'EMBERGER, utilisée dans la région méditerranéenne, repose sur « les caractères climatiques qui influencent le plus fortement la vie végétale » (Emberger, 1955).

Le Climogramme pluviothermique d'Emberger, permet de localiser une station donnée,

est construit en conjuguant le quotient pluviothermique « Q_2 » en ordonnée et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » en abscisse. La variante thermique sera déterminée selon la valeur de « m ». Les différents étages bioclimatiques des deux stations, calculés pour les trois périodes d'observations, sont représentés dans le Tableau 11 et la figure 7 illustre le climagramme de la période 2004-2014.

Tableau 11 : Quotient pluviothermique et étage Bioclimatique des deux stations Aflou et Laghouat pour les trois périodes

| Période | Stations | Q_2 | m | Bioclimat | Variante |
|---|----------|-------|-------|----------------------|---------------|
| 1ère période Seltzer (1946) (1913_1938) | Aflou | 34.31 | -1.3 | Semi-aride moyen | Hiver froid |
| | Laghouat | 17.02 | 2.3 | Aride inférieur | Hiver frais |
| 2ème période 2005-2014 | Aflou | 30,37 | -3,65 | Semi-aride inférieur | Hiver froid |
| | Laghouat | 14,56 | 1,48 | Saharien | Hiver tempéré |

En effet, la station d'Aflou durant la période sèche passe de 4 mois et 3 semaines (données Seltzer, 1946) à 5 mois et 3 semaines (données de l'O.N.M., 2014).

D'autre part la position des deux stations sur le climagramme d'EMBERGER indique que :

- Aflou présentait un étage bioclimatique semi aride moyen (données de Seltzer, 1946) ; alors qu'elle est classée dans l'étage bioclimatique semi aride inférieur selon les données de l'O.M.N, 2004 et 2014.
- Laghouat présentait un étage bioclimatique aride inférieur (données de Seltzer 1946) ; alors qu'elle est classée dans l'étage bioclimatique saharien selon les données de l'O.M.N ,2004 et 2014.

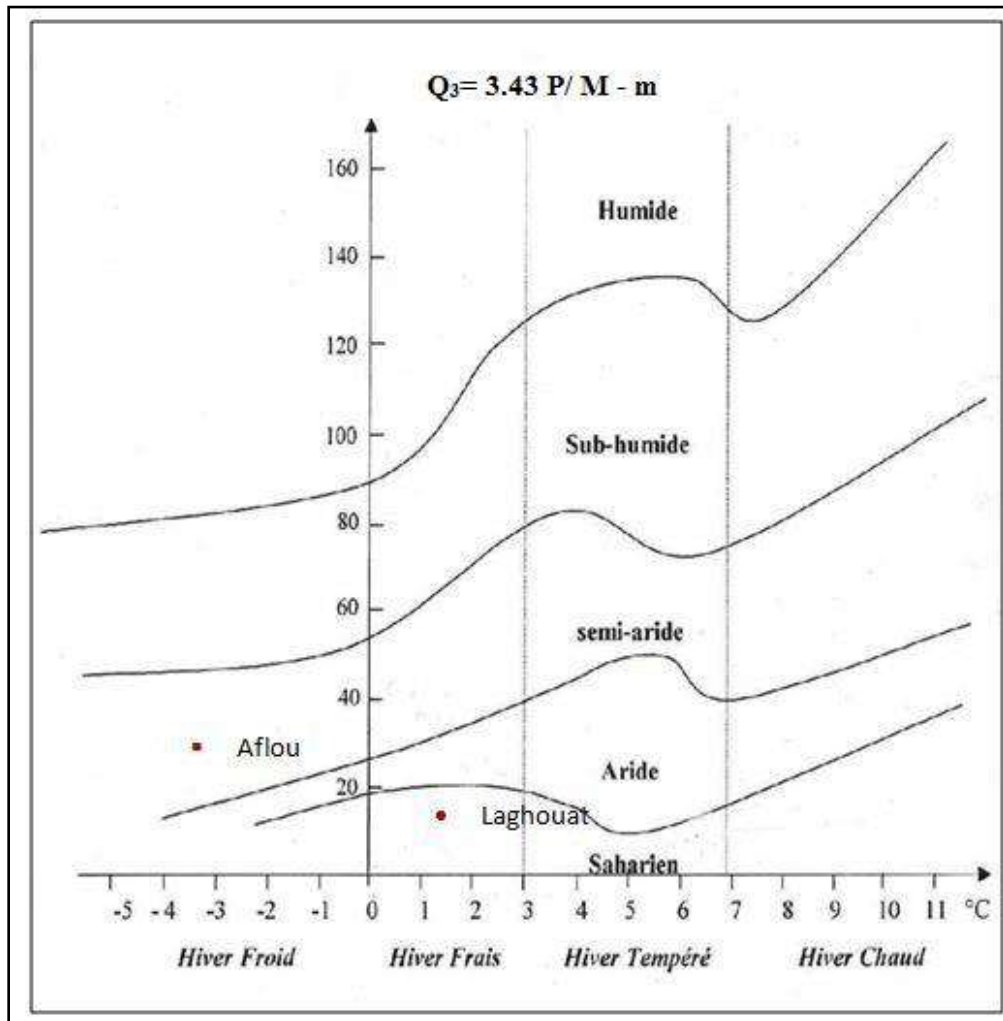


Figure 7 : Situation des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger (1955)

1.3. Cadre démographique et l'agriculture dans la wilaya de Laghouat

1.3.1. Population

A Laghouat 59,7% de la population est urbaine et 40,3% de la population demeure rurale mais leur répartition est très hétérogène sur l'ensemble de la wilaya. Ceci découle des contraintes naturelles telles que la répartition spatiale non équitable des ressources en terre et en eau, concentrées essentiellement au Nord et au centre de la wilaya, ainsi que les caractéristiques climatiques de cette région steppique (DPAT, 2012).

Suite à la dégradation des terres pastorales et à la disparition progressive des pâturages, la sédentarisation des éleveurs s'est imposée. Leurs principales occupations étaient le pâturage et l'élevage ovin, et pratiquant des déplacements avec leurs troupeaux, ces mouvements auxquels ils s'adonnaient (transhumance) maintenaient un certain équilibre du couvert végétal, actuellement la majorité de cette population s'est sédentarisée, et / ou s'est tournée vers d'autres secteurs d'activités plus stables.

1.3.2. L'agriculture

La position de Laghouat dans la steppe la caractérise par une vocation pastorale, les zones des parcours occupent 89% du total de la superficie de la wilaya, l'élevage ovin constitue une part importante des revenus de la population de la wilaya (DPSB, 2012). La diminution du nombre de la population active dans le domaine de l'agriculture observée à Laghouat à la fin des années 1990 peut s'expliquer par la régression de la couverture végétale de ses parcours steppiques (Houyou, 2015). En effet cela a aussi provoqué à partir des années soixante le changement du mode de vie d'une population de nomades dont l'activité principale est l'élevage du mouton (Nedjraoui et Bédrani; 2008). Les parcours steppiques devenus improductifs et hostile à toute forme de pastoralisme ont provoqué un bouleversement chez des bergers ou des éleveurs ruinés, qui abandonnent les parcours steppique dans l'obligation de survivre (Mouafeg, 1984; Duvigneau, 1987; Mouhous, 2005).

La SAU à Laghouat n'a pas évolué depuis 1999, les espaces consacrés à la mise en culture dans la wilaya font partie de périmètres agricoles mis en place depuis 1971 dans le cadre des politiques agricoles de l'Algérie (DSAL, 2010). La part la plus importante (63 %) des espaces cultivées dans la wilaya de Laghouat est celle occupée par les périmètres agricoles de l'APFA (Accession à la Propriété Foncière Agricole loi 18-83 qui fut lancé en 1983). Dans le cadre de ce programme 18 périmètres sur une superficie d'environ 45 344 ha ont été attribués à environ 8269 bénéficiaires à travers le territoire de la wilaya (DPAT, 2012).

L'ensemble de l'économie agricole semble reposer sur la céréaliculture, culture maraichère ainsi que d'autres cultures pérennes (Tableau 12).

Tableau 12. Les différentes cultures pratiquées dans la wilaya de Laghouat

| Cultures | Superficie (ha) | Production (qx) |
|----------------|-----------------|-----------------|
| Céréalière | 8160 | 109.080 |
| Maraichère | 6135 | 868.320 |
| dont PDT | 822 | 300.800 |
| Fourragères | 6760 | 628.770 |
| Arboricultures | 6706 | 73.535 |

(DSPL, 2012).

L'élevage ovin, représenté par un taux de 87.25 %, reste le type le plus pratiqué au niveau de la région, suivi des élevages caprins avec 10.7 % et bovin avec 1.38%.

Les élevages équins et camelins ne représentent que de très faibles proportions, soit respectivement 0,54 % et 0,12% du cheptel total.

I. 2. METHODOLOGIES

2.1. Site d'étude

Plusieurs sorties de prospection de terrain ont été nécessaires pour le choix de cinq sites d'étude. Ce choix est justifié par le fait que les différentes techniques d'aménagement y sont pratiquées. Dans le but de faire une étude comparative entre les parcours aménagés et ceux non aménagés, chaque site a été divisé en deux stations dont une aménagée et l'autre non aménagée. Les sites choisis sont réparties selon un transect Nord-Sud (Figure 8), dans l'ordre suivant :

1. Gelttet Sidi Saad
2. Sebgag
3. Sdi Mkhlouf
4. Elhouita
5. Ksar Elhiran

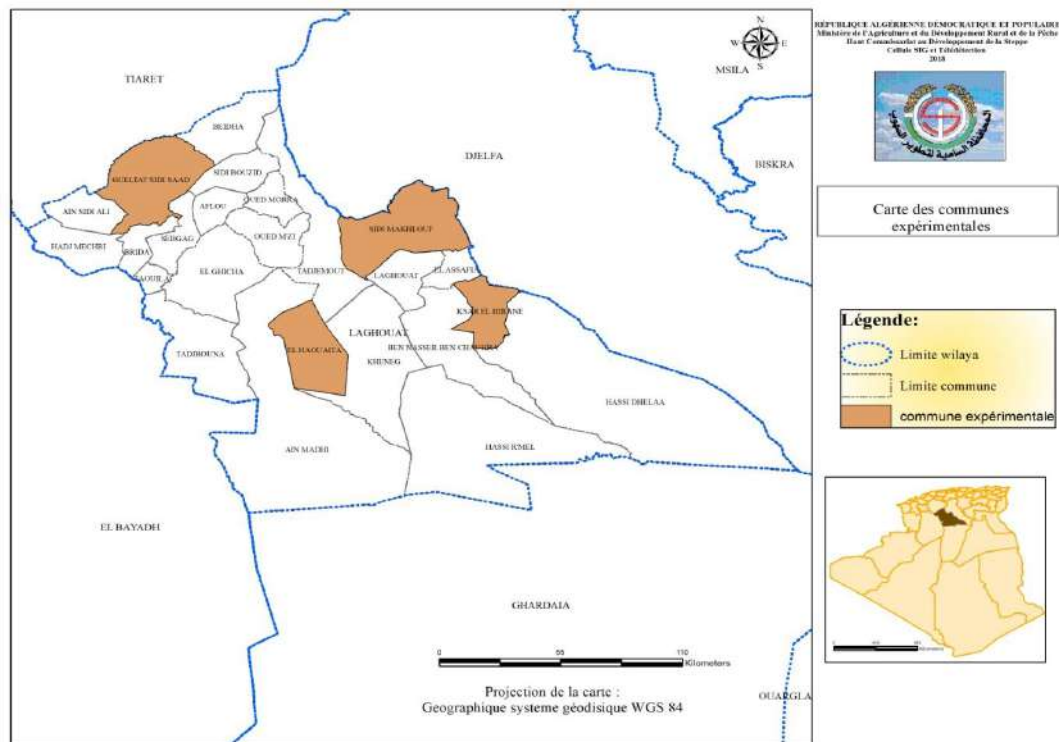


Figure 8 : Carte de situation géographique des sites d'étude

Gueltat Sidi Saad : La commune de Gueltet Sidi Saad est située à environ 140 km au Nord-ouest de la wilaya de Laghouat. Elle contient deux stations d'études se situent sur glaciis secondaire photo 1 (annexe 2) :

- **Station 01 :** Est un parcours à *Stipa tenacissima*, La technique d'aménagement appliquée dans ce parcours est la mise en défens permanente, d'une superficie de 5000 ha

- **Station 02** : Est un parcours libre non aménagé à *Artemisia compstris*.



Station 1 Saholahmar (plantation)



Station 2 libre (paturée)

Photo 1 : Stations de Guelte Sid Saad

Sebgag : La région de Sebgag est située à environ 30 km au sud-ouest de la ville d'Aflou. Elle est caractérisée par des altitudes moyennes qui ne dépassent pas 1500 m. Comprenant deux stations qui sont glacis secondaire photo 2 (annexe2) :

- **Station 3** : Parcours de plantation d'Atriplex d'une superficie de 1600 ha.

- **Station 4** : Parcours non aménagé, à *Stipa tenacissima* et *Artemisia campestris*.



Station 3 Djlal El Gharbi (plantation)



Station 4 libre (paturée)

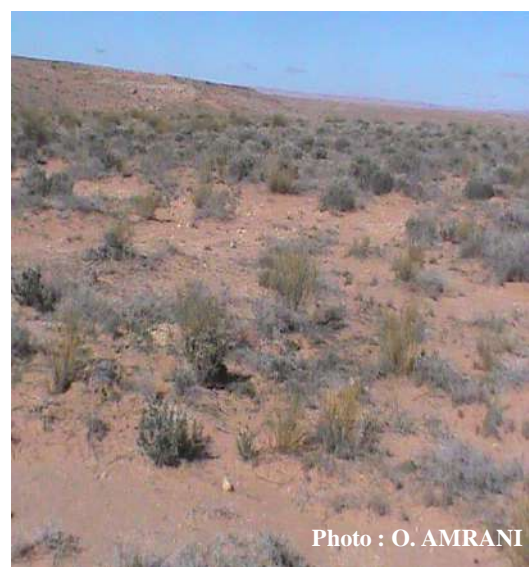
Photo 2 : Stations de Sebgag

Sidi Makhoulf : La région de sidi makhoulf est située à environ 40 km au nord de la ville de Laghouat Elle est caractérisée par des altitudes qui dépassent 900 m. Comprenant deux stations se situent sur glacis secondaire ensablé photo 3 (annexe2) :

- **Station 5 :** Parcours de plantation d’Atriplex d’une superficie 1200 ha,
- **Station 6 :** Parcours non aménagé à base de *Thymelaea microphylla*, *Astragalus armatus* et *Stipa tenacissima*.



Station 5 Guettenet El Herair (plantation)



Station 6 libre (paturée)

Photo 3 : Station de Sidi Makhoulf

El Houaita : La région d’El Houaita est située à environ 40 km au sud-ouest de la ville de Laghouat, sur les bordures sud du djebel Mehales et la plaine oued M’ssaad. Elle est caractérisée par des altitudes moyennes qui ne dépassent pas 900 m. Comprenant deux stations se situent sur hamada photo4 (annexe2) :

- **Station 7 :** Parcours mis en défens à base *Astragalus armatus*, *Stipa tenacissim*, et *Thymelaea microphylla*, d’une superficie 2500 ha.
- **Station 8 :** Parcours non aménagé à base de *Thymelaea microphylla* et *Astragalus armatus*.



Photo : O. AMRANI



Photo : O. AMRANI

Station 7 : Choucha (mise en défens)

Station 8 libre (paturée)

Photo 4 : Stations d'El Houiata

Ksar El Hirane : La région de ksar El Hirane est située à environ 30 km au sud-est de la ville de Laghouat sur la plaine alluviale de oued M'zi. Elle est caractérisée par des altitudes faibles qui ne dépassent pas 700 m. Comprenant quatre stations photo 5 et 6 (annexe2) :

- **Station 9 :** Parcours de plantation d'Atriplex d'une superficie 500 ha, qui est un champ de microdunes
- **Station 10 :** Parcours non aménagé très dégradé se situe sur hamada.
- **Station 11 :** Parcours mis en défens sur hamada, à base *Stipa tenacissima*, *Thymelaea microphylla* et *Astragalus armatus*, d'une superficie 10640 ha.
- **Station 12 :** Parcours non aménagé très dégradé se situe sur hamada.



Photo : O. AMRANI

Station 9 Smaima (plantation)



Photo : O. AMRANI

Station 10 libre (paturée)

Photo 5 : Stations de Kser El Hirane (plantation)



Photo : O. AMRANI

Station 11 : Chaab Kaylane (mise en défens)



Photo : O. AMRANI

Station 12 libre (paturée)

Photo 6 : Stations de Kser El Hirane (mise en défens)

Le choix des stations a été orienté par deux raisons. La première, est pour mettre en évidence les différences qui existent entre un parcours aménagé et un autre non aménagé (dégradé) et de faire évaluer l'évidence de cette réaction (mise en défens, plantation pastorale) et son efficacité sur les parcours de point de vue qualitative et quantitative. La deuxième, pour nous permettre de déterminer la valeur fourragère des différents parcours d'aménagements et les parcours naturels.

Au niveau de chaque zone, nous avons installé deux stations, une aménagée et l'autre non aménagée. A l'intérieure de chaque station trois (03) placettes permanentes de 100 m², ont été réparties sur l'ensemble de la station (tableau 13 et Figure 9). Ces placettes serviront à la réalisation des relevés floristiques.

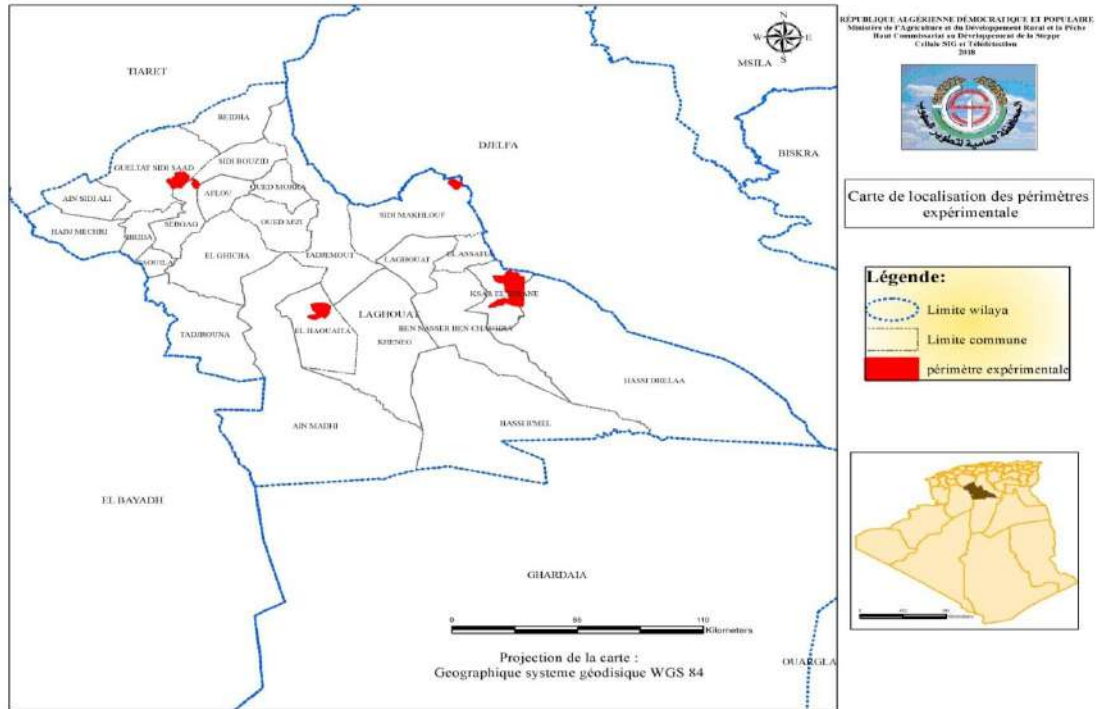


Figure 9. Carte de situation géographique des stations d'études

Tableau 13: Situation géographique des stations des différents parcours étudiés

| Commune | Lieu | Station | Type d'aménagement | Coordonnées | | Altitude |
|-------------------|---------------------|---------|--------------------|-------------|---------------|----------|
| | | | | Est | Nord | |
| Guellet Sidi Saad | Sahou Lahmare | 1 | Mise en défens | 1°55' 54" | 34° 13' 8" | 1232 |
| | Parcours libre | 2 | Non aménagé | 1° 53' 44" | 34° 13' 56" | 1220 |
| Sebgag | Djelal ElGharbi | 3 | plantation | 2° 0' 48" | 34° 13' 14" | 1286 |
| | Parcours libre | 4 | Non aménagé | 2° 0' 3,2" | 34° 12' 24" | 1251 |
| Sidi Makhlouf | Guettenet El Herair | 5 | Plantation | 3° 2' 42" | 34° 13' 5, 8" | 986 |
| | Parcours libre | 6 | Non aménagé | 3° 1' 6,8" | 34° 12' 11" | 962 |
| El Houita | Choucha | 7 | Mise en défens | 2° 31' 0" | 33° 39' 2" | 924 |
| | Parcours libre | 8 | Non aménagé | 2° 30' 21" | 33° 35' 31" | 882 |
| Ksar El Hirane | Smaïma | 9 | Plantation | 3° 13' 12" | 33° 39' 49" | 738 |
| | Parcours libre | 10 | Non aménagé | 3° 13' 30" | 33° 43' 55" | 695 |
| Ksar El Hirane | Chaab El Ghilane | 11 | Mise en défens | 3° 14' 32" | 33° 47' 56" | 750 |
| | Parcours libre | 12 | Non aménagé | 3° 15' 42" | 33° 48' 12" | 703 |

2.2. Etude floristique

Afin d'évaluer le succès relatif des tentatives de réhabilitation et restauration des écosystèmes et juger de leur état (de dégradation ou évolution), l'étude des attributs vitaux (richesse floristique, recouvrement total de la végétation, diversités alpha et bêta des végétaux, spectre biologique,...), est considérée comme importante pour décrire la structure et le fonctionnement de la végétation des deux stations (Aronson *et al.* 1995)

Le suivi de la végétation est appliqué, à l'échelle temporelle et à l'échelle spatiale, au niveau des stations permanentes. Le suivi concerne, plus précisément, la variabilité de la composition et la diversité floristique.

2.2.1. Echantillonnage

D'après Gounot (1969), l'échantillonnage consiste, en général, à choisir dans un ensemble, un nombre limité d'éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble. L'échantillonnage retenu pour cette étude est l'échantillonnage subjectif. Le choix de ce type d'échantillonnage est justifié par la simplicité de sa mise en œuvre (Gounot, 1969). Également, cet échantillonnage nous permet de choisir les communautés les plus représentatives et les plus homogènes pour y implanter des placettes permanentes (Gounot, 1969; Long, 1974; Roselt /OSS, 2008).

Pour le suivi de la biodiversité, il est recommandé, lorsque c'est possible, de retenir une surface de référence, et qui est constante (Chehema et *al.* 2005 ; Chevalier et *al.* 2010). A cet effet, il nous a paru de retenir une aire minimale égale à 100 m² pour toutes les stations, aire déjà retenue pour l'ensemble des groupements végétaux de la steppe selon Djebaili (1978-1984).

Les 36 placettes sont réparties selon l'homogénéité et la représentativité de la végétation. L'homogénéité, critère fondamental dans le choix de l'emplacement des relevés (Delassus, 2015), se manifeste à deux niveaux : l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique (Meddour, 2011).

Nous avons noté la densité de chaque espèce. La densité est exprimée en nombre d'individus par unité de surface (relevé de 100 m²).

2.2.1.1. Relevé phytoécologique

Le relevé phytoécologique est considéré, généralement, comme un échantillon, il est en réalité un ensemble de mesures, où chacune correspondant à une variable (Aidoud-Lounis, 1984).

Les relevés phytoécologiques sont réalisés au niveau de l'aire minimale de 100 m², préalablement établie (Djebaili, 1984; Yahiaoui, 2011 ; Arabi, 2015 ; Chalane, 2016). Il s'agit de recenser et identifier toutes les espèces rencontrées à l'aire minimale d'échantillonnage (Gounot, 1969), tout au long de la période d'étude. L'identification des espèces est faite sur la base de plusieurs flores et travaux. Nous avons utilisé : la nouvelle flore de l'Algérie (Quézel et Santa,

1962-1963), la flore du Sahara (Ozenda, 1977) et le catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien (Chehema, 2006).

Les espèces présentes au niveau des relevés ont été caractérisées par l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952). Les notes de cette échelle se résument en ce qui suit :

+ : simplement présent, recouvrement et abondance très faible ;

1 : abondant, recouvrement < 5% ;

2 : très abondant, recouvrement de 5% à 25% ;

3 : recouvrement de 25% à 50% ;

4 : recouvrement de 50% à 75% ;

5 : recouvrement > 75%.

2.2.1.2. Relevé linéaire

Il est bien adapté aux écosystèmes steppiques dans l'analyse de la structure de la végétation et l'évaluation de l'état de la surface du sol (Aidoud, 1983 ; Nedjraoui, 1990, Roselt/OSS, 2008; Amghar, 2012). La technique de relevé linéaire a été décrite par de nombreux auteurs tels que : Gounot (1969) et Daget et Poissonet (1971). On a utilisé des lignes de 10 m, tendues en dessus de la végétation. Les lignes sont effectuées au niveau des placettes permanentes, à l'ordre de trois lignes par placette. La lecture se fait tous les 10 cm sur la ligne matérialisée par un ruban gradué.

La technique de relevé linéaire, a permis de mesurer:

2.2.1.2.1. Taux de recouvrement global de la végétation (RGV) : Il représente la proportion verticale des organes aériens des plantes. Il est calculé de la manière suivante (Roselt/OSS, 2008):

$$\text{RGV}(\%) = 100 \times (N_v / N)$$

N_v : Nombre de points de végétation ;

N : nombre de lecture (100 points).

2.2.1.2.2. Fréquence spécifique (Fsi %) :

Elle traduit le nombre de présence de l'espèce i par rapport à l'ensemble des présences. Elle est calculée suivant la formule (Roselt/OSS, 2008):

$$\text{Fsi (\%)} = 100 \times (\text{Ni} / \text{N})$$

Ni : Nombre de points où une espèce i a été notée.

2.2.1.2.3. Contribution spécifique (Csi %) : Elle exprime la participation relative de l'espèce i au tapis végétal. Elle est donnée par la formule suivante (Roselt/OSS, 2008) :

$$\text{Csi (\%)} = 100 \times (\text{Ni} / \sum \text{Ni})$$

2.2.2. Suivi de la végétation

Pour étudier la variabilité spatio-temporelle de la végétation, nous avons appliqué différents relevés floristiques (phytoécologiques et linéaires). Ces relevés sont réalisés au niveau des placettes permanentes. Du point de vue temporel, nous avons effectué des relevés saisonniers durant les années 2012, 2013 et 2014 (Tableau 14). Ainsi, 864 relevés linéaires ont été effectués.

Tableau 14 : Planning des sorties réalisées selon les saisons

| Saison | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------|
| Période des sorties | Octobre – novembre | Janvier – février | Mars- Avril – mai | Aout |

2.2.2.1. Les indices de diversité

L'étude de la diversité floristique de la zone d'étude est évaluée quantitativement par l'estimation de la diversité α et la diversité β . La diversité α représente la mesure de la diversité d'un habitat donné, tandis que la diversité β est la mesure du changement de la diversité entre différents habitats (Magurran, 2004), et la diversité biologique et phytogéographique.

2.2.2.1.1 Diversité α

La diversité α est mesurée à travers la richesse floristique (S), l'indice de Shannon (H') et l'équitabilité E. Ces indices sont calculés pour chaque station et pour chaque période d'échantillonnage.

a. Diversité floristique

La diversité floristique est exprimée par le calcul de la richesse floristique où les catégories des espèces ont été évaluées par biotope et par saison. Le nombre de familles et genres a été évalué d'une façon globale.

La richesse floristique représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement et représente la mesure la plus fréquemment utilisée de sa biodiversité. C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1994). Pour comparer la richesse des biotopes, l'échelle de Daget et Poissonet (1991) a été utilisé :

- ✓ Flore très pauvre, lorsqu'il y a moins de 10 espèces ;
- ✓ Flore pauvre, lorsqu'il y a de 11 à 20 espèces ;
- ✓ Flore moyenne, lorsqu'il y a moins de 21 à 30 espèces ;
- ✓ Flore assez riche, lorsqu'il y a moins de 31 à 40 espèces ;
- ✓ Flore riche, lorsqu'il y a moins de 41 à 50 espèces ;
- ✓ Flore très riche, lorsqu'il y a plus de 51 espèces.

b. Indice de Shannon (H')

L'indice de Shannon (H') est l'indice le plus utilisé dans les mesures de la diversité (Krebs, 1999 ; Magurran, 2004). Il tient compte du nombre d'espèces et de l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces (Ihaddadene, 2016 ; Mengistu et Asfaw, 2016).

Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i \cdot \log_2 P_i)$$

Avec : **P_i** : Contribution spécifique de l'espèce *i* ;

Log : logarithme népérien à base de 2.

S : Richesse spécifique.

L'indice de Shannon (H') s'exprime en bits par individus et varie entre 0,5 à 5 bits. H' est égal à 0 quand une seule espèce domine très fortement toutes les autres espèces. Il est maximal (égal à log₂ S), quand toutes les espèces ont la même abondance (Ihaddadene, 2016).

c. Equitabilité E

L'évaluation de la diversité spécifique d'un échantillon est généralement complétée par un indice d'équitabilité. L'équitabilité E traduit la qualité d'organisation d'une communauté (Magurran, 2004). Elle est représentée par le rapport entre la diversité mesurée (H') et la diversité théorique maximale (Hmax). La diversité maximale (Hmax) pourrait arriver lorsque toutes les espèces présentent une abondance similaire (Magurran, 2004). L'indice d'équitabilité E a pour formule :

$$E = H' / H \max \quad H \max = \log_2 S$$

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1. Il tend vers 0, quand une espèce ou un nombre réduit d'espèces dominant dans la communauté. Il tend vers 1, lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1994).

2.2.2.1.2. La diversité bêta

La diversité bêta mesure le gradient de changement de la diversité entre différents habitats, sites ou communautés. Selon Whittaker (1972), la diversité bêta correspond à l'importance du remplacement des espèces, ou des changements biotiques, le long de gradients environnementaux. Pour étudier la diversité bêta, l'indice de Jaccard et la Distance de Hamming sont retenus.

a. L'indice de Jaccard : C'est le plus connu des coefficients et il permet de comparer floristiquement entre les stations (Le Floc'h, 2008), il est présenté par la formule suivante (Jaccard, 1901) :

$$P_j = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

Avec **a** : nombre d'espèces de la liste **a** (relevé **a**) ;

b : nombre d'espèces de la liste **b** (relevé **b**) ;

c : nombre d'espèces communes entre les deux relevés.

Ce coefficient P_j exprime la proportion d'espèces communes (c) par rapport aux espèces particulières (a et b) aux relevés comparés deux à deux. Les relevés d'un même site auront des

valeurs élevées de ce coefficient, de même parfois que des sites éloignés géographiquement mais présentant les mêmes conditions écologiques (Le Floc'h, 2008).

b. Distance de Hamming : Daget et *al.* (2003) proposent, pour les comparaisons floristiques, entre deux relevés, de recourir au calcul de la distance de Hamming selon la formule.

$$H = 100 - P_j$$

avec : P_j est le coefficient de communauté de Jaccard.

- Différence floristique très faible : $H < 20$;
- Différence floristique faible : $20 < H < 40$;
- Différence floristique moyenne : $40 < H < 60$;
- Différence floristique forte : $60 < H < 80$;
- Différence floristique très forte : $H > 80$.

2.2.2.2. Diversité biologique et phytogéographique

Daget (1980) définit le spectre biologique comme étant : « Une stratégie d'adaptation de la flore dans son ensemble aux conditions de milieu, plus particulièrement aux conditions climatiques ». La détermination des types biologiques des espèces inventoriées est basée sur la classification de Raunkiaer (1934).

Dans le cadre de notre étude, nous avons retenu les deux types de spectre « spectre brut et réel » pour analyser la distribution des types biologiques et des types phytogéographiques.

Spectre réel préconisé par Carles (1949) in Amghar (2002), exprime mieux la structure de la végétation, mais difficilement applicable à une grande échelle (Région par exemple), il est établi en tenant compte du taux réel de recouvrement de chaque type biologique ou phytochorique par rapport à l'effectif du peuplement étudié.

La détermination des types biologiques et phytogéographiques, est basé sur plusieurs travaux : Quézel et Santa (1962-1963), Ozenda (1977), Dahmani (1997), Kadi-Hanifi (1998) ; Amghar (2002-2012) ; Kadik (2005-2012).

2. 3. Etude nutritive

Elle a été faite sur les principales espèces pérennes dans les différentes stations étudiées, suivant les quatre saisons de l'année. Les parties vertes et les rameaux tendres de la plante sont récoltées, ont fait l'objet de ces analyses.

2.3.1. Composition chimique

Pour déterminer la composition des plantes, nous avons utilisé la méthode d'analyse chimique des fourrages (Marney *et al.* 2014). L'analyse chimique a été réalisée sur les principales espèces pérennes présentes dans les différentes stations étudiées. Avant l'analyse, les échantillons des différentes stations ont fait l'objet de pesée à l'état frais. Une fois au laboratoire, ils ont été séchés à 85°C jusqu'à poids constant, pour déterminer la matière sèche (MS %), broyés et conservés dans des boîtes hermétiques. Il a été déterminé à partir de ces échantillons la matière organique (MO %), la matière minérale (MM %), la matière azotée totale (MAT %) ainsi que la cellulose brute Weende (CB %).

2.3.1.1 Matière sèche

Le taux de MS est déterminé par la perte de poids subie après séchage à une température de 105 °C (AFNOR, 1982).

2.3.1.2. Matières minérale et organique

Les dosages des MM et MO sont obtenus après destruction de la matière organique par incinération et pesée du résidu ainsi obtenu (ISO, 1997).

2.3.1.3. Matière azotée totale

La MAT est dosée par la méthode de Kjeldahl (ISO, 1997).

2.3.1.4. Cellulose brute

La CBW est déterminée par la méthode de Weende (ISO, 1997).

2.3.2. Valeur nutritive des espèces étudiées

La valeur bromatologique des différentes espèces relevées a ensuite été déterminée en s'appuyant sur les méthodes officielles d'analyses appliquées en alimentation et en nutrition animale, telles que définies par l'AOAC (Association of Official Analytical Chemist) ainsi que par l'AFNOR (Association Française de Normalisation).

La valeur nutritive des espèces vivaces étudiées (valeur énergétique et valeur azotée) est estimée par l'application des équations de calcul de Jarrige (1988) et Guerin *et al.* (1989), à partir des valeurs obtenues par l'analyse de la composition chimique.

2.3.2.1. Estimation de la valeur énergétique

L'estimation de la valeur énergétique exprimée en UFL (unité fourragère lait) et UFV (unité fourragère viande) se base sur les travaux de Jarrige (1988) et Guerin *et al.* (1989). Elle est calculée à partir de l'énergie brute (EB), de l'énergie digestible (ED), de l'énergie métabolisable (EM) et de l'énergie nette (EN), comme suit :

2.3.2.1.1. Energie brute (EB)

$$EB \text{ kcal/kg MO} = 4516 + 1.646 \text{ MAT} + 70 \pm 39 \text{ (MAT en g/kg MO)}$$

2.3.2.1.2. Energie digestible (ED)

$$ED = EB \times dE / 100 \text{ (dE = digestibilité de l'énergie brute EB avec dE en \%)}$$

$$dE = 1.055 \text{ dMO} - 6.833 \text{ (dMO en \%)}$$

$$\text{dMO (\%MO)} = 900 (\text{MAT} / \text{MO})^2 + 45.1 \text{ (MAT et MO en \% MS)}$$

2.3.2.1.3. Energie métabolisable (EM)

$$EM / ED = 0.8682 - 0.099\text{CB/MO} - 0.196 \text{ MAT/MO (CB, MO et MAT en \% MS)}$$

2.3.2.1.4. Energie nette (EN)

$$q = EM / EB$$

$$EN = k \times EM$$

$$ENL = k_l \times EM$$

$$ENM = k_m \times EM$$

$$ENV = k_{mf} \times EM$$

Calcul de k_l , k_m et k_{mf} :

$$k_l = 0.4632 + 0.24 q, k_m = 0.287q + 0.554, k_f = 0.78q + 0.006$$

$$k_{mf} = \frac{k_m \times k_f \times NP}{k_f + k_m \times (NP - 1)}$$

$$k_{mf} = \frac{(0.287q + 0.554) \times (0.78q + 0.006) \times NP}{(0.78q + 0.006) + (0.287q + 0.554) \times (NP - 1)}$$

Avec un niveau de production NP égal à 1.5 nous obtenons :

$$k_{mf} = \frac{0.3358 q^2 + 0.6508 q + 0.005}{0.923 q + 0.283}$$

$$UFL = \frac{EM \times kl}{1700} = \frac{ENL}{1700} \quad (1700 \text{ kcal/kg MS} = \text{ENL d'1 kg d'orge de référence})$$

$$(1820 \text{ kcal/kg MS} = \text{ENV d'1 kg d'orge de référence})$$

2.3.2.2. Estimation de la valeur azotée

$$UFV = \frac{EM \times kmf}{1820} = \frac{ENV}{1820}$$

2.3.2.2.1. Valeurs de l'unité fourragère UF

Les valeurs UF lait (UFL) et UF viande (UFV) se calculent, comme suit :

La valeur azotée des fourrages est exprimée, soit en matière azotée digestible (MAD), soit en protéines digestibles dans l'intestin grêle (PDI). Le système PDI est actuellement devenu préférable pour estimer la valeur azotée. Cette estimation est basée sur les travaux de Jarrige (1988) et de Guerin *et al.* (1989).

2.3.2.2.2. Système PDI

Pour le calcul des PDI, l'estimation des PDIN et PDIE est nécessaire.

Equations de départ :

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

$$PDIA = 1.11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr$$

$$PDIMN = 0.64 \times MAT \times (DT - 0.10)$$

$$PDIME = 0.093 \times MOF$$

$$MOF = MOX - dMO - MAT(1 - DT)$$

Pour les fourrages verts, les valeurs de DT et dr sont respectivement de 0,73 et 0,75.

2.3.3. La phytomasse

La phytomasse d'un groupement végétal correspond à la physionomie générale de la matière présentée sur une surface à un instant donné (Aidoud, 1989).

Pour évaluer la phytomasse aérienne des espèces étudiées, nous avons utilisé la méthode semi-destructive. Nous avons coupé en dehors des placettes de chaque station d'étude, le quart

de la partie aérienne de 3 plantes de dimensions différentes de chacune d'elles. On a multiplié ensuite par 4 pour avoir le poids total de la plante. Elle est exprimée en poids de MS par l'unité de surface. Ces coupes ont été effectuées différemment dans l'espace et dans le temps. Les produits de ces coupes ont été pesés à l'état frais puis ont été mis dans l'étuve à une température de 85°C jusqu'à poids constant.

2.3.4. Production des parcours

La phytomasse aérienne constitue la meilleure expression quantitative de végétation à un instant donné. La mesure périodique de la phytomasse permet d'évaluer l'accumulation de matière végétale ou production de biomasse qui peut être assimilée à une production primaire nette aérienne (Aidoud, 1989).

Sur la base de la méthode d'estimation de la phytomasse, l'évaluation de la production spatio-temporelle de la phytomasse été calculée. La production énergétique (en UFL et UFV par ha) et la production azotée (en kg de PDIN et de PDIE de MS par ha) des plantes pérennes ont été estimées. Ces valeurs ont été calculées à partir de la production de la biomasse des espèces qui les composent, multipliée par leurs différentes valeurs nutritives (Chehma *et al.* 2008).

2.3.5. Productivité des parcours

La productivité représente la variation saisonnière de cette phytomasse essentiellement printanière et automnale (Aidoud, 1989). La productivité de la phytomasse, de l'énergie et de l'azote des parcours a été calculée par la différence annuelle de production entre la saison à plus forte production et celle à la plus faible (Chehma, 2005).

2.3.6. Capacité de charge

La capacité de charge est définie comme le nombre de bétail qu'un parcours est susceptible de nourrir (Bourbouze et Donadieu, 1987), sans détérioration de la végétation (Chehma 2005 ; Allen *et al.* 2011). La capacité de charge, peut être exprimée par l'unité ovine (UO) (Prud *et al.* 1989 in Rekik, 2015). La charge animale est souvent rapportée au nombre de tête de bétail par unité de surface.

Elle fait intervenir la production consommable d'un parcours et les besoins énergétiques de l'animal (en moyenne 400 UF /an pour une brebis) (Aidoud, 1983).

2.4. Analyses statistiques

Des analyses statistiques, à savoir: l'analyse de variance (ANOVA) en effectuant le test multiple de Fisher pour un seuil de significativité de 5%.

Des AFC (Analyse Factorielle des Correspondances), des CAH (classification hiérarchique ascendante) et une ACP (Analyse Composantes Principales) ont été effectuées pour interpréter les résultats obtenus. Pour cela, le logiciel statistique XLSTAT (2009) a été utilisé.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

II. 1. Etude floristique

1.1. Composition systématique

L'étude de la composition systématique de la flore des stations a permis de comptabiliser 83 espèces réparties sur 60 genres et 24 familles (Tableau 15 ; figure10 ; annexe 3).

Tableau 15: Répartition des genres et des espèces par famille de la flore recensée

| N | Famille | Genre | Taux% | Espèce | Taux% |
|--------------|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|
| 1 | Apiaceae | 2 | 3,33 | 2 | 2,41 |
| 2 | Astreraceae | 15 | 25,00 | 22 | 26,51 |
| 3 | Borraginaceae | 1 | 1,67 | 2 | 2,41 |
| 4 | Brassicaceae | 7 | 11,67 | 8 | 9,64 |
| 5 | Capparidaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 6 | Caryophyllaceae | 3 | 5,00 | 4 | 4,82 |
| 7 | Amaranthaceae | 5 | 8,33 | 5 | 6,02 |
| 8 | Cistaceae | 1 | 1,67 | 2 | 2,41 |
| 9 | Cucurbitaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 10 | Euphorbiaceae | 1 | 1,67 | 3 | 3,61 |
| 11 | Fabaceae | 5 | 8,33 | 10 | 12,05 |
| 12 | Geraniaceae | 1 | 1,67 | 2 | 2,41 |
| 13 | Hyacinthaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 14 | Iridaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 15 | Lamiaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 16 | Iridaceae, | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 17 | Liliaceae, | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 18 | Orobanchaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 19 | Plambaginaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 20 | Plantaginaceae | 1 | 1,67 | 3 | 3,61 |
| 21 | Poaceae | 5 | 8,33 | 7 | 8,43 |
| 22 | Resedaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 23 | Thymelaeaceae | 1 | 1,67 | 1 | 1,20 |
| 24 | Zygophyllaceae | 2 | 3,33 | 2 | 2,41 |
| Total | 24 | 60 | 100 | 83 | 100 |

Nous avons également observé que la répartition des espèces au niveau des familles n'est pas homogène. Certaines familles ne sont représentées que par une seule espèce. Il s'agit de la famille des Capparidaceae, Cucurbitaceae, Hyacinthaceae, Iridaceae Liliaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Orobanchaceae, Plambaginaceae, Resedaceae et Thymelaeaceae. D'autres familles sont bispécifiques, représentées par deux espèces seulement. Nous avons les Apiaceae, et Zygophyllaceae. Cependant, les familles des Asteraceae, des Fabaceae, des Brassicaceae, des

Poaceae et des Amaranthaceae représentent 62,65% de la totalité des espèces recensées. La famille des Asteraceae renferme le plus grand nombre d'espèces (22 espèces, soit 26,51% de la totalité de la flore recensée) et le plus grand nombre de genres (15 genres, soit 25%).

La répartition des genres au niveau des familles est également irrégulière. Les principales familles sont les plus représentées aussi sur le plan générique avec un taux de 61,63%. Trois familles comptent 2 à 3 genres. Cependant, la plupart d'entre elles (16 familles, soit 26,72% sont représentées par un seul genre).

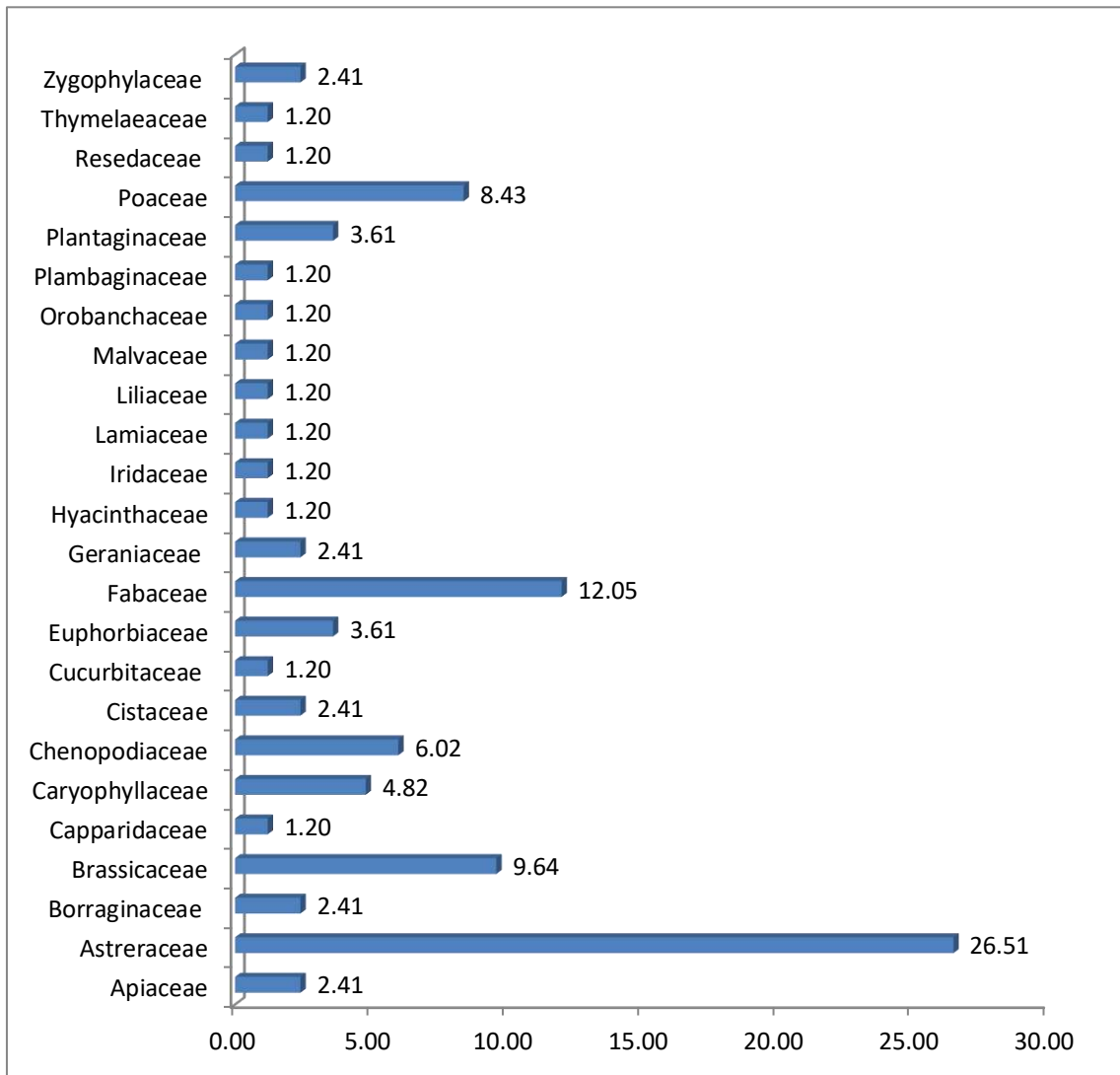


Figure 10. Diversité spécifique des familles de la flore recensée

Les stations aménagées par plantations sont les plus riches, avec respectivement 67 espèces (22 pérennes et 45 annuelles), et 64 espèces (24 pérennes et 40 annuelles) pour les stations mise en défens. Par contre les stations, non aménagées, représentées par le parcours libres pâturés sont les plus pauvres, caractérisées systématiquement par : 9 Familles, 16 genres et 23 espèces (Tableau 16 ; annexe 3).

Tableau 16 : Importance des familles dans les différentes stations d'étude

| Famille | Mise en défens | Plantation pastorale | Station libre |
|----------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Apiaceae | 1,56 | 2,99 | 0 |
| Astraceae | 32,81 | 25,37 | 43,48 |
| Borraginaceae | 3,13 | 1,49 | 4,35 |
| Brassicaceae | 10,94 | 7,46 | 0 |
| Capparidaceae | 0 | 1,49 | 0 |
| Caryophyllaceae | 6,25 | 4,48 | 0 |
| Amaranthaceae | 6,25 | 5,97 | 8,7 |
| Cistaceae | 3,13 | 1,49 | 0 |
| Cucurbitaceae | 0,00 | 1,49 | 0 |
| Euphorbiaceae | 0 | 4,48 | 0 |
| Fabaceae | 9,38 | 14,93 | 4,5 |
| Geraniaceae | 3,13 | 2,99 | 8,7 |
| <i>Hyacinthaceae</i> | 0 | 1,49 | 0 |
| Iridaceae | 1,56 | 1,49 | 0 |
| Lamiaceae | 1,56 | 1,49 | 0 |
| Liliaceae | 1,56 | 0,00 | 0 |
| Malvaceae | 1,56 | 1,49 | 0 |
| Orobanchaceae | 0 | 1,49 | 0 |
| Plambaginaceae | 0 | 1,49 | 0 |
| Plantaginaceae | 4,69 | 2,99 | 8,7 |
| Poaceae | 9,38 | 7,46 | 13,03 |
| Resedaceae | 0,00 | 1,49 | 0 |
| Thymelaeaceae | 1,56 | 1,49 | 4,35 |
| Zygophyllaceae | 1,56 | 2,99 | 4,35 |

Il ressort de ces analyses systématiques, une diversité en familles et en genres plus importante dans la situation aménagée comparée à la situation nom aménagée.

La famille des Asteraceae est la mieux présentée au niveau de l'aménagement par mise en défens (21 espèces), alors que c'est la famille des Fabaceae qui présente une supériorité dans l'aménagement par plantation (10 espèces).

Nous avons aussi remarqué que les familles recensées sont, dans l'ensemble, communes pour les stations étudiées. Néanmoins, sept familles sont absentes au niveau de la station aménagée par mise en défens (Capparidaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Hyacinthaceae, Plambaginaceae, Orobanchaceae et Resedaceae) et une seule famille Liliaceae pour l'aménagement par plantation (Figure 11).

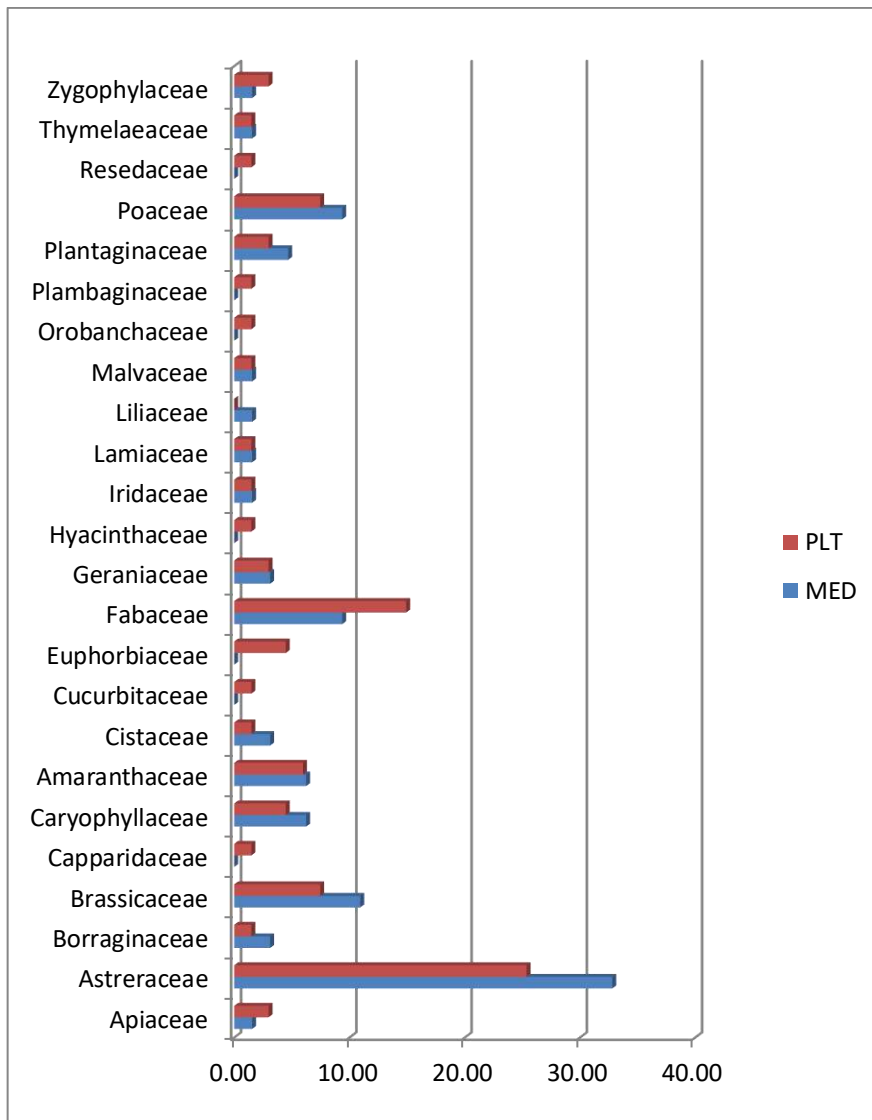


Figure 11 : Nombre des espèces par famille au niveau des stations aménagées

PLT : aménagement par plantation, MED : aménagement par mise en défens

1.1.1. Répartition spatio-temporelle

1.1.1.1 Répartition spatiale

Une nette diversification de la flore recensée induit par l'aménagement est observée. En effet, les espèces inventoriées à l'intérieur de l'aménagement sont plus importantes que le parcours libre.

Sur le plan spatial, la répartition de la richesse totale des stations est différente selon le type d'aménagement et les stations non aménagées (Tableau 17).

Tableau 17 : Richesse des stations aménagées et non aménagées

| Richesse | Mise en défens | Plantation | Station libre |
|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| Pérennes | 24 | 23 | 8 |
| Annuelles | 40 | 45 | 12 |
| Total | 64 | 67 | 18 |
| Nombre de famille | 18 | 23 | 9 |
| Richesse | Flore très riche | Flore très riche | Flore pauvre |

La richesse stationnelle de la flore de différentes stations plantées et les stations non aménagées, selon l'échelle de Daget et Poissonet (1991), est présentée dans le (Tableau 18).

Tableau 18 : Richesse spécifique des stations aménagées par plantation et les parcours non aménagés

| Richesse | Sebgag | Station libre | Sidi Makhlouf | Station libre | Ksar El Hiran | Station libre |
|-----------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Pérennes | 7 | 2 | 20 | 07 | 14 | 2 |
| Annuelles | 19 | 7 | 25 | 06 | 21 | 1 |
| Total | 26 | 09 | 45 | 13 | 35 | 3 |
| N famille | 10 | 4 | 17 | 7 | 16 | 2 |
| Richesse | Flore moyenne | Flore pauvre | Flore riche | Flore pauvre | Flore assez riche | Flore très pauvre |

La richesse stationnelle de la flore de différentes stations mise en défens et stations non aménagées, selon l'échelle de Daget et Poissonet (1991), est présentée dans le (Tableau 19).

Tableau 19: Richesse spécifique des stations aménagées par mise en défens et des stations non aménagés

| Richesse | Guelte Sidi Saad | Station libre | El Houaita | Station libre | Ksar Elhiran | Station libre |
|-----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Perénnes | 9 | 2 | 16 | 4 | 10 | 1 |
| Annuelles | 22 | 8 | 22 | 6 | 11 | 1 |
| Total | 31 | 10 | 38 | 10 | 21 | 2 |
| N famille | 12 | 5 | 12 | 6 | 9 | 2 |
| Richesse | Flore assez riche | Flore pauvre | Flore assez riche | Flore pauvre | Flore moyenne | Flore très pauvre |

L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) est une méthode informatisée qui permet l'ordination des données en espace réduit (Dervin, 1990). Les données sont rassemblées dans un tableau à double entrée dont les colonnes correspondent aux relevés et les lignes représentent les espèces. Ce tableau est constitué par les espèces pérennes recensées dans les stations d'étude. A l'intersection seule le caractère «présence absence » des espèces a été considérée, prend la valeur 1 en cas de présence et la valeur 0 en cas d'absence.

La présentation spatiale sur les plans factoriels, était limité aux espèces pérennes qui sont constantes dans l'espace et dans le temps. Les axes 1 et 2 de cette présentation factorielle, (Figures 12 et 13), donne l'essentiel de l'information, totalisant 49,35% d'inertie.

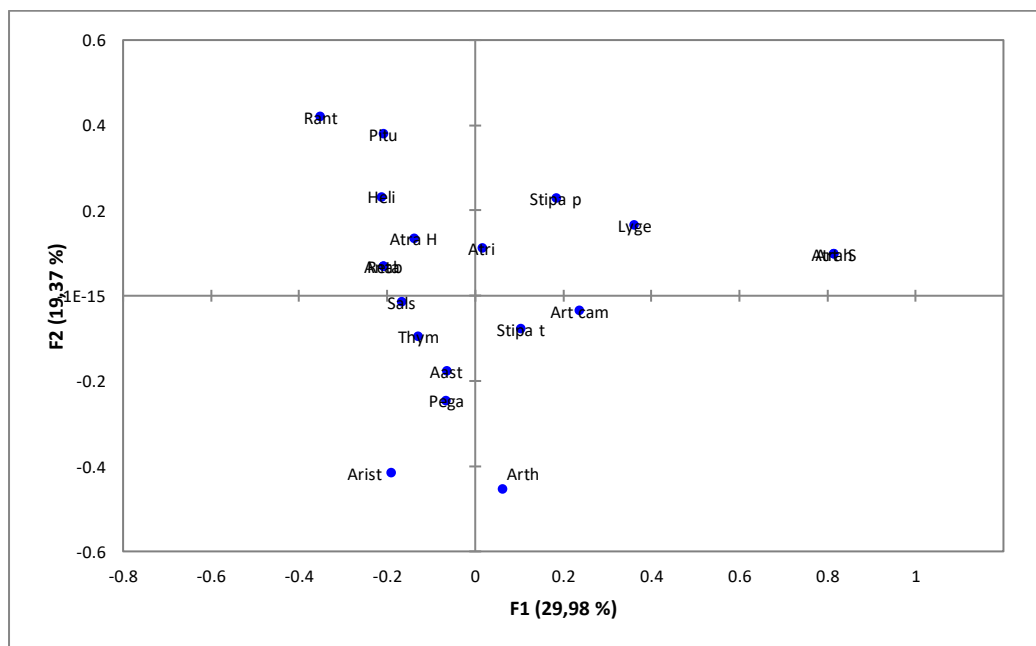


Figure 12: Représentation des espèces pérennes sur le plan factoriel (F1, F2)

A partir des nuages de points obtenus relatifs aux espèces et des axes factoriels significatifs, on peut mettre en évidence des gradients écologique et anthropique qui agissent sur la distribution des végétaux et des groupements qui le constituent.

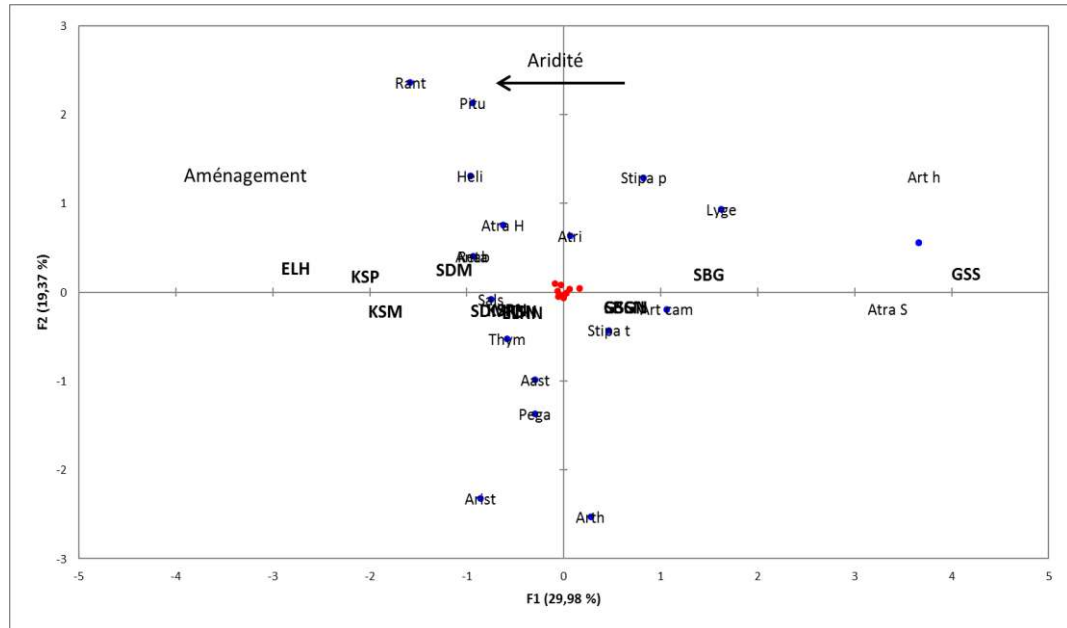


Figure 13: Représentation superposée des espèces pérennes et des stations, sur le plan factoriel (F1, F2)

Les AFC des espèces (Figure 12) et de la superposition espèces-stations (Figure 13), montrent la distribution des espèces dispersées. Les stations non aménagées non pas d’effet sur la répartition des espèces.

Nous remarquons, au niveaux du premier axe, un gradient dynamique de végétation régressive; du côté positif sont localisés pour l’essentiel des taxons de végétation évoluées par l’aménagement, que celles que différencient les espèces regroupées du côté négatif qui présente les espèces xérique qui se trouvent dans les stations non aménagées.

Le deuxième axe montre une évolution progressive de l’aridité du côté positif vers le côté négatif.

Par ailleurs, ces analyses ont été complétées par des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (Figure 14), afin d’identifier les principaux types d’assemblages d’espèces présents sur les stations d’étude.

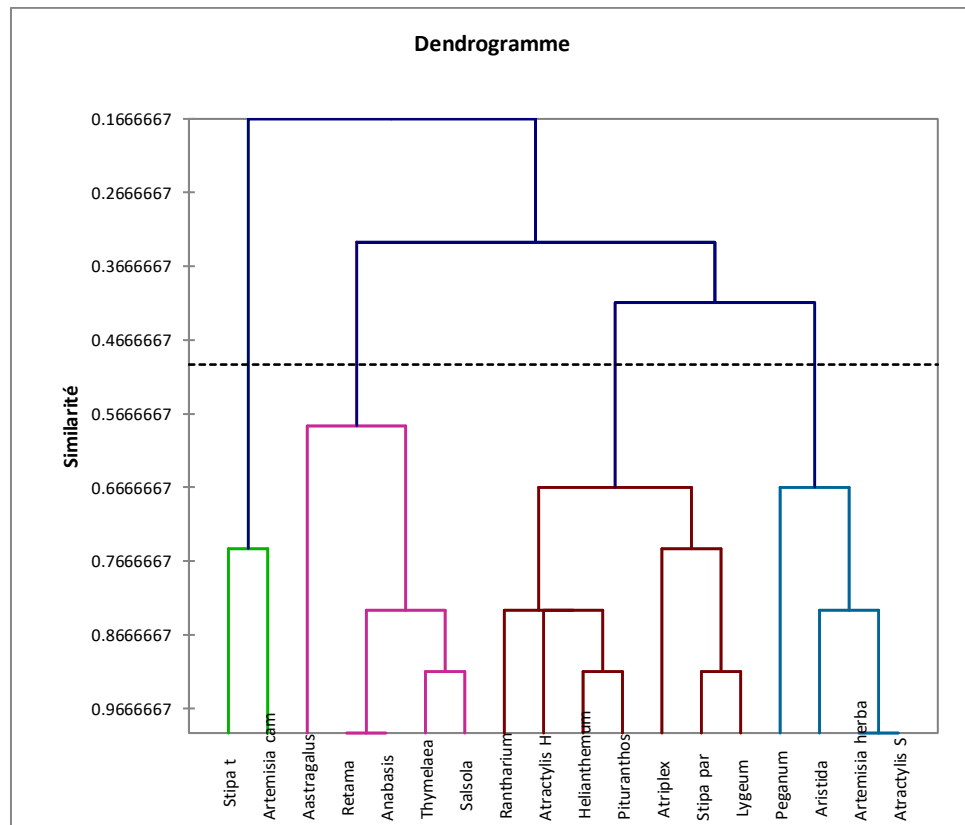


Figure 14 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des espèces recensées dans les stations d'étude

Le groupe 1: englobe les espèces : *Retama retam* ; *Thymelaea microphylla* ; *Salsola vermiculata* ; *Anabasis articulata* ; *Astragalus armatus*. Qui sont des espèces psammophiles.

Le groupe 2: Constitué par *Helianthemum lippii*; *Atractylis humilis* ; *Pituranthos chloranthus*; *Rhanterium adpressum* ; *Atriplex canescens* ; *Stipa parviflora*; *Lygeum spartum* ; qui sont les espèces accompagnatrices de l'*Atriplex canescens* dans les stations plantées.

Le groupe 3: Constitué de deux espèces : *Stipa tenacissima* ; *Artemisia campestris*; les espèces déterminant les stations mises en défens.

Le groupe 4: Ce groupe réunit les espèces : *Artemisia herba alba* ; *Atractylis serratuloides* ; *Peganum harmala* ; *Aristida pengens*. Ce sont des espèces qui arrivent à se maintenir dans certaines stations et témoigne d'une régénération ou témoigne d'une dégradation accentuée sur le plan pastoral.

Cette étude a montré que l'action synergique de l'aridité et de l'action anthropique engendrait des modifications importantes au niveau de la végétation, ces deux facteurs semblent soutenir la majorité des axes des plants de l'AFC.

La dégradation plus avancée conduit à la dégradation qui se traduit par une substitution des éléments sahariens par des espèces beaucoup plus adaptées à la xéricité qui est accentuée par cette détérioration des conditions écologiques stationnelles.

1.1.1.2. Répartition temporelle

Sur le plan temporelle, la répartition de la richesse totale des biotopes est différente (Tableau 20 et 21). On note que 66,27% sont de type éphémères et 33,73% sont des vivaces.

La répartition de la richesse totale des stations aménagées par plantation (Tableau 20)

Tableau 20 : Répartition temporelle de la richesse globale des parcours aménagés par plantation

| Saison | Richesse totale | Pérenne | Annuelle |
|-----------|-----------------|---------|----------|
| Automne | 43 | 23 | 20 |
| Hiver | 35 | 23 | 12 |
| Printemps | 67 | 23 | 44 |
| Eté | 23 | 23 | 00 |

La répartition de la richesse totale des stations aménagées par la mise en défens (Tableau 21)

Tableau 21 : Répartition temporelle de la richesse globale des parcours aménagés par Mise en défens

| Saison | Richesse totale | Pérenne | Annuelle |
|-----------|-----------------|---------|----------|
| Automne | 38 | 24 | 14 |
| Hiver | 32 | 24 | 08 |
| Printemps | 64 | 24 | 40 |
| Eté | 24 | 24 | 00 |

Du point de vue temporel, nous avons noté une variabilité importante de la composition floristique. Les espèces pérennes telles que : *Artemisia campestris* ; *Atractylis serratuloides* ; *Stipa tenacissima*, sont présentes durant toute l'année. D'autre part, les annuelles ne sont présentes que partiellement (Figure 15). De ce fait, la plus grande concentration des annuelles concorde avec la saison printanière. La période hivernale est caractérisée par le nombre d'espèces le plus bas, avec une absence totale des annuelles durant la période d'été. La variation de la richesse floristique dépend du nombre d'espèces annuelles présentes à chaque saison, durant la période d'échantillonnage.

Les relevés floristiques effectuées, au cours de la saison printanière, explique le nombre important des espèces éphémères rencontrées aux stations aménagées (mise en défens et plantation) et non aménagée qui est de 63,08% ; 65,67 et de 60,67% respectivement. Ces espèces éphémères sont capables de croître et de fleurir rapidement, recouvrant le sol pour de courtes périodes (Mackenzie et al. 2000)

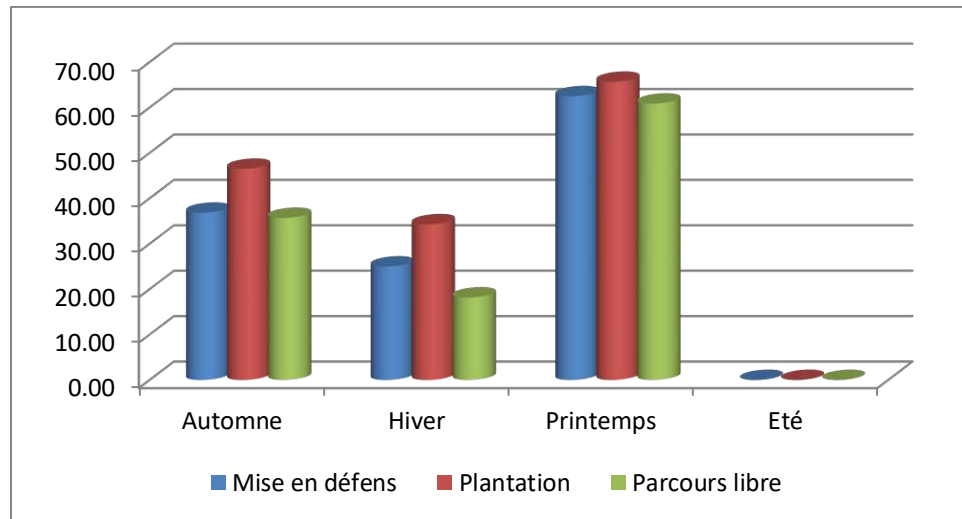


Figure 15 : Présentation de la répartition des espèces annuelles

Discussions

A travers les relevés floristiques effectués, les 24 familles recensées sont réparties d'une manière irrégulière, tout au long de la période d'étude. Pour les stations aménagées, l'apparition du plus grand nombre de familles coïncide avec la saison printanière. Parmi ces familles, nous avons les Boraginaceae, les Brassicaceae, les Caryophyllaceae, les Curcubitaceae, les Euphorbiaceae, les Geganiaceae, les Malvaceae, les Plantagenaceae et les Resedaceae qui sont représentées uniquement par les annuelles.

Le nombre de familles, le plus bas, est noté durant la période d'été. Il est représenté par les familles contenant des espèces pérennes telles que la famille des Asteraceae qui est représenté par *Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris*, la famille des Poaceae par *Stipa tenacissima* L. et *Stipa parviflora* Desf., et la famille des Amaranthaceae par *Atriplex canescence*.

La place spécifique occupée par les Asteraceae, Fabaceae, des Brassicaceae et Poaceae est justifiée, puisque ce sont des familles cosmopolites qui sont très répandues sur toute la surface du globe. Ce sont globalement les mêmes familles qui prédominent dans les flores du sud Oranais, Algérois et Constantinois (Bouzenoune, 1984 ; Boughani, 1995- 2009).

La comparaison floristique de la région d'étude avec les données de Quézel (1965), Ozenda (1991), Boughani (2014) montre qu'elle est floristiquement représentative: Asteraceae,

Poaceae, Brassicaceae et Fabaceae sont dominantes dans le secteur de l'Atlas saharien du domaine maghrébin steppique.

Nos résultats sont en accord avec les études floristiques de Chehma (2005); Chehma et Youcef (2009); Boughani (2009); SelmKour et al. (2013); Bouallala (2013); Merdas et al. (2017) et Benaradj et al. (2017).

Par ailleurs, les principales familles inventoriées dans cette étude sont les mêmes retrouvées par d'autres auteurs, mais dans un ordre différent. Nous citons les travaux de Quézel (1978); Bouznoune (1984); Le Houérou (1995); Aidoud-Lounis (1997); Dahmani (1997); Amghar (2012) et Boughani (2014). La place importante occupée par les Asteraceae, les Poaceae et les Fabaceae est justifiée, selon Boughani (2014), par l'origine cosmopolite et subcosmopolite de ces familles, et qui leur permettraient d'être très répandues sur tout le globe terrestre. Cependant, l'origine méditerranéenne de la famille des Caryophyllaceae peut expliquer sa présence dans la zone d'étude (Boughani, 2014).

Il convient également de signaler que la prépondérance de la famille des Asteraceae au niveau de cette étude rejoint les travaux de Quézel (1978); Amghar (2002); Selmkour et al, 2013; Boughani (2014); Zedam (2015). Tous ces travaux rapportent que les Asteraceae sont la famille la mieux représentée dans la flore algérienne et la flore de l'Afrique du Nord.

Quant à la présence des Amaranthaceae, et des Zygophyllaceae dans la zone d'étude, celle-ci pourrait se traduire par les conditions climatiques arides de la zone étudiée et l'introduction de l'espèce *Atriplex canescens* (Amghar, 2012-2016).

D'après Aidoud (1989), la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble des caractères (climat, édaphique et exploitation). Elle est augmentée par l'amélioration des caractéristiques du sol suite à la limitation de l'action anthropique par la technique d'aménagement (mise en défens et plantation) (Benrbiha, 1984; Benaradj et al. 2010; Amghar, 2012-2016; Gamoun et al. 2012; Kherief et al. 2013; Boumakhleb et Chehma, 2014; Merdas et al. 2017; Benaradj et al. 2017), et qui a favorisé la régénération et le développement des herbacées (Yates et al. 2000).

Cependant, nous avons noté que, selon l'échelle de Daget et Poissonet (1997), la flore recensée est riche. Mais, cette richesse n'est pas représentative de la situation régionale, il y a des différences d'une station à l'autre et selon le type d'aménagement. Elle est expliquée par l'amélioration des caractéristiques du sol, suite aux techniques de plantation pastorale et de mise en défens par la limitation de l'action anthropique (Benrbiha, 1984; Amghar et al. 2016; Gamoun et al. 2012; Hachmi 2015; Merdas et al. 2017).

Quel que soit le mode de gestion (mise en défens ou pâturage libre) Slimani *et al.* (2010) ont démontré que malgré la prédominance des pérennes dans les mises en défens de la région de Rogassa (ouest algérien) dans les années 1970, leur part et celles des éphémères a décliné de 10% ultérieurement avec une tendance régressive pour les deux types et dans les deux cas à partir des années 2000. Sur les steppes du versant Sud de l'Atlas saharien (région de Laghouat), la mise en défens était plus bénéfique pour l'apparition des thérophytes par rapport à la plantation pastorale (Amghar *et al.* 2012-2016).

1.2. Spectre biologique et phytochorique

L'analyse de la diversité biologique et phytochorique se base sur l'étude de trois types de spectres : global, brut et réel. Le spectre global exprime le pourcentage du nombre des espèces appartenant aux divers types biologiques et phytogéographiques par rapport au nombre total des espèces des régions étudiées. Les spectres réels expriment mieux la structure de la végétation, ils sont établis, en tenant compte du taux réel de recouvrement de chaque type biologique ou phytochorique par rapport à l'effectif de flore étudié.

1.2.1. Spectre biologique

1.2.1.1. Spectre biologique global

D'après la liste globale des espèces recensées, les résultats obtenus sont présentés dans la figure 16. L'analyse du spectre biologique global de la composition des espèces recensées reproche une prédominance des thérophytes (54%) sur les autres formes de vie. Ils sont accompagnés par les chamaéphytes qui représentent (29%), les hémicryptophytes 10%, les géophytes avec 5%. Les phanérophytes et les parasites sont moins représentés, avec un taux très faible (1%). Les types biologiques de la flore étudiée se présentent donc, comme suit:

Th > Ch > He > Ge > Ph > Pa

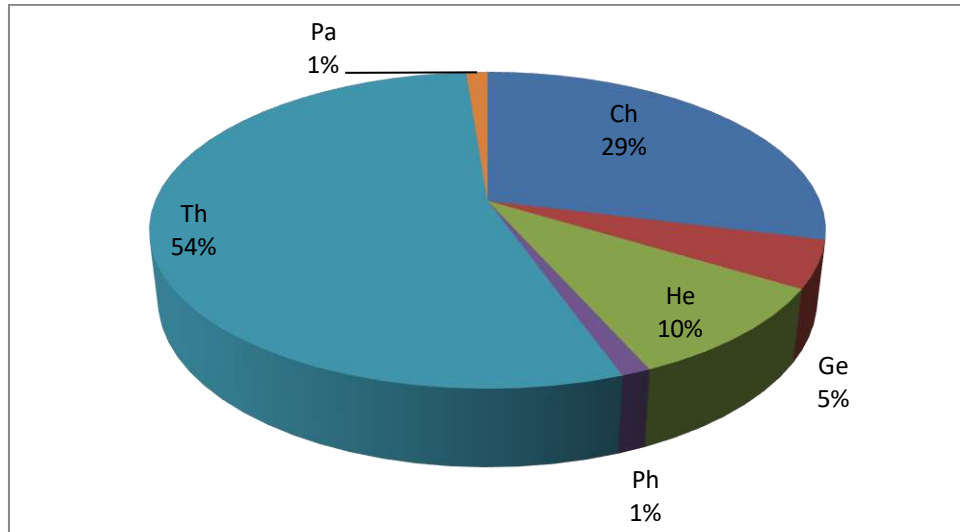


Figure 16. Spectre biologique global de la flore recensée

Th: Thérophytes; Ch: Chaméphytes; He: hémicryptophytes; Ge: géophytes. Ph: Phanérophytes; Pa: Parasites

1.2.1.2. Spectres biologiques bruts et réels

Du point de vue spatial (Figure 17), les spectres biologiques bruts montrent que les stations aménagées présentent cinq types biologiques et trois types pour la station non aménagée. Ces types sont répartis d'une façon différente en fonction des stations.

Donc le spectre est de type (Th> Ch> Gé> He > Ph), pour les stations aménagées.

Et de type Th>Ch>He dans les stations non aménagées.

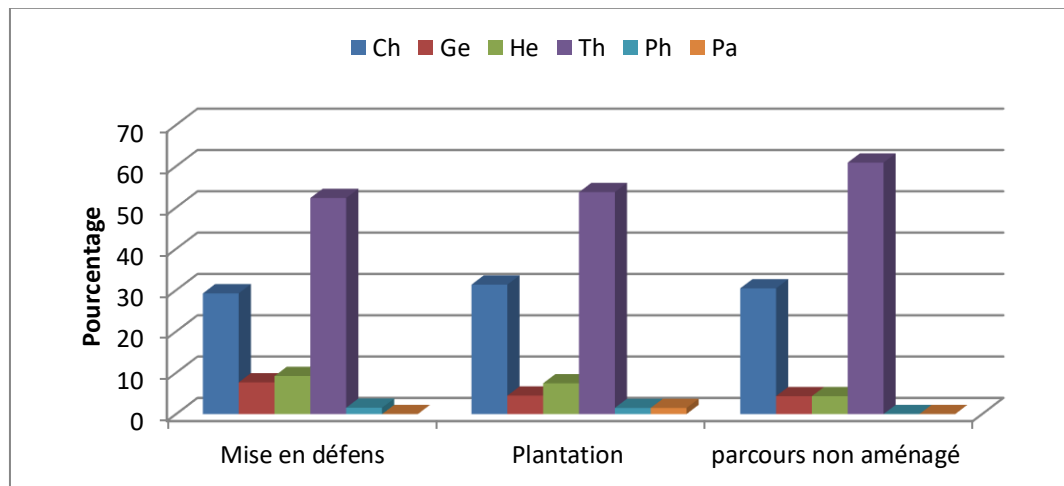


Figure 17. Histogramme de Spectre biologique brut de la flore recensée des différentes stations aménagées et non aménagées

L'analyse des spectres biologiques bruts montre que les thérophytes sont les plus représentées dans tous les stations, avec des taux dépassant généralement 50%. Les chaméphytes sont aussi bien représentées avec des pourcentages différents, variant entre 29 % et 31%. Les hémicryptophytes sont moins représentés, leur pourcentage est non négligeable (4 à 9%), suivis

par les géophytes qui enregistrent un pourcentage fiable (4 et 7%). Les phanérophytes sont faiblement représentés et se localisant dans trois stations aménagées, avec un taux (1,5%). Enfin, viennent les parasites qui se localisent dans les stations aménagées par plantation avec un taux très faible (1%). Les Phanérophytes sont absents. Les Chamaephytes sont mieux adaptées à la sécheresse que les Phanérophytes, car ces derniers sont plus xérophiles. Les végétaux de la zone étudiée sont à vocation Chamaephytique, ils dominent en abondance.

1.2.1.3. Variation spatio-temporelle

L'analyse des spectres biologiques bruts et réels montre une diversité d'une station à l'autre et durant les quatre saisons

a. Stations aménagées par plantation pastorale

Du point de vue spatio-temporel, la répartition des types biologiques est variable. Dans la station aménagée Sebgag (Figure 18 a), mis à part les thérophytes qui disparaissent seulement en été, la répartition des autres types biologiques, selon les spectres bruts est similaire pendant l'hiver et l'été suivant le schéma : Th>Ch>Ge>Hé. Au printemps, c'est les hémicryptophytes qui deviennent supérieur au géophytes. Durant l'été le schéma devient Ch>Ge > Hé.

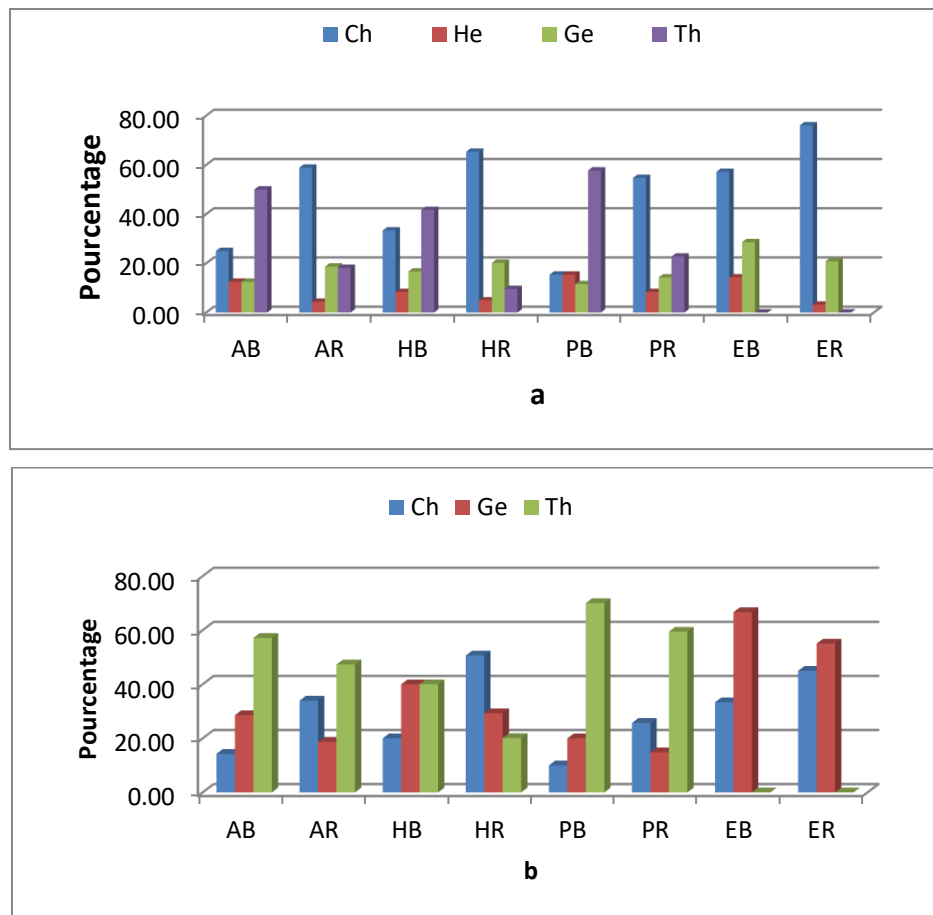


Figure 18: Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Sebgag

AB : Spectre brut "Automne", AR: Spectre réel "Automne", HB : Spectre brut "Hiver", HB : Spectre réel "Hiver", PB : Spectre brut "Printemps", PR : Spectre réel "Printemps", EB : Spectre brut "Eté", ER : Spectre réel "Eté".

Les spectres réels présentent des ordres différents suivant les saisons, le schéma devient : Ch > Ge > Th > He pour l'automne et l'hiver, et au printemps de type : Ch > Th > Ge > He, sauf au niveau de l'été où les thérophytes sont absent.

Dans la station non aménagée de Sebgag (Figure 18b), le type biologique brut est de type : Th > Ge > Ch. Le spectre réel durant l'automne et le printemps : Th > Ge > Ch.

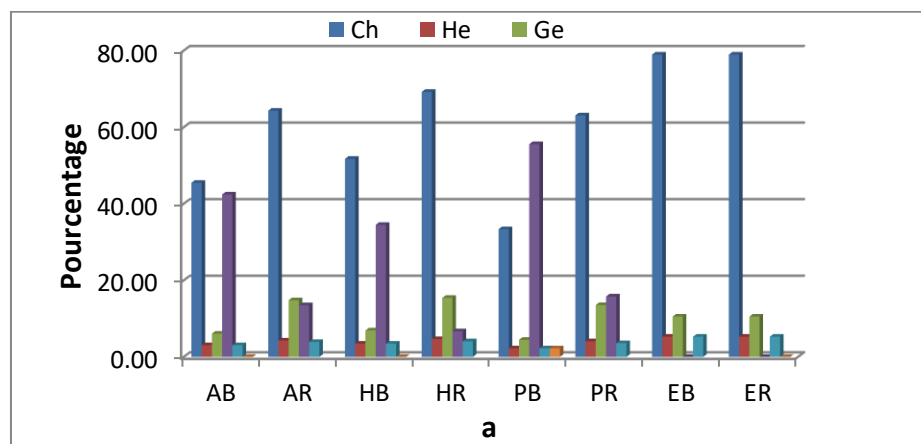
A l'hiver les géophytes prennent la deuxième place Ch > Ge > Th. En été, le spectre brut et réel suit le schéma: Ge > Ch, due à l'absence des thérophytes. La première place occupée par les géophytes s'explique par la présence de l'Alfa

Par la comparaison des spectres bruts et réels, nous distinguons que les thérophytes qui sont les plus dominantes dans les spectres bruts, occupent qu'une place peu importante dans le recouvrement de l'espace. Par contre, les chaméphytes, les hémicryptophytes et les géophytes occupent la place la plus importante.

Dans la station de Sidi Makhlouf (Figure 19 a), à part les thérophytes qui disparaissent seulement en été, et les parasites qui apparaissent au printemps, les spectres biologiques bruts présentent les classifications suivantes: Ch > Th > Ge > Hé > Ph en automne et l'hiver avec l'absence des thérophytes en été. Au printemps se sont les thérophytes qui changent de position Th > Ch > Ge > Hé > Ph.

Les répartitions des spectres réels sont les suivantes : Ch > Ge > Th > He > Ph en automne et en hiver, alors qu'au printemps les thérophytes changent de position avec les géophytes.

Pour la station non aménagée de Sidi Makhlouf (Figure 19 b), le spectre brut et réel quelque soit la saison suit le schéma Ch > Th > Ge > He ; sauf en hiver c'est les géophyte qui occupes la deuxième place dans le spectre réel Ch > Ge > Th > He.



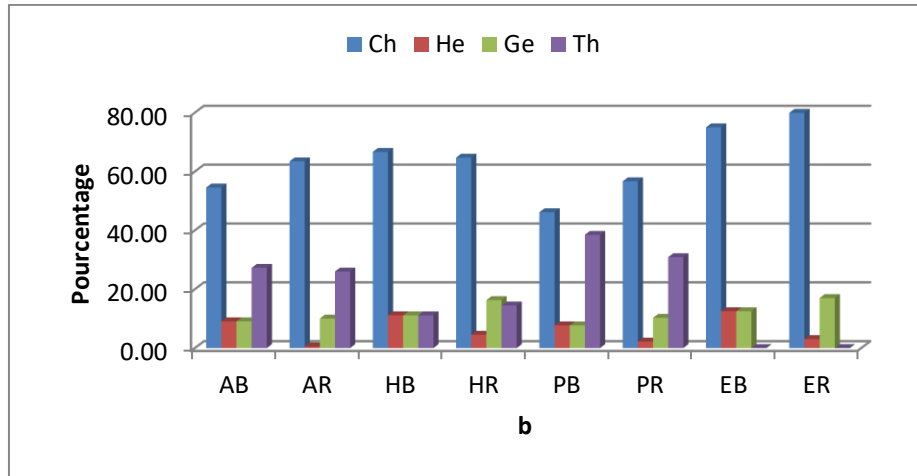
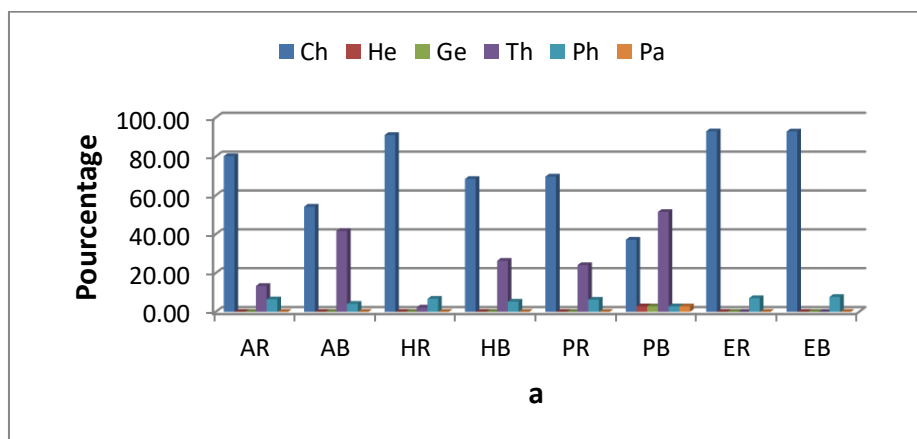


Figure 19. Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Sidi Makhoul

Dans la station de Kser Elhiran (Figure 20 a), qui est la station la plus pauvre en diversité des types biologiques, avec les thérophytes qui sont absent en été et les parasites qui apparaissent au printemps. Exception faite pour les géophytes et les hémicryptophytes qui se développent respectivement au printemps par rapport au spectre brut, la répartition des types biologiques selon les spectres bruts et réels sont similaires suivant le même schéma, quelque soit la saison : Ch>Th>Ph.

Dans la station non aménagée de Kser Elhirane (Figure 20b), la répartition des types biologiques selon les spectres bruts et réels sont analogues, suivant le même schéma, quelque soit la saison : Ch>Th.



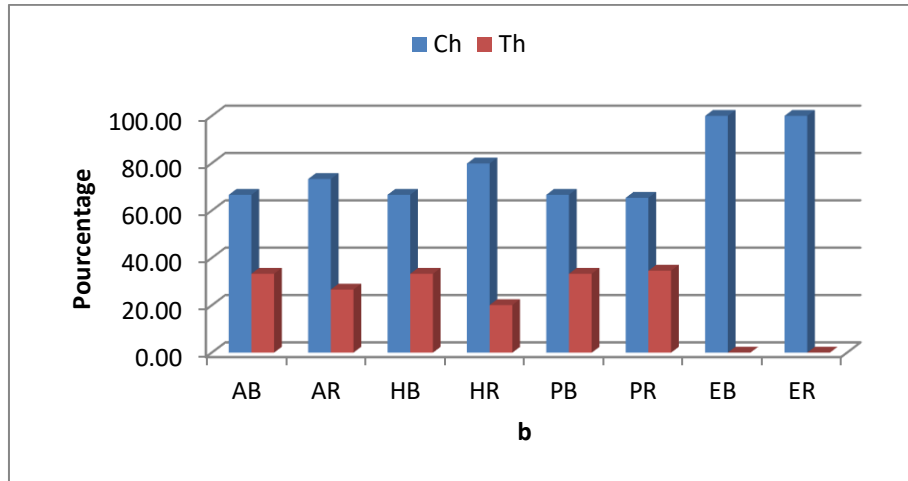


Figure 20: Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Kser El hirane

b. Station aménagées par mise en défens

Dans la station aménagée de Gueltet Sidi Saad (Figure 21 a), on note l’absence totale des phanérophytes. D’autre part les thérophytes sont absent durant la saison d’été, la répartition des types biologiques selon les spectres bruts ne change pas en fonction des saisons: Th> Ch >Ge>Hé.

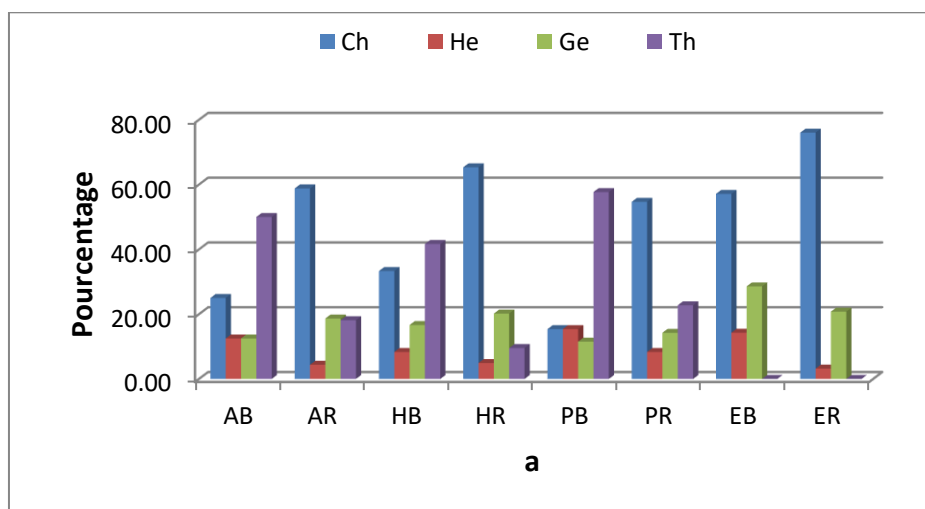
Les spectres biologiques réels montrent des répartitions différentes :

En automne Ge > Th> Hé> Ch.

En hiver Ge > Hé > Ch > Th, avec absence de Th en été.

Au printemps Ge > Hé > Th > Ch.

Dans la station non aménagée de Geltete Sidi Saad (Figure 21 b), la répartition des types biologiques selon les spectres bruts et réels sont analogues suivant le même schéma, quelque soit la saison : Th> Ch> Ge. Avec l’absence des thérophytes en été.



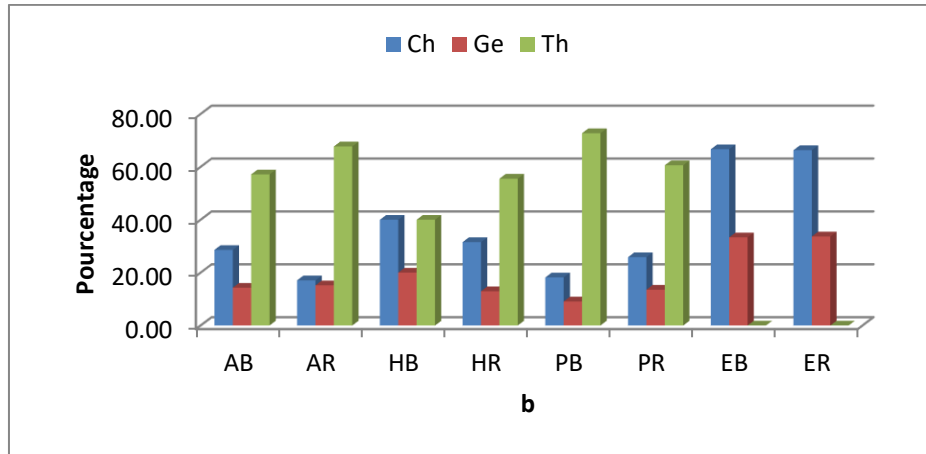
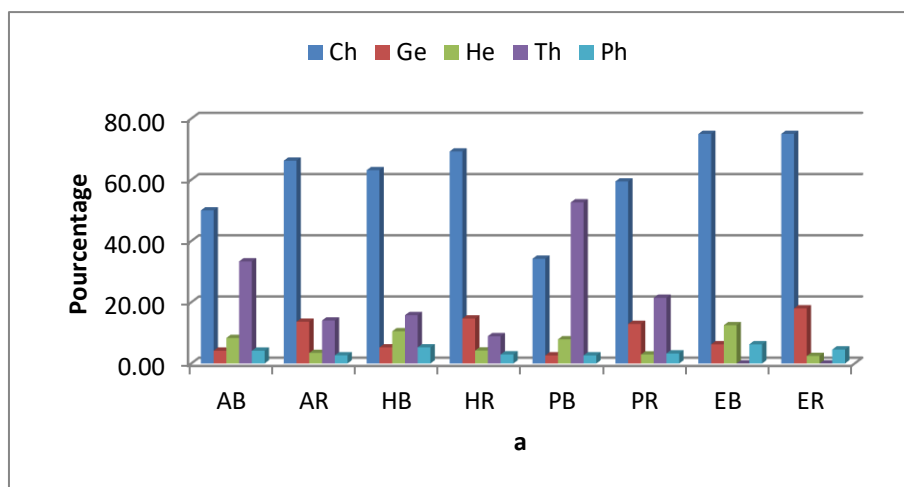


Figure 21. Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Gueltet Sidi Saad

Dans la station d’El Houiata (Figure 22 a), la répartition des types biologiques selon les spectres bruts change en fonction de la saison printanière où les thérophytes occupent la première position et disparaîtront en été : Ch>Th> Hé>Ge>Ph.

Cette répartition change selon les spectres réels : Ch>Th> Ge > Hé >Ph en automne et printemps et de la forme de Ch> Ge > Th > Hé >Ph et avec l’absence de Th en été.

La station non aménagée d’El Houiata (Figure 22 b) présent des spectres biologiques brut pareil durant la saison d’automne et de printemps (Th > Ch> Ge), et l’absence des thérophytes en hiver et été. Les spectres réels présentent l’ordre suivant Ch> Th > Ge en automne et en hiver, en printemps se sont les thérohytes qui occupent la première position. Pour l’été le spectre réel présent le même schéma que le spectre brut Ch> Ge.



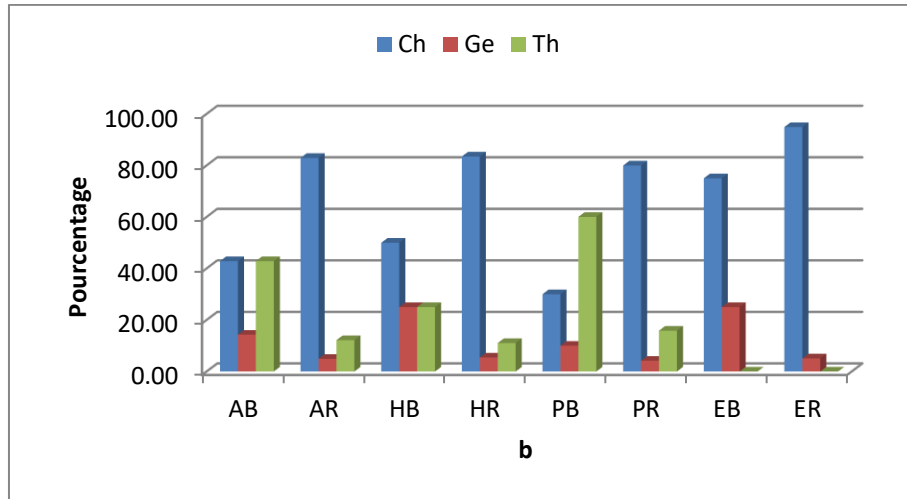
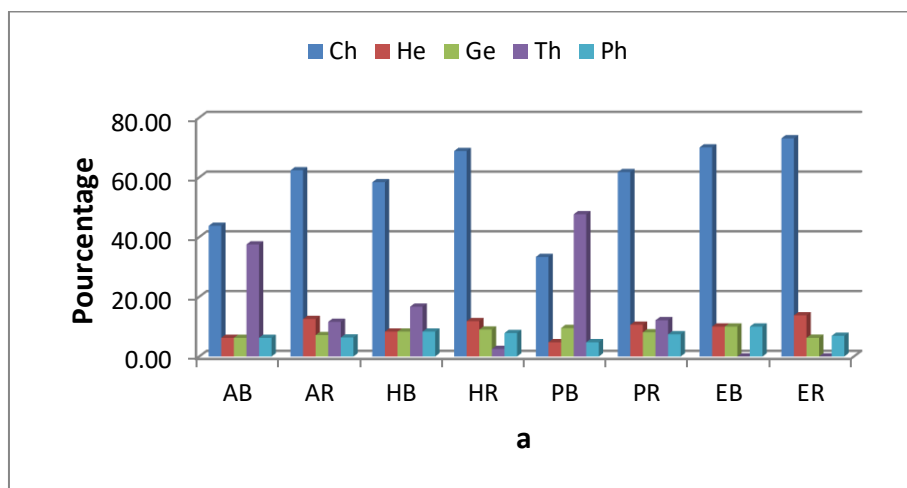


Figure 22. Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) d’El Houiata

Dans la station de Kser Elhirane (Figure 23 a), la répartition des types biologiques, selon les spectres bruts, ne change qu’au printemps, nous remarquons une supériorité des thérophytes par rapport au chaméphytes : Ch>Th> Hé>Ge>Ph.

Cette répartition, selon les spectres réels, devient la suivante: Ch> Ge > Hé >Th>Ph. Se sont que les thérophytes qui changent de position selon les saisons.

Dans la station non aménagée de Kser Elhirane (Figure 23 b), l’arrangement des types biologiques brut et réel change de position entre les thérophytes et les chaméphytes selon les saisons.



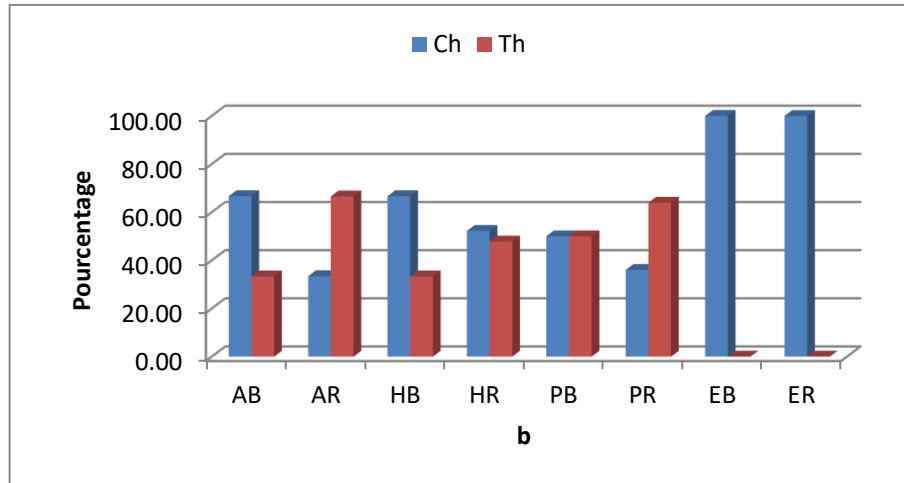


Figure 23: Histogramme de variations temporelles des spectres biologiques bruts et réels de la station aménagée (a) et non aménagée (b) de Kser El Hirane

Les différents types biologiques des stations étudiées connaissent des fluctuations dans l'espace et dans le temps.

Discussions

Les spectres bruts dans les stations aménagées par mise en défens (restauration) sont caractérisés par la dominance des thérophytes en printemps et leur absence en été, les chaméphytes viennent en deuxième position. Alors que dans les spectres réels les types biologiques changent de position suivant la station, la pondération par le recouvrement de l'espèce met d'avantage en évidence la dominance des géophytes dans les milieux restaurés au nord (*Stipa tenacissima*), au centre par les hémicriptomphytes (*Aristita pengens*) et les chaméphytes (*Astragalus armatus*) qui domine au sud, les autres types biologiques sont faiblement présents. Les stations non aménagées sont prédominés par les thérophytes au nord et les chaméphytes au centre et au sud. Les autres types biologiques sont faiblement présents ou totalement absent.

Les stations aménagées par plantation pastorale (réhabilitation) sont caractérisées, en général, par la dominance des chamephytes par l'*Atriplex canescens* au détriment des thérophytes qui sont plus abondantes dans les deux spectres avec l'absence de deux types biologiques : géophyte et hémicriptomphyte au sud ; et l'apparition du type parasite dans deux stations. Les spectres biologiques dans les stations non aménagées présentes la supériorité des thérophytes dans la station du nord et les chaméphytes dans les autres stations.

La proportion importante des thérophytes, inventoriées au niveau des stations étudiées, est une spécificité des zones méditerranéennes et arides, où dominant un fort stress hydrique (Daget, 1980; Madon et Médail, 1996 ; Kadi-Hanifi, 2003, Amghar, 2012 ; Boumakhleb et

Chehema, 2014). La richesse en thérophytes a été souvent à l'origine du développement des espèces, à cycle court, au détriment des espèces ligneuses (Dahmani, 1997 ; Amghar, 2012 ; Zedam, 2015).

En outre, dans les stations non aménagées, la pression du pâturage, à elle seule, n'affecte pas directement la variabilité de la richesse en thérophytes qui se trouve plus influencée par la pluviométrie (Sheuyange et al. 2005). La thérophytisation, dont plusieurs causes sont à l'origine, d'une part par l'aridisation et à l'action anthropozoïque d'autre part (Gaussen, 1963; Negre, 1966 ; Daget, 1980 ; Aidoud, 1983 ; Barbero et al. 1990 ; Amghar, 2012 ; Lahmar et al. 2016).

Au niveau des stations aménagées, le phénomène de « self-mulching », assurant le maintien d'une certaine teneur en eau dans le sol, permettrait le développement des thérophytes (Floret et Pontanier, 1982 ; Kadi-Hanifi, 2003 ; Aidoud et al. 2006 ; Amghar, 2012). D' autre part, les touffes des espèces pérennes dont d'*Atriplex canescens* favoriser l'apparition des thérophytes (Amghar et al. 2012).

Les chaméphytes sont très bien représentés, ils occupent une place importante dans les spectres biologiques bruts et réels dans les stations quelque soit le type d'aménagement. Ils sont généralement les plus adaptés aux conditions des milieux arides, leur existence toute l'année est assurée par leur physiologie et adaptations anatomique et morphologique. En effet les chaméphytes peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse (Orshan et al. 1984 ; Kadi-Hanifi, 2003 ; Floret et al. 1990 ; Jauffret et Lavorel, 2003; Benabadji et al. 2009 ; Amghar, 2012).

La contribution des hémicryptophytes décroît des milieux conservés aux milieux dégradés. Le taux partiellement important des hémicryptophytes est probablement lié, selon Amghar (2012), à l'humidité induite par l'*Atriplex canescens*, ainsi que les touffes des espèces pérennes telles que, *Stipa tenacissima* et *Anabasis articulata* dans les stations aménagées. L'absence des Hémicryptophytes peut s'expliquer par la pauvreté du sol en matières organiques, confirmant ainsi leur régression dans les zones steppiques (Barbero et al. 1989).

Les géophytes sont représentées par deux espèces qui sont : *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*, leur abondance diminue avec l'aridité du milieu (Amghar, 2012). Danin et Orshan (1990), trouvent des proportions plus importantes en géophytes en domaine méditerranéen que steppique.

Les phanérophytes sont présentes par une seule espèce *Retama reatam*.

Le type biologique parasite est faiblement représenté, il se développe seulement au printemps dans deux stations réhabilitées (Sidi Makhoulf et Kser El Hirane). Cette localisation

de ce type représenté par *Cistanche tinctoria* espèce qui parasite les racines des Amaranthaceae (Ozenda, 1991).

Ces résultats corroborent dans l'ensemble des travaux réalisés en zone aride méditerranéenne: Daget (1977); Aidoud-Lounis (1984, 1997); Aidoud (1983, 1989); Bouzenoune (1984); Boughani (1995); Kaabèche (1990); Kadi-Hanifi (1998) et Jauffret et Lavorel (2003); Adamo et al (2008); Amghar et al. (2012, 2016); Salemkour et al. (2013); Boumakhleb et Chehema, (2014); Boughani, (2014); Hachmi (2015).

1.2.2. Spectres phytochorologiques

1.2.2.1. Spectre chorologique global

Le spectre chorologiques global (Figure 24), indique que la région d'étude est riche en neuf éléments chorologiques, leur répartition est hétérogène. Il a été distingué que les espèces méditerranéennes représentent plus que 33% de la flore recensée. Les éléments de liaison sont bien représentés, notamment par méditerranéo-saharo-arabique et Saharo-arabique, qui occupent la deuxième et troisième place avec un pourcentage de 25 et 24% respectivement de la totalité de la flore. Les espèces endémiques occupent 11% de l'ensemble de la flore, qui sont représentées essentiellement par *Astragalus gombo* Coss.

Cependant, l'élément de liaison Irano Touranienne ne représente que 3%. Les éléments de liaisons Euro- Méditerranéene et méditerranéo-irano-touranien représentent un pourcentage de 1,2%. L'élément plurirégional par 1 %. On note l'apparition du nouvel élément Americ- Algéro-Tunisien par l'espèce *Atriplexe canessens*.

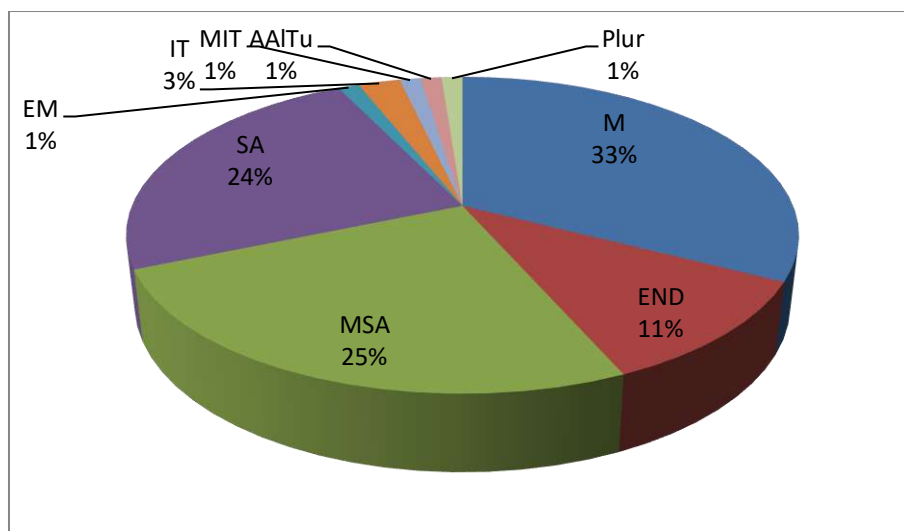


Figure 24. Spectre chorologique global de la flore recensée

AAITu: Américo-Algéro-Tunisien: Américo-Algéro-Tunisien: Algéro-Tunisien; E-M: euro-méditerranéen; End: endémique; I-T: irano-touranien; M : méditerranéen ; M-I-T : méditerranéo-irano-touranien ; M-S-A : méditerranéo-saharo-arabique ; Plu : plurirégional; S-A: saharo-arabique.

1.2.2.2. Spectres chorologiques bruts et réels

La répartition des éléments phytochorologiques est différente selon les stations (Figure 25).

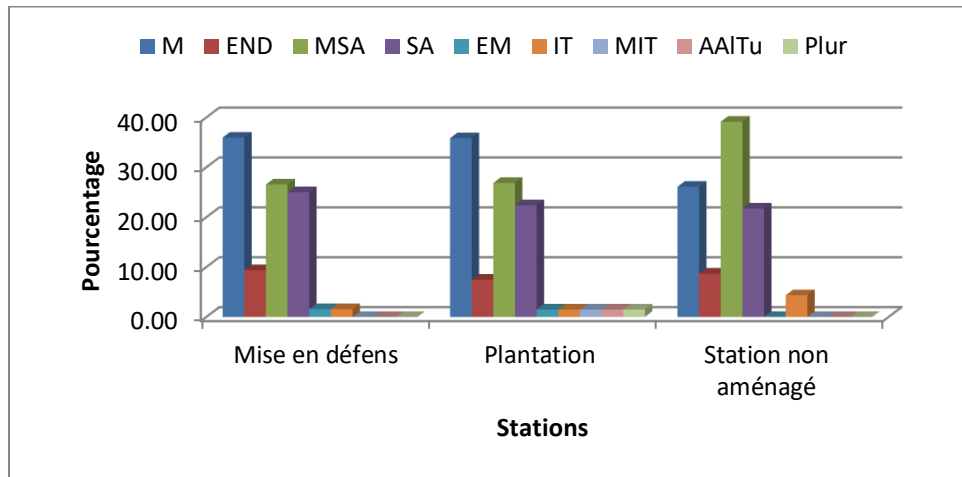


Figure 25. Histogramme de la variation spatiale des spectres chorologique bruts

Les spectres phytogéographiques bruts montrent que quatre éléments sont les plus représentés (M, MSA, SA et End). L'élément Méditerranéen est le mieux représenté dans les stations aménagées, alors que l'élément de liaison Méditerranéo-Saharo-Arabique occupe la première position dans la station non aménagée.

Chaque station a été caractérisée par un spectre chorologique qui exprime la contribution des éléments chorologiques à la richesse floristique des différents aménagements.

1.2.2.3. Variation spatio-temporelle

Dans la station aménagée de Sebgag (Figure 26 a), les spectres bruts suivent les mêmes allures avec la supériorité d'élément méditerranéen et l'absence de type endémique et saharo-arabique en hiver et en été, mais les spectres réels montrent des répartitions différentes avec un taux de l'élément Americ -Algero-Tunisien qui occupe la première position en été, et la deuxième position durant les autres saisons. Cet enrichissement en cet élément est notamment dû à l'importance du recouvrement de *L'Atriplex canescens*.

Avec la présence de trois types phytogéographiques dans la station de Sebgag non aménagée (Figure 26 b), se caractérisent par la dominance de l'élément méditerranéen dans les deux spectres et pendant toutes les saisons.

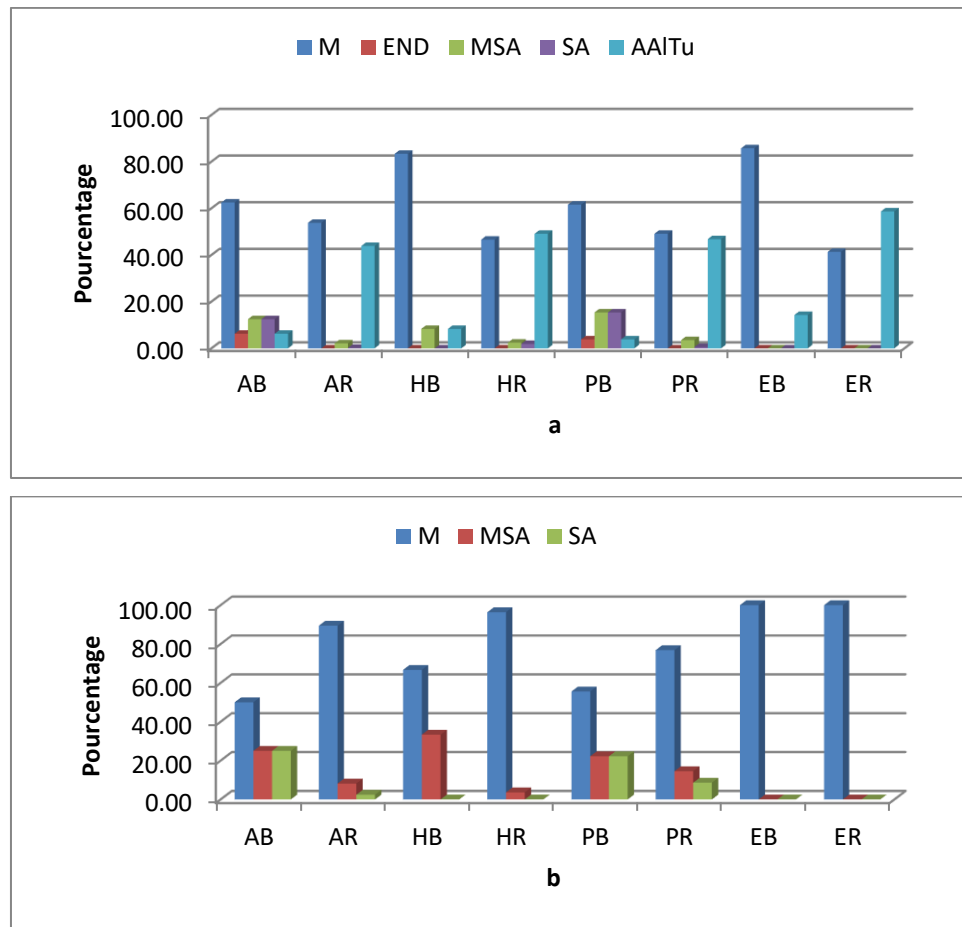


Figure 26: Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Sebtag

La disposition des éléments phytogéographiques, dans la station aménagée de Sidi Makhoulf, change en fonction des saisons (Figure 27 a).

Les spectres bruts suivent les mêmes allures avec la supériorité de l'élément méditerranéo-saharo-arabique. On note une différence au printemps, présentant une répartition où l'élément méditerranéen irano-touranien apparaît. En été l'élément méditerranéen récupère la première position.

Les spectres réels montrent des répartitions différentes avec la dominance de l'élément Americ-Algero-Tunisien (A-Al-Tu) et l'absence des éléments Euro- Méditerranéene, Irano-touranienne et méditerranéen irano-touranien. C'est au printemps que l'élément méditerranéen occupe la première position. Cet enrichissement de la station en élément A-Al-Tu est notamment dû à l'importance du recouvrement de *Atriplex canescens*.

Mis à part l'élément méditerranéo-saharo-arabique qui apparaît à la première position, seulement en automne, dans la station non aménagée de Sidi Makhoulf (Figure 27 b), les

spectres réels présentent des répartitions différentes, où l'élément endémique prend une position importante.

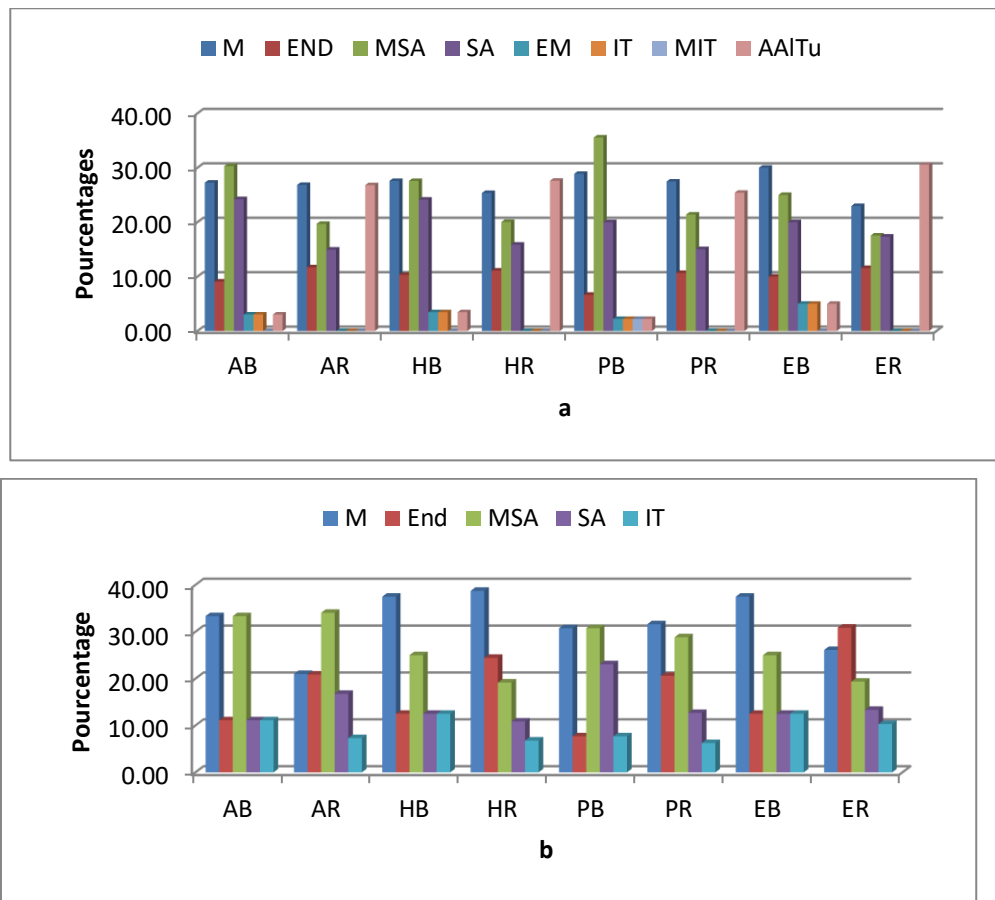


Figure 27: Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Sidi Makhlouf

Dans la station aménagée de Kser El Hirane (Figure 28 a) l'élément méditerranéen n'occupe la première place qu'en automne, l'élément méditerranéo-saharo-arabique domine pendant les autres saisons. Les spectres bruts montrent un taux élevé de l'élément saharo-arabique par rapport à l'élément méditerranéen durant l'été. Tandis que les éléments MIT et pluri apparaissent seulement au printemps. Les spectres réels présentent la supériorité des éléments saharo-arabiques, sauf au printemps, c'est l'élément méditerranéo-saharo-arabique qui domine. L'élément A-Al-Tu occupe la troisième place durant toutes les saisons. Les spectres réels montrent des répartitions différentes avec un taux non négligeables des éléments M et IT et l'absence des éléments endémiques.

Avec la présence de trois types phytogéographiques, la station non aménagée de Kser El Hirane (Figure 28 b) se caractérise par la dominance de l'élément Irano-tournien dans les deux

spectres et pendant toutes les saisons, avec une différence nette seulement en été, présentant une absence de l'élément MSA et l'apparition de l'élément endémique en été dans les spectres réels.

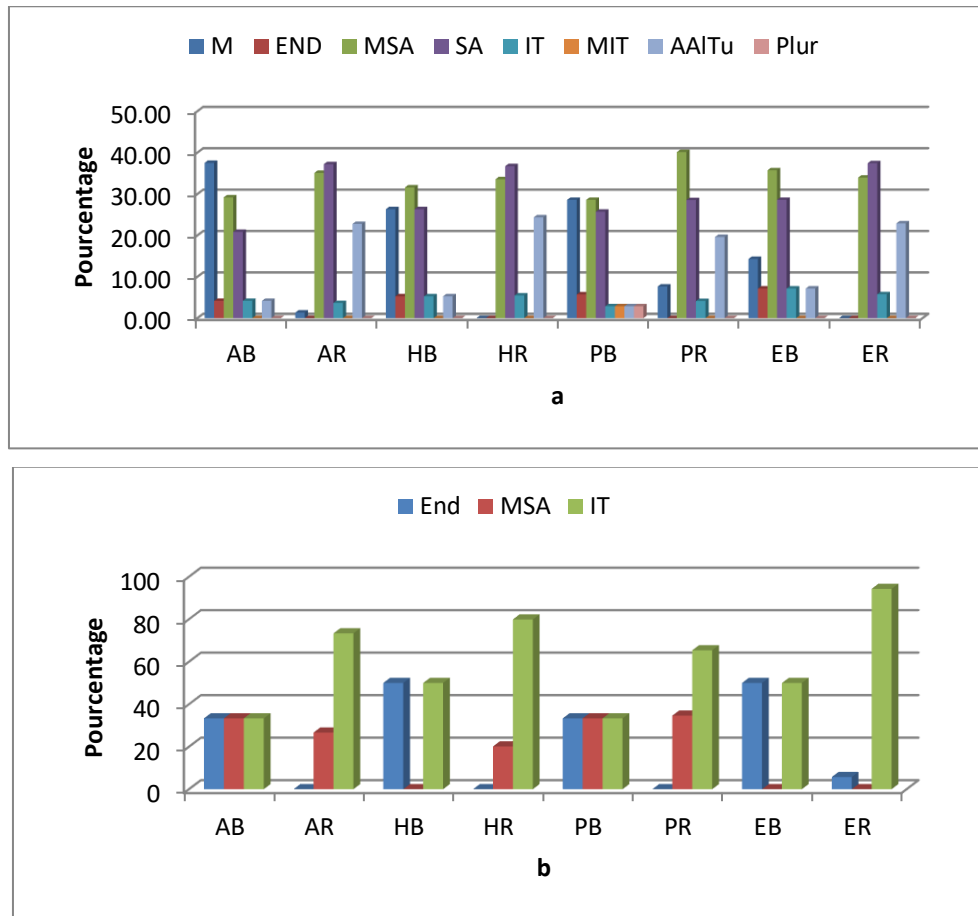


Figure 28: Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de de Kser Elhirane

Dans la station mise en défens de Guellet Sidi Saad (figure 29 a), les deux types de spectres présentent une dominance de l'élément méditerranée durant toutes les saisons. L'élément méditerranéo-saharo-arabique, saharo-arabique, endémique, irano- touranien et Euro-méditerranée enregistre des taux similaires durant la saison printanière dans les spectres bruts, ces éléments présentent des taux négligeables dans les spectres réels.

Dans la station non aménagée de Gultete Sidi Saad (Figure 29 b), mis à part l'éléments endémique qui apparaisse seulement en deux saisons, la répartition dans les spectres bruts et réels est dominée par l'élément méditerrané. En été tous les éléments phytogéographiques disparaissent totalement dans les deux spectres et ne figure que l'élément méditerrané.

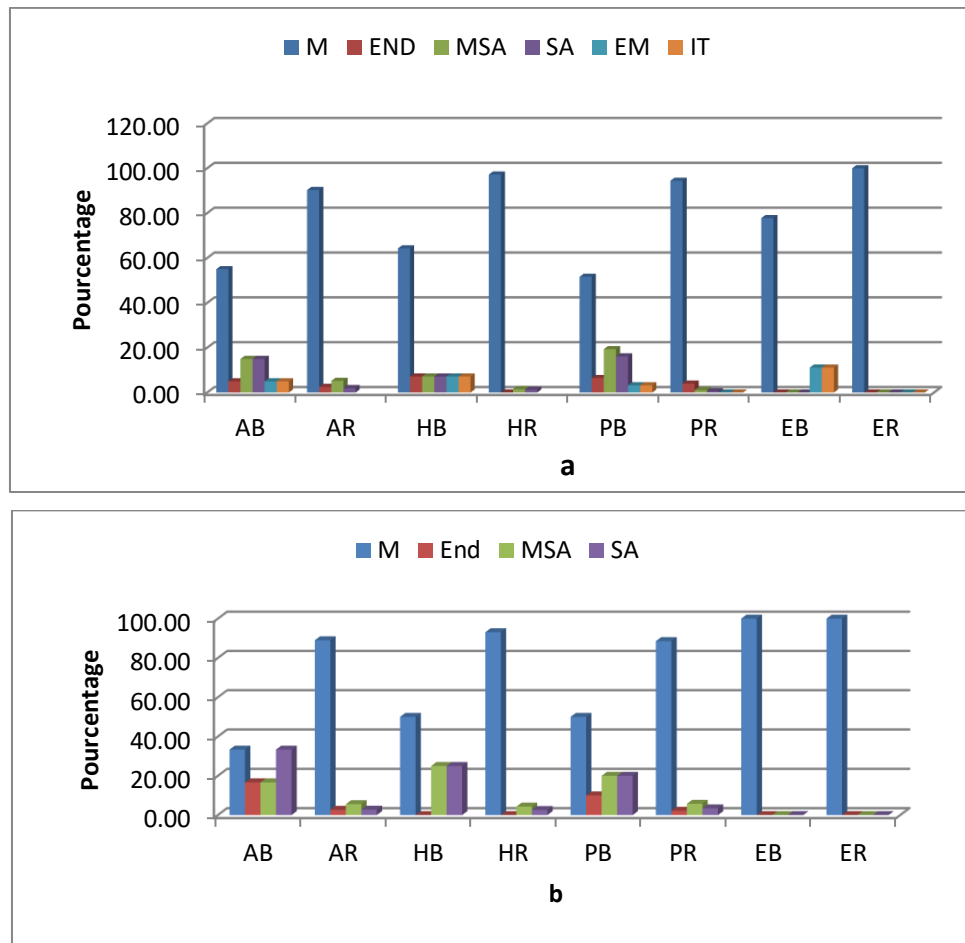


Figure 29: Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Gueltet Sidi Saad

Dans la station aménagée d’El Houiata (Figure 30 a) les spectres bruts présentent la même allure durant toutes les saisons. Ils montrent la dominance de l’élément saharo-arabique par rapport à l’élément méditerranéo-saharo-arabique. Par contre, les spectres réels présentent l’inverse, c’est l’élément méditerranéo-saharo-arabique qui occupe la première place, pendant automne et le printemps, l’élément endémique qui apparaît en hiver et été en première emplacement.

La station non aménagée d’El Houiata (Figure 30 b), avec quatre types phytogéographiques, présentent une dominance de l’élément saharo-arabique durant deux saisons (automne et printemps) et l’élément méditerranéen, en hiver et été, avec la disparition de l’élément saharo-arabique. Les spectres réels suivent les mêmes allures avec la supériorité de l’élément endémique.

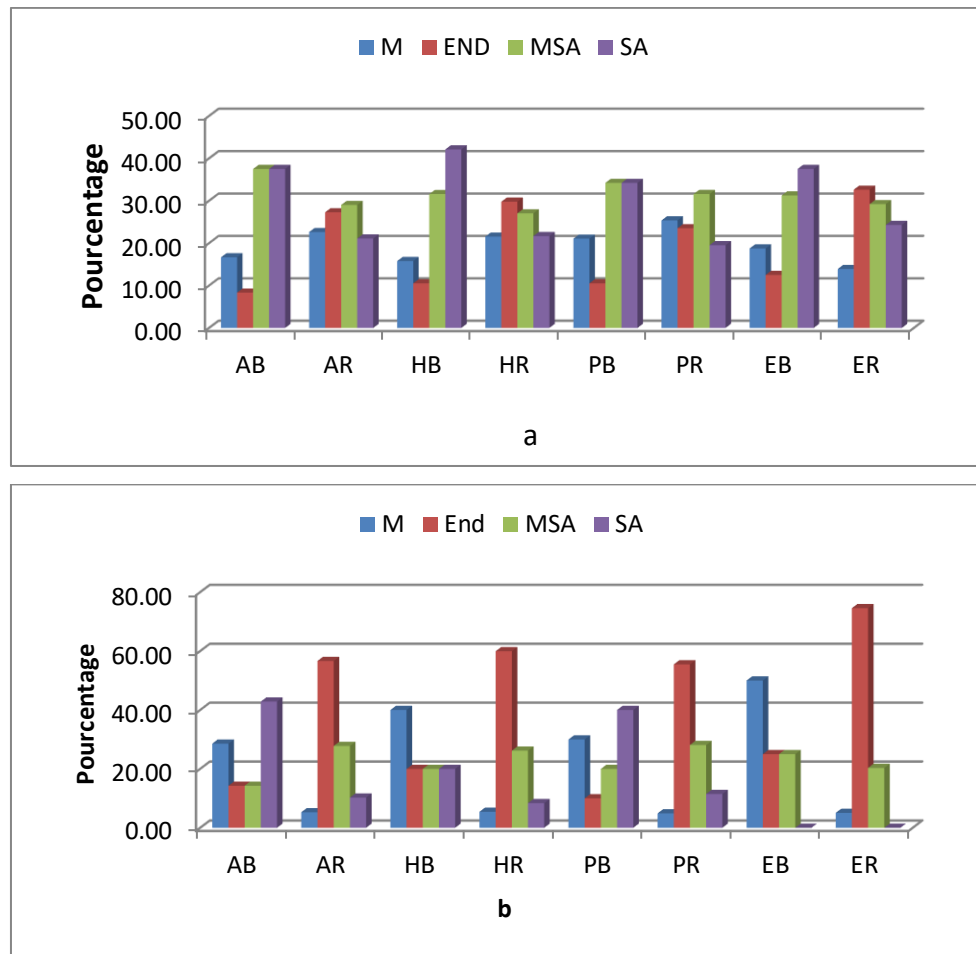


Figure 30: Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) d'El Houiata

La répartition des éléments phytogéographiques dans la station aménagée de Kse El Hirane (Figure 31 a) est invariable durant toutes les saisons, avec la dominance de l'élément méditerranéo-saharo-arabique. Quant aux spectres réels, l'élément saharo-arabique domine durant toutes les saisons. L'élément endémique apparaît en été, en deuxième place.

La station non aménagée de Kser El Hirane (Figure 31 b) avec deux types phytogéographiques présentent une dominance de l'élément méditerrané-saharo-arabique durant deux saisons, L'élément endémique enregistre des taux similaires à celui méditerranéo-saharo-arabique dans les spectres réels en printemps, et dans les deux spectres pendant l'été.

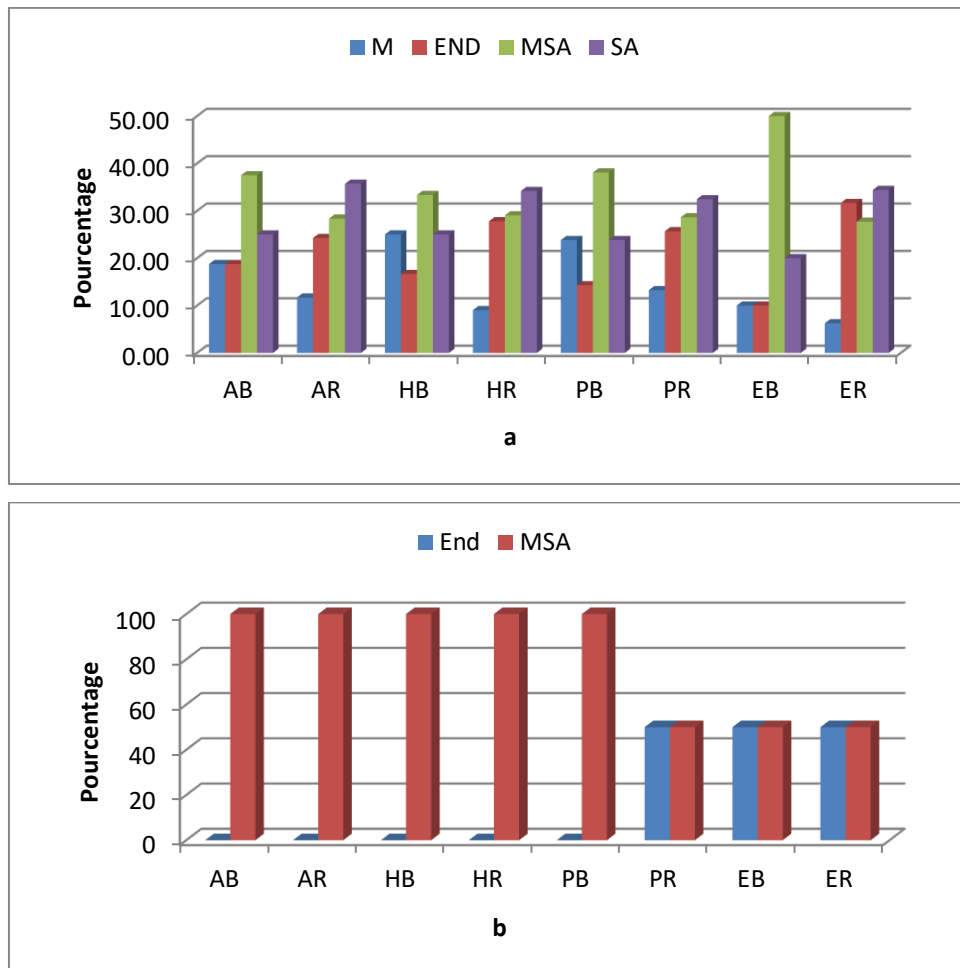


Figure 31. : Histogramme de variations temporelles des spectres chorologiques bruts et réels des stations aménagées (a) et non aménagées (b) de Kser El Hirane

Discussions

L’analyse des spectres chorologiques bruts et réels des différents stations aménagées, montre la supériorité des taxons méditerranéens, méditerranéen-saharo-arabique, saharo-arabique et le nouveau élément Americ- Algéro-Tunisien (*Atriplex canescens*). Leurs taux varient d’une station à l’autre et durant les quatre saisons.

La pondération par l’occupation de l’espace, signale la dominance de l’élément méditerranéen, exception faite pour les plantations où la contribution de l’élément A-AL-Tu par l’*Atriplex canescens* au tapis végétal est importante avec l’élément méditerranéen.

La zone d’étude est variée sur le plan phytogéographique. D’après Quézel (1983, 2002), la diversité biogéographique de l’Afrique méditerranéenne s’explique par les modifications climatiques subies depuis le Plio-Miocène, ayant entraîné des migrations d’éléments d’origine méridionale, les éléments méditerranéens ont une part importante dans la flore nord-africaine actuelle. Selon Quézel (1995), ceci est lié a trois facteurs qui sont à l’origine de la migration des flores: les changements climatiques; le transport à longues distances par les vents et les oiseaux,

et les modifications du modèle géographique, depuis le miocène, ont pu apporter leur contribution à ces migrations.

Dans les différents types d'aménagements pour les deux spectres, nous soulignons la prépondérance dans les plantations de l'élément Americ Agéro-Tunisien, et la remontée des éléments xériques (irano-touraniennes, saharo-arabiques, méditerranéo-saharo-arabiques), surtout dans les milieux pâturés (Kadi-Hanifi, 1998).

L'élément méditerranéen occupe une place importante dans les stations d'étude, et concordent avec nombreux travaux effectués en Algérie (Le Houérou, 1995 ; Kadi-Hanifi, 2003, Amghar, 2012; Boughani, 2014 ; Zedam, 2015 ; Adi, 2016; Berrached et al. 2017). Ce qui affirme la part importante de l'élément méditerranéen dans la flore méditerranéenne actuelle (Quézel, 1995; Le Houérou, 1995).

L'élément de liaison Méditerranéen saharo-arabique, qui compte 18 espèces et saharo-arabique avec 17 espèces, occupe la première à la deuxième place dans les stations mise en défens, et une présence importante dans les stations plantées. Ces résultats corroborent avec ceux de Le Houérou (1995) dans les steppes de l'Afrique du Nord, Aidoud (1997) dans le Sud oranais, Kadi-Hanifi (2003) dans les steppes à alfa ; Amghar (2012) au niveau du Sud algérois et Sud oranais ; Boughani (2014) dans les steppes algérienne, à savoir que l'élément saharo-arabique augmente avec l'aridité. D'autre part, l'importance de l'élément saharo-arabique peut se traduire par la situation de transition qu'occupe la zone étudiée, confirmé par Boughani (2014). L'isohyète actuelle est de 150 mm et non plus à 100 mm (Quézel et Barbero, 1993; Amghar, 2012 ; Boughani, 2014). Elle correspond à la limite Sud de la région méditerranéenne, ce qui explique la proportion importante de l'élément méditerranéo-saharo-arabique, et qui est représenté par des espèces telles que *Astragalus caprinus* ; *Medicago lacianata*, *Launea nudicaulis* et *Malva aegyptiaca* L. Amghar (2012), souligne que l'élément saharo-arabique est plus important dans les milieux pâturés, vue la sécheresse et l'action anthropique, qu'elles progressent vers le nord. Les saharo-arabiques dominant en nombre mais recouvre peu. Ceci s'expliquerait par leurs types biologiques qui sont en général des thérophytes (Amghar, 2012).

La présence des espèces endémiques, relativement importante dans toutes les stations étudiées, a été également signalée par Amghar (2012, 2016) dans les zones protégées, comparativement aux zones laissées au pâturage libre. Par ailleurs, la forte présence des espèces endémiques dans une zone d'étude témoigne l'intérêt de la flore de cette zone (Boughani, 2014).

L'importance des irano-touraniennes dans le sud oranais témoigne d'une certaine xéricité dans les milieux pâturés avec *Peganum harmala*, indicatrice de dégradation avancée et de sécheresse pédoclimatique. Pour Nedjraoui et al. (1999), l'apparition d'unité de *Peganum*

harmala indique un surpâturage et montre l'ampleur de l'action anthropozoogène.

L'élément irano-touranien, considéré comme un prolongement de la Méditerranée orientale, correspond à une vaste zone aride qui renferme les espèces centre-asiatique et les déserts froids (Ozenda, 1977), a été faiblement présent dans cette étude. Ceci concorde avec plusieurs travaux (Kadi-Hanifi, 2003 ; Amghar, 2012 ; Boughani, 2014 ; Adi, 2016). Il a été souligné que cet élément est actuellement mal représenté en Afrique septentrionale (Quézel, 1983). Il a existé, par contre, au niveau du pourtour méditerranéen durant les glaciations plio-pléistocènes qui leur ont été particulièrement favorables (Quézel, 1995 ; Kadi-Hanifi, 2003).

Les éléments de liaison, correspondant aux espèces dont l'aire de répartition chevauche sur deux régions floristiques contiguës (Amghar, 2012), sont faiblement représentés; notamment l'élément euro-méditerranéen qui n'est représenté dans la zone d'étude (stations aménagées) que par une seule espèce, *Teucrium polium*. Les espèces caractéristiques de cet élément sont aussi absentes du sud Constantinois (Boughani, 2014) et très rare (2%) dans le sud Oranais (Bouzenoune, 1984). L'élément méditerranéo-irano-touranien par *Colocynthis vulgaris*. Cet élément est représenté par des espèces communes entre la région méditerranéenne et la région irano-touranienne (Kadi-Hanifi, 2003).

L'élément plurirégional correspond aux espèces ayant une large répartition (se sont des éléments intermédiaires entre deux ou trois régions), a été représenté par *Micropus bombycinus* dans la zone d'étude (station plantée de Kser El Hirane). Cela peut s'expliquer par l'effet de l'anthropisation qui favorise l'uniformisation et la thérophytisation de la flore (Aidoud-Lounis, 1997 ; Kadi-Hanif, 1998 ; Amghar, 2012, 2016).

Dans les stations non aménagées, le recouvrement des méditerranéo-saharo-arabiques; endémique et irano-touraniennes est important. En effet, ces éléments sont représentés par deux chamephytes (*Astragalus armatus* et *Peganum harmala*), et permettent de visualiser la remontée des éléments xériques (irano-touraniennes, saharo-arabiques, méditerranéo-saharo-arabiques), surtout dans les milieux pâturés (Aidoud, 1997 ; Kadi-Hanifi, 1998 ; Amghar, 2012, 2016).

1.3. Taux de recouvrement global de la végétation

D'une manière générale, le recouvrement global de la végétation des deux types d'aménagements des stations étudiées est élevé (Figure 32).

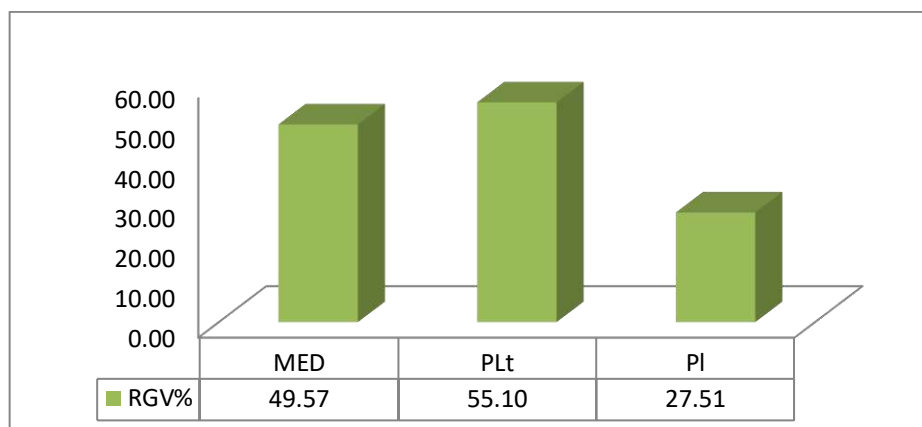


Figure 32. Recouvrement global de végétation des stations aménagées et non aménagées

C'est l'aménagement par plantation qui couvre le taux le plus élevé de la végétation, l'analyse statistique ANOVA montre un effet hautement significative de l'aménagement sur le recouvrement végétal ($P= 0,0001$).

Variation spatio-temporelle

Durant la saison favorable la contribution spécifique au tapis végétal est partagée entre les espèces pérennes et les espèces éphémères. Cependant Durant la saison sèche, le recouvrement global de la végétation est lié à la présence des espèces pérennes uniquement. Ces espèces contribuent avec un pourcentage élevé au tapis végétal. La saison a un effet hautement significative sur le recouvrement global de la végétation ($P = 0,009$). Nous avons noté que le recouvrement global le plus élevé de la végétation coïncide avec la saison favorable. Il varie entre 59,06% et 67,89% pour les stations plantées et de 23,7 à 55,33% pour les stations non aménagées. Le recouvrement global de la végétation arrive à son minimum durant la saison sèche avec des valeurs de l'ordre de 23,7 à 53,84% contre 14,5 à 39,5% des stations non aménagées (Tableau 22).

Tableau 22. Taux de recouvrement global végétal des stations aménagées par plantation

| RGV% | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|----------------------|---------|-------|-----------|-------|
| Sebgag | 58,50 | 51,72 | 67,89 | 43,28 |
| Sebgag libre | 43,67 | 27,34 | 53,84 | 39,50 |
| Sid Makhlouf | 61,22 | 58,78 | 66,89 | 55,33 |
| Sid Makhlouf libre | 33,50 | 36,84 | 45,34 | 27,50 |
| Kser El Hirane | 54,78 | 44,33 | 59,06 | 23,17 |
| Kser El Hirane libre | 18,17 | 16,67 | 23,17 | 14,50 |

Les stations mise en défens présentent des taux de couverture global de la végétation les plus élevés au printemps avec 70% et seulement 7,84% pour la station non aménagée. Un minimum de 3% est enregistré dans la station non aménagée durant l'été (Tableau 23).

Tableau 23 : Taux de recouvrement global végétal des stations aménagement par mise en défens

| RGV% | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|------------------------|---------|-------|-----------|-------|
| Gueltet Sid Saad | 49,45 | 50,06 | 70,34 | 42,00 |
| Gueltet Sid Saad libre | 42,34 | 38,84 | 54,17 | 17,81 |
| El Houiata | 56,61 | 52,61 | 66,34 | 47,56 |
| El Houiata libre | 27,17 | 24,67 | 32,00 | 19,67 |
| Kser El Hirane | 42,00 | 37,56 | 41,89 | 38,45 |
| Kser El Hirane libre | 7,17 | 5,50 | 7,84 | 3,00 |

Dans l'espace l'analyse statistique prouve une différence très hautement significative entre les stations étudiées ($P=0,0001$). C'est la station de Sidi Makhlouf qui présente le taux le plus élevé du recouvrement (60,55%), alors que le taux le plus faible est observé à la station de Kser El Hirane avec seulement 5,87% (Tableau 24).

Tableau 24 : Taux de recouvrement global végétal des stations étudiées

| Station | RGV% | groupe |
|-------------------------------|-------------|--------|
| Sidi Makhlouf | 60,55 ±4,11 | A |
| Elhouiata | 55,778±5,70 | A |
| Sebgag | 55,346±7,99 | A |
| Gueltet Sidi Saad | 52,959±8,78 | AB |
| Kser ELHirane Planté | 49,388±6,18 | ABC |
| Sebgag non aménagée | 41,084±7,90 | BC |
| Kser ELHirane mise en défens | 39,971±1,97 | BC |
| Gueltet Sidi Saad non aménagé | 38,286±1081 | CD |
| Sidi Makhlouf non aménagé | 35,793±5,34 | CD |
| Elhouiata non aménagé | 25,876±3,90 | DE |
| Kser ELHirane non aménagé | 18,124±2,57 | EF |
| Kser ELHirane non aménagé | 5,875±1,66 | F |

Les moyennes suivies d'une (ou des) même(s) lettre(s) constituent un groupe statistiquement homogène, au seuil de probabilité 0,05, selon le test de Newman-Keuls. La signification statistique de l'analyse de variance est S : significatif ($p < 0,05$).

Discussions

Pour le recouvrement végétal nous avons noté une différence hautement significative entre les stations aménagées et non aménagées, ceci peut être expliqué par la durée de la protection et l'action d'aménagement qui a favorisé l'augmentation du recouvrement de la végétation. La qualité des parcours se traduit par le taux du recouvrement global de la végétation (RGV), qui été important au niveau de toutes les stations aménagées (Amghar, 2012; Maatougui et *al.* 2013; Bessaih et *al.* 2014 ; Khalid et *al.* 2015; Bouchareb et *al.* 2019). Ceci pourrait être dû aux effets positifs de la protection contre le pâturage (Benaradj et *al.* 2010; Amghar et *al.* 2016 ; Bouchareb et *al.* 2019).

Les résultats montrent que la structure du couvert végétal, à travers le recouvrement global de la végétation et les fréquences spécifiques des espèces au niveau des stations étudiées, changent dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les valeurs élevées du recouvrement global de la végétation (RGV) durant la saison de printemps sauraient expliquer par la disponibilité des conditions favorables (climatiques et édaphiques), qui ont participés l'augmentation de la phytomasse aérienne des espèces pérennes (Benrbiha, 1984 ; Aidoud, 1989) et le développement des espèces annuelles (Facelli et Temby, 2000). Comme il a été montré par Floret et Pontanier (1982) et Jauffret (2001), un couvert élevé favorise la fixation des particules de sol et permet, l'amélioration du bilan hydrique et donc la réinstallation des espèces. Cependant, la réduction du couvert végétal, pendant la saison sèche est liée, d'une part à l'absence des plantes éphémères, d'autre part peut être liée à l'action du stress hydrique (Floret et Pontanier, 1984) en limitant la croissance de la phytomasse aérienne des espèces (Ozenda, 1958 ; Zaher-Ara et *al.* 2016).

Les faibles recouvrements de la végétation observés au niveau des stations non aménagées s'expliquent par les prélèvements effectués par les animaux (broutage et défoliation). Le piétinement par les troupeaux constitue lui aussi une cause importante de la dégradation du couvert végétal (Daget et Godron, 1995 ; Le Floc'h, 2001). Maintenus sur des aires limitées, les troupeaux écrasent le couvert végétal tout en le piétinant, ce qui empêche toute régénération naturelle des plantes et provoque une disparition progressive de la végétation. En outre, le surpâturage intensif et l'exploitation anthropique abusive, conjugués en période de sécheresse, ont abouti à un couvert végétal qui est globalement inférieur au seuil critique (20-25 %), au-dessous duquel l'érosion éolienne se manifeste (Le Houérou, 1995).

Dans les stations ayant bénéficié des plantations et des mises en défens, un recouvrement global de la végétation et une diversité floristique très supérieurs à ceux des stations non aménagées et ouvertes au pâturage ont été observés. Amghar et *al.* (2016) indiquent que le TRV est plus élevé dans les zones avec plantation d'*Atriplex* que dans des zones mises en défens mais

non plantées (respectivement 75,2 % et 67,67 %). Ces résultats sont aussi cohérents avec les travaux conduits au Maroc par Hachmi et *al.* (2015), qui mentionnent des TRV différents entre des parcours plantés d'*Atriplex nummularia* (51 %), des mises en repos (24 %) et des travaux de conservation de l'eau et du sol (17 %). Le couvert végétal, plus élevé dans les stations aménagées, témoignait d'une régénération des pérennes ce qui représente un rempart contre la dégradation dans les parcours.

1.4. Abondance-dominance des espèces

L'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952), appliquée aux différentes espèces durant toute la période d'étude, montre une hétérogénéité entre les différentes espèces et une certaine homogénéité entre les stations pour une espèce donnée.

Nous avons repéré au niveau des stations restaurées que : *Stipa tenacissima* est l'espèce la plus abondante et la plus dominante de la station de Guellet Sidi Saad, avec une valeur de contribution spécifique moyenne de 50%. Classées à l'échelle de 3 l'*Astragalus armatus* représente l'espèce la plus abondante et la plus dominante de la station de l'Elhouita, et dans la station de Kser El Hirane, c'est l'espèce *Anabasis articulata* qui est la plus abondante et la plus dominante avec une valeur de contribution moyenne de 27,35%. Pour les stations non aménagées, les espèces les plus abondantes et les plus dominantes sont *Artemisia campestris* et *Astragalus armatus*.

Dans les stations réhabilitées, l'*Atriplex canescens* est l'espèce la plus abondante et dominante que dans deux stations avec 50 et 27,60 % respectivement à Sebgag et Sidi Makhlof, alors que c'est l'*Anabasis articulata* qui est l'espèce la plus abondante et dominante de la station Kser El Hirane avec 31,67% de contribution au tapis végétale. Les espèces les plus abondantes et dominantes dans les stations non aménagées sont *Artemisia campestris* (38,81%), *Astragalus armatus* (24.2%) et *Peganum harmala* (78.2%).

Les espèces telles que *Stipa parviflora*, *Atractylis serratuloides* et *Thymelaea microphylla* ont des coefficients de 2. Les autres espèces classées à l'échelle 1, n'atteignant pas 10% du recouvrement (*Lygeum spartum*, *Helianthemum lippii*).

L'aménagement a favorisé les périodes de repos végétatifs, permettent ainsi l'installation de jeunes plantes pérennes, favorisant ainsi la germination des espèces annuelles (Yahefdhou et *al.* 2002, Floret, 1981).

1.5. Les indice de diversité

1.5.1. Indice de Shannon (H') et l'équitabilité

Les indices de diversité retenus dans notre étude sont : l'indice de Shannon (H') et l'équitabilité (E). Ces indices sont calculés pour évaluer la diversité floristique dans chaque station et à chaque saison. L'indice de Shannon-Weaver associé à l'indice d'équitabilité, est réalisé sur la liste des relevés des espèces. Il permet d'avoir aisément une meilleure idée sur l'état de la diversité biologique d'un écosystème. L'indice de Shannon (H') oscille entre 2,65 et 2,70 dans les stations plantées et mise en défens, respectivement (Figure 33).

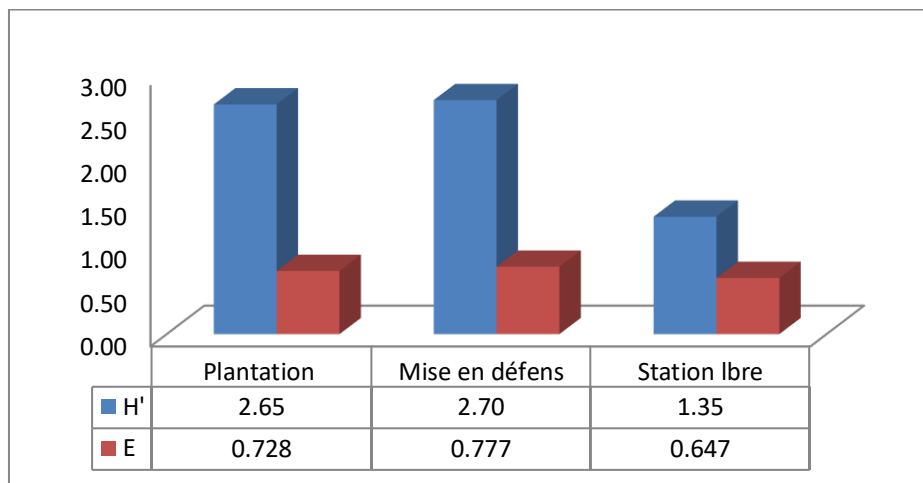


Figure 33. Indices de diversité Shannon (H'), Equitabilité (E) des stations aménagées et non aménagées

L'analyse statistique met en évidence la signification de l'aménagement sur les indices de diversités, elle est très hautement significatif pour l'indice de Shannon (H') (p = 0,0001). L'Equitabilité varie de 0,64 à 0,77 entre les stations aménagées et non aménagées. L' analyse de variance apporte un effet significative de l'aménagement sur l'Equitabilité (p=0,035).

1.5.2. Variation spatio-temporelle

Les valeurs moyennes des indices de diversité varient entre les différentes stations. Elles sont généralement plus élevées dans les stations aménagées; basses dans les stations non aménagées qui sont dotées des flores les moins diversifiées. Dans l'espace, l'inde de Shannon présent une différence très hautement significative des stations (p= 0,0001) et hautement significatif pour l'indice de l'Equitabilité (p= 0,001) (annexe3).

La variation temporelle n'a pas d'effet significatif sur les indices de diversités (p>0.05).

Discussions

Les valeurs importantes de l'indice de diversité de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) au niveau des stations aménagées pourraient être liée aux effets positifs de l'aménagement et la

limitation de l'action anthropique (Tarhouni *et al.* 2007 ; Amghar et Kadi-Hanifi, 2008; Gamoun, 2012; Maatougui *et al.* 2013; Khalid *et al.* 2015).

Nos résultats corroborent avec celles trouvées par Amghar et Kadi-Hanifi (2008); Amghar *et al.* (2016) pour l'indice de Shannon dans les sites aménagées et non aménagées, au niveau des steppes sud algéroises, celle de Maatougui *et al.* 2013 au Maroc et Ghiloufi *et al.* (2015) en Tunisie.

Les études de Henni et Mehdadi, 2012; Amghar *et al.* 2012 ; Gamoun *et al.* 2012, font ressortir que l'Equitabilité est plus importante dans les mises en défens ou les plantations pastorales que dans les zones pâturées. Elle serait la plus importante dans les zones caractérisées par une faible richesse spécifique (Gamoun *et al.* 2010).

Ceci est confirmé pour des résultats similaires obtenus sur les parcours du Sud tunisien où l'Equitabilité est élevée (Jauffret, 2001) ; en Tunisie saharienne Ould Sidi Mohamed *et al.* (2002), Aghmar et Kadi-Hanifi (2008) dans une steppe du sud Algérois Maatougui *et al.* (2013) au marocaine.

Une faible diversité spécifique est notée dans les stations non aménagées, Aghmar et Kadi-Hanifi (2008) et Khalid *et al.* (2015), remarquent que le pâturage diminue significativement les indices de diversité.

Par ailleurs, plusieurs études conduites dans des milieux et des conditions différents (Le Floch, 2001 ; Gamoun *et al.* 2012) ont indiqué que lorsque la pression de pâturage est raisonnable et bien répartie dans le temps, les animaux contribuent à la bonification des sols et augmentent la diversité végétale.

1.5.3. Similarité floristique

A partir de la matrice présence – absence, nous avons évalué la similarité spatiale de la composition floristique. L'indice de Jaccard (J) a été calculé pour étudier la variation spatiale de la similarité (Olden et Rooney, 2006 ; Tarhouni *et al.* 2007).

Le calcul des coefficients du Jaccard et les distances de Hamming entre les stations (Tableau 25 et 26), révèle des différences floristiques importantes entre ces dernières. Elles se classent entre les différences floristiques fortes à très forte pour la plupart des sites, excepté entre les stations de Sebgag et Gueltet Sidi Saad qui présentent une différence floristique moyenne.

Tableau 25 : Coefficients de Jaccard pour les stations d'étude

| | Gss | GssL | Elho | Elho L | Kser M | KserM L | Sbg | SbgL | Sdm | Sdm L | Kser P | KserP L |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Gss | | | | | | | | | | | | |
| GssL | 32,25 | | | | | | | | | | | |
| Elho | 18,96 | 17,07 | | | | | | | | | | |
| Elho L | 10,81 | 25 | 26,31 | | | | | | | | | |
| KserM | 6 | 0 | 30,43 | 18,51 | | | | | | | | |
| KserML | 0 | 9 | 2,56 | 9 | 9,09 | | | | | | | |
| Sbg | 42,5 | 20 | 25,49 | 12,5 | 9,05 | 0 | | | | | | |
| SbgL | 21,21 | 46,15 | 17,5 | 35,71 | 14,81 | 0 | 34,6 | | | | | |
| Sdm | 22,58 | 12,24 | 43,1 | 17,02 | 26,51 | 4,44 | 22,4 | 18,91 | | | | |
| SdmL | 12,82 | 35,29 | 24,43 | 53,33 | 20,86 | 0 | 14,7 | 37,5 | 28,88 | | | |
| KserP | 8,16 | 7,14 | 32,72 | 23,07 | 50 | 20,86 | 13 | 15,78 | 37,93 | 20 | | |
| KserPL | 0 | 8,33 | 2,5 | 8,33 | 4,16 | 25 | 0 | 0 | 4,34 | 15,83 | 8,75 | |

L'hétérogénéité floristique observée entre les stations est confirmée par les valeurs du coefficient de similitude floristique de Jaccard et la distance de Hamming. Ces indices indiquent des différences floristiques fortes à très forte.

Tableau 26 : Distances de Hamming entre les stations d'étude

| | Gss | GssL | Elho | Elho L | KserM | KserML | Sbg | SbgL | Sdm | SdmL | KserP | KserPL |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Gss | | | | | | | | | | | | |
| GssL | 67,75 | | | | | | | | | | | |
| Elho | 81,04 | 82,93 | | | | | | | | | | |
| Elho L | 89,19 | 75 | 73,69 | | | | | | | | | |
| KserM | 94 | 100 | 69,57 | 81,49 | | | | | | | | |
| KserML | 100 | 91 | 97,44 | 91 | 90,91 | | | | | | | |
| Sbg | 57,5 | 80 | 74,51 | 87,5 | 90,95 | 100 | | | | | | |
| SbgL | 78,79 | 53,85 | 82,5 | 64,29 | 85,19 | 100 | 65,39 | | | | | |
| Sdm | 77,42 | 87,76 | 56,9 | 82,98 | 73,49 | 95,56 | 77,59 | 81,09 | | | | |
| SdmL | 87,18 | 64,71 | 75,57 | 46,67 | 79,14 | 100 | 85,3 | 62,5 | 71,12 | | | |
| KserP | 91,84 | 92,86 | 67,28 | 76,93 | 50 | 79,14 | 87,04 | 84,22 | 62,07 | 80 | | |
| KserPL | 100 | 91,67 | 97,5 | 91,67 | 95,84 | 75 | 100 | 100 | 95,66 | 84,17 | 91,25 | |

Le coefficient de Jaccard montre qu'il y a une tendance à la diminution du nombre d'espèces communes entre les stations aménagées et non aménagées. Cette tendance peut être expliquée par une dynamique progressive (richesse et diversité élevées) sous l'effet de l'aménagement et régressive sous celle des facteurs anthropozoïques (pâturage, défrichage, récolte d'espèces, etc.) Floret (1981).

Le changement de la composition floristique enregistré dans cette étude est remarquablement exprimé par la variabilité spatiale. Cette variabilité est liée essentiellement à la variation de la pluviométrie qui conditionne la répartition des espèces (Tarhouni et *al.* 2007; Sheuyange et *al.* 2005 ; Ihaddadene, 2016).

II.2. Etude nutritive

2.1 Composition chimique

Des moyennes annuelles des années 2011, 2013 et 2014 (moyenne des quatre saisons) des résultats des analyses chimiques (MS, MO, MM , MAT, et CBW) ont été réalisées sur les espèces vivaces étudiées provenant des stations aménagées et non aménagées des parcours steppique de la région d'étude (Tableau 27).

Tableau 27 : Composition chimique moyenne annuelle en % de MS des espèces vivaces étudiées

| Espèce | MS | MO | MM | MAT | CB |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| <i>Artemisia herba alba</i> | 65,52 | 85,27 | 14,73 | 4,14 | 38,00 |
| <i>Artemisia campestris</i> | 54,44 | 92,20 | 7,80 | 3,16 | 25,46 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 64,12 | 77,05 | 22,95 | 2,50 | 25,44 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 64,53 | 87,30 | 12,70 | 2,05 | 26,75 |
| <i>Atriplex canescens</i> | 57,59 | 76,43 | 23,57 | 4,43 | 31,00 |
| <i>Aristida pengens</i> | 66,58 | 95,12 | 4,88 | 2,37 | 35,00 |
| <i>Helianthemum lippii</i> | 56,03 | 89,65 | 10,35 | 3,98 | 28,79 |
| <i>Lygeum spartum</i> | 70,31 | 95,24 | 4,76 | 2,13 | 40,50 |
| <i>Pituranthus chloranthus</i> | 62,39 | 94,34 | 5,66 | 2,25 | 34,25 |
| <i>Rhanterium adpressum</i> | 54,30 | 93,56 | 6,44 | 2,49 | 33,75 |
| <i>Retama retam</i> | 55,02 | 93,68 | 6,32 | 4,51 | 30,55 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 69,00 | 92,29 | 7,71 | 1,88 | 34,69 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 75,11 | 95,84 | 4,16 | 2,40 | 38,78 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | 61,80 | 91,09 | 8,91 | 3,76 | 31,96 |

Une importante dispersion dans la composition chimique est observée, car il s'agit de plantes naturelles de familles et d'espèces différents.

Le box-plots (Figure34) confirme la variabilité interspécifique de la composition chimique.

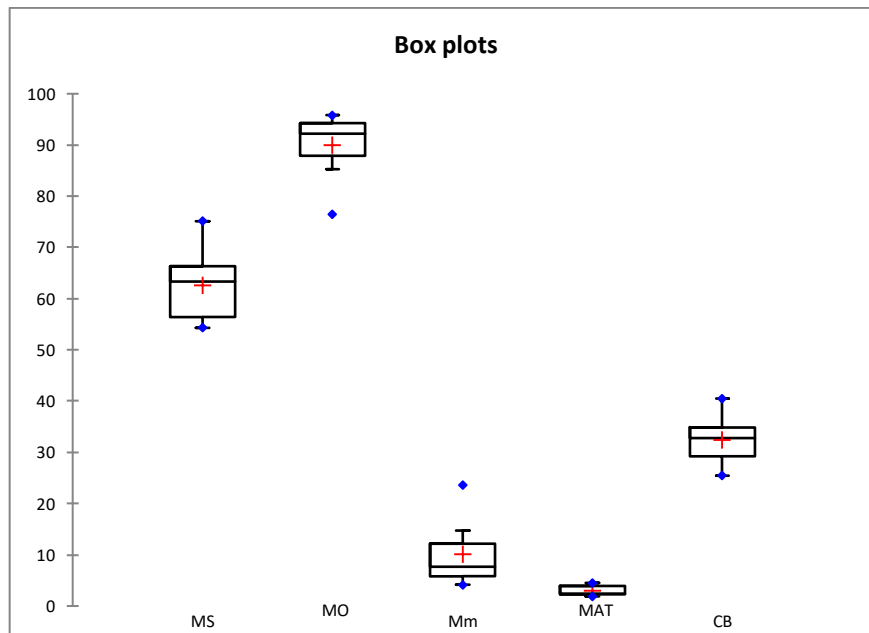


Figure 34 : Box plots de la composition chimique des plantes vivaces étudiées

La lecture du box plots nous montre que, la composante la plus forte est la matière organique, et la plus faible est la matière azotée totale, avec des valeurs, allant respectivement de 77,05 à 95,24 %, et de 1,88 à 4,51%.

La majorité des espèces ont des valeurs faibles en matière minérale qui se situe entre 4,16 et 8,91. Quelques espèces ont des valeurs moyennes 10,35 et 14,73. Deux espèces (*Atriplex canescens* et *Anabasis articulata*) enregistrent des valeurs plus importante (22,95 et 23,57) par rapport aux autres valeurs.

La matière sèche présente une moyenne de 62,62 qui se situant entre 54,30 et 75,11.

Concernant la cellulose brute, des espèces ont des valeurs moyennes 32,49, se situant entre 25,44 et 40,50. La cellulose brute est la troisième composante qui enregistre des pourcentages élevés, allant de 13.53% à 48.54%.

La représentation graphique des espèces et de la composition chimique sur le même plan de l'ACP (Figure 35) permet de repérer l'existence d'une variabilité entre les espèces.

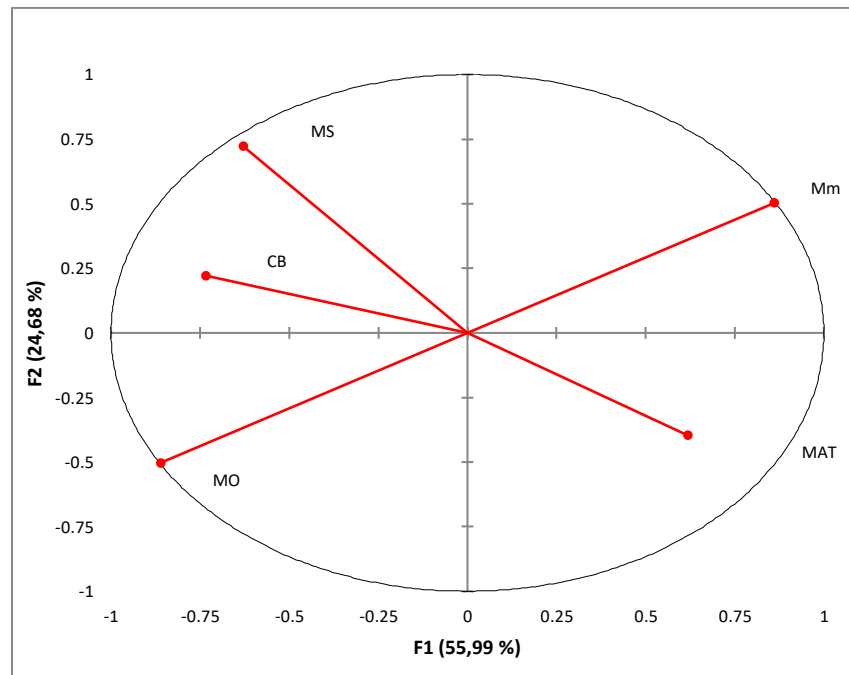


Figure 35 : Cercle des corrélations des variables (ACP sur la composition chimique des espèces vivaces étudiées)

L'analyse en composantes principales (ACP) (Figure 35) divise les variables chimiques en deux groupes :

L'axe 1 : oppose un premier groupe formé par les variables : MS, MO et CBW qui sont corrélées entre elles, et un deuxième groupe formé par : MAT et MM.

Nos résultats sur les corrélations existantes entre les paramètres étudiés sont comparables à ceux trouvés par Chehma (2005) et Chehma et *al.* (2010), qui ont rapporté que les espèces riche en composés pariétaux sont pauvre en matière azoté totale ce qui confirme les corrélations négatives trouvées entre la cellulose brute les matières azotées totales.

A travers la figure (36) de la représentation des espèces sur le plan factoriel 1-2 de l'ACP sur la composition chimique: les espèces sont bien dispersées sur les 2 axes, ce qui signifie qu'il existe une importante diversité entre elles et laissent apparaître la présence de quatre regroupements.

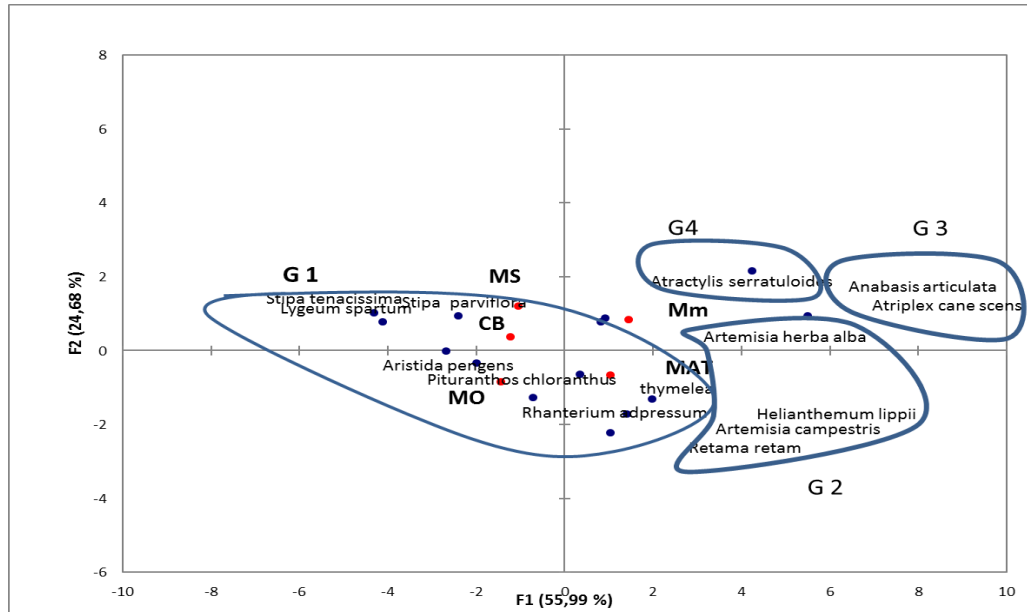


Figure 36 : Représentation superposée des espèces et de la composition chimique sur le plan 1-2 de l'ACP

Afin de délimiter ces regroupements, nous avons effectué la classification ascendante hiérarchique (CAH). Cette classification nous a permis d'établir une partition en quatre classes (Figure 37).

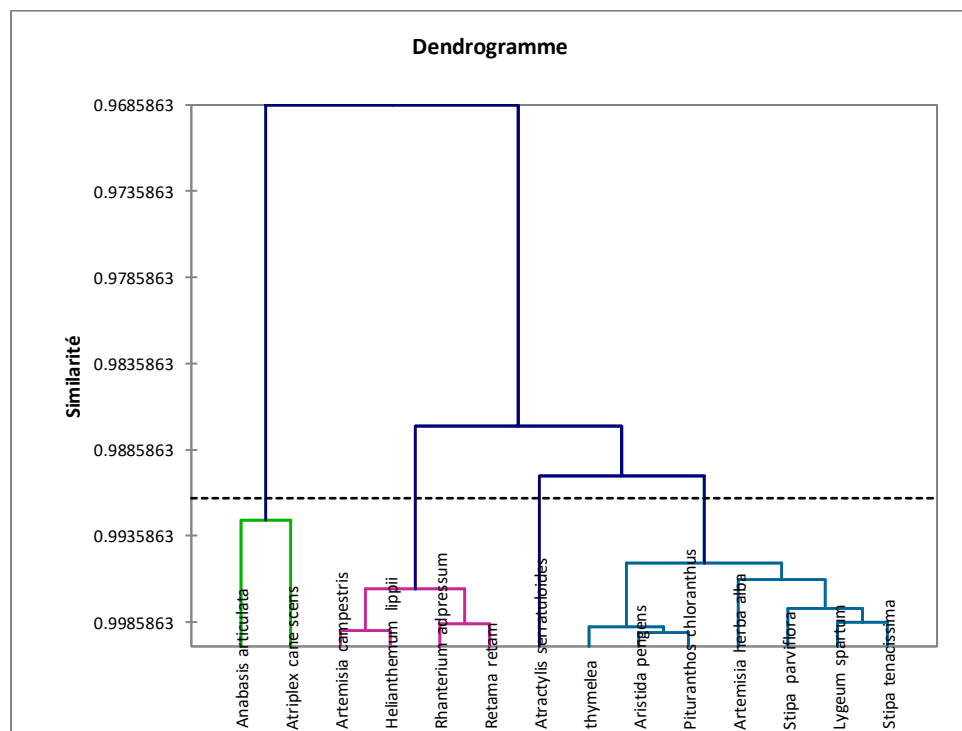


Figure 37 : Dendrogramme de classification des espèces en fonction de leur composition chimique

Cette classification a permis de découper l'ensemble des espèces en quatre groupes :

Le premier groupe est formé de 07 espèces : *Artemisia herba alba*, *Aristida pengens*, *Thymelaea microphylla*, *Stipa parviflora*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Pituranthos chloranthus* ;

Le deuxième contient 04 espèces : *Artemisia campestris*, *Retama retam*, *Rhantherium adpressum* et *Helianthemum lippii*;

Le troisième englobe 02 espèces : *Atriplex canescens* et *Anabasis articulata* ;

Le quatrième se compose d'une espèce : *Atractylis serratuloides*.

A partir de cela, il apparait que le rassemblement des espèces dans les différents groupes formés, ne se fait pas sur la base de l'appartenance aux familles, on obtient donc la répartition suivante :

Groupe 1: une Apiaceae, une Asteraceae, quatre Poaceae, et une thymelaceae,

Groupe 2 : deux Asteraceae, une fabaceae et une Cistaceae

Groupe 3 : deux Amaranthaceae

Groupe 4 : une Asteraceae

L'assemblage des espèces dans les différents groupes formés, ne se fait pas sur la base de l'appartenance aux familles. Il n'y a pas un effet de famille sur la composition chimique, cela a été confirmé par Chehama (2005) et Bouallal (2013).

Reliée aux différents groupes dégagés de la CAH, la lecture graphique de l'ACP (Figure 36), nous montre que ces groupes floristiques sont répartis suivant leur disposition en différentes composantes chimiques.

Le premier groupe correspond au taux élevé en cellulose brut et matière organique ;

Le deuxième groupe est caractérisé par les taux élevés en matière azotée ;

Le troisième groupe par des taux élevés en matière minérale.

Le quatrième groupe occupe une position intermédiaire, se caractérisant par des taux moyenne en matière minérale et en matière azotée.

2.2.1. Variation spatio-temporelle

Le tableau 28 présente la composition chimique des 11 espèces vivaces récoltées au cours des quatre saisons dans les stations aménagées par plantations et non aménagées (stations libres).

Tableau 28. Composition chimique saisonnière en % de MS des espèces vivaces des stations plantées et des stations libres analysées

| Station | Espèce | MS | | | | MO | | | | MM | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station plantées (aménagées) | <i>Atriplex c88.anescens</i> | 51,56 | 61,68 | 50,78 | 66,36 | 73,39 | 79,30 | 80,93 | 74,79 | 26,61 | 20,70 | 19,07 | 25,21 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 47,83 | 56,24 | 42,62 | 80,72 | 90,86 | 90,21 | 90,05 | 94,72 | 9,14 | 9,79 | 9,95 | 5,28 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 69,90 | 71,98 | 78,98 | 90,42 | 96,09 | 96,46 | 95,68 | 94,12 | 3,91 | 3,54 | 4,32 | 5,88 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 68,72 | 74,77 | 56,36 | 96,51 | 90,99 | 92,45 | 93,06 | 96,13 | 9,01 | 7,55 | 6,94 | 3,88 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 52,46 | 69,05 | 63,92 | 95,24 | 93,99 | 96,41 | 95,55 | 96,07 | 6,01 | 3,59 | 4,45 | 3,93 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 65,89 | 55,37 | 48,02 | 71,10 | 93,01 | 95,25 | 95,25 | 96,31 | 6,99 | 4,75 | 4,75 | 3,69 |
| | <i>Retama retam</i> | 53,10 | 53,84 | 50,70 | 57,85 | 96,55 | 95,75 | 96,55 | 92,28 | 3,45 | 4,25 | 3,45 | 7,72 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 48,97 | 51,91 | 50,43 | 66,24 | 88,81 | 93,27 | 92,71 | 90,17 | 11,19 | 6,73 | 7,29 | 9,83 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 45,45 | 62,82 | 56,76 | 91,36 | 83,39 | 88,62 | 87,70 | 96,72 | 16,62 | 11,38 | 12,32 | 3,29 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 48,98 | 60,28 | 52,94 | 0,00 | 88,08 | 92,88 | 91,24 | ** | 11,92 | 7,13 | 8,76 | ** |
| <i>Anabasis articulata</i> | 64,25 | 60,22 | 80,73 | 71,78 | 59,50 | 70,32 | 74,50 | 78,97 | 2,97 | 2,46 | 3,12 | 3,53 | |
| Stations libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 76,97 | 71,97 | 72,72 | 91,12 | 97,03 | 97,54 | 96,88 | 96,47 | 2,975 | 2,465 | 3,12 | 3,53 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 49,08 | 56,75 | 29,13 | 82,35 | 91,25 | 95,17 | 91,42 | 95,11 | 8,75 | 4,83 | 8,59 | 4,89 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 76,20 | 47,96 | 50,11 | 65,71 | 93,97 | 88,86 | 87,50 | 93,60 | 6,035 | 11,04 | 12,5 | 6,41 |

RESULTATS ET DISCUSSION

Suit tableau 28

| | espèce | MAT | | | | CBW | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station plantées (aménagées) | <i>Atriplex canescens</i> | 2,68 | 4,70 | 5,18 | 3,97 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 2,01 | 3,13 | 4,88 | 1,65 | 29,0 | 23,5 | 18,0 | 29,0 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 1,69 | 2,75 | 2,49 | 2,52 | 42,0 | 42,5 | 42,5 | 42,0 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 1,31 | 2,37 | 2,78 | 0,84 | 33,5 | 33,5 | 38,5 | 32,0 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 1,89 | 2,19 | 2,98 | 1,67 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 2,57 | 1,80 | 1,80 | 0,73 | 35,0 | 33,0 | 33,0 | 35,0 |
| | <i>Retama retam</i> | 3,13 | 5,84 | 4,59 | 4,06 | 31,0 | 30,5 | 30,0 | 31,0 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 2,55 | 6,63 | 6,78 | 3,19 | 36,0 | 33,5 | 31,0 | 36,0 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 2,57 | 3,59 | 3,59 | 0,99 | 27,0 | 27,0 | 27,0 | 27,0 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 3,39 | 3,80 | 4,20 | ** | 29,0 | 29,0 | 28,5 | ** |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 1,75 | 3,04 | 3,29 | 1,81 | 24,0 | 24,0 | 21,0 | 24,0 |
| Stations libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 2,64 | 4,24 | 3,34 | 2,01 | 36,0 | 36,0 | 34,5 | 36,00 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 1,75 | 1,22 | 3,33 | 2,54 | 29,0 | 18,0 | 18,0 | 29,00 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 2,49 | 5,09 | 2,49 | 3,93 | 34,0 | 34,0 | 34,0 | 36,00 |

Le tableau 29 présente la composition chimique des 13 espèces vivaces récoltées au cours des quatre saisons dans les stations aménagées par mise en défens et non aménagées (stations libres).

Tableau29. Composition chimique saisonnière en % de MS des espèces vivaces des stations mise en défens et des stations libres analysées

| Saison | espèce | MS | | | | MO | | | | MM | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station mise en défens | <i>Artemisia campestris</i> | 48,18 | 51,53 | 41,54 | 86,67 | 89,25 | 90,56 | 90,56 | 94,87 | 10,75 | 9,44 | 9,44 | 5,14 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 71,41 | 72,32 | 67,09 | 87,58 | 96,35 | 96,09 | 96,97 | 94,11 | 3,65 | 3,91 | 3,03 | 5,89 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 56,67 | 59,33 | 50,32 | 96,87 | 87,23 | 90,42 | 90,42 | 96,89 | 12,77 | 9,58 | 9,58 | 3,11 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 67,45 | 73,00 | 54,31 | 87,70 | 97,94 | 94,87 | 94,87 | 95,38 | 2,06 | 5,13 | 5,13 | 4,62 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 67,39 | 50,89 | 58,08 | 85,71 | 82,50 | 81,34 | 81,34 | 89,28 | 17,50 | 18,67 | 18,67 | 10,72 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 67,60 | 68,22 | 52,71 | 70,25 | 96,70 | 96,99 | 96,37 | 84,61 | 3,31 | 3,02 | 3,63 | 15,39 |
| | <i>Retama retam</i> | 58,86 | 54,37 | 42,52 | 68,93 | 94,69 | 95,70 | 96,70 | 96,36 | 5,31 | 4,30 | 3,31 | 3,64 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 61,92 | 65,54 | 55,20 | 83,98 | 95,74 | 94,35 | 93,58 | 89,95 | 4,26 | 5,65 | 6,42 | 10,06 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 62,48 | 64,07 | 67,92 | 92,36 | 95,61 | 86,43 | 90,37 | 88,55 | 4,39 | 13,57 | 9,63 | 11,45 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 56,69 | 59,22 | 63,99 | 71,34 | 83,39 | 94,18 | 88,55 | 87,17 | 16,61 | 5,83 | 11,45 | 12,84 |
| | <i>Rhanterium adpressum</i> | 61,75 | 43,59 | 57,56 | 75,47 | 90,17 | 91,22 | 89,16 | 88,83 | 9,83 | 8,78 | 10,85 | 11,17 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 57,91 | 60,20 | 52,80 | 75,32 | 84,78 | 86,64 | 86,58 | 80,08 | 15,22 | 13,36 | 13,42 | 19,92 | |
| | Aristida | 67,15 | 59,20 | 58,07 | 81,89 | 95,22 | 95,35 | 95,71 | 94,21 | 4,78 | 4,66 | 4,30 | 5,79 |
| Station s libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 64,72 | 67,68 | 52,09 | 95,85 | 95,4 | 97,1 | 97,4 | 85,4 | 4,558 | 2,90 | 2,59 | 14,64 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 53,27 | 52,14 | 47,20 | 36,16 | 92,1 | 95,45 | 91,3 | 96,4 | 7,945 | 4,55 | 8,75 | 3,56 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 83,04 | 70,63 | 52,98 | 68,24 | 93,7 | 92,52 | 92,3 | 90,4 | 6,335 | 7,48 | 7,67 | 9,65 |

Suit tableau 29

| Saison | espèce | MAT | | | | CBW | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-----|----|-----|-----|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station mise en défens | <i>Artemisia campestris</i> | 1,71 | 2,28 | 2,28 | 0,97 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 1,77 | 2,21 | 2,66 | 1,33 | 42 | 42 | 39 | 42 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 3,19 | 1,40 | 1,40 | 0,63 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 2,86 | 2,28 | 2,28 | 1,06 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 5,10 | 4,22 | 4,22 | 1,23 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 1,41 | 1,70 | 4,82 | 2,62 | 35 | 35 | 33 | 35 |
| | <i>Retama retam</i> | 4,00 | 5,96 | 6,98 | 2,35 | 31 | 31 | 30 | 31 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 1,90 | 3,42 | 3,65 | 2,29 | 36 | 36 | 31 | 36 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 1,63 | 2,92 | 3,08 | 0,48 | 27 | 27 | 25 | 27 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 1,49 | 2,54 | 5,25 | 7,00 | 29 | 29 | 28 | 29 |
| | <i>Rhanterium adpressum</i> | 2,00 | 2,78 | 3,89 | 1,32 | 34 | 34 | 33 | 34 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 1,86 | 2,74 | 4,47 | 2,14 | 29,5 | 29 | 27 | 24 | |
| <i>Aristida pengens</i> | 2,48 | 2,16 | 2,71 | 2,13 | 35 | 35 | 35 | 35 | |
| Station s libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 2,28 | 2,33 | 3,39 | 2,57 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 2,98 | 5,7 | 4,38 | 1,23 | 26 | 26 | 20 | 26 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 1,6 | 2,98 | 3,91 | 3,62 | 26 | 26 | 20 | 26 |

2.2.1.1. La matière sèche

Il ressort que les espèces étudiées, présentent des teneurs saisonnières en matière sèche (MS) différentes d'une saison à l'autre et d'une station à l'autre. Ces teneurs sont incluses dans un intervalle variant de 53,34 à 77,71%, la teneur la plus élevée est observée pour *Sipa tenacissima*, la plus faible est enregistrée pour *Retama reatam* dans les stations aménagées par plantation.

Dans les stations mis en défens les valeurs annuelles en matière sèche les plus élevés enregistrer par *Stipa tenacissima* (78,19%) et la plus faible par *Artimesia compestris* (54,32%). Alors qu'aux stations libres (non aménagées), les teneurs variant entre 47,19 à 79,19%.

Les teneurs moyennes annuelles en matière sèche présentant une distribution saisonnière très hautement inégale confirmée par l'analyse de la variance ($P < 0,0001$).

2.2.1.2. La matière minérale et la matière organique

Les teneurs en matière minérale (MM) et organique (MO) (Tableau 29 et 30), sont variables entre les plantes étudiées. Dans les stations aménagées par plantation et mise en défens c'est l'*Anabasis articulata* qui est le plus riche en MM (29,18% et 19,83%) respectivement. Alors que, *Stipa tenacissima* est plus riche en MO pour les stations aménagées et non aménagées.

Les teneurs moyennes annuelles en matière organique présentant une distribution stationnelle, très hautement inégale confirmée par l'analyse de la variance ($P < 0,0001$). Trois groupes sont dégagés, le taux le plus important est enregistré par les deux stations libres Gueltet Sidi Saad et Sebgug (95,23%), et le taux faible par la station plantée de Kser Elhirane (83,26%). Trois espèces présentent des variations saisonnières significatives ($p=0,05$) *Artemisia campestris* ; *Thymelaea microphylla* et *Rhantherium adpressum*.

Les teneurs moyennes annuelles en matière minérale présentant une distribution stationnelle inégale, confirmée par l'analyse de la variance ($P < 0,0001$). Trois groupes sont dégagés, c'est la station plantée de kesr El Hirane qui est la plus riche en MM, tandis que les stations non aménagées présentent les valeurs les plus faibles. Les espèces *Artemisia campestris* ($p=0,01$) *Atractylis serratuloides* ($p= 0,003$) et *Rhantherium adpressum* ($p= 0,04$) présentent des variations saisonnières significatives.

2.2.1.3. La matière azotée totale

Concernant la matière azotée totale (tableau 29 et 30), les teneurs varient de 2,12% pour *Pituranthos chloranthus* à 4,74% pour *Thymelaea microphylla* dans les stations plantées et de 2,12 pour *Stipa* à 5,20% pour *Retama retam*.

Les teneurs moyennes annuelles en matière azotée présentant une distribution saisonnière inégale confirmée par l'analyse de la variance ($P < 0,001$). Les espèces *Stipa tenacissima* et *Thymelaea microphylla* présente une variation spatiale significative ($p= 0,01$).

2.2.1.4. La cellulose brute

Les espèces analysées sont riches en cellulose brute. Le taux le plus faible est enregistré chez *Artemisia campestris* de la station aménagée par plantation (18 %), le plus élevé est enregistré chez *Stipa tenacissima* (42%) pour les stations aménagées contre 36% de cellulose pour la même espèce dans les stations non aménagées.

La cellulose brute est significativement influencée par l'effet de station ($p=0,001$) que la saison, il y a quatre groupes, c'est la station mise en défens de Gueltet Sidi Saad qui prend la première position.

La distribution de la composition chimique des espèces vivaces étudiées selon le type d'aménagement est illustrée par la figure (38).

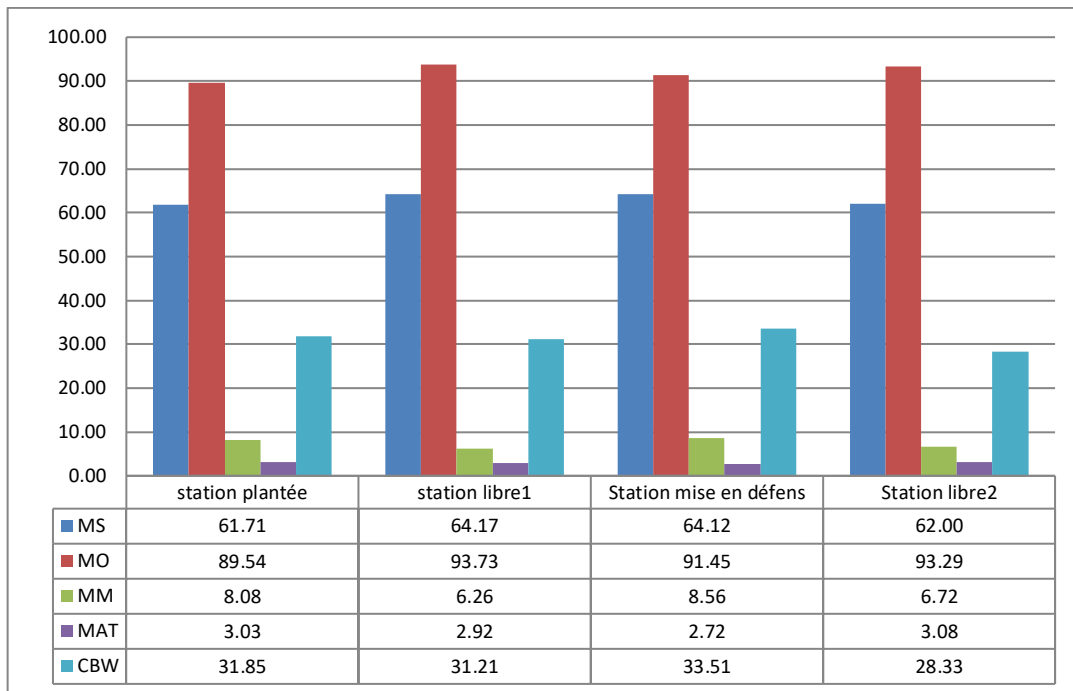


Figure 38 : Composition chimiques des stations d'étude

Les valeurs importante en MS et MO sont enregistrées dans la station libre (Guellet Sidi Saad et Sebbug) ; et la MM dans la station aménagée par mise en défens.

La matière azotée totale est plus importante au niveaux de stations plantées et libres.

Les stations aménagées présentent les taux plus élevés en CB (33,51 et 31,85) ce qui témoigne de l'avancement d'âge des plantes dans les stations aménagés, alors que les stations non aménagées (libres) ont des valeurs inférieures.

La valeur la plus basse de la MO est enregistrée dans les stations plantées.

Discussion

Les résultats de la matière sèche obtenue sont comparables à ceux obtenus Rekik et al. ; 2014 (52,56 à 67,03) ; et inférieur à ceux étudiés par Mayouf et al. (2015) (81,13 à 86,97). Le taux élevé en MS des plantes peut être lié au climat. La teneur en matière sèche augmente régulièrement, entre la floraison et le stade vitreux : elle passe de 14-16 à 33-35 % (Demarquilly, 1994).

La plus part des espèces étudiées présentent des taux importants en matière organique comme il a été trouvé par Chehma et al. (2010) ; qui ont rapporté des valeurs comprises entre 74 et 97 % de la MS; Bouallala, (2013) (65,98 à 97,87) ; nos résultats sont supérieurs à ceux de Mayouf et al. (2015) (81,13 à 86,97) et inférieurs aux résultats de Rekik et al. (2014) (76,7 à 84,10).

Les teneurs en éléments minéraux de la plante dépendent à la fois des réserves du sol, de la disponibilité de chaque élément vis-à-vis de la plante, et de l'efficacité de la captation racinaire

vers les organes aériens de la plante (Riviere, 1978 ; Jarrige *et al.* 1995). La variation de la concentration en éléments minéraux et organiques dans les plantes étudiées est fortement liée aux conditions climatiques, au type de sol, au stade de maturité et à la saison d'exploitation (Arhab, 2007).

Selon l'étude menée par Kadi *et al.* (2016), les ressources fourragères spontanées étudiées sont riches en minéraux puisque 75% dépassent les 8% et 25% dépassent même 21%.

La teneur en matière azotée est en relation avec l'âge et la composition morphologique de la plante. Selon Demarquilly *et al.* (1981), l'essentiel des protéines des fourrages verts sont situés dans les organes chlorophylliens, surtout les feuilles. Ainsi Jarrige *et al.* (1995) confirment que les plantes fourragères s'appauvrissent en MAT au cours de leur croissance avec la sénescence de leurs organes aériens. D'après Demarquilly (1987), les teneurs en MAT et en cendres diminuent avec la phase de développement et l'âge de la plante. L'intensité de l'activité biologique au cours du printemps surtout, se traduit par une croissance végétative, contribuant à une augmentation du nombre de feuilles et de rameaux. La teneur en MAT au printemps est liée directement à l'augmentation du rapport feuille/tige qui est très marquée en cette saison (Andrieu *et Weiss*, 1981; Demarquilly *et al.* 1981).

Selon Andrieu *et Weiss* (1981) ; Demarquilly *et al.* (1981) ; Ozenda (1991), Chehma (2005) et Bouallala (2013), Mayouf (2015), la faiblesse en azote des espèces sahariennes et steppiques est liée aux stratégies d'adaptions des plantes aux conditions aride.

La variation entre les valeurs de cellulose brute peut être liée au stade de développement de la plante et/ou aux conditions édapho-climatiques des milieux. Nos résultats sont proches de ceux trouvés par Mayouf *et al.*, (2014) (30,64 à 38,40) et inférieur à ceux de Rekik (2015) (33,59 à 62,5).

Baumont *et al.* (2009) indiquent que la teneur en parois végétales augmente avec la croissance de la plante. Jarrige (1981) souligne que le climat joue un rôle très important sur la composition des parois des plantes.

Wilson, (1976) ; Demarquilly, (1982) ; Chehma, (2005), ont signalé que les températures élevées dans les milieux arides agissent directement sur l'augmentation du taux de cellulose brute.

Dans le même sens, Chehma *et Youcef* (2009), ont constaté que les plantes vivaces sont caractérisées par une richesse en composés pariétaux et en cellulose brute (jusqu'à 75 et

50 % de la MS respectivement). Ozenda (1991), a mentionné que la composition chimique des plantes vivaces reflète les conditions de l'environnement désertique dans lesquelles

elles vivent. Les différences de teneur en CB sont liées à la composition morphologique et à l'âge de l'aliment et au facteur climatique (Deinum et Dirven, 1976).

D'après Jarrige et *al.* (1995) ; et Soltner (2000), la teneur en cellulose augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut également être influencée par les facteurs agro climatiques en particulier la température élevée. Et par la famille botanique et le stade de développement (Rerat, 1956)

A partir de cela, on remarque qu'il y a une variation spatio- temporelle sur les différentes composantes chimiques étudiées. Chehma et *al.* (2010), indiquent qu'il y a eu une grande variabilité des composants chimiques entre les différentes espèces analysées, qui serait liée au milieu, à la saison et à la variabilité génétique entre espèces.

La saison a un effet sur la composition chimique des plantes. Ceci qui a été mentionné par plusieurs auteurs (Moore et Russel, 1976 ; Richard, 1987 ; Genin, 1990 ; Chehma, 2005 Chehma et Youcef, 2009 ; Bouallala, 2013).

L'âge et le stade de développement des plantes sont les facteurs les plus importants qui font varier la composition chimique. Plus la plante vieillit, plus la teneur en MAT diminue et celle de la MS et de la paroi augmente (Tremblay et *al.* 2002). A ce la Buxton (1995), additionne que les facteurs environnementaux influençant la composition chimique des plantes sont d'ordre climatiques (la température et l'eau). Cela explique la variation de la composition chimique des plantes entre les stations qui dépend beaucoup plus des conditions du milieu que des effets d'aménagement. L'interdiction du pâturage a induit au vieillissement des plantes en stations aménagées contrairement aux plantes des stations non aménagées qui sont broutées par les ovins.

2.2. Valeur nutritive

2.2.1. Valeur énergétique

Les résultats des valeurs énergétiques en unité fourragère lait (UFL) et unité fourragère viande (UFV) sont présents dans le tableau (30). Les valeurs données correspondent à des moyennes sur deux années.

Tableau 30 : Valeur énergétique des espèces vivaces

| Espèces | UFL / kg MS | UFV / kg MS |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Artemisia herba alba</i> | 0,43 | 0,32 |
| <i>Artemisia campestris</i> | 0,57 | 0,47 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 0,46 | 0,37 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 0,52 | 0,43 |
| <i>Atriplex canescens</i> | 0,43 | 0,35 |
| <i>Aristida pengens</i> | 0,52 | 0,41 |
| <i>Helianthemum lippii</i> | 0,54 | 0,45 |
| <i>Lygeum spartum</i> | 0,48 | 0,38 |
| <i>Pituranthos chloranthus</i> | 0,52 | 0,42 |
| <i>Rhanterium adpressum</i> | 0,47 | 0,36 |
| <i>Retama retam</i> | 0,57 | 0,47 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 0,49 | 0,39 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 0,50 | 0,38 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,52 | 0,43 |

Les valeurs énergétiques obtenues présentent une certaine variabilité entre les espèces. UFL a une valeur moyenne de 0,50 et varie de 0,43 à 0,58. UFV a une valeur moyenne de 0,40 et varie de 0,32 à 0,47. Il ressort que les meilleures valeurs sont enregistrées chez *Artemisia campestris* et *Retama retam* (0,57 UFL et 0,47 UFV) et les plus faibles sont enregistrées chez : *Artemisia herba alba* (0,43 UFL et 0,32 UFV).

Variation spatio-temporelle

A partir des résultats obtenus (Tableau 31), pour les stations plantées, il ressort que les meilleures valeurs sont enregistrées chez: *Artemisia campestris* (0,57 UFL et 0,47 UFV) et les plus faibles sont enregistrées chez : *Anabasis articulata* (0,41 UFL et 0,33 UFV). Alors que les espèces des stations libres enregistrent des valeurs supérieures aux espèces semblables des stations plantées.

Tableau 31 : Valeur énergétique des espèces vivaces des stations plantées et des stations libres

| Saison | Espèce | UFL / kg MS | | | | UFV / kg MS | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station plantées (aménagées) | <i>Atriplex canescens</i> | 0,38 | 0,45 | 0,47 | 0,41 | 0,30 | 0,36 | 0,38 | 0,32 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 0,52 | 0,57 | 0,63 | 0,55 | 0,42 | 0,47 | 0,54 | 0,44 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 0,47 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,35 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 0,49 | 0,51 | 0,48 | 0,54 | 0,38 | 0,40 | 0,37 | 0,43 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 0,47 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 0,50 | 0,53 | 0,53 | 0,52 | 0,39 | 0,42 | 0,42 | 0,41 |
| | <i>Retama retam</i> | 0,52 | 0,60 | 0,59 | 0,54 | 0,41 | 0,49 | 0,48 | 0,44 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,46 | 0,57 | 0,59 | 0,48 | 0,36 | 0,47 | 0,49 | 0,37 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 0,48 | 0,45 | 0,45 | 0,58 | 0,39 | 0,36 | 0,36 | 0,47 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 0,51 | 0,56 | 0,55 | ** | 0,41 | 0,45 | 0,45 | ** |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 0,31 | 0,41 | 0,46 | 0,46 | 0,24 | 0,33 | 0,38 | 0,37 |
| Stations libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 0,53 | 0,55 | 0,54 | 0,52 | 0,41 | 0,44 | 0,43 | 0,41 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 0,52 | 0,63 | 0,62 | 0,56 | 0,42 | 0,53 | 0,52 | 0,45 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,52 | 0,44 | 0,52 | 0,51 | 0,41 | 0,34 | 0,41 | 0,40 |

** plantes totalement sèches

A partir des résultats du tableau (32), pour les stations mise en défens, il ressort que les meilleures valeurs sont enregistrées chez: *Artemisia campestris* (0,53 UFL et 0,42 UFV) et les plus faibles sont enregistrées chez : *Artemisia herba alba* (0,43 UFL et 0,32 UFV). Les espèces des stations libres ont des valeurs supérieures par rapport aux mêmes espèces des stations mise en défens.

Tableau 32. Valeurs énergétiques des espèces vivaces des stations mise en défens et des stations libres

| Saison | Espèces | UFV | | | | UFL | | | |
|------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Au | Hi | Pri | Eté | Au | Hi | Pri | Eté |
| Station mise en défens | <i>Artemisia campestris</i> | 0,51 | 0,52 | 0,52 | 0,55 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,44 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 0,48 | 0,48 | 0,51 | 0,46 | 0,36 | 0,36 | 0,39 | 0,34 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 0,46 | 0,47 | 0,47 | 0,52 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,41 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 0,43 | 0,41 | 0,41 | 0,45 | 0,33 | 0,31 | 0,31 | 0,34 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 0,52 | 0,53 | 0,57 | 0,44 | 0,41 | 0,41 | 0,46 | 0,34 |
| | <i>Retama retam</i> | 0,56 | 0,6 | 0,63 | 0,56 | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,45 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,47 | 0,40 | 0,40 | 0,44 | 0,37 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 0,57 | 0,51 | 0,56 | 0,46 | 0,46 | 0,42 | 0,46 | 0,37 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 0,46 | 0,55 | 0,55 | 0,57 | 0,36 | 0,45 | 0,45 | 0,47 |
| | <i>Rhanterium adpressum</i> | 0,48 | 0,5 | 0,5 | 0,39 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,30 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 0,47 | 0,5 | 0,53 | 0,47 | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,38 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,51 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,40 |
| Stations libres | <i>Stipa tenacissima</i> | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,44 | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,44 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,58 | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,58 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,56 | 0,56 | 0,62 | 0,40 | 0,56 | 0,56 | 0,62 | 0,40 |

L'analyse de la variance a été étudiée pour deux effets : espèces-saisons et espèces-stations. Ce dernier est non significatif.

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif de la saison sur les constituants UFV et UFL, trois groupe sont dégagés, c'est la saison printanière qui est la plus énergétique.

L'effet de la station sur les UFV, n'est significative que pour deux espèces *Thymelaea microphylla* (p= 0,02) et *Rhanterium adpressum* p=0.05).

Cinq espèces vivaces étudiées présentes une variation spatiale pour les UFL: *Artemisia compesrtis* (p=0.03); *Retama retam* (p= 0,02); *Thymelaea microphylla* (p= 0,008); *Helianthemum lippii* (p= 0,03) et *Rhanterium adpressum* (p= 0,02).

La composition énergétique des différentes stations étudiées est illustrée par la figure (39)

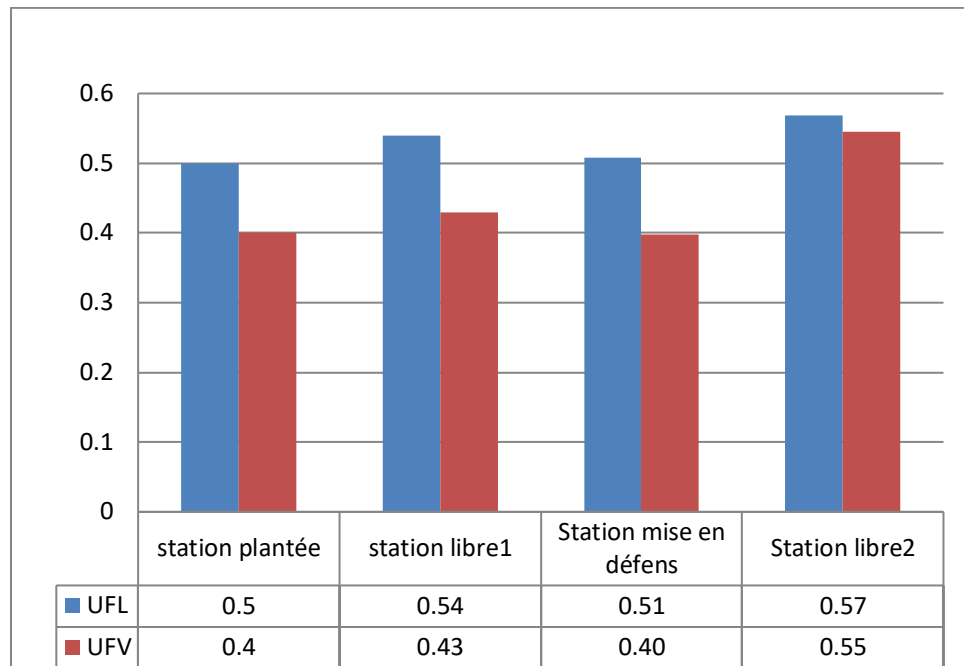


Figure 39 : Valeur énergétique des stations d'étude

On observe que les valeurs des UFL sont supérieures à celles des UFV pour toutes les stations. Les UFV et UFV sont plus élevés aux stations libres que les stations aménagées

Les valeurs énergétiques obtenues présentent une certaine variabilité entre les espèces. Nos résultats sont proches à ceux rapportés par Mayouf et *al.* (2015) pour les plantes steppique de la région de Tebessa; Bouallala, (2013) pour des plantes de la region Ouest de l'Algérie ; Chehma (2005) pour les plantes de la région Sud-est de l'Algérie.

Comme pour la composition chimique, la variation de la valeur énergétique des espèces n'est pas proportionnelle à la répartition des familles, Cela montre qu'il n'ya pas un effet de famille sur la valeur énergétique (Chehma, 2005), Bouallala (2013).

Chehma et *al.* (2008) et Richard, (1987), ont signalé que les valeurs énergétiques sont liées à la composition chimique des espèces, elles prennent la même tendance générale, les espèces les plus énergétiques sont celles qui enregistrent des valeurs élevées en matières azotées totales et faibles en cellulose brute.

2.2.2. Valeurs azotées

Les résultats des analyses de la valeur azotée sont exprimés en PDIN et PDIE sont présentés dans le tableau (33). Les valeurs présentées correspondent à des moyennes annuelles.

Les meilleures valeurs de PDIN et PDIE sont enregistrées chez: *Retama retam*, *Atriplex canescens* et *Artemisia herba alba*, avec respectivement (29,11 et 56,90), (26,08 et 45,15) et (23,28 et 44,45), et les faibles sont celles enregistrées chez : *Stipa parviflora*, *Lygeum spartum*

et *Pituranthos chloranthus* avec respectivement (11,71 et 45,04), (13,30 et 45) et (13,75 et 46,96).

Tableau 33. Résultats des moyennes annuelles des valeurs azotées des espèces vivaces étudiées

| Espèces | PDIN (g/Kg de MS) | PDIE (g/Kg de MS) |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Artemisia herba alba</i> | 23,28 | 44,58 |
| <i>Artemisia campestris</i> | 16,94 | 50,74 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 15,77 | 42,17 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 15,18 | 46,67 |
| <i>Atriplex canescens</i> | 26,08 | 45,15 |
| <i>Aristida pengens</i> | 14,95 | 47,63 |
| <i>Helianthemum lippii</i> | 24,64 | 52,16 |
| <i>Lygeum spartum</i> | 13,30 | 45,00 |
| <i>Pituranthos chloranthus</i> | 13,75 | 46,96 |
| <i>Rhanterium adpressum</i> | 15,74 | 44,11 |
| <i>Retama retam</i> | 29,11 | 56,90 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 11,71 | 45,04 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 15,49 | 43,68 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | 22,85 | 45,53 |

Ces résultats montrent une variabilité interspécifique. PDIN a une valeur moyenne de 18,48 g / kg MS et varie de 11,71 à 29,11 g / kg MS. PDIE a une valeur moyenne de 46,88/kg MS et varie de 42,17 à 56,90 /kg MS.

Variation spatio-temporelle

Les résultats de la valeur azotée des espèces des stations plantées et des stations libres sont présents dans le tableau (34).

Tableau 34 : Valeurs azotées des espèces des stations plantées et des stations libres

| Saison | Espèces | PDIN (g/Kg de MS) | | | | PDIE (g/Kg de MS) | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | Au | Hi | Pr | Eté | Au | Hi | Pr | Eté |
| Station plantée (aménagée) | <i>Atriplex canescens</i> | 16,88 | 29,66 | 32,69 | 25,07 | 37,94 | 48,33 | 51,06 | 43,27 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 12,67 | 19,75 | 30,77 | 10,41 | 46,27 | 51,55 | 59,86 | 47,39 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 10,65 | 17,36 | 15,71 | 15,92 | 43,47 | 46,83 | 45,54 | 44,94 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 8,28 | 14,94 | 17,54 | 5,30 | 42,57 | 46,68 | 46,46 | 44,70 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 11,94 | 13,82 | 18,79 | 10,56 | 43,66 | 45,96 | 47,98 | 44,16 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 16,22 | 11,33 | 11,33 | 4,58 | 47,05 | 46,66 | 46,66 | 43,36 |
| | <i>Retama retam</i> | 19,74 | 36,86 | 28,97 | 25,61 | 49,29 | 61,67 | 57,86 | 53,37 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 16,10 | 41,83 | 42,77 | 20,10 | 44,23 | 62,25 | 63,47 | 47,13 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 16,19 | 22,66 | 22,66 | 6,25 | 44,51 | 44,72 | 44,72 | 47,33 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 21,42 | 23,95 | 26,47 | ** | 49,19 | 53,26 | 53,93 | ** |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 11,02 | 19,19 | 20,73 | 11,43 | 29,33 | 39,81 | 44,12 | 40,68 |
| | Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 16,63 | 26,74 | 21,05 | 12,65 | 49,20 | 55,00 | 52,04 |
| <i>Artemisia campestris</i> | | 11,04 | 7,70 | 20,98 | 16,03 | 45,70 | 50,45 | 54,93 | 50,38 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | | 15,68 | 32,12 | 15,68 | 24,77 | 47,70 | 48,37 | 47,70 | 51,52 |

Les valeurs azotées des espèces des stations aménagées par mise en défens et les stations libres sont présentées dans le tableau (35)

Tableau 35. Valeur azotée des espèces des stations mise en défens et stations libres

| Saison | Espèces | PDIN (g/Kg de MS) | | | | PDIE (g/Kg de MS) | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | Au | Hi | Pr | Eté | Au | Hi | Pr | Eté |
| Station aménagée (mise en défens) | <i>Artemisia campestris</i> | 10,79 | 14,36 | 14,36 | 6,12 | 44,43 | 46,93 | 46,93 | 45,46 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 11,19 | 13,93 | 16,81 | 8,40 | 43,90 | 45,09 | 48,15 | 41,31 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 20,13 | 8,84 | 8,84 | 3,98 | 45,79 | 41,94 | 41,94 | 43,42 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 18,02 | 14,36 | 14,36 | 6,66 | 62,29 | 44,96 | 44,96 | 41,55 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 32,19 | 26,60 | 26,60 | 7,73 | 48,83 | 44,93 | 44,93 | 39,64 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 8,90 | 10,73 | 30,42 | 16,53 | 45,58 | 46,62 | 57,33 | 42,42 |
| | <i>Retama retam</i> | 25,23 | 37,59 | 44,07 | 14,80 | 54,24 | 62,06 | 66,81 | 49,90 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 11,99 | 21,58 | 23,02 | 14,42 | 46,20 | 50,32 | 52,42 | 44,19 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 10,26 | 18,41 | 19,42 | 3,03 | 48,58 | 47,61 | 51,03 | 37,68 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 9,40 | 16,03 | 33,13 | 44,18 | 40,38 | 49,85 | 56,44 | 62,17 |
| | <i>Rhanterium adpressum</i> | 12,59 | 17,51 | 24,52 | 8,33 | 43,98 | 47,06 | 49,99 | 35,39 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 11,71 | 17,28 | 28,21 | 13,51 | 42,13 | 46,18 | 52,90 | 42,37 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 15,65 | 13,63 | 17,10 | 13,41 | 48,03 | 47,10 | 49,04 | 46,33 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 14,36 | 14,70 | 21,38 | 16,22 | 47,16 | 48,37 | 51,86 | 42,33 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 18,81 | 35,97 | 27,64 | 7,76 | 51,18 | 62,64 | 57,73 | 48,24 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 10,10 | 18,81 | 24,68 | 22,85 | 47,75 | 51,44 | 56,69 | 41,13 |

La figure (40) illustre les valeurs azotées des espèces vivaces étudiées selon le type d'aménagement.

L'analyse de variance révèle une très haute signification de l'effet de la saison sur les PDIN ($p=0,0001$), alors que les PDIE sont significativement influé par la station ($p=0,001$)

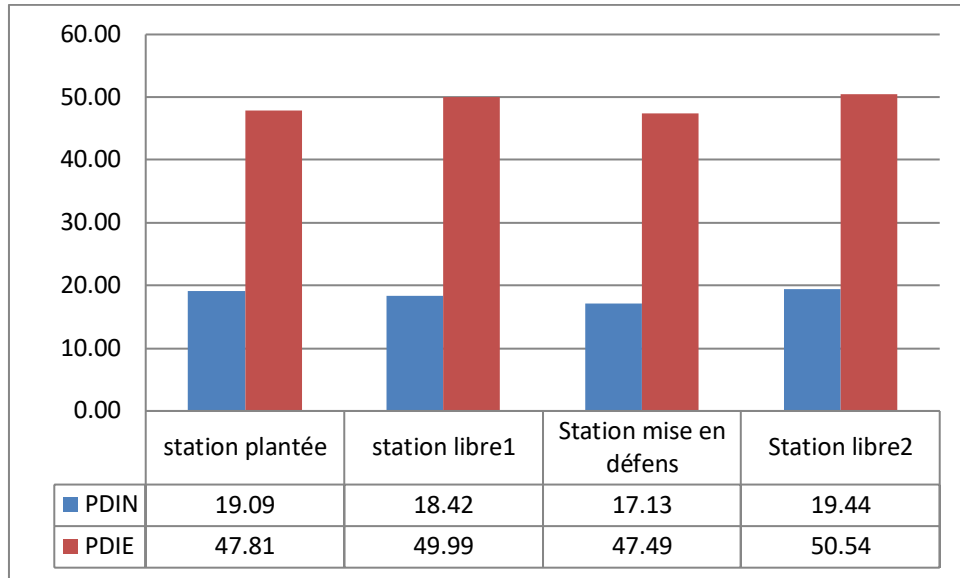


Figure 40 .Valeurs azotées des stations d'étude

On note que les valeurs des PDIE sont supérieures aux PDIN pour toutes les stations. Ce sont les stations non aménagées qui ont des valeurs azotées élevées.

Discussions

Comparativement à d'autres résultats obtenus, cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment à la période de prélèvement qui correspond à un stade phénologique, ainsi qu'aux facteurs liées à l'effet du milieu. Chehma et Youcef (2009) ; Mayouf et al. (2014) et Bouallala (2013), rapportent des valeurs azotées supérieures aux nôtres.

De la même façon que la composition chimique et des valeurs énergétiques, la variation de la valeur azotée des espèces n'est pas proportionnelle à la répartition des familles. Ce qui confirme les constatations de Chehma (2005) et Bouallala (2013), montrant qu'il n'y a pas un effet de famille sur la valeur azotée.

Les valeurs de PDIE obtenus sont plus élevées que celles des PDIN. Ce qui peut être lié, comme indiqué par Chehma (2005), que les espèces sahariennes sont plus riches en glucides qu'en azote.

La diminution de la teneur en matière azotée totale se reflète sur les valeurs UF et PDIN (Lecomte et al. 1996), qui se réduisent en saison sèche. Ce qui s'explique par le fait, que durant la saison pluvieuse, les plantes développent leurs feuilles, ainsi l'augmentation du taux d'azote et la diminution du taux de la cellulose brute. En revanche, pendant l'été (la saison la moins pluvieuse), le taux de cellulose brute augmente et celui de l'azote diminue. Cela va dans le même sens que les observations faites par (Gilibert, 1981 ; Richard, 1987 ; Chehma et Youcef, 2009, Bouallal, 2013, Mayouf et al. 2014).

La supériorité de la saison pluvieuses et l'infériorité de la saison sèche, quant à la valeur nutritive (valeur énergétique et azotée) des espèces suit le même chemin que celui de la composition chimique, car la valeur nutritive est corrélée positivement à la teneur en matières azotées et à la digestibilité est négativement à celles de la cellulose brute (Andrieu et Weiss 1981; Demarquilly et Jarrige 1982 et Demarquilly et Andrieu, 1988). D'autres parts, plusieurs auteurs, ont démontré l'influence négative de la température sur la valeur nutritive des plantes (Boiyer et *al.* 1985).

Les plantes fourragères sont connues pour être hétérogènes et avoir des caractéristiques nutritionnelles qui varient en fonction de l'espèce végétale, de l'organe et de l'âge de la plante (Fall Toure 1993). De plus, cette variation est aussi fonction de la saison (Tsiouvaras, 1987).

La tendance de la variabilité des valeurs azotées est la même que celle des valeurs énergétiques, puisqu'elle dépend exclusivement de la composition chimique. Donc, les facteurs de variabilité sont d'ordre génétique, édaphique et environnementale (Chehma, 2005).

2.3. Productions des parcours

2.3.1. Productions spatio-temporelles de la phytomasse des parcours

Les productions de la phytomasse aérienne en kilogramme de matière sèche par hectare des différentes stations aménagées et non aménagées en fonction des saisons sont rapportées dans les tableaux (36, 37, 38, 39, 40 et 41).

Tableau 36: Production de la phytomasse des stations de Sebgag par espèce et par saison

| Station | Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|--|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| Station aménagée par plantation d' <i>Atreplex canescens</i> | <i>Atriplex canescens</i> | 784,49 | 594,09 | 588,67 | 654,22 | 655,37 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 378,18 | 566,97 | 559,65 | 372,15 | 469,24 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 22,87 | 37,98 | 40,16 | 20,45 | 30,36 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 59,67 | 110,80 | 76,64 | 40,10 | 71,80 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 33,98 | 105,70 | 76,02 | 70,52 | 71,56 |
| | Total | 1279,19 | 1415,55 | 1341,14 | 1157,44 | 1298,33 |
| Station non aménagée (libre) | <i>Stipa tenacissima</i> | 61,47 | 82,93 | 63,60 | 131,20 | 84,80 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 22,87 | 81,27 | 10,20 | 28,00 | 35,59 |
| | Total | 84,34 | 164,20 | 73,80 | 159,20 | 120,38 |

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 37: Production de la phytomasse des stations de Sidi Makhlouf par espèce et par saison

| Station | Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|--|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| Station aménagée par plantation d' <i>Atriplex canescens</i> | <i>Atriplex canescens</i> | 367,27 | 413,69 | 434,05 | 495,98 | 427,75 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 15,74 | 27,66 | 11,98 | 5,14 | 15,13 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,08 | 11,77 | 4,64 | 2,88 | 5,84 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 29,98 | 77,96 | 49,57 | 17,03 | 43,63 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 414,78 | 480,48 | 459,51 | 348,09 | 425,71 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 5,54 | 4,88 | 4,66 | 4,31 | 4,85 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 11,68 | 42,43 | 62,65 | 43,00 | 39,94 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 20,49 | 21,67 | 10,93 | 12,50 | 16,40 |
| | <i>Retama retam</i> | 41,13 | 32,16 | 40,02 | 44,29 | 39,40 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 154,95 | 212,65 | 142,80 | 165,32 | 168,93 |
| | Total | 1065,63 | 1325,34 | 1220,81 | 1126,03 | 1187,58 |
| Station non aménagée (libre) | <i>Stipa tenacissima</i> | 15,80 | 9,30 | 19,01 | 16,02 | 15,03 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 7,11 | 23,25 | 9,33 | 4,60 | 11,07 |
| | Totale | 22,91 | 32,55 | 28,34 | 20,62 | 26,10 |

Tableau 38: Production de la phytomasse de la station de Kser Elhirane par espèce et par saison

| Station | Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|--|------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| Station aménagée par plantation d' <i>Atriplex canescens</i> | <i>Atriplex canescens</i> | 150,39 | 165,65 | 105,42 | 265,66 | 171,78 |
| | <i>Retama retam</i> | 92,57 | 60,68 | 67,10 | 86,31 | 76,66 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 880,82 | 823,89 | 903,26 | 694,86 | 825,71 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 112,16 | 203,38 | 161,06 | 146,78 | 155,84 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 35,06 | 110,97 | 81,29 | 6,86 | 58,54 |
| | | Total | 1270,99 | 1364,55 | 1318,13 | 1193,60 |

Tableau 39 : Production de la phytomasse des stations de Gueltet Sidi Saad par espèce et par saison

| Station | Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|--|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| Station aménagée par plantation d' <i>Atreplex canescens</i> | <i>Stipa tenacissima</i> | 227,65 | 402,99 | 796,19 | 457,32 | 471,04 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 18,88 | 7,77 | 19,17 | 11,73 | 14,39 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 43,56 | 38,07 | 29,32 | 7,80 | 29,69 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 15,49 | 17,79 | 34,17 | 24,00 | 22,86 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 15,72 | 26,09 | 43,53 | 71,04 | 39,09 |
| | total | 321,30 | 492,71 | 922,38 | 571,89 | 577,07 |
| Station non aménagée (libre) | <i>Stipa tenacissima</i> | 6,89 | 9,70 | 7,55 | 2,29 | 6,61 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,96 | 4,07 | 4,41 | 6,12 | 4,89 |
| | total | 11,85 | 13,77 | 11,97 | 8,41 | 11,50 |

Tableau 40 : Production de la phytomasse des stations d'Elhouiata par espèce et par saison

| Station | Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| Station aménagée par mise en défens | <i>Retama retame</i> | 36,07 | 25,92 | 41,22 | 30,70 | 33,48 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 48,82 | 26,43 | 46,71 | 20,12 | 35,52 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,02 | 3,96 | 5,46 | 8,50 | 5,49 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 56,57 | 74,96 | 88,03 | 63,00 | 70,64 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 16,72 | 11,21 | 27,03 | 5,73 | 15,17 |
| | <i>Rhantherium adpressum</i> | 12,83 | 15,65 | 28,88 | 9,25 | 16,65 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 16,59 | 16,03 | 18,90 | 2,92 | 13,61 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 4,62 | 7,51 | 4,98 | 4,92 | 5,51 |
| | Total | 196,25 | 181,66 | 261,20 | 145,14 | 196,06 |
| Station non aménagée (libre) | <i>Stipa tenacissima</i> | 2,42 | 1,83 | 1,04 | 0,7 | 1,50 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,29 | 10 | 6,91 | 4,93 | 5,53 |
| | Total | 2,71 | 11,83 | 7,95 | 5,63 | 7,03 |

Tableau 41 : Production de la phytomasse des stations de Kser El Hirane par espèce et par saison

| Espèces | Kg de MS /ha | | | | Moyenne |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Automne | Hiver | Printemps | Eté | |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 6,15 | 13,11 | 18,14 | 6,93 | 11,08 |
| <i>Retama retam</i> | 1,27 | 1,94 | 6,44 | 3,29 | 3,23 |
| <i>Anabasis articulata</i> | 102,78 | 223,00 | 416,26 | 177,02 | 229,76 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | 29,53 | 88,47 | 79,89 | 62,71 | 65,15 |
| <i>Aristida pengens</i> | 13,53 | 41,87 | 67,09 | 47,36 | 42,46 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | 10,48 | 9,02 | 12,67 | 7,02 | 9,80 |
| Total | 163,74 | 377,42 | 600,48 | 304,32 | 361,49 |

La production de la phytomasse est variable en fonction des saisons et des types des stations aménagées ou non aménagées (libre au pâturage).

Du point de vue spatial, la comparaison des différentes productions de la biomasse des stations montre que les meilleures productions des phytomasses sont enregistrées au niveau des stations aménagées par plantation d'*Atriplex canescens* par rapport à celles des mises en défens. En effet, la production moyenne de la biomasse des plantations est de l'ordre de 1187,58 à 1298,32 kg/MS/ha, suivi par les stations mise en défens avec des valeurs moyennes 196,06 à 577,07 kg/MS/ha (Figure 41).

Les stations non aménagées enregistre les productions de biomasse les plus faibles entre 7 à 120 kg/MS/ha.

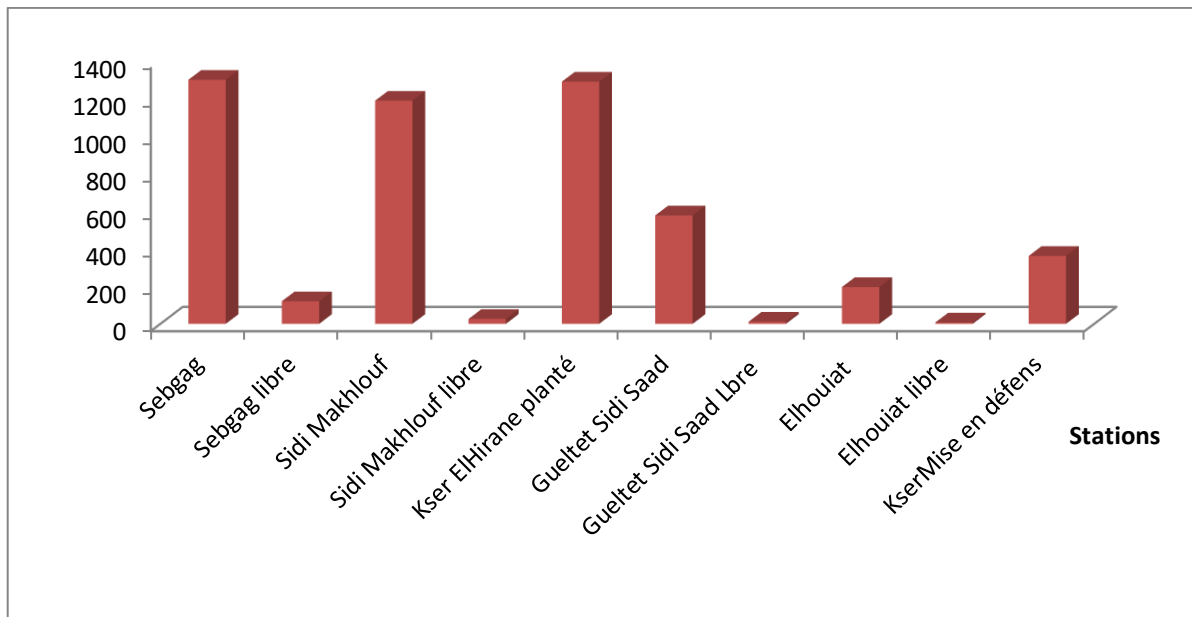


Figure 41 : Production moyenne de biomasse (en kg de MS / ha) des stations d'étude

La comparaison des trois stations aménagées par mise en défens, nous montre que la station Gueltet Sidi Saad offre une production de phytomasse supérieure aux autres stations. Ceci est dû au fait que l'alfa qui constitue la majorité de la mise en défens de Gueltet Sidi Saad.

En outre, on enregistre les productions de biomasse les plus élevées pour les stations plantées; ceci est lié à la *d'Atriplex canescens* avec la participation de *Stippa tenacissima* pour les la staion de Sebgag et Sidi Makhlouf et la dominance d'*Anabasis articulata* dans la station de Kser ElHirane

Du point de vue temporel, la variation de la production de la biomasse des stations est variable d'une saison à l'autre.

Dans la station de Sebgag (Figure 42 a), c'est l'hiver et le printemps qui enregistrent les meilleures productions avec des valeurs dépassant 1400 kg de MS/ha. Par contre, le minimum est enregistré en été, avec 1157,44 kg de MS/ha. La variation inter-saisonnière n'est pas très importante cela peut être due à la production de la biomasse de l'*Atriplex canescens* maintenue importante durant les saisons.

Dans la station non aménagée de Sebgag, la variation inter-saisonnière est claire. C'est l'hiver qui enregistre les meilleures productions (164,20 kg de MS/h, le printemps correspond aux faibles valeurs (73,80 kg de MS/h), (Figure 42 b).

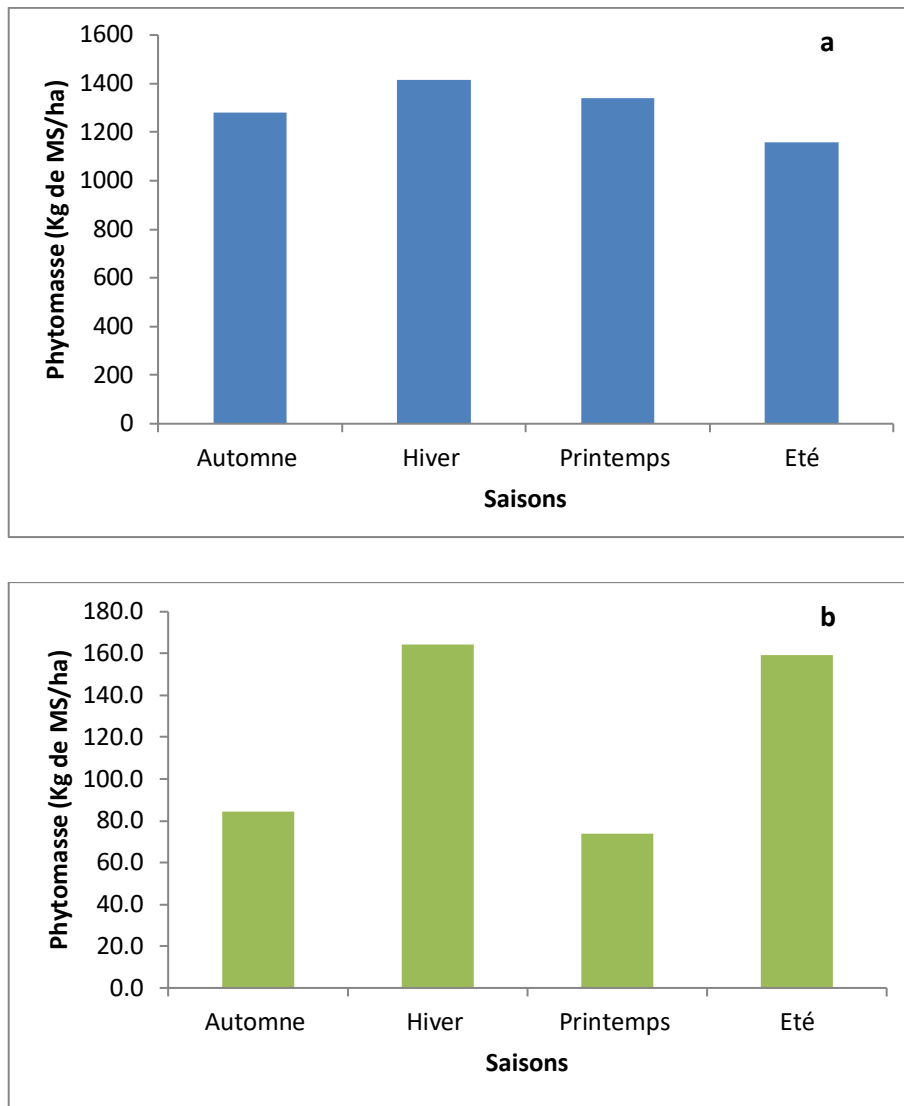


Figure 42: Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Sebgag (a : aménagée, b non aménagée)

Dans la station de Sidi Makhlouf (Figure 43 a), l'hiver est la saison la plus productive, avec plus de 1300 kg de MS/ha. Cependant, l'automne est le moins productif, avec 1065,63 kg de MS/ha.

Dans la station non aménagée de Didi Makhlouf, c'est l'hiver qui enregistre les meilleures productions (32,55 kg de MS/h), l'été correspond aux faibles valeurs (20,62 kg de MS/h) (Figure 43 b).

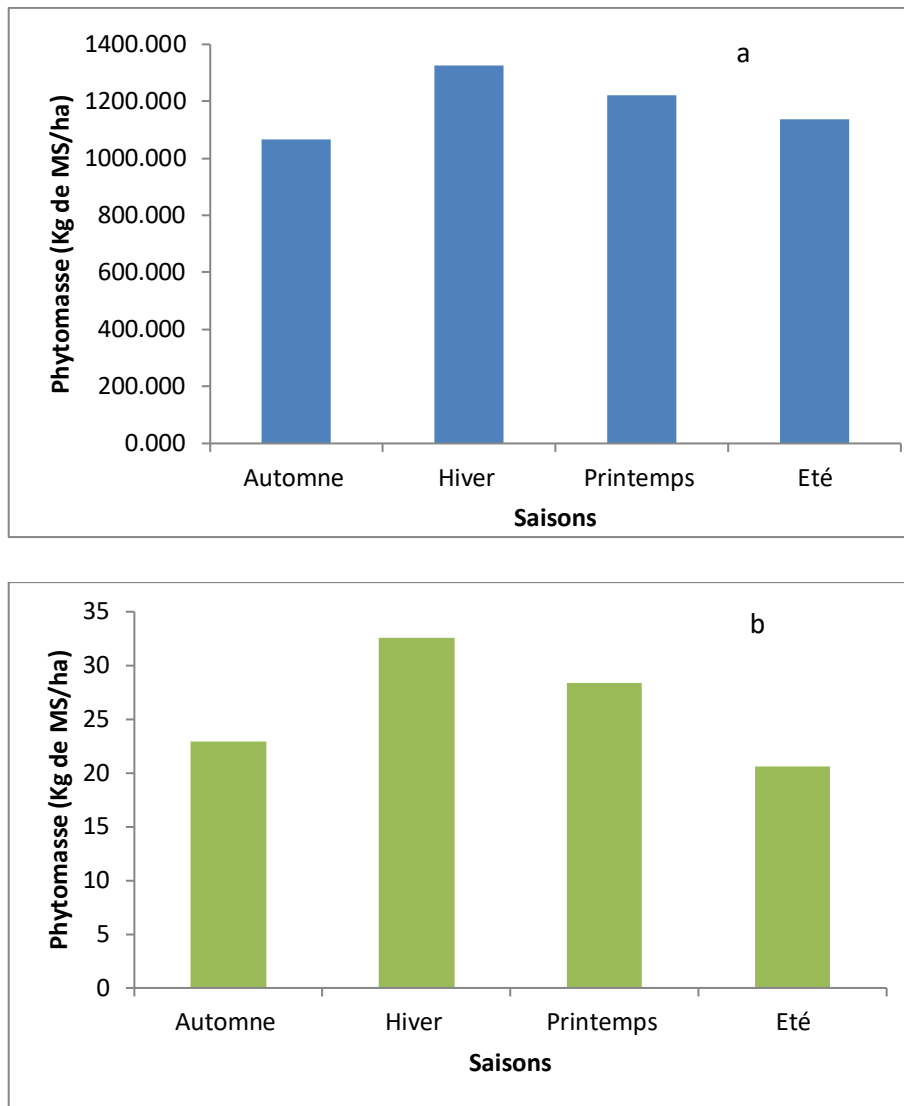


Figure 43 : Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Sidi Makhlouf (a : aménagée, b non aménagée)

La station de Kser ElHirane (Figure 44), présentent une répartition temporelle des productions différentes des autres parcours. Le maximum est enregistré en hiver et en printemps avec une légère différence (1364 et 1318 Kg de MS/ha, respectivement), et avec une valeur moindre en automne et l'été, avec respectivement 1270 et 1200 Kg de MS/ha. Cette légère différence entre les saisons est essentiellement due à la production de biomasse de l'*Anabasis articulata*.

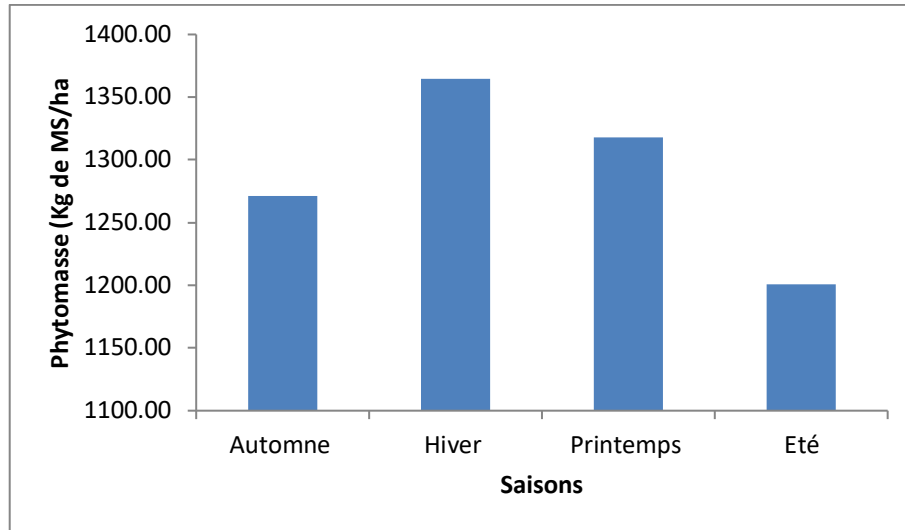
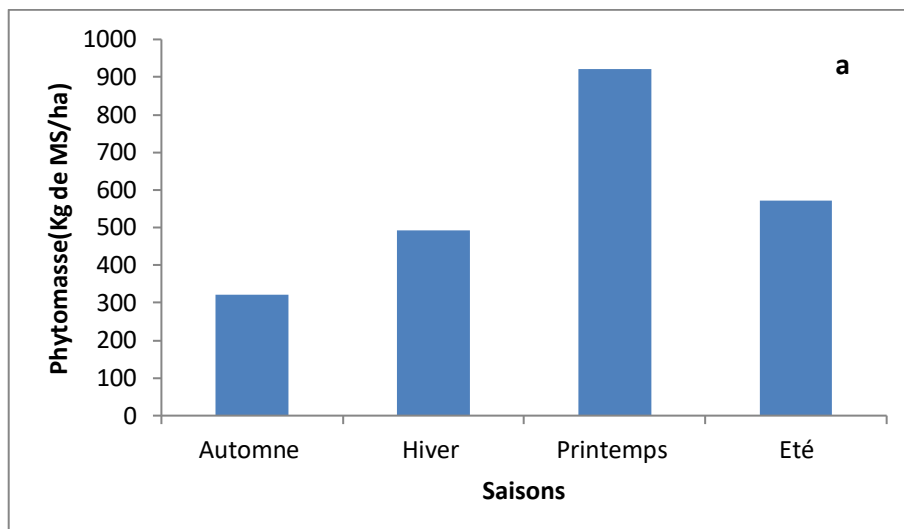


Figure 44 : Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) de la station de Kser El Hirane

Dans la station de Gueltet Sidi Saad (Figure 45a), c'est le printemps qui enregistre la meilleure production de la phytomasse, avec 922,38 kg de MS/ha. Le minimum est enregistré en automne, avec 321,3 kg de MS/ha.

Dans la station non aménagée de Gueltet Sidi Saad (Figure 45b). C'est l'hiver qui enregistrent les meilleures productions (13,77 kg de MS/h), l'été correspond aux faibles valeurs (2,29 kg de MS/h).



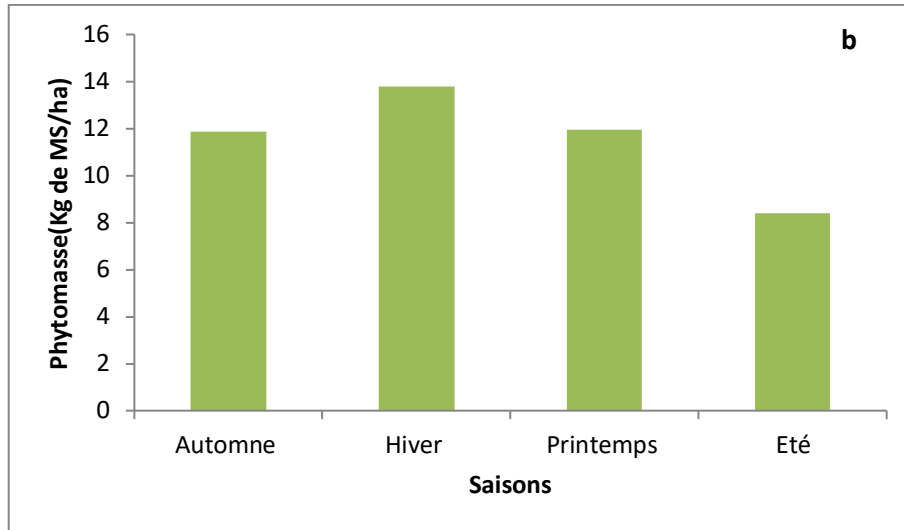
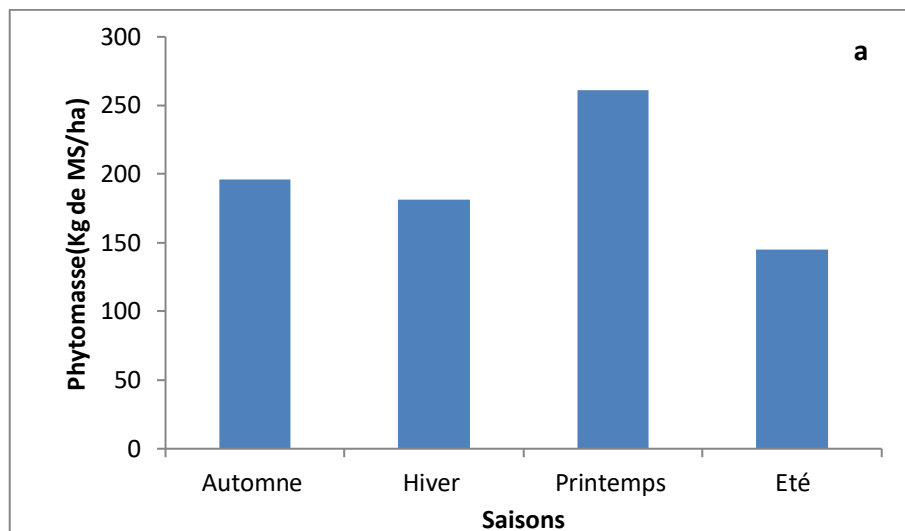


Figure 45: Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Gueltet Sidi Saad (a : aménagée, b non aménagée)

Dans la station d'Elhouiata (Figure 46a), c'est toujours le printemps qui enregistre la meilleure production de la phytomasse, avec 261,2 kg de MS/ha. Le minimum est enregistré en été, avec 145,14 kg de MS/ha.

Dans la station non aménagée d'Elhouiata, c'est l'hiver qui enregistrent les meilleures productions (11,83 kg de MS/h), l'automne correspond aux faibles valeurs (2,71 kg de MS/h) (Figure 46b).



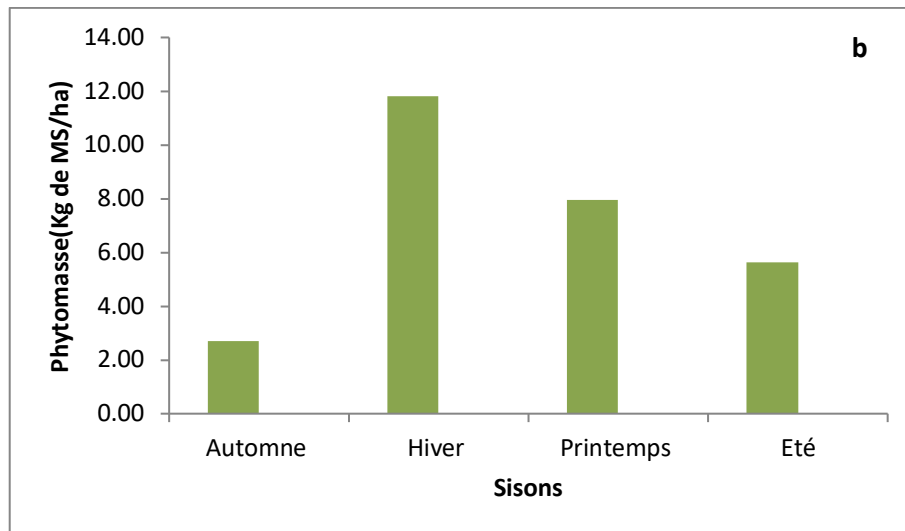


Figure 46: Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations d'Elhouiata (a : aménagée, b non aménagée)

Dans la station de Kser Elhirane (Figure 47), c'est le printemps qui enregistre la meilleure production, avec 600,48 kg de MS/ha. Par contre, le minimum est enregistré en automne, avec 163,74 kg de MS/ha.

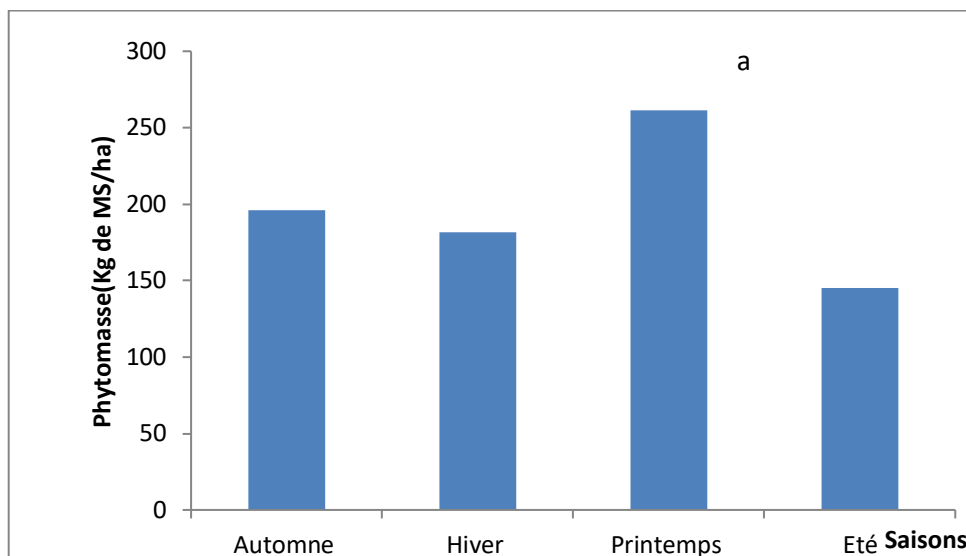


Figure 47 : Variations de la phytomasse (en kg de MS/ha) des stations de Kser El Hirane

Pour les stations plantées l'hiver correspond à la meilleure saison de production, tandis que le printemps est la meilleure saison de production pour les stations mise en défens.

Discussions

La production de biomasse est très variable entre les stations d'étude, cela est lié à la diversité floristique, à la densité des plantations et aux conditions édapho-climatiques du milieu (Chehema, 2005 ; Benaredj et al. 2010).

Les variations saisonnières importantes de la production de biomasse peuvent être dû aux fluctuations des compositions chimiques des tissus végétaux en relation avec le développement et le mode d'adaptation de ces espèces (Nedjahi et al. 1998); il faut noter que nos résultats sont supérieur a ceux obtenus par Henni et Mehdadi (2012) et inférieur à ceux obtenus par d'autres études (Djaballah, 2008 ; Salemkour et al. 2013).

D'après nos résultats, la phytomasse en stations aménagées est supérieure à celles des stations libres, selon Le Floc'h (2001), un bon parcours requiert, que la production pastorale soit à la fois élevée et étalée dans le temps. Aidoud (1989) affirmait que la dégradation du tapis végétal s'accompagne globalement d'une baisse de la biomasse et de la productivité des parcours steppiques. La variation de la production de la biomasse est attribuable à la composition floristique en rapport avec les conditions du climat (pluviosité, température,...) et du sol (Floret, 1981 ; Floret et Pontanier, 1982; Aidoud, 1989 ; Le Houérou, 1995; Slimani et al. 2010-2018).

Dans un site protégé d'Alfa, Aidoud et Touffet (1996) ont noté que l'augmentation de la production totale stimulée par la protection au départ était suivie, dès la quatrième année, par une baisse sensible de la phytomasse tendre. Selon ces mêmes auteurs, cette diminution s'expliquerait par l'arrêt de pâturage modéré, celui-ci peut être, en effet, un facteur stimulant de la production chez la plupart des espèces pérennes. Dans ce sens, plusieurs auteurs concordent sur le fait que la durée de la mise en défens ne devrait pas être trop longue. Ainsi, Floret (1981) estime que deux à trois ans de protection paraissent être maximum à ne pas dépasser dans les zones steppiques sableuses. Dans les parcours libres la combinaison du surpâturage, de l'intensité anthropique et de la sécheresse, rend la phytomasse faible.

L'aménagement a permis au cortège floristique de se reconstituer et de produire une nouvelle biomasse. Selon Le Houérou (1995), environ 80 % de la biomasse des steppes est assurée par les espèces pérennes. L'*Atriplex canescens*, espèce adaptée aux différentes contraintes météorologiques et pédologiques de la zone steppique (Le Houérou, 2000), a permis la création d'un nouveau cortège floristique. Selon la tranche pluviométrique annuelle (105–256 mm), la production de biomasse sèche reste très hétérogène et oscille entre 520 et 1220 kg/ ha (Yerou, 2013). Dans une steppe aride en Syrie, Louhaichi et al. (2012) rapportent une production de phytomasse de 490 kg/ha par contre 2340 kg/ha en zones protégées. Cependant, Hachmi et al.

(2015) notent 2600 kg/ha pour une zone réhabilitée par plantation d'*Atriplex* dans une steppe aride au Maroc. Par ailleurs, les valeurs de phytomasse totale obtenues dans les zones aménagées de notre étude ont été inférieures à celles rapportées par Louhaichi et *al.* (2012), et Hachmi et *al.* (2015), car la phytomasse des espèces annuelles n'a pas été prise en considération. L'étude floristique quantitative été réalisée seulement sur les espèces vivaces qui composent le pâturage permanent disponible pendant toute l'année.

2.3.2. Productions nutritives des parcours

Les productions énergétique et azotée des stations ont été calculées sur la base de la phytomasse consommable par les ovins, multipliée par leurs valeurs énergétiques et azotées spatio-temporelle, des différentes espèces qui les composent.

2.3.2.1. Production énergétique

Les productions énergétiques en UFL et l'UFV sont rapportées dans les tableaux 42, 43, 44, 45, 46 et 47.

Tableau 42 : Production énergétique des stations de Sebgag

| Station | Saison | Automne | Energie | | | | Hiver | Energie | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 784,49 | 0,43 | 0,33 | 336,99 | 261,90 | 594,09 | 0,42 | 0,33 | 251,73 | 197,16 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 378,18 | 0,46 | 0,35 | 175,64 | 132,31 | 566,97 | 0,48 | 0,37 | 273,21 | 207,56 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 22,87 | 0,51 | 0,40 | 11,67 | 9,21 | 37,98 | 0,52 | 0,41 | 19,66 | 15,55 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 59,67 | 0,50 | 0,40 | 30,09 | 24,00 | 110,80 | 0,54 | 0,44 | 60,36 | 48,68 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 33,98 | 0,48 | 0,37 | 16,34 | 12,49 | 105,70 | 0,50 | 0,39 | 53,11 | 40,87 |
| | Total | 1279,19 | | | 570,72 | 439,92 | 1415,55 | | | 658,06 | 509,83 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 61,47 | 0,53 | 0,42 | 32,64 | 25,62 | 82,93 | 0,57 | 0,46 | 47,57 | 38,12 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 22,87 | 0,52 | 0,42 | 11,99 | 9,60 | 81,27 | 0,63 | 0,53 | 51,31 | 43,23 |
| | Total | 84,34 | | | 44,63 | 35,21 | 164,20 | | | 98,87 | 81,36 |

Suit tableau 42

| Station | Saison | Printemps | Energie | | | | Eté | Energie | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 588,67 | 0,42 | 0,33 | 248,46 | 195,41 | 654,22 | 0,43 | 0,35 | 283,57 | 226,00 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 559,65 | 0,47 | 0,35 | 260,57 | 196,69 | 372,15 | 0,45 | 0,34 | 167,20 | 125,57 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 40,16 | 0,53 | 0,42 | 21,16 | 16,87 | 20,45 | 0,54 | 0,43 | 11,00 | 8,73 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 76,64 | 0,68 | 0,59 | 52,11 | 45,16 | 40,10 | 0,53 | 0,43 | 21,35 | 17,12 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 76,02 | 0,50 | 0,39 | 38,10 | 29,42 | 70,52 | 0,49 | 0,37 | 34,40 | 26,37 |
| | Total | 1341,14 | | | 620,40 | 483,56 | 1157,44 | | | 517,52 | 403,79 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 63,60 | 0,56 | 0,45 | 35,93 | 28,83 | 131,20 | 0,52 | 0,40 | 67,76 | 52,83 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 10,20 | 0,62 | 0,52 | 6,30 | 5,33 | 28,00 | 0,56 | 0,45 | 15,67 | 12,65 |
| | Total | 73,80 | | | 42,24 | 34,16 | 159,20 | | | 83,43 | 65,48 |

Tableau 43: Production énergétique des stations de Sidi Makhlouf

| Station | Saison | Automne | Energie | | | | Hiver | Energie | | | |
|--|---------------------------------|----------------|---|---------------|---------------|---------------|----------------|------------|---|---------------|---------------|
| | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/k g MS | UFV/k g MS | UFL/ ha | | UFV/h a | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/k g MS | UFV/kg MS |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 367,27 | 0,39 | 0,30 | 142,44 | 109,34 | 413,69 | 0,47 | 0,38 | 195,49 | 155,15 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 15,74 | 0,54 | 0,43 | 8,52 | 6,84 | 27,66 | 0,59 | 0,50 | 16,28 | 13,72 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,08 | 0,50 | 0,39 | 2,05 | 1,60 | 11,77 | 0,53 | 0,42 | 6,22 | 4,91 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 29,98 | 0,48 | 0,39 | 14,47 | 11,60 | 77,96 | 0,45 | 0,36 | 35,07 | 28,07 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 414,78 | 0,48 | 0,37 | 200,39 | 151,80 | 480,48 | 0,48 | 0,36 | 230,22 | 173,81 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 5,54 | 0,47 | 0,36 | 2,59 | 2,00 | 4,88 | 0,50 | 0,39 | 2,42 | 1,89 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 11,68 | 0,46 | 0,35 | 5,42 | 4,10 | 42,43 | 0,48 | 0,37 | 20,49 | 15,60 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 20,49 | 0,53 | 0,43 | 10,91 | 8,79 | 21,67 | 0,56 | 0,45 | 12,11 | 9,82 |
| | <i>Retama retam</i> | 41,13 | 0,54 | 0,43 | 22,24 | 17,84 | 32,16 | 0,60 | 0,49 | 19,22 | 15,78 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 154,95 | 0,48 | 0,37 | 74,76 | 57,90 | 212,65 | 0,60 | 0,50 | 128,30 | 105,83 |
| | Total | 1065,63 | | | 483,79 | 371,82 | 1325,34 | | | 665,82 | 524,57 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 15,80 | 0,52 | 0,41 | 8,27 | 6,47 | 9,30 | 0,53 | 0,41 | 4,90 | 3,84 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 7,11 | 0,52 | 0,41 | 3,67 | 2,88 | 23,25 | 0,44 | 0,34 | 10,12 | 7,93 |
| | Totale | 22,91 | | | 11,94 | 9,35 | 32,55 | | | 15,03 | 11,78 |

Suit tableau 43

| Station | Saison | Printemps | Energie | | | | Eté | Energie | | | |
|--|------------------------------------|----------------|---|------------------|---------------|---------------|----------------|-------------|--|---------------|---------------|
| | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/ kg MS | UFV/k g MS | UFL/ha | | UFV/h a | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/k g MS | UFV/k g MS |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 434,05 | 0,49 | 0,41 | 214,04 | 177,66 | 495,98 | 0,39 | 0,30 | 192,03 | 149,83 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 11,98 | 0,61 | 0,52 | 7,30 | 6,19 | 5,14 | 0,57 | 0,46 | 2,92 | 2,36 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,64 | 0,53 | 0,42 | 2,48 | 1,96 | 2,88 | 0,52 | 0,41 | 1,49 | 1,17 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 49,57 | 0,52 | 0,43 | 26,01 | 21,13 | 17,03 | 0,58 | 0,47 | 9,84 | 8,00 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 459,51 | 0,56 | 0,44 | 255,63 | 203,73 | 348,09 | 0,48 | 0,36 | 166,62 | 126,22 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 4,66 | 0,51 | 0,40 | 2,38 | 1,88 | 4,31 | 0,52 | 0,41 | 2,24 | 1,77 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 62,65 | 0,50 | 0,38 | 31,02 | 23,83 | 43,00 | 0,49 | 0,37 | 20,88 | 15,88 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 10,93 | 0,59 | 0,48 | 6,39 | 5,24 | 12,50 | ** | ** | ** | ** |
| | <i>Retama retam</i> | 40,02 | 0,57 | 0,46 | 22,84 | 18,50 | 44,29 | 0,59 | 0,48 | 26,20 | 21,44 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 142,80 | 0,56 | 0,46 | 80,62 | 66,02 | 165,32 | 0,51 | 0,40 | 83,77 | 65,68 |
| | Total | 1220,81 | | | 648,71 | 526,14 | 1138,53 | 4,11 | 3,25 | 505,99 | 392,35 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 19,01 | 0,53 | 0,42 | 10,14 | 7,98 | 16,02 | 0,52 | 0,41 | 8,37 | 6,55 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 9,33 | 0,52 | 0,42 | 4,85 | 3,91 | 4,60 | 0,51 | 0,40 | 2,36 | 1,85 |
| | Totale | 28,34 | | | 15,00 | 11,89 | 20,62 | | | 10,73 | 8,40 |

Tableau 44 : Production énergétique des stations de Kser ElHirane

| Station | Saison | Automne | Energie | | | | Hiver | Energie | | | |
|---------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/h a | UFV/h a | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| | <i>Atriplex canescens</i> | 150,39 | 0,33 | 0,26 | 50,06 | 38,35 | 165,65 | 0,47 | 0,38 | 77,13 | 62,37 |
| | <i>Retama retam</i> | 92,57 | 0,50 | 0,40 | 46,29 | 36,67 | 60,68 | 0,60 | 0,49 | 36,17 | 29,62 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 880,82 | 0,31 | 0,24 | 274,25 | 211,71 | 823,89 | 0,41 | 0,33 | 336,13 | 269,23 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 112,16 | 0,44 | 0,34 | 49,79 | 38,21 | 203,38 | 0,54 | 0,44 | 110,21 | 88,56 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 35,06 | 0,49 | 0,40 | 17,34 | 13,87 | 110,97 | 0,55 | 0,45 | 61,16 | 49,48 |
| | Total | 1270,99 | | | 437,73 | 338,81 | 1364,55 | | | 620,80 | 499,26 |

Suit tableau 44

| Station | Saison | Printemps | Energie | | | | Eté | Energie | | | |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------|---------------|-----------------------------------|----------------|-----------|--------|---------------|
| | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/h a | UFV/ha | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 105,42 | 0,53 | 0,44 | 55,88 | 46,00 | 265,66 | 0,41 | 0,32 | 109,32 | 84,58 |
| | <i>Retama retam</i> | 67,10 | 0,58 | 0,47 | 38,92 | 31,48 | 86,31 | 0,50 | 0,39 | 42,93 | 33,96 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 903,26 | 0,46 | 0,38 | 419,46 | 344,68 | 694,86 | 0,46 | 0,37 | 321,77 | 259,42 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 161,06 | 0,58 | 0,47 | 92,74 | 76,44 | 146,78 | 0,45 | 0,35 | 66,62 | 51,20 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 81,29 | 0,54 | 0,44 | 44,22 | 36,02 | 6,86 | ** | ** | ** | ** |
| | Total | 1318,13 | | | | 651,22 | 534,62 | 1200,46 | | | 540,64 |

Tableau 45 : Production énergétique des stations de Gueltet Sidi Saad

| Station | Saison Espèces | Automne phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | | Hiver phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | |
|------------------------------|-----------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | UFL/k g MS | UFV/k g MS | UFL/h a | UFV/h a | | UFL/k g MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station mise en défens | <i>Stipa tenacissima</i> | 227,65 | 0,48 | 0,37 | 109,63 | 83,09 | 402,99 | 0,48 | 0,37 | 194,37 | 147,35 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 18,88 | 0,46 | 0,36 | 8,75 | 6,79 | 7,77 | 0,47 | 0,37 | 3,69 | 2,86 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 43,56 | 0,51 | 0,41 | 22,14 | 17,66 | 38,07 | 0,52 | 0,42 | 19,88 | 15,92 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 15,49 | 0,43 | 0,33 | 6,72 | 5,18 | 17,79 | 0,41 | 0,31 | 7,33 | 5,57 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 15,72 | 0,77 | 0,69 | 12,15 | 10,80 | 26,09 | 0,47 | 0,36 | 12,38 | 9,40 |
| | Total | 321,30 | | | 159,39 | 123,53 | 492,71 | | | 237,64 | 181,09 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 6,89 | 0,51 | 0,39 | 3,48 | 2,71 | 9,70 | 0,53 | 0,41 | 5,13 | 4,01 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,96 | 0,56 | 0,46 | 2,78 | 2,27 | 4,07 | 0,62 | 0,52 | 2,54 | 2,12 |
| | Total | 11,85 | | | 6,26 | 4,98 | 13,77 | | | 7,67 | 6,13 |

Suit tableau 45

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | |
|------------------------------|-----------------------------|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | UFL/kg MS | UFV/k g MS | UFL/h a | UFV/h a | | UFL/k g MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/h a |
| Station mise en défens | <i>Stipa tenacissima</i> | 796,19 | 0,48 | 0,37 | 384,01 | 291,12 | 457,32 | 0,49 | 0,37 | 224,15 | 170,37 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 19,17 | 0,47 | 0,37 | 9,10 | 7,05 | 11,73 | 0,52 | 0,41 | 6,13 | 4,80 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 29,32 | 0,52 | 0,42 | 15,31 | 12,26 | 7,80 | 0,55 | 0,44 | 4,28 | 3,44 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 34,17 | 0,41 | 0,31 | 14,08 | 10,70 | 24,00 | 0,45 | 0,34 | 10,69 | 8,12 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 43,53 | 0,47 | 0,36 | 20,65 | 15,67 | 71,04 | 0,47 | 0,36 | 33,54 | 25,40 |
| | Total | 922,38 | | | 443,15 | 336,80 | 571,89 | | | 278,79 | 212,13 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 7,55 | 0,54 | 0,42 | 4,06 | 3,19 | 2,29 | 0,53 | 0,41 | 1,21 | 0,95 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,41 | 0,62 | 0,52 | 2,72 | 2,29 | 6,12 | 0,58 | 0,48 | 3,57 | 2,91 |
| | Total | 11,97 | | | 6,77 | 5,48 | 29,00 | | | 4,78 | 3,86 |

Tableau 46 : Production énergétique des stations d'El Houiata

| Station | Saison | Automne | Energie | | | | Hiver | Energie | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | |
| Station mise en défens | <i>Retama retam</i> | 36,07 | 0,56 | 0,45 | 20,11 | 16,19 | 25,92 | 0,57 | 0,46 | 14,75 | 11,93 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 48,82 | 0,47 | 0,36 | 23,12 | 17,46 | 26,43 | 0,47 | 0,36 | 12,50 | 9,44 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,02 | 0,52 | 0,41 | 2,11 | 1,65 | 3,96 | 0,53 | 0,41 | 2,09 | 1,64 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 56,57 | 0,51 | 0,40 | 28,86 | 22,47 | 74,96 | 0,50 | 0,39 | 37,83 | 29,47 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 16,72 | 0,46 | 0,36 | 7,71 | 6,09 | 11,21 | 0,55 | 0,45 | 6,19 | 4,99 |
| | <i>Rhantherium adpressum</i> | 12,83 | 0,48 | 0,38 | 6,20 | 4,83 | 15,65 | 0,50 | 0,39 | 7,78 | 6,10 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 16,59 | 0,57 | 0,46 | 9,43 | 7,66 | 16,03 | 0,49 | 0,39 | 7,87 | 6,30 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 4,62 | 0,42 | 0,34 | 1,96 | 1,56 | 7,51 | 0,49 | 0,40 | 3,67 | 2,97 |
| | Totla | 196,25 | | | 99,49 | 77,91 | 181,66 | | | 92,68 | 72,85 |
| Station mise en défens | <i>Stipa tenacissima</i> | 2,42 | 0,52 | 0,41 | 1,26 | 0,98 | 1,83 | 0,53 | 0,41 | 0,96 | 0,76 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,29 | 0,56 | 0,46 | 0,15 | 0,12 | 10 | 0,56 | 0,46 | 5,65 | 4,61 |
| | Total | 2,71 | | | 1,53 | 1,24 | 11,83 | | | 6,61 | 5,37 |

Suit tableau 46

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Energie | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | UFL/k g MS | UFV/k g MS | UFL/h a | UFV/h a | | UFL/k g MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station mise en défens | <i>Retama retam</i> | 41,22 | 0,60 | 0,49 | 24,63 | 20,30 | 30,70 | 0,57 | 0,46 | 17,35 | 13,97 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 46,71 | 0,55 | 0,44 | 25,71 | 20,48 | 20,12 | 0,41 | 0,30 | 8,24 | 6,09 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 5,46 | 0,57 | 0,46 | 3,10 | 2,49 | 8,50 | 0,44 | 0,34 | 3,72 | 2,86 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 88,03 | 0,54 | 0,43 | 47,66 | 38,19 | 63,00 | 0,45 | 0,34 | 28,12 | 21,66 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 27,03 | 0,55 | 0,45 | 14,89 | 12,20 | 5,73 | 0,57 | 0,47 | 3,26 | 2,71 |
| | <i>Rhantherium adpressum</i> | 28,88 | 0,50 | 0,40 | 14,43 | 11,42 | 9,25 | 0,39 | 0,30 | 3,62 | 2,74 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 18,90 | 0,54 | 0,44 | 10,26 | 8,36 | 2,92 | 0,46 | 0,37 | 1,36 | 1,08 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 4,98 | 0,51 | 0,42 | 2,53 | 2,09 | 4,92 | 0,47 | 0,38 | 2,33 | 1,88 |
| | Totla | 261,20 | | | 143,22 | 115,53 | 145,14 | | | 68,01 | 53,01 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 1,04 | 0,54 | 0,42 | 3,71 | 2,92 | 4,93 | 0,35 | 0,26 | 1,70 | 1,26 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 6,91 | 0,62 | 0,52 | 4,91 | 4,13 | 5,63 | 0,40 | 0,32 | 2,26 | 1,80 |
| | Total | 7,95 | | | 8,62 | 7,05 | 10,56 | | | 3,97 | 3,06 |

Tableau 47 : Production énergétique des stations de Kser ElHirane

| Station | Saison | Automne | Energie | | | | Hiver | Energie | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station mise en défens | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 6,15 | 0,47 | 0,36 | 2,92 | 2,20 | 13,11 | 0,48 | 0,36 | 6,24 | 4,73 |
| | <i>Retama retam</i> | 1,27 | 0,56 | 0,45 | 0,71 | 0,57 | 1,94 | 0,63 | 0,52 | 1,22 | 1,01 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 102,78 | 0,46 | 0,37 | 47,12 | 37,94 | 223,00 | 0,49 | 0,40 | 110,32 | 89,71 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 29,53 | 0,52 | 0,40 | 15,23 | 11,90 | 88,47 | 0,53 | 0,41 | 46,51 | 36,68 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 13,53 | 0,52 | 0,41 | 7,02 | 5,50 | 41,87 | 0,52 | 0,41 | 21,66 | 16,97 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 10,48 | 0,58 | 0,47 | 6,03 | 4,90 | 9,02 | 0,54 | 0,44 | 4,83 | 3,95 |
| | Total | 163,74 | | | 79,02 | 63,02 | 377,42 | | | 190,78 | 153,05 |

Suit tableau 47

| Station | Saison | Printemps | Energie | | | | Eté | Energie | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha | | UFL/kg MS | UFV/kg MS | UFL/ha | UFV/ha |
| Station mise en défens | Espèces | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | | | | |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 18,14 | 0,49 | 0,37 | 8,88 | 6,75 | 6,93 | 0,47 | 0,36 | 3,28 | 2,48 |
| | <i>Retama retam</i> | 6,44 | 0,66 | 0,56 | 4,27 | 3,58 | 3,29 | 0,55 | 0,44 | 1,80 | 1,44 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 416,26 | 0,56 | 0,47 | 234,90 | 197,67 | 177,02 | 0,47 | 0,38 | 84,08 | 68,04 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 79,89 | 0,55 | 0,44 | 43,79 | 35,19 | 62,71 | 0,50 | 0,39 | 31,26 | 24,27 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 67,09 | 0,52 | 0,41 | 35,17 | 27,64 | 47,36 | 0,51 | 0,40 | 24,08 | 18,82 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 12,67 | 0,57 | 0,47 | 7,26 | 5,99 | 7,02 | ** | ** | ** | ** |
| | Total | 600,48 | | | 334,27 | 276,82 | 304,32 | | | 144,50 | 115,04 |

Les productions énergétiques des parcours étudiés montrent l'existence d'une variabilité spatio-temporelle des valeurs obtenues.

Sur le plan spatial (Figure 48), les meilleures productions énergétiques sont enregistrées au niveau des stations plantées par l'*Atriplex canescens*, où la station de Sebgag enregistre les meilleures valeurs avec des moyennes de l'ordre de 591,85 UFL/ha et 459,28 UFV/ha. Par contre, les stations mise en défens enregistrent des valeurs de productions inférieures, la station d'Elhouiata enregistre des valeurs moyennes les plus faibles des stations aménagées avec 100,85 UFL/h et 79,83 UFV/ha.

Les stations libres produisent des valeurs très faibles d'énergie avec des valeurs moyennes entre 5,18 à 67,29 UFL/h et 4,18 à 54,05 UFV/h.

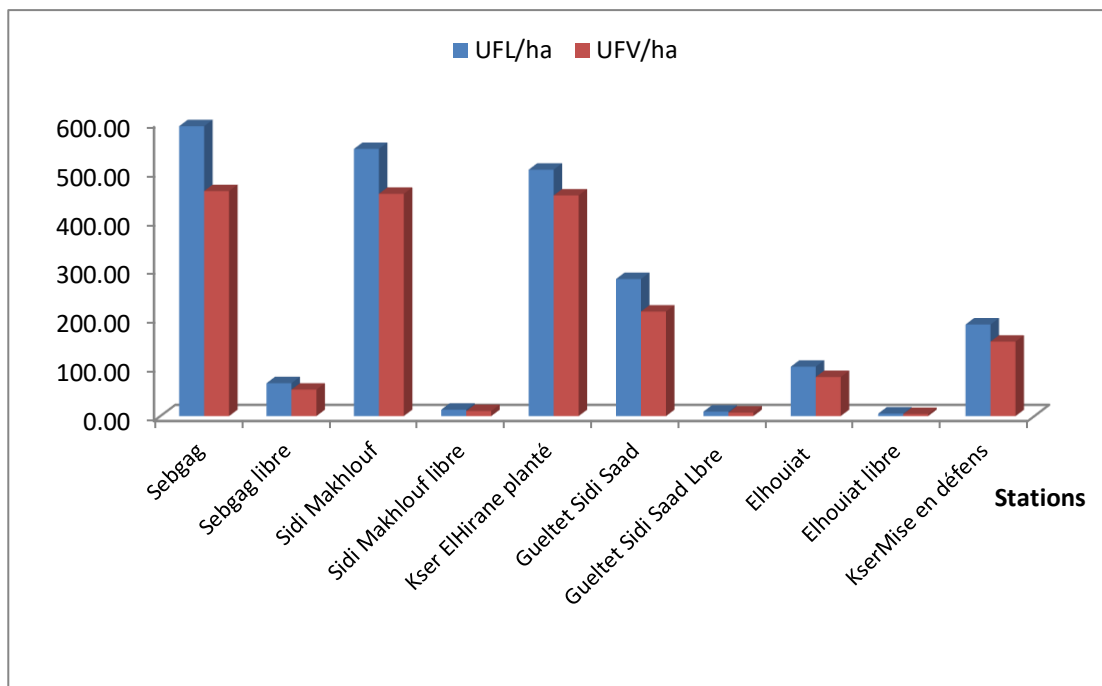


Figure 48 : Moyennes annuelles de la production énergétique en UFL/ha et UFV/ha des différentes stations étudiées

La production énergétique des stations est très variable, liée particulièrement à la production de la biomasse aérienne, combinée aux différentes valeurs énergétiques des espèces qui les composent (Chehma et *al.* 2008). Les stations plantées sont les stations les plus productives sur le plan énergétique puisqu'ils contiennent le nombre le plus élevé en espèces pérennes.

Du point de vue temporelle, on remarque que d'une façon générale, pour la totalité des stations, la saison printanière enregistre les meilleures productions énergétiques et l'automne la plus faible (Figure 49).

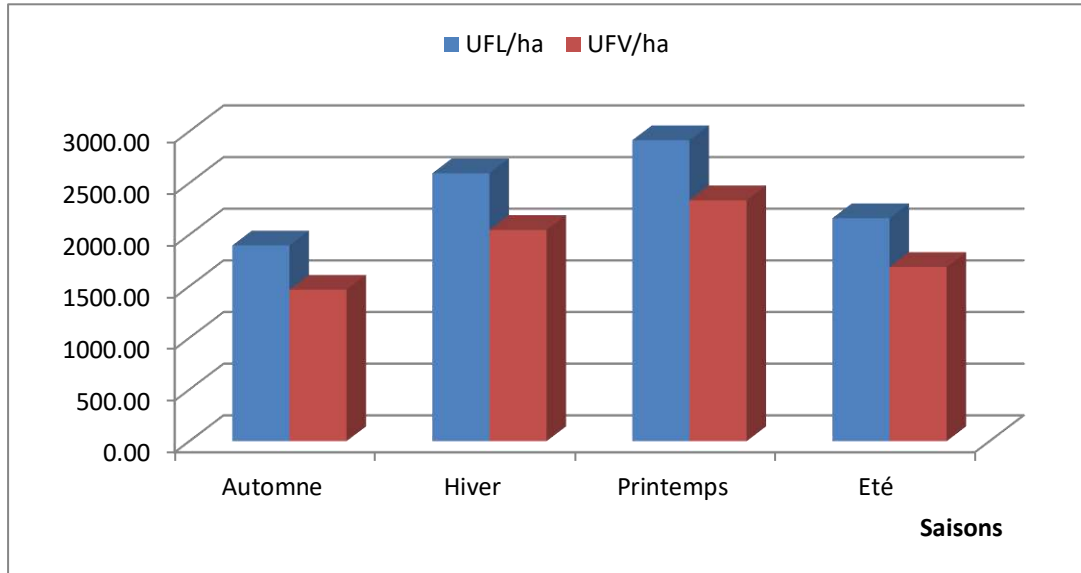


Figure 49 : Variations temporelles de la production énergétique moyenne en UFL et UFV/ha

Discussions

Du point de vue variation saisonnière, l'hiver et le printemps enregistrent les meilleures productions énergétiques (UFL et UFV) et l'automne la plus faible, la production énergétique est liée à la quantité de biomasse saisonnière produite qui est aussi lié aux conditions climatiques (surtout la pluviométrie), qui sont plus favorables en automne et en hiver. Nos résultats de la production énergétique et azotée par saison sont supérieurs aux résultats donnés par Mayouf (2015) pour la région steppique de Tbesa et ceux de Chehma (2005) pour des espèces des régions sahariennes (Ghardaïa et Ouargla).

En général, cela est lié à la quantité de biomasse saisonnière produite qui est tributaire des conditions climatiques (essentiellement la pluviométrie), qui sont les plus favorables en cette saison. Toutefois, la légère disproportion constatée entre la production de la phytomasse et de la valeur énergétique pour les saisons du printemps et de l'hiver est directement liée à la supériorité des valeurs énergétiques des plantes enregistrées par rapport à l'hiver.

D'une manière générale, les variations temporelles des productions énergétiques sont influencées par la production de la phytomasse saisonnière et par les valeurs énergétiques qui sont plus élevées au printemps qu'en hiver. Les variations de la biomasse

expriment l'impact des variations climatiques. Elles suivent la répartition annuelle des précipitations (Chehema et *al.* 2008) qui se traduit sur le plan biologique, chez les plantes, par le développement maximale de la phytomasse au printemps.

Les variations des valeurs énergétiques des espèces sont directement liées à la variation de leurs compositions chimiques et notamment à celle de la matière azotée totale qui enregistre des teneurs importantes au printemps. Cet effet de saison sur la valeur nutritive des plantes a été mentionné par plusieurs auteurs (Chehema et *al.* 2008 ; Chehema et Youcef, 2009 ; Bouallal, 2013 ; Mahyounf et *al.* 2014).

Les principaux impacts de la plantation pastorale concernent l'amélioration de la production fourragère de 30 à 50 UF/ha à plus de 600 UF/ha (Brouri, 2011). Pour l'aménagement par mise en défens, Salemkour et *al.* (2013), rapporte que la productivité pastorale varie de 69,18 UF/ha/an à 162,3 UF/ha/an ; Nedjraoui (2002), estime que la productivité pastorale moyenne dans les steppes à alfa et les steppes à *Arthrophytum* varie de 60 à 150 UF/ha/an et 25 et 50 UF/ha/an respectivement.

La différence de la valeur énergétique entre les stations aménagées et les stations ouvertes au pâturage serait due principalement à la pression de pâturage exercée dans les stations libres. Cette pression diminue leur productivité pastorale. La production et la productivité des parcours est une suite logique aux données enregistrées sur les caractéristiques floristiques et nutritives des espèces étudiées. Cela est directement lié à la richesse floristique, à l'importance des paramètres quantitatifs et aux conditions édapho-climatiques du milieu (Chehema, 2005). En revanche, les stations aménagées jouent un rôle fondamental dans l'augmentation de la productivité pastorale: *A. canescens* et la mise en défens ont améliorés les disponibilités fourragères des parcours en zones steppiques à faible pluviométrie de Laghouat comme cela a été reporté dans d'autres wilayas (Amrani et Chehema, 2020). La production pastorale est significativement corrélée au couvert végétal mesuré (Aidoud, 1989).

2.3.2.2. Production azotée

Les productions azotées en PDI sont rapportées dans les tableaux 48, 49, 50, 51 52 et 53

Tableau 48 : Production azoté des stations de Sebga

| Station | Saison | Automne | Azote | | | | Hiver | Azote | | | |
|--|-----------------------------|----------------|---|----------------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|--|----------------------|----------------------|
| | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | | PDIE (g/ha) | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 784,49 | 11,04 | 39,00 | 8664,10 | 30594,32 | 594,09 | 24,04 | 43,89 | 14284,92 | 26074,03 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 378,18 | 11,04 | 42,94 | 4176,71 | 16238,90 | 566,97 | 19,60 | 47,80 | 11110,23 | 27103,30 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 22,87 | 7,07 | 43,42 | 161,65 | 992,96 | 37,98 | 11,11 | 45,67 | 421,84 | 1734,28 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 59,67 | 12,69 | 44,92 | 756,92 | 2680,58 | 110,80 | 20,13 | 50,96 | 2230,69 | 5646,73 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 33,98 | 8,27 | 42,63 | 280,93 | 1448,69 | 105,70 | 11,04 | 45,41 | 1167,39 | 4800,04 |
| | Total | 1279,19 | | | 14040,32 | 51955,45 | 1415,55 | | | 29215,06 | 65358,38 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 61,47 | 18,81 | 50,38 | 1155,98 | 3096,44 | 82,93 | 35,97 | 60,44 | 2983,12 | 5011,75 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 22,87 | 11,04 | 45,70 | 252,61 | 1045,27 | 81,27 | 7,70 | 50,45 | 625,72 | 4099,81 |
| | Total | 84,34 | | | 1408,58 | 4141,70 | 164,20 | | | 3608,83 | 9111,56 |

Suit tableau 48

| Station | Saison | Printemps | Azote | | | | Eté | Azote | | | |
|--|-----------------------------|---------------|---|----------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------|--|----------------------|----------------------|
| | | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | | PDIE (g/ha) | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 796,19 | 14,36 | 45,66 | 11431,29 | 36356,50 | 457,32 | 15,40 | 46,68 | 7042,20 | 21348,29 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 19,17 | 8,84 | 41,94 | 169,42 | 804,11 | 11,73 | 3,98 | 43,42 | 46,64 | 509,32 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 29,32 | 14,36 | 46,93 | 420,93 | 1376,03 | 7,80 | 6,12 | 45,46 | 47,75 | 354,57 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 34,17 | 26,60 | 44,93 | 909,06 | 1535,58 | 24,00 | 7,73 | 39,64 | 185,54 | 951,43 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 43,53 | 14,36 | 44,96 | 624,95 | 1956,82 | 71,04 | 6,66 | 41,55 | 472,99 | 2951,70 |
| | Total | 922,38 | | | 13555,65 | 42029,04 | 571,89 | | | 7795,12 | 26115,32 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 7,55 | 20,98 | 51,70 | 158,52 | 390,59 | 22,88 | 16,03 | 49,09 | 366,73 | 1123,14 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,41 | 27,64 | 57,73 | 121,97 | 254,74 | 6,12 | 7,76 | 48,24 | 47,51 | 295,24 |
| | Total | 11,97 | | | 280,49 | 645,34 | 29,00 | | | 414,24 | 1418,38 |

Tableau 49 : Production énergétique des stations de Sidi Makhlouf

| Station | Saison Espèces | Automne phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | E Azote | | | | Hiver phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|---------------------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 367,27 | 12,50 | 36,50 | 4589,29 | 13406,51 | 413,69 | 25,94 | 48,27 | 10730,38 | 19968,07 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 15,74 | 12,65 | 47,62 | 199,13 | 749,38 | 27,66 | 19,37 | 52,14 | 535,91 | 1442,10 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,08 | 16,22 | 47,05 | 66,16 | 191,92 | 11,77 | 11,33 | 46,66 | 133,35 | 549,21 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 29,98 | 16,19 | 44,51 | 485,26 | 1334,18 | 77,96 | 22,66 | 44,72 | 1766,30 | 3486,09 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 414,78 | 10,26 | 44,01 | 4253,71 | 18252,68 | 480,48 | 15,11 | 45,86 | 7262,33 | 22035,38 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 5,54 | 9,50 | 41,71 | 52,62 | 231,09 | 4,88 | 18,78 | 47,70 | 91,62 | 232,75 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 11,68 | 15,62 | 44,69 | 182,38 | 521,87 | 42,43 | 16,60 | 46,51 | 704,23 | 1973,55 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 20,49 | 21,58 | 50,65 | 442,33 | 1037,92 | 21,67 | 24,49 | 53,77 | 530,63 | 1165,14 |
| | <i>Retama retam</i> | 41,13 | 23,63 | 52,38 | 972,10 | 2154,24 | 32,16 | 36,48 | 61,49 | 1173,12 | 1977,53 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 154,95 | 14,80 | 45,12 | 2293,22 | 6991,57 | 212,65 | 42,25 | 64,30 | 8984,71 | 13672,87 |
| | Total | 1065,63 | | | 13536,20 | 44871,36 | 1325,34 | | | 31912,58 | 66502,70 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 15,80 | 14,45 | 48,02 | 228,34 | 758,67 | 9,30 | 18 | 50 | 162,87 | 460,89 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 7,11 | 15,68 | 47,70 | 111,43 | 338,96 | 23,25 | 32 | 48 | 746,86 | 1124,59 |
| | Totale | 22,91 | | | 339,77 | 1097,57 | 32,55 | | | 909,73 | 1585,49 |

Suit tableau 49

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|-------------------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 434,05 | 48,63 | 58,41 | 21106,00 | 25353,90 | 495,98 | 28,12 | 42,78 | 13944,79 | 21220,26 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 11,98 | 24,33 | 55,65 | 291,43 | 666,62 | 5,14 | 10,41 | 48,74 | 53,49 | 250,38 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,64 | 14,93 | 48,57 | 69,32 | 225,60 | 2,88 | 4,58 | 43,36 | 13,17 | 124,84 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 49,57 | 11,61 | 45,41 | 575,64 | 2251,14 | 17,03 | 6,25 | 47,33 | 106,40 | 805,97 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 459,51 | 19,72 | 52,21 | 9062,31 | 23990,08 | 348,09 | 15,30 | 45,79 | 5327,20 | 15937,44 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 4,66 | 5,52 | 42,80 | 25,76 | 199,65 | 4,31 | 4,22 | 43,42 | 18,18 | 187,16 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 62,65 | 12,69 | 45,55 | 794,76 | 2854,01 | 43,00 | 10,07 | 43,99 | 432,84 | 1891,68 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 10,93 | 29,47 | 57,52 | 322,13 | 628,70 | 12,50 | | | 0,00 | 0,00 |
| | <i>Retama retam</i> | 40,02 | 25,97 | 55,37 | 1039,31 | 2215,83 | 44,29 | 37,30 | 61,53 | 1651,82 | 2724,89 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 142,80 | 39,79 | 60,49 | 5682,04 | 8638,25 | 165,32 | 25,50 | 51,30 | 4215,02 | 8481,41 |
| | Total | 1220,81 | | | 38968,70 | 67023,77 | 1138,53 | | | 25762,92 | 51624,01 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 19,01 | 23 | 52 | 433,59 | 992,29 | 16,02 | 18 | 49 | 281,15 | 788,28 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 9,33 | 40 | 58 | 370,07 | 537,60 | 4,60 | 25 | 52 | 113,95 | 236,99 |
| | Totale | 28,34 | | | 803,66 | 1529,89 | 20,62 | | | 395,09 | 1025,27 |

Tableau 50 : Production énergétique des stations de Kser ElHirane

| Station | Saison Espèces | Automne phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Hiver phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|----------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 150,39 | 27,11 | 38,31 | 4076,51 | 5762,11 | 165,65 | 39,00 | 52,84 | 6460,54 | 8752,52 |
| | <i>Retama retam</i> | 92,57 | 15,85 | 46,20 | 1467,05 | 4276,36 | 60,68 | 37,23 | 61,85 | 2259,24 | 3752,47 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 880,82 | 11,02 | 29,33 | 9705,41 | 25832,82 | 823,89 | 19,19 | 39,81 | 15806,69 | 32796,01 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 112,16 | 17,40 | 43,33 | 1951,11 | 4859,98 | 203,38 | 41,40 | 60,19 | 8419,80 | 12241,67 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 35,06 | 21,26 | 47,74 | 745,45 | 1673,57 | 110,97 | 23,41 | 52,76 | 2598,14 | 5854,72 |
| | Total | 1270,99 | | | | 17945,54 | 42404,84 | 1364,55 | | | 35544,42 |

Suit tableau 50

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par plantation | <i>Atriplex canescens</i> | 105,42 | 44,52 | 59,71 | 4693,52 | 6294,50 | 265,66 | 12,88 | 38,42 | 3422,07 | 10207,68 |
| | <i>Retama retam</i> | 67,10 | 21,46 | 54,24 | 1439,70 | 3639,15 | 86,31 | 13,92 | 45,20 | 1201,66 | 3901,47 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 903,26 | 20,73 | 44,12 | 18726,16 | 39853,32 | 694,86 | 11,43 | 40,68 | 7941,41 | 28269,31 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 161,06 | 43,29 | 62,65 | 6973,05 | 10090,48 | 146,78 | 14,71 | 42,96 | 2159,54 | 6305,68 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 81,29 | 28,46 | 54,10 | 2313,75 | 4397,80 | 6,86 | | | | |
| | Total | 1318,13 | | | | 34146,17 | 64275,26 | 1200,46 | | | 14724,66 |

Tableau 51 : Production énergétique des stations de Gueltet Sidi Saad

| Station | Saison Espèces | Automne phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Hiver phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|-----------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par mise en défens | <i>Stipa tenacissima</i> | 227,65 | 14 | 46 | 3289,97 | 10391,34 | 402,99 | 14 | 46 | 5785,98 | 18401,95 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 18,88 | 20 | 46 | 380,09 | 864,55 | 7,77 | 9 | 42 | 68,64 | 325,79 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 43,56 | 11 | 44 | 470,09 | 1935,26 | 38,07 | 14 | 47 | 546,59 | 1786,80 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 15,49 | 32 | 49 | 498,56 | 756,33 | 17,79 | 27 | 45 | 473,22 | 799,36 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 15,72 | 18 | 62 | 283,24 | 979,21 | 26,09 | 14 | 45 | 374,59 | 1172,89 |
| | Total | 321,30 | | | 4921,96 | 14926,68 | 492,71 | | | 7249,02 | 22486,78 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 6,89 | 11 | 45 | 76,09 | 311,63 | 9,70 | 8 | 46 | 74,71 | 441,98 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,96 | 19 | 51 | 93,28 | 253,84 | 4,07 | 36 | 63 | 146,30 | 254,77 |
| | Total | 11,85 | | | 169,38 | 565,47 | 13,77 | | | 221,02 | 696,75 |

Suit tableau 51

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|-----------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par mise en défens | <i>Stipa tenacissima</i> | 796,19 | 14 | 46 | 11431,29 | 36356,50 | 457,32 | 15 | 47 | 7042,20 | 21348,29 |
| | <i>Stipa parviflora</i> | 19,17 | 9 | 42 | 169,42 | 804,11 | 11,73 | 4 | 43 | 46,64 | 509,32 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 29,32 | 14 | 47 | 420,93 | 1376,03 | 7,80 | 6 | 45 | 47,75 | 354,57 |
| | <i>Artemisia herba alba</i> | 34,17 | 27 | 45 | 909,06 | 1535,58 | 24,00 | 8 | 40 | 185,54 | 951,43 |
| | <i>Lygeum spartum</i> | 43,53 | 14 | 45 | 624,95 | 1956,82 | 71,04 | 7 | 42 | 472,99 | 2951,70 |
| | Total | 922,38 | | | 13555,65 | 42029,04 | 571,89 | | | 7795,12 | 26115,32 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 7,55 | 21 | 52 | 158,52 | 390,59 | 22,88 | 16 | 49 | 36,71 | 112,42 |
| | <i>Artemisia campestris</i> | 4,41 | 28 | 58 | 121,97 | 254,74 | 6,12 | 8 | 48 | 47,51 | 295,24 |
| | Total | 11,97 | | | 280,49 | 645,34 | 29,00 | | | 84,22 | 407,66 |

Tableau 52 : Production énergétique des stations d'El Houaiata

| Station | Saison Espèces | Automne phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Hiver phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|---------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------|----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par mise en défens | Retame | 36,07 | 25 | 54 | 900,29 | 1952,91 | 25,92 | 29 | 57 | 749,20 | 1466,36 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 48,82 | 10 | 43 | 469,87 | 2100,54 | 26,43 | 11 | 43 | 277,68 | 1146,01 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 4,02 | 9 | 46 | 35,80 | 183,41 | 3,96 | 11 | 47 | 42,48 | 184,59 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 56,57 | 7 | 44 | 396,31 | 2484,28 | 74,96 | 15 | 47 | 1137,68 | 3517,59 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 16,72 | 9 | 40 | 157,24 | 675,27 | 11,21 | 16 | 50 | 179,67 | 558,72 |
| | <i>Rhantherium adpressum</i> | 12,83 | 13 | 44 | 161,52 | 564,22 | 15,65 | 18 | 47 | 274,09 | 736,55 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 16,59 | 12 | 49 | 194,72 | 811,77 | 16,03 | 9 | 42 | 141,13 | 674,17 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 4,62 | 8 | 36 | 35,86 | 167,41 | 7,51 | 12 | 43 | 87,68 | 320,18 |
| | Totla | 196,25 | | | 2351,62 | 8939,81 | 181,66 | | | 2889,60 | 8604,16 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 2,42 | 18 | 49 | 42,76 | 118,81 | 1,83 | 22 | 51 | 39,73 | 93,70 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 0,29 | 10 | 48 | 2,93 | 13,85 | 10 | 19 | 51 | 188,07 | 514,39 |
| | Total | 2,71 | | | 45,69 | 132,66 | 11,83 | | | 227,80 | 608,09 |

Suit tableau 52

| Station | Saison Espèces | Printemps phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | | Eté phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote | | | |
|--|---------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | | PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagé e par mise en défens | Retame | 41,22 | 39 | 63 | 1619,37 | 2579,54 | 30,70 | 23 | 54 | 711,05 | 1657,40 |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 46,71 | 21 | 52 | 962,44 | 2435,62 | 20,12 | 5 | 36 | 102,85 | 730,92 |
| | <i>Pituranthos chloranthus</i> | 5,46 | 30 | 57 | 166,13 | 313,11 | 8,50 | 17 | 42 | 140,55 | 360,54 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 88,03 | 22 | 52 | 1894,45 | 4539,72 | 63,00 | 22 | 45 | 1391,58 | 2862,17 |
| | <i>Helianthemum lippii</i> | 27,03 | 33 | 56 | 895,52 | 1525,37 | 5,73 | 44 | 62 | 253,13 | 356,26 |
| | <i>Rhantherium adpressum</i> | 28,88 | 25 | 50 | 707,99 | 1443,64 | 9,25 | 8 | 35 | 77,06 | 327,33 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 18,90 | 12 | 47 | 230,80 | 888,11 | 2,92 | 3 | 38 | 8,86 | 110,19 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 4,98 | 21 | 47 | 104,66 | 236,30 | 4,92 | 12 | 42 | 61,48 | 206,16 |
| | Total | 261,20 | | | 6581,35 | 13961,40 | 145,14 | | | 2746,56 | 6610,97 |
| Station libre | <i>Stipa tenacissima</i> | 1,04 | 22 | 52 | 22,64 | 54,10 | 0,7 | 16 | 36 | 11,49 | 24,90 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 6,91 | 25 | 57 | 170,51 | 391,74 | 4,93 | 23 | 41 | 112,63 | 202,78 |
| | Total | 7,95 | | | 193,16 | 445,84 | 5,63 | | | 124,12 | 227,68 |

Tableau 53 : Production énergétique des stations de Kser El Hirane

| Station | Saison | Automne | | | | | Hiver | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|-----------------|-------------|
| | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par mise en défens | Espèces | | | | | | | | | | |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 6,15 | 9 | 43 | 58,41 | 264,51 | 13,11 | 17 | 46 | 222,07 | 606,44 |
| | <i>Retama retam</i> | 1,27 | 25 | 54 | 32,36 | 68,96 | 1,94 | 46 | 68 | 89,79 | 131,03 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 102,78 | 10 | 40 | 1076,80 | 4106,25 | 223,00 | 17 | 45 | 3799,82 | 10102,68 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 29,53 | 17 | 48 | 501,32 | 1431,84 | 88,47 | 28 | 54 | 2476,26 | 4752,20 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 13,53 | 16 | 48 | 211,73 | 649,75 | 41,87 | 14 | 47 | 570,86 | 1971,93 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 10,48 | 9 | 48 | 91,91 | 505,17 | 9,02 | 28 | 53 | 252,79 | 479,69 |
| Total | 163,74 | | | 1972,51 | 7026,48 | 377,42 | | | 7411,58 | 18043,96 | |

Suit tablea 53

| Station | Saison | Printemps | | | | | Eté | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|-----------------|-------------|
| | | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) | phytomasse Aérienne (kg de MS/ha) | Azote PDIN (g/kg MS) | PDIE (g/kg MS) | PDIN (g/ha) | PDIE (g/ha) |
| Station aménagée par mise en défens | Espèces | | | | | | | | | | |
| | <i>Stipa tenacissima</i> | 18,14 | 15,46 | 46,64 | 280,55 | 846,33 | 6,93 | 4,70 | 40,93 | 32,57 | 283,54 |
| | <i>Retama retam</i> | 6,44 | 48,85 | 71,04 | 314,58 | 457,49 | 3,29 | 6,44 | 45,81 | 21,15 | 150,49 |
| | <i>Anabasis articulata</i> | 416,26 | 31,90 | 55,81 | 13279,46 | 23230,49 | 177,02 | 14,52 | 42,83 | 2569,51 | 7581,53 |
| | <i>Thymelaea microphylla</i> | 79,89 | 24,52 | 53,28 | 1958,76 | 4256,25 | 62,71 | 6,75 | 42,94 | 423,46 | 2692,81 |
| | <i>Aristida pengens</i> | 67,09 | 17,10 | 49,04 | 1147,37 | 3290,13 | 47,36 | 13,41 | 46,33 | 635,14 | 2194,37 |
| | <i>Atractylis serratuloides</i> | 12,67 | 26,63 | 55,07 | 337,30 | 697,45 | 7,02 | ** | ** | ** | ** |
| Total | 600,48 | | | 17318,01 | 32778,14 | 304,32 | | | 3681,83 | 12902,73 | |

Comme les productions énergétiques, les productions azotées des stations étudiées présentent l'existence d'une variabilité spatio-temporelle.

Sur le plan spatial (Figure 50), c'est toujours les stations plantées qui enregistrent les meilleures productions azotées, avec des valeurs moyennes de 26398g/ h / an de PDIN et 56925 / h / an de PDIE, et les stations mise en défens avec des faibles valeurs par rapport aux stations plantées qui en moyenne 6539,57g/ h / an de PDIN et 17868,79/h/ an de PDIE.

Se sont les stations non aménagées qui enregistrent les plus faibles valeurs azotées, ne dépassant pas 1363,13 g/ h / an de PDIN 3736,66 57g/ h / an de PDIE.

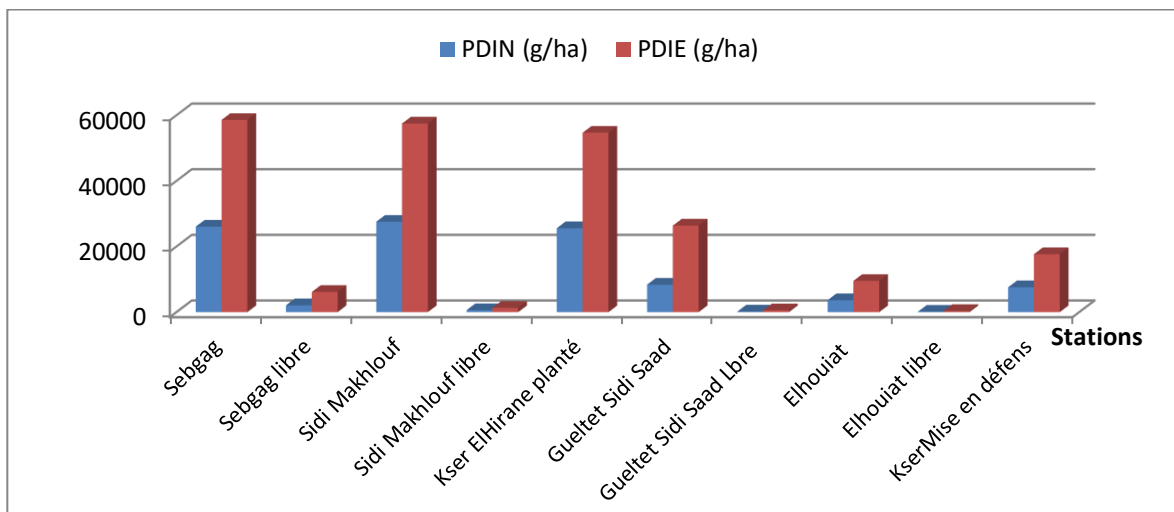


Figure 50 : Production azotée moyenne annuelle des différents parcours étudiés

Sur le plan temporel (Figure 51), les meilleures productions azotées sont celles du printemps et les plus faibles sont celles enregistrées en automne.

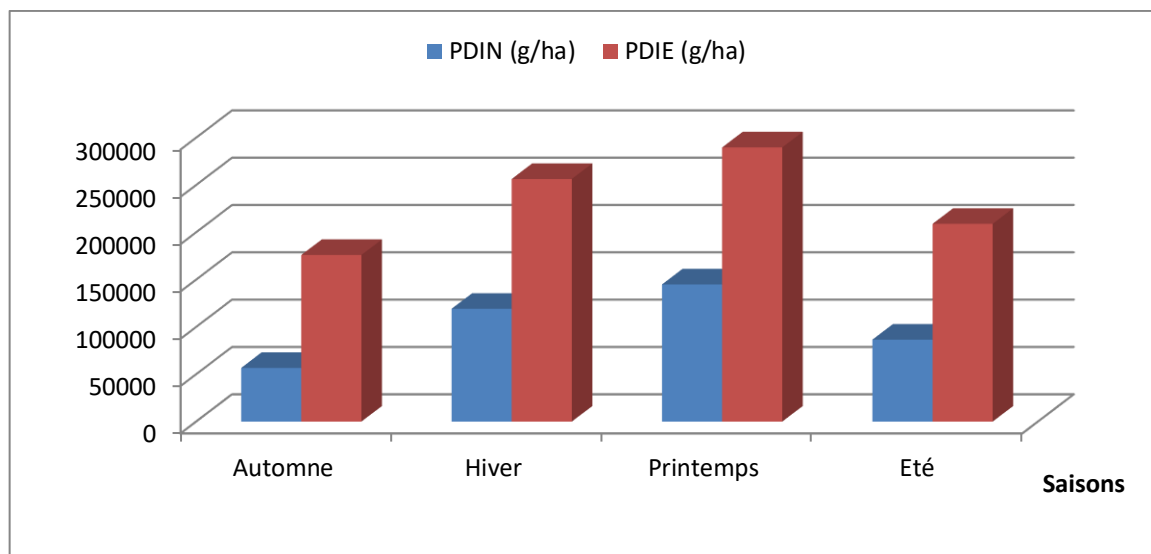


Figure 51 : Variations temporelles de la production azotée moyenne

2.4. Productivité primaire

La productivité primaire de la biomasse (en kg MS / ha / an), de l'énergie (en UFL / ha /an) et de l'azote (en g de PDIN / ha /an), des différentes stations étudiées est représentés dans le Tableau 54.

Tableau 54 : Productivité primaire de biomasse, d'énergie et d'azote des différentes stations d'étude

| Type d'aménagement | Station | Phytomasse consommable (Kg de MS/ha/an) | UFL/ha/an | PDIN g/ha/an |
|---|-------------------------|---|---------------|-----------------|
| Par plantation d' <i>Atriplex canescens</i> | Sebgag | 258,11 | 140,54 | 17112,23 |
| | Sidi Makhlouf | 259,71 | 182,03 | 25432,51 |
| | Kser ElHirane planté | 164,00 | 213,49 | 20819,75 |
| Moyenne | | 227,27 | 178,69 | 21121,50 |
| Non aménagé | Sebgag libre | 90,41 | 56,63 | 2200,25 |
| | Sidi Makhlouf libre | 11,92 | 4,30 | 569,96 |
| Moyenne | | 51,17 | 30,47 | 1385,11 |
| Par mise en défens | Guellet Sidi Saad | 601,00 | 283,76 | 8633,70 |
| | Elhouiat | 116,00 | 75,21 | 4229,74 |
| | Kser Mise en défens | 463,75 | 255,25 | 15345,50 |
| Moyenne | | 393,58 | 204,74 | 9402,98 |
| Non aménagé | Guellet Sidi Saad Libre | 5,36 | 2,89 | 196,27 |
| | Elhouiat libre | 9,12 | 7,09 | 182,11 |
| Moyenne | | 7,24 | 4,99 | 189,19 |

Ces données nous montrent que la variabilité entre stations est énorme et que les stations aménagées sont les plus productives.

Nous avons enregistré des valeurs fluctuant entre 227,27 UF/ha/an et 393,58 UF/ha. Comparativement aux résultats de Nadjraoui, (1981) enregistrant une productivité pastorale de l'ordre de 200UF/ha, elles s'avèrent inférieures à nos résultats et proche à ceux rapporté par Boucherab (2012).

Aidoud, 1989 ; affirme que sur une steppe à Alfa, pour une biomasse de 1500 kg MS/ha il faut compter 50 à 700 kg de production annuelle environ en fonction de la qualité pluviométrique de l'année, ou en moyenne 400 kg MS/ha/an.

Dans les stations aménagées de Sebgag et de Sidi Makhoulf, l'amélioration de la production fourragère provenait en grande partie de la biomasse produite par *A. canescens*. A Sebgag, cet apport de biomasse issu d'*Atriplex* a été doublé par un regain d'*Artemisia campestris* et d'alfa, tandis qu'à Sidi Makhoulf, nous avons noté une diversité floristique beaucoup plus grande. Dans la station aménagée de Ksar El Hirane, c'était la dominance d'*Anabasis articulata* et, dans une moindre mesure, d'*Atriplex canescens* et de *Thymelaea microphylla* qui ont expliqué le regain de la production pastorale. Les stations plantées et mises en défens, qui bénéficiaient d'une plus grande biomasse pérenne, ont constitué des écosystèmes plus résistants à l'aridité que les stations non aménagées (Amrani et Chehema, 2020). La plantation d'*Atriplex canescens* a ainsi constitué un moyen d'augmenter la résilience de l'écosystème, en plus de constituer une réserve fourragère (Kessler, 1990).

2.5. La capacité de charge à l'hectare

La capacité de charge est un ratio, défini par le nombre maximum d'herbivores qui peuvent pâturer une surface donnée, sans détérioration de la végétation (Roe, 1997). Dans ce sens, nous opté pour une utilisation des 2/3 de la productivité primaire disponible.

Elle fait intervenir la production consommable d'un parcours et les besoins de l'animal (en moyenne 400 UF/an pour une brebis).

Les valeurs de la capacité de charge sont rapportées dans le tableau 55.

Tableau 55 : Capacité de charge unité ovine potentielle des différentes stations étudiées

| Type d'aménagement | Station | Unité ovine /ha/ an |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Plantation d'atripleex canescens | Sebgag | 0,234 |
| | Sidi Makhlouf | 0,303 |
| | Kser ElHirane planté | 0,356 |
| | Moyenne | 0,298 |
| Libre aux pâturages | Sebgag libre | 0,094 |
| | Sidi Makhlouf libre | 0,007 |
| | Moyenne | 0,051 |
| Mise en défens | Gueltet Sidi Saad | 0,473 |
| | Elhouiat | 0,125 |
| | Kser Mise en défens | 0,425 |
| | Moyenne | 0,341 |
| Libre aux pâturages | Gueltet Sidi Saad Libre | 0,005 |
| | Elhouiat libre | 0,012 |
| | Moyenne | 0,008 |

La capacité de charge de ces stations est faible mais très variable entre les stations aménagées et non aménagées.

Le calcul de la capacité de la charge a montré que dans les stations aménagées (plantées et mises en défens), pouvait atteindre une moyenne de 0,30 à 0,34 unité ovine / ha/an c'est à dire 2,94 à 3,33 ha par animal. La meilleure capacité de charge est celle de Gueltet Sidi Saad et de Kser El Hirane mise en défens avec 0,47 et 0,42 unité ovine / ha/an (une U.O./ 2 à 2,5ha /an).

En revanche, dans les stations libres et ouvertes au pâturage, la charge était très faible, entre 0,007 et 0,008 UO/ha/an, ce qui nécessitait 12,5 à 20 hectares pour subvenir au besoin d'une seule unité ovine.

Aidoud (1989) montre que les parcours se dégradent fortement lorsque la charge pastorale potentielle est (environ 8 ha / unité ovine) supérieure à la charge réelle des parcours, ce qui donne lieu à un surpâturage intense. La charge qui permet l'équilibre a été estimée en 1982 à 0,25 tête/ha, soit 4 hectares pour un ovin, alors que celle constatée à Djebel Amour est quatre fois plus élevée, atteignant 0,96 tête/ha (Bensouiah, 2004). Elle est même beaucoup plus élevée

dans les zones les plus accessibles, comme dans la commune d'Ain Sidi Ali qui présente une charge 11 fois supérieure à la norme citée (Bensouiah, 2004). Cette surcharge animale, avec une phytomasse faible par rapport à leur potentialité et un pâturage sans temps de repos suffisant, ne permet pas d'assurer une régénération du couvert végétal. Cette situation est à l'origine de la dégradation de nombreux parcours (Bencherif, 2013). L'influence des précipitations n'est pas écartée ; Allreda et *al.* (2014) mentionnent son effet sur la productivité, et le bilan entre les précipitations et l'évaporation est souvent négatif (Aidoud et *al.* 2006). Les plantations d'*Atriplex* peuvent être utilisées comme une réserve fourragère en été et en hiver, comblant la carence de fourrage qui se manifeste avant la croissance printanière des espèces fourragères herbacées (Kessler, 1990) et permet au bétail de supporter de longues périodes de carence alimentaire dues à la sécheresse. Elle contribue aussi à protéger les sols et bien valoriser les espaces dégradés, même ceux les plus improductifs, comme les zones dunaires, salées, hamadas et terrains accidentés, à modifier la composition floristique, ainsi qu'à augmenter la diversité et le taux de recouvrement végétal. De nombreux exemples au Maghreb ont été rapportés par Acherkouk et El Houmaizi (2013). Ces arbustes ont permis l'augmentation de la productivité pastorale dans la région d'étude qui avait une forte intensité de charge, ce qui a représenté l'une des stratégies efficaces pour la réduction du risque d'érosion lié aux conditions de dégradation par le surpâturage.

Malgré la sécheresse et l'aridité du climat, les aménagements ont engendrés un impact positif sur la végétation (diverses espèces fourragères importantes sont réapparues), en améliorant le recouvrement végétal et la production fourragère en matière sèche et en énergie.

(Hachmi et *al.* 2015). Amghar et *al.* (2012) précisent que la mise en défens permet un retour à des formations à richesse élevée, mais à valeur pastorale plus faible par rapport à d'autres techniques de restauration comme les plantations.

CONCLUSION

Au terme de cette étude floristique et nutritive, nous avons pu avoir une connaissance sur les variations spatio-temporelles de la composition floristique et de la production nutritive des espèces vivaces, des différentes stations étudiées, de la steppe de la région de Laghouat. Les mesures diachroniques saisonnières effectuées, nous ont permis de conclure que les techniques d'aménagements (mise en défens et plantation) ont exercé une influence sur la végétation naturelle existante et leur milieu, en provoquant des changements qualitatifs et quantitatifs.

Les stations échantillonnées sont caractérisées par des bioclimats différents. Ainsi, les stations de Gueltet Sidi Saad et Sebgag sont caractérisées par un bioclimat semi-aride à hiver froid, tandis que les stations de Sidi Makhlouf, ElHouaita et Kser El Hirane sont caractérisées par un bioclimat saharien à hiver frais.

L'étude systématique de la flore du présent travail montre qu'elle compte 83 espèces réparties en 60 genres et 24 familles. Le nombre élevé des espèces recensées est lié à l'amélioration des conditions stationnelles, suite à l'aménagement appliqué. Les principales familles recensées sont les Asteraceae, des Fabaceae, des Brassicaceae, des Poaceae et des Amaranthaceae. Ces familles représentent 62,65% de la totalité des espèces rencontrées. La famille des Asteraceae, quant à elle, renferme le plus grand nombre d'espèces (26,51%) et de genres (25%).

L'analyse du spectre biologique brute dans les stations mises en défens est caractérisée par la dominance des thérophytes en printemps et leur absence en été. Les stations plantées sont caractérisées, par la domination des Chaméphytes au détriment des Thérophytes. Les spectres biologiques dans les stations non aménagées présentes la supériorité des Thérophytes et des chaméphytes. L'étude des spectres biologiques réels montre une remontée biologique dans les stations aménagées, avec l'extension des Chaméphytes et des Géophytes comme *Stipa tenacissima*.

L'analyse des spectres chorologiques bruts et réels des différentes stations étudiés, montre la supériorité des taxons méditerranéens, méditerranéen-saharo-arabique, saharo-arabique et le nouveau élément Americ- Algéro-Tunisien (*Atreplex canescens*). En revanche ces éléments ont tendance à disparaître dans les milieux non aménagés. Ceci peut être lié à l'intensité du pâturage.

L'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952), appliquée aux différentes espèces durant toute la période d'étude, montre une hétérogénéité entre les différentes espèces et une certaine homogénéité entre les stations pour une espèce donnée.

Le recouvrement global de la végétation (RGV), qui présente des valeurs importantes, varie fortement sur le plan temporel. Il est maximal durant la saison favorable et minimale durant la saison défavorable (saison sèche). Cette variabilité est expliquée par les conditions climatiques et édaphiques qui conditionnent la croissance des pérennes et l'apparition des annuelles. Pour les valeurs importantes du RGV, au niveau de des stations aménagées, elles sont liées aux effets positifs de l'action d'aménagement.

L'étude de la répartition spatio-temporelle de la composition floristique, de la diversité spécifique et de la structure du couvert végétal a montré une variabilité importante dans le temps et dans l'espace, et cette variabilité dépend du mode d'adaptation des espèces au stress hydrique. La présence des pérennes durant toute la période d'échantillonnage est liée aux stratégies morphologiques et physiologiques permettant à ces espèces de maintenir leur survie et de s'adapter aux conditions abiotiques défavorables. Cependant, la variabilité spatiale est liée à l'action d'aménagement.

Concernant les valeurs nutritives des parcours, l'analyse de la composition chimique montre que les plantes vivaces dominantes étudiées sont caractérisées par des teneurs pauvres en azote et enregistrent des taux importants en matière organique et considérable en cellulose brute. Ceci influe directement sur les valeurs énergétiques et azotées.

L'effet saison sur la valeur nutritive des plantes est bien marqué, les variations climatiques saisonnières se traduisent sur les plantes par une variabilité de la valeur nutritive entre saisons. L'été et l'automne sont caractérisés par des teneurs plus faibles en matière organique (MO) et matière azotée totale (MAT) et plus élevées en matière minérale (MM). Ceci peut être attribué à l'effet des fortes températures durant cette saison qui fait lignifier toutes les parties vertes et tendres des plantes.

La production de la phytomasse aérienne et de la valeur nutritive est variable suivant les stations et les saisons. Les stations aménagées, de par leur supériorité en diversité floristique, en densité et en recouvrement, restent les stations les plus productives nettement supérieure à celles des stations non aménagées.

L'aménagement a permis l'augmentation de la production de la phytomasse et la régénération des espèces végétales pérennes, et par conséquent la reconstitution des parcours steppiques.

La charge moyenne à l'hectare est variable suivant les stations. Elle est évaluée, moyennement, à 10 unités ovines / 35 ha/ an pour les stations aménagées, et de 10 unités ovines /200/ha /an pour les stations non aménagées.

La productivité pastorale différenciée entre des stations aménagées et des stations non aménagées peut constituer, *a priori*, un meilleur indicateur que la diversité de liste floristique globale de la valeur pastorale, car les espèces pérennes sont moins corrélées aux aléas climatiques que les espèces annuelles. Nos résultats ont confirmé que, dans le cas des steppes de Laghouat, la réhabilitation par la reconstitution des pâturages dégradés est permise par des actions d'aménagement pastorales basées sur la mise en défens et les plantations d'*Atriplex*.

Cependant, pour caractériser l'ensemble de la zone d'étude, en plus des résultats obtenus, il est nécessaire d'œuvrer à une connaissance du fonctionnement des écosystèmes steppiques découlant d'une cartographie à une échelle de perception assez précise de l'ordre du 10 000^{ème} permettant d'apprécier les potentialités des milieux.

En plus, l'augmentation du nombre des stations à différentes actions d'aménagement, avec des suivis diachroniques pluriannuels doit être accomplis afin de suivre dans le temps l'aboutissement des différentes actions d'aménagement;

Enfin, en l'absence de stratégie à long terme à travers un développement intégré de cet espace en conciliant entre productivité primaire des parcours et besoins du cheptel, tous les efforts de réhabilitation et de restauration des parcours seront détruits au bout de seulement quelques mois. Pour cela, on doit procéder à la modélisation de la production fourragère des parcours, par un modèle qui intègre les variations saisonnières et prend en compte l'effet de la gestion sur les courbes de croissance des espèces, afin d'évaluer la productivité d'un parcours en fonction de sa période et de son intensité d'utilisation, en concordance avec les besoins du troupeau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Acherkouk M., ELHoumaizi M.A., 2013.** Évaluation de l'impact des aménagements pastoraux sur la dynamique de la production des pâturages dégradés au Maroc oriental. *Ecol. Mediterr.*, 39: 69-84.
- Achour H., 1983.** Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du sud Oranais. Wilaya de Saïda. Thèse Doctorat, 3^{ème} cycle, Univ. Sci. USTHB, Alger, 216 p. + Ann.
- Adamo A., Khelifi A., Kouidri M. et Ouakid M.L. 2008.** Importance des parcelles mises en défens pour la diversité des populations steppiques. Colloque International sur : l'Aridoculture : Optimisation des productions agricoles et développement durable. CRSTRA-Biskra -Algérie 13 et 14 Déc. 2008, pp. 197-209.
- Adi N., 2016.** Etude diachronique des formations à *Salsola vermiculata* L dans les Hauts Plateaux du Sud Oranais (Salinité, Fonctionnement et Biodiversité). Thèse Doctorat USTHB, Alger, 165 p. + Ann.
- Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doctorat 3^{ème} Cycle, USTHB, Alger, 256 p. + Ann.
- Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes Plaines Algéro-Oranaises, Algérie). Thèse Doctorat Es Science, USTHB, Alger, 243p.
- Aidoud A., 1994.** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), *Paralelo* 37, 16, 33-42.
- Aidoud A., 1997.** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Recueil des Conférences. Lab. Ecol. Vég. Univ. Rennes 1. France. 50 p.
- Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houérou H.N. 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 17 (1-2), 19-30.
- Aidoud A., Touffet J. 1996.** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Sécheresse n° 7* : 187-93.
- Aidoud-Lounis F., 1984.** Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts Plateaux Sud-Oranais; étude phyto-écologique et syntaxonomique. Thèse Doctorat 3^{ème} Cycle. USTHB, Alger, 253 p. + Ann.
- Aidoud-Lounis F., 1997.** Le complexe alfa-armoïse-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso., *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie. Structure et dynamique des communautés végétales. Thèse Doctorat es Science. Univ. Aix- Marseille III. France 263p.
- Allen V. G., Batello C., Berretta E. J., Hodgson J., Kothmann M., Li X., McIvor J., Milne J., Morris C., Peeters A. and Sanderson M., 2011.** *An international terminology for grazing lands*

and grazing animals. *The Forage and Grazing Terminology Committee. The Journal of the British Grassland Society The Official Journal of the European Grassland Federation. Grass and Forage Science*, 66, 2–28 p.

Allreda BW., Scastab JD., Hovickb TJ., Fuhlendorfb SD., Hamiltonc, RG., 2014. Spatial heterogeneity stabilizes livestock productivity in a changing climate. *Agric Ecosyst Environ.*, 193: 3741.

Amghar F., 2002. Contribution à l'étude de la biodiversité quelques formations de dégradation en Algérie. Thèse Magister, Univ. Sci. Tech. H. Boumediene, Alger, 167 p. + Ann.

Amghar F., 2012. Restauration et réhabilitation des écosystèmes steppiques : Effet de la mise en défens et de l'introduction de plantes fourragères sur la biodiversité, le sol et sa surface. Thèse Doctorat, USTHB, Alger, Alger, 165 p. + Ann.

Amghar F., Forey E., Margerie P., Langlois E., Brouri L., Kadi-Hanifi H., 2012. Grazing enclosure and plantation: a synchronic study of two restoration techniques improving plant community and soil properties in arid degraded steppes (Algeria). *Rev Écol (Terre Vie)*, 67(3), 257-269.

Amghar F., Kadi-Hanifi H. 2004. Effet du pâturage sur la biodiversité et l'état de la surface du sol dans cinq stations à alfa du Sud Algérois. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collb.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004, P 399 - 402 Cahiers Options Méditerranéennes, n° 62.

Amghar F., Kadi-Hanifi H. 2008. Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du sud Algérois. *Cahiers d'Orohée* 385-395.

Amghar F., Langlois E., Forey E., Margerie P., 2016. La mise en défens et la plantation fourragère: deux modes de restauration pour améliorer la végétation, la fertilité et l'état de la surface du sol dans les parcours arides algériens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 20(3), 1-11.

Amrani O., Chehma A.E., 2020. Plantation of *Atriplex canescens* for the restoration of degraded courses in the Algerian steppe. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (2): 00-00, doi:10.19182/remvt.31879

Andrieu J., Weiss P.H. 1981. Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses: in prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA publications, Versailles. pp. 60 à 79.

Arabi Z., Mederbak K. and Benaouf Z. 2015. Contribution to the Study of Quantitative and Qualitative Aspects of Steppe *Int. J. Environ. Res.*, 9(3):953-960, Summer 2015.

- Arhab R.**, Aggoun M., Bousseboua H., Macheboeuf D. 2007. Contribution of both soluble and insoluble fractions of desert by-products to their in vitro fermentation. *Livestock Research for Rural Development*. 9 (3).
- Aronson J.**, Floret C., Le Floch E., Ovalle C., Pontanier R., 1995. Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. In : **Pontanier R.**, M'Hiri A., Akrimi N., Aronson J., Le Floch E. (eds.) *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* John Libbey Eurotext, Paris, 11-29. *Research for Rural Development*. 9(3).
- Bagnouls F.**, Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat Toulouse*, 88, 193-239.
- Baldy CH.**, 1965. Climatologie de la Tunisie Centrale. *F.A.O. UNDP/TUN 8*, IvoI. Multigr.84p.
- Barbero M.**, Quézel P., et Loisel R. 1989. Perturbations et incendies en région méditerranéenne. *Int. Estud. Pyrenaicos Jaca* 12: 194–215.
- Barbero M.**, Quézel P., Loisel R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et des perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne.*, XII : 194-215.
- Baumont R.**, Aufrère, J et Meschy F. 2009. La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. *Fourrages*. 198, 153-173.
- Benabadji N.**, Aboura R., Benchouk F.Z., 2009. La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 35, 75-90.
- Benaradj A.**, Boucherit H. et Benabdeli K. 2017. Effet de la réhabilitation de la steppe à *Hammada scoparia* dans la région de Naâma (Algérie). *Bot. complut.* 41: 81-91.
- Benaradj A.**, Mederbal, K., et Benabdelli, K. 2010. Remontée biologique du parcours steppique à *Lygeum spartum* après une durée de Mise en défens dans la steppe sud-oranaise de Naâma (cas de la station de Touadjeur) 5004 *Mditerranea serie de estudios biológicos* 2010 Época II N° 21. I.S.S.N.: 0210-5004.
- Bencherif S.**, 2013. L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente : enquêtes et perspectives de développement. *Mondes en développement*, 1 (161): 93-106.
- Benrbiha A.**, 1984. Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : Cas de la Coopérative Pastorale d'Ain Oussera (W. Djelfa). INA., Alger, 160 p. + Ann.
- Bensouiah R.**, 2004. Pasteurs et agro-pasteurs de la steppe algérienne. *Strates* 11, Doi : <http://strates.revues.org/478>.
- Berrached R.**, Kadik L., Ait Mouheb H., Prinzing A., 2017. Deep roots delay flowering and relax the impact of floral traits and associated pollinators in steppe plants. *PLoS ONE*, 12(3): e0173921. <https://doi.org/10.1371/journal>.

- Bessaih A.**, Hellal B., et Ayad N., 2014. Réhabilitation par l'Atriplex des parcours steppiques du sud de la préfecture de Saïda (Algérie occidentale), *European Scientific Journal edition* .10 (32) ISSN: 1857 – 7881 (Printe) - ISSN 1857- 7431.
- BNEDER.**, 2014. Analyse de l'aptitude à la culture de l'olivier des sols de la région de Laghouat. Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (BNEDER). 202 p.
- Boiyer J.**, Roberge G. et Friot D. 1985. Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à hauts rendement fourragers cultivées au Sénégal. II. Variation de leur valeur fourragère en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale, *REV. Elev. Méd. Vét. Pays tropical*. vol.38 ; 4. pp. 339-352.
- Bouallala M.**, 2013. Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara occidental algérien. Cas des régions de Bechar et Tindouf. Thèse de Doctorat. Université Kasdi-Merbah. Ouargla.193p.
- Bouchareb B.**, 2012. Suivi des actions de lutte contre la désertification ; étude expérimentale dans la commune de Hadj Mécheri. (W. LAGHOUAT). Thèse Magister USTHB, Alger, 111p.
- Bouchareb B.**, Huguenin J., Hammouda R. F., Nedjraoui D., Selmi H. 2019. Suivi diachronique de steppe restaurée : constats et perspectives *Revue Agriculture*. 10(1) : 92. 99, Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- Boughani A.**, 1995. Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra) : Phytomasse, application cartographique et aménagement. Thèse Magister. Univ. H. Boumediene Alger, 226 p.
- Boughani A.**, 2014. Contribution à l'étude phytogéographique des steppes algériennes (Biodiversité et endémisme). Thèse de Doctorat USTHB, Alger, p. 198 + Annexes.
- Boughani A.**, Sadki N., Médail, F., Dalila Nedjraoui N., Salamani M., 2009. Analyse floristique et phytogéographique d'une région de l'Atlas saharien constantinois, les gorges du Ghouffi (Algérie), *Acta Botanica Gallica*, 156:3, 399-414, DOI:10.1080/12538078.2009.10516166.
- Boumakhleb A.**, et Chehma A., 2014. Diversité floristique des Atriplexaies de la région de Djelfa. *Revue des bioressources vol 4 N° 2* 29-39.
- Bouzenoune A.**, 1984. Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud Oranais (Wilaya de Saïda). Thèse Doctorat 3ème Cycle. USTHB, Alger, 225 p. + Ann.
- Bourbouze A.** et Donadieu P., 1987. L'élevage sur parcours en région méditerranéenne. Ed : Option méditerranéennes, CIHEAM. IAM-M, Montpellier. 56 p.
- Braun-Blanquet J.**, Roussine N., Nègre R., 1952. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. *Dir. Carte Group. Vég. Afr. Nord*, CNRS, 292 p.

- Brouri L.**, 2011. Impacts des changements climatiques sur la gestion durable des ressources pastorales et des parcours dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie. *In* atelier Sous Régional sur 'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, Ouargla Algérie du 21-24 nov. 2011, p 29-38.
- Buxton D.R.**, 1995. Growing Quality Forages under Variable Environmental Conditions. Iowa State Univ., Ames, IA 50011.
- Celles J.C.**, 1975. Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice, 366 p+ann.
- Challen F.**, 2016. Inventaire et analyse de la phytodiversité des steppes à *Stipa tenacissima* L. dans la région de Saida (Algérie occidentale). Thèse Doctorat, Univ. Djillali liabes. SBA. Algérie 154p.
- Chehema A.**, 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, 147 p. + Ann.
- Chehema A.**, 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides (Université Kasdi-Merbah Ouargla). Edi. Dar El Houda Ain Melila.
- Chehema A.**, Faye B., Bastianelli D., 2010. "Valeurs nutritionnelles des plantes vivaces des parcours sahariens algériens pour dromadaires", *Fourrages*, 204, 263-268. <http://www.afpf-asso.fr/download.php>.
- Chehema A.**, Faye B., Djebbar M. A., 2008. Productivité fourragère et capacité de charge des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. *Sécheresse.*, 19 (2) : 115-21.
- Chehema A.**, Youcef F., 2009. Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du sud est Algérien. *Sécheresse.*, 20(4): 373-81.
- Chevalier R.**, Gautier G., Archaux F. 2010. Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. *Rev. For. Fr.*, LXII, 141-154.
- Cornet A.**, 2001. La désertification à la croisée de l'environnement et du développement, Paris, publication du Comité Scientifique Français de la Désertification, 32 p. <http://www.csf-desertification.org/bibliotheque/item/la-desertification-a-la-croisee-de-l-environnement-et-du-developpement>.
- Daget Ph.**, 1977. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, méthodes de classification, *Vegetatio*, 34 1 : 1-20.

- Daget Ph.**, 1980. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). In: Barbault R., Blandin T.P., Meyer J.A. (eds.) Recherches d'écologie théorique: Les stratégies adaptatives. Maloine, Paris, 89-114.
- Daget Ph.**, Gaston A. et Forgiarini G. 2003. Comparer des relevés de dates différentes au même emplacement. Exemple du Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 56 (3-4) : 163-166.
- Daget Ph.**, Godron M., 1995. Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. HATIER, AUPELF, UREF, Universités francophones, 510p.
- Ph.**, et Poissonet J. 1991. Prairies et pâturages: Méthodes d'étude. Edit. Institut de botanique, Montpellier, 354p.
- Daget Ph.**, Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies. *Ann.Agron.* 22 (1), 5-41.
- Daget Ph.**, Poissonet J., 1997. Biodiversité et végétation pastorale, *Rev. Elev. Med. Vét. Pays trop*, 50, (2) : 141-144.
- Dahmani M.**, 1997. Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doctorat. USTHB, Alger, 330 p. + Ann.
- Danin A.**, Orshan G., 1990. The distribution of Raukaier life forms relation to the environment. *Journal of vegetation science* 1. p 41-48.
- Deinum B.** and Dirven J.P.G., 1976. Climate, nitrogen and grass. 6. Comparison of yield and chemical composition of *Brach. Ruziziensis* and *Setaria sphacelata* grown at different temperatures, *Neth. J. agric. Sci.*, 23. pp. 69-82.
- Delassus L.**, 2015. Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).
- Demarquilly C.** 1982. Influence des facteurs climatiques sur la composition et la valeur nutritive de l'herbe, INRA, Actions du climat sur l'animal au pâturage, Séminaire Theix, 31 mars–1er avril 1982, Versailles, INRA. pp. 49–63.
- Demarquilly C.**, 1987. La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Perle d'eau, métabolisme, modification de la composition morphologique et chimique. In : Fourrages SEES: récolte, traitement, utilisation. Ed. INRA, 181-202.
- Demarquilly C.**, 1994. Facteur de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage INRA Prod, *Anim* 7(3), 177-189.
- Démarquilly, C** et Andrieu, J. 1988. Les fourrages: In Alimentation des Bovins Ovins et Caprins. INRA, Paris; pp: 315-334.

- Demarquilly C.**, Andrieu, J., Grenet, E. 1981. Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotés des fourrages. In prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA publications, Versailles. pp. 129-154.
- Demarquilly C.** et Jarrige R., 1982. Valeur alimentaire des fourrages de prairies cultivées et de prairies naturelles. Bull. Tech. C.R.Z. V. INRA. Theix, 6, 5-10.
- Dervin C.** 1990. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? Service des études statistiques, I.T.C.F., Paris, 75 p.
- Djaballah F.**, 2008. Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse Magister Univ. Kasdi Merbah Ouargla 141p.
- Djebaili S.**, 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse de Doctorat : Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc (France), Montpellier, 299 p. + Ann.
- Djebaili S.**, 1984. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. O.P.U Alger, 177p. + Ann.
- Djellouli Y.**, 1981. Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud-oranais (wilaya de Saida). Thèse Doctorat 3ème cycle, USTHB, Alger, 178 p. + Ann.
- Djellouli Y.**, 1990. Flore et climat en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doctorat, USTHB, Alger. 262 p+annexe.
- Djellouli Y.**, Djebaili S., 1984. Synthèse des relations flore-climat en zone aride : cas de la wilaya de Saida. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 181. *Actual. Bot.* 2. 3.4, 249-264.
- Djellouli Y** et Nedjraoui D., 1995. Evolution des parcours méditerranéens. In pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. 440-454.
- DPAT** 2012. Direction de Planification et de l'Aménagement du Territoire, 2008, Monographie de la wilaya de Laghouat, service Aménagement du territoire, Laghouat, p 168.
- DPSB**, 2012. Monographie de la wilaya de Laghouat. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire, 143 p.
- DSA L**, 2010. Direction des services agricoles wilaya de Laghouat. Statistiques. 110 p.
- Duvigneau G.**, 1987. L'évolution de la sédentarisation dans les Hautes Plaines de l'ouest algérien. *Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée*, N°45, pp. 80-93. DOI : 10.3406/remmm.1987.2172.
- Emberger L.**, 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot., Montpellier*, 7, 3-43.

- Emberger J.**, 1960. Esquisse géologique de la partie orientale des monts d'Ouled Nails. Publication du service de la carte géologique de l'Algérie. Bulletin 27. Nouvelle série. 399p.
- Estienne P.** et Godard, A., 1970. Climatologie, Paris, Armand Colin, Collection U, 365 pages, 128 figures, 1 carte hors-texte.
- Facelli J.M.** and Temby, A.M. (2002) Multiple effects of shrubs on annual plant communities in arid lands of South Australia. *Austral Ecology*, 27, 422–432.
- Fall Touré S.**, 1993. Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Maisons-Alfort : CIRAD-EMVT. Thèse de Doctorat: Zootechnie 139 p: Ecole supérieure agronomique de Montpellier.
- Floret Ch.** 1981. The effect of protection on steppe vegetation of the mediterranean arid zone of southern Tunisia. *Vegetatio*: 46: 117-129.
- Floret Ch.**, Galan, M.J., Le Floc, h., Orshan, G., Romane, F., 1990. Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for study vegetation. *Journal of Vegetation Science* 1, 71-80.
- Floret Ch.**, Pontanier, R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'ORSTOM Thèse Doctorat, Université des sciences et de la technologie langue doc, Montpellier, France. 544 p.
- Floret Ch.**, Pontanier R., 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 131, 265-275.
- Gamoun M.**, Ouled Belgacem A., Hanchi B., Neffat M., Gill F., 2012. Effet du pâturage sur la diversité floristique des parcours arides du Sud tunisien. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 67, 271-282.
- Gausson H.**, 1957. Les climats biologiques et leur classification, In: *Annales de Géographie*. 1957, t. 66, n°355. pp. 193-220.
- Gausson H.**, 1963. *Ecologie et phytogéographie*. Abbayes. pp : 952-972
- Genin D.**, 1990. Composition chimique des plantes ingérées et régime saisonnier de caprins sur un parcours aride. *Fourrages.*, 124 : 385-97.
- Ghiloufi W**, Quéro Pérez JL, García-Gómez M, Chaieb M. 2015. Assessment of species diversity and state of *Stipa tenacissima* steppes. *Turkish Journal of Botany*, 39:1-11p.
- Gilibert J.**, (1981) : Production fourragère en plein champs, à la Réunion, Saint Denis, La Réunion, EDE. 47 p.
- Gounot M.**, 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson et Cie, Paris, 314p.
- Guerin H.**, Richard, D., Lefevre, P., Friot, D., Mbaye, N. 1989. Prévion de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et

- soudaniens Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice, France, Vol 2. pp.879-880.
- Hachmi A.**, El Alaoui F.E., Acherkouk M., Mahyou H., 2015. Parcours arides du Maroc : restauration par mise en repos, plantations pastorales et conservation de l'eau et du sol. *Geo-Eco-Trop.*, 39 (2) : 185-204.
- Hammouda R.**, 2009. Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mechri Wilaya de Laghouat. Thèse Magister, USTHB, Alger. 142 p.
- Hannachi A.**, 1981. Relation entre aquifères superficiels et profonds : Hydrogéologie de la vallée d'oued M'zi à l'Est de Laghouat. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, 121p.
- Henni M.**, Mehdadi Z., 2012. Évaluation préliminaire des caractéristiques édaphiques et floristiques des steppes à armoise blanche dégradées réhabilitées par la plantation d'*Atriplex* dans la région de Saïda (Algérie occidentale), *Acta Botanica Gallica*, 159:1, 43-52, DOI: 10.1080/12538078.2012.671640.
- Hirche A.** 2010. Contribution à l'évaluation de l'apport de la télédétection spatiale dans la dynamique des écosystèmes en zones arides : cas du Sud- oranais. Thèse de Doctorat es Sciences, USTHB, Alger, 220 p.
- Houyou Z.**, Biolders C.L., Benhorma H.A., Dellal A. and Boutemdjet A. 2014. 'Evidence of strong land degradation by wind erosion as a result of rainfed cropping in the Algerian steppe: a case study at Laghouat', *Land Degradation & Development* <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.2295/pdf>.
- Houyou Z.**, 2015. Impact de la mise en culture en pluvial sur la dégradation du sol par érosion éolienne dans la steppe centrale (cas de la région de Laghouat). Thèse Doctorat, USTHB, Alger. 168p.
- I.A.P.**, 1972. Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000 de Laghouat. Institut du pétrole Algérien. Rapport collectif dirigé par le professeur J.Guillemot. 110 p.
- I.S.O.**, 1997. Aliments des animaux. Détermination de la teneur en azote et calcul de la teneur en protéines brutes- Méthode Kjeldahl. Ed. ISO. 9 p.
- Ihaddadene A.**, 2016. Les relations sol-végétation de la série dynamique du chêne vert : évaluation de la diversité floristique et édaphique. Thèse Doctorat, USTHB, Alger, 152 p. + Ann.
- Jaccard P.**, 1901. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37, 547-79.
- Jarrige R.** 1981. Les constituants glucidiques des fourrages: in prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed.INRA publications, Versailles. pp 13-40.

- Jarrige R.**, 1988. Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. Ed. INRA, Paris, 471p.
- Jarrige R.**, Ruckebush Y., Demarquilly C., 1995. Les herbivores ruminants. La nutrition des ruminants domestiques; ingestion et digestion. Ed INRA, 7-27 p.
- Jauffret S.**, 2001. Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : Application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien, Ph. D, Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille III, 365 pp.
- Jauffret S.**, Lavorel S., 2003. Are plant functional types relevant to describe degradation in arid, southern Tunisian steppes? *Journal of Vegetation Science*, 14, 399-408.
- Kaabeche M.**, 1990. Les groupements végétaux de la Région de Bou-Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doctorat Es-Sci. Univ., Paris-Sud (Orsay), 104 p. + Ann.
- Kadi-Hanifi H.**, 1998. L'Alfa en Algérie: Syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat d'Etat, USTHB, Alger, 228 p. + Ann.
- Kadi-Hanifi H.**, 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse*, 14(3), 169-179.
- Kadik L.**, 2005. Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse Doctorat Es Sciences, Univ. Sci. Tech. H. Boumediene, 188 p+ Ann.
- Kadik L.**, 2012. Phytosociologie et phytoécologie des forêts à Pin d'Alep. Verlag: Editions Universitaires Europeennes, Saarbrucken Allemagne, 448 p. + Ann.
- Kadi S.A.**, Zirmi-Zembri N. 2016. Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2- Les arbres et arbustes fourragers. Livestock Research for Rural Development, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, 2016. hal-01742651.
- Kessler J.J.**, 1990. Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane Plains of the Yemen Arab Republic. *J., Arid Environments*, 19: 225-234.
- Khalid F.**, Benabdeli K., et Morsli B., 2015. Impact de la mise en défens sur la lutte contre la désertification dans les parcours steppiques: cas de la région de naâma (sud-ouest algérien). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (1), 2015 : 16-31.
- Kherief N.**, S., Nouasriad., Salemkour N., Benchouk K. et Delhamra M. 2013. La mise en repos : une technique de gestion des parcours steppiques. *Journal Algérien des Régions Arides. N° Spécial 2013. 115-123. (ajouté e nom complet)*.
- Krebs C.J.**, 1999. Ecological Methodology. 2^e Edition. Benjamin Cummings, Menlo Park, 620p.

- Lahmar-Zemiti B.**, Aidoud A., 2016. Suivi à long-terme dans la steppe d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) du Sud-Oranais (Algérie) : Facteurs et indicateurs de changements. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71 (2), 168-177.
- LeFloc'h E.** 2001. Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Boccone* 13 : 223-237.
- LeFloc'h E.**, 2008. Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, C.T N° 1, Tunis, 175p.
- Le Houérou H.N.**, 1969. La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron. Tunis*. 42(5), 624 p.
- Le Houérou H.N.**, 1979. Resources and potential of the native flora for fodder and sown pastures production in the arid and semi-arid zones of North Africa. Lubbock, Texas: 384-401.
- Le Houérou H.N.**, 1985. La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.
- Le Houérou H.N.**, 1992. An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. *In* : Dregne HE, ed. Degradation and restoration of arid lands. Lubbock: International Center for Arid and Semiarid Land Studies, Texas Tech Univ, 127-63.
- Le Houérou H.N.**, 1995. Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, Diversité biologique, développement durable et désertisation, *Options méditerranéennes*, Série B, 10, 1-396.
- Le Houérou H.N.**, 2000. Restoration and rehabilitation of arid and semiarid mediterranean ecosystems in North Africa and West Asia: a review. *Arid Soil Res. Rehabil.*, 14, 3-14.
- Le Houérou, H.N.** 2002. Man-made deserts: Desertization processes and threats. *Arid Land Res. Manag.*, 16: 1-36.
- Le Houérou H.N.**, 2005. Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche. *Sécheresse*, 16 (2), 89-96.
- Lecomte P.H.**, Buldgen, A., Hellemans, P.H., Compere, R. 1996. Caractérisation des variations saisonnières de la qualité des repousses des végétations naturelles de savane en région guinéenne (Ranch de l'Adélé, Togo). *Annales de Zootechnie.*, 45: p.55.
- Long G.**, 1974. Diagnostic phytécologique et aménagement du territoire. Principes généraux et méthodes. 1 vol., 252 p. Masson, Paris.
- Louhaichi M.**, Ghassali f., Salkini, A.k., Petersen, S.L., 2012. Effet de pâturage des moutons sur les communautés végétales de parcours: étude de cas de dépressions du paysage dans syriennes steppes arides. *Journal of Arid Environments*, 79: (101-106).

- Maatougui A.**, Tardif N., Acherkouk M., El Houmaizi M. A., 2013. Impact d'une mise en défens sur la biodiversité végétale d'une steppe semi-aride à *Artemisia herba-alba* asso. dans les hauts plateaux de l'oriental marocain. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 5, N° 131006.
- Mackenzie A** et Ball S. 2000. L'essentiel en écologie, Ed. BERTI; Paris. p.78-79-79 et 261-265.
- Madon O.** et F. Médail., 1996. The ecological significance of annuals on Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). *Plant Ecology*. 129, 189-199.
- Magurran A.E.**, 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford, 256 p.
- Maire R.**, 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. *Gouv. Gén. Alg. Ser. 1* vol. Cart. Baconnier, Alger, 78 p.
- Marnay L.**, Doligez P., Trillaud C., 2014. Les aliments - L'analyse chimique des fourrages, www.haras-nationaux.fr.
- Mayouf R.**, 2015. Evaluation pastorale des parcours du Sud de la wilaya de Tébessa : Influence de la saison sur la valeur nutritive. Thèse Doctorat Univ. Batna 113p.
- Mayouf R.**, et Arbouche F. 2014. Chemical composition and relative feed value of three Mediterranean fodder shrubs. *African Journal of Agricultural Research* 9(8):746-749. http://www.academicjournals.org/article/article1392303652_Mayouf%20and%20Arbouche.pdf.
- Mayouf R.** and Arbouche F. 2015. Seasonal variation in the chemical composition and nutritional characteristics of three pastoral species from Algerian arid rangelands. *Livestock Research for Rural Development* 27 (3). <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd27/3/mayo27042.html>.
- Meddour R.**, 2011. La méthode phytosociologique Sigmatiste ou Braun Blanqueto-Tüxenienne. Faculté des sciences biologiques et agronomiques, département des sciences agronomiques, T.O. 39p.
- Mengistu B.**, Asfaw Z., 2016. Woody species diversity and structure of agroforestry and adjacent land uses in Dallo Mena District, South-East Ethiopia. *Natural Resources*, 7, 515-534. <http://dx.doi.org/10.4236/nr.2016.710044>.
- Merdas S.**, Menad A., Mostephaoui T., et Sakaa B., 2017. Plant community structure and diversity under grazing gradient in arid Mediterranean steppe of Algeria. V 8, Issue 12, pp. 4329-4338. *J. Mater. Environ. Sci.*
- Monjauze A.**, 1968. Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* en Algérie, Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord. Tome 56- 2. 128 p.
- Moore A.W.**, Russel J.S., 1976. Climate. Tropical pasture research. Principles and methods. Ed. by SHAW and BRYAN. Chapages (2): 18-33.
- Mouafeg J.**, 1984. Les migrations internes entre les Wilayets de 1966 à 1977», in *Statistique* (3), O.N.S., Alger, 36-50.

- Mouhous A.**, 2005. Les causes de la dégradation des parcours steppiques. Cas : Wilaya de Laghouat, commune de Hadj Mécheri - Thèse. Mag. INA. Alger, 118 p.
- Nedjahi A.**, 1998. Bilan des travaux de recherche sur les zones steppiques. INRA, Alger. 19p.
- Nedjraoui D.**, 1981. Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Doctorat 3ème cycle, USTHB, Alger, 156 p.
- Nedjraoui D.**, 1990. Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique. Thèse Doctorat Univ. Sci. Tech. H. Boumediene, Alger, 240 p.
- Nedjraoui D.**, 2001. Notes de réflexions sur la politique de lutte contre la désertification en Algérie: Profil fourrager. Rapport, OSS, 34 p.
- Nedjraoui. D. 2002, Les ressources pastorales en Algérie. Document FAO www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm.
- Nedjraoui D.**, 2003, Les mécanismes de suivi de la désertification en Algérie proposition d'un dispositif national de surveillance écologique à long terme. Doc. OSS, 37 P.
- Nedjraoui D.** et Bédrani, S., 2008. 'La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte', Vertigo: la revue électronique en science de l'environnement, Vol. 6, No. 1. <http://vertigo.revues.org/5375?lang=en#text>.
- Nedjraoui D.**, Hirche A. Boughani S. Mostefa S., et Alamani B., 1999. Suivi diachronique des processus de désertification in situ et par télédétection des hautes plaines steppiques du Sud-Ouest Oranais U.R.B.T. et I.N.C. Alger, 9-15.
- Nedjraoui D.**, Hirche A., 2016. Surveillance à long terme des écosystèmes steppiques et suivi de la désertification. Cas de la steppe du Sud Ouest Oranais (Algérie). Séminaire International « Biodiversité et Changements globaux », Djelfa, p 5-21.
- Négre R.**, 1966. Les thérophytes. *Mém. Soc. Bot. France*, 92-108.
- Noy Meir I.**, 1974. Stability in arid ecosystems and the effects of man on it. In Cove A. I. (eds). Structure, Fonctionnement and Management of ecosystems. Proc. of the first international congress of ecology : 220 - 225 Wangening.
- Olden J.**, Rooney T., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecol. Biogeogr.*, 15, 113-120.
- ONM.**, 2014. Données climatiques de la Wilaya de Laghouat. Alger.
- Orshan G.**, G. Montenegro, G. Avila, M.E. Aljaro, A. Walckowiaak & A.M. Mujica, 1984. Plant growth forms of Chilean matoral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 M A.S.L. *Bull. Soc. Bot. Fr. (Actual. Bot.)*, 131, 411-425.

- Ould Sidi Mohamed Y.**, Neffati M. et Henchi B. 2002. Effet du mode de gestion des phytocénoses sur leur dynamique en Tunisie présaharienne : Cas du parc national de Sidi Toui et de ses environs. *Sécheresse*, 13: 195-203.
- Ozenda P.**, 1958. Flore du Sahara septentrional et central, 1^{ère} Edition. CNRS, Paris, 468 p.
- Ozenda P.**, 1977. Flore du Sahara, 2^e Edition. CNRS, Paris, 622 p.
- Ozenda P.** 1983. Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- Ozenda P.**, 1991. Flore et végétation du Sahara, 3^e édition. C.N.R.S., Paris, 662 p.
- Ozenda P.**, 2004. Flore et végétation du Sahara. Paris, édition du Centre National de la recherche scientifique 3^{ème} Ed, 662 p.
- Pouget M.**, 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algérois. Document de ORSTOM, Paris, 555 p.
- Quézel P.**, Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 Tomes, CNRS., Paris, 1170 p.
- Quézel P.**, 1965. La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Paris: Masson; 333p.
- Quézel P.**, 1978. Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri. Bot. Gard.*, 65 (2): 479-533.
- Quézel P.**, 1983. Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia.*, 14 : 411-6.
- Quézel P.**, 1995. La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. *Ecologia mediterranea.*, T XXI (1/2), 19-39.
- Quézel P.**, 2002. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. IBISPRESS : 112 p.
- Quézel P.**, Berbero M., 1993. Variations climatiques au Sahara et en Afrique depuis le Pliocène ; enseignement de la flore et de la végétation actuelles. *Bull. Ecol.*, 24 (2/3/4), 191-202.
- Ramade F.**, 1994. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale, 3^e Edition. Edi science, 579 p.
- Raunkiaer C.**, 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- Rekik F.**, 2015. Contribution à l'évaluation des ressources fourragères des parcours steppiques de l'Est Algérien « Cas de la région de Tébessa ». Thèse Doctorat Univ. Batna 120p.
- Rekik F.**, Bentouati A., et Aidoud A., 2014. Evaluation des potentialités fourragères d'un parcours steppique à dominance de *Salsola vermiculata* L. dans l'EST de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 26, Article 231. <http://www.lrrd.org/lrrd26/12/reki26231.html>.

- Rerat A.**, 1956. Méthodes de dosage des glucides en vue du calcul de leur valeur énergétique. *Annales de zootechnie* III p 213.
- Richard D.** 1987. Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse Doctorat 3ème cycle. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI. 314 p.
- Riviere R.** 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2ème Ed. Ed. IEMV, 527p.
- Roe E.M.** 1997. Viewpoint: On rangeland carrying capacity. *Journal of range management*, 50 (5). pp. 467-472.
- Rognon P.**, 1976. Les oscillations du climat saharien depuis 40 millénaires. Introduction à un vieux débat. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dynan.*, XVII (2-3): 147-156.
- Roselt/OSS CT1**, 2008. Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, CT n° 1, Tunis, 174 p.
- Salemkour N.**, Benchouk K., Nouasria D., Kherief Nacereddine S., Benhamra M., 2013. Effets de la mise en défens en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorales des parcours steppiques de la région de Laghouat (Algérie). *Journal Algérien des Régions Arides*, 12, 1-12.
- Sauvage Ch.**, 1963. Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc, notice explicative, *Rech. Inst.Sc. Rabat*: 44 p.
- Seltzer P.**, 1946. Le climat de l'Algérie. Alger, Algérie, Institut de météorologie et physique du globe, 219 p.
- Shannon C.E.**, Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, Chicago Ill., Univ. Illinois Press, 125 p.
- Sheuyange A.**, Oba, G., & Weladji, R. B., 2005. Effects of Anthropogenic Fire History on Savanna Vegetation in Northeastern Namibia. *Journal of Environmental Management*, 75, 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.004>.
- Slimani H.**, Aidoud A., Roze F., 2010. 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments*, 74, 685–691.
- Slimani H.**, Aidoud A., 2018. Quarante ans de suivi dans la steppe du sud-oranais (Algérie) : changements de diversité et de composition floristiques. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 73 (3), 2018 : 293-308.
- Soltner D.**, 2000. Phytotechnie générale: les bases de la production végétales. Tome 1: le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467 p.
- Stewart Ph.**, 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. T. 59: 23-36, Alger.

- Tarhouni M.**, Ouled Belgacem A., Neffati M. and Henchi B., 2007. Qualification of rangeland degradation using plant life history strategies around watering points in southern Tunisia. *Pakistan Journal of Biological Science* 10 (8) : 1229-1235.
- Tremblay G. F.**, Petit H.V., La frenière C., 2002. Notions de qualité des fourrages. Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- Tricart J.**, 1969. Le modèle des régions sèches. Sedes, Paris, 472 p.
- Tsiouvaras C.**, N. 1987. Ecology and management of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) shrublands in Greece: a review. *Journal of Range Management*, 542-546. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/viewFile/8193/7805>.
- Yahefdhou O.S.M.**, Neffati M., Henchi B., 2002. Effet du mode de gestion des phytocénoses sur leur dynamique en Tunisie présaharienne: cas du parc national de Sidi Toui et de ses environs. *Science et Changements Planétaires/Sécheresse* 13(3): 195-203.
- Yahiaoui F.** 2011. Contribution to the evaluation of the impact of *Atriplex canescens*, on some chemical physico parameters of the ground of the zone of Sidi Ahmed wilaya of Saida. Thesis of Magistere, university of sciences and technology Houari Boumédiène of Algiers. 137p.
- Yates CY.**, Norton DA., Hobbs RJ. 2000. Grazing effects on plant cover, soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia: implications for restoration. *Austral Ecology*, 25, 36–47.
- Yerou H.**, 2013. Dynamique des systèmes d'élevage et leur impact sur l'écosystème steppique : cas de la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse Doctorat, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 135p.
- Wilson J.R.**, Taylor, A.O., Dolby, G.R. 1976. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research.*, 19 (1): 41-46.
- Whittaker R.H.** 1977. Evolution of species diversity in land communities. In: Hecht, M.K. and Steere, B.W.N.C. Eds., *Evolutionary Biology*, Plenum Press, New York, 10, 1-67.
- Zaher-Ara T.**, Boroomand N., Sadat-Hosseini M., 2016. Physiological and morphological response to drought stress in seedlings of ten citrus. *Trees*, 30(3), 985-993. Doi 10.1007/s00468-016-1372-y.
- Zedam A.**, 2015. Etude de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna Inventaire-Préservation. Thèse Doctorat, Université Ferhat Abbas 1, Sétif, 150 p. + Ann.
- Zirmi-Zembri N.** et Kadi S. A 2016. Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 1- Les fourrages naturels herbacés; *Livestock Research for Rural Development*. Volume 28, Article #145. <http://www.lrrd.org/lrrd28/8/zemb28145.html>.

Annexe 1

Tableau 1 : Régimes saisonniers moyens

| Stations | SELTZER 1913-1938 | DUBIEF 1926-1950 | E.N.E.M.A. 1950-1975 | O.N.M. 1971-2004 | O.N.M. 2004-2014 |
|----------|----------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Laghouat | A,P,H,E | A,P,H,E | - | A,P,H,E | A,P,H,E |
| Aflou | A,P,H,E | - | P, H,A,E | P,A,H,E | A,P,H,E |

Tableau2 : Répartition des températures moyennes mensuelles et annuelles de1938 à 2014

| Stations | Paramètres | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Ann |
|-------------------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|------|-------|
| Aflou (1913-1938) | M (°C) | 8.6 | 8.3 | 14.2 | 17.4 | 23.4 | 28.3 | 33 | 32.6 | 26.4 | 20.1 | 13.6 | 9.1 | 19.6 |
| | m (°C) | 0 | -1,3 | 2.4 | 4.3 | 8 | 12.5 | 15.1 | 15.3 | 11.7 | 7.8 | 3.1 | 0.5 | 6.5 |
| | Tmoy (°C) | 4.3 | 3.5 | 8.3 | 10.8 | 15.7 | 20.4 | 24.1 | 23.9 | 19.1 | 13.9 | 8.35 | 8.4 | 13.05 |
| Laghouat (1913-1938) | M (°C) | 12.5 | 15.1 | 18.4 | 22.8 | 26.2 | 31.8 | 36 | 35.2 | 30 | 24 | 16.9 | 13 | 23.5 |
| | m (°C) | 2,3 | 3.6 | 6.5 | 9.4 | 13.2 | 18,1 | 21.2 | 20.4 | 16.8 | 11.6 | 5.9 | 3.1 | 11 |
| | Tmoy (°C) | 7.4 | 9.35 | 12.4 | 16.1 | 19.7 | 24.9 | 28.6 | 27.8 | 23.4 | 17.8 | 11.4 | 8.05 | 17.25 |
| Aflou (1995-2004) | M (°C) | 10 | 11,4 | 14,8 | 17,6 | 23,2 | 27,5 | 33,1 | 32,8 | 26,6 | 22,5 | 14,4 | 10,4 | 20,5 |
| | m (°C) | -3,4 | -2,5 | -0,3 | 1,5 | 6,5 | 11,3 | 15,1 | 15,5 | 9,3 | 8,5 | 0,2 | -2,8 | 5 |
| | Tmoy (°C) | 3,3 | 4,45 | 7,25 | 9,55 | 14,8 | 19,4 | 24,1 | 24,1 | 17,9 | 15,5 | 7,3 | 3,8 | 12,5 |
| Laghouat (1995-2004) | M (°C) | 14,7 | 17,2 | 21,2 | 24,4 | 29,4 | 35,4 | 39,1 | 38,2 | 32,7 | 26,6 | 19,5 | 15,7 | 26,38 |
| | m(°C) | 3,21 | 3,97 | 7,15 | 10,4 | 15,5 | 20,5 | 23,8 | 22,8 | 18,6 | 13,8 | 6,95 | 3,67 | 12,68 |
| | Tmoy (°c) | 8,95 | 10,6 | 14,2 | 17,4 | 22,5 | 27,9 | 31,4 | 30,5 | 25,7 | 20,2 | 13,2 | 9,68 | 19,35 |
| Aflou 2005-2014 | M (°C) | 9,64 | 9,68 | 13,71 | 19,23 | 24,28 | 29,56 | 34,37 | 35,06 | 28,22 | 22,1 | 15,05 | 20 | 26,09 |
| | m(°C) | -3,65 | -2,58 | -0,85 | 3,26 | 7,3 | 9,65 | 16,02 | 15,36 | 11,76 | 6,67 | 1,05 | -2,8 | 6,11 |
| | Tmoy (°c) | 2,995 | 3,55 | 6,43 | 11,25 | 15,79 | 19,60 | 25,19 | 25,21 | 19,99 | 14,4 | 8,05 | 8,55 | 13,42 |
| Laghouat (2005-2014) | M (°C) | 14,71 | 15,67 | 20,19 | 24,74 | 29,75 | 35,26 | 39,74 | 38,54 | 32,2 | 26,6 | 19,17 | 14,7 | 31,13 |
| | m(°C) | 1,488 | 2,693 | 5,956 | 9,6 | 14,56 | 18,68 | 23,3 | 22,71 | 18,92 | 13,6 | 6,26 | 2,7 | 14,05 |
| | Tmoy (°c) | 8,09 | 9,18 | 13,07 | 17,17 | 22,15 | 26,97 | 31,52 | 30,62 | 25,56 | 20,15 | 12,71 | 8,71 | 18,83 |

Annexe 2

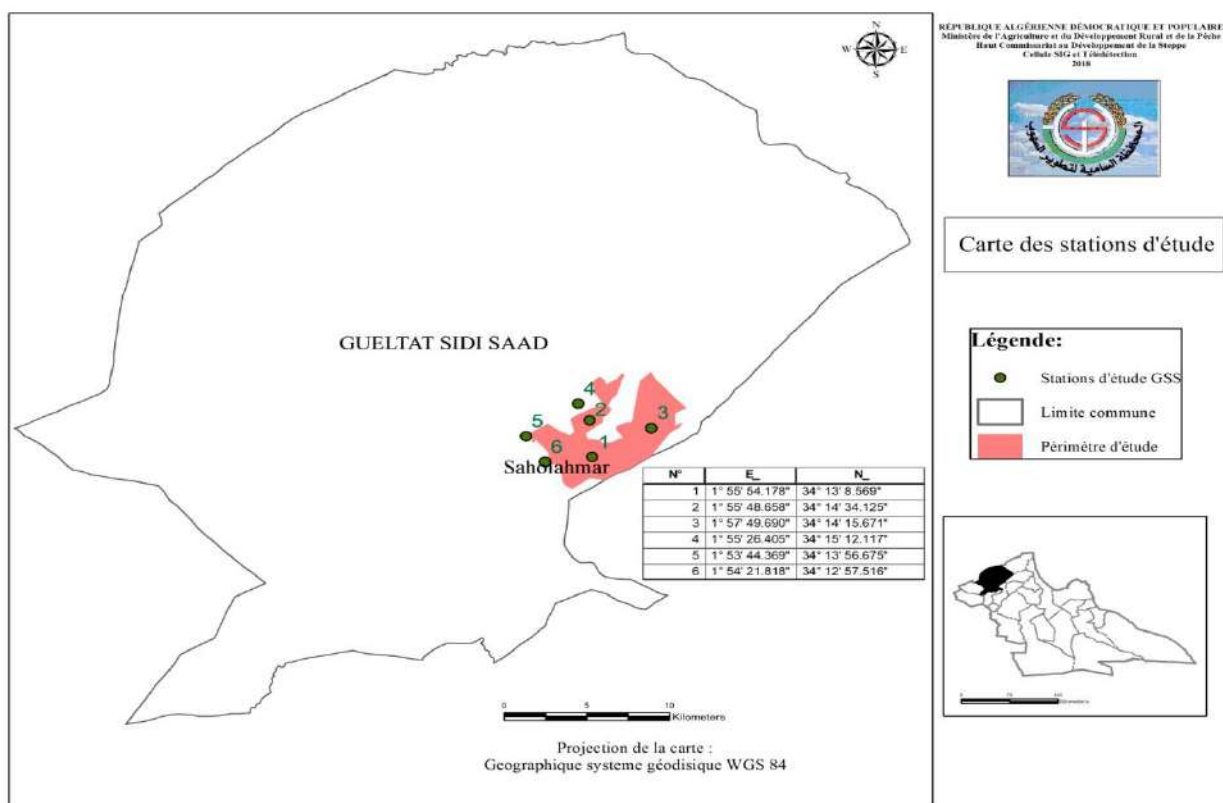


Figure 1. Situation géographiques des stations d'étude 1 et 2 Gueltet Sidi Saad

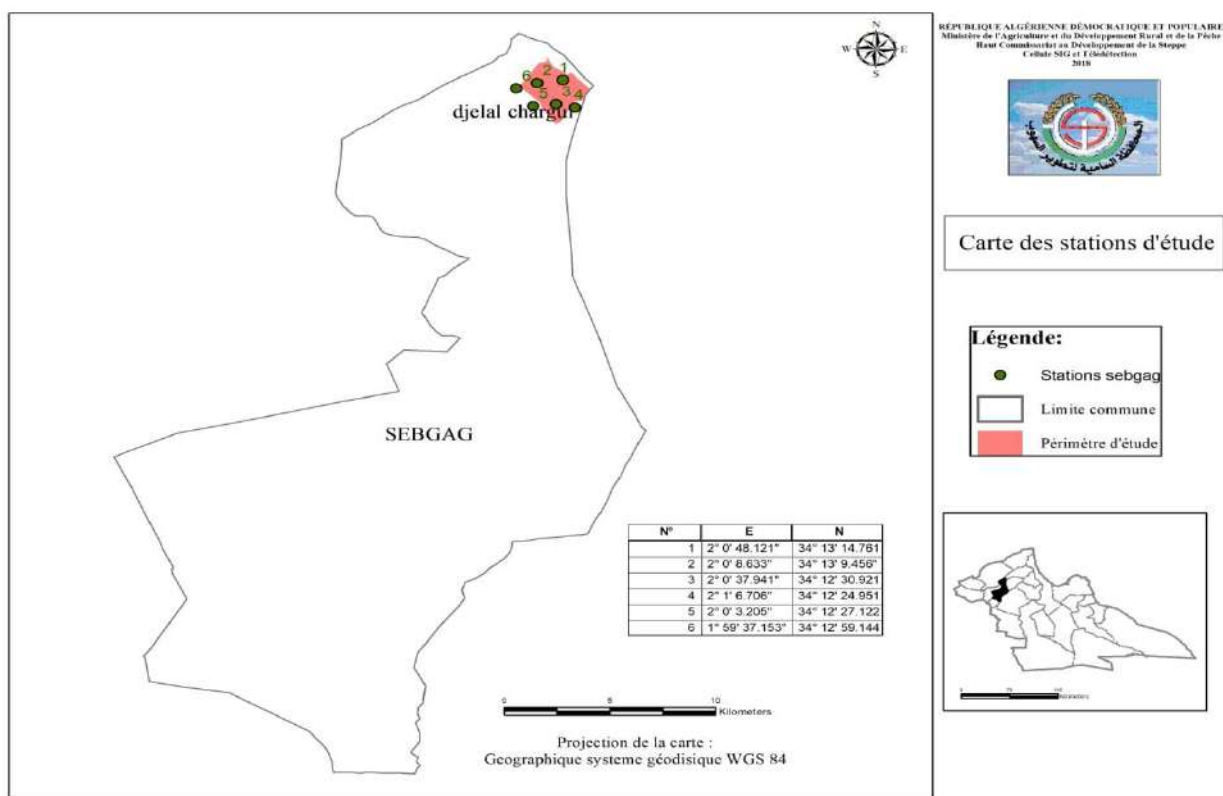


Figure 2 Situation géographiques des stations d'étude 3 et 4 Sebgag

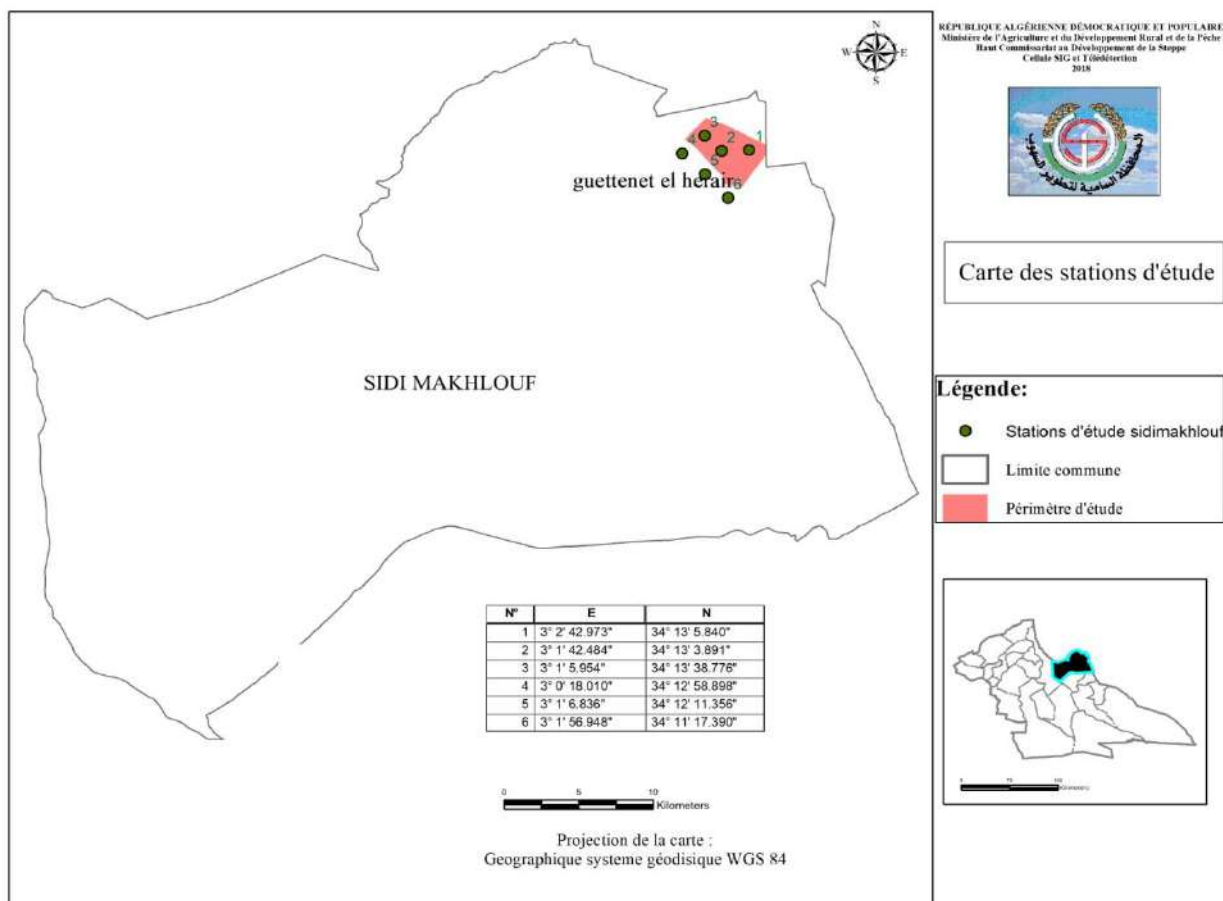


Figure 3. Situation géographiques des stations d'étude 5 et 6 Sidi Makhlouf (plantation)

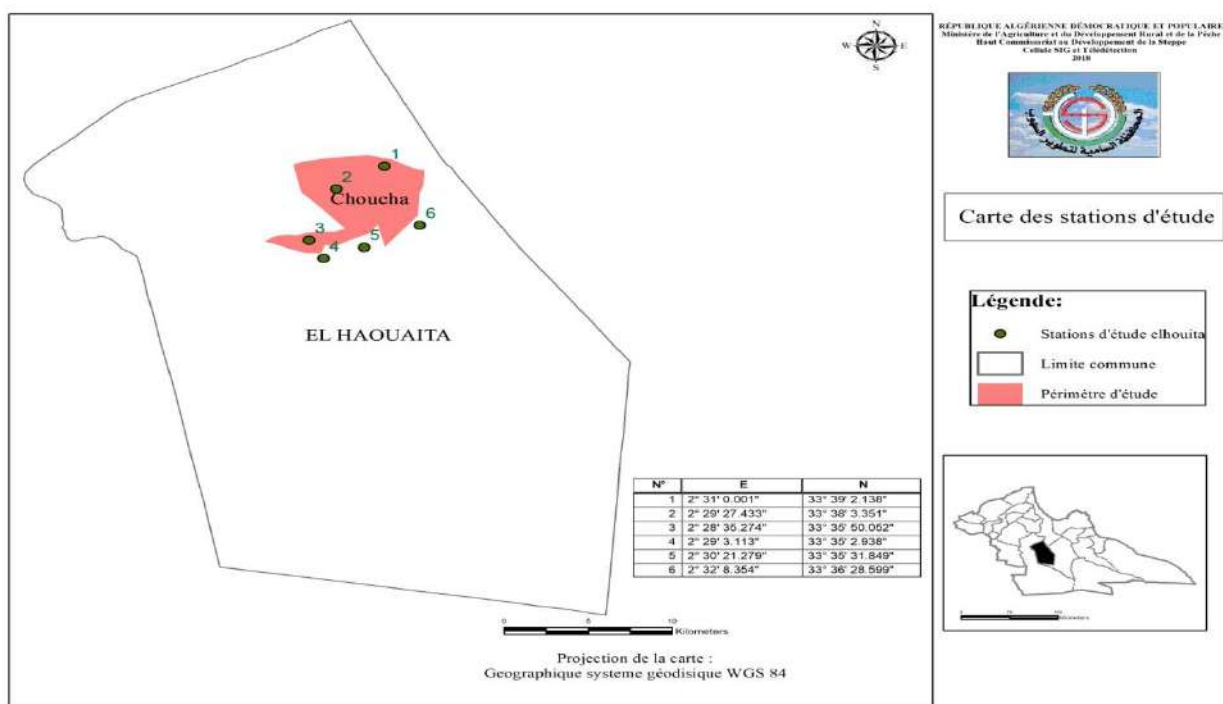


Figure 4. Situation géographiques des stations d'étude 7 et 8 El Houaita (mise en défens)

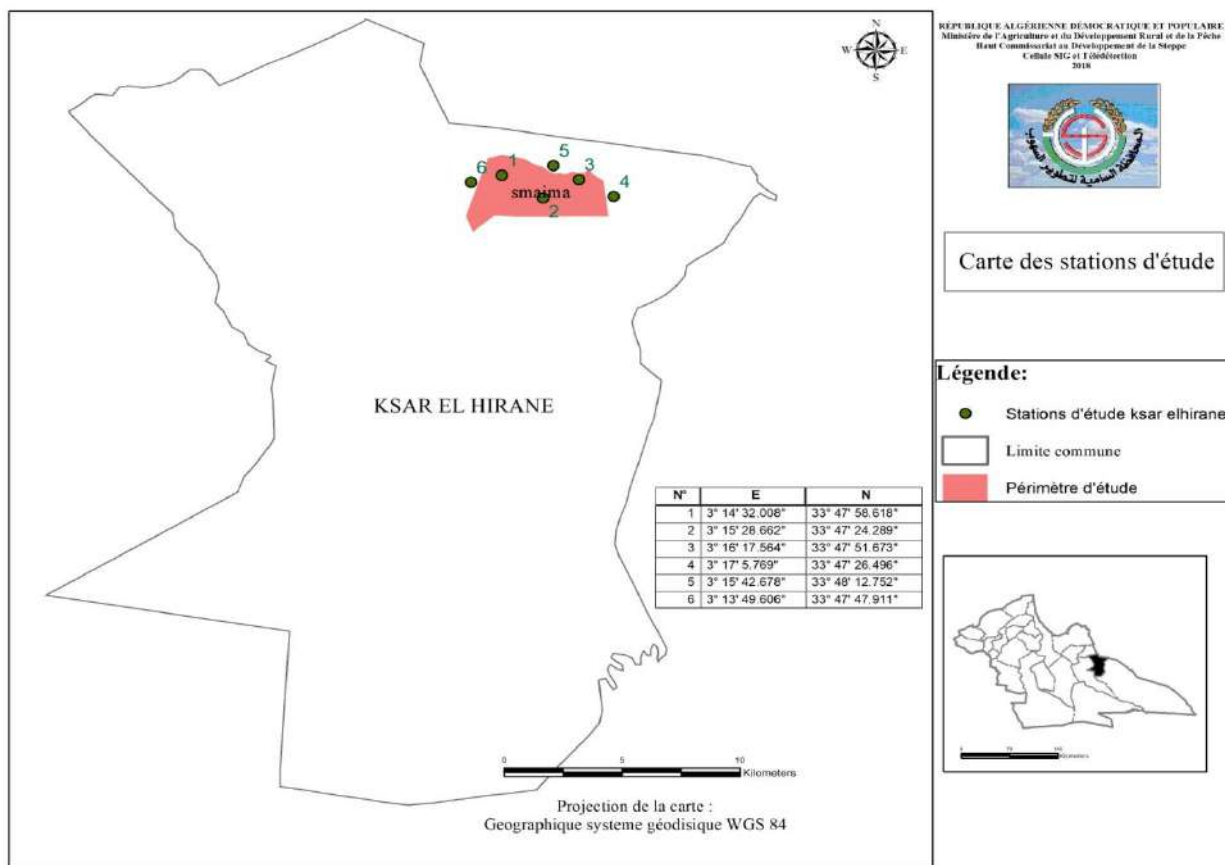


Figure Situation géographiques des stations d'étude 9 et 10 Kser EL hirane (plantation)

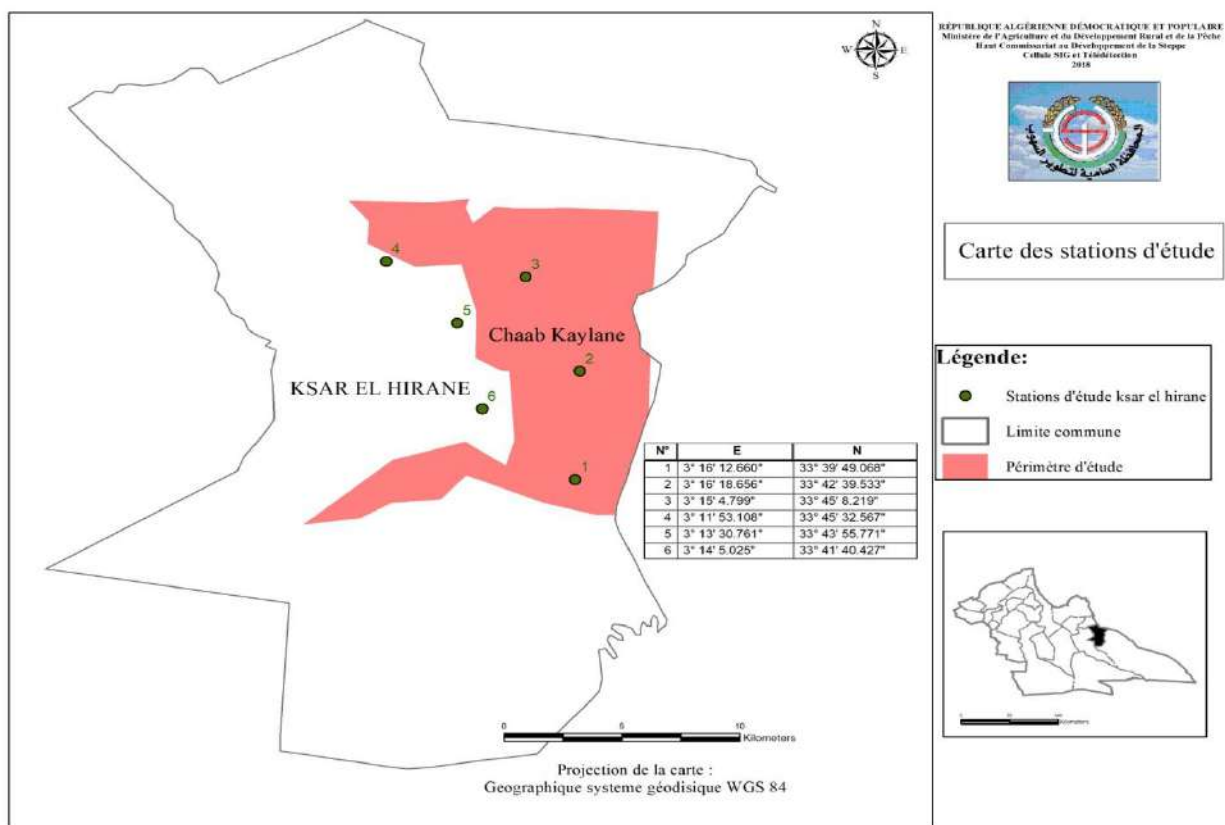


Figure 6. Situation géographiques des stations d'étude 11 et 12 Ksar ELhiran (mise en défens)

Annexe 3

Tableau 1. Liste des espèces inventoriées

| | espèce | Famille | TB | TP | Cycle de vie |
|----|---|----------------|----|-------|--------------|
| 1 | <i>Alyssum macrocalyx</i> Coss. et Dur. | Brassicaceae | th | End | A |
| 2 | <i>Ammodaucus leucotricus</i> Coss. et Dur. | Apiaceae | Th | SA | A |
| 3 | <i>Anabasis articulata</i> Forsk. Moq. | Amaranthaceae | Ch | SA | Pe |
| 4 | <i>Anthylus vulneraria</i> L. | Fabaceae | He | M | A |
| 5 | <i>Aristida pengens</i> Desf. | Poaceae | He | SA | Pe |
| 6 | <i>Artemisia campestris</i> L. | Astreraceae | Ch | M | Pe |
| 7 | <i>Artemisia herba alba</i> Asso. | Astreraceae | Ch | M | Pe |
| 8 | <i>Arthrophytum scoparium</i> Pomel. Iljin | Amaranthaceae | Ch | M SA | Pe |
| 9 | <i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav. | Liliaceae | G | M | A |
| 10 | <i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss.et Cral. | Astreraceae | Th | S A | A |
| 11 | <i>Astragalus armatus</i> Willd. | Fabaceae | Ch | M | Pe |
| 12 | <i>Astragalus caprinus</i> | Fabaceae | Th | MSA | A |
| 13 | <i>Astragalus cruciantus</i> Link. | Fabaceae | Th | MSA | A |
| 14 | <i>Astragalus gombo</i> Coss. Dur. | Fabaceae | Ch | End | Pe |
| 15 | <i>Atractylis humilis</i> L. | Astreraceae | He | M | Pe |
| 16 | <i>Atractylis serratuloides</i> (Sieb | Astreraceae | Ch | S.A | Pe |
| 17 | <i>Atriplex canescens</i> L. | Amaranthaceae | Ch | AAITu | Pe |
| 18 | <i>Carduus macrocephalus</i> Desf. | Astreraceae | Th | M | A |
| 19 | <i>Calendula aegyptiaca</i> Desf. | Astreraceae | Th | S.A | A |
| 20 | <i>Cistanche tinctoria</i> | Orobanchaceae | Pa | MAS | A |
| 21 | <i>Cleome arabica</i> L. | Capparidaceae | Ch | SA | Pe |
| 22 | <i>Colocynthis vulgaris</i> L. | Cucurbitaceae | He | MIT | A |
| 23 | <i>Echinops spinosus</i> L. | Astreraceae | Th | SA | A |
| 24 | <i>Echium pycnanthum</i> Pomel | Borraginaceae | Th | M.S.A | A |
| 25 | <i>Echium humile</i> Desf. | Borraginaceae | Th | End | A |
| 26 | <i>Erodium glaucophyllum</i> L'Her. | Geraniaceae | Th | M.S.A | A |
| 27 | <i>Erodium triangulare</i> Forsk. Musch | Geraniaceae | Th | M | A |
| 28 | <i>Eruca vesicaria</i> L. Car. | Brassicaceae | Th | S.A | A |
| 29 | <i>Euphorbia guyoniana</i> | Euphorbiaceae | Th | M | A |
| 30 | <i>Euphorbia falcata</i> L. | Euphorbiaceae | Th | SA | A |
| 31 | <i>Euphorbia heliscopia</i> | Euphorbiaceae | Th | SA | A |
| 32 | <i>Evax argentea</i> Pomel | Astreraceae | Th | M | A |
| 33 | <i>Evax pygmaea</i> L. Brot | Astreraceae | Th | M | A |
| 34 | <i>Fagonia glutinosa</i> Del. | zygophyllaceae | Ch | SA | Pe |
| 35 | <i>Farsetia hamiltonii</i> | Brassicaceae | Ch | M | A |
| 36 | <i>Filago spathulata</i> Presl. | Astreraceae | Th | M | A |
| 37 | <i>Helianthemum ellipticum</i> s Desf.Pers. | Cistaceae | Th | MSA | A |

| | | | | | |
|----|---|-----------------|----|-------|----|
| 38 | <i>Helianthemum lippii</i> Var | Cistaceae | Ch | MSA | Pe |
| 39 | <i>Herniaria hirsuta</i> L. | Caryophyllaceae | Th | M | A |
| 40 | <i>Hordeum murinum</i> L. | Poaceae | Th | End | A |
| 41 | <i>Ifloga spicata</i> (Forsk) | Asreraceae | Th | SA | A |
| 42 | <i>Iris sisyriuchium</i> (L.) Parl. | Iridaceae | Ge | M | Pe |
| 43 | <i>Launaea capitata</i> (Spreng.) | Astreraceae | Th | MSA | A |
| 44 | <i>Launaea glomerata</i> (Cass.) | Astreraceae | Th | MSA | A |
| 45 | <i>Launaea micronata</i> (Cass) Hook | Astreraceae | Th | MSA | A |
| 46 | <i>Launaea nudicaulis</i> (L.)Hook. F. | Astreraceae | Th | M.S.A | A |
| 47 | <i>Launaea resedifolia</i> (L.) | Astreraceae | Th | MSA | A |
| 48 | <i>Limonium sinuatum</i> (L.) Mill. | Plambaginaceae | Th | End | A |
| 49 | <i>Lygeum spartum</i> L | Poaceae | G | M | Pe |
| 50 | <i>Malva aegyptica</i> L. | Malvaceae | Th | M.S.A | A |
| 51 | <i>Mathiola livida</i> (Delile) DC. | Brassicaceae | He | SA | A |
| 52 | <i>Mathiola longipetala</i> (Vent.) DC. | Brassicaceae | Th | SA | A |
| 53 | <i>Matricaria pubesens</i> (Desf.) Sch. Bip. | Astreraceae | Th | SA | A |
| 54 | <i>Medicago Arabica</i> L. All. | Fabaceae | Th | MSA | A |
| 55 | <i>Medicago lacianata</i> (L.)Mill | Fabaceae | Th | M.S.A | A |
| 56 | <i>Micropus bombycinus</i> Lag. | Astreraceae | Th | P | A |
| 57 | <i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC. | Brassicaceae | Ch | M | Pe |
| 58 | <i>Muscari comosum</i> L. Mill. | Hyacinthcear | Th | M | A |
| 59 | <i>Noaea mucronata</i> Forsk. Asch. Et Schw. | Amaranthaceae | Ch | I.T | Pe |
| 60 | <i>Ononis angustissima</i> Lam. | Fabaceae | Ch | End | Pe |
| 61 | <i>Ononis natrix</i> L. | Fabaceae | Ch | M | A |
| 62 | <i>Oudneya africana</i> R. Br. | Brassicaceae | Ch | M | Pe |
| 63 | <i>Paronychia arabica</i> (L.) DC. | Caryophyllaceae | Hh | SA | A |
| 64 | <i>Paronychia argentea</i> (Pourr.)Lamk. | Caryophyllaceae | He | M | A |
| 65 | <i>Peganum harmala</i> L. | Zygophyllaceae | Ch | I.T | Pe |
| 66 | <i>Phagnalon saxatile</i> (L) Cass | Astreraceae | Ch | M | A |
| 67 | <i>Pituranthos chloranthus</i> Benth. et Hook | Apiaceae | Ch | SA | Pe |
| 68 | <i>Plantago albicans</i> L. | Plantaginaceae | Th | M | A |
| 69 | <i>Plantago ciliata</i> Desf. | Plantaginaceae | Th | SA | A |
| 70 | <i>Plantago ovata</i> Forsk. | Plantaginaceae | Th | MSA | A |
| 71 | <i>Pseuderucaria teretifolia</i> Desf | Brassicaceae | Th | End | A |
| 72 | <i>Reseda villosa</i> Coss | Resedaceae | Th | End | A |
| 73 | <i>Retama retam</i> (Forsk.)Webb | Fabaceae | Ph | MSA | Pe |
| 74 | <i>Rhanterium adpressum</i> Coss | Astreraceae | Ch | SA | Pe |
| 75 | <i>Salsola vermiculata</i> L | Amaranthaceae | Ch | MSA | Pe |
| 76 | <i>Schismus barbatus</i> L. | Poaceae | Th | M | A |
| 77 | <i>Scorzonera laciniata</i> L. | Asreraceae | Th | M | A |
| 78 | <i>Silene tridentata</i> Desf. | Caryophyllaceae | Th | M | A |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|---------------|----|-----|----|
| 79 | <i>Stipa parviflora</i> Desf. | Poaceae | He | M | Pe |
| 80 | <i>Stipa retorta</i> Cav. | Poaceae | Th | M | A |
| 81 | <i>Stipa tenacissima</i> L. | Poaceae | Ge | M | Pe |
| 82 | <i>Teucrium polium</i> | Lamiaceae | Ch | E.M | Pe |
| 83 | <i>Thymelaea microphylla</i> Coss. DR | Thymelaeaceae | Ch | MSA | Pe |

TB : Type biologique ; **TP** : type phyrochoprique ; **Th** : thérophyte ; **Ch** : Chamaéphyte ; **Ge** : Géophyte ; **He** : hémicryptophyte ; **Pe** : pérenne ; **A** : annuelle ; **E** : Européen, **E-A** : euro-asiatique ; **E.M** : euro-méditerranéen ; **End** : endémique ; **I.T** : irano-touranien ; **M** : méditerranéen ; **M.I.T** : méditerranéo-irano-touranien ; **M.S.A** : méditerranéo-saharo-arabique ; **P** : plurirégional ; **S.A** : saharo-arabique

Tableau 2 : Composition systématique des stations libres

| N | Famille | Genr | % | esp | % |
|-------|----------------|------|------|-----|-------|
| 1 | Amaranthaceae | 6 | 37,5 | 2 | 8,70 |
| 2 | Asteraceae | 2 | 12,5 | 10 | 43,48 |
| 3 | Borraginaceae | 1 | 6,25 | 1 | 4,35 |
| 4 | Fabaceae | 1 | 6,25 | 1 | 4,35 |
| 5 | Geraniaceae | 1 | 6,25 | 2 | 8,70 |
| 6 | Plantaginaceae | 1 | 6,25 | 2 | 8,70 |
| 7 | Poaceae | 2 | 12,5 | 3 | 13,04 |
| 8 | Thymelaeaceae | 1 | 6,25 | 1 | 4,35 |
| 9 | Zygophylaceae | 1 | 6,25 | 1 | 4,35 |
| Total | 9 | 16 | 100 | 23 | 100 |

Tableaux 3 : indices de diversités des stations étudiées (l'indice de Shannon (H') et l'équitabilité)

| | Station | H' | E |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|----------|
| Aménagement par plantation | Sebgag | 2,15 | 0,623 |
| | Sidi Makhlouf | 3,30 | 0,808 |
| | Kser El Hirane | 2,49 | 0,754 |
| Stations libres | Sebgag | 1,33 | 0,695 |
| | Sidi Makhlouf | 2,76 | 0,826 |
| | Kser El Hirane | 0,70 | 0,620 |
| Aménagement par mise en défens | Gueltet Sidi Saad | 2,15 | 0,640 |
| | ElHouiata | 3,20 | 0,841 |
| | Kser El Hirane | 2,74 | 0,849 |
| Stations libres | Gueltet Sidi Saad | 1,23 | 0,520 |
| | ElHouiata | 1,57 | 0,675 |
| | Kser El Hirane | 0,55 | 0,546 |

Annexe 4

Annexe 4 : **ARTICLE PUBLIE DANS LE CADRE DE LA THESE**

- INTITULE :

« Plantations d'Atriplex canescens en vue de la restauration des parcours dégradés en steppe algérienne »

- Publier dans :

«REVUE D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX »

- Indexée dans : **WOS (Web of Science)** (cf. page ci-dessous).

The screenshot shows a web browser window displaying the profile of a journal on the Web of Science Master Journal List. The browser's address bar shows the URL <https://mjl.clarivate.com/journal-profile>. The page header includes the Web of Science Group logo, the title 'Master Journal List', and navigation links for 'Search Journals', 'Match Manuscript', 'Downloads', and 'Help Center'. A user is logged in as 'Abdelmadjid Chehma', with links for 'Settings' and 'Log Out'. A blue banner at the top offers a subscription service for updates from selected journals, with 'Dismiss' and 'Subscribe' options.

The main content area features a sidebar on the left with links for 'General Information', 'Web of Science Coverage', 'Open Access Information', and 'Peer Review Information', along with a 'Return to Search Results' button. The central section displays the journal title 'REVUE D ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX' and a 'Share This Journal' link. Below this, the journal's ISSN (0035-1865 / 1951-6711) and publisher information (LAVOISIER, 14, RUE DE PROVIGNY, CACHAN, FRANCE, 94236) are listed.

The 'General Information' section is presented in a table format:

| | | | |
|---------------------------------|---|--|----------------------------|
| Society or Institution | Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement | Journal Website | Visit Site |
| Publisher Website | Visit Site | Frequency | Quarterly |
| Issues Per Year | 4 | Country / Region | FRANCE |
| Primary Language | English | Secondary Language(s) | French |
| Aims and Scope | Visit Site | Editorial Board | Visit Site |
| Instructions for Authors | Visit Site | Avg. Number of Weeks from Submission to Publication | 48 |
| Plagiarism Screening | Visit Site | Article DOIs | Yes |
| Host Platform | OJS | Full-Text Formats | PDF |

A note at the bottom of the table states: 'Some general information was sourced from the [Directory of Open Access Journals](#) and/or [Transpos.](#)'

Below the table, there are sections for 'Web of Science Coverage' and 'Additional Web of Science Indexes'.

The Windows taskbar at the bottom shows the system clock as 12:15 on 28/06/2020. A vertical 'Feedback' button is visible on the right side of the page.

Plantations d'*Atriplex canescens* en vue de la restauration des parcours dégradés en steppe algérienne

Ouarda Amrani ^{1*} Abd Elmadjid Chehma ²

Mot-clés

Atriplex canescens, steppe, espace pastoral, gestion foncière durable, biomasse, composition chimique, surpâturage, Algérie

Submitted: 11 October 2017

Accepted: 20 April 2020

Published: 29 June 2020

DOI: 10.19182/remvt.31879

Résumé

La steppe algérienne est le milieu d'élevage du mouton par l'exploitation de ses parcours. Dans sa partie aride, la vulnérabilité du milieu est aggravée par une exploitation principalement pastorale de plus en plus intense durant ces dernières décennies. Cette tendance régressive est caractérisée par une baisse de la productivité fourragère et les espèces pérennes sont les plus touchées. L'Etat algérien a mis en œuvre un programme d'aménagement des espaces steppiques très dégradés à travers la plantation d'espèces végétales résistantes et productives de biomasse comme *Atriplex* spp. L'objectif de ce travail a été d'estimer la productivité pastorale de quelques stations réhabilitées par la plantation d'*Atriplex canescens*, comparativement aux parcours naturels pâturés. Les résultats ont montré une amélioration du recouvrement végétal (de 49 % à 60 %) et de meilleures valeurs pastorales (phytomasse, productivité, valeur énergétique et charge pastorale). Sur les zones réhabilitées une productivité énergétique et protéique de 604 unités fourragères lait / ha/an et 29 kg de matière sèche / ha/an, et une charge pastorale de 1,51 unité ovine / ha/an ont été enregistrées, alors que sur les parcours naturels dégradés ces valeurs ont été respectivement de 14 UFL, 0,422 kg MS/ha/an, et 0,03 unité ovine / ha/an. Les stations naturelles sont surexploitées et tendent vers un état de dégradation sévère de la végétation et des sols steppiques. A moins de restaurer ou de réhabiliter les parcours steppiques, leur capacité de productivité pastorale sera fortement réduite.

■ Comment citer cet article : Amrani O., Chehma A.E., 2020. Plantation of *Atriplex canescens* for the restoration of degraded courses in the Algerian steppe. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (2): 113-121, doi: 10.19182/remvt.31879

■ INTRODUCTION

En Algérie, les espaces steppiques sont menacés par la dégradation de leurs ressources naturelles. Le sol et le couvert végétal naturel pastoral notamment souffrent du surpâturage, du défrichement, de l'ensablement, de l'érosion éolienne du sol et de la végétation, ou de la salinisation. Ces évolutions écologiques constituent un sujet préoccupant pour les populations qui vivent de l'élevage (Nedjraoui et Bedrani, 2008; Ahmed, 2015).

L'élevage occupe cependant une place importante dans la politique agricole nationale (Bencherif, 2013 ; Yerou, 2013). Il joue un rôle

1. Département des sciences agronomiques, Faculté des sciences, Université Amar Thelédji, BP 37 Laghouat, Algérie.

2. Laboratoire de bio ressources sahariennes « Préservation et Valorisation », Faculté des sciences, Université Kasdi Merbah, 30 000 Ouargla, Algérie.

* Auteur pour la correspondance
Email : mmehassinat@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

vital dans l'agriculture et l'économie du pays et représente une part substantielle dans le produit intérieur brut agricole (40 % selon Rekik et al., 2014). Néanmoins, il est confronté au problème de l'insuffisance fourragère (en quantité et qualité) et du changement des modes de conduite des animaux. Au niveau national, un bilan fourrager global réalisé à la fin des années 2000 a évalué le déficit fourrager à quatre milliards d'unités fourragères (UF) (Issolah, 2008). Ce problème de déficit fourrager avait déjà été signalé dans le passé pour l'ensemble de la steppe algérienne (Bourahla et Guittonneau, 1978), mais il s'est accentué.

La végétation naturelle et les sols de ces espaces s'avèrent dans un état de dégradation très avancé. Cette situation est liée à l'évolution des pratiques pastorales, aux pratiques de mise en valeur agricole (défrichements, labours, céréaliculture), à l'aridité du climat, à l'irrégularité des pluies, et à la longueur de la saison sèche (Aidoud et al., 2006). En particulier, le cheptel ovine a connu une croissance rapide. Il est passé de 18 millions à plus de 26 millions de têtes entre 2001 et 2014 selon les statistiques du ministère de l'Agriculture. Or, durant cette même période, la steppe a connu une longue période de déficit

pluviométrique. Il en a résulté une pression accrue sur ces ressources. On estime que pendant ces années, la production de fourrage steppe a couvert moins de 30 % des besoins du cheptel (Aidoud et al., 2006 ; Bencherif, 2013).

Le rabougrissement de la végétation pastorale et la diminution des surfaces steppiques accentuée par l'augmentation de la charge animale (Bensouiah, 2004) ont entraîné une détérioration du pouvoir de régénération de ces ressources. Pour réduire l'intensité du pâturage et de la dégradation qui en résulte, de nouveaux modes de gestion de la végétation pastorale ont été introduits dans les parcours steppiques en Algérie. Dans ce contexte, le Haut-Commissariat au développement de la steppe (HCDS) a procédé à la réhabilitation de ces parcours fortement dégradés par l'introduction de plantes et d'arbustes d'intérêt fourragère comme *Atriplex* spp. (*A. canescens*, *A. nummularia*, *A. halimus*), des luzernes (*M. arborea*, *M. sativa*) et *Opuntia ficus indica*. *A. canescens*, en particulier, a été choisi pour sa rapidité de croissance, sa résistance aux aléas climatiques, et sa valeur fourragère (Le Houérou, 2000 ; 2006).

Ces espaces à réhabiliter ont été réquisitionnés par les autorités locales qui sont devenues les seuls gestionnaires. Les bénéficiaires qui participent à ces projets deviennent plus conscients de l'intérêt de ces plantations et seraient prêts à les développer et à les préserver. Les actions opérationnelles comme la plantation d'espèces fourragères bénéficient aujourd'hui de l'adhésion des populations d'agropasteurs (MADR, 2007).

L'efficacité de ces nouveaux modes de pâturage mis en place par le HCDS a été évaluée par l'analyse de la composition floristique, et l'état de la végétation et de l'offre fourragère dans les parcours aménagés de 2008 à 2011 (Amghar et al., 2016) puis en 2012 (Salemkour et al., 2016). Ces actions ont montré l'amélioration de la richesse floristique et de la valeur pastorale dans les formations restaurées.

La wilaya de Laghouat, qui se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride au nord, et saharien au sud, représente 12 % de la superficie totale de la région steppique algérienne. Cette wilaya agropastorale dispose d'un cheptel très important dominé par les ovins (plus de deux millions de têtes) dont l'effectif a triplé en une vingtaine d'années (Nedjraoui et Bédrani, 2008). Cependant, sous l'effet conjugué du surpâturage (augmentation de la charge pastorale) et de la sécheresse, des signes de dégradation des parcours sont apparus provoquant un déficit alimentaire pour le cheptel et obligeant les éleveurs à recourir aux compléments alimentaires (concentrés).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux parcours aménagés afin d'évaluer l'effet de la plantation d'arbustes fourragers sur la productivité pastorale des parcours. Nous avons tenté de répondre à la question suivante : la réhabilitation des parcours par plantation d'*A. canescens*, peut-elle apporter une amélioration significative des parcours steppiques dégradés, et si oui, comment mesurer cette amélioration ? Pour y répondre, nous avons conduit des relevés de terrain dans le nord de Laghouat particulièrement concerné par les programmes d'aménagement nationaux.

■ MATERIEL ET METHODES

Localisation et caractérisation des zones d'étude

La wilaya de Laghouat occupe une position centrale, reliant les hauts plateaux avec le Sahara. Elle se situe à 400 kilomètres au sud de la capitale Alger (33° 48' N, 02° 53' E) et couvre une superficie de 25 052 kilomètres carrés (figure 1). C'est une zone de steppe regroupant trois ensembles géographiques présentant chacun des caractéristiques géomorphologiques et des formations végétales homogènes. Le premier ensemble est formé par les piémonts de l'Atlas saharien, zone à caractère agropastoral qui représente 30 % de la superficie totale de la wilaya.

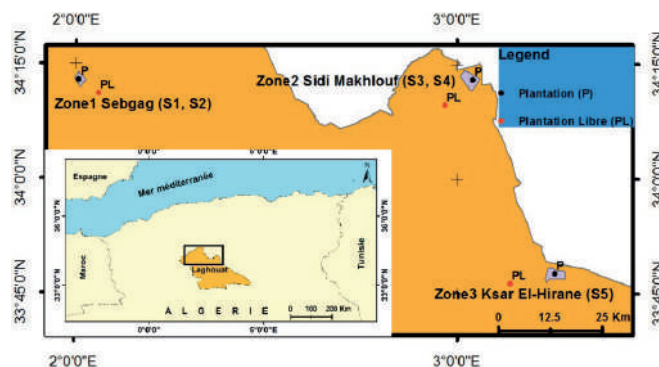


Figure 1 : les trois zones d'étude dans la wilaya de Laghouat en Algérie.

Ces piémonts sont formés principalement de vieux massifs forestiers et des pacages et parcours alfaiers. Le second ensemble est constitué par la plaine alluviale de l'Oued M'Zi et par un plateau à surface plane avec une charge caillouteuse en surface. Les sols y sont généralement peu profonds. Cette zone à caractère agropastoral représente plus de 60 % de la superficie. Elle renferme de vastes étendues steppiques pour la plupart dégradées. Le dernier ensemble est une vaste étendue de parcours prédésertiques s'étalant vers le sud à base de chaméphytes peu appréciées. Cet ensemble représente 10 % de la superficie de la wilaya. Les terres de parcours occupent une superficie de 18 429 kilomètres carrés soit 74 % du territoire de la wilaya. Selon les services agricoles de la wilaya, les parcours en bon état, c'est-à-dire ceux dont la productivité fourragère est intéressante, ne représentent que 6 % de la superficie totale des parcours de la wilaya. Les mêmes services évaluent à 68 % les parcours dégradés et à 26 % ceux qui sont aménagés.

Du point de vue climatique, la wilaya est caractérisée par un climat méditerranéen, semi-aride à saharien. Elle est répartie le long d'un gradient d'aridité entre les stations météorologiques d'Aflou et de Laghouat, avec respectivement 324 mm et 162 mm de pluviométrie moyenne annuelle pour la période 2004–2014 (tableau I). La répartition saisonnière des précipitations est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps (29,52 % et 29,41 %) au nord. Au sud, c'est la saison automnale qui est la plus pluvieuse (55,48 %). Les données météorologiques recueillies entre les années 2005–2014 au niveau des deux stations météorologiques, nous ont permis d'établir les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (figure 2).

La durée et l'intensité de la saison sèche sont différentes d'une zone à l'autre, ce qui traduit une variabilité climatique spatiale dans la région. Le gradient pluviométrique décroît du nord vers le sud, et la période sèche dure plus de cinq mois au nord. D'autre part, elle couvre les douze mois au sud, qui est en déficit hydrique durant l'année entière.

Tableau I

Caractéristiques et conditions climatiques de la wilaya de Laghouat en Algérie

| Station météorologique | Aflou | Laghouat |
|--|-------|----------|
| Altitude (m) | 1400 | 750 |
| Précipitations moyennes (mm) durant la période d'étude (2012–2014) | 361 | 125 |
| Précipitations moyennes (mm) (2004–2014) | 324 | 162 |
| Coefficient de variation de la pluviosité | 83 | 61 |
| Température moyenne maximale (°C) | 23,5 | 32,23 |
| Température moyenne minimale (°C) | 3,10 | 8,06 |

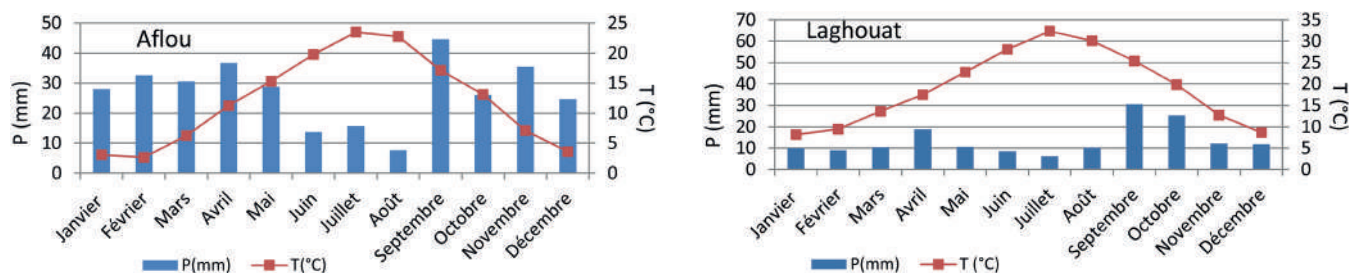


Figure 2 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, stations météorologiques Aflou et Laghouat (2005–2014).

La pluviosité moyenne de la décennie 2005–2014 a présenté une grande variabilité interannuelle. En effet, l'année 2007 était la plus sèche à Aflou et à Laghouat (figure 3). La pluviosité moyenne annuelle a diminué de 17 % à 27 % dans les steppes algériennes durant le siècle dernier (Hammouda, 2009). La diminution générale des précipitations de la zone d'étude est comprise entre 7 % à Aflou et 14 % à Laghouat (Hammouda, 2009).

Laghouat présente une mosaïque pédologique dans laquelle cinq classes de sols sont distinguées : sols minéraux bruts, sols peu évolués, sols calcimagnésiques, sols isohumiques, et sols des *dayas*. Les sols dominants sont du type steppique, caractérisés par un horizon superficiel de faible profondeur (moins de 25 cm), de texture sablo-limoneuse à sablo-argileuse (Bneder, 2014).

Les plantations réalisées par le HCDS dans le Laghouat ont concerné les parcours dégradés présentant une couverture végétale pérenne inférieure à 20 %. Elles étaient constituées d'une plantation pure composée seulement d'*A. canescens*. Les plants d'*A. canescens* ayant servi au repeuplement des stations étudiées ont été élevés en pépinière durant trois mois avant d'être transplantés. Après plantation,

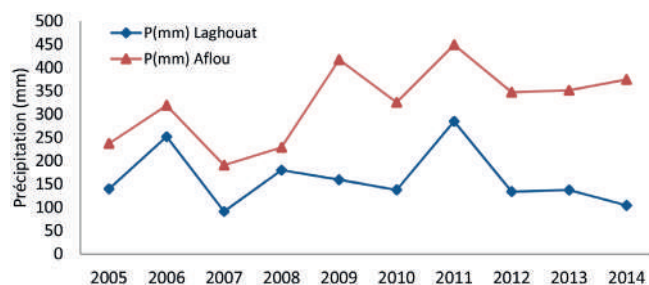


Figure 3 : variabilité interannuelle des pluies dans la wilaya de Laghouat en Algérie, stations météorologiques Aflou et Laghouat (2005–2014).

trois arrosages ont été effectués à raison de 20 litres par plant sur une période de deux mois. La densité moyenne des plantations a été estimée à 800 plants par hectare, avec un écartement inter et intra lignes de 5 mètres sur 2,5. Chaque zone a été mise en défens pendant les cinq années qui ont suivi sa plantation, leurs limites ont été matérialisées par des tumulus visibles de loin et leur protection a été assurée par un gardiennage.

Sélection des stations

L'étude a porté sur trois zones réparties selon un gradient est-ouest : Sebgag avec deux stations appartient au premier ensemble géographique, Sidi Makhoulouf avec deux stations appartient au deuxième, et Ksar El Hirane avec une station appartient au troisième (figure 1). Dans ces trois zones, les plantations étaient âgées de cinq ans. Dans chacune des zones, deux stations ont été choisies : l'une aménagée et mise en défens depuis cinq ans, et l'autre conservée en parcours naturel soumis à un pâturage libre (figure 1). Dans la troisième zone, nous n'avons pas obtenu de résultat significatif pour le parcours en pâturage libre car il était quasiment nu. Nos résultats sont donc présentés pour cinq stations. Il faut noter que les stations en pâturage libre ne représentent pas à proprement parler des stations témoins. En effet, notre étude ne propose pas de comparer des parcelles réhabilitées avec des parcelles non réhabilitées, toutes choses égales par ailleurs. Il s'agit plutôt de comparer des parcelles « réhabilitées et mises en défens » avec des parcelles « non réhabilitées et en pâturage libre ». Le tableau II présente les caractéristiques des cinq stations. Ces caractéristiques soulignent le contexte particulièrement difficile de la zone de Ksar El Hirane constitué de microdunes de basse altitude soumis à un climat saharien.

L'objectif de l'évaluation était de comparer dans ces cinq stations l'état de recouvrement de la végétation, la phytomasse et la productivité pastorale. L'échantillonnage a été basé sur la méthode subjective (Gounot, 1969). Après une reconnaissance générale du territoire, qui

Tableau II

Présentation des stations dans la wilaya de Laghouat en Algérie

| Zone | Sebgag | | Sidi Makhoulouf | | Ksar El Hirane |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Type d'aménagement | Plantation | Parcours naturel | Plantation | Parcours naturel | Plantation |
| Mise en défens | Mise en défens | pâturé | Mise en défens | pâturé | Mise en défens |
| Superficie (ha) | 1600 | – | 1200 | – | 1100 |
| Taux de réussite (%) | 73 | – | 44 | – | 35 |
| Altitude (m) | < 1500 | < 1500 | 900 | 900 | < 700 |
| Géomorphologie | Glacis secondaire ensablé | Glacis secondaire ensablé | Glacis secondaire ensablé | Glacis secondaire ensablé | Microdunes |
| Etage bioclimatique | Semi-aride | Semi-aride | Saharien | Saharien | Saharien |

a permis de sélectionner les stations selon des critères d'homogénéité (homogénéité des conditions écologiques, floristiques et physiologiques) (Gillet, 2000), des placettes de 100 m² (10 m × 10 m) ont été posées. Dans chaque zone, trois placettes ont été sélectionnées. Nous avons pris en considération des variables des stations, soit le type physiologique de la végétation notamment les espèces vivaces dominantes avec *A. canescens*.

Echantillonnage du couvert végétal sur chaque station

L'étude quantitative et qualitative a été effectuée selon la méthode des points quadrants linéaires (Daget et Poissonet, 1971). Elle a été utilisée pour évaluer l'état du couvert végétal en analysant les espèces présentes et leurs fréquences. La lecture a été faite tous les 10 centimètres le long d'un ruban gradué de 10 mètres tendu au-dessus de la végétation de chaque placette, soit sur 100 points de lecture par placette (Daget et Poissonet, 1971 ; Salemkour et al., 2016). Dans chaque station, le taux de recouvrement de la végétation (TRV) et la contribution spécifique des espèces ont été évalués. Au total, 360 relevés floristiques ont été effectués. Le recouvrement de la végétation est un paramètre quantitatif qui permet directement de distinguer les pâturages selon leur état actuel de dégradation. La contribution d'une espèce *i* (CSI), par rapport à la somme des fréquences de l'ensemble des espèces, est assimilée à la probabilité de présence de cette espèce (Daget et Poissonet, 1971). La nomenclature botanique utilisée était celle de Quézel et Santa (1962).

Relevés pédologiques

Des relevés pédologiques ont accompagné les relevés floristiques. L'étude du sol était basée sur des échantillons prélevés sur une profondeur de 30 centimètres. Les paramètres pédologiques pris en compte étaient l'humidité, le pH, la conductivité électrique, le taux de la matière organique et le taux du calcaire total. Les méthodes d'analyses utilisées étaient celles d'Aubert (1978).

Estimation de la phytomasse et de la productivité des parcours

La phytomasse aérienne de la strate herbacée des espèces pérennes et des arbustes d'un périmètre sylvopastoral est définie comme étant « la quantité de végétation (verte ou sèche) sur pied par unité de surface à un instant donné » (Aidoud, 1983), exprimée en kilogrammes de matière sèche (MS) par hectare. Il s'agit d'une mesure de la productivité des parcours. La méthode d'évaluation retenue était semi-destructive (Aidoud, 1983). Elle consistait pour chaque espèce à couper la partie aérienne de trois pieds de dimensions différentes (petite, moyenne et grande). La phytomasse aérienne a ensuite été calculée en multipliant le poids moyen en MS de chaque espèce par sa densité spatiale au sein de chaque placette (en g de MS/ha). Les valeurs moyennes sont ensuite calculées puis extrapolées (en kg de MS/ha).

Composition chimique des fourrages

La composition des fourrages a été déterminée par la méthode d'analyse chimique des fourrages (Marnay et al., 2014). L'analyse chimique a été réalisée sur les principales espèces pérennes présentes dans les différentes stations. Avant l'analyse, les échantillons des différentes stations ont fait l'objet de pesées à l'état frais. Une fois au laboratoire, ils ont été séchés à 85 °C jusqu'à poids constant pour déterminer la matière sèche, broyés et conservés dans des boîtes hermétiques. A partir de ces échantillons, la matière organique (MO), la matière minérale (MM), la matière azotée totale (MAT) et la cellulose brute (CB) ont pu être déterminées. La valeur bromatologique des différentes espèces relevées a ensuite été déterminée en s'appuyant sur

les méthodes officielles d'analyses appliquées en alimentation et en nutrition animale de l'Association of Official Analytical Chemist (AOAC) et de l'Association française de normalisation (Afnor).

Production pastorale des parcours

La production pastorale des parcours a été estimée en extrapolant sur une année les valeurs de la phytomasse des pérennes (productivité des parcours). Sur cette base, la production énergétique et la production azotée des fourrages pérennes ont été estimées. Ces valeurs ont été calculées à partir de la production de la biomasse des espèces qui les composent multipliée par leurs différentes valeurs nutritives (Chehma, 2005 ; Chehma et al., 2008).

Charge pastorale théorique

La capacité de charge théorique est définie par le nombre maximum d'herbivores qui peuvent pâturer une surface donnée, pendant un certain temps, sans détérioration de la végétation (Chehma, 2005). C'est le nombre moyen de têtes, pendant une période donnée, que peut supporter un pâturage. Les besoins énergétiques des animaux est en moyenne de 400 UF par an pour une brebis (Aidoud 1983). L'unité ovine est l'unité de référence permettant de calculer les besoins nutritionnels ou alimentaires d'une brebis et du troupeau (Aidoud 1983).

Analyse statistique

L'analyse de variance (Anova) et une analyse en composantes principales (ACP) ont été effectuées pour interpréter les résultats, avec le logiciel statistique XLSTAT (2009).

■ RESULTATS

L'analyse des données de couverture végétale a montré que les trois stations aménagées et mises en défens possédaient des TRV compris entre 49,4 % et 60,5 %. Ces taux étaient très supérieurs à ceux des stations ouvertes au pâturage qui étaient compris entre 35 % et 41 % (figure 4). L'analyse de variance a révélé un effet significatif de la réhabilitation couplée à la mise en défens ($p = 0,0001$) sur le TRV, qui s'est traduit par une augmentation importante des espèces pérennes.

Les résultats des analyses pédologiques (tableau III) indiquent, pour les trois zones, un pH alcalin à très alcalin. Les valeurs de conductivité électrique des sols ont souligné la différence entre les sols non salés de la zone de Sidi Makhoulouf (S3) et les sols à faible salinité de Sebga (S1) et de Ksar El Hirane (S5). Ces derniers étaient pauvres en matière organique, alors que ceux des deux autres zones avaient une teneur moyenne en MO (1,55 % et 2,72 %). Dans les trois zones, le taux de MAT a été très faible. La distribution spatiale du calcaire total était caractéristique des sols faiblement calcaires.

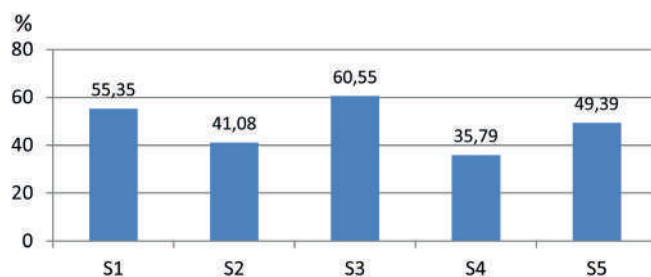


Figure 4 : taux de recouvrement végétal des stations étudiées dans la wilaya de Laghouat en Algérie (2012–2014).

Tableau III

Paramètres morphologiques et analytiques des profils pédologiques des stations étudiées dans la wilaya de Laghouat en Algérie

| Station | Sebgag | Sidi Makhlouf | Ksar El Hirane |
|---|--------|---------------|----------------|
| | S1 | S3 | S5 |
| H (%) | 4,64 | 2,91 | 2,13 |
| pH eau | 8,51 | 8,38 | 8,64 |
| Conductivité électrique à 25 °C (mmho/cm) | 0,253 | 0,194 | 0,292 |
| Matière sèche (%) | 95,36 | 97,09 | 97,87 |
| Matière minérale (%) | 98,45 | 97,25 | 99,3 |
| Matière organique (%) | 1,55 | 2,72 | 0,7 |
| Matière azotée (%) | 0,028 | 0,024 | 0,021 |
| Taux de calcaire (%) | 2,56 | 3,51 | 3,36 |

Les familles les mieux représentées dans les trois zones ont été les Asteraceae (22 %), les Fabaceae (14,71 %) et les Poaceae (8,82 %). Dans les stations aménagées, *A. canescens* était l'espèce pérenne dominante et représentait entre 22,4 % et 48,8 % de la phytomasse présente. Dans les stations naturelles ouvertes au pâturage, peu d'espèces pérennes étaient présentes. En particulier, sur la station naturelle ouverte au pâturage de Sebgag, seules deux espèces pérennes étaient présentes (tableau IV). Nos relevés soulignent aussi la réapparition de l'alfa (*Stipa tenacissima*), une espèce qui avait fortement régressé dans les premières années qui avaient suivi les aménagements. Dans les stations aménagées de Sebgag (S1) et de Sidi Makhlouf (S3), cette espèce a contribué pour 10 % à 12 % de la phytomasse.

Le test Anova appliqué aux moyennes annuelles des compositions chimiques des espèces pérennes (moyenne sur les quatre saisons) a révélé que l'aménagement a eu un impact positif ($p \leq 0,01$) sur la MAT des espèces pérennes. Les espèces pérennes étudiées étaient moyennement riches en fibres brutes (taux de cellulose brute compris entre 28 % et 35 % de la MS). Les valeurs des taux en MM oscillaient

de 7,59 % à 16,45 % de la MS dans les stations aménagées, et de 3,15 % à 4,76 % dans les stations ouvertes au pâturage, durant les deux années de l'étude (tableau V).

L'étude des potentialités des espèces pérennes dans les différentes stations a révélé que les parcours aménagés et protégés présentaient des valeurs meilleures de productivités pastorales que les parcours naturels ouverts au pâturage (tableau VI). Les stations aménagées ont présenté des valeurs élevées en phytomasse, avec un maximum de 1291 kg MS/ha et un minimum de 1168 kg MS/ha. En revanche, les stations ouvertes au pâturage libre ont eu des valeurs de phytomasse comprises entre 12,38 et 20,62 kg MS/ha. La productivité fourragère en terme de phytomasse a donc été augmentée dans les stations aménagées de 10 à 50 fois par rapport aux stations naturelles.

La production pastorale moyenne annuelle a aussi été la plus élevée dans les stations aménagées de Sebgag et de Sidi Makhlouf, marquées par la présence d'*Atriplex* et d'alfa, avec respectivement 278,56 et 263,65 kg de MS/ha/an. Elle a été beaucoup plus faible dans la zone aménagée de Ksar El Hirane dominé, en plus d'*Atriplex*, par *Anabasis articulata* (179,61 kg de MS/ha/an). Ces valeurs ont représenté entre 3 et 15 fois plus de productions pastorales que les stations non réhabilitées ouvertes au pâturage.

Le tableau VI montre les résultats des valeurs énergétiques moyennes annuelles en unité fourragère lait (UFL) et en unité fourragère viande (UFV). Les meilleures valeurs de la production énergétique ont été enregistrées dans les zones aménagées. Ces valeurs étaient entre 20 et 30 fois supérieures aux valeurs de la production énergétique des stations non réhabilitées ouvertes au pâturage libre. Les valeurs énergétiques des productions fourragères ont été particulièrement bonnes dans la station aménagée de Ksar El Hirane (450 UFV/ha).

Les stations aménagées ont présenté aussi les valeurs azotées les plus importantes avec des valeurs comprises entre 24,7 et 29,47 kg/ha pour les protéines digestibles dans l'intestin grêle limitées par l'azote (PDIN), et entre 52,46 et 60,18 kg/ha pour les protéines digestibles dans l'intestin grêle limitées par l'énergie (PDIE). Ces valeurs ont été de 10 à 58 fois supérieures à celles des stations non réhabilitées ouvertes au pâturage libre.

Tableau IV

Contribution spécifique des espèces pérennes des stations étudiées dans la wilaya de Laghouat en Algérie

| Station | Sebgag | | Sidi Makhlouf | | Ksar El Hirane |
|---------------------------------|--------|-------|---------------|-------|----------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| <i>Retama raetam</i> | – | – | 3,96 | – | 6,65 |
| <i>Thymelaea microphylla</i> | – | – | 3,48 | 11,47 | 17,75 |
| <i>Helianthemum lippii</i> | – | – | 2,15 | 0 | 2,37 |
| <i>Atractylis serratuloides</i> | – | – | 7,85 | 10,71 | 0,35 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 12,73 | 29,47 | 10,24 | 13,39 | – |
| <i>Pituranthos</i> sp. | – | – | 2,05 | – | – |
| <i>Artemisia campestris</i> | 13,92 | 38,82 | 1,53 | 5,42 | – |
| <i>Atriplex canescens</i> | 49,6 | – | 27,6 | – | 22,4 |
| <i>Stipa parviflora</i> | 5,21 | – | 4,47 | 2,38 | – |
| <i>Lygeum spartum</i> | 7,97 | – | 4,78 | – | – |
| <i>Anabasis articulata</i> | – | – | 5,02 | – | 31,67 |
| <i>Astragalus armatus</i> | – | – | 10,81 | 24,2 | – |
| <i>Salsola vermiculata</i> | – | – | 7,09 | 6,73 | 3,89 |
| <i>Peganum harmala</i> | – | – | – | – | 4,75 |

S2 et S4 : stations non réhabilitées

Tableau V

Caractéristiques de la composition chimique des espèces pérennes des stations étudiées dans la wilaya de Laghouat en Algérie

| Station | Sebgag | | Sidi Makhlouf | | Ksar El Hirane |
|------------------------------|--------|-------|---------------|-------|----------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Matière sèche (%) | 65 | 70 | 64 | 68 | 58 |
| Matière azotée totale (% MS) | 3,02 | 2,57 | 3,06 | 2,74 | 3,87 |
| Matière minérale (% MS) | 9,59 | 4,76 | 7,59 | 3,15 | 16,45 |
| Matière organique (% MS) | 90,41 | 95,24 | 87,41 | 97,64 | 83,55 |
| Cellulose brute (% MS) | 35,20 | 32,50 | 32,50 | 33,00 | 28,80 |

S2 et S4 : stations non réhabilitées ; MS : matière sèche

Tableau VI

Performances pastorales annuelles des stations étudiées dans la wilaya de Laghouat en Algérie

| Station | | Sebgag | | Sidi Makhlouf | | Ksar El Hirane |
|--|------------|---------|-------|---------------|-------|----------------|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Phytomasse des pérennes (kg MS /ha) | | 1265,88 | 12,38 | 1168,37 | 20,62 | 1290,57 |
| Production pastorale (kg MS/ha) | | 278,56 | 90,40 | 263,65 | 11,93 | 179,61 |
| Production énergétique | UFL/ha | 604,15 | 64,02 | 523,77 | 14,37 | 563,63 |
| | UFV/ha | 232,22 | 50,55 | 407,30 | 11,43 | 450,38 |
| Production azotée | PDIN kg/ha | 29,47 | 1,64 | 24,70 | 0,42 | 25,24 |
| | PDIE kg/ha | 60,18 | 5,77 | 52,46 | 1,31 | 54,69 |
| Charge pastorale théorique (/U. ovine /ha/ an) | | 1,51 | 0,16 | 1,30 | 0,03 | 1,41 |

S2 et S4 : stations non réhabilitées ; UFL : unité fourragère lait ; UFV : unité fourragère viande ; PDIE : protéines digestibles dans l'intestin grêle limitées par l'énergie ; PDIN : protéines digestibles dans l'intestin grêle limitées par l'azote

Le calcul de la charge pastorale théorique (400 UF/ha/an) a montré que dans les stations plantées et mises en défens (tableau VI) elle pouvait atteindre 1,30 à 1,51 unité ovine / ha/an. En revanche, dans les stations naturelles et ouvertes au pâturage, la charge théorique était très faible, entre 0,03 et 0,16 unité ovine/ha/an, ce qui nécessitait 6 à 33 hectares pour subvenir au besoin d'une seule unité ovine. Au total, les charges pastorales théoriques des stations réhabilitées de Sebgag et de Sidi Makhlouf ont été respectivement 9,4 à 43 fois supérieures à celles des stations non réhabilitées et ouvertes au pâturage.

Pour différencier les différentes stations entre elles sur une base multivariée, nous avons réalisé une ACP. Les variables actives utilisées ont été le taux de MS, le TRV, les valeurs énergétiques (UFV), la productivité pastorale (phytomasse) et les précipitations. L'axe 1 retenait 65,49 % de l'inertie totale, l'axe 2 retenait 27,71 % de l'inertie, ce qui a conduit au très bon taux d'inertie expliquée de 93,2 %.

La projection des variables est bien présentée sur le cercle de corrélations (figure 5) qui montre les relations existantes entre elles. Il y a eu une forte corrélation entre la productivité pastorale et le TRV, une corrélation inverse mais forte entre la production énergétique (UFV) et la production de MS. Les précipitations et la MS ont été fortement corrélées. L'axe 1 opposait un premier groupe formé par les variables, soit le TRV, l'énergie (UFV) et la productivité pastorale qui étaient corrélés positivement entre eux, et un deuxième groupe formé par le taux de MS. L'axe 2 était formé par la variable précipitations.

L'ACP a montré que la productivité dans les stations aménagées a été moins liée aux précipitations que dans les stations naturelles (figure 5). Les stations plantées et mises en défens, qui bénéficiaient d'une plus grande biomasse pérenne, ont constitué des écosystèmes plus résistants à l'aridité que les stations sans plantation. La plantation

d'*Atriplex* a ainsi constitué un moyen d'augmenter la résilience de l'écosystème, en plus de constituer une réserve fourragère (Kessler, 1990). La projection des cinq zones sur le graphe de l'ACP a montré un impact très net des aménagements (stations S1, S3 et S5). La synthèse des données par l'ACP a souligné que l'amélioration des

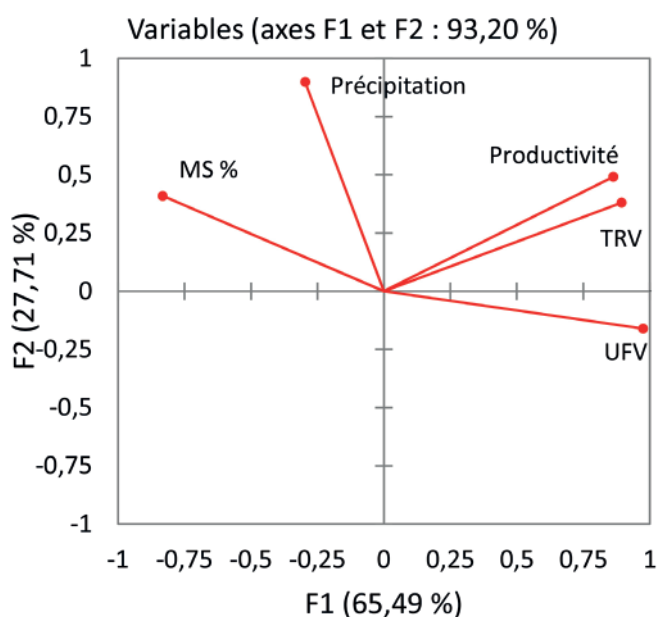


Figure 5 : cercle de corrélation des variables (ACP sur la valeur pastorale et précipitation), wilaya de Laghouat en Algérie (2012–2014). MS : matière sèche ; TRV : taux de recouvrement végétal.

caractéristiques productives dans les stations plantées en *Atriplex* (TRV, phytomasse, diversité floristique) s'est répercutée, d'une part, sur l'augmentation quantitative de la production pastorale et, d'autre part, sur la valeur alimentaire des fourrages.

La projection des stations sur le plan factoriel 1-2 de l'ACP (figure 6) a révélé trois groupes : le premier groupe comprenait les stations aménagées de Sebgag (S1) et de Sidi Makhlouf (S3) qui étaient les deux stations les plus productives et qui possédaient une bonne couverture végétale. Le deuxième groupe renfermait la station aménagée de Ksar El Hirane (S5) qui était moins productive mais présentait une valeur énergétique importante. Le troisième groupe renfermait les deux stations non réhabilitées et ouvertes au pâturage (S2 et S4) dans lesquelles la productivité moyenne en MS par hectare restait très dépendante des précipitations qui demeuraient le principal facteur limitant pour la production d'unités fourragères.

Dans les stations aménagées de Sebgag et de Sidi Makhlouf, l'amélioration de la production fourragère provenait en grande partie de la biomasse produite par *A. canescens*. A Sebgag, cet apport de biomasse issu d'*Atriplex* a été doublé par un regain d'*Artemisia campestris* et d'alfa, tandis qu'à Sidi Makhlouf, nous avons noté une diversité floristique beaucoup plus grande. Dans la station aménagée de Ksar El Hirane, c'était la dominance d'*Anabasis articulata* et, dans une moindre mesure, d'*A. canescens* et de *Thymelaea microphylla* qui ont expliqué le regain de la production pastorale.

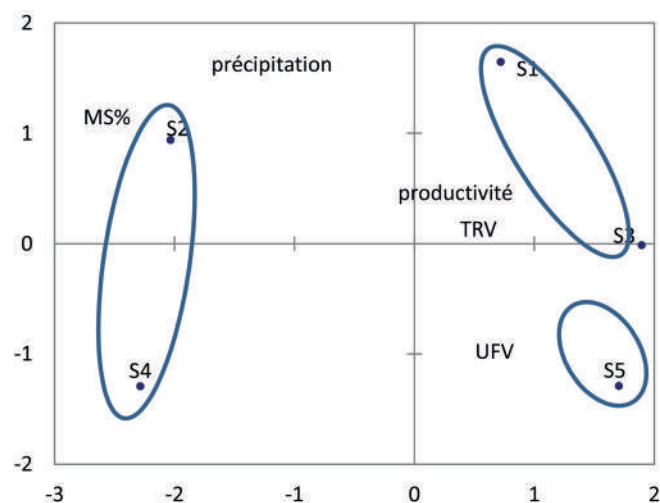


Figure 6 : répartition des stations de Laghouat en Algérie sur le plan factoriel 1-2 de l'ACP (axe 1 = 65,49 % d'inertie, axe 2 = 27,71 %). MS : matière sèche ; TRV : taux de recouvrement végétal ; UFV : unité fourragère lait ; S1, S2 : stations de Sebgag ; S3, S4 : stations de Sidi Makhlouf, S5 : station de Ksar El Hirane ; S2 et S4 : stations non réhabilitées.

DISCUSSION

L'objectif de ce travail était d'évaluer dans quelle mesure la réhabilitation par la plantation d'*A. canescens* et la mise en défens amélioreraient la productivité pastorale des parcours dégradés. Ce travail a consisté à estimer le taux de recouvrement de la végétation, la diversité floristique, la productivité pastorale des parcours, la valeur bromatologique fourragère et protéique des espèces pérennes présentes dans les stations réhabilitées, et dans les stations non réhabilitées et ouvertes au pâturage. Les résultats ont montré que la réhabilitation a provoqué des effets importants sur tous ces paramètres.

Dans les stations ayant bénéficié des reimplantations et des mises en défens, un recouvrement global de la végétation et une diversité floristique très

supérieurs à ceux des stations non aménagées et ouvertes au pâturage ont été observés. Amghar et al. (2016) indiquent que le TRV est plus élevé dans les zones avec plantation d'*Atriplex* que dans des zones mises en défens mais non plantées (respectivement 75,2 % et 67,67 %). Ces résultats sont aussi cohérents avec les travaux conduits au Maroc par Hachmi et al. (2015) qui mentionnent des TRV différents entre des parcours plantés d'*A. nummularia* (51 %), des mises en repos (24 %) et des travaux de conservation de l'eau et du sol (17 %).

L'amélioration du TRV des stations aménagées était due à *A. canescens* qui a créé une couverture végétale permanente et a contribué au processus de remontée biologique, augmentant le taux de recouvrement permanent de la biomasse pérenne, ce qui est là aussi cohérent avec la littérature (Le Houérou, 1995 ; Amghar et al., 2016). Le couvert végétal, plus élevé dans les stations aménagées depuis cinq ans, témoignait d'une régénération des pérennes ce qui représente un rempart contre la dégradation dans les parcours.

Les propriétés nutritives d'une espèce varient selon les saisons et les écotypes. De même, la contribution spécifique tient compte aussi bien des espèces fourragères que des espèces non fourragères (Akpo et al., 2002). La réhabilitation effectuée dans le Sud tunisien (Le Floc'h et al., 1999) a permis de reconstituer une steppe très dégradée et un certain nombre d'espèces ont pu être réinstallées (*Stipa parviflora*, *Artemisia campestris*).

Il y a eu une grande variabilité des composants chimiques entre les différentes espèces analysées, qui serait liée au milieu, à la saison et à la variabilité génétique entre espèces (Chehma et al., 2008). La productivité moyenne en matière sèche par hectare a été très dépendante des précipitations pour les stations non aménagées, un facteur limitant pour la production des unités fourragères.

La réhabilitation a permis au cortège floristique de se reconstituer et de produire une nouvelle biomasse. Selon Le Houérou (1995), environ 80 % de la biomasse des steppes est assurée par les espèces pérennes. *A. canescens*, espèce adaptée aux différentes contraintes météorologiques et pédologiques de la zone steppique (Le Houérou, 2000), a permis la création d'un nouveau cortège floristique.

Selon la tranche pluviométrique annuelle (105–256 mm), la production de biomasse sèche reste très hétérogène et oscille entre 520 et 1220 kg/ha (Yerou, 2013). Dans une steppe aride en Syrie, Louhaichi et al. (2012) rapportent une production de phytomasse de 490 kg/ha par contre 2340 kg/ha en zones protégées. Cependant, Hachmi et al. (2015) notent 2600 kg/ha pour une zone réhabilitée par plantation d'*Atriplex* dans une steppe aride au Maroc. Par ailleurs, les valeurs de phytomasse totale obtenues dans les zones aménagées de notre étude ont été inférieures à celles rapportées par Louhaichi et al. (2012), et Hachmi et al. (2015), car la phytomasse des espèces annuelles n'a pas été prise en considération.

Aidoud (1989) montre que les parcours se dégradent fortement lorsque la charge pastorale potentielle est (environ 8 ha / unité ovine) supérieure à la charge réelle des parcours, ce qui donne lieu à un surpâturage intense. La charge qui permet l'équilibre a été estimée en 1982 à 0,25 tête/ha, soit 4 hectares pour un ovin, alors que celle constatée à Djebel Amour est quatre fois plus élevée, atteignant 0,96 tête/ha (Bensouiah, 2004). Elle est même beaucoup plus élevée dans les zones les plus accessibles, comme dans la commune d'Ain Sidi Ali qui présente une charge 11 fois supérieure à la norme citée (Bensouiah, 2004). Cette surcharge animale, avec une phytomasse faible par rapport à leur potentialité et un pâturage sans temps de repos suffisant, ne permet pas d'assurer une régénération du couvert végétal. Cette situation est à l'origine de la dégradation de nombreux parcours (Bencherif, 2013). L'influence des précipitations n'est pas écartée ; Allreda et al. (2014) mentionnent son effet sur la productivité, et le bilan entre les précipitations et l'évaporation est souvent négatif (Aidoud et al., 2006).

La différence de la valeur énergétique entre les stations aménagées et les stations ouvertes au pâturage serait due principalement à la pression de pâturage exercée dans les stations ouvertes au pâturage. Cette pression diminue leur productivité pastorale. En revanche, les stations aménagées jouent un rôle fondamental dans l'augmentation de la productivité pastorale : *A. canescens* a amélioré les disponibilités fourragères des parcours en zones steppiques à faible pluviométrie de Laghouat comme cela a été reporté dans d'autres wilayas. La production pastorale est significativement corrélée au couvert végétal mesuré (Aidoud, 1989).

Les plantations d'*Atriplex* peuvent être utilisées comme une réserve fourragère en été et en hiver, comblant la carence de fourrage qui se manifeste avant la croissance printanière des espèces fourragères herbacées (Kessler, 1990) et permet au bétail de supporter de longues périodes de carence alimentaire dues à la sécheresse. Elle sert, selon Brouri (2011), à améliorer la productivité pastorale de 30–50 UF/ha à plus de 600 UF/ha. Elle contribue aussi à protéger les sols et bien valoriser les espaces dégradés, même ceux les plus improductifs, comme les zones dunaires, salées, hamadas et terrains accidentés, à modifier la composition floristique, ainsi qu'à augmenter la diversité et le taux de recouvrement végétal. De nombreux exemples au Maghreb ont été rapportés par Acherkouk et El Houmaizi (2013).

Ces arbustes ont permis l'augmentation de la productivité pastorale dans la région d'étude qui avait une forte intensité de charge, ce qui a représenté l'une des stratégies efficaces pour la réduction du risque d'érosion lié aux conditions de dégradation par le surpâturage. Malgré la sécheresse et l'aridité du climat, cet aménagement a produit un impact positif sur la végétation (diverses espèces fourragères importantes sont réapparues), en améliorant le recouvrement végétal et la production fourragère en matière sèche et en énergie. La technique de plantation d'arbustes fourragers représente la meilleure technique en terme de restauration (Hachmi et al., 2015).

■ CONCLUSION

L'utilisation de la productivité pastorale représente un outil précieux dans la gestion des ressources pastorales des parcours steppiques, permettant à la fois de répondre aux besoins de l'éleveur et à la protection de cet écosystème fragile (Rekik, 2014). La végétation steppique, dont la qualité fourragère est valorisée par la conduite de troupeaux ovins au pâturage, est soumise à la pression du surpâturage et de la sécheresse. La plantation d'*A. canescens* permet l'augmentation de la production de biomasse et la régénération des espèces végétales pérennes, et par conséquent la reconstitution des parcours steppiques. La qualité bromatologique des parcours et la densité de recouvrement sont fortement améliorées par ces plantations, lorsqu'elles sont doublées d'une mise en défens.

La productivité pastorale différenciée entre des stations réhabilitées et des stations non réhabilitées ouvertes au pâturage peut constituer *a priori* un meilleur indicateur que la diversité de liste floristique globale de la valeur pastorale, car les espèces pérennes sont moins corrélées aux aléas climatiques que les espèces annuelles. Nos résultats ont confirmé que, dans le cas des steppes de Laghouat, la réhabilitation par la reconstitution des pâturages dégradés est permise par des actions d'aménagement pastoral basées sur les plantations d'*Atriplex*. Cela a pour incidence en particulier : a) l'augmentation du recouvrement végétal qui est une conséquence de l'augmentation de l'offre fourragère ; la phytomasse des pérennes a été 10 à 56 fois plus importante dans les parcours aménagés et mis en défens que dans les parcours naturels ouverts au pâturage ; b) l'augmentation de la valeur fourragère énergétique des parcours aménagés et mis en défens qui a été 9 à 22 fois supérieure à celle des parcours naturels ouverts au pâturage ; c) l'augmentation de la valeur protéique des parcours aménagés et mis en défens qui a été 18 à 58 fois supérieure à celle des parcours naturels ouverts au pâturage ; d) la charge pastorale

théorique ovine des stations aménagées qui a été multipliée par 9,4 à 43 fois ; et e) la productivité dans les stations aménagées qui a été moins influencée par les précipitations.

Ces résultats mettront à la disposition des opérateurs sur le terrain (éleveurs, développeurs, autorités locales) des outils pour une gestion rationnelle des parcours aménagés, ainsi que des indicateurs d'évolution de ces espaces aidant à la prise de décisions futures.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements aux responsables du Haut-Commissariat au développement de la steppe pour leur collaboration pendant cette étude.

Déclaration des contributions des auteurs

OA et AEC ont participé à la conception et à la planification de l'étude ; OA a recueilli les données, a collecté les échantillons sur le terrain, a mis en œuvre les analyses au laboratoire, a effectué les analyses statistiques et a rédigé le manuscrit ; AEC a révisé le manuscrit.

Conflits d'intérêts

Les auteurs affirment qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

REFERENCES

- Acherkouk M. et El Houmaizi M.-A., 2013. Evaluation de l'impact des aménagements pastoraux sur la dynamique de la production des pâturages dégradés au Maroc oriental. *Ecol. Mediterr.*, **39** : 69-84, doi : 10.3406/emced.2013.1281
- Ahmed Z., 2015. Determination and analysis of desertification process with satellite data Asat-1 and Landsat in the Algerian steppe. *Eng. Geol. Soc. Territory*, **2** : 1847-1852, doi : 10.1007/978-3-319-09057-3_327
- Aidoud A., 1983. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Thèse 3^e cycle, USTHB, Alger, Algérie, 255 p.
- Aidoud A., 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse Doct. USTHB, Alger, Algérie, 240 p.
- Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houérou H.-N., 2006. Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, **17** (1-2) : 19-30
- Akpo L.-E., Masse D., Grouzis M., 2002. Length of fallow period and pastoral value of herbaceous plants in the Sudanese zone of Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **55** (4) : 275-283, doi : 10.19182/remvt.9815
- Allred B.-W., Scasta J.-D., Hovickb T.-J., Fuhlendorf S.-D., Hamilton R.-G., 2014. Spatial heterogeneity stabilizes livestock productivity in a changing climate. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **193** : 37-41, doi : 10.1016/j.agee.2014.04.020
- Amghar F., Langlois E., Forey E., Margerie P., 2016. La mise en défens et la plantation fourragère : deux modes de restauration pour améliorer la végétation, la fertilité et l'état de la surface du sol dans les parcours arides algériens. *BASE*, **20** (3) : 386-396, doi : 10.25518/1780-4507.12576
- Aubert G., 1978. Méthodes d'analyses des sols. CHADR, Marseille, France, 188 p.
- Bencherif S., 2013. L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente : enquêtes et perspectives de développement. *Mondes Dév.*, **1** (161) : 93-106, doi : 10.3917/med.161.0093
- Bensouia R., 2004. Pasteurs et agro-pasteurs de la steppe algérienne. *Strates*, **11**
- BNEDER, 2014. Analyse de l'aptitude à la culture de l'olivier des sols de la région de Laghouat. BNEDER, Alger, Algérie, 202 p.
- Bourahla A., Guittoneau G., 1978. Nouvelles régénération des nappes alftières en liaison contre la désertification. *Bull. Inst. Ecol. Appl.*, **1** : 19-40
- Brouri L., 2011. Impacts des changements climatiques sur la gestion durable des ressources pastorales et des parcours dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie. In : Atelier sous régional sur l'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, Ouargla Algérie, 21-24 nov. 2011, 29-38
- Chehma A., 2005. Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camélins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaia. Thèse Doct., Université d'Annaba, Algérie, 178 p.

- Chehma A., Faye B., Djebbar M.-R., 2008. Productivité fourragère et capacité de charge des parcours camélins du Sahara septentrional algérien. *Sécheresse*, **19** (2) : 115-121
- Daget P., Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phycologiques des prairies. *Ann. Agron.*, **22** (1) : 5-41
- Gillet F., 2000. La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Documents du laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie, 1^{re} éd. Université de Neuchâtel / Institut de botanique, Suisse, 68 p.
- Gounot M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, France, 314 p.
- Hachmi A., El Alaoui F.-E., Acherkouk M., Mahyou H., 2015. Parcours arides du Maroc : restauration par mise en repos, plantations pastorales et conservation de l'eau et du sol. *Geo-Eco-Trop.*, **39** (2) : 185-204
- Hammouda R., 2009. Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mechri Wilaya de Laghouat. Thèse Magister, USTHB, Alger, Algérie, 142 p.
- Issolah R., 2008. Les fourrages en Algérie : Situation et perspectives de développement et d'amélioration. *Rech. Agron.*, **22** : 34-47
- Kessler J.-J., 1990. Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane Plains of the Yemen Arab Republic. *J. Arid Env.*, **19**: 225-234, doi: 10.1016/S0140-1963(18)30821-8
- Le Floc'h E., Neffati M., Chaieb M., Floret C., Pontanier R., 1999. Rehabilitation experiment at Menzel Habib, Southern Tunisia. *Arid Soil Res. Rehabil.*, **13**: 357-68, doi: 10.1080/089030699263249
- Le Houérou H.-N., 1995. Dégénération, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique du Nord. Orstom, Montpellier, France, 53 p. (Coll. L'homme peut-il faire ce qu'il a défait ?)
- Le Houérou H.-N., 2000. Restoration and rehabilitation of arid and semiarid Mediterranean ecosystems in North Africa and West Asia: a review. *Arid Soil Res. Rehabil.*, **14** (1): 3-14, doi: 10.1080/089030600263139
- Le Houérou H.-N., 2006. Agroforestry and sylvopastoralism: The role of trees and shrubs (Trubs) in range rehabilitation and development. *Sécheresse*, **17**: 343-348
- Louhaichi M., Ghassali F., Salkini A.-K., Petersen S.-L., 2012. Effet de pâturage des moutons sur les communautés végétales de parcours : étude de cas de dépressions du paysage dans syriennes steppes arides. *J. Arid Environ.*, **79**: 101-106, doi: 10.1016/j.jaridenv.2011.11.024
- MADR, 2007. Atelier international du Parlement panafricain sur la lutte contre la désertification, Alger, Algérie, 2-4 Avr. 2007. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Alger, Algérie
- Marnay L., Doligez P., Trillaud C., 2014. Les aliments - L'analyse chimique des fourrages. Equipédia
- Nedjraoui D., Bédrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, **8** (1), doi : 10.4000/vertigo.5375
- Quézé P., Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNES, Paris, France, 1170 p.
- Rekik F., Bentouati A., Aidoud A., 2014. Evaluation des potentialités fourragères d'un parcours steppique à dominance de *Salsola vermiculata* L. dans l'est de l'Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.*, **26**, 231
- Salemkour N., Aidoud A., Chalabi K., Chefrou A., 2016. Evaluation des effets du contrôle de pâturage dans des parcours steppiques arides en Algérie. *Rev. Ecol. Terre Vie*, **71** (2) : 178-191
- Yerou H., 2013. Dynamique des systèmes d'élevage et leur impact sur l'écosystème steppique : cas de la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse Doct., Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 135 p.

Summary

Amrani O., Chehma A.E. Plantation of *Atriplex canescens* for the restoration of degraded courses in the Algerian steppe

The Algerian steppe is the breeding environment of sheep, which graze on the rangelands. In its arid part, the vulnerability of the environment has been aggravated by this main use, which has intensified in the last decades. A decrease in fodder productivity characterizes this regressive trend, and perennial species are the most affected. The Algerian State has implemented a program to manage highly degraded steppe areas by planting resistant and productive biomass plant species such as *Atriplex* spp. The objective of this work was to estimate the pastoral productivity of a few rehabilitated stations by planting *Atriplex canescens*, compared to natural rangelands. The results showed an improvement in the vegetation cover (from 49% to 60%) and better grazing values (phytomass, productivity, energy, and stocking). On the rehabilitated sites, energy and protein productivity of 604 milk forage units / ha/year and 29 kg dry matter / ha/year, and stocking of 1.51 sheep unit / ha/year were recorded, whereas on the degraded rangelands these values were 14 MFU, 0.422 kg DM/ha/year, and 0.03 sheep unit / ha/year, respectively. The natural stations are overgrazed, and the vegetation and steppe soils have been degrading considerably. Unless steppe rangelands are restored or rehabilitated, their capacity for pastoral productivity will be severely reduced.

Keywords: *Atriplex canescens*, steppes, pastoral lands, sustainable land management, biomass, chemical composition, overgrazing, Algeria

Resumen

Amrani O., Chehma A.E. Plantaciones de *Atriplex canescens* con el fin de restaurar los senderos degradados en la estepa argelina

La estepa argelina es el medio de crianza de la oveja mediante la explotación de sus senderos. En esta parte árida, la vulnerabilidad del medio se ve agravada por una explotación principalmente pastoril, más y más intensa durante estas últimas décadas. Esta tendencia regresiva se caracteriza por una disminución de la productividad forrajera y las especies perennes son las más afectadas. El estado argelino a puesto en obra un programa de recuperación de los espacios de la estepa más degradados, a través del cultivo de especies vegetales resistentes y productivas de biomasa, como *Atriplex* spp. El objetivo de este estudio fue el de estimar la productividad pastoril de algunas estaciones rehabilitadas mediante el cultivo de *Atriplex canescens*, en comparación a los senderos naturales pastoreados. Los resultados muestran un mejoramiento de la cobertura vegetal (49% a 60%) y mejores valores pastoriles (fitomasa, productividad, valor energético y carga pastoril). En las zonas rehabilitadas se registró una productividad energética y proteica de 604 unidades forrajeras leche/ha/año y 29 kg de materia seca / ha/ año, y una carga pastoril de 1,51 unidad ovina/ha/año, mientras que en los senderos naturales degradados estos valores fueron de 14 UFL, 0,422 kg MS/ha/año, et 0,03 unidad ovina/ha/año respectivamente. Las estaciones naturales son sobre explotadas y tienden hacia un estado de degradación severo de la vegetación y de los suelos de la estepa. A menos que se restauren o rehabiliten los senderos de la estepa, su capacidad de productividad pastoril se verá fuertemente reducida.

Palabras clave: *Atriplex canescens*, estepas, tierras de pastoreo, ordenación de tierras sostenible, biomasa, composición química, sobrepastoreo, Argelia

Résumé :

La steppe algérienne est le milieu d'élevage du mouton par l'exploitation de ses parcours. Dans sa partie aride, la vulnérabilité du milieu est aggravée par une exploitation principalement pastorale de plus en plus intense durant ces dernières décennies. Cette tendance régressive est caractérisée par une baisse de la productivité fourragère et les espèces pérennes sont les plus touchées. L'Etat algérien a mis en œuvre un programme d'aménagement des espaces steppiques dégradés par la mise en défens et les espaces très dégradés à travers la plantation d'espèces végétales résistantes et productives de biomasse comme *Atriplex canescens*. A cet effet, nous avons effectué une étude spatio-temporelle de la diversité floristique et du potentiel fourrager des parcours de la région de Laghouat. Pour cela, douze stations ont été choisies, représentant les différentes stations aménagées et non aménagées. Les résultats ont montré que la richesse floristique, le recouvrement végétal, la production, la productivité et la capacité de charge sont nettement supérieurs dans les stations aménagées. L'étude floristique a permis d'identifier 83 espèces appartenant à 24 familles variant dans l'espace et dans le temps. L'étude des spectres biologiques bruts montre l'importance des thérophytes. Tandis que, les spectres biologiques réels montrent la dominance des chaméphytes. L'analyse chorologique montre l'importance des taxons méditerranéens, méditerranéen-saharo-arabique et le nouveau élément Americ- Algéro-Tunisien (*Atriplex canescens*). L'analyse de la composition chimique des espèces vivaces étudiées, montre leurs richesses en matière organique et leurs faiblesses en matière azotée totale. Les stations aménagées ont une productivité moyenne de 335 kg de matière sèche / ha/an, une productivité énergétique moyenne de 191 unités fourragères lait (UFL) / ha/an et, et une charge pastorale de 10 unité ovine /10 ha/an ont été enregistrées, alors que sur les stations non aménagées, ces valeurs moyenne ont été respectivement de 29 kg MS/ha/an, de 17 UFL et 10 unité ovine /200 ha/an. Il en ressort que les stations naturelles sont surexploitées et tendent vers un état de dégradation sévère de la végétation et des sols steppiques. A moins de restaurer ou de réhabiliter les parcours steppiques, leur capacité de productivité pastorale sera fortement réduite.

Mots clés : Parcours steppiques, aménagements steppiques, surpâturage, étude floristique, étude nutritive, productivité, capacité de charge, Laghouat.

العنوان: دراسة نباتية وتغذوية زمانية مكانية لأهم النباتات المعمرة للمراعي الطبيعية والمدارة في

السهوب لمنطقة الأغواط

ملخص: السهوب الجزائرية هي أرض خصبة للأغنام من خلال استغلال مراعيها. في الجزء القاحل ، تتفاقم هشاشة البيئة بسبب الاستغلال الرعوي الشديد بشكل متزايد خلال العقود الماضية. يتميز هذا الاتجاه التراجعي بانخفاض إنتاجية النباتات وأن الأنواع المعمرة هي الأكثر تضرراً. نفذت الدولة الجزائرية برنامجاً تنموياً لمناطق السهوب المتدهورة والمناطق شديدة التدهور من خلال المحميات و زراعة أنواع نباتية مقاومة لمتنجة للكتلة الحيوية مثل القطف الأمريكي. ولهذه الغاية ، أجرينا دراسة مكانية وزمانية للتنوع النباتي وإمكانية الانتاج العلفي للمراعي في منطقة الأغواط. لهذا ، تم اختيار اثنتي عشرة محطة تمثل مختلف المحطات المحمية ، المغروسة و الطبيعية. أظهرت النتائج أن تنوع الفصائل والغطاء النباتي والإنتاج والإنتاجية والقدرة الاستيعابية أعلى بشكل واضح في المحطات المطورة. أتاحت الدراسة النباتية تحديد 83 نوعاً تنتمي إلى 24 عائلة متفاوتة في المكان والزمان. توضح دراسة الأطياف البيولوجية أهمية النباتات *Thérophytes* بينما تظهر الأطياف البيولوجية الحقيقية هيمنة *Chaméphytes*. يُظهر التحليل للتوزيع الجغرافي أهمية الأصناف المتوسطة ، و المتوسطة الصحراوية العربية ، والعنصر الأمريكي-الجزائري-التونسي الجديد (*Atreplex canescens*) . يوضح تحليل التركيب الكيميائي للأنواع المعمرة التي تمت دراستها ثراءها في المادة العضوية وضعفها في إجمالي المادة النيتروجينية. يبلغ متوسط إنتاجية المحطات المدارة 335 كجم من المادة الجافة / هكتار / عام ، ومتوسط إنتاجية للطاقة يبلغ 191 وحدة علف (UFL) هكتار/ عام ، وحمل رعوي يبلغ 10 وحدات أغنام / 10 هكتار/ سنة ، تم تسجيل هذه القيم المتوسطة في المحطات غير المدارة على التوالي 29 كجم / DM هكتار / سنة ، 17 UFL و 10 وحدة من الأغنام / 200 هكتار / سنة. يبدو أن المحطات الطبيعية تتعرض للاستغلال المفرط وتميل إلى حالة تدهور شديد في الغطاء النباتي وتربة السهوب. ما لم يتم استعادة مراعي السهوب أو إعادة تأهيلها ، ستتخفف قدرتها الإنتاجية الرعوية بشكل كبير.

الكلمات الدالة: المراعي السهبية، التنمية السهبية، الإفراط في الرعي، دراسة نباتية، دراسة غذائية، الإنتاجية، قدرة الاستيعاب، الأغواط.

Title: Spatio-temporal florists and nutritional study of the main perennial plants of the natural and developed steppic rangelands of the Laghouat region

Abstract : The Algerian steppe is the breeding environment of sheep, which graze on the rangelands. In its arid part, the vulnerability of the environment has been aggravated by this main use, which has intensified in the last decades. A decrease in fodder productivity characterizes this regressive trend, and perennial species are the most affected. The Algerian State has implemented a program to manage steps degraded by the defense and much degraded spaces by planting of resistant and productive plant species of biomass as *Atriplex concerns*. We carried out a spatio-temporal survey of the flora diversity and forage potential of the Laghouat region. For this purpose, twelve stations were chosen; representing the different stations managed and natural's rangeland. The results showed that flora richness, plant cover, production, productivity and load capacity are significantly higher in the managed stations. The flora study identified 83 species belonging to 24 families varying in space and time. The study of biological spectra shows the importance of therophytes. While, the real biological spectra show the dominance of the chamaephytes. Phytogeographical analysis shows the importance of Mediterranean, Mediterranean-Saharo-Arabian taxa and the new element Americ- Algéro-Tunisien (*Atriplex canescens*). The analysis of the chemical composition of the perennial species studied shows their richness in organic matter and their weaknesses in the total nitrogen matter. The managed stations have an average productivity of 335 kg of dry matter/ha/year, an average energy productivity of UFL 191 /ha/year and, and a pastoral load of 10 sheep units/10 ha/year were recorded. The natural's rangeland values were 29 kg MS/ha/yr, 17 CFU and 10 ovine. It shows the natural stations are overgrazed, and the vegetation and steppe soils have been degrading considerably. Unless steppe rangelands are restored or rehabilitated, their capacity for pastoral productivity will be severely reduced.

Key words: Steppic courses, steppic developments, overgrazing, survey of the flora, nutritional study, productivity, loading capacity, Laghouat.