

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE HOUARI
BOUMEDIENE
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER
en Biologie

Spécialité Ecologie et Environnement

Par : **BOUCHAREB BRAHIM**

Sujet :

**Suivi des actions de lutte contre la désertification ; étude
expérimentale dans la commune de Hadj Mécheri.
(W. LAGHOUAT)**

Soutenu publiquement le : 16/02/2012, devant le jury composé de :

Mme DAHMANI. M	Professeur à l'USTHB	Présidente
Mme NEDJRAOUI. D	Professeur à l'USTHB	Directrice de Mémoire
Mme KADI HANIFI. Y	Professeur à l'USTHB	Examineur
Mr BEDRANI. S	Professeur à L'ENSA	Examineur
Mr HIRCHE. R	Maitre de conférences à l'USTHB	Examineur

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma grande reconnaissance au Professeur Madame NEDJRAOUI Dalila pour avoir dirigé mon travail malgré ses multiples obligations ; qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je tiens également à présenter mes sincères remerciements à Madame DAHMANI Malika, Professeur au laboratoire d'écologie végétale et environnement à l'USTHB, pour m'avoir honoré de présider le jury de ce mémoire.

Mes vifs remerciements et mon profond respect à Madame KADI HANIFI Yasmina, Professeur au laboratoire d'écologie végétale et environnement à l'USTHB, pour avoir accepté d'examiner mon travail.

Mes remerciements et ma grande reconnaissance à Monsieur HIRCHE Riadh, Maître de conférences à l'USTHB pour avoir accepté d'examiner ce travail, après m'avoir assisté avec ses précieux conseils, et me faire part de ses connaissances botaniques.

Mes sincères remerciements vont également à Monsieur BEDRANI Slimane, Professeur émérite à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ex INA), qui a suivi de près le déroulement du projet, et m'a fait l'honneur d'examiner mon travail.

Je témoigne une particulière gratitude à Melle HOURIZI Ratiba pour m'avoir accordé énormément de son temps et m'assister sur le terrain, qu'elle trouve ici ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à Madame BENHOUBOU Salima, Professeur à l'ENSA (ex INA) pour son aide et ses encouragements tout au long de mes études.

Je ne pourrais oublier de remercier HAMMOUDA Rachid pour ses orientations et ma facilité d'intégration au sein de l'équipe du projet, qu'il soit assuré de ma gratitude.

Je remercie chaleureusement DAOUDI Ali, BENTERKI Nassima, TIRANTI Salima, et FAHAS Riadh, pour avoir assisté mon travail, et m'avoir fourni tous les moyens pour avancer.

Je ne pourrais oublier de remercier tout le personnel et les enseignants du laboratoire d'écologie végétale de l'USTHB, mes enseignants de l'INA, particulièrement BOUBAKER Zoubir ; pour leur disponibilité.

A toutes ses personnes, à mes parents, à ma famille, à mes amis et collègues, à tous ceux qui croient en moi, je dédie ce travail.

Résumé

Le présent travail entre dans le cadre d'un projet de recherche destiné à la lutte contre la désertification.

La zone d'étude steppique se situe au Sud-ouest de la Wilaya de Laghouat, dans la commune de Hadj Mécheri. L'étude est consacrée au suivi saisonnier des actions de lutte contre la désertification en adoptant une démarche participative intégrant tous les acteurs de développement à tous les stades de l'expérimentation.

Une description de l'état de dégradation des parcours nous a permis de dresser un dispositif expérimental ayant comme principal objectif, l'amélioration de la dynamique des écosystèmes dégradés et le rétablissement d'un équilibre écologique en adoptant différentes stratégies de restauration et de réhabilitation.

L'étude caractéristique des stations retenues dans l'expérimentation nous a permis de constater l'importance de dégradation de certains parcours et la nécessité de provoquer un rétablissement d'équilibre naturelle par l'adoption de pratiques d'aménagement, comme la mise en défens et les plantations fourragères.

Une cartographie des parcelles expérimentales destinées à l'aménagement a été accompagnée par l'installation des lignes permanentes de 40 mètres, afin de permettre le suivi écologique régulier dans le temps et dans l'espace.

Le suivi saisonnier nous a permis d'apporter une évaluation éco-pastorale des potentialités naturelles en un temps T0 tout en envisageant une continuité de suivi dans le temps afin d'élaborer un modèle de gestion durable des parcours steppiques, et fournir une assise pour tous travaux d'aménagement d'espaces steppiques dégradés.

La période d'étude a été marquée par un climat avantageux ayant conduit à des circonstances écologiques exceptionnelles. Ainsi, les recouvrements de la végétation ont atteint des seuils record. Le nombre d'espèces recensé est de 142 ; mais cette conjoncture ne nous a pas empêché de constater l'importance de la dégradation de la végétation pérenne, particulièrement les faciès à *Stipa tenacissima* envahi par les espèces rudérales et post-culturales, devant la diminution des espèces autrefois inféodés à cet écosystème ; et l'intensité de l'ensablement, laissent la place 'dans le meilleur des cas' à de nouveaux faciès à Sparte et à Drinn.

C'est dans cette perspective de rétablissement d'équilibre écologique et d'amélioration de productivité des pâturages dégradés que nous essayerons de trouver un équilibre entre restauration des potentialités pastorales et préservation des écosystèmes naturelles.

Mots clés : steppe, restauration, cultures fourragères, ligne permanentes, parcelle expérimentales, T0, suivi, étude floristique, étude productive.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des stations retenues.....	10
Tableau 2 : Régimes saisonniers moyens des précipitations des stations retenues.....	11
Tableau 3 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures des stations retenues.....	13
Tableau 4 : Représentation de l'indice de De Martonne.....	13
Tableau 5 : Valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger.....	15
Tableau 6 : Composition de la population occupée dans l'année 2008.....	17
Tableau 7 : Evolution du cheptel dans la commune de Hadj Mécheri.....	18
Tableau 8 : données d'exploitation des Atriplex	29
Tableau 9 : Exigences écologique de <i>Medicago arborea</i>	30
Tableau 10 : Apparition des espèces en fonction d'aire croissante.....	52
Tableau 11 : Composition de la flore de la zone d'étude.....	55
Tableau 12 : Récapitulatif de production primaire pour les stations retenues.....	79
Tableau 13 : Différentes classes des parcours.....	80
Tableau 14 : Calcul des valeurs pastorales des stations expérimentales de l'étude.....	81
Tableau 15 : valeurs énergétiques issues de la phytomasse.....	82

Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.....	3
Figure 2 : Géomorphologie de la zone d'étude.....	4
Figures 3 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station d'El Bayadh.....	8
Figures 4 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station de Brida.....	8
Figures 5 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station d'Aflou.....	9
Figure 6 : Diagramme ombrothermique de la station d'El Bayadh (1995/2009).....	13
Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la station d'Aflou (1995/2010).....	14
Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la station de Brida (1995/2010).....	14
Figure 9 : Situation des stations dans le Climagramme d'EMBERGER.....	16
Figure 10 : carte d'occupation des sols dans la commune de Hadj Mécheri.....	32
Figure 11 : carte de la charge pastorale et de sensibilité des parcours.....	35
Figure 12 : les différentes stations expérimentales dans la Localité de Dayet Debdeb.....	36
Figure 13 : les différentes stations expérimentales dans la Localité de Thnaya.....	42
Figure 14 : Mise en place de carré permanent dans une plantation à <i>Atriplex canescens</i>	47
Figure 15 : Disposition des plants dans une plantation à forte densité	48
Figure 17: Plantation inter-touffes faible densité.....	48
Figure 18: Représentation de l'aire minimale.....	52
Figure 19 : Spectre biologique des espèces de la zone d'étude.....	56
Figure 20 : Spectre phytogéographique de la zone d'étude.....	57
Figure 21 : Diversité spécifique saisonnière des parcelles expérimentales.....	59
Figure 22 : Diversité spécifique saisonnière des différents faciès.....	59
Figure 23 : Représentation des valeurs de l'indice de Shannon pour les différentes parcelles.....	60
Figure 24 : Calcul de l'indice de Shannon pour les différents faciès.....	61
Figure 25 : Comparaison de l'indice de Shannon et le coefficient de variation.....	61
Figure 26 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la première parcelle.....	63
Figure 27 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la seconde parcelle.....	64
Figure 28 : Fluctuation saisonnière u RGV et de la valeur pastorale dans la troisième parcelle.....	65
Figure 29 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la quatrième parcelle.....	66
Figure 30 : photo de la parcelle 4 mise en défens (printemps, 2009).....	67
Figure 31 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la cinquième parcelle.....	67
Figure 32 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la sixième parcelle.....	68
Figure 33 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la septième parcelle.....	69
Figure 34 : Photo de la Parcelle 7 Avril 2009.....	69
Figure 35 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la huitième parcelle.....	70
Figure 36 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la neuvième parcelle.....	70
Figure 37 : Photo d'une plantation d' <i>Atriplex halimus</i> sur parcours à Alfa (Sayada, Hadj Mécheri)...	71
Figure 38 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la dixième parcelle.....	72
Figure 39 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la onzième parcelle.....	73
Figure 40 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la douzième parcelle.....	74
Figure 41 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la treizième parcelle.....	74
Figure 42 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la quatorzième parcelle....	75
Figure 43 : Valeurs de la phytomasse en kg/Ms/ha dans un parcours témoin à Sparte.....	77
Figure 44 : Valeurs de la phytomasse dans un parcours à Sparte mis en défens.....	77
Figure 45 : Valeurs de la phytomasse dans une station à Alfa mise en défens.....	78

Sommaire

Introduction générale & problématique	1
Première partie : Inventaires et caractérisation	
Chapitre 1 Présentation de la zone d'étude	3
1.1 Localisation géographique de la zone d'étude	3
1.2 Cadre géologique	3
1.3 Cadre géomorphologique	4
1.4 Cadre pédologique	5
1.4.1 La classe des sols minéraux bruts.....	5
1.4.2 La classe des sols peu évolué.....	5
1.4.3 La classe des sols isohumiques.....	6
1.4.4 La classe des sols calcimagnésique.....	6
1.5 L'hydrologie	6
1.6 La phytogéographie de la zone d'étude	6
1.7 Etude climatique de la zone d'étude.....	7
1.7.1 La pluviosité.....	7
1.7.1.1 Les précipitations annuelles.....	8
1.7.1.2 Régimes annuels de précipitation.....	8
1.7.1.3 Régimes mensuels de précipitation.....	10
1.7.1.4 Régime saisonnier de précipitation.....	10
1.7.2 La température.....	11
1.7.3 L'humidité relative.....	12
1.7.4 Synthèse bioclimatique.....	12
1.7.4.1 L'indice d'aridité de De Martonne.....	13
1.7.4.2 Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen.....	13
1.7.4.3 Quotient pluviothermique d'Emberger.....	14
1.8 Aperçu socio-économique de la région d'étude.....	17
1.8.1 Le choix de la commune de Hadj Mécheri.....	17
1.8.2 La population de la zone d'étude.....	17
1.8.3 L'Emploi.....	17
1.8.4 Les principales activités économiques.....	17
1.8.4.1 L'Agriculture.....	17
1.8.4.2 L'élevage.....	18
1.8.4.3 L'artisanat.....	18
1.8.4.4 Le secteur commercial.....	18
1.8.4.5 La cueillette et le commerce des ressources naturelles.....	18
Conclusion.....	19
Chapitre II : Etude des méthodes d'aménagement des parcours	20
2.1 Présentation du Projet dans lequel s'inscrit notre étude.....	21
2.2 Contribution de notre étude au projet.....	21
2.3 Synthèse de la situation productive actuelle de la steppe.....	21
2.3.1 Aperçu de la productivité fourragère en Algérie.....	22
2.4 Méthodes générales d'aménagement des écosystèmes dégradés	22
2.4.1 La Restauration.....	22
2.4.2 Réhabilitation.....	23
2.4.3 La réaffectation.....	23
2.4 Procédés généraux d'amélioration des parcours.....	24
2.4.1 Les mises en défens.....	24
2.4.2 La limitation de la charge animale.....	26

2.4.3	La rotation.....	26
2.4.4	Introduction d'espèces fourragères.....	26
2.5	Descriptions des espèces fourragères introduites dans notre zone d'étude.....	27
2.5.1	Les Atriplex.....	28
2.5.1.1	<i>Atriplex halimus</i>	28
2.5.1.2	<i>Atriplex canescens</i>	28
2.5.1.3	<i>Atriplex nummularia</i>	28
2.5.1.4	Période d'exploitation des Atriplex.....	29
2.5.1.5	Valeur alimentaire des Atriplex.....	29
2.5.2	La Luzerne arborescente.....	30
2.5.2.1	Valeur alimentaire de la luzerne arborescente.....	30
	Conclusion.....	31

Deuxième partie : Expérimentation

Chapitre III : Choix des parcelles expérimentales et des aménagements.....32

3.1	Synthèse des travaux antérieurs dans la zone d'étude.....	32
3.2.	Récapitulatifs des résultats relatifs aux groupements végétaux de la zone d'étude.....	33
3.3	Présentation des parcelles expérimentales.....	34
3.3.1	Les parcelles situées dans la localité de Dayet Debdeb.....	36
3.3.1.1	Parcelle (1) à <i>Lygeum spartum</i>	36
3.3.1.2	Parcelle (2) à <i>Lygeum spartum</i>	37
3.3.1.3	Parcelle (3) à <i>Lygeum spartum</i> à mettre en défens.....	38
3.3.1.4	Parcelle (4) à <i>Lygeum spartum</i> à mettre en défens.....	39
3.3.1.5	Parcelle (5) à <i>Stipa tenacissima</i> à mettre en défens.....	40
3.3.1.6	Parcelle (6) dégradée à <i>Stipa tenacissima</i> destinée aux plantations fourragères.....	40
3.3.1.7	Parcelle (7) très dégradée à <i>Stipa tenacissima</i> réaffectée en plantation fourragère.....	41
3.3.2	Les parcelles situées dans la localité de Thnaya.....	42
3.3.2.1	Parcelle (8) à <i>Stipa tenacissima</i> à mettre en défens.....	43
3.3.2.2	Parcelle (9) à <i>Stipa tenacissima</i> à planter mitoyenne de la mise en défens.....	43
3.3.2.3	Parcelle (10) à <i>Stipagrostis pungens</i> avec plantation de <i>Medicago arborea</i> inter-touffes.....	44
3.3.2.4	Parcelle (11) à mettre en défens à <i>Lygeum spartum</i> et <i>Stipagrostis pungens</i>	44
3.3.2.5	Parcelle (12) à plantation dense en <i>Atriplex canescens</i> et <i>Retama retam</i>	45
3.3.2.6	Parcelle (13) témoin, bonne formation de Drinn.....	45
3.3.2.7	Parcelle (14) à plantation inter-touffes d' <i>Atriplex canescens</i>	46
3.3.3	Mise en place des carrés permanents.....	47
3.4	Détermination de densité de plantation.....	47
3.4.1	Densité forte.....	48
3.4.2	Densité moyenne.....	48
3.4.3	Densité faible.....	48

Troisième partie : Entame de suivis et établissement de T0

Chapitre IV : Méthodologie.....49

4.1	Méthode d'échantillonnage et analyse de la végétation.....	49
4.1.1	L'échantillonnage systématique par la méthode linéaire.....	50
4.1.2	Etude phytoécologiques.....	50
4.1.2.1	Le recouvrement global de la végétation (RGV).....	51
4.1.2.2	La fréquence Centésimale spécifique Fsi.....	51
4.1.2.3	La contribution spécifique.....	51
4.1.3	Le relevé floristique.....	51
4.1.3	Etude de la biodiversité.....	52

4.1.3.1 Estimation de la richesse spécifique.....	52
4.1.3.2 l'indice de Shannon.....	52
4.2 Etude de l'évolution des ressources pastorales.....	53
4.2.1 Evaluation saisonnière de la phytomasse.....	53
4.2.2 Détermination de la valeur pastorale des stations de suivi.....	53
4.2.3 Détermination de la productivité pastorale.....	54
Chapitre V Résultats et discussion.....	55
5.1 Etude floristique de la zone d'étude.....	55
5.1.1 Le spectre biologique des espèces recensées.....	56
5.1.2 Spectre phytogéographique.....	57
5.2 Mesure de la diversité biologique dans les parcelles expérimentales.....	58
5.2.1 Estimation de la richesse spécifique.....	58
5.2.2 Calcul de l'indice de Shannon pour l'ensemble des parcelles et des saisons.....	60
5.3 Mesures de la valeur pastorales des différentes parcelles.....	63
5.3.1 Les stations sises à Dayet Debdeb.....	63
5.3.1.1 La parcelle 1 : destinée à une plantation en <i>Atriplex canescens</i> et <i>Lygeum spartum</i>	63
5.3.1.2 La parcelle 2 laissée comme témoin.....	64
5.3.1.3 La parcelle 3 mise en défens à <i>Lygeum spartum</i>	65
5.3.1.4 La parcelle 4 : mise en défens à <i>Lygeum spartum</i>	66
5.3.1.5 La parcelle 5 mise en défens à <i>Stipa tenacissima</i>	67
5.3.1.6 La parcelle 6 : plantation d' <i>Atriplex canescens</i> sur parcours à Alfa déperis.....	68
5.3.1.7 La parcelle 7 plantation d' <i>Atriplex canescens</i> sur parcours à Alfa totalement déperis.....	69
5.3.2 Les parcelles sises à Thnaya.....	70
5.3.2.1 La parcelle 8 mise en défens à <i>Stipa tenacissima</i>	70
5.3.2.2 La parcelle 9 plantation d' <i>Atriplex halimus</i> sur un parcours à Alfa.....	70
5.3.2.3 La parcelle 10 plantation de <i>Medicago arborea</i> sur faciès à Drinn.....	72
5.3.2.4 La parcelle 11 Mise en défens à <i>Lygeum spartum</i> et <i>Stipagrostis pungens</i>	73
5.3.2.5 La parcelle 12 plantation d' <i>Atriplex canescens</i> sur parcelle à <i>Lygeum spartum</i>	74
5.3.2.6 La parcelle 13 plantation de délimitation en <i>Atriplex halimus</i> sur <i>Stipagrostis pungens</i>	74
5.3.2.7 La parcelle 14 plantation d' <i>Atriplex nummularia</i> sur un parcours mixte.....	75
5.4 Mesures de la phytomasse.....	76
5.4.1 Phytomasse aérienne dans un parcours témoin à <i>Lygeum spartum</i> (en Kg MS/ha).....	77
5.4.2 Phytomasse aérienne dans un parcours à <i>Lygeum spartum</i> mise en défens.....	77
5.4.3 Phytomasse dans un parcours à <i>Stipa tenacissima</i> mis en défens.....	78
5.4.4 Estimation de la production de l'année.....	79
5.4.5 Comparaison de la production pastorale des parcelles par la phytomasse.....	80
5.4.5.1 Etude de la productivité pastorale des parcelles expérimentales.....	81
5.4.5.2 Potentialités fourragères estimés par la phytomasse.....	81
5.4.6 Discussion des résultats.....	82
Conclusion générale.....	84
Références bibliographiques.....	87
Annexes.....	96

Introduction générale & problématique

La steppe algérienne connaît depuis plusieurs décennies un problème de dégradation qui prend des dimensions dangereuses. La dégradation commence par une érosion de la biomasse et de la biodiversité et finit par l'ensablement et/ou l'apparition de la roche mère sur de vastes étendues.

Les conséquences de ce phénomène sont multiples et concernent aussi bien la dimension écologique que la dimension socioéconomique. En effet, le rempart que représentait la steppe face à l'ensablement est entrain de disparaître, rendant ainsi la menace de la désertification des régions nord du pays plus que jamais présente (Aidoud, 1989).

La steppe, qui disposait de grandes potentialités économiques et socioculturelles dont vivait une grande proportion de ses habitants et autour desquelles ont été développés un élevage pastoral intégré et harmonieux, et des savoirs et des savoirs faire ancestraux riches et diversifiés, connaît aujourd'hui de sérieux problèmes d'érosion de ses ressources naturelles, aggravant d'avantage la précarité des conditions d'existence de la majeure partie de ses occupants, notamment les petits éleveurs (Mouhous, 2005).

Cette steppe subit une désertification dont le rythme et l'intensité s'accroissent de plus en plus, malgré les efforts déployés par les pouvoirs publics pour lutter contre ce phénomène. Cet échec relatif de la majorité des projets de développement s'explique par plusieurs facteurs dont le principal est l'inadaptation de ces programmes aux spécificités et aux priorités de développement des régions steppiques (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

Le présent mémoire entre dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire de recherche-action dont l'objectif global est de contribuer à l'amélioration de la gouvernance des ressources naturelles des parcours steppiques et à l'amélioration durable des conditions d'existence des populations qui vivent de ces ressources. En effet, la complexité de la problématique de la dégradation des parcours steppiques et la volonté de l'équipe de recherche à mieux cibler et implémenter des solutions pertinentes, imposent l'adoption d'une approche de recherche appropriée. Ainsi, une étude expérimentale des parcours dégradés a été faite afin de déterminer le choix d'actions restauratrices appropriées, ces dernières ont fait l'objet de suivi saisonnier relatif à la composante floristique, la production primaire en termes de matière végétale, l'évolution écologique des parcours expérimentés et la réaction de la population locale face à ces nouvelles solutions préconisées.

L'objectif de ce travail serait de contribuer (à long terme) à comprendre les mécanismes liés à la transformation des paysages steppiques sous l'influence des nouvelles pratiques agropastorales réfléchies et expérimentées dans la commune steppique de Hadj Mécheri et élaborer par la suite, une structure de base pour permettre le suivi régulier des actions d'aménagement implantés dans la zone d'étude.

Ce thème a été inspiré suite à l'initiative du Centre de Recherche Economique Appliqué pour le Développement (CREAD), en collaboration avec le département d'Ecologie et de l'Environnement de l'Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene (USTHB), l'Institut National Agronomique (INA) et l'Institut National de Recherche Agronomique Algérien (INRAA) ; à mettre en place un projet interdisciplinaire de recherche-développement, intitulé « La gestion durable des parcours steppiques : la voie de l'apprentissage participatif », au niveau de la commune de Hadj Mécheri, wilaya de Laghouat, soutenu par le centre de recherche pour le développement international canadien (CRDI).

Par ailleurs, l'intension d'installation des cultures fourragères occasionnée par la faible productivité des parcours de la zone d'étude, l'invasion de sable, ainsi que le processus de paupérisation caractéristique de la population de zone d'étude, ont conduit à l'élaboration de ce thème, conçu pour apporter une assise scientifique relative aux choix d'action d'aménagement et au suivi de ses dernières dans l'espace et dans le temps.

La réalisation de ce travail nécessite donc une connaissance approfondie de l'état actuel de la végétation surtout celle des parcelles expérimentales retenues pour le suivi, ainsi que les facteurs de dégradation et de climat.

En effet, plusieurs études caractéristiques de la zone steppique ont été réalisées, nous citons ceux de Bouzenoune, 1984 ; Hourizi, 1995 ; Quézel et Santa, 1962 ; et récemment Hammouda, 2009 ; aussi bien que d'autres études réalisées au Sud Oranais, nous citons ceux de Aidoud, 1982, 1989 ; Nedjraoui, 1981 ; Le Houerou, 1969, 1971, 1985 ; Djellouli, 1990 ; Kaabeche, 1994 ; Djebaili, 1978 ; Kadi hanifi, 1998 ; Slimani, 1998.

Plusieurs auteurs ont soulevé la nécessité d'intervenir en milieux steppiques dégradés afin de limiter la dégradation des parcours liée aux pratiques anthropozoïques et accélérée assez souvent par les aléas climatiques défavorables.

Ces interventions doivent être conduites dans un processus de développement durable, auprès des utilisateurs du territoire, en l'occurrence, les agropasteurs.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail et qui s'articule autour des axes suivants :

Une première partie consacrée à la caractérisation physique de l'ensemble de la zone d'étude et les voies d'aménagement des parcours ; suivra une seconde partie expérimentale consacrée au choix des parcelles à aménager en se basant sur le travail de caractérisation de Hammouda, 2009 ; complété par les prospections sur le terrain et la cartographie des parcelles retenues dans l'expérimentation.

La démarche méthodologique retenue pour l'établissement d'un état T0 des parcelles, ainsi que tous les résultats de l'étude seront abordés dans la troisième partie.

Le tout sera clôturé par une conclusion générale synthétisant l'ensemble de l'étude, et soulève l'importance de travaux continus dans le temps, comme le suivi post-réalisation, conformément aux processus de gestion durable.

Première Partie : inventaire et Caractérisation

Chapitre 1 Présentation de la zone d'étude

1.1 Localisation géographique de la zone d'étude

Hadj Mécheri, commune de la Daïra de Brida, Wilaya de Laghouat, se localise à l'extrémité occidentale du territoire de la Wilaya. Elle se situe dans la partie centrale de l'Atlas saharien, à une altitude moyenne de 1250 m, entre 33° 51' à 34° 07' de latitude Nord et 01° 20' à 01° 44' de longitude Est (figure 1). Elle est limitée au Nord par la commune de Ain Sidi Ali, au Sud et au Sud-ouest par la Wilaya d'El Bayadh, à l'Est par la commune de Brida et au Nord-Ouest par la Wilaya de Tiaret. La commune s'étend sur une superficie de 65270 Ha.

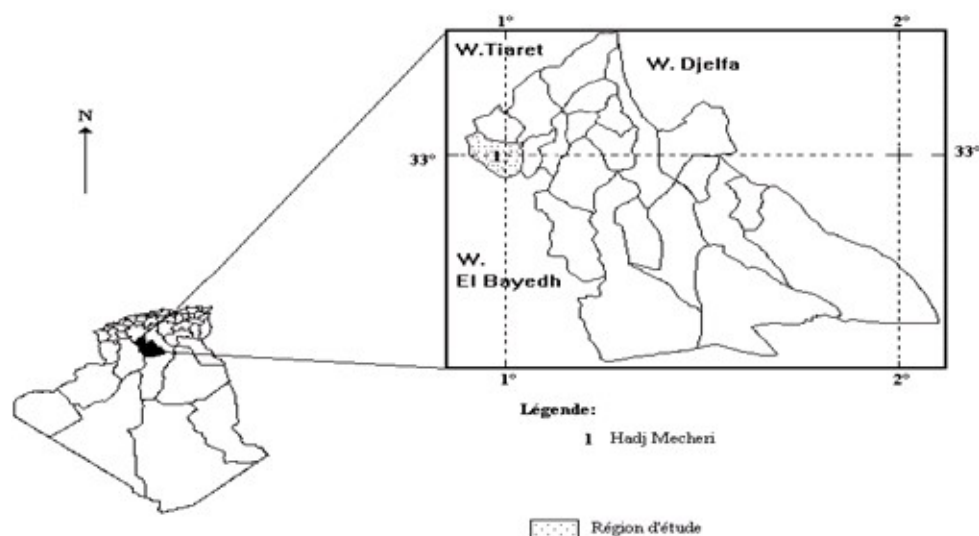


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

1.2 Cadre géologique

La carte géologique de 1/500000 établie par Cornet et *al*, 1952, montre que généralement les steppes reposent sur des calcaires lacustres. Sur les versants de l'Atlas saharien, les sols érodés sont des lithosols et des régosols colonisés par des steppes arborées à genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) et à Alfa (*Stipa tenacissima*).

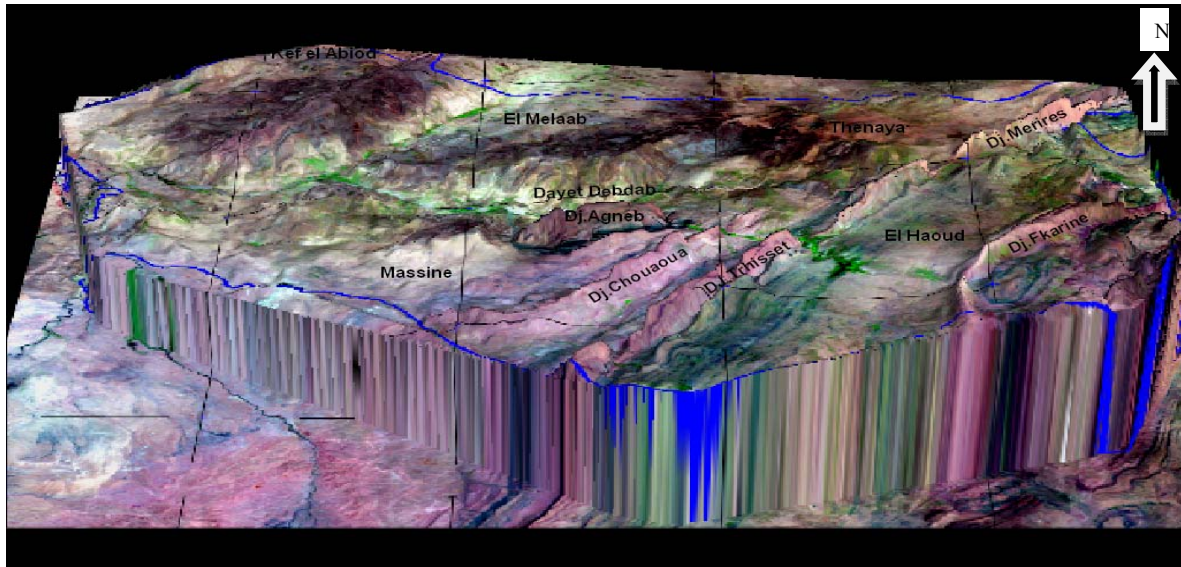
Sur les glacis polygéniques du Quaternaire se développent surtout des sols bruns calcaires xériques à croûtes et des siérozems (Pouget, 1980).

Tous ces sols ont une faible épaisseur et sont pauvres en matière organique ; ils sont plus profonds et souvent utilisés par l'agriculture dans les lits des oueds et dans les dayas (dépressions) ; la plupart d'entre eux connaissent des dépôts de sables considérables liés à l'érosion hydrique et éolienne (Gaouass, 2007).

La région de Hadj Mécheri est constituée de couches de calcaire du Crétacé supérieur et du Paléocène et parfois des grès de l'Albien alternant avec les lits marneux, synonyme de réservoirs pour les ressources naturelles. Le faciès gréseux appartenant au Jurassique et au Crétacé inférieur prédomine particulièrement, alors que des dépôts Quaternaires et tertiaires constitués de grès moyens à grossiers ont été recensés.

1.3 Cadre géomorphologique

Considérant la carte topographique de 1/100000 et les observations sur le terrain, la zone d'étude est géomorphologiquement hétérogène. L'altitude moyenne est de 1250 m, variant de 1100 m à 1367 m au point culminant : Djebel Agneb.



Source : Carte topographique au 1/100 000 (Taouiala ; Gueltet Sidi Saad) In HAMMOUDA ; 2009

Figure 2 : Géomorphologie de la zone d'étude.

Les formations distinguées sont les suivantes :

- . Les reliefs ;
- . Les dépressions ou dayas ;
- . Les formations d'accumulations éoliennes ;
- . Les glacis, qui sont représentés par des sols reposant sur calcaire du Quaternaire ;

➤ Les reliefs

De part son appartenance à l'Atlas saharien, La commune de Hadj Mécheri se situe au centre d'un ensemble montagneux où culmine à moyenne de 1450 m quatre principaux Djebels : Fekarine, Mrires, Chouaoua et Trhisset, appartenant administrativement aux communes voisines (Aïn Sidi Ali, Stitten et Haj Mechri Boualem).

A l'intérieur des limites de la zone d'étude, culmine Djebel Agneb à environ 1367 m à côté duquel une sorte de crête monoclinale, formant une saillie naturelle qui ressemble à une corniche, appelée Kef El Abiad, perche à 1194 m d'altitude.

➤ Les faciès d'accumulation éolienne

Formés d'accumulations éoliennes, les particules se déposent en fonction de paramètres complexes (exposition, vents, géomorphologie), une pellicule de sable couvre la quasi-totalité des parcours. Son épaisseur varie d'un simple voile sableux jusqu'à la formation de véritables horizons d'accumulation, des Nebkas et des dunes. Des micro dunes sont nouvellement formées (témoignage des riverains) et imposent un dispositif urgent de fixation.

➤ Les glacis

Ce sont des glacis polygéniques qui se retrouvent aux alentours des plaines en régions de Keslane, Massine, El Melaab, et qui sont classés en fonction de leur âge de formation, allant

des formations récentes qui sont dominantes (considérant l'importance du matériel détritique qui les recouvre) aux formations anciennes caractérisées par les croûtes calcaires en provenance du Miocène supérieur.

➤ **Les Dayas**

Ce sont des dépressions fermées couvertes par des formations récentes, de texture moyenne à fine où s'accumulent les eaux de ruissellement provenant des cours d'eau qui constituent des artères (rarement permanents) de circulation d'eau vers le centre de dépression, une partie s'évapore, et une autre s'infiltré lentement sans apparentes stagnations dans notre zone d'étude.

Dayet Debdeb constitue la plus importante dépression attribuant son nom à l'une des deux principales localités de la commune de Hadj Mécheri (Dayet Debdeb & Thnaya) où se développe une céréaliculture importante, principale activité économique de la région après l'élevage extensif.

1.4 Cadre pédologique

Les steppes, bien que dégradées, couvrent de grandes surfaces sur des substrats à texture relativement fine. L'unité morpho-pédologique doit être considérée comme une conséquence du déterminisme de l'environnement par l'examen en priorité des caractères spécifiques du sol (texture, stabilité ou instabilité) ; néanmoins, plusieurs auteurs ont décrit des sols pauvres en humus, fragiles et peu profonds. D'après l'étude réalisée par le Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique en 1974, concernant la zone d'étude, nous récapitulons les types des sols distingués comme suit :

1.4.1 La classe des sols minéraux bruts :

Ce sont des sols à faible différenciation des horizons, faible altération de la roche mère, et en fonction de laquelle on distingue :

- **Les sols minéraux bruts d'érosion** : qui sont situés généralement sur les pentes assez fortes où les couches superficielles sont constamment entraînées.
- **Les sols minéraux bruts d'apport alluvial** : qui se localisent au niveau des lits d'oueds, les zones d'épandage et les petits dayas. Ils présentent souvent une texture sableuse.
- **Les sols minéraux bruts d'apport éolien** : ils sont localisés au niveau des formations éoliennes fixées par la végétation : dépôts de sable, placages et micro-dunes, ces sols sont colonisés par les espèces psammophyles tels que *Stipagrostis pungens* et *Retama retam*.

1.4.2 La classe des sols peu évoluée :

Ils sont classés en fonction de l'origine des dépôts ; qu'ils soient alluviaux ou éoliens, on distingue :

- **Les sols peu évolués d'érosion** : se développent sur roche mère dure (calcaire, grès) ou tendre (marnes), et présentent une profondeur faible, et une proportion élevée d'éléments grossiers.
- **Les sols peu évolués d'apport alluvial** : ce sont des sols dont les caractéristiques physicochimiques sont très variables, en fonction des conditions des dépôts et de migration des particules, ils peuvent être de texture argileuse, limoneuse, ou sableuse, et on les rencontre le

plus souvent sur les terrasses des lits d'oueds et sont généralement profonds et propices aux cultures.

1.4.3 La classe des sols isohumiques

Ils se localisent sur les glacis polygéniques du quaternaire récent, ils se caractérisent par un taux de matière organique faible (inférieur à 1%) mais assez répartie dans le profil. La texture du sol est équilibrée à argilo-limoneuse. La végétation est dominée par *Lygeum spartum* et de nombreuses psammophiles. Ce type de steppe constitue des parcours de qualité moyenne.

1.4.4 La classe des sols calcimagnésiques

Ils comprennent : *les rendzines* localisés sur les versants de djebels, à texture souvent limono argileuse ; en cas d'érosion forte, la roche mère est mise à nu, aboutissant à la formation de lithosols. *Les sols bruns calcaires* peu profonds caractérisent les piémonts et les glacis du Quaternaire dont la texture varie de limono sableuse à sablo limoneuse. La plupart de ces sols sont à vocation pastorale, contenant des réserves d'eau satisfaisantes. *Les sols à accumulation calcaire* : occupent une surface importante sur les glacis de la zone d'étude, ils sont souvent recouverts d'un léger apport éolien, formant une pellicule de glaçage et on y trouve une végétation psammophile.

1.5 L'hydrologie

De part sa situation géomorphologique, La commune de Hadj Mécheri se caractérise par un réseau hydrographique important à bassin endoréique fermé. Les eaux de ruissellement découlent des pluies de la saison humide. La carte du réseau hydrographique établie par l'ANRH, 1976 nous permet de caractériser les principaux affluents de l'aire d'irrigation d'Agneb et Brida.

Oued Sidi Nacer est le principal cours d'eau traversant la zone d'étude, sa continuité dans la région est appelée oued Kseb ; le point de confluence entre ce dernier et les deux oueds Massine et Keslane se localise à Dayat Debdeb. Ces oueds sont généralement à écoulement temporaire, principalement hivernal.

1.6 La phytogéographie de la zone d'étude

L'étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation (Quézel, 1991). Elle permet de connaître l'histoire d'une aire géographique et constitue un véritable modèle pour interpréter certains phénomènes de régression. La subdivision en domaines, sous-domaines, secteurs, sous-secteurs, reflète l'étroite dépendance climat-végétation.

La steppe algérienne fait partie du domaine Mauritanien steppique de la région méditerranéenne (Maire, 1926), ce domaine comprend les hauts plateaux et le secteur de l'Atlas Saharien. Le climat est continental avec une saison sèche longue de 6 à 7 mois et une pluviométrie variant entre 200 et 300 mm/an. Les températures estivales sont élevées (30 à 40°C), les froids hivernaux sont nettement accusés (moyenne des températures minimale du mois le plus froid oscille entre 0 et 2°C). Ces conditions sont peu favorables à la végétation forestière, elle est remplacée ainsi par des formations basses notamment les steppes à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba*, *Ziziphus lotus* etc.

La région de Hadj Mécheri appartient à la région méditerranéenne de l'empire Holarctique, de nombreux chercheurs se sont penchés sur sa subdivision : Quézel & Santa, 1963 ; Barry & Faurel, 1968 ; Barry et Celles, 1974 ; et ont ainsi apporté des modifications sur la subdivision

de Maire, 1926 ; en se basant exclusivement sur la composition floristique. Barry et Celles, 1974 ; classent la zone d'étude dans la région méditerranéenne, sous région Eu-méditerranéenne du domaine Maghrébin Steppique, Secteur de l'Atlas Saharien, sous-secteur de l'Atlas Saharien Algérois, elle est donc située au juste milieu de la région floristique méditerranéenne, caractéristique des hauts plateaux au nord, et la région Saharo sindienne caractéristique du Sahara septentrional au sud.

En effet, la steppe nord-africaines présente une individualité indiscutable et ne constitue pas seulement une zone de transition entre la Méditerranée et le Sahara, puisque près de la moitié de sa flore (46 %) n'appartient ni à la zone méditerranéenne (31 %), ni au Sahara (9 %) (Le Houerou, 1995), à l'exception des massifs montagneux, où prédominent des formations essentiellement arborées et/ou arbustives à base de pin d'Alep et de genévrier de Phénicie. Elles sont décrites selon les auteurs sous diverses dénominations (forêt claire, forêt clairsemée, maquis, garrigue, matorral (Quézel, 1976 ; Tomaselli, 1976). L'essentiel du paysage végétal du territoire est constitué par des formations steppiques caractérisées par l'absence des formations et reliques forestières, très peu d'espèces sahariennes, et l'abondance d'espèces steppique *sensu stricto*. Cette formation se développent entre les isohyètes de 200 à 300 mm.

La végétation est donc diversifiée et composée principalement de faciès souvent considérés comme le résultat de régression de la forêt primaire, entraînant un phénomène de steppisation. Le Houerou, 1969 ; la qualifie de steppe graminéenne ; Nous énumérons la steppe d'Alfa (*stipa tenacissima*), steppe de Sparte (*Lygeum spartum*), steppe de Drinn (*Stipagrostis pungens*), steppe d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*), sans oublier les steppes mixtes de plus en plus nombreuses (Alfa, Sparte, Armoise, et Drinn).

La steppe actuelle est soumise à l'action anthropozoïque qui a entraîné une dégradation sans précédent sur l'ensemble des faciès, conduisant à une régression continue des formations antérieures, et apparition de nouvelles formations de dégradation à *Artemisia campestris*, *Noaea mucronata*, et *Peganum harmala*.

1.7 Etude climatique de la zone d'étude

Les zones steppiques sont caractérisées par un climat méditerranéen avec une saison estivale qui s'étale sur une période allant jusqu'à 6 mois, le semestre hivernal (octobre-avril) est par contre pluvieux et froid, il s'agit cependant, pour les steppes, d'une forme particulière de climat, caractérisé essentiellement par de faibles précipitations à grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle, et des régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés de type continental.

1.7.1 La pluviosité

La pluviosité moyenne annuelle est en général faible (Seltzer, 1946), les Hautes Plaines steppiques reçoivent entre 200 et 400 mm en moyenne par an. La répartition saisonnière est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps avec un minimum pluviométrique assez net en mois de février. Durant la période chaude, une certaine quantité d'eau, en fait assez faible, mais d'autant plus importante que l'on va vers l'Est, est apportée par les orages dont la fréquence est faible.

1.7.1.1 Les précipitations annuelles

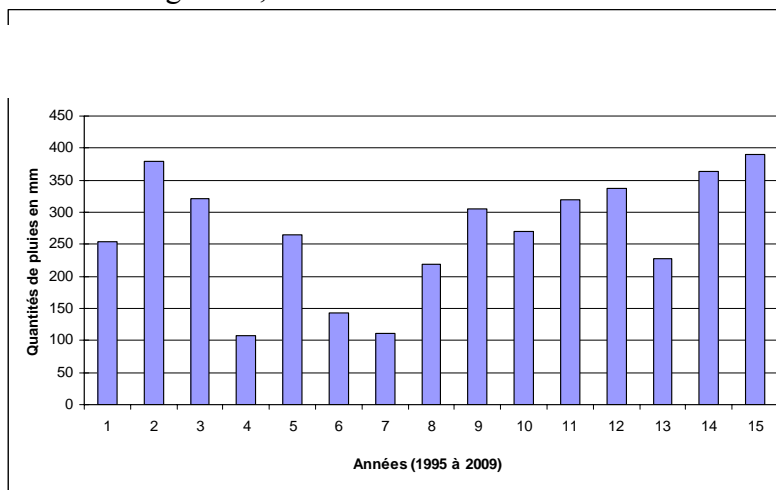
La pluviosité est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, elle conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part (Djebaili, 1978).

Les données utilisées, relatives à notre zone d'études sont extraites des travaux de Hammouda, 2009 et Benhacine 2009, pour la période de 1995 à 2005. Elles sont complétées par des données récentes issues des services météorologiques (ONM 2010) et des stations régionales de Brida et de Aflou (W. Laghouat).

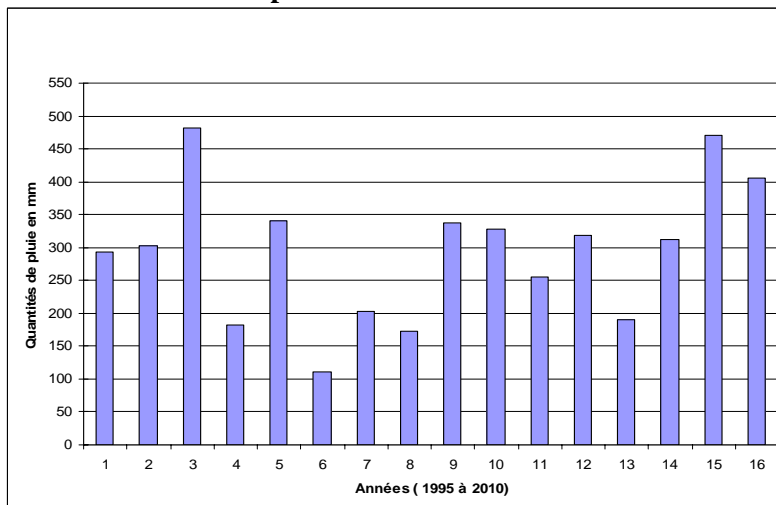
1.7.1.2 Régimes annuels de précipitation

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de retenir les données climatiques concernant trois stations limitrophes de la région d'étude à défaut de l'absence de station météorologique dans la commune de Hadj Mécheri. La première station est celle de Brida distante d'environ 18 Km par rapport à la zone d'étude. La commune de Hadj Mécheri se situe à 49 et 55 km respectivement par rapport à Aflou et El Bayadh ; et à une altitude moyenne entre les deux (1250m a Hadj Mécheri), toutefois, nous avons jugé utile de ne pas considérer les données météorologiques de la Wilaya de Laghouat (située à environ 140 km de notre site et à une altitude moyenne de 765 m).

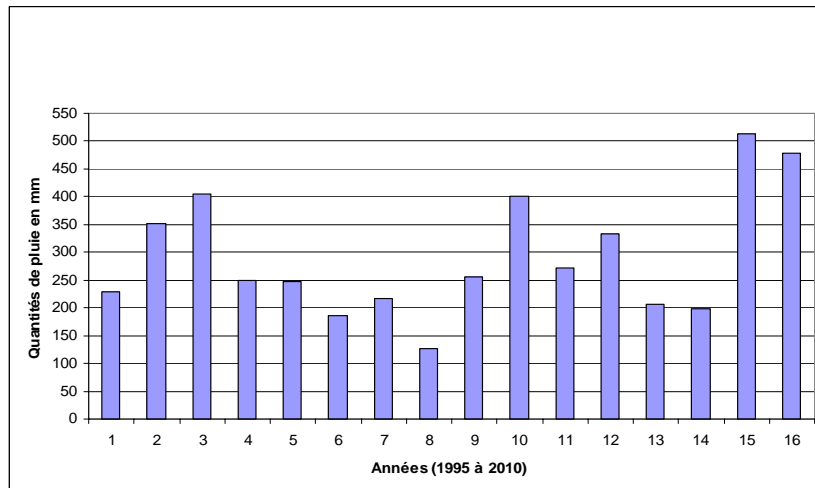
Les cumuls de pluviométrie annuelle pour les stations retenues durant les 16 dernières années sont représentés les figures 2, 3 et 4.



Figures 3 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station d'El Bayadh.



Figures 4 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station de Brida.



Figures 5 : Evolution de la pluviosité annuelle dans la station d'Aflou.

La pluviosité moyenne annuelle est une donnée importante pour la caractérisation de la quantité de pluie en une zone donnée, de part son rôle primordial dans la vie végétale.

À El Bayadh, la pluviosité est insensiblement plus faible par rapport à celle enregistrée à Aflou et à Brida (limitrophes de la zone d'étude) ; la moyenne de pluviosité enregistrée pour les 15 dernières années est de 267.52 mm à El Bayadh ; 292.05 mm à Aflou ; et 294.28 mm à Brida.

Toutefois ces moyennes affichent une nette analogie pluviométrique entre Aflou et Brida suite à leur proximité (environ 33 km séparent les deux communes), rappelant que la zone d'étude n'est distante que de 18 km de la commune de Brida, ce qui implique une considération prioritaire des données recueillies dans cette dernière, afin de les extrapoler sur la Commune de Hadj Mécheri.

L'analyse des graphiques indique une fluctuation apparente des années sèches et humides durant les 15 dernières années ; ceci est comparable à l'analyse diachronique sur une durée de 100 ans réalisée par Hammouda, 2009. En effet, il existe une succession d'années sèches et humides, sans que cela dénote pour autant une quelconque aridification du climat (Boughani, 1995).

La fluctuation de la pluie constitue un des facteurs déterminants dans le fonctionnement des écosystèmes steppiques. La variabilité de la pluviosité, exprimée le plus souvent par le coefficient de variation, est inversement proportionnelle à l'aridité.

La variabilité de la pluie est analysée par Le Houérou (1992, 1996). Cette variabilité connaît des différences en relation avec les types de climat et les situations géographiques. Pour des valeurs similaires de pluie, c'est la variabilité qui explique le type d'usage pratiqué dans certaines régions arides comme les limites de la céréaliculture (Le Houérou, 1992).

Ainsi, le coefficient de variabilité interannuelle des 16 dernières années dans les trois sites varie entre 33.42% pour El Bayadh, 35.48% pour Aflou et 37.54% pour Brida ; il reste ainsi dans l'intervalle énoncé par certains auteurs (Le Houérou, 1992, 1996).

1.7.1.3 Régimes mensuels de précipitation

À Aflou et à Brida, la période pluvieuse s'étend sur une durée moyenne de 6 mois (en se basant sur les moyennes mensuelles des 15 dernières années), et de 5 mois à El Bayadh pour la même période. Cependant, la quantité maximale de pluie est enregistrée au mois de septembre (37 mm) à Aflou et Brida suivi de celle du mois de janvier (34 mm) puis le mois d'avril avec 32 mm.

Contrairement à nos résultats, Hammouda, 2009 ; fait ressortir le mois de mars comme étant le plus pluvieux. Cette différence est probablement due aux choix des stations, en l'occurrence Laghouat pour Hammouda. De plus, Celles, 1975 ; signale la faible liaison entre le cumul pluvieux mensuel et la totalité du cumul annuel ; en effet, un mois peut être complètement sec telle année, et recevoir la moitié des précipitations annuelles l'année suivante.

Tableau 1 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des stations retenues

Mois Stations	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total (mm)
El Bayadh (1995/2009)	27.8	18.3	21.6	24.4	19.5	17.6	5.1	13.5	25.6	27.2	30.8	31.1	262.5
Aflou (1995/2010)	32.9	26.4	19.3	31	26.7	18.1	8.2	11.6	36.7	22.7	21.9	27.5	292.1
Brida (1995/2010)	34.1	25.6	27.7	32.3	27.1	19.4	8.5	16.5	37.1	29.2	26.4	29.9	294.3

Source (ONM 2010 & Hammouda 2009)

La connaissance de la répartition des quantités de pluies durant les douze mois de l'année nous renseigne sur le nombre des jours pluvieux, ainsi que la rythmicité des précipitations, en relation directe avec le développement des végétaux et la production primaire des parcours.

Ces moyennes, présentées dans le tableau 1, marquent l'alternance des deux saisons (pluvieuse et sèche) ; les minimums sont observés dans la période estivale ce qui est très caractéristique du climat méditerranéen.

Le nombre de jours de pluies dans cette période est réduit voire nul pour certaines années, néanmoins, des pluies orageuses peuvent s'abattre épisodiquement, nous citons la pluie orageuse à Aflou en aout 1997 (98 mm en 48 heures, se qui représentait le tiers de la quantité annuelle de pluie).

1.7.1.4 Régime saisonnier de précipitation

La répartition saisonnière est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps avec un minimum pluviométrique en été.

Le régime saisonnier est évalué à l'aide d'une méthode qui consiste à une hiérarchisation des saisons par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station. Cette répartition saisonnière est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation steppique. Si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, les annuelles seront florissantes ; si par contre la quantité tombée pendant ces deux saisons est faible, leurs extension sera médiocre (Corre, 1961).

Les régimes des pluies offrent un aperçu sur la croissance de la végétation et son développement, étroitement liés aux rythmes saisonniers (Djellouli, 1981).

Tableau 2 : Régimes saisonniers moyens des précipitations des stations retenues.

Saisons Station	Hiver	Printemps	Eté	Automne	TYPE
El Bayadh	77.2	65.5	36.2	83.6	AHPE
Aflou	86.8	77	37.9	81.3	HAPE
Brida	89.9	87	44.4	93.4	AHPE

L'ordre de classement décroissant des cumuls pluviométriques nous a permis de dégager le type AHPE pour la station d'El Bayadh et de Brida, la station d'Aflou est de type HAPE.

Nous constatons que le maximum de pluviosité est concentré en automne et en hiver avec un cumul saisonnier dépassant en général 80 mm ; toutefois la répartition saisonnière est relativement équilibrée entre les saisons, le coefficient de variabilité inter-saisonnière relatif à l'hiver, l'automne, et le printemps est de 2.3% à Brida, 5.65% à Aflou et 18.4% à El Bayadh, excepté la saison estivale qui reçoit en revanche la moitié des quantités de pluie par rapport aux autres saisons.

Considérant l'étude diachronique du climat de la zone d'étude, réalisée par Hammouda, 2009 ; nous remarquons que les régimes saisonniers ont changé durant la période d'observation de plus de 80 ans. Bien entendu, El Bayadh voit son régime changer deux fois en 100 ans. Et passe à nouveau de PHAE à AHPE pour les quinze dernières années, l'automne devient ainsi la saison de pluviosité maximale.

La fluctuation entre régime saisonnier pour Brida et Aflou est quasi négligeable, le coefficient de variabilité inter-saisonnière est faible, notons que ce régime reste le même à Brida comparativement à l'étude de Hammouda, 2009 ; et passe de PHAE à HAPE pour Aflou.

1.7.2 La température

Il est unanimement considéré que les végétaux évoluent dans des seuils thermiques bien définis correspondant à des groupements végétaux distincts. En effet, la variabilité de la température constitue un facteur déterminant dans le fonctionnement des écosystèmes méditerranéens (Le Houerou 1992).

La vie végétale se déroule entre deux extrêmes thermiques à savoir le petit m (moyenne des températures minimales du mois le plus froid) et le grand M (moyenne des températures maximales du mois le plus chaud), l'intervalle thermique entre ces deux valeurs conditionne la vie des plantes, mais ses deux extrêmes jouent encore un rôle déterminant car elles représentent un facteur limitant pour beaucoup d'espèces végétales (Djellouli, 1981).

La moyenne des minimas traduit la durée et l'intensité des gelées, ce qui représente une période critique pour les végétaux qui ne peuvent pas supporter les hivers rigoureux. De même, la moyenne des maximas représentant la limite supérieure de l'intervalle des températures, et joue un rôle prépondérant dans la survie de certaines espèces qui dépendent largement de la résistance au déficit hydrique et la puissance de leurs systèmes racinaires.

Le régime thermique de la zone d'étude est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver. Les températures les plus élevées sont enregistrées en mois de juillet, avec El Bayadh : 35.1°C, Aflou : 36.2° ; et Brida : 35.8° ; tandis que les températures les plus faibles sont enregistrées en moi de Janvier, -1°C à El Bayadh, -3°C à Aflou et -1.8°C à Brida ; ceci n'est valable que pour les 16 dernières années retenues. Cependant, Hammouda, 2009, signale une hausse perceptible des minimas (elle est passée de -3.4 à -3 pour Aflou et de -3.1 à -1 à El Bayadh) ceci peut être expliqué par le réchauffement climatique, principal souci écologique de notre époque.

Les températures moyennes annuelles (tableau 3) sont de 15.6° à El Bayadh, 13.04° à Aflou et 13.36° à Brida, avec une hausse d'environ 2° C par rapport aux températures moyennes retenues dans l'étude diachronique de Hammouda, 2009, sur une durée de 50 ans.

Tableau 3 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures des stations retenues en degrés Celsius

Mois Stations	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
El Bayadh (1995/2009)	4.7°	6.3	10.5	13.3	18.4	24.1	28	26.9	21.5	16.7	9.7	6	15.6
Aflou (1995/2010)	3.6	4.2	7.1	10	15.8	19.9	25.2	24.8	18.1	15.6	8.4	3.8	13.04
Brida (1995/2010)	3.4	5	8.9	10.4	14.2	22.6	26.1	23.8	18.3	15.5	8.7	3.4	13.36

Source (ONM 2010 & Hammouda 2009)

L'amplitude thermique est de 23°C à El Bayadh, 21.6°C à Aflou, et 22°C à Brida, cette amplitude due à la continentalité est caractéristique du climat méditerranéen et révèle des valeurs constantes par rapport aux amplitudes enregistrées lors des études antérieures.

1.7.3 L'humidité relative

L'humidité relative de l'air correspond au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression saturante (ou tension de vapeur) à la même température et à la même pression.

Les mesures hygrométriques relatives à notre étude nous révèlent que l'humidité relative à Aflou et à Brida (53.12% et 52.89%) est supérieure à celle d'El Bayadh (51%). Elle diffère en fonction des saisons, et est inversement proportionnelle avec la température.

1.7.4 Synthèse bioclimatique

Les facteurs climatiques sont fortement dépendants des facteurs écologiques (Sauvage, 1960). D'où l'intérêt de formules climatiques, proposées par les auteurs, pour les études synthétiques, afin d'établir une classification des types de climat qui puisse rendre compte au mieux des comportements de la végétation.

Le climat méditerranéen est avant tout une question de rythme pluviométrique. Toute vie végétative est conditionnée par la sécheresse estivale (Emberger, 1955 in Daget, 1995).

Il s'agit d'exprimer dans cette étude une classification du climat de la zone d'étude à partir des données de la température et de la pluviosité, les deux facteurs limitant pour la vie végétale, afin de comprendre la relation climat-végétation en tenant compte de ces variables prépondérantes.

1.7.4.1 L'indice d'aridité de De Martonne

Pour évaluer l'intensité de la sécheresse, l'indice de De Martonne, calculé pour chaque station, nous offre plus de facilité et d'efficacité dans les calculs, cet indice est d'autant plus grand que le climat est aride.

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

Avec P : pluviosité annuelle en millimètre et T, température moyenne annuelle en degrés Celsius. Les résultats sont reportés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Représentation de l'indice de De Martonne

Stations	Calculs	Indice I de DE MARTONNE	Etages climatiques
El Bayadh		13.89	Semi-aride
Aflou		14.13	Semi-aride
Brida		14.39	Semi-aride

Le calcul de l'indice de De Martonne pour la période considérée est compris entre 5 et 20 (suivant l'abaque pour le calcul de cet indice), ce qui montre l'appartenance des stations de la zone d'étude au régime semi-aride à écoulement temporaire et à formations herbacées.

1.7.4.2 Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен

Reprenant les travaux de De Martonne, 1927 ; Bagnouls et Gausсен, 1953 considèrent qu'un mois est sec si la moyenne des précipitations est inférieure ou égale au double de la moyenne des températures ($P \leq 2T$). Un simple examen visuel de la courbe ombrothermique fait ressortir la période sèche.

Pour les stations de la zone d'étude, on a 6 à 7 mois de sécheresse qui s'étalent d'avril jusqu'à fin octobre.

La période sèche est plus longue allant globalement de mai jusqu'à octobre pour la station d'Aflou, Brida, et El Bayadh.

La durée de la saison sèche aurait augmenté de deux mois entre 1913 et 1990 (Djellouli et Nedjraoui, 1995).

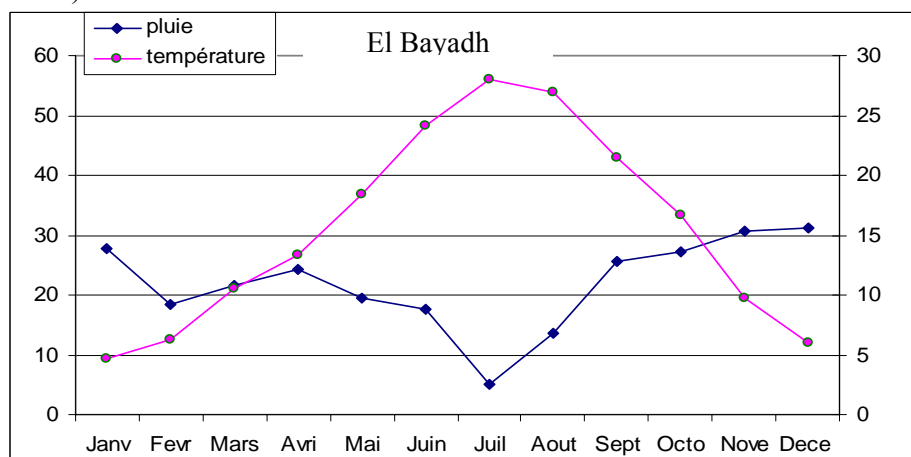


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de la station d'El Bayadh (1995/2009)

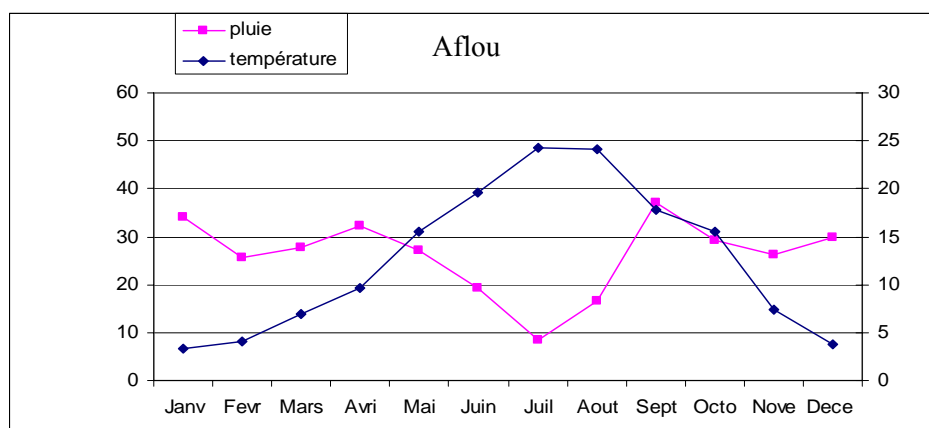


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la station d'Aflou (1995/2010)

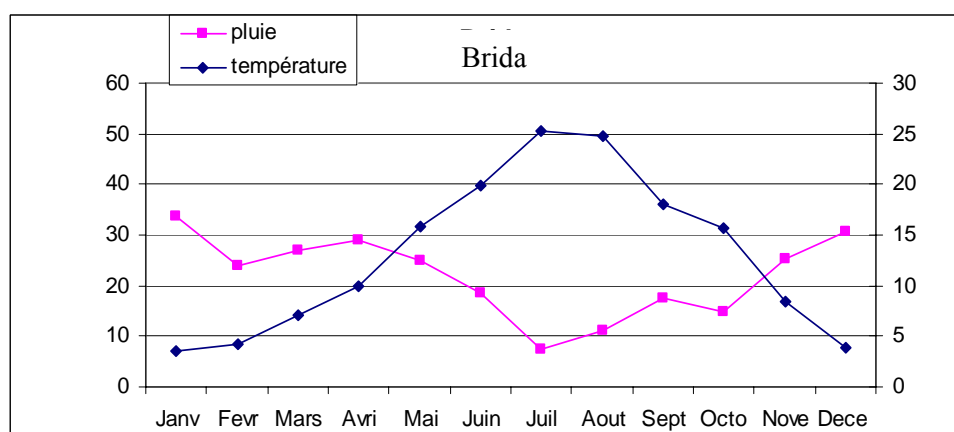


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la station de Brida (1995/2010)

1.7.4.3 Quotient pluviothermique d'Emberger

Cet indice ne concerne que le climat méditerranéen où l'été est la saison la moins arrosée et la plus sèche. Emberger (1930, 1955, 1971) proposait de définir des sous-classes dans le bioclimat méditerranéen sur la base de l'humidité globale du climat et sa rigueur hivernale. Cela est caractérisé par le quotient pluviothermique Q_2 .

$$Q_2 = \frac{1000 p}{(M - m) (M + m)/2}$$

Expression dans laquelle P désigne le module pluviométrique annuel, « M » la moyenne des maxima du mois le plus chaud, et « m » la moyenne des minima du mois le plus froid.

Sachant que la vie végétale se déroule entre deux extrêmes thermiques, Emberger considère la demi somme de M et m $(M+m)/2$, et introduit également l'amplitude thermique par la soustraction $(M-m)$ représentant approximativement l'évaporation.

Les valeurs de M et m sont exprimées en degrés *Kelvin* et doivent être converties afin de pouvoir percevoir l'écart de température au cas où elles sont négatives.

Toutefois le calcul de ce même quotient peut se faire avec la formule suivante exprimée en degrés Celsius

$$Q_3 = 3,43 p / (M-m)$$

Stewart, 1969 ; montre que les valeurs calculées par cette démarche sont très peu ou pas différentes avec celles issues de la formule d'Emberger. Dans notre étude nous avons calculé les deux quotients Q_2 et Q_3 ; ainsi, nous avons constaté que la différence entre les deux calculs est négligeable, l'erreur est inférieure à 1%.

Nous avons retenu les indices Q_2 calculés pour les trois stations (El Bayadh, Aflou et Brida) afin de les situer sur le **Climagramme d'Emberger**.

Chaque station est placée sur un graphe à deux axes perpendiculaires :

- En abscisse sont portées les valeurs de « m » en degré Celsius ;
- En ordonnée les valeurs de Q_2 (voir figure 8).

Les valeurs du quotient pluviothermique (Q_2) des différentes stations sont représentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger

Stations	Quotient pluviothermique d'Emberger	Étages bioclimatiques
El Bayadh	33.92	Semi-aride Inférieur Froid
Aflou	37.49	Semi-aride Moyen très Froid
Brida	36.93	Semi-aride Moyen Froid

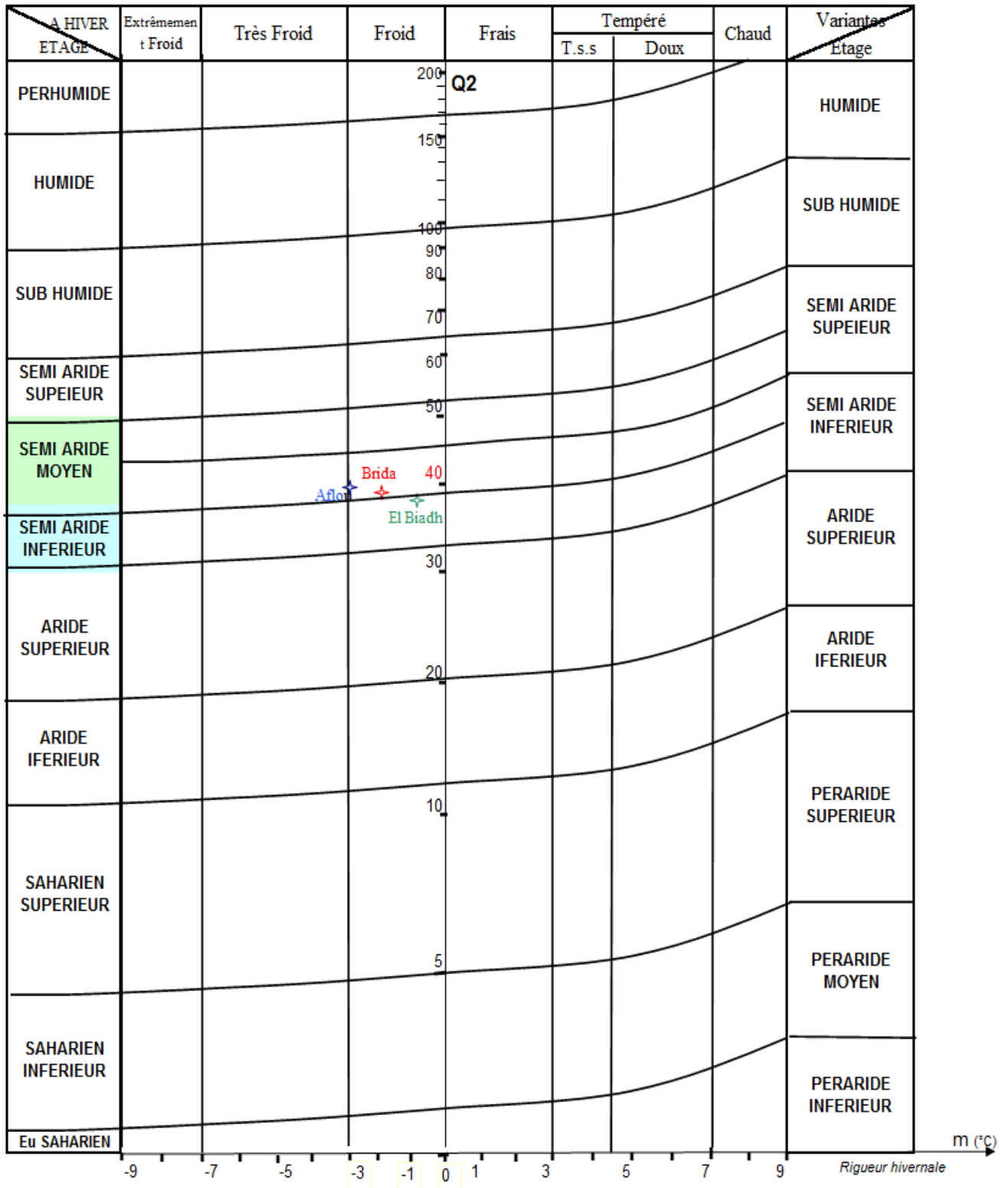


Figure 9 : Situation des stations dans le Climagramme d'EMBERGER.

1.8. Aperçu socio-économique de la région d'étude

1.8.1 Le choix de la commune de Hadj Mécheri

La zone d'étude fait partie des hauts plateaux steppiques. La commune de Hadj Mécheri située au nord-ouest de la wilaya de Laghouat. Sa vocation agro-pastorale n'a fait que renforcer ce choix. Elle a contribué comme support à plusieurs études notamment celles de Bensouiah, 2003 ; Mouhous, 2004 ; Hammouda, 2009 et Benhacine, 2009 ; ainsi que le projet du CREAD/ CRDI (2008-2010) dans lequel s'inscrit ce travail.

1.8.2 La population de la zone d'étude

Au recensement de 2008, la commune comptait 6671 habitants, dont 1320 habitants dans les agglomérations (soit 20% de la population totale) et 5251 habitants en zones éparses (soit 80% de la population totale).

Pendant les dernières années, la population de la commune n'a pas connu une augmentation importante. De 1998 à 2008, la population totale de la commune de Hadj Mécheri est passée de 6197 à 6571 habitants. L'écart entre la population agglomérée et celle éparses reste toujours très important (Benhacine, 2009).

L'analyse de la structure de la population de la commune montre l'importance de la tranche d'âge « 29 à 59 ans » qui représente 20 % de la population totale. La tranche d'âge « +60 ans » constitue la part la plus faible, soit 5 %.

1.8.3 L'Emploi

Les données disponibles laissent constater un net accroissement du taux de chômage dans la commune durant la période 1998-2008. Ce dernier est passé de 28,09 % en 1998 à 44,34% en 2008. Cette évolution est certainement liée au déclin de l'activité d'élevage pastoral, suite à la longue sécheresse qui a sévi dans la région durant la période considérée.

Tableau 6 : Composition de la population occupée dans l'année 2008.

Population occupée total	Population occupée dans l'agriculture	Population occupée dans les autres secteurs (permanente)	Pré emploi	Filet social
590	200	158	12	220
100%	33.9%	26.78%	2.03%	37.29%

Source DPAT. Wilaya Laghouat 2008; Benhacine, 2009

Près de 40% de la population occupée serait sous employée, selon une estimation faite par Benhacine, 2009. Cette catégorie correspond aux personnes embauchées dans le cadre des programmes de pré-emploi et du filet social. Selon ce même auteur, le nombre d'heures de travail effectif dans ces emplois serait inférieur à 3 heures par jour par individu.

1.8.4 Les principales activités économiques

1.8.4.1 L'Agriculture

La céréaliculture en sec (l'orge et de blé dur) est la principale activité agricole, dans la commune, après l'élevage. Les cultures irriguées se limitent à quelques zones agricoles où la ressource eau et mobilisable par la réalisation de traditionnels puits, forages ou encore par les sources naturelles gérées collectivement comme est le cas à Ain Bekkaï ou Ras El Aïn.

Selon Benhacine, 2009 ; la superficie emblavée annuellement en céréales représente le 1/5 de la superficie totale de la commune (12040 ha sur 65270 ha). Quant à la superficie occupée par l'agriculture irriguée, elle représente un potentiel de 1515 ha dont 20% seulement est travaillée d'une façon permanente.

Durant la campagne agricole 2004/2005, les superficies cultivées en irrigué ont été estimées à 159 ha, dont 60 ha de céréales, 68 ha de cultures maraîchères, 23 ha de cultures fourragères et 8 ha d'arboriculture fruitière à noyaux et à pépins (Rapport projet CREAD/CRDI, 2008).

1.8.4.2 L'élevage

L'élevage est la première vocation de la région et il constitue la principale activité économique des habitants de la commune. Il est aussi leur première source de revenu.

Tableau 7 : Evolution du cheptel dans la commune de Hadj Mécheri

Années Espèces	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Ovins	54563	60156	45300	44646	45646	45646	45330
Caprins	1789	1971	2170	2039	2390	2430	4640
Bovins	635	657	615	682	700	915	1380

Source : DSA Laghouat 2008 d'après Benhacine, ML 2009

Le cheptel de la commune étudiée a évolué d'une manière aléatoire pendant les dernières années, principalement à cause des aléas climatiques. Avec une charge effective estimée entre 1eq.ov/1ha et 1eq.ov/1.5ha. Les parcours de notre zone d'étude sont nettement surchargés par cet effectif élevé du cheptel (Benhacine, 2009 ; Hammouda, 2009).

1.8.4.3 L'artisanat

Il s'agit des produits du tissage et de certains articles de vannerie, faits avec de l'Alfa et quelques accessoires. Ils sont généralement produits par les femmes pour l'autoconsommation des ménages mais aussi pour la commercialisation. Pour certains ménages, l'artisanat contribue significativement dans la constitution du revenu. En réalité, ces produits soutiennent l'économie de la région, mais l'absence de structure organisant ce type d'activités, rend l'étude de l'artisanat quelque peu difficile (Rapport projet CREAD, 2008).

1.8.4.4 Le secteur commercial

La commune de Hadj Mécheri connaît ces dernières années l'implantation de quelques petits commerces dans l'agglomération chef-lieu, où on compte 22 locaux commerciaux. Trois (03) autres se trouvent à Ain Bekai, agglomération secondaire située à quelques kilomètres du chef-lieu de la commune. Dans la majorité des cas, ces locaux sont aménagés au sein même des habitations (Rapport projet CREAD, 2008, cité par Azzouze, 2009).

1.8.4.5 La cueillette et le commerce des ressources naturelles

Cette activité, très occasionnelle, est largement dépendante des conditions climatiques. Durant les deux dernières années la plupart des habitats de la région d'étude ont pratiqué la cueillette de produits naturels dans un but commercial. Deux espèces spontanées sont principalement concernées. Il s'agit d'*El Boucila* (une liliacée : *Muscari comosum*) et de la truffe. Le prix d'un kilogramme de *Boucila* est de 40DA sur les parcours et de 60 DA sur le marché. La période de sa cueillette dure 45 jours, pendant l'hiver. La cueillette des truffes est

beaucoup moins fréquente, chaque 10 ans selon les agropasteurs. L'année 2009 a été marquée par une très forte production de truffe. Certains agropasteurs, ont tiré des revenus conséquents de la vente de ce produit naturel.

Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons tenté d'évoquer les caractéristiques générales de la zone d'étude en considérant principalement l'évolution actuelle des facteurs climatiques et de la composante socio-économique suivant les besoins de notre démarche expérimentale.

L'absence de station météorologique dans la commune de Hadj Mécheri, concernée par l'étude, nous a conduit à retenir les stations des localités voisines et/ou limitrophes. Toutefois, l'exploitation des résultats issus de ces dernières nous a permis d'obtenir des approximations.

La composante humaine est une donnée prépondérante dans notre étude.

La cause de dégradations des parcours, notamment anthropique, sera traitée dans les volets suivants, ainsi que les stratégies adoptées afin de tenter de mettre en place un modèle de gestion durable des parcours steppiques concernés par la désertification dans notre zone d'étude.

Chapitre II : Etude des méthodes d'aménagement des parcours

2.1 Présentation du Projet dans lequel s'inscrit notre étude

Le présent projet se veut une contribution au traitement de la problématique de la dégradation des ressources naturelles des parcours steppiques et de ses conséquences sur l'érosion des conditions d'existence durable des ménages qui les exploitent et ce, à travers l'exploration de cette problématique auprès d'une communauté d'agro pasteurs localisée dans la commune de Hadj Mécheri dans la wilaya de Laghouat.

À l'instar de centaines de milliers de ménages d'agropasteurs répartis sur les 30 millions d'hectares de la steppe algérienne, la grande majorité des habitants de la commune rurale de Hadj Mécheri voit ses conditions d'existence dépendantes des parcours steppiques qui sont au cœur de la principale activité économique : l'élevage pastoral. Ces parcours connaissent un phénomène de dégradation inquiétant, affectant sensiblement les conditions de vie des populations locales et ce, malgré les efforts fournis par les pouvoirs publics pour l'endiguer.

Ce que le présent projet ambitionne de faire est tenter de définir des repères généraux pour le développement durable de ces espaces et identifier et expérimenter des actions de développement cohérentes et intégrées, respectueuses des spécificités naturelles, socioéconomiques et institutionnelles, de l'espace étudié. Telle est l'approche globale dans laquelle est inscrit le projet et qui sera implémentée à travers un processus de recherche-action participatif fondé sur le principe de l'apprentissage où l'équipe de recherche, les acteurs de développement et les habitants dudit espace steppique, notamment les agropasteurs, sont considérés tous à la fois comme des experts et des apprenants

2.2 Contribution de notre étude au projet

La stratégie mise en œuvre pour la régénération et le développement intégré de la steppe doit s'articuler autour d'actions, visant d'une part l'équilibre écologique de l'écosystème steppique, et d'autre part l'amélioration des conditions de vie et de revenus des populations pastorales. L'adhésion de l'éleveur à cette stratégie est primordiale, par le fait qu'il est considéré comme acteur et décideur de toute action de développement entreprise.

Ainsi, la mise en place d'un système de gestion rationnelle des parcours s'impose comme le seul moyen viable et peu coûteux pour réhabiliter et préserver les ressources naturelles qui constituent la base essentielle de l'alimentation du bétail en zones steppiques.

L'objectif visé par notre étude est de contribuer à la production d'outils d'aide à la décision, par la production de connaissances concernant le système d'élevage et de restaurations des parcours de la commune.

Ces outils d'aide à la décision peuvent être utilisés par les décideurs de tous les niveaux hiérarchiques pour mieux penser leurs interventions en matière de préservation des parcours steppiques et d'amélioration durable des conditions de vie des populations qui en vivent.

Pour ce faire, une méthodologie réfléchie sera engagée à travers la caractérisation participative du phénomène de la dégradation des parcours et des conditions d'existence des populations dans la commune étudiée, et l'expérimentation, avec la participation des ces populations, de nouveaux systèmes intégrés de cultures fourragères et d'élevage.

2.3 Synthèse de la situation productive actuelle de la steppe

La dégradation des terres en régions méditerranéennes sèches résulte de l'influence plus ou moins prédominante de facteurs physiques, socio-économiques et biologiques. Leur action conjuguée engendre un déséquilibre écologique qui se traduit par une régression des ressources pastorales disponibles, entraînant ainsi un processus de désertification très souvent accéléré par la pression anthropique et la surexploitation des ressources naturelles.

Les effets négatifs de l'élevage sur l'occupation des sols concernent avant tout les problèmes de dégradation des terres, de parcours, et la déforestation liés à l'élevage (Bruzon, Pierre et Toutain, 1994), ainsi que les pertes de biodiversité à la suite de l'ouverture, pour l'élevage, des zones à écosystème en équilibre.

Dans la région steppique où l'élevage s'est fortement intensifié au cours de ces trente dernières années, les pâturages naturels utilisés de manière extensive se sont considérablement raréfiés, au point que certaines espèces animales et végétales, qui étaient strictement inféodées à ces milieux, sont aujourd'hui menacées de disparition.

Dans une grande partie de la steppe, le surpâturage constitue l'action la plus dévastatrice sur la végétation pérenne et le principal facteur de désertification durant les deux dernières décennies (Aidoud A. 1994). Il est encore à souligner que le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur, tout en rendant par le piétinement, la surface du sol pulvérulente. En tassant celui-ci, il réduit la perméabilité donc les réserves en eau et augmente le ruissellement et l'érosion.

Néanmoins, L'élevage représente une importante donnée agricole nationale, qui reste en dessous des possibilités qu'elle peut apporter tant pour la production de lait que pour la viande, limité par une production fourragère négligée en quantité et en qualité, par rapport aux besoins de cheptel national. En effet le bilan fourrager au niveau national a permis de quantifier un déficit énorme, de l'ordre de 4 milliards d'UF (Si Ziani, 2002).

Les parcours steppiques sont l'une des principales sources d'UF, et sont dans un état de dégradation très avancé, liés aux pratiques agricoles traditionnelles anarchiques, l'aridité du climat, et la faible capacité productive, limitée par l'irrégularité des pluies, et la longueur de la saison sèche (Sadji, 1993).

De ce fait, leur remise en état et leur amélioration, nécessite des techniques avancées d'aménagement et de gestion des terres. Parmi les quelles, la plantation d'arbres et arbustes fourragers qui constituent l'une des alternatives d'amélioration de la productivité des parcours naturels, et ce par la création des réserves fourragères sur pied (Nefsaoui et Chermiti, 1989).

Dans ces écosystèmes arides et semi-arides, les arbres et les arbustes fourragers sont susceptibles d'ajustement entre besoin du troupeau et ressources fourragères aux périodes où les ressources herbacées sont insuffisantes en période de disette. (Miksontini, 1987).

Vu leur importances, ces espèces ont fait l'objet de multiples études en Afrique du nord et actuellement en Algérie pour évaluer leur valeur alimentaire, ainsi que leur rôle agro-écologique. Parmi ces espèces, citons les Acacias, les Atriplex, les luzernes, le prosopis, le Caroubier...etc.

2.3.1 Aperçu de la productivité fourragère en Algérie

En Algérie, la production fourragères est marquée par des insuffisances tant en quantité qu'en qualité, liées à l'utilisation d'un matériel végétal de faible performance ; la récolte est souvent tardive des fourrages secs ; la production de semences pratiquement absente avec l'absence de techniques d'ensilage et d'affouragement en vert ; faiblesse des niveaux d'équipement et d'utilisation d'outils non adaptés pour la récolte, faible superficie irriguée, en priorité aux cultures maraîchères et fruitières, qui semblent plus rentables.

Selon les statistiques agricoles (2004), les terres consacrées à la production fourragères couvrent 33 millions d'ha, réparties entre les prairies naturelles 0.44%, les cultures fourragères 1%, la jachère 8% et les pacages et parcours 91% (MADR, 2004).

Un examen détaillé de la structure du bilan fourrager en Algérie a permis de révéler que le déficit fourrager est de 4 milliards d'UF ayant des répercussions négatives sur la productivité des animaux et se traduit par un recours massif aux importations de produit animaux à l'instar des produits laitiers et carnés (Adem, 2002). Ces déficits sont beaucoup plus prononcés dans la zone littorale (58%), steppique (32%) et saharienne (29%).

La répartition des déficits fourragers en Algérie s'explique par le fait que la plus part des superficies agricoles dans ces zones sont utiles, les surfaces consacrées aux fourrages demeurent faibles liées à la concurrence des cultures plus lucratives par rapport à l'importance de l'élevage, notamment le bovin dans les zones littorales.

En terme d'offre, la production fourragère assure un taux de couverture des besoins du cheptel de 52%, la contribution des chaumes et pailles, soit de 3 milliards d'UF permet d'augmenter le taux de couverture à 82%.

2.4 Méthodes générales d'aménagement des écosystèmes dégradés

Si les écosystèmes des pays du Sud sont déjà le plus souvent surexploités et dégradés, il faut également retenir que toute politique d'aménagement à y appliquer, doit prendre comme base de réflexion que la population continuera d'y demeurer la force dominante, autant dans les écosystèmes naturels que dans les agro-écosystèmes (Aronson *et al*, 1995).

De cette artificialisation croissante il résulte, le plus fréquemment, une surexploitation des ressources et leur dégradation progressive. A un niveau plus élevé, on constate la fragmentation et la dégradation des paysages entiers.

Les objectifs majeurs de la restauration et de la réhabilitation sont de maintenir ou d'accroître la productivité primaire ou secondaire et améliorer la diversité biologique et la stabilité au niveau des paysages.

Les voies d'intervention pour l'amélioration des potentialités écologiques et productives d'un écosystème dégradé recommandent une précision particulière de la terminologie relative à l'écologie de restauration. Nous récapitulons dans ce qui suit la définition de chacune des trois principales voies d'intervention, à savoir : la Restauration, la Réhabilitation et la Réaffectation.

2.4.1 La Restauration

La *Society for Ecological Restoration (SER)* définit la restauration comme la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème. Il est donc implicite dans cette définition que la restauration

consiste autant que possible à rétablir la composition taxonomique intégrale de l'écosystème préexistant en se basant sur les grands traits et les vestiges de l'écosystème dégradé, encore suffisamment perceptibles que le travail soit possible aux restaurateurs. La restauration écologique, dans le sens que lui donne la SER, suppose un retour parfait, ou presque d'un milieu à son état antérieur.

Le terme Restauration est donc réservé au rétablissement de la biodiversité, de la structure et des fonctions d'écosystèmes présentant encore un niveau suffisant de résilience pour que l'intervention de l'homme soit, si possible, limitée à une diminution puis un contrôle de son niveau de pression. Selon la qualité de la gestion mise en œuvre.

Lorsque la pression exercée sur l'écosystème a été trop intense, ou trop longtemps maintenue, celui-ci est alors susceptible de ne plus présenter de capacité dynamique suffisante pour que la seule diminution de la pression humaine lui permettra de « se restaurer » c'est à dire de revenir à ce qui constituait son état antérieur. Une intervention humaine forte est alors nécessaire pour faire évoluer l'écosystème, soit en replaçant l'écosystème sur une trajectoire favorable (*Réhabilitation*) soit en le transformant pour un nouvel usage (*Réaffectation*).

2.4.2 Réhabilitation

Ce terme tel que nous l'entendons vise à réparer, aussi rapidement que possible, les fonctions (résilience et productivité), endommagés ou tout simplement bloquées, d'un écosystème, en le positionnant sur une trajectoire favorable qu'elle soit naturelle ou une nouvelle trajectoire à définir.

Plusieurs moyens peuvent être employés dans la réhabilitation d'un écosystème dégradé et il y'a au moins autant de trajectoires potentielles que d'actions entreprises. Ces trajectoires sont le plus souvent distinctes de la trajectoire naturelle, qui était celle supposée connue de l'écosystème avant sa dégradation.

Ce retour vers un état antérieur, doit être favorisé par des actions telles que la réintroduction de matériel végétal et des micro-organismes associés, ou encore des travaux du sol permettant une amélioration consécutive de son fonctionnement hydrique ou des cycles de nutriments.

La différence entre restauration et réhabilitation réside dans le fait que cette dernière nécessite que soit imposé un démarrage forcé d'un nouvel équilibre écosystémique et que soit combattues les conditions d'établissement des seuils d'irréversibilité, alors que, par opposition, les projets de restauration s'appliquent à des écosystèmes présentant encore la capacité de réparer eux-mêmes les effets négatifs de perturbations de différentes origines.

2.4.3 La réaffectation

A l'inverse de la restauration et de la réhabilitation, des actions de réaffectation sont couramment réalisées par des populations. Ces actions nécessitent des apports permanents d'intrants sous forme d'énergie, d'eau et/ou fertilisant. Les vastes plantations d'arbustes fourragers (*Atriplex*, *Acacia*, *Opuntia*, etc.) réalisées par exemple en Afrique du Nord sont autant d'exemple de réaffectation.

En réalité, la réaffectation peut intervenir à tous les niveaux et même sur un écosystème non encore perturbé. La réaffectation, au cours de l'histoire des activités humaines a souvent été judicieusement conduite dans les milieux de productivités élevées, peu vulnérables, et de forte résilience face aux perturbations. Les problèmes les plus graves naissent du fait que

lorsque cette réaffectation est faite de manière plus ou moins anarchique elle affecte les autres écosystèmes et fragilise tous les éléments d'un même paysage.

Réhabilitation et Réaffectation nécessitent que soit imposé le 'Démarrage forcé' d'une nouvelle évolution de l'écosystème. L'intervention humaine volontaire et forte permettant ce 'démarrage forcé' peut être limitée dans le temps dans le cas de réhabilitations réussies.

2.5 Procédés généraux d'amélioration des parcours

Il reste, bien entendu, possible d'utiliser conjointement, ou successivement, les voies précédemment présentées, sur les mêmes unités de terrain. On peut ainsi par exemple envisager, sur un espace très dégradé, d'avoir d'abord recours à une phase de réaffectation permettant de stopper les méfaits d'une érosion et conjointement -ou dans une seconde phase- d'entreprendre la réhabilitation du même espace. Il est également possible, par exemple, pour des écosystèmes non irréversiblement dégradés mais dont la dynamique est très lente, d'abréger le temps nécessaire pour un retour à l'écosystème préexistant en accroissant, par résemis, la densité de telles ou telles espèces importantes.

Ainsi, il n'est pas souvent aisé de définir quels critères écologiques retenir pour évaluer le succès relatif aux essais de restauration, réhabilitation et même de réaffectation. De même, dans le but de décrire une expérimentation et d'en permettre l'évaluation, il est souhaitable de disposer dès le départ d'une norme de comparaison qui peut être soit un état d'équilibre antérieur (écosystème de référence), ou probablement l'état d'avancement de dégradation, ce dernier peut servir comme support de départ pour toutes tentatives d'amélioration de la « santé » des écosystèmes dégradés et de suivi d'actions restauratrices administrées, et c'est dans cette optique que s'inscrit fondamentalement notre travail.

Depuis le début des années 70, beaucoup de chercheurs se sont penchés sur les problèmes de la dégradation des terres et l'analyse des causes et des conséquences du processus de désertification. Cependant, les résultats des recherches n'ont pas été généralisés ni intégrés dans des actions efficaces de lutte contre la dégradation des parcours.

Mais face à l'amplification de la dégradation des sols, dans toutes les régions du territoire national même celles du nord, et les conséquences écologiques et socio-économiques survenues en bouleversant le système d'exploitation des ressources naturelles et engendrant la régression et la dégradation des terres à vocations agropastorales, le fondement de solutions efficaces est devenu impératif. Nous citons les principales stratégies retenues par les auteurs :

2.5.1 Les mises en défens

Les zones arides menacées par le fléau de désertification, les phénomènes d'ensablement, la dégradation des milieux steppiques, et la réduction des espèces végétales à vocation pastorale, en sont la principale illustration des perturbations écologiques. Parmi les solutions proposées pour la restauration des parcours dégradés, la technique de la mise en défens a enregistré dans pas mal de sites, des avantages écologiques certains. La diffusion de ces techniques auprès des populations rurales s'est heurtée à des obstacles liés au contexte social et économique des habitants.

Elle est définie comme étant un arrêt momentané de l'action humaine et de la pression animale, c'est une méthode efficace pour permettre la régénération des espèces vivaces si la dégradation qu'a subit le parcours n'est pas trop intense. Selon les conditions climatiques, la

durée de la mise en défens utile peut varier d'une saison pluvieuse à 10 ans (ou même plus) jusqu'à l'extériorisation des potentialités de régénération de la végétation.

Les avantages de la mise en défens proviennent de son faible prix de revient et qu'elle nécessite peu de moyens humains (Nedjraoui, 1995).

Elle consiste à interdire l'exploitation d'un parcours par les troupeaux domestiques. Dans les situations où la dégradation n'a pas atteint le seuil d'irréversibilité, un temps plus ou moins prolongé de mise en défens peut permettre la reconstitution spontanée de l'écosystème.

Cependant, la vitesse de cicatrisation du tapis végétal est très variable selon les milieux écologiques (Le Houérou, 1995).

La mise en défens est presque toujours un instrument efficace de régénération de la steppe. L'efficacité de la mise en défens est d'autant plus grande que le climat est moins aride et les sols plus profonds, perméables et fertiles (Le Houérou, 1995).

Des études réalisées par Tbib et Chaieb, 2002 ; sur la steppe en Tunisie, ont permis de mesurer l'importance voire l'efficacité de cette technique en terme de réhabilitation des parcours. Quoique temporellement longue, considérant l'état de dégradation du couvert végétal parfois accentué et nécessite un temps considérable pour sa reconstitution, cette technique ouvre un débat entre écologues et socio-économistes ; les premiers considèrent la mise en défens comme étant le meilleur remède biologique, donnant la possibilité à l'écosystème de se régénérer naturellement et implique de ce fait, un retour incontournable à un stade antérieur de stabilité du système agropastorale. Cependant, les économistes jugent cette stratégie lente et peu productive, et suggère la substituer par des méthodes plus rentables et promptes.

Un suivi expérimental doit se faire régulièrement sur les parcelles pour fournir des données subtiles sur l'efficacité et l'utilité de cette technique, et dans tous les cas, il faut une évaluation cas par cas par les écologues et une surveillance continue permettant un bilan annuel.

Certaines mises en défens doivent être ouvertes au cheptel si on observe un retour important des espèces vivaces, ces dernières peuvent subir une lignification due à l'absence des dents et du piétinement des animaux, ce qui est souvent indésirable, du fait que la lignification diminue la palatabilité de l'espèce par l'animal.

Des mesures par des relevés phytoécologiques au niveau des exploitations paysannes et des parcours soumis au surpâturage, comparées à la mise en défens, reste le meilleur moyen de percevoir une évaluation des mises en défens, mais il faut aussi opérer dans différentes conditions édapho-climatiques sur la base d'une quantification de l'évolution du taux de recouvrement de la végétation, la production pastorale, et de la dynamique de la végétation.

Cependant, cette technique qui présente de bons résultats (augmentation du simple au triple en biomasse et en unités fourragères selon le ministère de l'agriculture, 1993) ne peut être utile que si elle s'accompagne d'une réduction des effectifs à l'échelle régionale « contrôle de la charge », assurant un niveau de prélèvement de fourrage compatible avec le niveau restauré.

Par ailleurs, cette technique soulève un certain nombre de problèmes lorsqu'elle prive les éleveurs au niveau des servitudes. Ainsi, ces mises en défens, bien qu'ayant donnée des résultats souvent satisfaisants sur le plan de la régénération, ont le plus souvent vite été saccagé par le pacage (Abdelkader, 1995).

Ceci s'explique par le fait que l'organisation et la délimitation des parcours est restée un acte exclusif de l'administration sans implication des utilisateurs.

Dans ce cas, cette attitude dirigiste se traduit par un rejet et par conséquent par une forme de désinvestissement dans la mesure où la mise en défens dont les vertus techniques font le consensus de bon nombre de spécialistes, n'est que très rarement respectée (Abdelkader, 1995).

2.5.2 La limitation de la charge animale

La limitation du cheptel ou sous pacage consiste à admettre une charge animale inférieure à la charge potentielle d'équilibre. Cette réduction a l'avantage de permettre la régénération des espèces les plus recherchées. Cette méthode est plus contraignante que la précédente car elle exige un contrôle régulier et sévère des troupeaux et des éleveurs.

2.5.3 La rotation

Consiste à laisser reposer le pâturage à certaines saisons de façon à permettre aux espèces les plus recherchées de se développer complètement et de réaliser leur cycle biologique entre deux exploitations successives. Ce mode de gestion est difficile à réaliser dans les milieux traditionnels, car il implique une mutation des pratiques de l'élevage, mais il permet une exploitation pastorale intensive des terres les plus favorables.

L'intégration de l'agriculture et l'élevage est rendue de plus en plus nécessaire avec la sédentarisation, cette intégration profitable aux deux spéculations est favorable au développement de la fertilité des sols, elle nécessite la recherche et la vulgarisation d'assolement associant culture et élevage (Abdelguerfi & al, 1995).

2.5.4 Introduction d'espèces fourragères

L'utilisation des plantes fourragères ou la plantation d'arbustes fourragers offre de grandes espérances quand la dégradation n'est pas trop accentuée.

Les semis impliquent un programme de sélection de semences d'espèces locales adaptées aux conditions du milieu. La sélection d'écotype ayant une bonne valeur nutritive, une période de végétation assez longue, pouvant fournir une production importante, implique une connaissance approfondie de la flore. Ces semis exigent également une gestion rationnelle des pâturages et un contrôle rigoureux de la charge animale.

La plantation d'arbustes fourragers enrichit la couverture végétale et les valeurs fourragères du parcours, en luttant contre l'érosion. Mais comme le semis, elle exige un contrôle absolu des troupeaux et des techniques de multiplication très précises dans les pépinières.

La sélection a mis à la disposition des éleveurs une large gamme d'espèces et de variétés de plantes fourragères qui permettent de répondre à la situation de la steppe en Algérie. Les critères de choix des espèces et des variétés sont des points essentiels à connaître aussi bien en production intensive qu'en production extensive.

La vitesse d'installation des espèces fourragères est lente et varie fortement entre espèces. Une attention doit être portée aux périodes de plantation pour assurer l'installation des plantes. La densité de plantation doit aussi être adaptée pour assurer un peuplement adéquat.

Cette technique présente des avantages certains et indéniables, notamment ceux se rapportant à la transformation du paysage steppique et par conséquent des mentalités pour ceux qui ne voient dans la steppe que le mouton, et refuse toute modification des systèmes d'exploitation.

La plantation d'espèces fourragères mérite donc d'être développée à différentes échelles sur l'ensemble du territoire steppique dégradé, comme a commencé à le faire depuis des années le HCDS avec l'introduction de l'*Opuntia*, de l'*Atriplex*, de l'*Acacia*, et la Luzerne arborescente qui donnent des résultats encourageants, dès lors qu'elles sont suivies.

L'avenir de ces introductions végétales reste cependant lié à l'adhésion des éleveurs qui doivent être sensibilisés sur le bien fondé d'une telle démarche et l'intérêt économique de ces espèces c'est là une opportunité pour la mise en place d'un système de vulgarisation.

Dans des pays à écologie similaire, plusieurs auteurs (Boudet, 1970 ; Kadik, 1974 ; El Hamrouni & Sarson, 1974 ; Le Houerou, 1976 ; Vincq, 1976) ont montré que plusieurs arbustes fourragers peuvent être plantés avec succès dans les zones arides et semi-arides, et ont souligné ainsi leur importance comme réserves fourragères pendant les périodes difficiles. Le meilleur exemple est fourni par *Gleditshia triacnathos*, *Ceratonia siliqua*, *Prosopis juliflora*, qui sont des arbres de climat chaud et sec et dont les gousses constituent une bonne alimentation pour le bétail ; en fin, ses gousses et ses feuilles constituent un aliment de choix pour le bétail au moment où les pâturages se font rares.

Actuellement des travaux portés sur ces espèces poursuivis par les auteurs, et notamment en Algérie tel que l'expérience de détermination de l'effet de l'*Atriplex nummularia* sur les performances des ovins, au niveau de la station de Taâdmit, les essais d'amélioration des parcours au niveau de la zone de Ain maâbed, l'implantation pastorale au niveau de Saïda .

2.6 Descriptions des espèces fourragères introduites dans notre zone d'étude

Pour notre étude, quatre espèces ont été retenues afin de les introduire dans les parcours dégradés de la commune de Hadj Mécheri. Ces terres de parcours appartiennent aux agropasteurs inscrits dans le projet, ayant accepté de soumettre quelques hectares de leurs parcours à l'expérimentation, ces terres de parcours vont parfois de quelques hectares à quelques centaines d'hectares, en fonction des propriétés foncières de chacun, nous essayons dans ce qui suit de dresser une description des espèces retenues selon leurs aptitudes d'adaptation à l'agro-écosystème en question.

Trois espèces d'*Atriplex* à savoir l'*Atriplex halimus* (espèce locale), *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* (espèces introduites) et une espèce de luzerne (*Medicago arborea*), ont été retenues pour notre expérimentation, selon les critères de disponibilité des arbustes fourragers au niveau des pépinières de l'HCDS et les facultés adaptatives et productives de ces dernières, en vue de diversifier le choix d'espèces et rechercher celles qui s'adaptent le mieux à notre agro-écosystème.

Rappelant l'objectif expérimental de l'étude qui s'inscrit dans un cadre de recherche et non de développement, d'autres espèces ont été suggérées progressivement avec le déroulement des plantations, principalement le *Lygeum spartum* issus de la reproduction végétative, réalisée en pépinière, et le *Retama retam* réputé pour son aptitude fixatrice de dunes ; ainsi, la disponibilité de ces deux espèces nous a conduit à redresser notre stratégie de plantation en fonction de ces nouvelles données.

Cette stratégie sera abordée en détail dans le chapitre III, précisant le procédé expérimental adopté, l'estimation de l'état de dégradation des parcours, le choix d'espèces à planter et la densité de plantation selon l'état des terres des parcours, et aussi la prise en considération de la décision de l'agropasteur, propriétaire de la parcelle expérimentale.

2.6.1 Les *Atriplex*

Les plantes du genre *Atriplex* se rencontrent dans la plupart des régions du globe. Elles appartiennent à la famille des Chénopodiaceae, et se caractérisent par leur grande diversité. Elles sont également caractéristique des régions arides où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes (Le Houérou, 1992).

Les *Atriplex*, espèces très appréciées par le cheptel, supportent bien les conditions climatiques et pédologiques des régions arides et semi-arides mais leur aire de répartition se réduit de plus en plus, par suite de surpâturage et de manque de stratégie de gestions de ces parcours (Benchâabane, 1997).

Ce sont des arbustes qui poussent dans l'étage semi-aride et même aride supérieur, soit entre les isohyètes 200 et 500 mm (Vincq, 1976).

2.6.1.1 *Atriplex halimus*

C'est une espèce spontanée à l'intérieur du proche et moyen orient, en Europe méridionale et en Australie.

Selon Mechergui, 1983 ; c'est un arbuste à développement estival pouvant atteindre jusqu'à 3m de haut, il est très ramifié, formant des touffes étalées, érigées ou intriquées, les racines principales peuvent atteindre jusqu'à 4 m de profondeur.

Atriplex halimus se développe dans les bioclimats arides et sahariens. Il pousse assez bien dans les sols salés avec des concentrations de Na Cl proche de 30g/l (Bourbouze et Donadiou, 1987), résiste aux gelées jusqu'à des moyennes minimales en janvier voisines de 0°C.

2.6.1.2 *Atriplex canescens*

C'est une espèce originaire des Etats Unis, du Mexique central au Canada, l'espèce est introduite en Algérie vers les années 80 à partir de la Tunisie où elle est cultivée en grandes surfaces. C'est une espèce qui semble bien adaptée dans la région d'El Masrane, W. de Djelfa.

Atriplex canescens est un arbuste buissonnant de 1 à 3 m de haut, c'est une espèce cultivée dans les étages bioclimatiques aride et semi-aride supérieur et moyen ; elle résiste à des températures très basses dans les régions arides continentales des Etats-Unis (-10°). Du point de vue résistance à la sécheresse ; *Atriplex canescens* se développe dans son pays d'origine sous des pluviosités de 150 à 200mm. C'est la seule espèce parmi celles habituellement cultivées qui soit adaptée aux sols sableux (Le Houerou, 1985).

Atriplex canescens est cultivé dans l'étage semi-aride, aride moyen et supérieur à hiver chaud à froid.

2.6.1.3 *Atriplex nummularia*

C'est une espèce introduite d'Australie en Afrique du nord, vers la fin du 19ème siècle. En Algérie elle n'a été introduite que vers les années 1980, actuellement l'espèce est cultivée dans tous les pays du nord de l'Afrique et du Moyen Orient.

C'est un arbuste ascendant dressé de 1 à 3 m de haut, cette espèce paraît actuellement la plus intéressante à multiplier dans les zones arides et semi-arides, pourvue d'une remarquable rusticité vis-à-vis du climat et du sol.

Selon Le Houerou et Pontanier, 1987 ; *Atriplex nummularia* prospère bien dans les conditions suivantes : zones limoneuses ou limoneuse argileuse profonde ne présentant qu'une salure faible à moyenne, résistante à des températures hivernales moyennes allant de 8° à 12°C.

2.6.1.4 Période d'exploitation des Atriplex

L'exploitation annuelle des arbustes se fait selon la durée de vie des feuilles

Tableau 8 : données d'exploitation des Atriplex

Espèce	L'âge à l'exploitation	Intensité d'exploitation	Durée d'exploitation	Recepage
<i>Atriplex halimus</i>	A partir de la 2 ^{ème} année	2 fois/an	15 à 30 jours à chaque fois	5 à 10 cm (1 à 2 fois/an)
<i>Atriplex canescens</i>	A partir de la 2 ^{ème} année	2 fois/an	1 mois	5-10 cm (1 à 2 fois/an)
<i>Atriplex nummularia</i>	A partir de la 3 ^{ème} année	1 fois/an	1 à 2 mois entre septembre	20 à 40/cm en hiver tous les 4 à 5 ans

(Source Dali, 2002)

Sauf exception, il convient d'effectuer une seule exploitation annuelle, soit par cueillette et transport sur les lieux de consommation par consommation directe sur place par les animaux pendant une période n'excédant pas un mois entre août et novembre, après exploitation, les arbustes sont rabattus à une hauteur de l'ordre de 30-50 cm pour des repousses vigoureuses.

2.6.1.5 Valeur alimentaire des Atriplex

Les Atriplex sont généralement consommés en vert, les feuilles contiennent alors 15 à 30 % de Ms. (Matière Sèche).

La valeur énergétique est de 0.5 à 0.6 UF/kg de Ms soit en moyenne 0.15 Uf/kg de matière fraîche, elle est de 0.66 UF/kg de MS pour *Atriplex nummularia* et de 0.56 UF/kg pour *Atriplex halimus* et pour *Atriplex canescens*. 0.225 UF/Kg de MS (Vincq, 1976).

Atriplex halimus, *Atriplex nummularia* et *Atriplex Canescens* ont une teneur en MAT (matière azotée totale) de l'ordre de 20 à 25% de la MS.

Toutefois, la comparaison chimique des arbustes varie considérablement au cours de l'année, *Atriplex halimus* voit sa teneur en MAT passer de 27% de MS en mars à 16 % en juillet. Cette remarque est également valable pour *Atriplex nummularia* mais à moindre degré.

Les teneurs en matières minérales des Atriplex varient également au cours de l'année. Elles sont maximales durant la saison estivale et minimale en hiver et au printemps.

Le Houérou, 1980 ; estime la production d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex nummularia* entre 1000 et 2000 UF/ha pour les plantations adultes, toutefois la production varie de 1260 à 400 UF/ha/an selon les conditions climatiques et édaphique, par contre la production est de 2790 à 5930 UF/ ha/an pour *Atriplex nummularia* réputé très productif.

Dans un peuplement naturel, la production de la matière sèche foliaire est de 8.45t/ha en été et de 0.59 t/ha en Hiver, elle a été estimée à 2000-5000 kg de MS/ha/an dans une plantation d'*Atriplex halimus*, alors qu'elle est de 2800 kg de Ms/ha pour *Atriplex canescens* et 5 à 16 t de matière verte/ha/an pour *Atriplex nummularia* (Sedji, 1993).

Les *Atriplex* sont très consommés par les moutons, les chèvres se révèlent aussi bonnes consommatrices que les ovins.

Les essais réalisés en Tunisie sur 16 espèces d'*Atriplex* de différentes provenances ont montré que l'*Atriplex halimus* est le plus apprécié, ses feuilles, ses tiges tendues et ses graines au stade juvénile étaient mieux appréciées par les béliers que le tapis herbacé existant entre les rangs d'*Atriplex* (El Mehnouni et Sasron, 1976).

2.6.2 La Luzerne arborescente

C'est une légumineuse spontanée arbustive ou sub-spontanée dans le bassin méditerranéen surtout en zones orientales (Sadji, 1993). Elle pourrait contribuer à la mise en valeur de zones marginales ou faiblement productives (Ayat et Mansat, 1987).

C'est un arbuste vivace de taille moyenne (1-3m) très persistant (10-30 ans ou plus) à tronc court très ramifié. Il présente des fruits en gousses plates spiralées renfermant 2 à 3 graines, l'enracinement est pivotant sur terre pauvre, fasciculée sur terre riche (Sadji, 1993).

La luzerne arborescente est l'un des arbustes fourragers les plus prometteurs en milieu méditerranéen avec un minimum de 350 mm de pluie par an. Elle se développe également dans le bioclimat semi-aride et subhumide.

Le Houerou 1980, résume les exigences écologiques de cette espèce dans le tableau 9.

Tableau 9 : Exigences écologique de *Medicago arborea*

Précipitation (mm)	Moyenne minimale de température en janvier (°C)	Sols
>300	2	Limoneux peu profond

Elle peut être cultivée en sec sur sol caillouteux, surtout dans les sols d'alluvions, sablo-argileux assez profond.

La plantation se fait soit par semis directe ou par plant élevés en pépinière, toute en respectant la densité de plantation soit **3333 plants/ ha** dans le semi-aride (Korchi, 2009)

2.6.2.1 Valeur alimentaire de la luzerne arborescente

La luzerne arborescente offre beaucoup d'avantages en particulier, une production de fourrage en période hivernale sous forme de réserves, donc une sécurité pour les éleveurs.

Une bonne valeur alimentaire du fourrage qui est comparable à celle de *Medicago sativa*. Son feuillage dont la teneur en MAT de l'ordre de 20% est digestible à environ 70%.

C'est une espèce très appréciée par les ovins, sa valeur énergétique est estimée à 0.8 UF/kg de MS.

Ce fourrage est particulièrement appréciable au début de la saison sèche. La première récolte intéressante se fait après 2 années de plantation (Rochon et Goby, 1987). Il peut être exploité soit par pâturage direct avec contrôle de la charge ou par coupe et distribution aux animaux (Sadji, 1993).

C'est un fourrage qui produit environ 700 kg de Ms à l'hectare, la production en fruits (gousses) est de 1.6 t/ha pour une densité de plantation de 1.5 X 2 m (Sadji, 1993).

Une production de fourrage de l'ordre de 400g de MS/plant pour la deuxième année de plantation est envisageable ; ceci correspond à une production de 1.6 kg de matière verte à 25% de MS, une plantation avec une densité de 1000 plants/hectare, qui a pour objectif le maintien de la hauteur des plants inférieure à un mètre fournirait 4 tonnes de MS/ha (Rochon et Goby, 1987).

Conclusion

Dans les zones arides et semi-arides les espèces fourragères font l'objet d'utilisation divers, en particulier, elles contribuent à corriger les déficiences nutritionnelles du tapis herbacé. De plus, elles représentent des réserves fourragères considérables sur pied, pendant les périodes de soudures et de sécheresses prolongées (Narjiss, 1990).

L'érosion éolienne provoque dans la steppe une perte de sol de 150 à 300 tonnes/ha/an. Alors que l'érosion hydrique a occasionné d'énormes pertes : près de 600000 ha de terre en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'ha sont menacées par les effets de l'érosion éolienne (Le Houerou, 1995).

Pour lutter contre ces phénomènes, plusieurs espèces ont donné de très bons résultats dans ce domaine ; c'est le cas des *Atriplex* qui se sont montrés très efficaces dans la fixation des griffes et des ravines, y compris les sols salins (Le Houerou et Pontanier, 1987).

Deuxième Partie : Expérimentation

Chapitre III Choix des parcelles expérimentales et des aménagements

3.1 Synthèse des travaux antérieurs dans la zone d'étude

La présente étude tient compte des résultats issus des travaux de Hammouda, 2009 ; relatifs à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mécheri.

Ce chapitre vient expliquer le choix des parcelles retenues dans l'expérimentation en fonction de la base cartographique conçue par Hammouda, 2009 ; ayant mis en évidence une carte d'occupation des terres ainsi qu'une carte de charge pastorale classant les parcours en fonction du degré de dégradation.

Il serait nécessaire de rappeler que l'élaboration de cette assise cartographique a été faite durant les années 2007 et 2008, dans des conditions climatiques absolument différentes des celles des années de suivi 2009 et 2010. Ces deux dernières années ont été caractérisées par des pluviosités nettement au-dessus des moyennes habituelles, et une expression spectaculaire des stocks de graines surtout lors de la bonne saison.

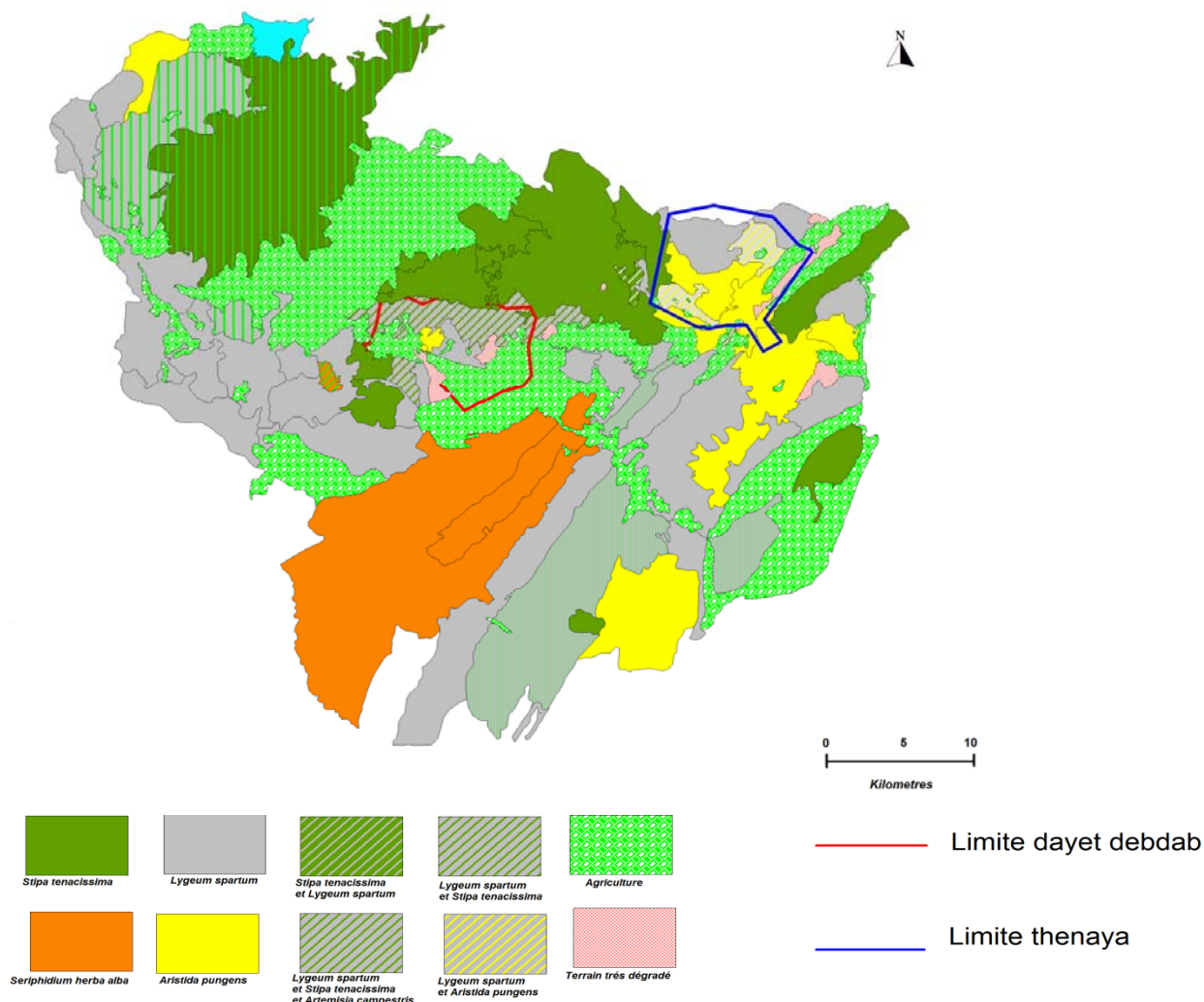


Figure 10 : carte d'occupation des sols dans la commune de Hadj Mécheri Hammouda, 2009.

3.2. Récapitulatifs des résultats relatifs aux groupements végétaux de la zone d'étude

Compte tenu de la caractérisation préalable de la végétation de la zone d'étude conçue par Hammouda 2009, et qui a abouti à la réalisation de cartes relatives à l'occupation des terres et la carte des charges pastorales ; ainsi que l'analyse et la classification des groupements végétaux par l'analyse factorielle des correspondances, nous avons tenté d'affiner cette analyse par la conception d'une base de données relative à notre période d'étude (2009 /2010) afin d'apporter d'éventuels changements parvenus probablement suite aux aléas climatiques exceptionnels qui ont accompagné nos années d'étude.

Il a été donc suggéré d'élaborer puis analyser une nouvelle base de données, considérant les variations saisonnières et les aléas climatiques de la période d'étude (2009 /2010), rappelons que l'étude de Hammouda, 2009 ; s'est déroulée lors des années (2007 /2008) sur l'ensemble de la commune de Hadj Mécheri et dans les conditions climatiques caractéristiques de la steppe ($200 < p < 300$). Néanmoins, les années du lancement de l'expérimentation, et donc de l'installation du dispositif de suivi, ont été marquées par une pluviosité nettement supérieure aux moyennes habituelles. Elle a atteint en moyenne plus de 450 mm/ an sur toutes les stations retenues, ce qui a peut-être dissimulé l'impact de la dégradation des parcours lors des dernières années.

Toutefois, les deux analyses retiennent un état de dégradation des terres induit par les facteurs anthropozoïques comme les labours répétitifs et le surpâturage accentués par les conditions climatiques défavorables, qui surgissent régulièrement lors des dernières décennies.

L'autre facteur constaté est l'installation du sable dont l'origine ne semble pas encore très claire à définir. En effet, il peut s'agir d'origine locale provenant des labours des sols peu profonds, ou bien, d'apport extérieur provenant des régions limitrophes sous l'action d'érosion éolienne.

Les principaux groupements retenus dans la zone d'étude sont les groupements caractéristiques de la steppe algérienne et qui subissent une forte pression anthropique et suivent un schéma évolutif semblable à celui décrit par Djebaili, 1978 ; qui stipule le passage d'une steppe à Alfa à d'autres formes de steppe psammophile à sparte et à Drinn.

La carte d'occupation des terres exprime les traits essentiels de la végétation actuelle (structure et composition floristique) mais renseigne peu sur l'impact de l'homme sur la végétation, elle fait ressortir les unités phytosociologiques, avec leurs différents faciès, ainsi que le recouvrement global de la végétation, mais elle reste trop statique pour la quantité d'informations que l'on peut y apporter à grande échelle.

Ce qui nous a conduit à considérer particulièrement la carte de charges pastorales qui renseignent mieux sur l'état de dégradation des parcours et la nature d'intervention en fonction des potentialités de chaque parcours.

Cette carte a été réalisée par Hammouda, 2009 ; concernant les années 2007 et 2008, elle nous sert d'assise pour le choix et la localisation des parcelles expérimentales à suivre.

3.3 Présentation des parcelles expérimentales

La première étape de notre démarche consiste à cartographier les parcelles retenues dans l'expérimentation afin de déterminer les potentialités productives et l'estimation du degré de dégradation, en se basant sur la carte de charges pastorales réalisée par Hammouda, 2009 ; et les prospections sur le terrain pour mieux appréhender l'état de dégradation et la capacité naturelle de régénération des parcelles, et ce, dans l'objectif d'élaborer un plan d'action approprié pour chaque degré de perturbation des parcours.

L'originalité de notre démarche par rapport à celles traditionnelles ayant trait aux techniques de gestion des parcours, est l'approche participative ; les mises en défens et les plantations fourragères seront entre autre gérées par les éleveurs eux-mêmes.

Les agropasteurs, propriétaires de parcours, nous ont accompagnés dans la mise en place du dispositif expérimental afin de faciliter la délimitation des parcelles et discuter avec eux le type de restauration à entreprendre, et le rôle qui leur est accordé dans la gestion des parcelles ; comme l'entretien, l'arrosage des plants, ainsi que le gardiennage.

Afin d'étudier la dynamique saisonnière de la végétation, 14 lignes permanentes de 40 mètres ont été installées dans chaque parcelle considérée par une action d'aménagement.

Ces stations au nombre de 14 et sont réparties dans différents faciès de végétation (Sparte, Drinn, et Alfa), dans les deux localités Dayet Debdeb et Thnaya (7 parcelles pour chaque localité), et appartiennent aux différents agropasteurs membres au projet.

Nous schématisons les parcelles dans la carte de charges pastorales, mais faute d'échelle, nous reprenons chaque parcelle retenue seule dans l'explication de la conduite d'aménagement.

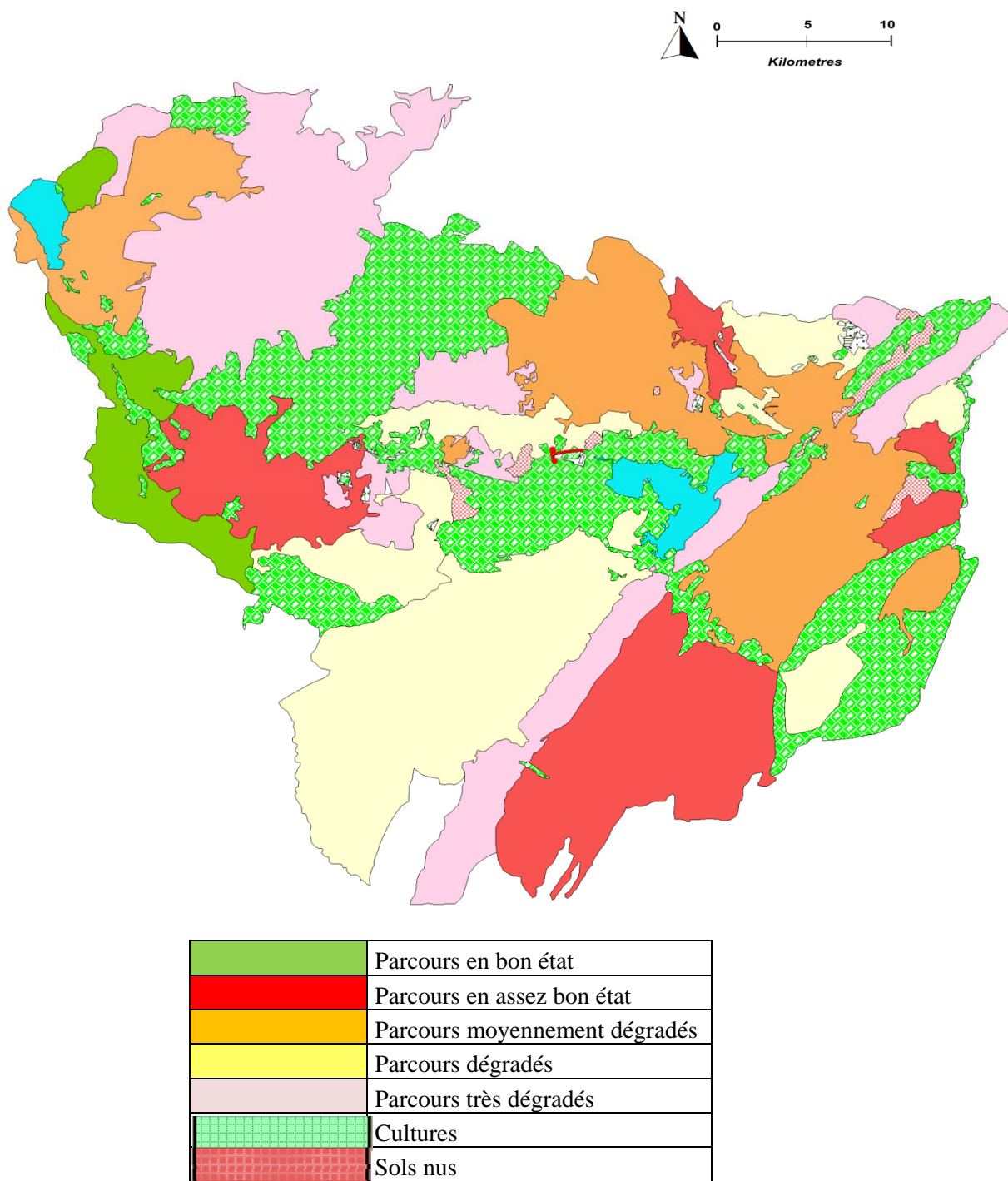


Figure 11 : carte de la charge pastorale et de sensibilité des parcours (Hammouda, 2009) contenant les parcelles retenues dans l'expérimentation

Nous avons décrit sommairement la région d'étude dans le premier chapitre, nous revenons plus en détail sur la description des parcelles expérimentales afin de justifier le choix des actions engagées, en faisant ressortir les aspects, présentant un intérêt à notre suivi, comme la dynamique saisonnière de la flore et la productivité primaire de la végétation.

Un premier inventaire a été effectué au début de l'année 2009. il nous a permis de faire une première évaluation du recouvrement de la végétation et celui des espèces pérennes. Sur la base du recouvrement de ces dernières, ainsi que les informations fournies par les agropasteurs sur l'état antérieur des terres et la carte des charges pastorales établie par Hammouda, 2009 ; nous avons fixé les actions à entreprendre pour chaque parcelle.

3.3.1 Les parcelles situées dans la localité de Dayet Debdeb

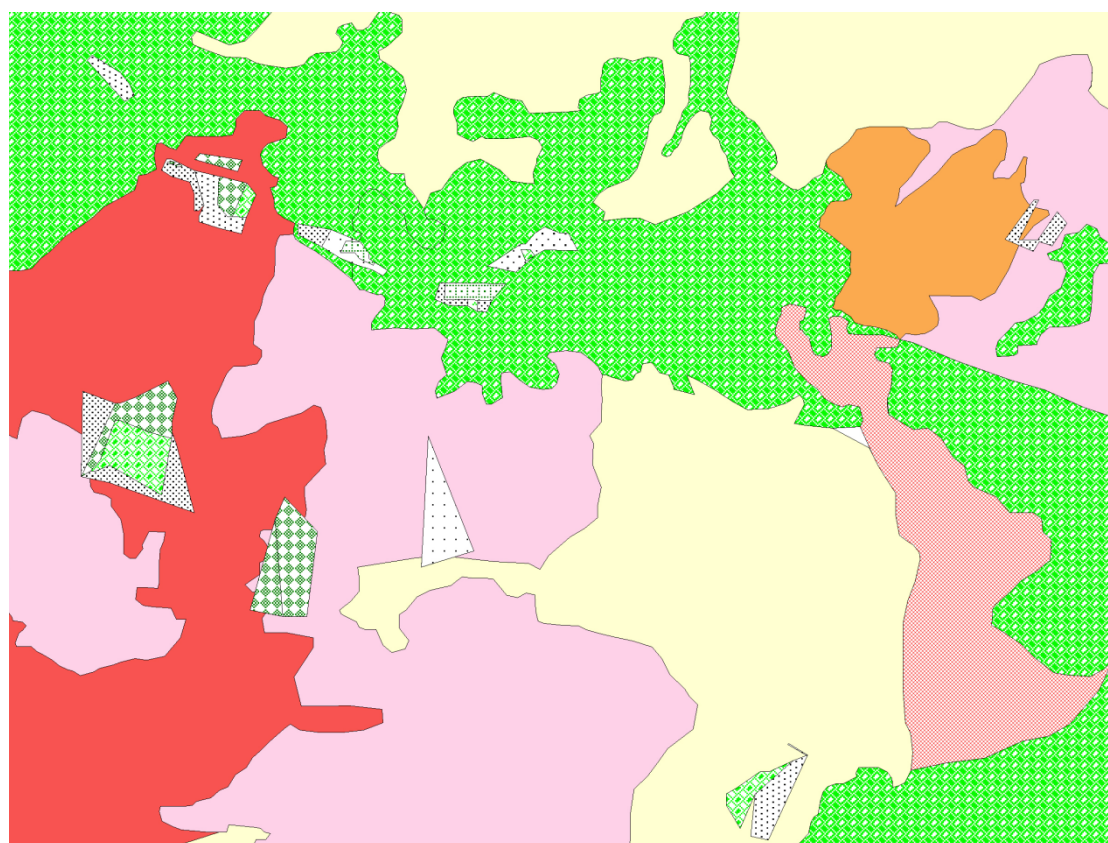


Figure 12 : les différentes stations expérimentales dans la Localité de Dayet Debdeb

3.3.1.1 Parcelle (1) à *Lygeum spartum*

Parcelle à exposition NE, les touffes sont dégradées, elle repose sur un substrat sablonneux avec affleurement de cailloux, exposée à l'érosion éolienne et hydrique plus que toutes autres parcelles de la localité.

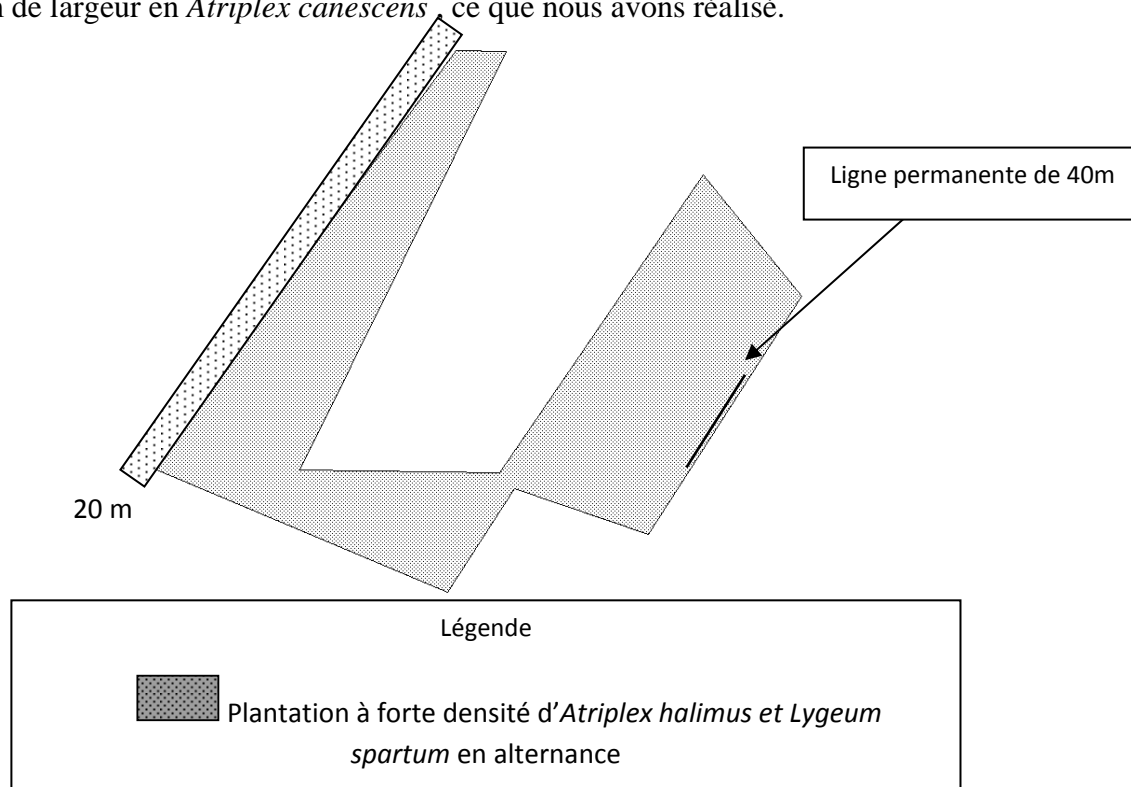
Laissée en jachère depuis 7 ans, le phénomène de vent sableux semble devenir plus fréquent et plus dense dans cette région, conséquence, entre autre, du recul du tapis végétal.

Le recouvrement globale de la végétation est de 9.5%, les espèces pérenne ne représente que 5.5 % ; majoritairement le *Lygeum spartum* et secondairement *Artimesia campestris*, *Thapsia garganica*, et *Peganum harmala*. La nécromasse de *Lygeum spartum* est une principale particularité des touffes.

Les espèces éphémères (annuelles et petites vivaces) sont principalement *Onopordon acaule*, *Plantago albicans* et *Filago spatulata*, toutes indicatrices de sols

dégradés, néanmoins, les éléments grossiers et le sable représentent à eux seuls plus de 80% du recouvrement.

Cette parcelle est localisée à une altitude de 1244 m et s'étend sur une surface de 3.2 ha. Elle est destinée à une plantation à forte densité d'*Atriplex halimus* tout en préservant les touffes naturelles de *Lygeum spartum*. Des plantules de *Lygeum spartum*, issues de la reproduction végétative, provenant de la pépinière de l'HCDS ont été testées en alternance avec les plants d'*Atriplex canescens* sur la même parcelle. L'agropasteur a suggéré une délimitation au sud de la parcelle par une bande de 20m de largeur en *Atriplex canescens*, ce que nous avons réalisé.



3.3.1.2 Parcelle (2) à *Lygeum spartum*

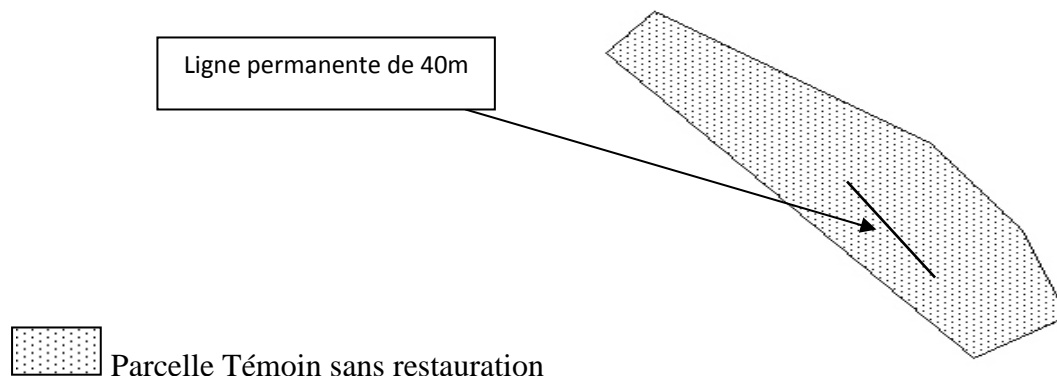
Parcelle à exposition Nord, elle repose sur un sol sableux d'apport alluvial, relativement profond et proche du lit d'oued (oued Kseb).

Ce parcours est laissé au pacage et servira de témoin pour l'étude, cette parcelle à *Lygeum spartum* est dans un état de dégradation moyen qui n'atteint pas des seuils remarquables.

La proximité par rapport au lit d'oued, ainsi que le ruissellement et le micro climat sont propices au développement d'une végétation relativement importante. La pellicule de glaçage et le sable recouvrent plus 50% de la surface parcellaire.

Le recouvrement global de la végétation varie entre 40 et 50 % en fonction des relevés, le *Lygeum spartum* représente 15 à 20% du total de recouvrement et les touffes sont relativement bien en vigueur, la nécromasse est négligeable, les éphémères représentent 30 à 40% du recouvrement global de la végétation avec une diversité considérable des familles que nous analyserons dans les prochains volets.

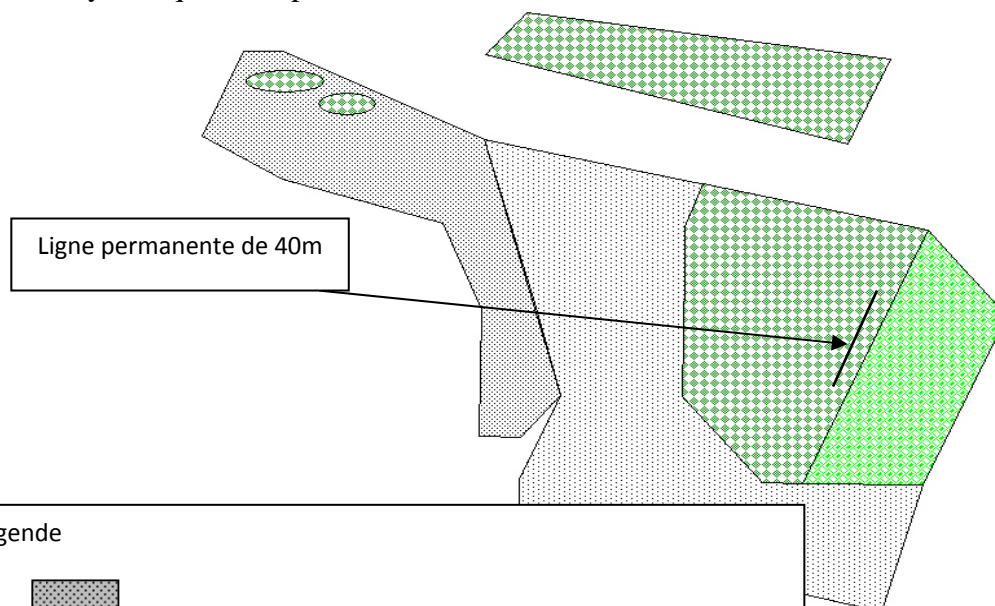
Située à 1222m d'altitude, et s'étendant sur une surface de 2.17 ha, elle est destinée à rester parcelle témoin et support de comparaison.






3.3.1.3 Parcelle (3) à *Lygeum spartum* à mettre en défens

C'est une parcelle à exposition Nord, recouverte d'un voile sableux, pauvre en matière organique perchée à 1219 m, et limitée à l'ouest par un parcours à sol particulièrement salin proches du lit majeur d'oued, d'où la proposition d'introduire des espèces halophytes à savoir *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus*. Le recouvrement global de la végétation varie entre 45% et 50% composé majoritairement de *Lygeum spartum* dont l'état excellent des touffes et leurs remarquables diamètres imposent une réflexion de sauvegarde, autrement, la mise en défens. La taille des touffes favorise le développement de bon nombre d'espèces annuelles inter-touffes entraînant par conséquent une fixation du voile sableux et l'enrichissement du sol en matière organique.

Une ligne permanente de 40 mètres a été mise en place dans cette parcelle d'une surface de 4 ha, afin de suivre l'utilité de cette action dans ce genre de parcours mais aussi percevoir l'impact que puissent avoir les plantations fourragères adjacentes sur la dynamique de la parcelle mise en défens.



Légende

-  Plantation à forte densité d'*Atriplex canescens* (2.3 ha)
-  Plantation à moyenne densité d'*Atriplex halimus* (4.1 ha)
-  Mise en défens de *Lygeum spartum* (4ha)

3.3.1.4 Parcelle (4) à *Lygeum spartum* à mettre en défens

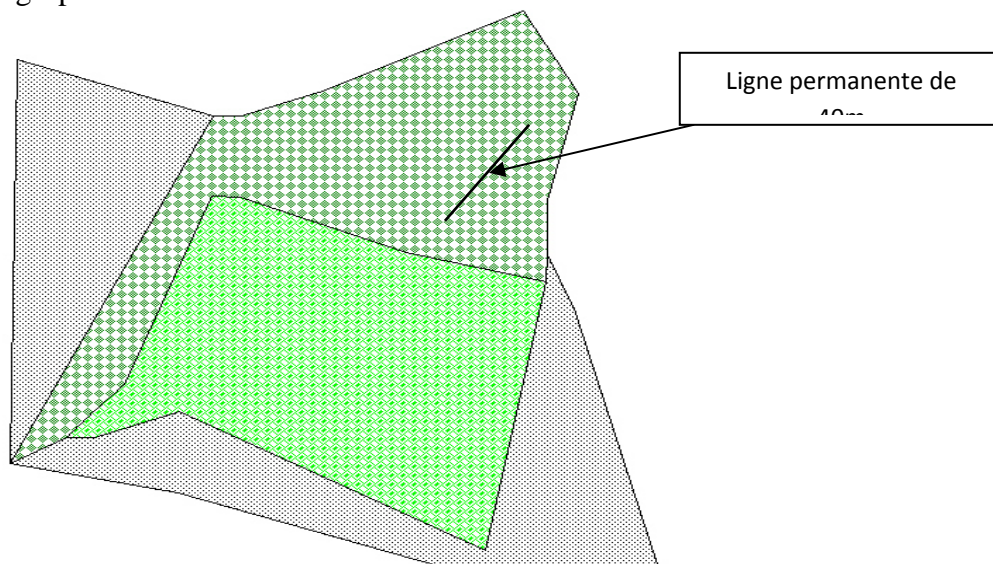
Cette parcelle est située sur un substrat isohumique à texture équilibrée limono-sablo-argileuse, d'une superficie de 8 ha. Elle représente le meilleur recouvrement global en végétation dans toute la zone d'étude, il avoisine 65 % en hiver et dépasse 95% au printemps.

Le diagnostic nous a permis de constater l'importance des espèces annuelles par rapport aux pérennes (principalement *Lygeum spartum* couvrant moins de 20%), avec des indices de palatabilité considérables à l'exemple des astragales et des luzernes ; néanmoins, les touffes de sparte présentent très peu de signaux de dégradation comme l'absence de nécromasse apparente. De plus, l'accès particulièrement difficile à cette parcelle peut représenter un rempart contre le surpâturage.




Les terres voisines de la parcelle appartiennent au même bénéficiaire et elles sont soumises à une érosion hydrique remarquable, actionnée par la pente considérable et le faible couvert végétal. De ce fait, la mise en place de plantation s'impose afin de sauvegarder le potentiel pédologique et limiter l'impact de l'érosion.

Ainsi, en dehors de la mise en défens nous avons proposé l'installation de *Médicago arborea* et d'*Atriplex nummularia* afin de diversifier les ressources fourragères et étudier les facultés adaptatives de ces deux espèces, aussi bien que l'impact qu'elles puissent engendrer sur la dynamique de l'écosystème en question.

Notons que le nombre de plants fourragers est limité, ce qui impose une gestion rationnelle et équitable des plants entre les parcelles mais surtout entre les agropasteurs bénéficiaires suivant la démarche participative afin de trouver un compromis entre les exigences écologiques des espèces introduites, l'état des parcours et la volonté des agropasteurs.



Légende

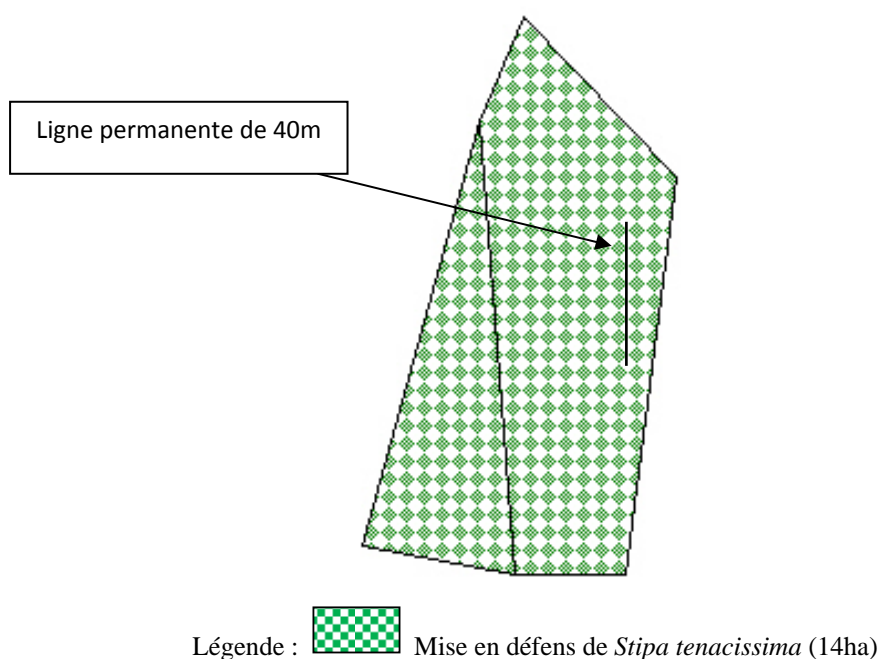
-  Plantation à moyenne densité d'*Atriplex nummularia* et *Medicago arborea* (10.5 ha)
-  Mise en défens de *Lygeum spartum* (8ha)
-  Zone agricole

Cette parcelle repose sur un substrat très hétérogène, caractérisé par une faible différenciation des horizons, principalement des lithosols où se développe un sol pauvre à texture plutôt limono argileuse, la roche mère est mise à nu, d'où l'importante fraction d'éléments grossiers. Le recouvrement global en pérennes ne dépasse pas 10% du recouvrement global, assuré principalement par *Stipa tenacissima* et incidemment par *Stipa parviflor*. La nécromasse d'Alfa occupe une large part à cause de nombreux sujets morts sur pied donnant naissance à des « couronnes d'Alfa » et dont la régénération par rejets semble encourageante.

Néanmoins, le cortège floristique de l'Alfa n'a pas disparu, cela est dû probablement aux conditions qu'offrent les touffes d'alfa sur pied ainsi que les espaces inter-touffes ; parmi ces espèces on retrouve : *Helianthemum hirtum*, *Medicago minima*, *Anacyclus cirtolepidioides* et *Launaea nudicauli*.

Une mise en défens intégrale de cette parcelle a été suggérée afin de pouvoir évaluer l'effet de repos sur la reprise de la végétation, plus proprement l'Alfa qui, manifestement, affiche une capacité de régénération prometteuse suite aux conditions climatiques favorables des trois dernières années (émission de nouveaux rejets et repousses nouvelles sur les couronnes des pieds morts). En revanche, cette parcelle reste facilement accessible pour les troupeaux d'où la réflexion de suggérer une clôture intégrale entourant la ligne permanente.

La parcelle s'étend sur 14 ha, fragmentée par un sentier et donc morcelée en deux parcelles de 9 et 5 ha. L'altitude est de 1291m.

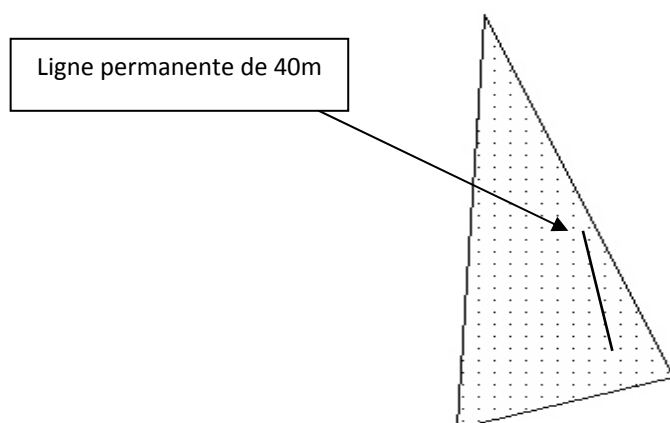



3.3.1.6 Parcelle (6) dégradée à *Stipa tenacissima* destinée aux plantations fourragères

Cette parcelle appartient également à un agropasteur membre de l'expérimentation, située à l'endroit dit Megsem, à une altitude de 1296 m, de forme triangulaire, sur un substrat limono argileux ; les sujets d'Alfa sont rabougris voire dépéris totalement, les couronnes d'Alfa ont laissé place à l'installation d'*Atractilys humilis*, *Noeae mucronata*, *Onopordon acaule* et *Plantago albicans*.

Le trait caractéristique de cette parcelle est la propagation distincte de *Stipa parviflora* qui gagne toute la parcelle avec des sujets jeunes qui ne sont apparus que depuis une année (Témoignage du propriétaire de la parcelle) avec une forte densité.

L'espoir de voir une régénération naturelle d'Alfa est faible voire même inexistant. Pour lors, nous avons suggéré une mise en place d'espèces fourragères, notamment *Atriplex canescens* et *Lygeum spartum* avec des alternances des lignes tout en préservant les sujets de *Stipa parviflora* nouvellement émergés afin de tirer les enseignements susceptibles d'améliorer nos connaissances sur les successions des espèces et l'efficacité d'intervention à ce stade d'évolution (ou de régression) de l'écosystème.



Légende :  Plantation à moyenne densité en *Atriplex canescens* et *Lygeum spartum* (9.8 ha).

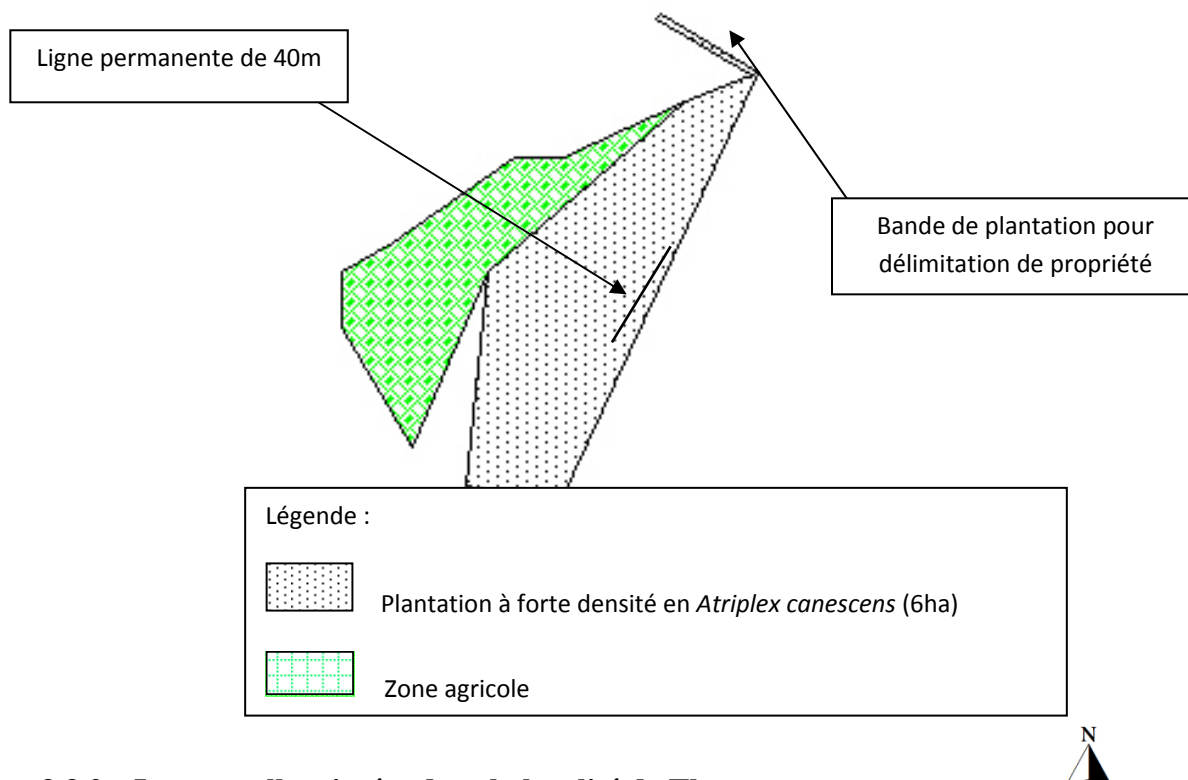
3.3.1.7 Parcelle (7) très dégradée à *Stipa tenacissima* réaffectée en plantation fourragère

A une altitude de 1283 m et une superficie de presque 6 ha, cette parcelle incarne l'exemple de la dégradation totale d'un parcours, longtemps labouré jusqu'à épuisement total de ses ressources. Elle ne contient presque pas d'espèces pérennes à l'exception de quelques sujets de *Stipa parviflora* et rarement quelques rejets d'Alfa naissant de couronnes noirâtres, donnant l'impression d'un passage d'incendie. Les espèces sont exclusivement indicatrices de dégradation (*Noeae mucronata*, *Atractilys humilis*), nous recensons également quelques astragales et plantains.

Le sol est couvert d'un voile sableux déposé suite à l'absence du couvert végétal avec affleurement de la roche mère rendant le sol caillouteux à faible épaisseur, et pauvre en matière organique.

Par conséquent, nous avons suggéré une plantation à grande densité d'*Atriplex canescens* (l'espèce la moins exigeante en conditions de milieu et la plus disponible en pépinière de l'HCDS).

Rappelons que certains agropasteurs ont été d'avantage attirés par la délimitation de leurs parcelles avec des bandes de plantations, que par l'expérimentation elle-même. Certains n'ont pas hésité à divulguer que l'intention de définir la propriété est plus primordiale que l'aboutissement de l'expérimentation.



3.3.2 Les parcelles situées dans la localité de Thnaya

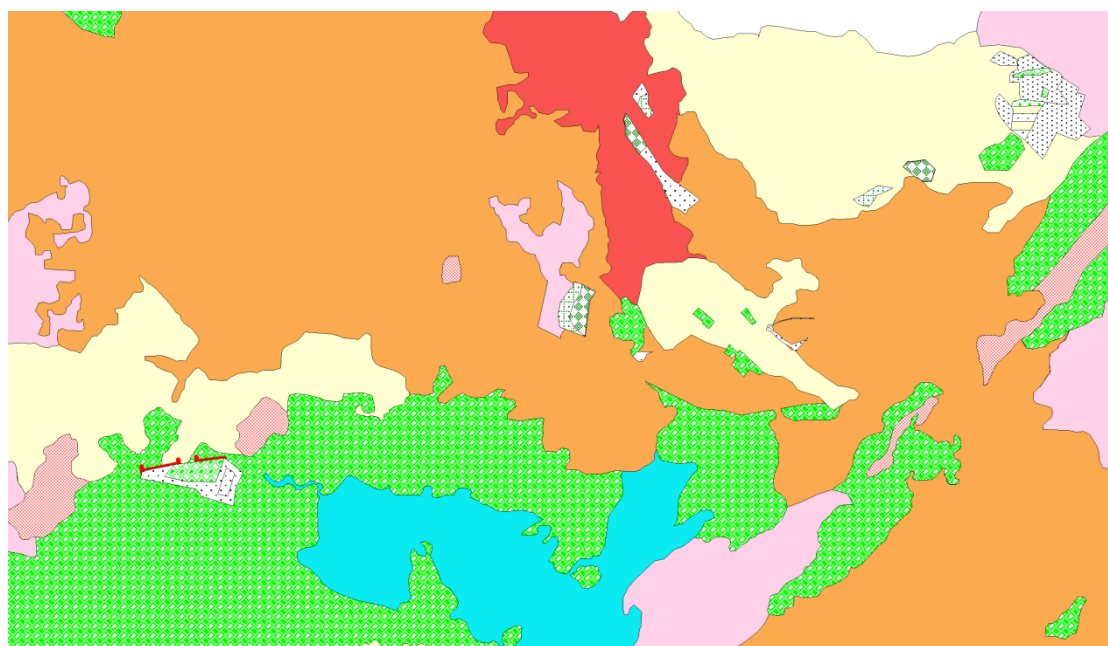


Figure 13 : les différentes stations expérimentales dans la Localité de Thnaya

3.3.2.1 Parcelle (8) à *Stipa tenacissima* à mettre en défens

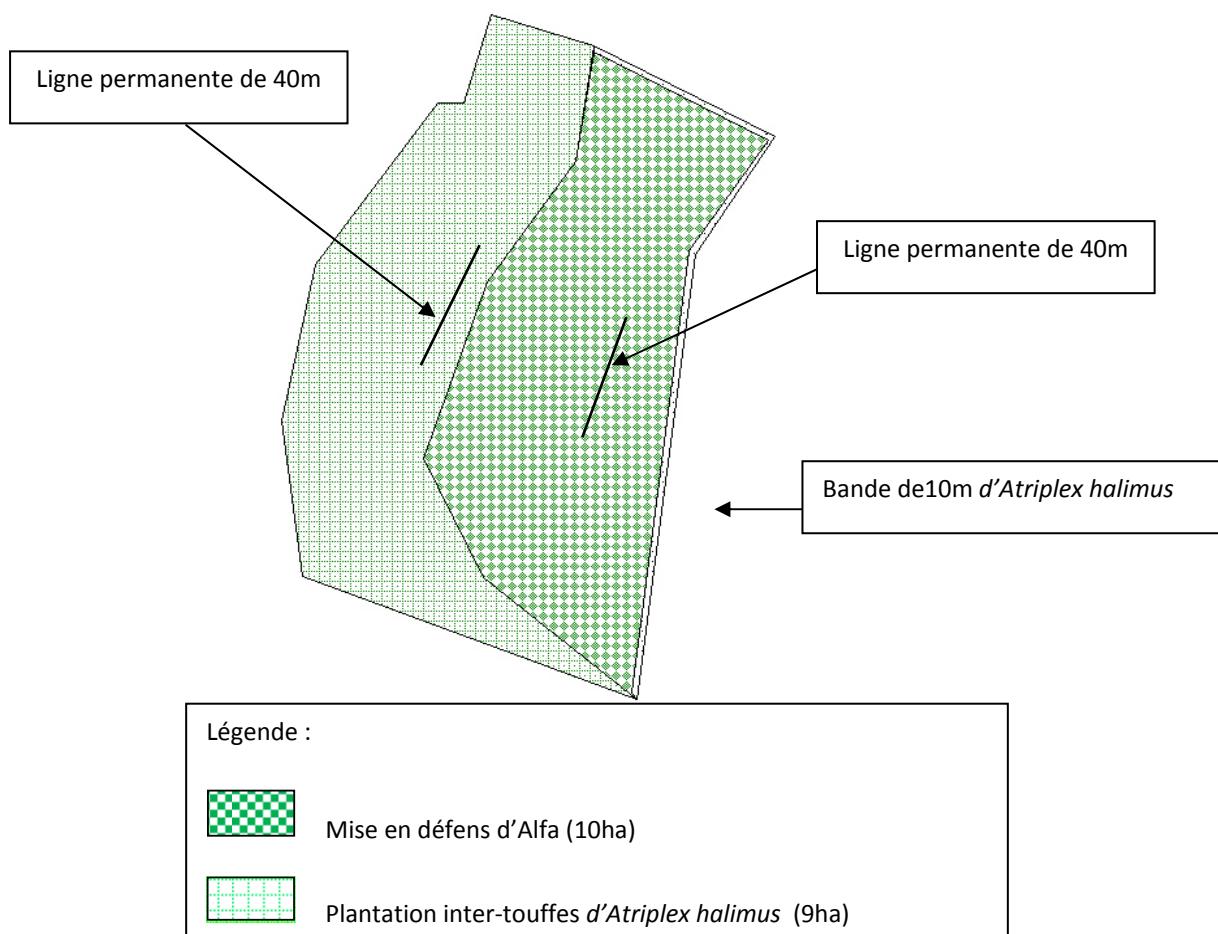
Cette parcelle s'étend sur une surface de 10 ha et s'élève à 1375 m d'altitude, le substrat limono-sableux et couvert d'une fine pellicule de glaçage. Le nombre de touffes d'Alfa est important par rapport aux autres parcours, ces dernières semblent préserver une excellente résistance contre les facteurs de dégradation, laissant croire à une mise en défens.

En effet, le propriétaire exploite ce parcours sans pour autant posséder un grand nombre de bêtes. Ceci a permis de laisser ces terres en équilibre et leur procurer de bonnes circonstances de reprise naturelle. Le recouvrement global de la végétation dépasse 40% en saison hivernale et avoisine 80% au printemps avec tout le cortège floristique qui accompagne l'Alfa dont *Helianthemum hirtum*, *Atractylis humilis* et *Launea nudicaulis* ainsi que *Sisymbrium torulosum*. Cette parcelle sera bordée par une bande de plantation d'*Atriplex halimus* (10m).

3.3.2.2 Parcelle (9) à *Stipa tenacissima* à planter mitoyenne de la mise en défens

Cette parcelle s'étend sur 9 ha et appartient au même agropasteur, précisons que la division de ce parcours en deux a été faite dans l'objectif de distinguer la parcelle à mettre en défens et celle à planter, cette dernière repose sur le même substrat pédologique, et à son tour limitrophe de jachère céréalière. La densité des touffes d'Alfa diminue considérablement en s'approchant de la jachère traduisant l'impact des labours répétitifs. Le recouvrement global de la végétation est moyen, d'environ 45% au printemps.

Le sable gagne de plus en plus d'étendue sur cette parcelle avec formation d'importantes nebkas, nous avons ainsi suggéré une plantation d'*Atriplex halimus* inter-touffes d'Alfa afin d'envisager une fixation du voile sableux et procurer aux touffes, encore sur pied, une possibilité de reprise artificielle, et freiner voire fixer le sable en dehors de la mise en défens.

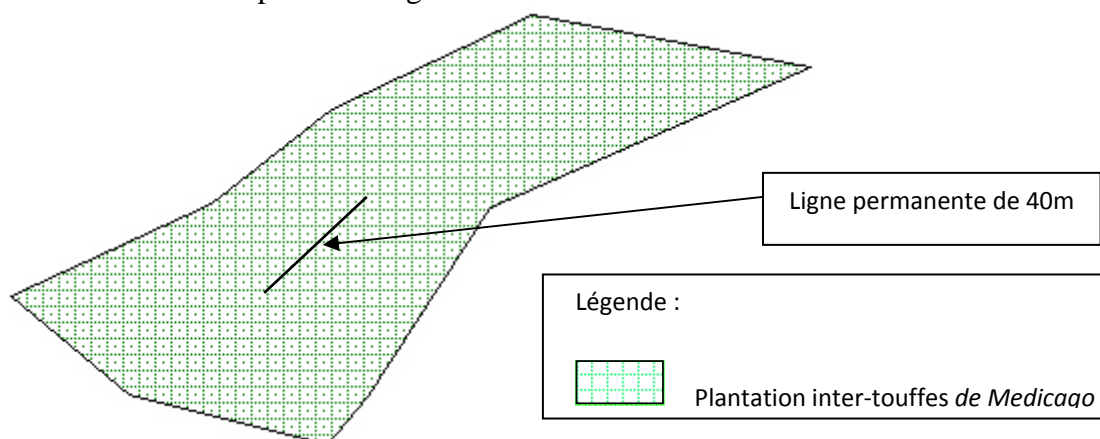


3.3.2.3 Parcelle (10) à *Stipagrostis pungens* avec plantation de *Medicago arborea* inter-touffes

Cette parcelle s'étend sur une surface d'environ 5.5 ha, à très faible pente (5%), et une altitude de 1373m. Le sol sableux est formé d'accumulation éolienne couvrant la quasi-totalité de la parcelle, les formations éoliennes fixées par la végétation sont colonisées par les espèces psammophiles, principalement *Stipagrostis pungens*, *Filago spathulata* et *cutandia dichotoma*, sur champs de sable, nebkas et micro dunes. Cette zone constitue un parcours à faible valeur fourragère.

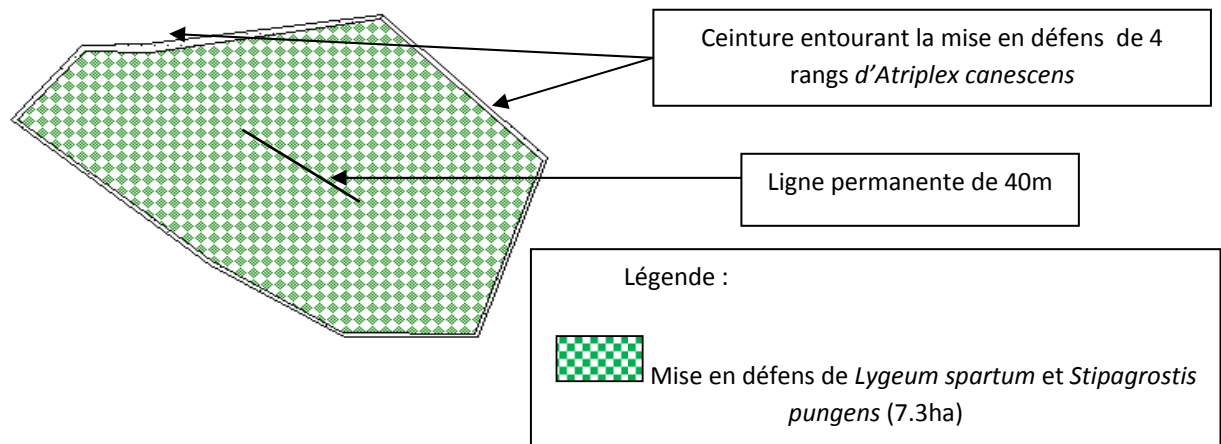
Le recouvrement global de la végétation varie de 40% en hiver à 70% au printemps, les touffes de Drinn laissent proliférer autour de leurs circonférences un grand nombre d'espèces annuelles, tout en observant des îlots nus en dehors de grandes densités de touffes.

Par conséquent, la réflexion s'est portée sur l'amélioration de la qualité fourragère du parcours et le « revégétalisation » des îlots nus, ainsi nous avons suggéré une plantation de *Medicago arborea* entre les touffes de *Stipagrostis pungens*, sur les surfaces nus de la parcelle afin d'étudier l'accoutumance de cette espèce prometteuse sur l'amélioration des parcours dégradés.



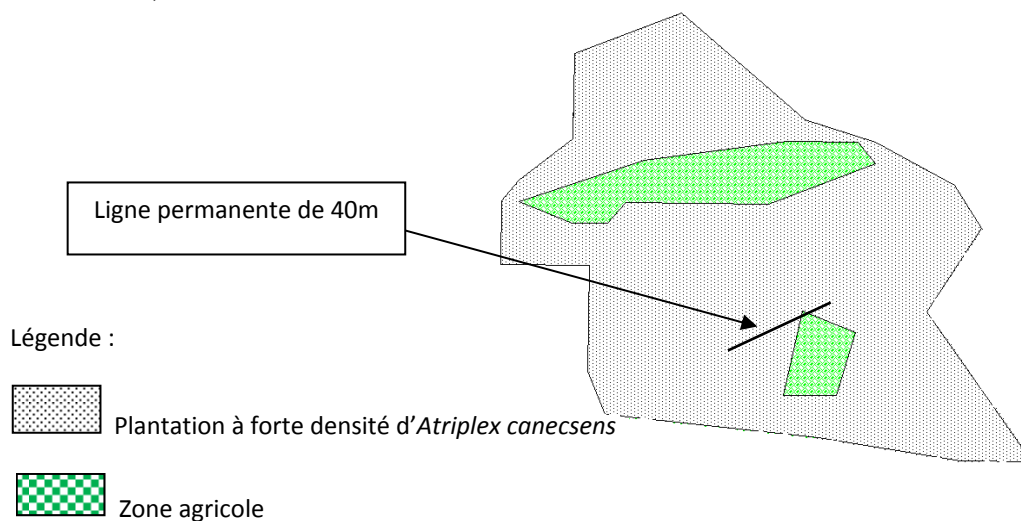
3.3.2.4 Parcelle (11) à mettre en défens à *Lygeum spartum* et *Stipagrostis pungens*

Appartenant au même agropasteur, cette parcelle s'étend sur une surface de 7.3 ha, située à une altitude de 1371 m. Le recouvrement global de la végétation varie de 40% à 80% de l'hiver au printemps. Les touffes de Sparte ainsi que celle de Drinn laissent paraître un cortège floristique intéressant avec grand nombre de légumineuses, et quelques touffes de *Stipa tenacissima* et de *Cutandia dichotoma* sur un substrat sableux, le parcours semble conserver un état d'équilibre relativement passable ce qui nous a conduit à suggérer une mise en défens intégrale par une ligne de plantation de quelques mètres en *Atriplex canescens*.



3.3.2.5 Parcelle (12) à plantation dense en *Atriplex canescens* et *Retama retam*

Cette parcelle se situe à 1366 m d'altitude, et une pente de moins de 5%. Elle s'étend sur une surface de 25 ha et repose intégralement sur un sol sableux, ayant comme attrait la formation de micro dunes et des nebkas. Le sable recouvre plus de 86%, et se trouve sous toutes ses formes (des placages, des voiles jusqu'aux dunes) ; les vents de sable sont très fréquents et denses sur ce parcours. Le recouvrement global de la végétation en hiver comme au printemps atteint à peine 12% et se limite à quelques touffes de *Lygeum spartum* et de *Cutandia dichotoma*, les annuelles sont quasiment absentes, Cette parcelle est vouée à une dense plantation en *Atriplex canescens*, et *Retama retam* sur les formations dunaires.



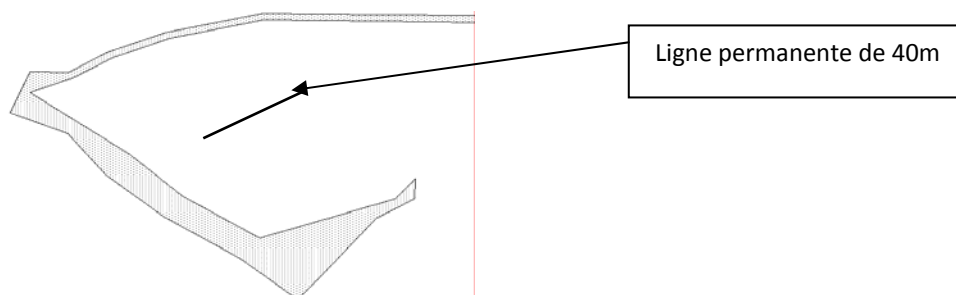
3.3.2.6 Parcelle (13) témoin, bonne formation de Drinn

Cette parcelle s'étend sur une surface de 3.4 ha, à une pente d'environ 10% et une exposition Nord, l'altitude moyenne est de 1398 m, le sol est de texture sableuse avec pellicule de glaçage couvrant près de 30% de sa surface.

Elle est caractérisée par une bonne formation de *Stipagrostis pungens*, la densité des touffes est considérable et avoisine 50 % du recouvrement global de la végétation.

Le recours aux plantations fourragères s'avère inconcevable de part l'étroitesse des espaces inter-touffes qui ne favorise pas l'introduction du matériel végétal, et la volonté du propriétaire à mettre en défens sa parcelle en la délimitant par un pourtour

de plantation d'*Atriplex halimus*. Le dispositif de suivi sera posé au centre de la parcelle afin d'examiner l'effet de fermeture de ce type de parcours sur l'amélioration des potentialités productives et écologiques de l'écosystème.



Légende :



Plantation à forte densité d'*Atriplex halimus* au pourtour de la parcelle mise en défens.

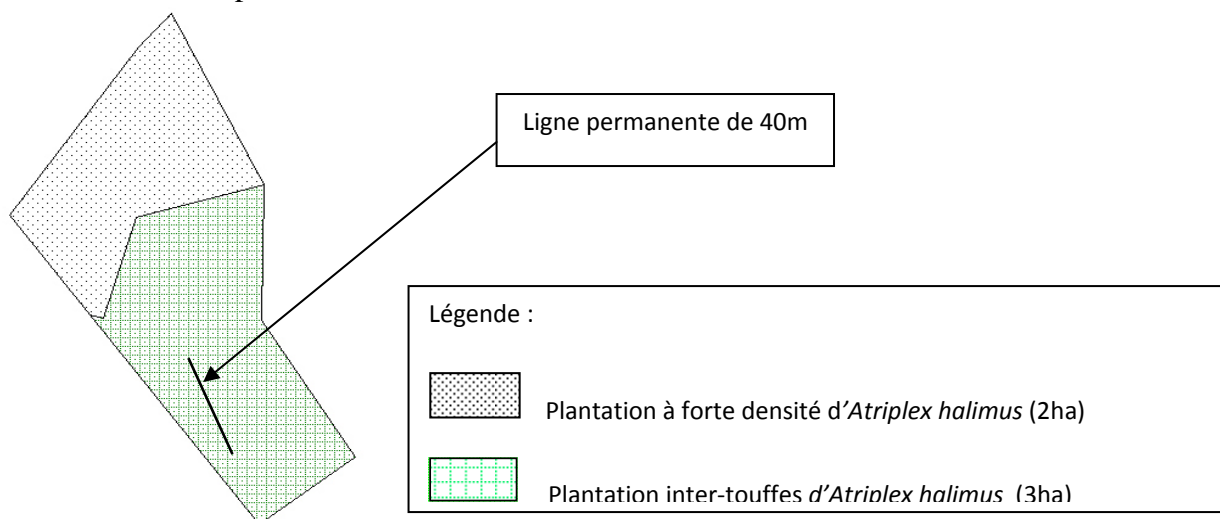
3.3.2.7 Parcelle (14) à plantation inter-touffes d'*Atriplex canescens*

Cette parcelle repose sur un substrat sablonneux couvrant plus de 60% de la surface totale du sol, à une altitude de 1379 m. On y retrouve une combinaison de l'ensemble des espèces caractéristiques des principaux faciès de l'ensemble de la zone d'étude, à savoir : *Stipagrostis pungens*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Stipa parviflora*. Toutefois, ce phénomène peut être observé sur des parcours sableux où ces quatre graminées occupent simultanément le même espace. Il s'agit en réalité d'étape transitoire entre faciès avant que l'une des espèces prenne le dessus sur les autres.

Stipagrostis pungens représente à elle seule presque 20% du recouvrement global de la végétation sur un recouvrement total de 30 %. La présence des annuelles et des petites vivaces se résume à *Plantago albicans*, *Onopordon acaule*, *Cutandia dichotoma*, et *Schismus barbatus*, procurant à ce parcours une faible valeur fourragère.

Nous avons ainsi suggéré une mise en place de plantation inter-touffes d'*Atriplex halimus* afin de combler les grands espaces propices au dépôt inquiétant de sable sous toutes ses formes (particulièrement dans cette localité), et favoriser probablement le développement d'espèces annuelles aux alentours des pérennes suite à l'amélioration des conditions biotiques de cet écosystème.

Cette parcelle s'étend sur une surface de 5 ha, dont 2 seront plantés à forte densité vu l'état des surfaces entièrement dénudées, le reste sera planté en inter-touffes comme avancé au préalable.



3.4 Mise en place des carrés permanents

Afin d'étudier de près le comportement des espèces introduites dans la zone d'étude et la dynamique des parcelles expérimentales, nous avons proposé la mise en place d'un dispositif particulier de suivi, en l'occurrence deux carrés permanents d'une surface de 100m².

L'instauration de ces derniers consiste à fixer quatre piliers de façon à les relier avec un fil de fer, créant de la sorte une interdiction d'accès à la parcelle. Ainsi ; la diagonale du carré servira de ligne permanente de lecture et ses limites abriteront l'aire floristique de l'échantillonnage

Les sujet de l'espèce plantée vont régulièrement subir des mesures de taille et du taux de viabilité en vue de dresser un bilan de la réussite (ou de l'échec) des actions de plantation sur une surface bien déterminée. Toutefois, nous avons choisi une parcelle plantée en *Atriplex canescens* dans la localité de Thnaya, et une autre plantée également en *Atriplex canescens* dans la localité de Dayet debdeb avec quelques individus de *Lygeum spartum* issus de reproduction végétative en pépinière.



Figure 14 : Mise en place de carré permanent dans une plantation à *Atriplex canescens*

3.4 Détermination de densité de plantation

Comme nous l'avons mentionné dans les parties précédentes, plusieurs densités de plantation ont été prescrites en fonction de trois états de dégradation retenus, à savoir : forte densité dans les parcours à dégradation accentuée, comme les sols nus dépourvus d'espèces structurantes, faible densité pour les parcours à dégradation faible, et moyenne densité pour les parcours moyennement dégradés. Il serait donc nécessaire de préciser ces termes de densités et les modes d'installation des plants fourragers.

3.4.1 Densité forte : 3m entre ligne et 3m entre plants (figure 15), dans le cas de parcelles qui sont dépourvues de pérennes. Ce type de densité se fait dans les parcelles entièrement nues (absence des pérennes) et surtout dans les parcelles en pente.

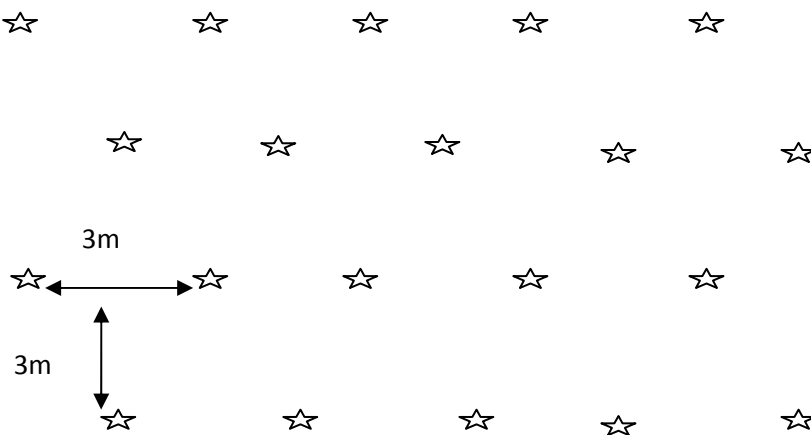


Figure 15 : Disposition des plants dans une plantation à forte densité

3.4.2 Densité moyenne : 3m à 4m entre plants et 4 à 5 m entre lignes, dans le cas des parcelles qui contiennent quelques touffes ou pieds qu'on veut préserver sur place et surtout quand il s'agit de terrain plat. (figure 16)

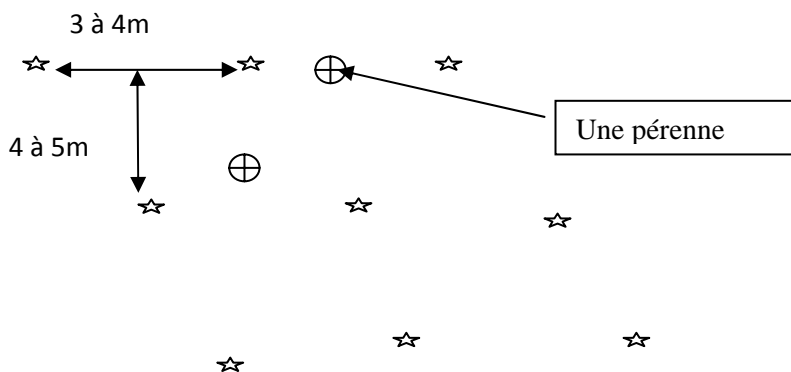


Figure 16 : Disposition des plants pour une plantation à moyenne densité

3.4.3 Densité faible : la notion de ligne va perdre sens dans ce cas, car les plants seront mis dans les espaces entre touffes, et ce, dans le but de renforcer la végétation pérennes existante par des plantations ; (figure 17).

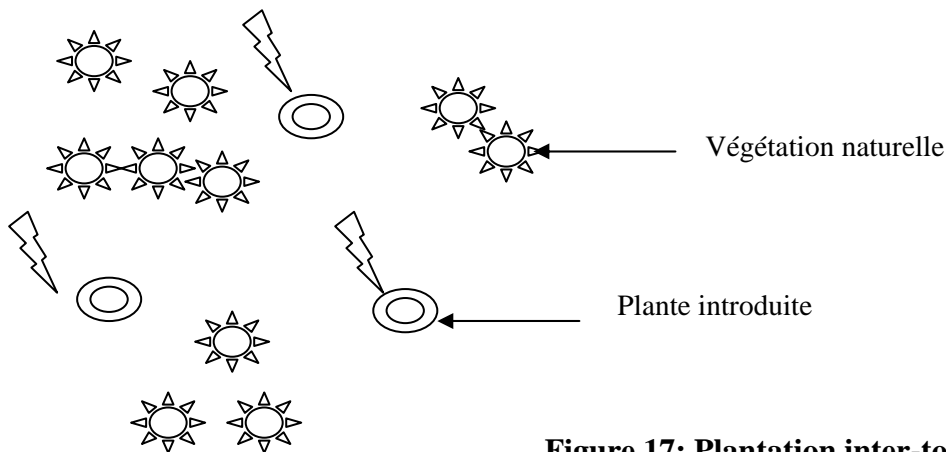


Figure 17: Plantation inter-touffes faible densité

**Troisième Partie : Entame de suivi et
établissement de T0**

Chapitre IV : Méthodologie

La méthodologie présentée concerne l'étude des aspects évolutifs qualitatifs (biodiversité) et quantitatif (phytomasse, production primaire et qualité fourragère des parcours) ; avec l'entame des actions de restauration entreprises pour l'amélioration des potentialités écologiques et des ressources pastorales.

Dans ce chapitre, nous exposons le choix de technique d'échantillonnage, relatif aux parcelles à restaurer, en fonction de l'évaluation préalable des potentialités écologiques.

Les aspects dynamiques de phénologie, de rythmicité et de biodiversité seront abordés, en s'intéressant plus particulièrement aux parcelles expérimentales, réparties dans des faciès à *Lygeum spartum* (pérenne dominante dans la localité de Dayet Debdeb) ; le faciès à *Stipagrostis pungens* (pérenne dominante dans la localité de Thnaya) ; et le faciès à *stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* (espèces pionnières quasi dégradées et dont seulement quelques reliques survivent).

La démarche scientifique proposée consiste à la mise au point d'une méthodologie de surveillance de l'état des parcours pré-et-post intervention à l'aide d'indicateurs. Tous ces indicateurs doivent être directement mesurables sur le terrain, il s'agit, en particulier des indicateurs biophysiques du milieu (indicateurs écologiques), ils doivent permettre d'établir un diagnostic fiable et pertinent de la santé des systèmes écologiques.

La comparaison entre les listes des espèces présentes dans le passé et celles dressées aujourd'hui peut être utilisée comme indicatrice de la perte, de l'addition ou de changement de la composition floristique (adaptation de la flore aux nouvelles conditions environnementales et/ou expérimentales) à travers le temps.

Quatre observations saisonnières (durant 12 mois) dans toutes les stations expérimentales nous ont permis de dresser un état des lieux des parcours à un temps T_0 puis la comparaison et la discussion des résultats relatifs à l'évolution saisonnière de ces parcours.

4.1 Méthode d'échantillonnage et analyse de la végétation

Notre choix de technique a été guidé par les objectifs de l'étude et la nature de la végétation. De plus, nous avons jugé utile de choisir la technique d'analyse avant la collecte des données pour mieux répondre aux critères du choix employé. Ainsi, l'analyse des résultats et leur interprétation nous permettra de tirer les enseignements concernant les variations floristiques en relation avec les transformations apportées à l'écosystème.

La conduite de l'échantillonnage a été orientée en fonction des paramètres suivants :

- La disponibilité des données cartographiques de la région d'étude (carte d'occupation des terres et carte pastorale, réalisées par Hammouda, 2009).
- La cartographie des parcelles à aménager (parcellaire cartographique d'aménagement réalisé lors des premières sorties de terrain).
- La prospection sur le terrain en s'appuyant sur les supports cartographiques précédemment cités afin de choisir les zones de végétation homogène et pallier les différents problèmes liés à l'hétérogénéité.
- Choisir l'emplacement convenable du dispositif d'échantillonnage.

4.1.1 L'échantillonnage systématique par la méthode linéaire

Cette technique consiste à utiliser une « lecture » de la végétation en notant les espèces à l'aide d'une aiguille et un double décimètre le long d'un canevas régulier à chaque 10 cm.

Dans cette méthode les variations de la végétation sont étudiées le long d'un gradient d'une longueur donnée, en y revenant exactement aux mêmes points à des intervalles de temps plus ou moins courts (intervalle saisonnier dans notre étude).

Cela permet de suivre l'évolution du couvert végétal dans le temps ; par conséquent, un dispositif particulier est utilisé avec un ruban gradué, aiguille fine, et bague de lecture, permettant de noter le contact de l'aiguille avec les cailloux, le sable, la pellicule de glaçage, la litière et évidemment les espèces végétales.

Cette technique est d'autant plus difficile dans une végétation dense qu'elle convient parfaitement dans la région semi aride où la végétation est ouverte, c'est d'ailleurs une méthode fréquemment utilisée pour l'évaluation du couvert végétal ainsi que la biomasse des régions steppiques.

L'échantillonnage à l'aide des lignes permanentes présente une évidente supériorité sur les lignes mobiles, le repérage est plus facile et permet d'obtenir dans de bonnes conditions des données précises sur l'évolution de la végétation. Il est à souligner que la zone d'étude a été découpée en sous-zones plus homogènes, échantillonnées séparément, de façon à réduire la variation dans chaque parcours et d'éviter les échantillons hétérogènes en s'appuyant sur la cartographie et les prospections sur le terrain.

L'installation des lignes permanentes de 40 mètres a été faite au début de l'expérimentation (février 2009) dans 14 parcelles. Le choix a été fait en fonction de la représentativité de ces dernières pour l'ensemble de la zone d'étude et les différentes actions engagées. En outre, la motivation pour la démarche expérimentale que certains agropasteurs propriétaires manifestent, nous a incité à les choisir prioritairement, afin d'installer les lignes de suivi sur leurs parcours, diminuant ainsi le risque d'arrachage en cas de quelconque désaccord.

4.1.2 Etude phytoécologiques

La campagne des relevés a été réalisée au cours des quatre saisons de l'année 2009 dans l'objectif d'étudier l'évolution des ressources végétales et pastorales, suite aux nouvelles pratiques de restauration, réhabilitation, et réaffectation implémentées dans les parcelles expérimentales de la zone d'étude. De ce fait, nous avons mis en place un dispositif de suivi permettant de réaliser des relevés linéaires floristiques le long des lignes permanentes géo-référencées.

Le relevé linéaire tel qu'il est décrit par les auteurs (Gounot, 1961 ; Daget et Poissonet, 1971 ; guide ROSELT) consiste à recenser tous les éléments de la surface du sol, le long d'une ligne, matérialisée par un ruban gradué, tendu au dessus de la végétation. La lecture des éléments de la surface se fait à chaque 10 Cm sur une longueur de 40 mètres. En effet, il faut prendre une longueur de ligne de telle sorte à récolter au minimum 100 points de végétation, à savoir 50% de la longueur d'une ligne classique de 20 mètres. Le point de jonction de l'aiguille avec la surface du sol annonce soit les éléments de la surface (litière, sable, cailloux), soit les espèces végétales dont une partie au moins frôle l'aiguille.

Cette méthode d'échantillonnage a été adaptée aux écosystèmes steppiques dans l'analyse de la végétation et la structure de l'écosystème. Aidoud, 1983 ; considère que le moyen le

plus efficace pour étudier l'évolution du couvert végétal est indéniablement la ligne permanente.

Ce dispositif de suivi nous a permis de calculer un grand nombre d'indices, relatifs à l'état qualitatif et quantitatif de la flore, en se basant sur les données récoltées ; ces paramètres nous les résumons dans ce qui suivra.

4.1.2.1 Le recouvrement global de la végétation (RGV)

Le recouvrement d'une espèce est la proportion de la surface du sol qui est recouverte par la projection verticale des organes aériens de cette espèce ; il s'agit donc de surface. C'est un indicateur de l'état de la végétation, il est exprimé en pourcentage d'espèces végétales sur un total de l'aire échantillonnée, il s'écrit comme suit :

$$RGV = \frac{100 \times N_v}{N}$$

Où N_v représente le *nombre de point de végétation*.

N représente le *nombre de point de lecture*.

Nous avons utilisé une ligne de 40 mètre et la lecture se fait tous les dix centimètres, ainsi, on dénombre 400 points de lecture.

4.1.2.2 La fréquence Centésimale spécifique Fsi

La mesure de recouvrement est donnée par la fréquence centésimale ; si une végétation est analysée au moyen de N unités d'échantillons, et si une espèce particulière est présente dans n de ces unités, la fréquence centésimale de l'espèce i s'écrit :

$$F_{si} = \frac{n}{N} \times 100$$

Il est admis que F_i est une mesure de la probabilité de présence de l'espèce i dans des unités d'échantillonnage, donc du recouvrement, elle est d'autant plus précise que les unités d'échantillonnage sont plus petites et plus nombreuses.

4.1.2.3 La contribution spécifique

Chaque espèce du tapis végétal est caractérisée par son recouvrement mais ces espèces peuvent ne pas être jointives si le tapis végétal est très ouvert ou au contraire 'se superposer' dans le cas de végétation dense, il est donc appréciable d'évaluer la contribution de chacune des espèces à la constitution du tapis végétal.

Cette contribution se définit comme le rapport de la fréquence spécifique (centésimale) d'une espèce à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées (Daget et Poissonet, 1971).

$$C_{si} = \frac{F_{ci}}{\sum F_{ci}} = \frac{n_i}{\sum n_i} \times 100$$

4.1.3 Le relevé floristique

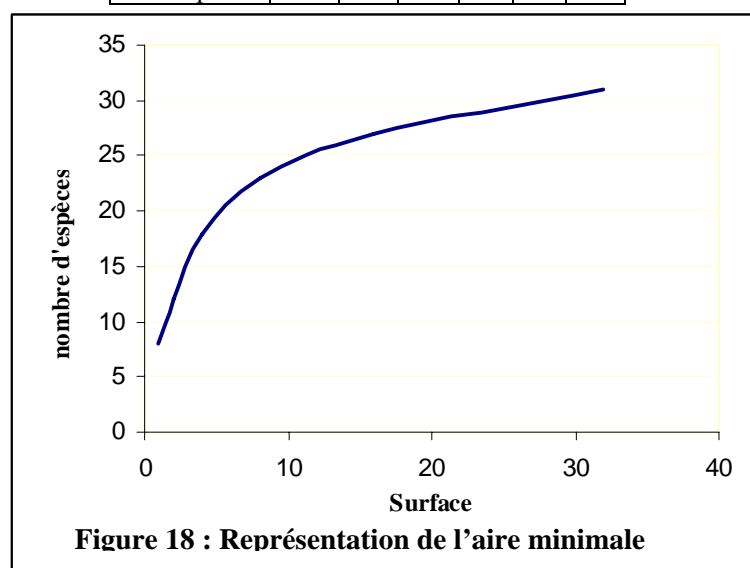
La réalisation des relevés linéaires a été systématiquement accompagnée par les relevés floristiques. L'analyse de la flore doit être faite sur des aires bien déterminées, établies à partir

de la courbe aire-espèce, qui sert à caractériser l'homogénéité de l'aire étudiée sur une surface optimale variable suivant les conditions biogéographiques.

L'aire minimale a été déterminée selon la méthode du dispositif des carrées à surface croissante où toutes les espèces sont notées dans un quart de mètre carré installé de part et d'autre de la ligne. Cette surface sera doublée en ajoutant les nouvelles espèces qui se manifestent jusqu'à l'obtention d'une surface finale sans apparition de nouvelles espèces ; la liste présente dans le carrée final est alors dressée sans négliger de probables rencontres avec une ou deux autres espèces relativement éloignées de l'aire de l'inventaire, ces dernières sont notées en précisant la distance qui les sépare des limites du carré final.

Tableau 10 : Apparition des espèces en fonction d'aire croissante

Surface m ²	1	2	4	8	16	32
nb d'espèces	8	12	18	23	27	31



Dans notre cas, nous avons estimé l'aire minimale à 32m², ce qui concorde avec les travaux antérieurs réalisés dans la région steppique (Aidoud, 1983 ; Melzi, 1986 ; Hammouda, 2009).

4.1.3 Etude de la biodiversité

4.1.3.1 Estimation de la richesse spécifique

La diversité spécifique peut être représentée simplement par le nombre d'espèces présentes sur un site précis ou dans une région écologique donnée. Cet indice de diversité est aussi appelé richesse spécifique S. Cet indice est très utile et, par sa simplicité, il représente un bon indicateur de la biodiversité (Connor et Simberloff 1978). C'est la mesure de la richesse taxonomique (diversité) d'une communauté la plus couramment employée.

4.1.3.2 l'indice de Shannon

L'indice de Shannon permet la mesure et la comparaison de la biodiversité au niveau des différentes stations de l'aire d'étude en fonction de l'entropie, basé sur la richesse spécifique il s'écrit comme suit :

$$ISH = -\sum C_{si} \log_2 C_{si}$$

4.2 Etude de l'évolution des ressources pastorales

Il existe de nombreuses études pour caractériser les potentialités fourragères des pâturages mais nous ne retenons dans notre démarche que celles qui sont économiques et réalisables sur notre terrain dans toutes circonstances.

Nous avons déterminé la phytomasse des parcelles et la valeur pastorale. La production pastorale sera calculée à partir de ces deux mesures.

4.2.1.1 Evaluation saisonnière de la phytomasse

La phytomasse est la masse végétale vivante ou morte sur pied, elle est mesurée par des pesées. On pèse la végétation verte aussitôt après la coupe ce qui donne la masse verte, la récolte est alors séchée à l'étuve à 80°C jusqu'à masse constante, généralement obtenue au bout de 24 heures, puis pesée, ce qui donne la phytomasse sèche.

Pour les études fines, il est possible de trier la coupe effectuée par espèce (ou par catégorie d'espèces) et de faire les deux pesées précédentes.

Dans le but d'étudier la production primaire en matière verte dans notre zone d'étude, plusieurs coupes saisonnières séparant les pérennes et les éphémères ont été effectuées pour quantifier la production verte.

Dans la saison sèche, l'opération consiste à ramasser la litière sur la surface habituelle (32m²) et elle est ainsi passée à l'étuve.

Une surface minimale a été déterminée pour l'échantillonnage de la phytomasse en fonction des faciès végétaux considérés.

Tout ce qui vient d'être dit concerne la totalité des espèces présentes dans un pâturage, alors que les animaux du troupeau ne les consomment pas toutes de la même manière. La partie verte des espèces pérennes constitue pour la plupart des espèces la partie consommable.

4.2.2 Détermination de la valeur pastorale des stations de suivi

La valeur pastorale est une valeur bromatologique attribuée aux différentes stations expérimentales, servant à connaître les potentialités pastorales, en indiquant la réserve fourragère actuelle (Nedjraoui, 1981). Elle permet pour notre étude de comparer les diverses stations expérimentales au cours des différentes saisons.

La valeur pastorale, paramètre synthétique, traduit la qualité des parcours. Elle tient compte de l'abondance relative des espèces mesurée par leur contribution spécifique au tapis végétale et de leur qualité bromatologique mesurée par l'indice spécifique de qualité (ISi) affectée de façon empirique à chaque espèce (Daget et Poissonet, 1971). Ce concept de valeur bromatologique traduit un classement des espèces pastorales selon leurs qualités fourragères.

Et pour bien exprimer l'intérêt de l'espèce considérée sur le plan pastoral. Cet indice doit tenir compte de :

- La vitesse de croissance de l'espèce ;
- Son appétence (ou son palatabilité selon les auteurs) ;
- Son assimilabilité et de sa résistance à la dent des bêtes (Daget, 1995).

L'indice spécifique est un classement qui hiérarchise les espèces les unes par rapport aux autres sur une échelle de 0 à 10, dans la région méditerranéenne et surtout sa frange aride.

L'échelle de 0 à 10 a été retenue pour l'Afrique du Nord. La valeur minimale de 0 indique le refus total ou la toxicité de l'espèce, tandis que la valeur maximale de 10 caractérise les espèces très hautement palatables, mais ceci n'est attribué qu'à titre indicatif et ne reflète pas forcément la valeur réelle des espèces au niveau de chaque région.

La valeur pastorale d'une unité i se calcule comme suit :

$$V_p = 0.1 \sum (C_{si} \times I_{si}) \times RGV$$

V_p : La valeur pastorale.

C_{si} : Contribution spécifique (en %)

I_{si} : Indice spécifique de qualité.

Le recouvrement global de la végétation est utilisé comme un coefficient pondérateur pour le calcul de la valeur pastorale des parcours ; en effet, il est primordiale de prendre en considération uniquement les espaces couverts par la végétation, et faire abstraction aux espaces nus (élément grossiers, pellicule de glaçage, sable etc.).

Toutefois, le calcul de la valeur pastorale peut se faire également en appliquant le calcul suivant :

$$V_p = 0.1 \sum (F_{si} \times I_{si})$$

Notant que F_{si} : est la fréquence spécifique exprimée en pourcentage, elle représente ici la somme des simples présences et n'intègre pas l'ensemble des points de contacts.

4.2.3 Détermination de la productivité pastorale

Cette estimation sera calculée à partir des relations linéaires mises en évidence par Aidoud et Nedjraoui, 1981 dans les hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. Ainsi, la productivité pastorale d'une unité « i » est exprimée par l'équation de la droite :

$$PP_i = 7.52V_{pi}$$

PP_i : (UF/ha/an) : productivité pastorale d'une unité i

V_{pi} : La valeur pastorale d'une unité i

Cette relation est exprimée en unité fourragère par hectare et par an (UF/ha/an), et permettra de classer les parcelles expérimentales par degré de dégradation, incluant la charge pastorale potentielle au cours des différentes saisons.

Chapitre V Résultats et discussion

5.1 Etude floristique de la zone d'étude

Durant les quatre saisons de l'année, plus de 120 relevés floristiques ont été réalisés dans les 14 stations. Le suivi saisonnier des lignes nous a permis de recenser 142 espèces réparties en 106 genres et appartenant à 30 familles (tableau 11).

Tableau 11 : Composition de la flore de la zone d'étude

Familles	Genres	Espèces	Pourcentage
Asteraceae	27	34	23,94
Poaceae	15	17	11,97
Brassicaceae	12	16	11,27
Fabaceae	8	14	9,86
Caryophyllaceae	6	8	5,63
Papaveraceae	4	6	4,23
Apiaceae	3	5	3,52
Boraginaceae	3	5	3,52
Cistaceae	1	5	3,52
Lamiaceae	4	5	3,52
Chenopodiaceae	3	3	2,11
Fumariaceae	2	2	1,41
Geraniaceae	1	2	1,41
Plantaginaceae	1	2	1,41
Resedaceae	1	2	1,41
Scrophulariaceae	1	2	1,41
Capparaceae	1	1	0,70
Dipsacaceae	1	1	0,70
Euphorbiaceae	1	1	0,70
Hyacinthaceae	1	1	0,70
Iridaceae	1	1	0,70
Liliaceae	1	1	0,70
Malvaceae	1	1	0,70
Orobanchaceae	1	1	0,70
Primulaceae	1	1	0,70
Ranunculaceae	1	1	0,70
Rubiaceae	1	1	0,70
Thymelaeaceae	1	1	0,70
Valerianaceae	1	1	0,70
Zygophyllaceae	1	1	0,70
30	106	142	100,00

4 principales familles à savoir les Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Brassicaceae, représentent à elles seules près de 60% du total des espèces, les 26 autres ne représentent que 40%, 14 familles (quasiment la moitié) ne sont représentées que par une seule espèce, et 5 familles par 2 espèces.

5.1.1 Le spectre biologique des espèces recensées

L'étude des types biologiques renseigne sur l'importance des espèces dans la constitution du tapis végétal en exprimant leur taille, la manière dont elles sont adaptées aux conditions du milieu, mais aussi un aperçu sur la « santé » de l'écosystème étudié, en décelant les impacts anthropiques reflétés par les variations diachroniques des différents types. Ainsi, le spectre montre une nette dominance des thérophytes 58%, suivi d'hémicryptophytes 26%, les chaméphytes ne représentent que 13%, tandis que les géophytes sont très peu présents avec moins de 3%.

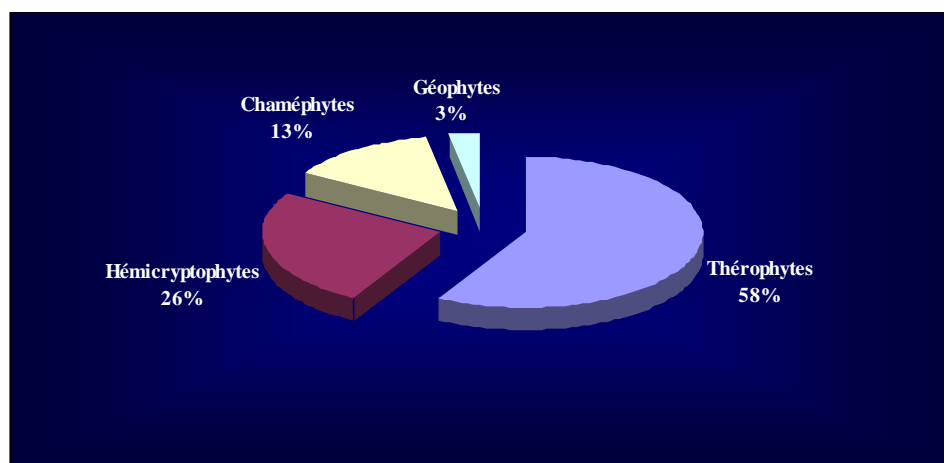


Figure 19 : Spectre biologique des espèces de la zone d'étude.

Les tables des espèces, familles, et types biologique figurent dans l'annexe 1.

Comme pour la plupart des études en milieux steppiques, les thérophytes sont dominantes ce qui est un trait particulier en zone aride et semi aride comme le signalent Floret et Pontanier, 1982 ; ils précisent que la dominance des espèces assurant l'intégralité de leur cycle en moins d'une année n'est que la conséquence de dégradation de l'écosystème par la pression anthropique. En effet, plus le système est influencé par l'homme (agriculture, surpâturage) plus les thérophytes y prennent de l'importance au détriment des autres classes biologiques.

Le taux considérable des hémicryptophytes par rapport aux chaméphytes ne concorde pas avec la plupart des études similaires, du moins celles réalisées au sud oranais où le pourcentage des chaméphytes est presque toujours supérieur à celui d'hémicryptophytes.

Plusieurs auteurs considèrent que l'importance du taux des chaméphytes est liée au surpâturage faute de faible appétibilité des espèces de cette classe ; « Les chaméphytes ont pour origine le phénomène d'aridisation, Raunkiaer, 1934 » ; selon Kadi Hanifi, 1998 ; le pâturage semble favoriser globalement les chaméphytes peu appréciées ou refusées par les animaux, ce qui peut être considéré comme indicateur de dégradation. En revanche, notre diagnostic révèle une nette supériorité des Hémicryptophytes par rapport aux chaméphytes (quasiment le double, ce qui ne corrobore pas avec les résultats de Hammouda, 2009 dans la même zone). Ces résultats sont peut être dus aux fortes pluviométries de l'année d'étude (plus de 480 mm) et aux différentes périodes d'échantillonnage réparties dans toutes les saisons. Le type biologique n'est cependant pas un caractère indissociable de l'espèce. C'est souvent le cas de nombreuses hémicryptophytes qui, sous climat aride, se comportent en thérophytes, ou des thérophytes en hémicryptophytes en bonnes conditions du milieu (Aidoud, 1997).

En vue de comparer les communautés végétales avec les méthodes basées sur la composition floristique, des relations sont recherchées entre les types biologiques, les traits fonctionnels des plantes et l'environnement (Floret et al, 1990). Les travaux des auteurs révèlent une bonne adaptation à la sécheresse des chaméphytes parmi les espèces persistantes, et des thérophytes parmi les éphémères, alors que les hémicryptophytes et géophytes augmentent avec la pluviosité et le froid. Ces relations, à l'échelle régionale, sont parfois dissimulées par l'influence de l'action de l'homme (Aidoud, 1997).

5.1.2 Spectre phytogéographique

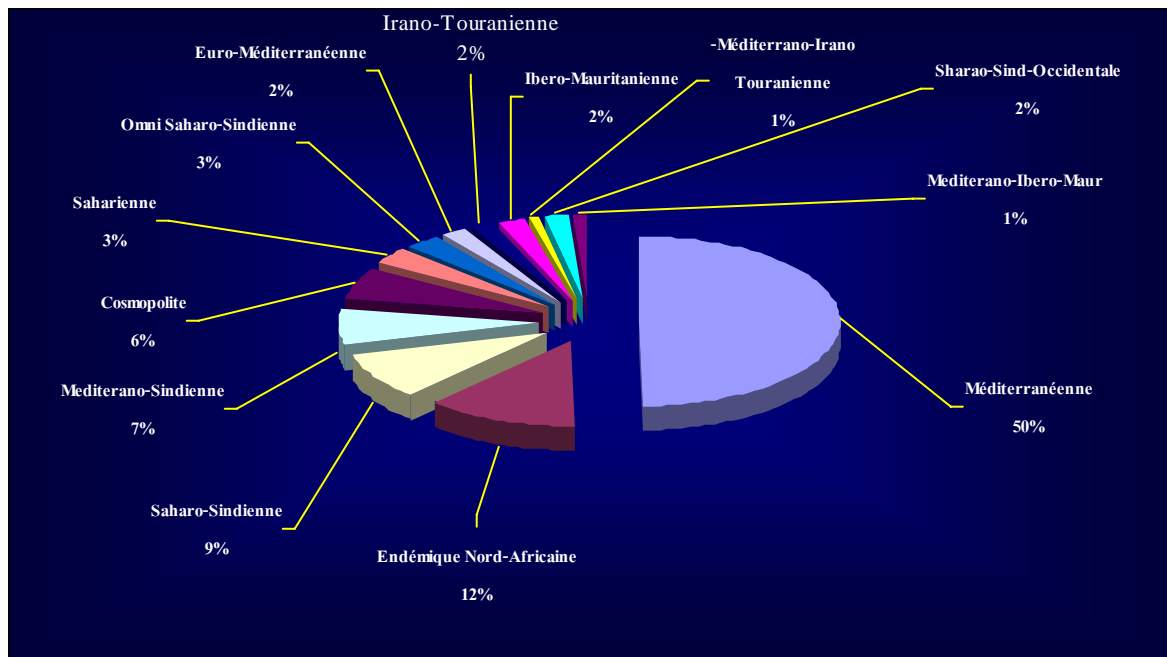


Figure 20 : Spectre phytogéographique de la zone d'étude

Le spectre biogéographique des espèces de la zone d'étude donne la répartition suivante :

52% des espèces sont méditerranéennes dont 2 sont euro-méditerranéennes.

12% des espèces sont endémiques Nord-Africaine.

12% des espèces sont Saharo-sindiennes dont 3 sont Omni Saharo-Sindiennes.

7% des espèces sont Mediterrano-Sindienne et représente la ligne de transaction qui sépare les deux éléments biogéographique.

6% des espèces sont cosmopolites ou plurirégionales

3% des espèces sont sahariennes.

3% sont omni Saharo-Sindiennes

Et seulement 2% appartiennent à l'élément Irano-Touranien.

5.2 Mesure de la diversité biologique dans les parcelles expérimentales

5.2.1 Estimation de la richesse spécifique

La richesse floristique rend compte d'une partie de la diversité de la flore par le nombre de taxons inventoriés dans l'unité de milieu considérée.

Pour notre étude, les parcelles expérimentales représentent les champs d'observation. La comparaison entre les différentes parcelles nous renseigne sur la biodiversité parcellaire ; par ailleurs, nous avons jugé utile de regrouper les différents faciès (faciès à Alfa, faciès à Sparte, et faciès à Drinn) afin de tirer le plus de caractérisation par la comparaison de richesse entre types de faciès.

Nous décrivons en premier lieu la variabilité de la richesse spécifique dans l'espace (les différentes parcelles expérimentales) et dans le temps (les saisons).

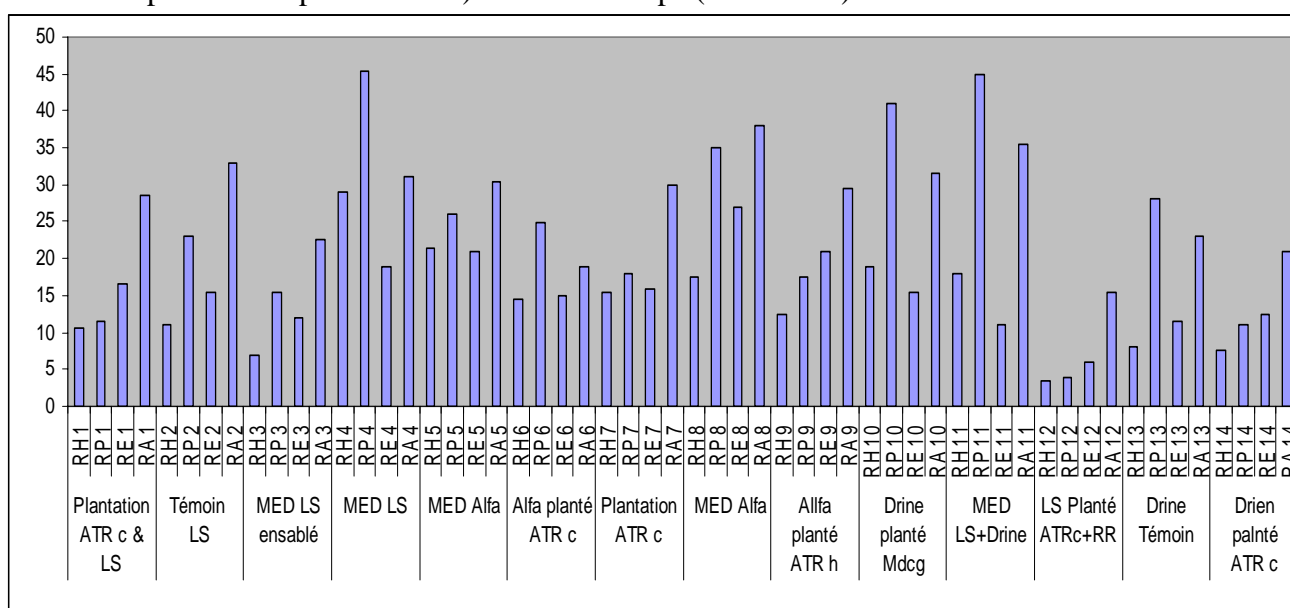


Figure 21 : Diversité spécifique saisonnière des parcelles expérimentales

La richesse spécifique varie sensiblement d'une parcelle à l'autre, comme pour les saisons. Elle est souvent maximale au printemps et en automne et moyenne voire faible pour l'hiver et l'été. Les parcelles aménagées en mises en défens recèlent les meilleures diversités spécifiques, encore un atout indéniable pour justifier la conservation de ces biotopes où les espèces pérennes se maintiennent vigoureusement, et offrent des espaces favorables à la propagation des éphémères.

Les mises en défens ont en moyenne une richesse spécifique remarquable durant la bonne saison. Elle varie de 35 à 48 espèces ; certes, elle baisse aux périodes des extrêmes thermiques, mais elle reste en moyenne nettement plus élevée que la richesse des parcelles témoins ou celles destinées aux plantations fourragères.

L'estimation de la richesse floristique vient encore justifier notre choix de conduite des actions d'aménagement. La décision d'éviter l'intervention pour certaines parcelles, favorisant la mise en défens, nous semble percutante, étant donné que ces parcelles renferment les meilleures valeurs pastorales, les meilleures productivités énergétiques, et la plus grande diversité spécifique.

Afin de percevoir la fluctuation de la diversité spécifique pour les différents faciès de la zone d'étude, nous avons reproduit dans la figure 23 la diversité spécifique relative aux types de faciès, compte tenu de variabilité saisonnière.

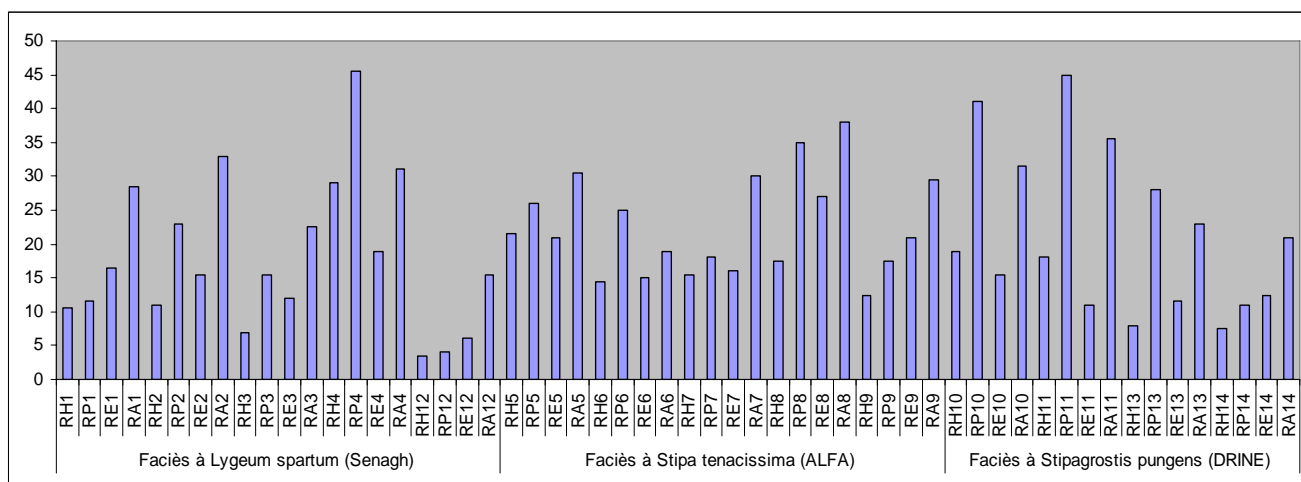


Figure 22 : Diversité spécifique saisonnière des différents faciès

En moyenne, la richesse spécifique est la plus élevée dans les parcours à *Stipagrostis pungens*. Cependant, les fluctuations saisonnières de la diversité spécifique dans ces parcours sont estimées en centrant les différences par la moyenne et estimant la dispersion par les écart-types. En moyenne nous dénombrons approximativement 27 espèces pour une dispersion d'environ 7 ce qui donne une moyenne de 32 ± 7 espèces pour les parcelles à Drinn retenues dans notre expérimentation.

Les parcelles à *Lygeum spartum* viennent en seconde position, considérant la richesse spécifique, avec une moyenne d'environ 27 espèces mais une variabilité saisonnière remarquable, ainsi l'écart-type prend des valeurs importantes pour certaines parcelles qui passent parfois de 5 espèces à 25 en quelques mois, ce qui nous donne une moyenne de 29 ± 11 espèces pour les parcelles à *Lygeum spartum* retenues dans notre expérimentation.

Les parcelles à *Stipa tenacissima* referment relativement le plus faible taux de richesse spécifique, elle est en moyenne de 23, mais peu variable en saisons par rapport aux faciès à Drinn et à Sparte, les fluctuations inter saisonnières sont moins perceptibles, l'écart-type est relativement faible. Ainsi, nous enregistrons pour ce faciès une moyenne de 26 espèces avec un écart-type de 3, traduisant la faible variabilité inter-saisonnière de la richesse spécifique.

Ces analyses nous ont permis de déduire que les parcours à Drinn qui reposent sur un substrat sableux sont les plus riches en espèces en bonnes saisons, mais ils le sont moins, en saisons d'extrêmes thermiques, avec les parcours à Sparte où l'on constate presque la même dynamique.

Par ailleurs, les parcours à Alfa assurent une richesse spécifique moyenne mais stable durant les saisons, certains auteurs (Aidoud, 1990 ; Kadi Hanifi, 1998) révèlent que les parcours à Alfa sont moins sensibles aux variations climatiques que les parcours à Sparte et à Drinn, ce qui expliquerait leur grande variabilité inter-saisonnière relative à la diversité spécifique, même à échelle saisonnière.

Des mesures pareilles doivent être effectuées en mauvaises années afin de déduire l'impact réel des conditions météorologiques sur les paramètres de biodiversité des différents faciès.

5.2.2 Calcul de l'indice de Shannon (SHANNON & WEAVER 1949), pour l'ensemble des parcelles et des saisons

L'indice de Shannon est un indice d'abondance basé sur la diversité spécifique qui permet de décrire, avec d'autres indices notamment celui de Simpson, la structure d'une communauté.

Nous avons calculé cet indice sur une matrice Excel pour toutes les parcelles expérimentales où sont installées les lignes permanentes. Nous rappelons que plus l'indice de Shannon est élevé, plus la biodiversité est grande.

Les résultats du calcul sont donnés en graphiques illustratifs afin de faciliter les comparaisons. Comme la richesse spécifique, nous avons reproduit les valeurs de l'indice de Shannon pour les différents faciès.

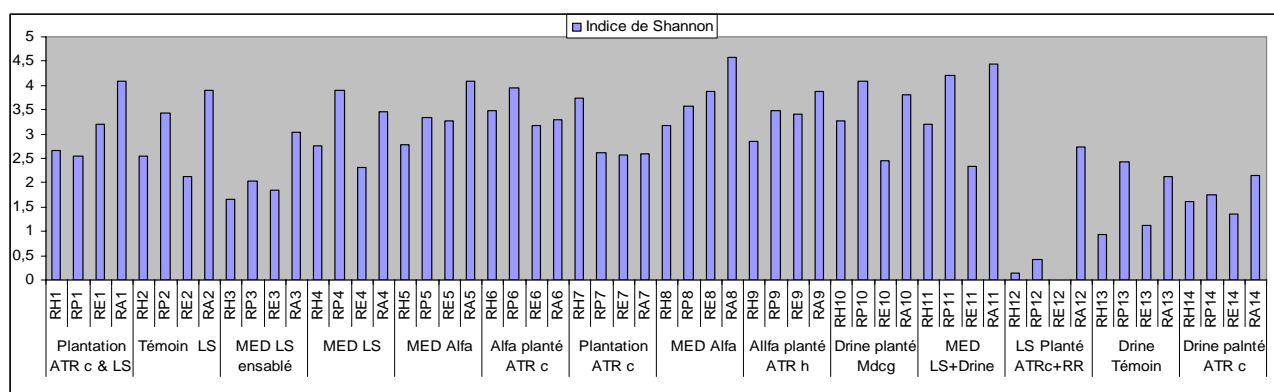


Figure 23 : Représentation des valeurs de l'indice de Shannon pour les différentes parcelles

Comme pour la richesse spécifique l'indice de Shannon est plus élevé dans les parcelles mises en défens ; ainsi, ses valeurs varient d'un type de faciès à l'autre.

L'indice de Shannon est en moyenne plus élevé au printemps et en automne, où il atteint pour les mises en défens d'Alfa des valeurs maximales dépassant 4 et cela pour les différents saisons. En effet, la variabilité de cet indice dans les mise en défens à *Stipa tenacissima* sont peu parlantes par rapport à sa variabilité saisonnière dans les mise en défens à *Lygeum spartum*, ce qui ne corroborent pas avec la richesse spécifique (elle est plus importante dans les parcelles à Sparte que celles à Alfa et à Drinn et soumise à de fortes fluctuations saisonnières).

Nous notons également la diminution relative de cet indice dans les parcelles ensablées comme les parcelles 3, 12, 13 et 14 ; ces dernières enregistrent des richesses spécifiques importantes en bonne saison mais un faible indice de diversité, cela est dû probablement à la manière dont est calculé l'indice de Shannon qui prend en considération, en dehors de la richesse spécifique, les fréquences relatives des espèces, en diminuant la surestimation de la rareté spécifique pour certaines parcelles. En effet, l'indice de Shannon quantifie le nombre d'espèces mais aussi leurs abondances relatives.

L'indice de Shannon enregistre ses plus faibles valeurs en été, et ce, pour toutes les parcelles. L'abondance relative des espèces en cette période de l'année recule devant l'extension de la litière et le sable, même constat pour la richesse spécifique.

Le faible nombre d'espèces en saison sèche (en nombre et en abondance) a fait que la fluctuation de la richesse spécifique se superpose parfaitement avec les valeurs de l'indice de

Shannon, cette similitude ne concerne en réalité que cette période de l'année. Dès lors, nous proposons l'examen de cet indice considérant les différents faciès comme l'illustre la figure 25.

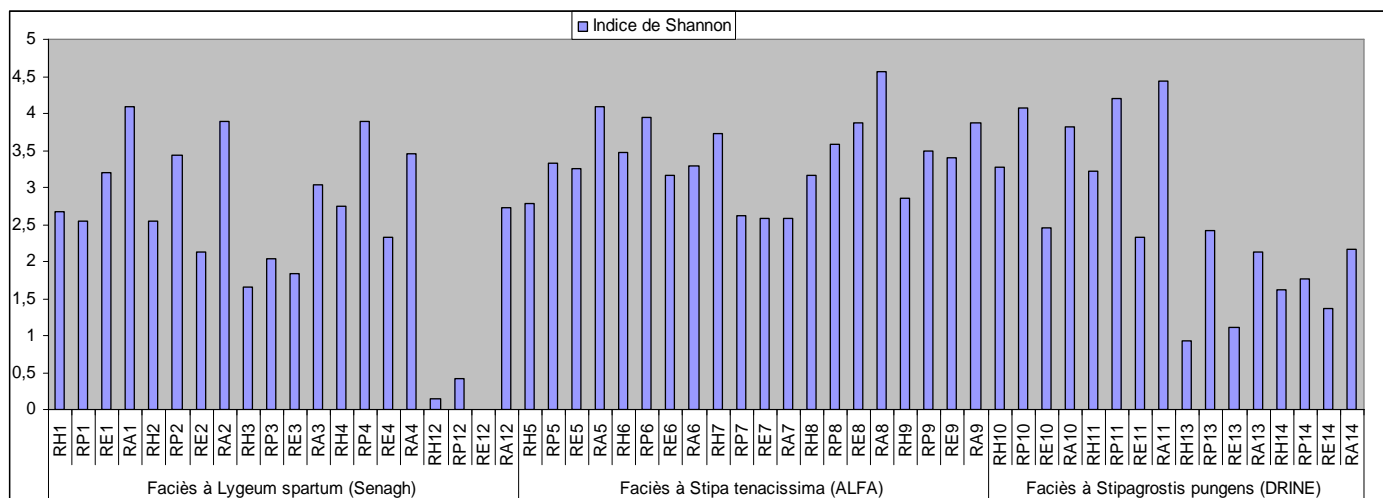


Figure 24 : Calcul de l'indice de Shannon pour les différents faciès

Afin de bien examiner la variation de l'indice de Shannon pour les différents faciès, nous avons calculé le Coefficient de variation statistique qui mesure la dispersion relative et qui se calcule par le rapport de l'écart-type et la moyenne.

Pour ce faire, nous avons retenu deux mises en défens à *Stipa tenacissima* (R8 & R5), deux mises en défens à *Lygeum spartum* (R3 & R4) et une mise en défens (R11) regroupant les trois espèces : *Stipagrostis pungens*, *Stipa tenacissima*, et *Lygeum spartum*.

Pour ses cinq parcelles, l'indice de Shannon est le plus élevé dans les parcelles à Alfa, où il atteint en moyenne 3.4 pour un coefficient de variation inter saisonnière de 0.162 (pour la parcelle 5) ; toutefois, cet indice atteint une moyenne de 3.8, toujours en mise en défens à Alfa (parcelle 8), avec un coefficient de variation de 0.19.

Pour les mises en défens à sparte, les moyennes de l'indice de Shannon sont respectivement 2.1 et 3.1 pour les parcelles R4 & R5, les coefficients de variation sont respectivement 0.29 et 0.23.

La dernière parcelle regroupant les trois espèces (Alfa, Drinn et Sparte) a une moyenne de 3.35 avec 0.27 de coefficient de variation. Nous les schématisons comme suit :

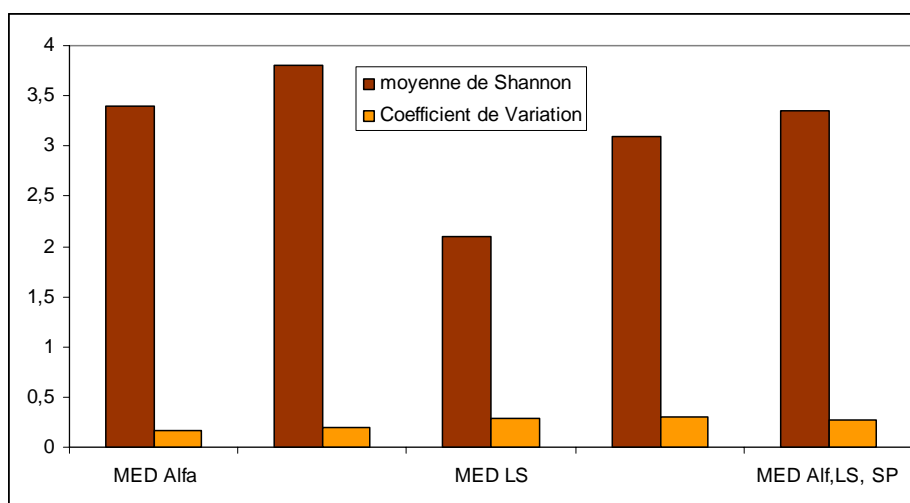


Figure 25 : Comparaison de l'indice de Shannon et le coefficient de variation.

L'analyse des moyennes de Shannon obtenues dans les différentes mises en défens, révèle l'importance de ce dernier dans les faciès à Alfa par rapport aux autres faciès (à Sparte et à Drine). Ceci renseigne sur la particularité des faciès à *Stipa tenacissima* en terme de potentialités liées à la biodiversité, ce faciès abrite (malgré l'état de dégradation des touffes) un nombre important d'espèces, avec des abondance relatives importantes, par rapport aux faciès à *Lygeum spartum* et à *Stipagrostis pungens*.

Le coefficient statistique de variation, calculé pour évaluer les différences d'indice de Shannon entre les différentes saisons, traduit la faible variation de la biodiversité sur les faciès à Alfa en toutes saisons, et une variation relativement plus importante dans les faciès à Sparte et à Drinn.

Les faciès à Alfa (qui conservent encore un certain degré de résilience) renferment (compte tenu de l'indice de Shannon et du coefficient de variation) une richesse spécifique importante et équitable, traduite par la faible variation de biodiversité inter-saisonnière.

L'indice de Shannon présente ainsi des faibles concordances avec l'estimation de la richesse spécifique, il traduit les potentialités de biodiversité dans un biotope en tenant compte des distributions des espèces et de leurs abondances relatives.

L'estimation des variations inter-saisonnières donne un aperçu sur l'importance de conservation et de sauvegarde de certains faciès (surtout ceux d'Alfa) qui représentent potentiellement des réservoirs de biodiversité dans la zone d'étude et dans tout le reste de la steppe.

5.3 Mesures de la valeur pastorales des différentes parcelles

En vue de dresser une estimation des potentialités fourragères des parcelles expérimentales, nous avons essayé de quantifier les réserves disponibles pour chaque parcelle, par le calcul de la valeur pastorale, et ce, pour les quatre saisons de l'année, afin d'étudier l'évolution de la quantité et la qualité de l'herbe en fonction des variations saisonnières.

Le calcul a été fait comme nous l'avons mentionné au chapitre III, en se basant sur la contribution des espèces au tapis végétal, et l'indice spécifique (Isi) de toutes les espèces recensées pour chaque station expérimentale. Ces indices ont été établis par plusieurs auteurs (Le Houerou et Ionesco 1973 ; CRBT, 1978, 1981, 1983 ; dans les travaux de Aidoud, 1981 et ceux de Nedjraoui, 1982). Toutefois, les valeurs manquantes pour certaines espèces ont été complétées par les travaux de Jauffret, 2001 ; ROSELT, 2001 à 2007 ; suivant un gradient d'extrapolation transformant les données qualitatives (faible, moyen, bon) en valeurs conventionnelles (de 1 à 10) en concordance avec l'échelle du CRBT. Les approximations ont tenu compte également des enquêtes et des écrits bibliographiques pour les espèces en question.

5.3.1 Les stations sises à Dayet Debdeb

5.3.1.1 La parcelle 1 : destinée à une plantation en *Atriplex canescens* et *Lygeum spartum*

L'estimation de la valeur pastorale dans cette parcelle plantée, montre une nette fluctuation inter-saisonnière (figure 18). La valeur pastorale en hiver pour ce parcours dégradé à *Lygeum spartum* est paradoxalement supérieure à celle du printemps, cela est dû au fait que l'action de plantation, accompagnée d'une destruction considérable du tapis végétal, s'est déroulée peu avant l'évaluation printanière, réduisant ainsi le taux du recouvrement global, aussi bien que les annuelles et les petites vivaces à haute qualité pastorale.

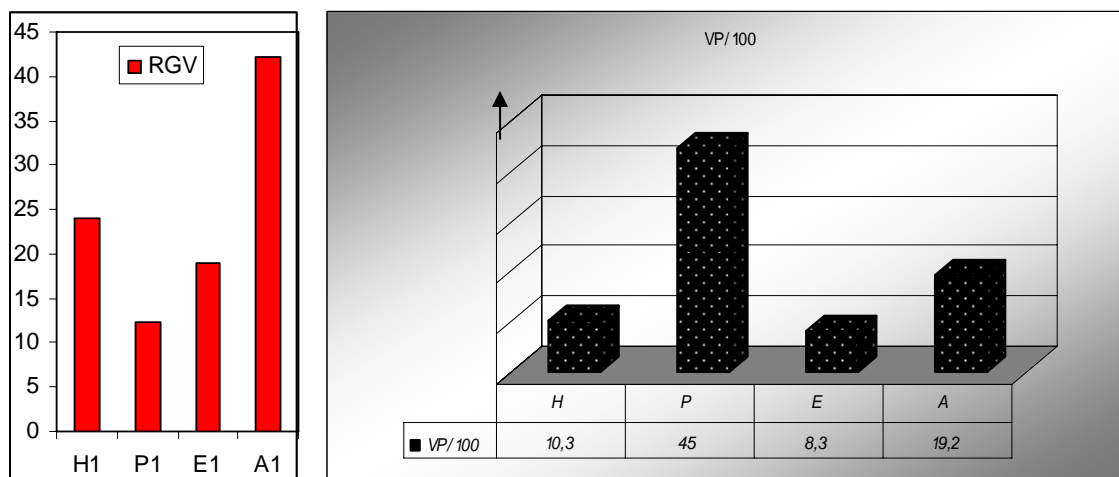


Figure 26 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la première parcelle

Le propriétaire de la parcelle affiche une profonde satisfaction et s'engage personnellement à l'arrosage/gardiennage de sa parcelle, mentionnant qu'il détient un puits à quelques mètres de l'expérimentation.

L'accroissement du recouvrement global de la végétation se manifeste particulièrement dans cette parcelle en été, contrairement aux autres (quasiment recouvertes de litière en cette période de l'année). Le rôle de l'agropasteur a été déterminant non seulement dans la survie des plants d'*Atriplex canescens* et de *Lygeum spartum* mais aussi dans la germination tardive

des graines d'espèces annuelles (l'expression du stock de graine suite à l'action de l'eau) augmentant ainsi le nombre d'espèces voire la diversité au sein de ce site.

En automne, la valeur pastorale reste en hausse ainsi que la diversité (le nombre d'espèce passe de 16 au printemps à 25 en été et 31 en automne), et s'accompagne par l'accroissement du recouvrement global (passant de 8.5% à 42.5%). Les plants introduits (*Atriplex canescens* et *Lygeum spartum*) subsistent intégralement et prennent part au tapis végétal naturel.

L'impact de cette action de restauration semble prometteur, cependant, il ne faut pas d'emblée qualifier cette démarche « de revégétalisation » comme remède à la dégradation des écosystèmes locaux. Des transformations irréversibles des parcours aménagés ont été constatées suite à l'introduction des espèces -certes résistantes aux extrêmes climatiques et aux pratiques anthropozoïques- mais qui peuvent modifier la dynamique globale de la biocénose. Malgré l'amélioration « provisoire » des potentialités fourragères, ces espèces entraîneraient le risque de la perte de biodiversité, c'est pour cela que le choix de restauration des écosystèmes a été prioritaire dans notre démarche (par rapport à la réhabilitation) en appuyant les efforts sur la sauvegarde des biotopes menacés par la suppression des causes destructives, là où l'écosystème semble encore disposer des facultés naturelles de régénération.

5.3.1.2 La parcelle 2 laissée comme témoin

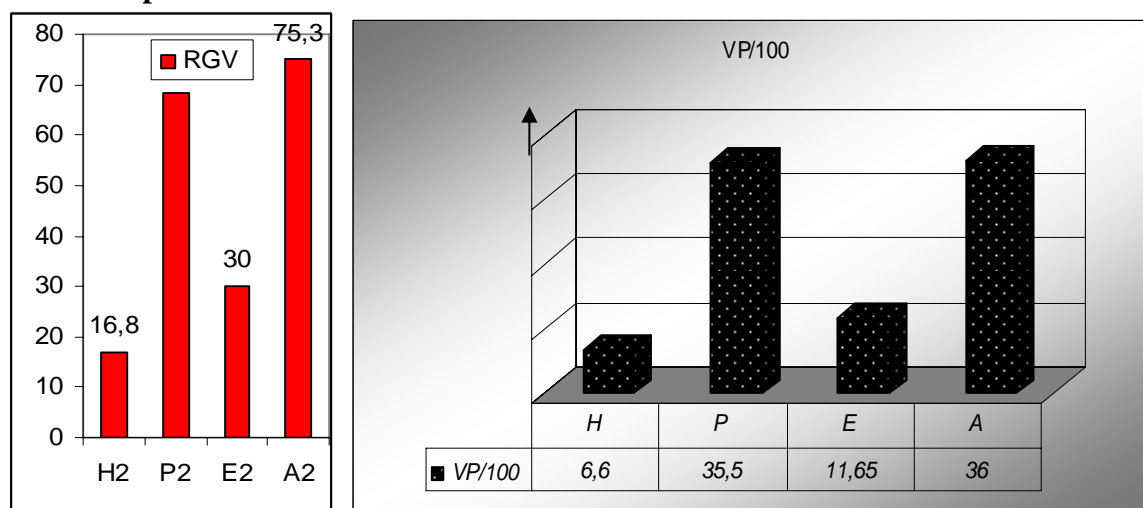


Figure 27 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la seconde parcelle

Cette parcelle à *Lygeum spartum* a été laissée comme témoin afin de nous fournir une idée précise sur la dynamique des parcours soumis aux dents et aux pattes des animaux. Néanmoins, l'agropasteur propriétaire affirme ne détenir aucune tête ovine lors du déroulement de l'expérimentation, ce qui laisserait ses terres de parcours en repos provisoire durant la récolte de données.

La mise en place du dispositif de suivi (ligne permanente de 40 mètres) a été réalisée en hiver, lors des gelées, le recouvrement global de la végétation oscillait entre 16 et 17% majoritairement en *Lygeum spartum* et secondairement par 7 à 9 espèces annuelles quasiment inidentifiables en cette période de l'année.

La valeur pastorale de ce parcours est remarquable au printemps et en automne (presque similaire pour les deux saisons). Au printemps, la majorité des annuelles atteignent le stade de

floraison avec un maximum de productivité primaire et un recouvrement global remarquable (68.5%), la chute de cette valeur en été (de deux tiers environ) est la résultante de la transformation de la matière verte en litière, non incluse au calcul. Effectivement, le recensement des espèces ne considère que les spécimens effectuant leur cycle végétatif lors de la récolte de données.

Il faut juste noter que la quantité de pluie tombée lors de notre période de suivi était exceptionnelle, comme beaucoup d'agropasteurs l'ont assurément confirmé. Les données météorologiques affichent une pluviosité annuelle de presque 500 mm, favorisant l'expression de beaucoup d'annuelles, longtemps absentes du tapis végétal de la région d'étude.

Il faut également rajouter que certains agropasteurs - en attendant le commencement des actions restauratrices- n'ont pas hésité à mettre en défens toutes leurs parcelles cartographiées, même si celles-ci ont été destinées à rester témoins ou conduites en plantation fourragère.

Cette particularité a fait que plusieurs parcelles expérimentales sont restées sans broutage, ce qui expliquerait parfois l'importance de la valeur pastorale sur des sites conduits à la réaffectation. Nous avons ainsi constaté que le fait de cartographier les parcelles et manifester l'intention de restauration, matérialisée par l'installation des lignes permanentes, de nombreux agropasteurs ont décidé de dispenser ces parcelles d'exploitation (pâturage) du moins provisoirement afin d'afficher leur conscience et leur détermination de participer activement aux actions de restauration comme bénéficiaires et principaux acteurs.

Cette initiative de certains agropasteurs vis-à-vis le déroulement de l'expérimentation témoigne d'une coopération et d'une prise de conscience de certains d'entre eux par rapport à l'état de dégradation de leurs parcours et la possibilité d'inverser la tendance. En revanche, d'autres agropasteurs n'ont pas temporisé à relâcher leurs troupeaux sur des parcelles fraîchement plantées, la négligence d'arrosages primaires (primordiaux pour la survie des jeunes plants), et le non respect des densités de plantation préconisées.

5.3.1.3 La parcelle 3 mise en défens à *Lygeum spartum*

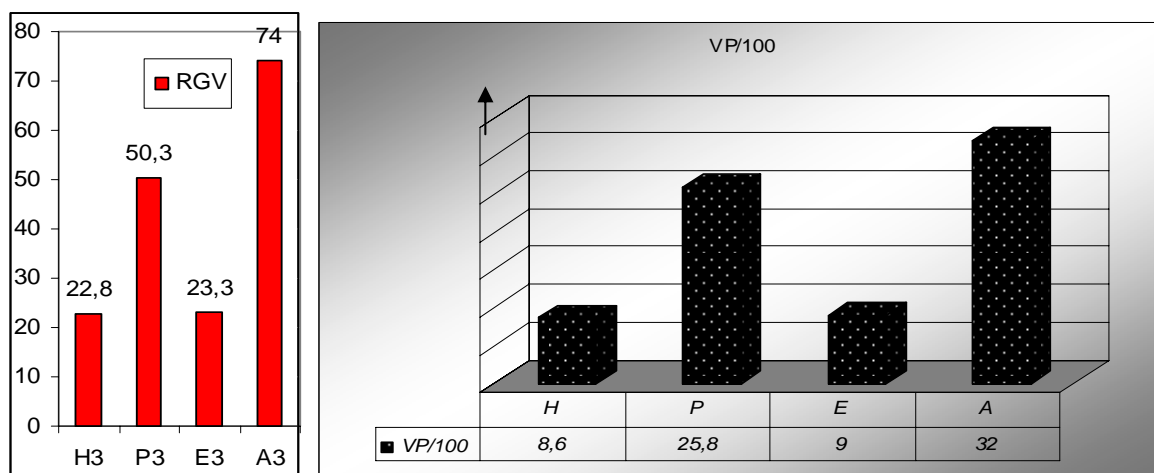


Figure 28 : Fluctuation saisonnière u RGV et de la valeur pastorale dans la troisième parcelle

La fluctuation de la valeur pastorale de ce parcours à *Lygeum spartum*, mis en défens, traduit l'impact de la pluviosité enregistrée au début d'automne aussi bien pour cette parcelle que pour le reste de la zone d'étude. En effet, les gelés d'hiver limitent la propagation de nombreuses annuelles qui passent cette période presque en hibernation ou en très lente

croissance. La valeur pastorale augmente sensiblement au printemps, saison de floraison, en harmonie avec le recouvrement global de la végétation, qui passe de 25% en hiver à plus de 50% en moyenne au printemps. La sécheresse estivale entraîne une diminution des réserves fourragères (fort taux de litière), seul *Lygeum spartum* et quelques graminées vivaces assurent le faible recouvrement (20%). L'automne représente le meilleur taux de recouvrement (plus de 70%) suite aux importantes averses précédant l'échantillonnage de la saison, mais aussi à l'interdiction à l'exploitation de la parcelle conduite en mise en défens.

5.3.1.4 La parcelle 4 : mise en défens à *Lygeum spartum*

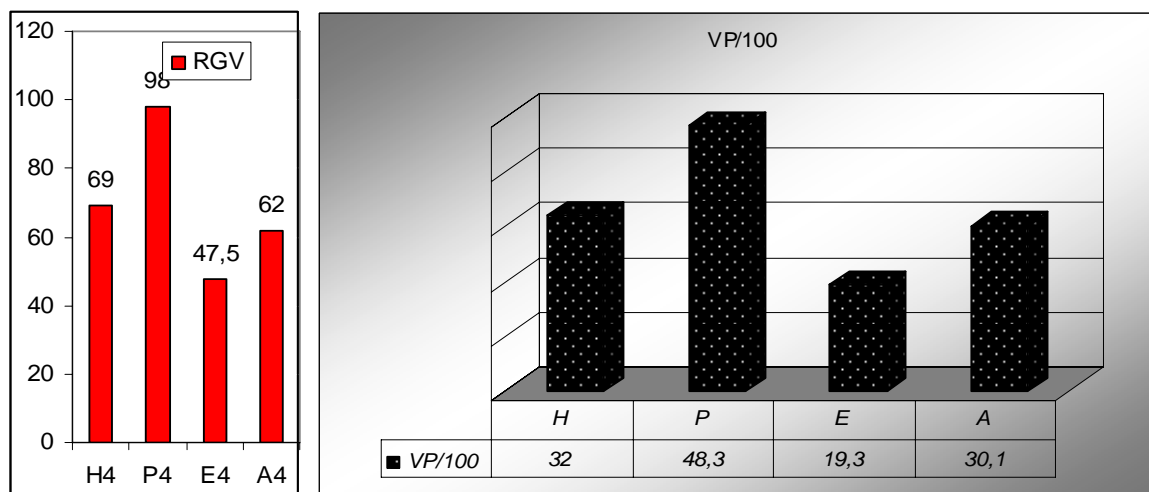


Figure 29 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la quatrième parcelle.

Dans toute la zone d'étude, cette parcelle à *Lygeum spartum* « mise en défens » recèle le meilleur taux du recouvrement global (Figure 30), qui atteint au printemps 90 % avec une valeur pastorale record ; elle est maximale à la saison de floraison, minimale en été, et moyenne en hiver et en automne tout en restant supérieure aux valeurs pastorales enregistrées à différentes saisons pour certaines parcelles de la localité de Dayet Debdeb.

La diversité spécifique de cette parcelle est un atout fort pour la conduire en mise en défens. Nous avons recensé 64 espèces (presque la moitié du total d'espèces) pour l'ensemble des saisons, dont 48, uniquement au printemps, où la végétation atteint son maximum (photos figure 31).

Toutefois, la variation de la valeur pastorale, ainsi que celle de la diversité, au cours des saisons, ne s'apparentent pas aux fluctuations relevées dans les parcelles précédentes.

Ces dernières expriment une corrélation nette avec les averses épisodiques surtout celles enregistrées en automne, où elles affichent le maximum de productivité primaire et de diversité spécifique ; contrairement à cette parcelle, soumises aux mêmes aléas climatiques, mais se conforme aux schémas classiques des écosystèmes, ayant un certain équilibre durant toutes les saisons et atteignant le maximum de productivité au printemps.



Figure 30 : photo de la parcelle 4 mise en défens (printemps, 2009)

Cela nous amène à conclure que les écosystèmes relativement en équilibre sont moins vulnérables aux aléas climatiques et aux facteurs limitant, ils détiennent les potentialités de résistance et/ou de résilience en cas de facteurs extrêmes de dégradation, tout en assurant l'extremum de productivité en bonnes conditions.

5.3.1.5 La parcelle 5 mise en défens à *Stipa tenacissima*

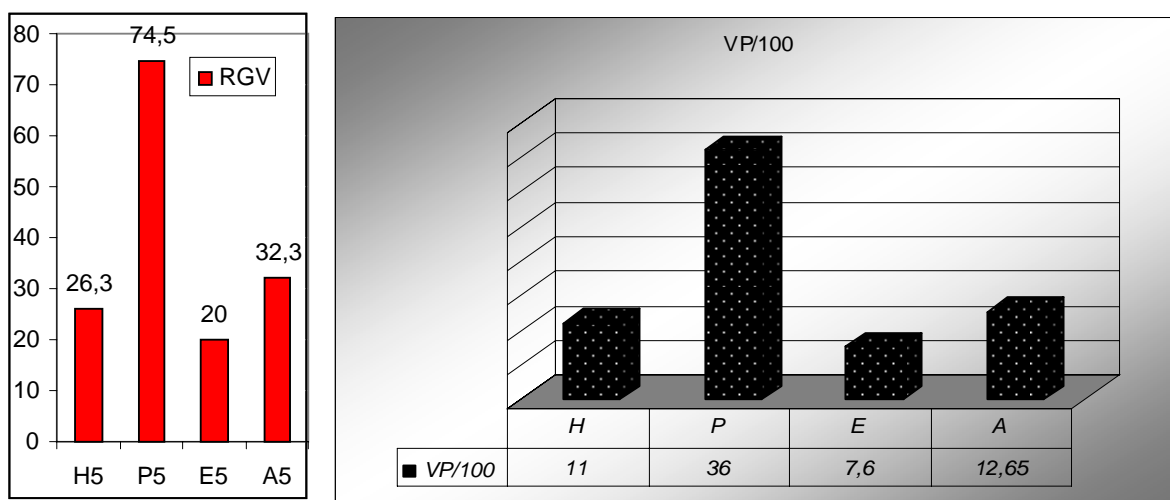


Figure 31 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la cinquième parcelle

Cette parcelle à *Stipa tenacissima* conduite en mise en défens est marquée par l'importance de la valeur pastorale au printemps par rapport aux autres saisons, où la productivité reste médiocrement stable avec un recouvrement global de la végétation oscillant entre 18 et 35%. Le RGV est maximal à la bonne saison dépassant (70%), mais composé essentiellement d'annuelles et de petites vivaces. Le recouvrement en espèce pionnière (l'Alfa) n'est que de 10% dans la plupart des relevés et en toutes saisons. Cette parcelle tire l'essentiel de ses potentialités pastorales des espèces accompagnatrices de l'Alfa à l'exemple des astragales,

(*Astragalus sinaicus* et *Astragalus cruciatus*) *Enarthrocarpus clavatus*, *Anacyclus cirtolepidioïde*, *Eruca vesicaria*, et *Muricaria prostrata*. Hormis les astragales, ces espèces, avec *Noaea mucronata*, ont des indices de qualité pastorale moyens, mais représentent à elles seules 25 à 30 % du recouvrement global, procurant à ce parcours une productivité fourragère médiocre. Néanmoins, les sujets d'Alfa qui subsistent ont montré une forte faculté de régénération naturelle, du moins pour ce parcours, ce qui a orienté la réflexion vers la mise en défens, tout en espérant le respect de cette démarche par l'agropasteur propriétaire, manifestement non captivé par cette initiative.

(Nous avons aperçu des troupeaux pâturant itérativement au centre de la mise en défens, même si ces derniers n'appartiennent pas à l'agropasteur propriétaire. Informé de la situation, il reste indifférent, ce qui soulève la question de la propriété foncière non encore claire dans certains parcours expérimentaux).

5.3.1.6 La parcelle 6 : plantation d'*Atriplex canescens* sur parcours à Alfa déperis

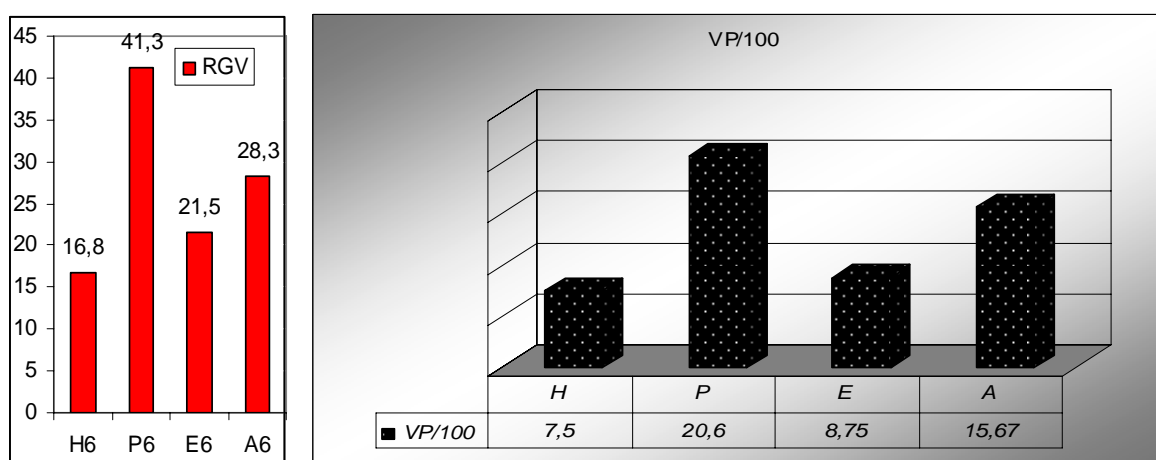


Figure 32 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la sixième parcelle.

Cette parcelle enregistre l'une des plus faibles valeurs pastorales pour les parcours mixtes d'*Artemisia herba-alba* (très broutée) et *stipa tenacissima* qui subsistent encore dans la zone d'étude. Néanmoins, la présence de cette dernière ne se manifeste que par quelques rejets rabougris jaillissant des couronnes dégradées presque entièrement. Le recouvrement global de la végétation atteint son maximum au printemps sans dépasser 41% malgré l'avantageux climat de l'année. Pour l'hiver et l'été, où les extrêmes climatiques sont décisifs sur la propagation des annuelles, le recouvrement global reste faible et varie de 16 à 20%, assuré majoritairement par *stipa parviflora* (en moyenne : 10% du RGV dans tous les relevés), ainsi que *Plantago albicans*, *Noaea mucronata* et *sclerocephalus arabicus*. La valeur pastorale est faible, en parfaite concordance avec le recouvrement global de la végétation, composé d'espèces à faible indice de qualité pastorale (*Atractylis humilis*, *Filago spathulata*, *Micropus bombicinus*). Les pérennes (Alfa et Chih) représentent moins de 3% du RGV.

L'installation des plants d'*Atriplex canescens* et de *Lygeum spartum* dans ce parcours a été faite après l'évaluation printanière. Le repeuplement (artificiel) de cette parcelle par une densité moyenne de plantation avec une espèce introduite et une autre autochtone, a pour objectif l'amélioration des potentialités éco-pastorales, tout en testant l'introduction de ces dernières sur une parcelle dégradée qui semble épuiser la majorité de ses ressources productives.

Seulement, ni densité de plantation, ni gardiennage n'ont été convenablement assurés. Le nombre de plants dépasse largement les densités prescrites, l'arrosage primaire n'a pas été

respecté en raison de la mauvaise accessibilité à la parcelle mais surtout la négligence de l'agropasteur qui ne voit pas d'inconvénients à relâcher ses bêtes sur le parcours planté, rompant l'accord établi durant et après le déroulement des actions de plantation.

5.3.1.7 La parcelle 7 plantation d'*Atriplex canescens* sur parcours à Alfa totalement déperis

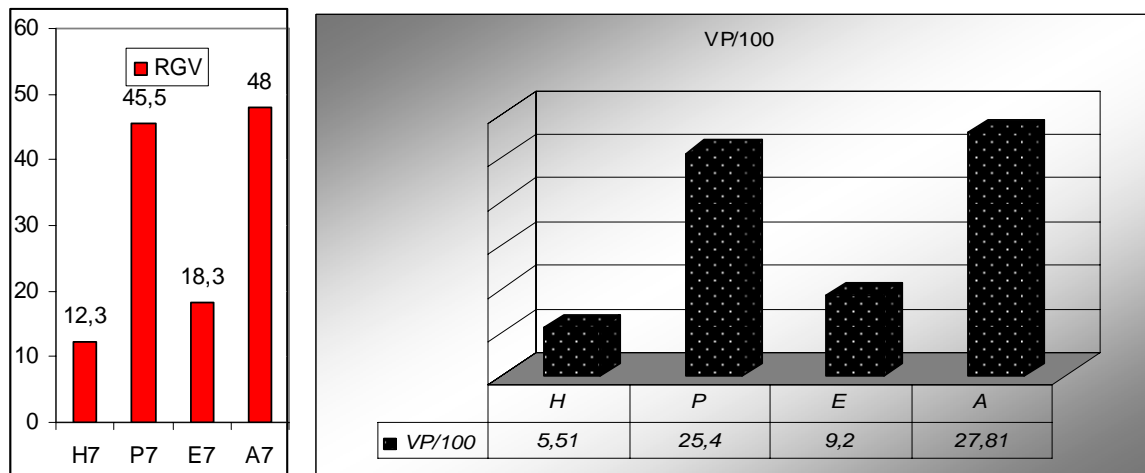


Figure 33 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la septième parcelle

La valeur pastorale dans cette parcelle destinée à une plantation à forte densité en *Atriplex canescens* reste faible, le maximum est enregistré en automne où le recouvrement de la végétation est maximal, avec presque 45% et on dénombre plus de 25 espèces.

Les autres saisons sont marquées par un nombre restreint d'espèces (10 à 18 en moyenne) avec des recouvrements différents, raisonnablement élevé au printemps. La valeur pastorale de ce parcours reste médiocre considérant les espèces inventoriés, excepté les plantains (*Plantago albicans* et *Plantago psyllium*) qui contribuent à eux seuls au tiers de la valeur pastorale de ce parcours. Les couronnes d'Alfa ne révèlent aucune régénération naturelle, le taux de nécromasse est important laissant place à un paysage d'éradication totale de l'espèce. Le parcours recèle des individus d'*Artimesia herba-alba*, également déperis, sur substrat caillouteux, ce qui traduit l'ampleur des labours et/ou la surexploitation, anéantissant toute sorte d'équilibre naturel.



Figure 34 : Photo de la Parcelle 7 Avril 2009.

5.3.2 Les parcelles sises à Thnaya

5.3.2.1 La parcelle 8 mise en défens à *Stipa tenacissima*

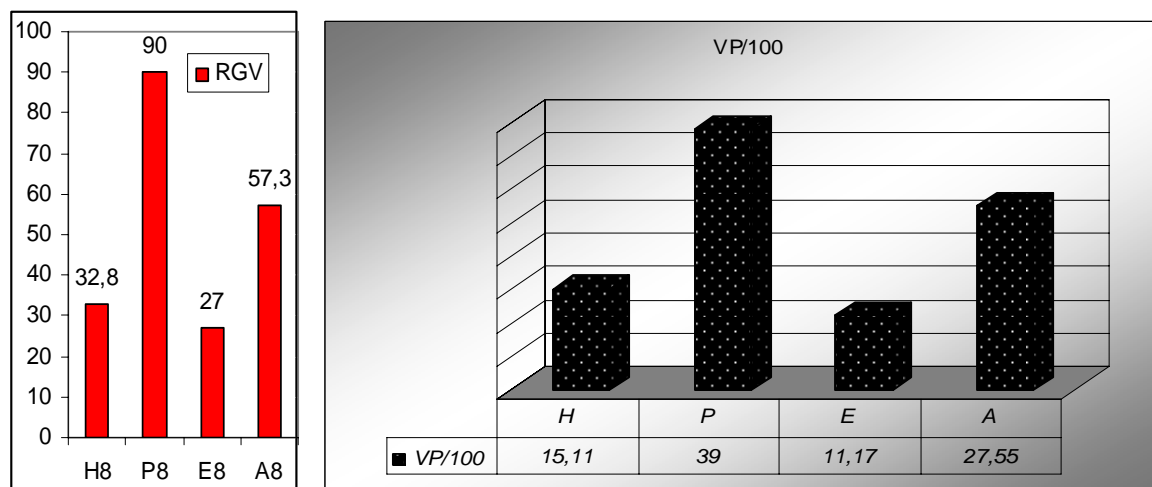


Figure 35 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la huitième parcelle.

Cette parcelle à *Stipa tenacissima* est située dans la localité de Thnaya. Les touffes d'Alfa sont en bon état, aussi bien en individus qu'en nombre, la densité des touffes est d'environ 3 sur 2m². Cette parcelle renferme la meilleure valeur pastorale relevée sur les parcours à Alfa de la zone d'étude, tout en restant faible comparativement aux valeurs pastorales enregistrées sur des parcours similaires dans les travaux de Aidoud, et Nedjraoui, 1981, (ils estiment qu'en moyenne Vp/100 dans un faciès d'Alfa est de 50 en moyenne).

La fluctuation saisonnière de la valeur pastorale correspond évidemment aux variations du recouvrement global, mais aussi à la diversité spécifique lors des échantillonnages saisonniers.

Le nombre d'espèces recensées en automne (38) est nettement supérieur à celui recensé au printemps (26 espèces). Néanmoins, les espèces ayant un indice important de qualité pastorale (comme les genres *Medicago* et *Plantago*) sont exclusivement nombreuses au printemps, ce qui expliquerait la forte valeur pastorale observée à cette période.

La mise en défens de cette parcelle semble être respectée, l'agropasteur propriétaire en assure le gardiennage ; aucune trace de passage d'animaux n'a été détectée. Beaucoup d'espèces très palatables ont effectué l'intégralité de leur cycle et finissent en litière. (Constat remarqué en été).

5.3.2.2 La parcelle 9 plantation d'*Atriplex halimus* sur un parcours à Alfa

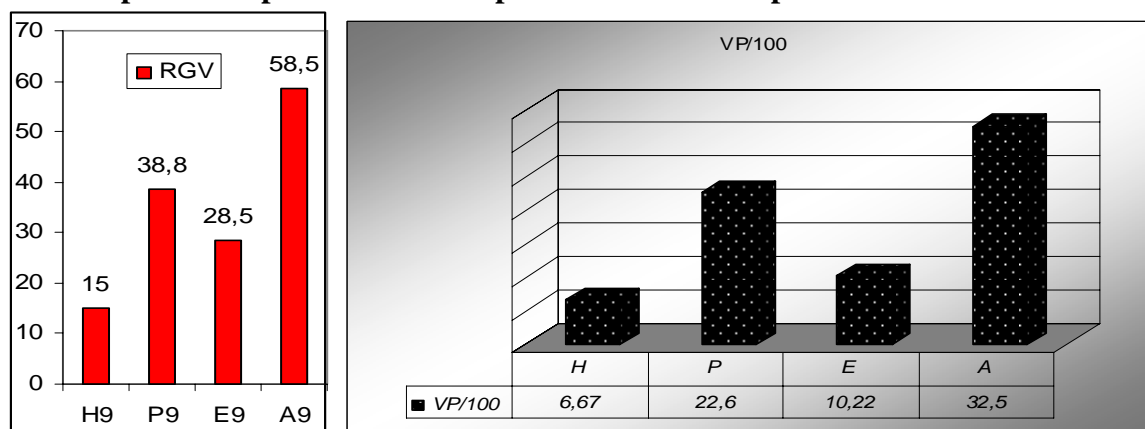


Figure 36 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la neuvième parcelle.

Cette parcelle mitoyenne à la mise en défens est marquée par l'ensablement (plus de 40% du recouvrement global en sable). Le recouvrement global de la végétation est maximal en automne (spécificité remarquable dans notre étude pour certains parcours dégradés), avec une diversité spécifique importante (plus de 40 espèces recensées en automne pour environ 25 au printemps).

La majorité des espèces composant le tapis végétal ont des indices moyens de qualité pastorale excepté les genres *Medicago* et *Plantago*, qui procurent à ce parcours 40% de sa valeur pastorale. Cependant, le recouvrement en Alfa diminue en automne malgré la propagation des annuelles relatives aux importantes pluviométries de la saison (plus de 150 mm en moins de 3 mois), avec une avance frappante de sable, encerclant les touffes d'Alfa, déjà rabougries et de faible densité (moins d'une touffe par mètre carré).

La plantation inter-touffes en *Atriplex halimus* devrait créer une barrière naturelle séparant cette parcelle des jachères limitrophes fortement ensablées. Toutefois, le choix d'une espèce locale moyennement productive, précisément dans ce parcours, a été préféré, disposant de plus de connaissances sur cette dernière par rapport aux autres *Atriplex* introduits, et dont on ignore en partie leur comportement dans un parcours à Alfa. En effet, *Atriplex halimus* a été déjà testé dans la mise en défens de Sayada sur un parcours à *Stipa tenacissima* et révèle une bonne acclimatation avec la plus fragile des graminées steppiques. Figure 38.



Figure 37 : Photo d'une plantation d'*Atriplex halimus* sur parcours à Alfa (Sayada, Hadj Mécheri. avril, 2009).

5.3.2.3 La parcelle 10 plantation de *Medicago arborea* sur faciès à Drinn

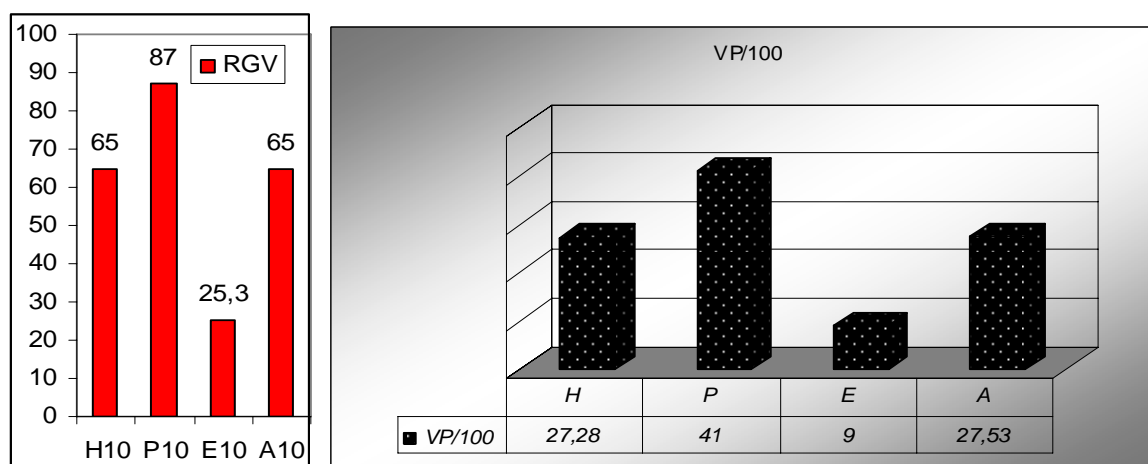


Figure 38 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la dixième parcelle.

Cette parcelle à *Stipagrostis pungens* est caractérisée par une valeur pastorale plutôt importante et relativement stable par rapport aux autres parcelles de cette localité. En effet, la fluctuation saisonnière de la valeur pastorale, (en écartant la saison sèche), est faible.

Le printemps recèle la meilleure valeur pastorale correspondant au plus fort recouvrement de la végétation (87%) assuré exclusivement par les annuelles en cette période. *Stipagrostis pungens* ne représente que 10% du recouvrement global avec son faible indice de qualité pastorale mais les annuelles procurent à ce parcours une valeur pastorale incontestable, avec 48 espèces dénombrées au printemps et plus de 25 en hiver et en automne.

Durant la saison sèche la valeur pastorale est de 9 ; ainsi, elle reste dans un intervalle caractéristique de la saison pour toute la zone d'étude. En effet, il a été remarqué que la valeur pastorale dans la saison sèche se situe strictement entre 7 et 11 pour tous les faciès, quelque soit l'état de dégradation des parcelles, ceci soulève l'importance de l'eau, facteur limitant incontestable, précurseur indirect de dégradation ou d'amélioration des parcours steppiques.

Cette parcelle est destinée à une plantation en luzerne arborée, les espaces inter-touffes apportent un micro climat favorable au développement de nombreuses espèces ainsi qu'une protection contre l'érosion éolienne et hydrique. La taille des touffes et leur densité laissent surgir des crevasses interstitielles relativement humides, propices à la plantation des sujets de *Medicago arborea*, espèce introduite à excellente valeur pastorale et grande productivité en matière verte, son expérimentation nous a été fortement recommandée suite à sa parfaite acclimatation en zones montagnardes de l'Atlas tellien (Abdelguerfi, 2004), et ses faibles exigences en conditions de milieu.

5.3.2.4 La parcelle 11 Mise en défens à *Lygeum spartum* et *Stipagrostis pungens*

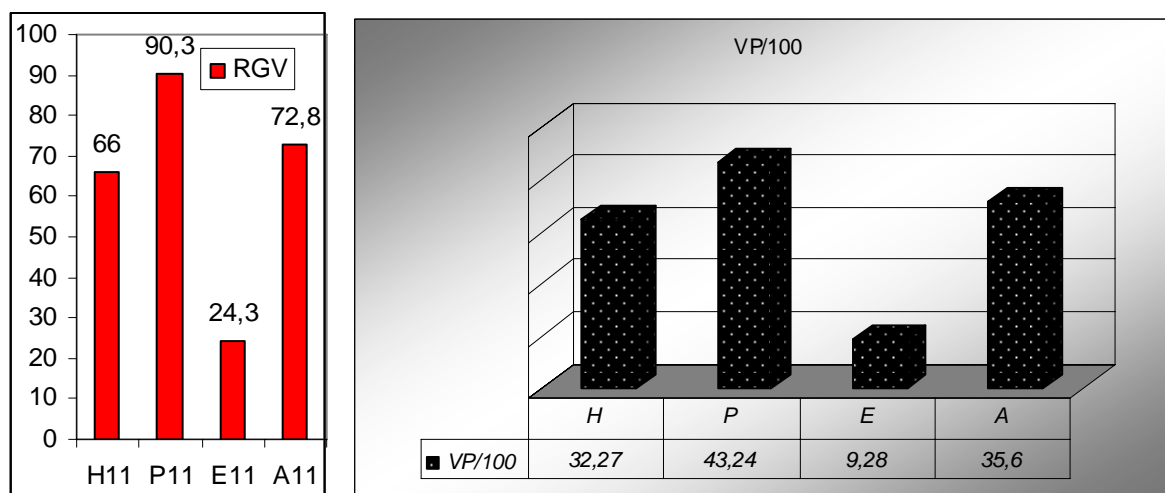


Figure 39 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la onzième parcelle.

Cette parcelle renferme un faciès mixte à *Stipagrostis pungens* et *Lygeum spartum*, ces deux espèces représentent plus de 20% du recouvrement global de la végétation, ce taux reste stable pour toute l'année, et souvent insensible aux variations saisonnières. La richesse spécifique est parmi les plus élevées de toute la zone d'étude, en effet. On dénombre plus de 50 espèces au printemps, plus de 40 en automne et nettement moins en hiver et en été. La forte contribution des annuelles dans la constitution de l'herbe ainsi que leurs diversité apportent relativement à cette parcelle une forte valeur pastorale, maximale au printemps, moyennement forte en hiver et en automne, et faible en été.

La forte densité des touffes de *Lygeum spartum* et *Stipagrostis pungens* (le diamètre des touffes de Drinn est d'environ 1 mètre) laissent émerger des espaces restreints recouverts entièrement d'annuelles en bonnes conditions météorologiques. La mise en défens de cette parcelle avec gardiennage reste la meilleure alternative, quoique *Stipagrostis pungens* ait pris le dessus sur *Lygeum spartum* dans les extrémités de la parcelle. L'impossibilité d'inverser ou de changer cette tendance à la substitution des espèces entre elles, ainsi que les potentialités spécifiques et pastorales reconnues, incitent à la sauvegarde de cette parcelle par la mise en défens.

5.3.2.5 La parcelle 12 plantation d'*Atriplex canescens* sur parcelle à *Lygeum spartum*

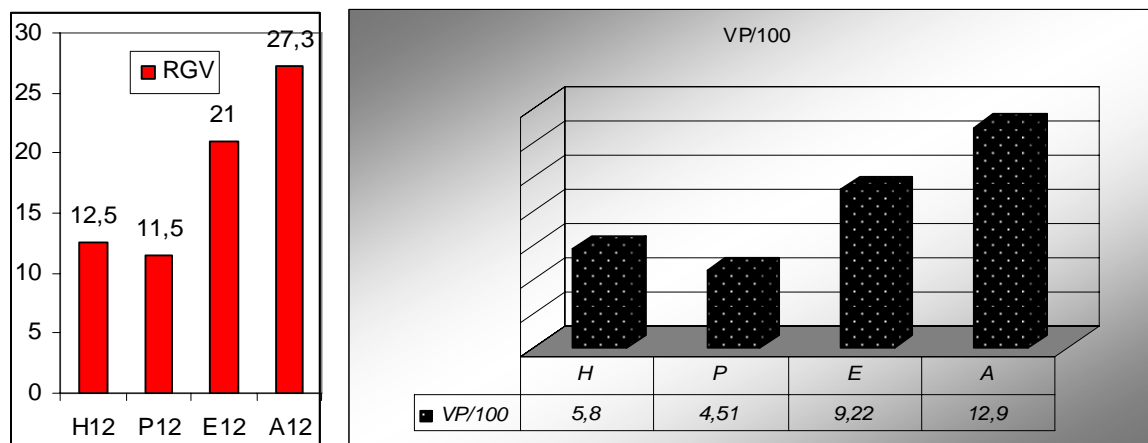


Figure 40 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la douzième parcelle.

Reposant sur un substrat intégralement sableux cette parcelle de 25 ha renferme le plus fort taux d'ensablement, ainsi que le plus faible recouvrement global de la végétation de la localité.

Le recouvrement global ne dépasse pas 30% dans les meilleures conditions climatiques, le nombre d'espèces ne dépasse pas 15. Elles poussent généralement à l'intérieur des touffes ou au pourtour de ces dernières ; le *Lygeum spartum* représente plus de 90 % de contribution spécifique au recouvrement, et assure donc la majorité de la valeur pastorale de la parcelle, exception faite en automne où la prolifération de certaines annuelles a légèrement amélioré la valeur pastorale qui reste absolument médiocre.

Cette parcelle renferme toutes les formations relatives aux dépôts sableux, de nebkas jusqu'aux dunes profondes, une plantation de *Retama retam* (espèce psammophile) pour la fixation de sable a été donc suggérée, avec *Atriplex canescens* pour améliorer les potentialités fourragères de cette parcelle et limiter l'ensablement.

5.3.2.6 La parcelle 13 plantation de délimitation en *Atriplex halimus* sur *Stipagrostis pungens*

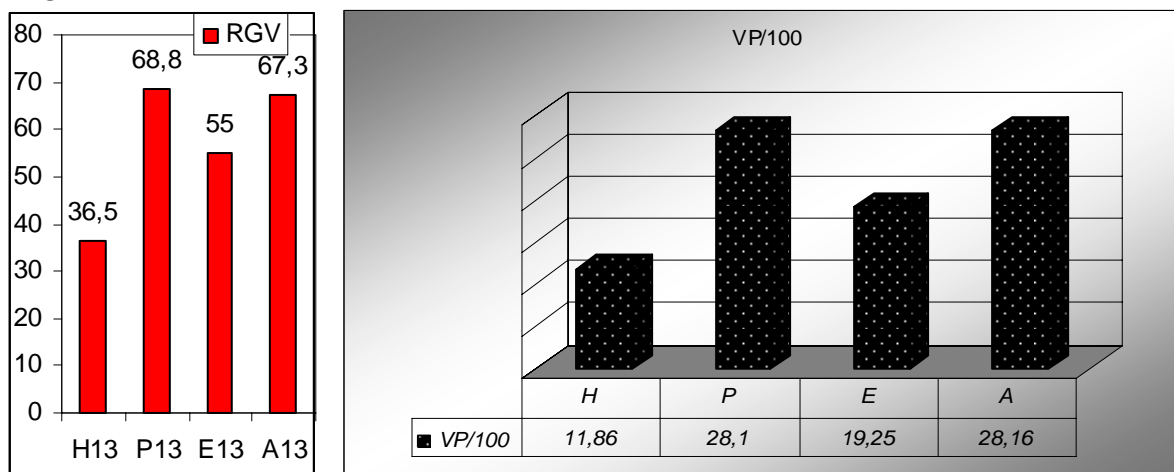


Figure 41 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la treizième parcelle

Cette parcelle à *Stipagrostis pungens* a été entourée d'une fermeture en *Atriplex halimus* suivant la volonté de son propriétaire. Le recouvrement moyen de la végétation est d'environ 70% en automne et au printemps, diminue faiblement en été et en hiver à cause de la forte contribution des espèces pérennes, en l'occurrence *Stipagrostis pungens* dans la composition du tapis végétal. Cette espèce contribue en moyenne de plus de 40% au recouvrement global et en raison de son faible indice de qualité pastorale, cette parcelle garde une valeur pastorale moyenne en bonne saison et faible en mauvaise saison.

Néanmoins, le nombre de touffes et leur diamètre sont favorables à l'installation d'une végétation annuelle considérable (56 espèces ont été recensées au cumulé), mais la majorité ont des indices médiocres de qualité pastorale ce qui se traduit finalement par la faible valeur pastorale de tout le parcours.

La particularité de cette parcelle est l'augmentation de sa valeur pastorale en été qui sort largement de l'intervalle estival fixé dans les parcelles précédentes, ceci est dû principalement à la forte contribution spécifique de *Stipagrostis pungens* au relevé réalisé en pleine inflorescence rendant le contact de l'aiguille avec les touffes inévitable, ce qui nous conduit à reconsidérer les limites de cette méthodes dans certaines circonstances d'échantillonnage.

5.3.2.7 La parcelle 14 plantation d'*Atriplex nummularia* sur un parcours mixte

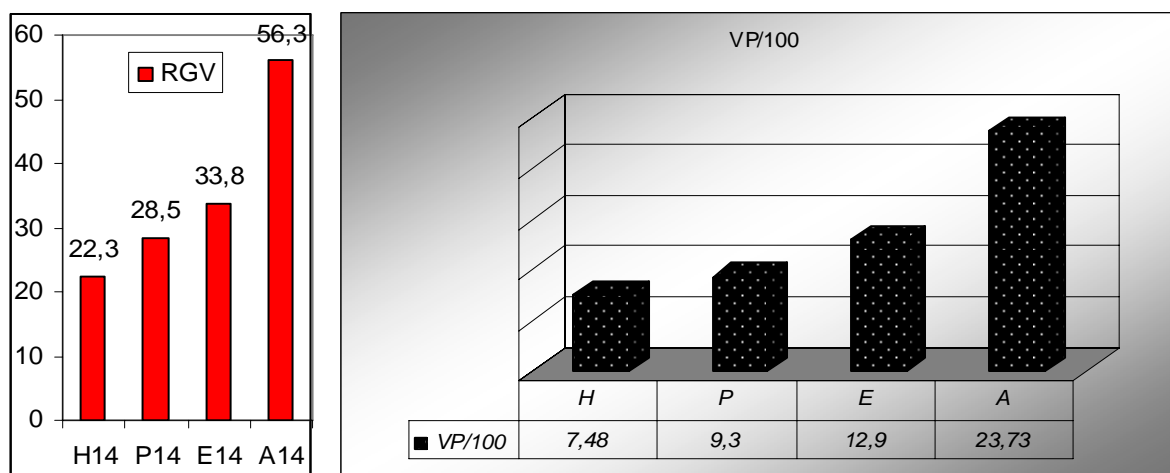


Figure 42 : Fluctuation saisonnière du RGV et de la valeur pastorale dans la quatorzième parcelle.

Cette parcelle regroupe les trois graminées pérennes, à savoir *Stipagrostis pungens*, *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima*, avec la présence de *Stipa parviflora* particulièrement en été. Le substrat sableux permet en effet le regroupement des quatre graminées avec des densités différentes, *Stipagrostis pungens* couvre en moyenne 15 à 20% de la surface parcellaire, *Stipa tenacissima* 5 à 10% du recouvrement global et enfin *Lygeum spartum* avec moins de 5%.

La diversité spécifique, en relation avec le nombre d'annuelles, est relativement faible par rapport aux autres parcours de la localité, on ne dénombre que 15 à 20 espèces annuelles pour toutes les saisons. L'été est marqué par l'installation fulgurante de *Stipa parviflora*, *Schismus barbatus*, *Bromus rubens* et *Bromus tectorum* ; toutes ces espèces appartiennent à la famille des graminées, procurant à ce parcours une hausse de la valeur pastorale, plus importante en été qu'au printemps.

Néanmoins, cette parcelle reste peu productive pastoralement, ce qui nous a conduit à mettre en place une plantation inter-touffe en *Atriplex halimus* afin d'améliorer sa qualité pastorale.

5.4 Mesures de la phytomasse

La présente partie est consacrée à l'étude de la variation de la phytomasse à l'échelle saisonnière dans les différentes stations retenues dans le cadre de cette étude.

L'évolution quantitative des phytocénoses en milieu aride est connue pour sa grande variabilité saisonnière et interannuelle, reflet des conditions écologiques principalement climatiques (Aidoud, 1989).

En effet, les mesures de phytomasse aérienne ont été réalisées afin d'évaluer la production primaire en matière végétale durant les quatre saisons d'étude. Deux coupes ont été effectuées sur deux parcelles à Sparte, l'une est témoin, soumise donc au pâturage, l'autre est dans une mise en défens. La troisième coupe de phytomasse a été effectuée dans une mise en défens à Alfa. Toutes les coupes ont été répétées quatre fois (une coupe par saison), soit un total de 12 coupes dans l'année.

Les éphémères et les pérennes ont été pesées séparément signalant l'hétérogénéité de la répartition spatio-temporelle, qui pose de sérieux problèmes méthodologiques comme la distinction entre les petites vivaces et les thérophytes lors des coupes hivernales et automnales où les stade phénologiques précoces entravent l'identification spécifique, ces dernières regroupées en espèces éphémères (espèces qui se voient leur partie verte s'annuler chaque année), tandis que la phytomasse des pérennes est quantifiée en fonction de la pousse aérienne de l'année.

Pour notre étude, l'unité de surface correspond à 3 écosystèmes représentant deux faciès à *Lygeum spartum* et un faciès à *Stipa tenacissima*. L'année sera considérée comme unité temporelle car elle exprime la durée du cycle biologique des espèces.

En effet, la différence entre le minimum et le maximum des pérennes exprime la production nette aérienne, tandis que la production des éphémères peut être estimée à échelle saisonnière et constitue une expression tangible sur le fonctionnement des écosystèmes expérimentés à différentes saisons de l'année. Nous rappelons que la productivité primaire n'est pas la production ; la première est une moyenne de plusieurs coupes qui devrait se faire sur plusieurs années et donc sur une assez longue période (irréalisable avec nos données actuelles), tandis que la production nécessite une seule année, et sa variabilité est déterminée presque exclusivement par la quantité d'eau que reçoit l'écosystème.

Ainsi une seule mesure annuelle devrait suffire pour caractériser la production de l'année à condition qu'elle coïncide avec le pic de phytomasse (généralement au printemps), néanmoins, nous considérons le reste de saisons afin de ressortir l'évolution de la production au cours de notre année de suivi, relativement pluvieuse. La seule mesure printanière reste approximative et ne reflète pas les cycles végétatifs spécifiques. (Whittaker et Marks 1975 in Aidoud, 1989)

Nous exprimons dans un premier lieu les résultats liés à la coupe végétale directe, les estimations pondérales brutes sont représentées dans les graphiques des figures 44, 45, 46. Le poids sec (après le séchage à l'étuve), est exprimé en kg MS/ha sous forme d'histogrammes.

5.4.1 Phytomasse aérienne dans un parcours témoin à *Lygeum spartum* (en Kg MS/ha)

La production de la matière végétale varie considérablement en fonction des saisons, aussi bien pour les éphémères que pour les pérennes (exclusivement *Lygeum spartum*), elle est maximale au printemps et minimale en été ; les deux autres saisons gardent des valeurs intermédiaires avec une légère hausse en automne (pluvieux durant notre année d'étude).

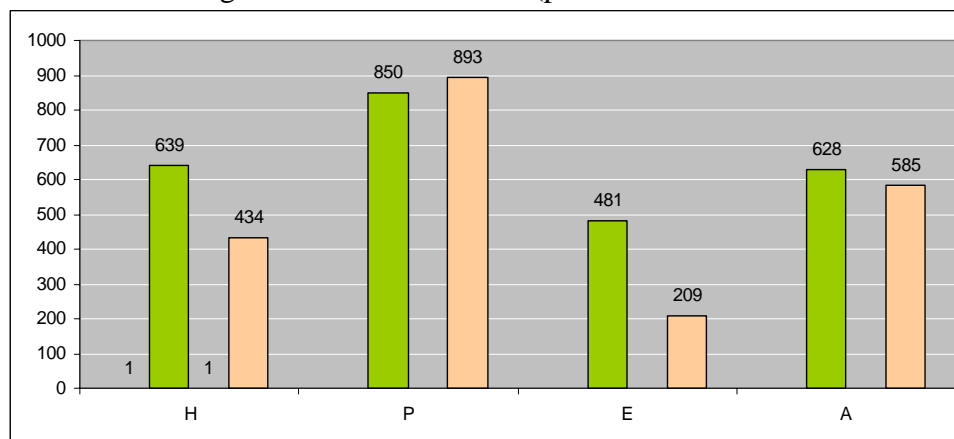


Figure 43 : Valeurs de la phytomasse en kg/MS/ha dans un parcours témoin à Sparte

Sur ce parcours à Sparte, la production au printemps atteint 1743 kg MS/ha avec 850 kg MS/ha en pérennes (particulièrement *Lygeum spartum*), et 893 kg MS/ha en éphémères. En outre, il n'y a pas que la production primaire qui change selon la saison, mais l'eau que contiennent les espèces est une donnée non négligeable, en effet, le séchage à l'étuve révèle une perte en eau d'environ 20% en hiver ; de 30% pour le sparte à plus de 35% pour les éphémères au printemps, moins de 10% en été, et de 20 à 25% en automne.

Rappelons que l'automne a été marqué par une pluviosité relativement importante. Les quantités d'eau tombée contribuent largement dans le développement de la phytomasse aérienne et l'expression du stock de graines contenues dans le sol.

5.4.2 Phytomasse aérienne dans un parcours à *Lygeum spartum* mise en défens

La phytomasse dans la parcelle mise en défens est spectaculaire avec une production printanière de 3297 kg de Matière sèche à l'hectare, 1173 kg de MS proviennent des espèces pérennes principalement *Lygeum spartum*, et 2124 kg provenant des thérophytes et des petites vivaces (figure 45).

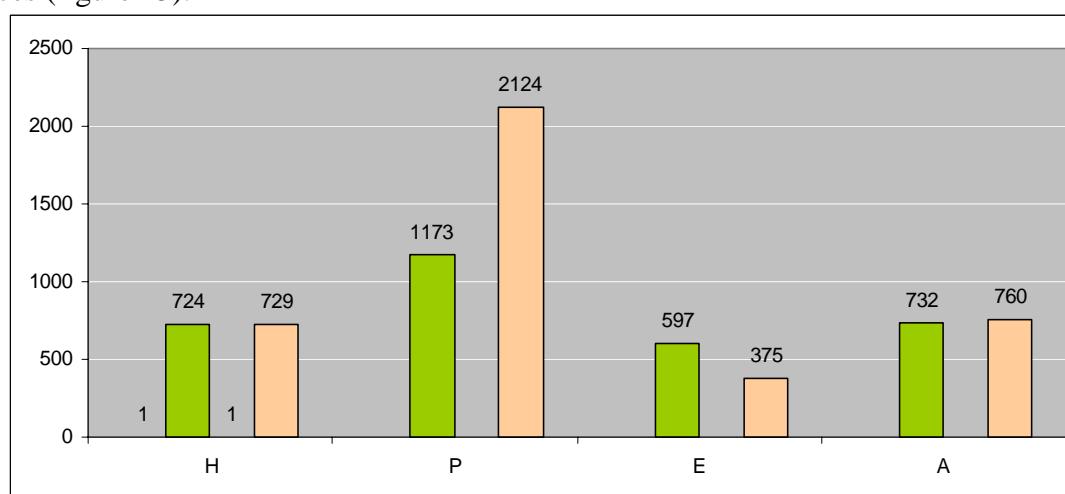


Figure 44 : Valeurs de la phytomasse dans un parcours à Sparte mis en défens.

Cette parcelle recèle la meilleure production primaire au printemps comme aux autres saisons de l'année, ce qui nous a incités à la conduire en mise en défens. Nous soulevons un détail particulier relatif la nécromasse de *Lygeum spartum* jugée faible (20 à 25%) lors de notre période expérimentale, déjà précédée par deux années de conditions climatiques très favorables, et un allègement d'exploitation des parcours échantillonnés avec l'avènement du projet.

Toutefois, les améliorations des conditions climatiques n'agissent pas toujours positivement sur la phytomasse, il a été constaté que le sparte régresse malgré la pluviosité plus élevée mais qui ne semble pas suffisante pour assurer sa régénération, ce même phénomène a été observé chez l'Alfa de Rogassa, Nedjraoui, 1990 ; confirme qu'un cycle annuel de végétation n'est pas toujours indépendant mais reste dans une certaine mesure lié aux saisons des années précédentes.

5.4.3 Phytomasse dans un parcours à *Stipa tenacissima* mis en défens

Dans cette parcelle à Alfa, nous avons un maximum de production primaire au printemps (1547 kg MS/Ha), avec une forte richesse en annuelles et particulièrement les petites vivaces. L'Alfa a une production assez faible durant les autres saisons (figure 46).

Elle est capable de persister durant les conditions sévères de climat en maintenant une activité physiologique même au ralenti (Nedjraoui, 1990). Cette capacité permet d'éviter l'exposition du sol à l'érosion éolienne durant les périodes sèches et l'on comprend ainsi, le rôle fondamental que joue ce type de plantes dans la protection et le maintien de l'intégrité écologique de tout l'écosystème.

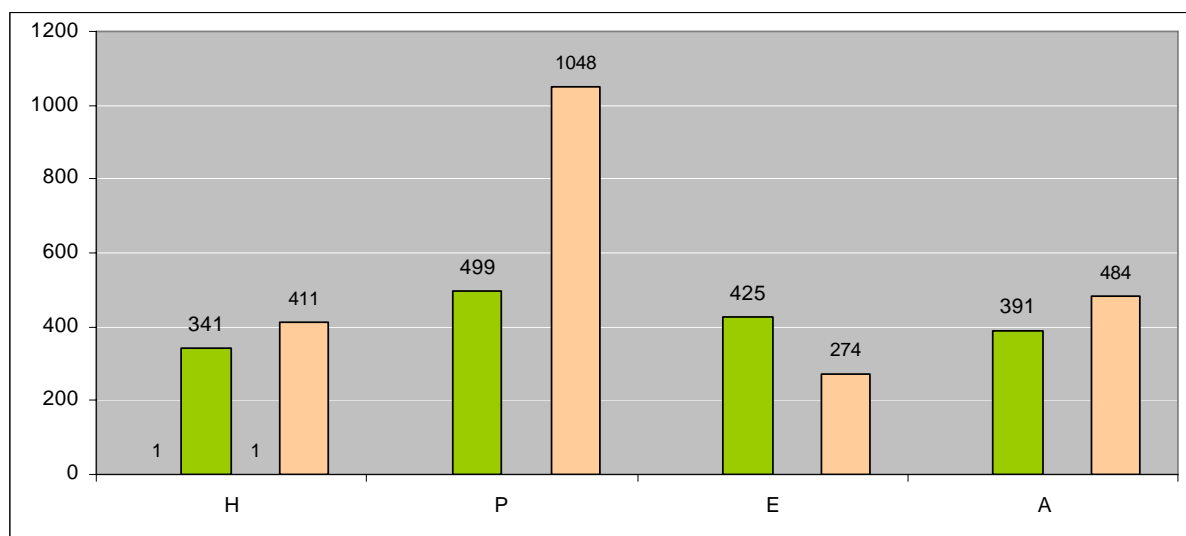


Figure 45 : Valeurs de la phytomasse dans une station à Alfa mise en défens

Comparativement au Sparte, les variations saisonnières sont moins nettes chez l'Alfa. Le maximum de phytomasse est enregistré au printemps, la croissance de l'Alfa se déroule de novembre à avril mais avec un arrêt durant l'hiver ; la phytomasse la plus basses est relevée en été avec dessèchement des feuilles et des inflorescences.

Il convient de remarquer que chez l'Alfa, la nécromasse est plus abondante, elle représente environ 40% de la phytomasse aérienne, et elle est moins importante chez le sparte.

Dans notre étude, la nécromasse de l'Alfa est de l'ordre de 30 à 40 % pour Alfa de glacis, 20 à 30% sur sable ; tandis que pour le sparte elle est en moyenne de 25 à 30 % sur glacis 15 à

20% sur sable. Ces résultats ont été estimés aussi bien sur les sites de coupes de phytomasse que sur l'ensemble des parcelles expérimentales.

Toutefois la proportion de nécromasse de l'Alfa peut atteindre 70% (mesure effectuée à El Megsem et Chfar) mais elle est nettement plus faible dans des milieux plus favorables et/ou moins anthropisés (comme certains parcours mis en défens à Thnaya), où règnent des conditions de développement favorables (principalement climatiques), ce qui donne plus de feuilles vertes, et un faible taux de nécromasse (moins de 20%).

5.4.4 Estimation de la production de l'année

Habituellement la production des espèces éphémères est considérée au maximum de leur phytomasse globale de l'année. Dans notre étude elle oscille en fonction des saisons mais elle est nettement maximale au printemps. Le minimum est nul ou presque, ce qui nous conduit à considérer la phytomasse maximale comme étant la phytomasse totale atteinte durant le cycle considéré.

De ce fait, pour les éphémères, nous considérons que la biomasse récoltée au pic de la végétation est égale à la production de l'année.

La phytomasse est instantanée, elle est l'image de la quantité de végétation en un instant t, (Aidoud, 1982), mais pour l'Alfa et le Sparte, toute la phytomasse ne correspond pas à une production puisque la partie verte de ces plantes a une longévité de 2 à 3 ans.

Estimer la production annuelle de l'Alfa et de Sparte nécessite donc une approximation de calcul afin de ne considérer que la production verte de l'année, tout en écartant l'influence de la nécromasse (déjà estimée et enlevée du calcul pondéral et de séchage).

Nous recourrons ainsi à la comparaison entre le maximum et le minimum de phytomasse verte pondérées des deux espèces afin de donner à de bonnes approximations la production végétale de l'année en question, et à laquelle, s'ajoutera la production des éphémères.

Le tableau 21 regroupe le calcul de production des différentes stations

Tableau 12 : Récapitulatif de production primaire pour les stations retenues

Les différentes coupes	Le maximum de production des pérennes kg/ Ms/ha	Le minimum de production des pérennes kg/Ms/ha	La différence de production kg Ms ha/an	Les éphémères kg Ms ha/an	Total de production annuelle kg Ms ha/an
1ère coupe LS témoin	850	481	369	893	1262
2ème coupe LS MED	1173	597	597	2124	2721
3ème coupe Alfa MED	499	341	158	1048	1206

Ce tableau concerne l'année 2009 ayant reçu une pluviosité d'environ 500 mm, les mesures ont été effectuées sur une surface de 32m² puis extrapolées à l'hectare.

5.4.5 Comparaison de la production pastorale des parcelles expérimentales et des stations de coupe de phytomasse

Nous récapitulons dans ce qui suit, le calcul de la productivité pastorale pour les parcelles expérimentales en intégrant les valeurs pastorales, et ce, à partir des relations linéaires mises en évidence par Nedjraoui, 1981 dans les plaines steppiques de la Wilaya de Saida.

Ainsi, nous nous basons sur le guide ROSELT, 2003 pour attribuer à chaque parcours une classe de qualité et permettre de suivre l'évolution future des actions de restauration en fonction de la transformation ou de la stabilité de la classe. Nous rappelons que nos mesures ont été effectuées durant une année pluvieuse exceptionnelle. Ce qui doit être pris en charge pour l'interprétation.

Nous tenons compte également de la production primaire annuelle des trois sites de coupes aériennes pour essayer de quantifier la productivité pastorale par la méthode quantitative et l'évaluation de la valeur énergétique, quoique ce paramètre reste difficilement appréhendable par ce qu'il faudra connaître les valeurs énergétique saisonnières, nous nous contentons seulement de la production printanière des éphémères et de la différence de production des pérennes.

La productivité pastorale se calcule à partir des valeurs pastorales sur la base de la relation établie par le CRBT en 1978. Toutefois nous soulevons qu'elle est commode pour des recouvrements globaux assez moyen, un couvert végétal pas très dense, et une diversité floristique faible. Ce qui n'est pas le cas pour notre année de suivi, particulièrement durant la bonne saison, où les parcours ressemblent parfois à des prairies.

Néanmoins nous utilisons cette relation qui se calcule ainsi : $PPi = 7.52 \times VPi$
 PPi étant la productivité pastorale d'une unité i (UF/Ha/an) ;
 VPi étant la valeur pastorale de l'unité i . (déjà calculé dans la partie précédente).
 Les classes des parcours sont reportées dans le tableau 22.

Tableau 13 : Différentes classes des parcours

Classes	Productivité pastorale UF/ha	Etat du parcours
I	$P > 250$	Parcours en bon état
II	$250 > P > 200$	Parcours en assez bon état
III	$200 > P > 150$	Parcours moyennement dégradé
IV	$150 > P > 100$	Parcours dégradé
V	$100 > P > 50$	Parcours très dégradé.

Source : guide ROSELT ; 2003

5.4.5.1 Etude de la productivité pastorale des parcelles expérimentales

Dans le tableau 23, nous avons reporté les valeurs pastorales et les productivités pastorales estimées pour chaque parcelle échantillonnée.

Tableau 14 : Calcul des valeurs pastorales des stations expérimentales de l'étude.

Les différentes stations expérimentales	Valeurs pastorale				Productivités pastorales UF/Ha			
	hiver	printemps	été	automne	hiver	printemps	été	Automne
1ère parcelle à LS plantée Atrc + LS	10,3	45	8,3	19,2	74,68	326,25	60,18	139,20
2ème parcelle à LS témoin	6,5	35,5	11,65	36	47,13	257,38	84,46	261,00
3ème parcelle à LS MED	8,6	25,8	9	32	62,35	187,05	65,25	232,00
4ème parcelle à LS MED	32	48,3	19,3	30,1	232,00	350,18	139,93	218,23
5ème parcelle à Alfa MED	11	36	7,6	12,65	79,75	261,00	55,10	91,71
6ème parcelle à Alfa plantée M Atr C	7,5	20,6	8,75	15,67	54,38	149,35	63,44	113,61
7ème parcelle à Alfa plantée D Atr C	5,51	25,4	9,2	27,81	39,95	184,15	66,70	201,62
8ème parcelle à Alfa MED	15,11	39	11,17	27,55	109,55	282,75	80,98	199,74
9ème parcelle à Alfa plantée M AtrH	6,67	22,6	10,22	32,5	48,36	163,85	74,10	235,63
10ème parcelle à Drin plantée Mdcg	27,28	41	9	27,53	197,78	297,25	65,25	199,59
11ème parcelle MED LS & Drin	32,27	43,24	9,28	35,6	233,96	313,49	67,28	258,10
12ème parcelle à LS plantée AtrC	5,8	4,51	9,22	12,9	42,05	32,70	66,85	93,53
13ème parcelle à Drin plantée AtrH	11,86	28,1	19,25	28,16	85,99	203,73	139,56	204,16
14ème parcelle mixte plantée Atr NM	7,48	9,3	12,9	23,73	54,23	67,43	93,53	172,04
	Parcours en bon état							
	Parcours en assez bon état							
	Parcours moyennement dégradés							
	Parcours dégradés							
	Parcours très dégradés							

LS : *Lygeum spartum* ; ATRc : *Atriplex canescens* ; MED : mise en défens ; ATRh : *Atriplex halimus* ; Mdcg : *Medicago arborea* ; Atr NM : *Atriplex nummularia*.

L'examen du tableau indique la fluctuation de la productivité pastorale au cours de l'année expérimentale, les parcelles conduites en mise en défens sont les moins dégradées et préservent leurs potentialités, même lors des saisons difficiles. Presque toutes les parcelles affichent un état de dégradation avancée en été et en hiver à la suite d'extrêmes climatiques.

5.4.5.2 Potentialités fourragères estimés par la phytomasse

La productivité fourragère est l'expression en unité fourragère de la productivité utile qui se calcule à partir de la production primaire nette (en kilogramme de matière sèche).

Pour chaque espèce *i* composant la communauté considérée, est calculée la productivité énergétique PE égale au produit de la productivité primaire nette spécifique P par sa valeur énergétique (Ve). Rappelons que la productivité spécifique P est celle de la partie utile de la plante c'est-à-dire la partie consommable pondérée par le coefficient d'utilisation.

Ce coefficient est défini comme seuil d'utilisation de la production au delà duquel les possibilités de reproduction des réserves du végétal ou même du groupement végétal se trouveraient compromises.

Des règles le plus souvent empiriques fixent le seuil d'utilisation à 50% par les fermiers américains (Bourbouze et Donadieu, 1987) de 40 à 60% pour Le Houerou et Hoste, 1977.

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.

Pour les éphémères, la biomasse récoltée est égale à la production. Pour la steppe précédente la moyenne est de 80 kg MS/ha/an (productivité).

Toutefois, pour transformer en UF, il faut multiplier la production par la valeur fourragère. Nous avons pris les valeurs moyennes calculées par les différents auteurs (Nedjraoui 1981) soit, 0.25 UF/kgMS pour l'Alfa, 0.3 UF/kgMS pour le sparte et 0.5 pour les éphémères. Mais il faut pondérer par la quantité qu'il faut garder sur pied à la fois non utilisable par le bétail mais aussi pour assurer la reproduction de la ressource d'où l'intégration du seuil d'utilisation de la production.

Nous représentons dans le tableau 24 les résultats relatifs au calcul de la valeur énergétique des parcelles de coupe de phytomasse.

Tableau 15 : valeurs énergétiques issues de la phytomasse

Parcelles	Parcelle témoins à LS	Parcelle Mise en défens à LS	Parcelle mise en défens à Alfa
Valeur des pérennes	110 UF/Ha/an	170 UF/Ha	39.5 UF/Ha/an
Valeur des éphémères	446 UF/Ha/an	655 UF/Ha	419 UF/Ha/an
Total	556 UF/Ha/an	825 UF/Ha	458.5 UF/Ha/an

Remarque : ce tableau représente les pousses vertes de l'année pour l'Alfa et le Sparte et le pic de production des éphémères.

5.4.6 Discussion des résultats

Le calcul des valeurs énergétiques par la phytomasse révèle une richesse énergétique en totale discordance avec les valeurs déterminées par la méthode indirecte, basée sur le recouvrement global, la richesse spécifique et l'indice de qualité spécifique.

Cette dernière est peu commode en végétation dense (cas de l'année d'échantillonnage). Elle est plus signifiante lorsque le couvert végétal est faible et les espèces éparées. En effet, certains individus d'espèces : *Enartocarpus clavatus*, *Eruca vesicaria*, *Ononporon acaule*, *Reseda alba*, couvrent parfois à elles seule très peu d'espace, mais pèsent considérablement, ce qui ne peut être pris en considération que par les mesures directes. À l'encontre de la méthode indirecte, ne considérant que l'indice spécifique de qualité (médiocre pour ces espèces) ainsi que la fréquence (invariable malgré l'énorme taille des individus lors de la période d'étude).

Ces anomalies sont dues au fait que l'indice de qualité spécifique correspond à une appréciation globale caractéristique de l'espèce, mais indépendante des saisons et de la taille des individus. Par contre, la valeur énergétique des espèces évolue suivant les différents stades phénologiques.

L'étude des recouvrements globaux de la végétation dans les différentes parcelles expérimentales au cours des différentes saisons est venue soutenir et défendre notre choix

d'actions d'aménagement ; en effet, les parcelles mises en défens (particulièrement à Alfa et à Sparte), accumulent les plus grandes richesses spécifiques ainsi que les plus faibles variabilités de biodiversité inter-saisonnières pour toute la durée d'étude.

Les parcelles conduites en plantation fourragères (sans la destruction des reliques d'espèces pionnières) diffèrent entre : parcelles ayant perdu toute trace d'existence antérieure d'un tapis végétal caractéristique et ne renferment donc que certaines vivaces et thérophytes à très faibles valeurs fourragères, et d'autres, colonisées par le sable et totalisent des valeurs pastorales médiocres, d'où l'initiative de prescrire différentes densités de plantation.

Les mesures périodiques de la phytomasse effectuées en vue d'évaluer la production primaire, posent un problème important d'échantillonnage en particulier dans les milieux arides caractérisés par une instabilité de productivité et une structure hétérogène du tapis végétal.

La production exprimée dans notre expérimentation est exceptionnelle et ne peut représenter ni le passé ni le futur de la production primaire sur nos parcours, parce qu'elle est mesurée dans des conditions expérimentales particulières ; où la pluviosité dépasse de loin les moyennes habituelles. La carte pastorale réalisée peu avant notre expérimentation afin de décrire l'état des parcours et permettre leur aménagement (Hammouda 2009), démontre que les variations dans le temps peuvent être impressionnantes surtout lorsqu'il s'agit de productivité. Ainsi, cette dimension écologique essentielle conditionne le fonctionnement de tout l'écosystème.

Le facteur primordial demeure toutefois la variabilité pluviométrique directement corrélée aux disponibilités fourragères naturelles, Boukhobza, 1982. La notion de la charge pastorale perd cependant de son sens devant l'extrême variabilité interannuelle des précipitations et des ressources fourragères naturelles. Les mesures dans les deux principaux faciès de la localité Dayet Debdeb, ont montré en effet, que cette variabilité est strictement liée aux aléas climatiques qui, en années mauvaises peuvent conduire à une dégradation quasi irréversible.

Par ailleurs, malgré une seule année de suivi, le travail effectué nous a permis d'appréhender les variations inter-saisonnières liées à la productivité primaire, mais uniquement à une échelle régionale, qui, d'un point de vue pratique, se prête très peu aux actions concrètes d'aménagement. Ainsi le suivi des actions d'aménagement devrait se faire régulièrement sur les parcelles expérimentales, déjà dotées de dispositif de suivi (lignes permanentes), afin d'actualiser la masse de connaissances pour une meilleure orientation des acteurs de développement.

Conclusion générale

Au terme de cette étude, consacrée à l'installation et le suivi des actions de lutte contre la désertification entreprises dans la commune de Hadj Mécheri (Wilaya de Laghouat), nous pouvons considérer que notre travail donne un aperçu général sur une démarche participative de préservation et d'amélioration des parcours impliqués dans l'expérimentation.

Le suivi saisonnier des changements écologiques sur une année, à travers les différentes stations expérimentales, a été accompli par une démarche d'appréciation des potentialités parcellaires puis la comparaison inter saisonnière des changements à travers la caractérisation globale des principales formations végétales, l'analyse de la diversité floristique, le recouvrement global de la végétation, la fluctuation de la valeur pastorale, et enfin la variabilité de la production primaire.

L'étude des caractéristiques de la zone d'étude a mis en évidence les principales variables du milieu en relation avec le couvert végétal, elle est marquée, comme toute la steppe algérienne, par une grande variabilité climatique interannuelle et inter-saisonnière.

Cependant, notre période d'étude a coïncidé avec des conditions climatiques avantageuses ayant conduit à de forts recouvrements globaux de la végétation, ils oscillent en moyenne entre 60 et 75 % pour le printemps et l'automne, et entre 35 et 50 % pour l'hiver et l'été.

Ces records de recouvrement ont plutôt « dissimulé » les aspects relatifs à la dégradation de ce milieu. Toutefois, le recours à des séries d'observations antérieures (Hammouda, 2009) traduit des séquences de sécheresse assez longues, accompagnées de très faibles recouvrements végétaux, des récoltes céréalières maigres, et un fort ensablement des parcours ; ce qui a plongé les habitants de cette zone dans un processus de paupérisation, discernable par la tailles des troupeaux, relativement faible.

L'analyse floristique de la zone d'étude révèle un nombre de 142 espèces réparties en 106 genres et appartenant à 30 familles.

Le spectre biologique est dominé par les thérophytes à 58% ce qui traduit, malgré les forts taux de recouvrement global, un état de dégradation de l'écosystème. En effet, la dominance des thérophytes est révélatrice de dégradation par la pression anthropique, elles prennent de l'importance en milieux anthropisés au détriment des autres classes biologiques.

Les principales formations végétales se résument aux groupements à *Lygeum spartum*, à *Stipagrostis pungens*, et à *Stipa tenacissima*, sans oublier des groupements mixte à *Lygeum spartum et Stipagrostis pungens* ; *Stipagrostis pungens et Stipa tenacissima* sur des parcours ensablés, et *Stipa tenacissima et Artemisia herba-alba* sur les substrats à encroûtement.

Les fluctuations des valeurs pastorales des parcelles expérimentales dépendent à la fois des qualités pastorales des espèces, mais aussi de leur contribution dans le cortège floristique. Par ailleurs, notre étude nous a permis de déceler une variabilité saisonnière dépendante de l'état de conservation des parcelles sur les différents faciès. Ainsi, les parcelles suggérées à mettre en défens ont enregistré les meilleures valeurs pastorales tout en considérant le climat avantageux de l'année d'étude.

Les coupes aériennes de phytomasse nous ont apporté des approximations relatives à la productivité pastorale énergétique, variant de plus de 400 Uf/ha à plus de 800 Uf/ha ; plaçant

ainsi nos parcelles de coupes aériennes dans la classe de parcours en bon état selon le guide ROSETL. Néanmoins, les valeurs issues de la méthode indirecte d'appréciation de productivité restent en totale discordance avec les résultats de la mesure directe, à la suite d'aléas climatiques atypiques de l'année d'étude, révélant les limites des méthodes approximatives d'appréciation dans certaines circonstances écologiques.

La phytomasse et la valeur pastorale restent fortement corrélés avec le recouvrement global, qui, lui-même dépend des aléas pluviométriques. Seulement, cette composante climatique représente moins de répercussion sur la variabilité saisonnière de la phytomasse et des valeurs pastorales particulièrement dans les parcelles conduites en mise en défens.

L'évaluation de la diversité spécifique a montré l'importance des faciès à Alfa par rapports aux autres faciès de la zone d'étude. Le calcul d'indice de Shannon a révélé une régularité de la biodiversité pour le faciès concerné, d'où la nécessité de le préserver prioritairement.

L'analyse factorielle nous a permis de dresser un nombre de facteurs qui régissent la distribution des espèces et la formation des groupements ; désormais, le gradient de substitution d'espèce lié à l'ensablement est retenu pour expliquer la substitution dans le temps des faciès à Alfa par d'autres formes de steppe psammophiles.

Nous avons noté une spécificité de dégradation perceptible, manifestée par le grand nombre d'espèces rudérales et post-culturales, traduisant la répercussion des pratiques anthropozoïques sur les changements des écosystèmes steppiques. Ces actions ont conduits à la dépréciation voire la disparition des taxons, autrefois typiques de la steppe ; et l'installation d'autres, plus résistants aux mutations des parcours steppiques ; sans oublier la variabilité inter saisonnière, perçue par un gradient de saisonnalité, discriminant les relevés de bonnes saisons (automne et printemps) de ceux des mauvaises (été et hiver).

Cependant, les résultats présentés dans cette étude sont indéniablement insuffisants, pour caractériser l'ensemble de la zone d'étude, et suivre dans le temps l'aboutissement des différentes actions d'aménagement, malgré la considération d'un grand nombre de parcelles à différentes actions d'aménagement.

C'est pourquoi des suivis diachroniques pluriannuels doivent être accomplis afin de suivre la dynamique de cet écosystème steppique, la maturité des cultures fourragères, le comportement des espèces naturelles face à l'introduction de nouveaux taxons, l'adaptation du cortège floristique des différents faciès, et l'apport des actions d'aménagement dans l'amélioration des parcours dégradés.

Rappelons que les parcelles expérimentales sont la propriété privée des agropasteurs membres de l'expérimentation. Il serait alors primordial d'intégrer leur comportement face aux pratiques d'aménagement, dans l'évaluation de l'aboutissement de l'expérimentation, considérant le déséquilibre socio-économique profond du monde pastoral qui se situe en amont de la régression des parcours steppiques.

La dégradation et la désertification des parcours steppiques sont décrites dans notre étude, comme beaucoup d'autres, comme étant le résultat direct de surpâturage, dont les effets sont plus frappants en période de sécheresse.

L'approche participative, le noyau de cette expérimentation, a apporté une satisfaisante sensibilisation auprès des agropasteurs sur les dangers de la désertification et l'ampleur de dégradation, des efforts considérables ont été fournis afin de permettre le meilleur déroulement de l'expérimentation.

Des échecs d'aboutissement de projets, causés principalement par l'absence des suivis post-réalisation ont été enregistrés.

Il serait donc souhaitable de poursuivre ce travail en multipliant les suivis annuels, particulièrement dans les parcelles expérimentales dotées de dispositif de suivi, pour mieux appréhender l'impact des différentes actions sur les potentialités écologiques et pastorales de la zone d'étude et tirer de nouvelles connaissances relatives aux choix d'actions de restauration et d'introduction d'espèces.

Références bibliographiques

1. **Abdelguerfi A., 1987.** – quelques réflexions sur la situation de la production fourragères en Algérie. *Rev Céréaliculture*. 34p.
2. **Abdelguerfi A & Yahiaoui S., 1994.** – comportement et phénologie d'une espèce annuelle de luzerne : *Medicago orbicularis* . INRA. El Harrach.
3. **Abdelguerfi A., 1992.** – Utilisation des luzernes annuelles dans les systèmes de pâturages en Algérie. *Rev Herba*. 45-5.
4. **Abdelguerfi A & Laouar M., 2001.**– Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en Algérie. Premier atelier national sur le développement des fourrages en Algérie. ITGC. *Rev Céréaliculture*. Alger 36-45.
5. **Abdelguerfi Laouar M. et al., 2004.**- Distribution écologique de *Medicago ciliaris* en Algérie: possibilités d'adaptation dans les régions arides et salines. *Revue de régions Arides* (n° spécial), 2 : 460-466.
6. **Abdelkader K., 1995** – écosystème steppique : quel avenir ?. édition Dahlab, 137p
7. **Aboura R., 2006.** - Comparaison phytoécologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse Mag. Univ Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 181p +ann.
8. **Aidoud A., Nedjraoui D., Djebaili S. et Poissonet J., 1982.**- Evaluation des ressources pastorales dans les Hautes Plaines steppiques du Sud-oranais: productivité et valeur pastorales des parcours. *Biocénoses. Bulletin d'écologie terrestre*, 1 (2): 43-62. Alger.
9. **Aidoud A., 1983.** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : Phytomasse, productivité et applications pastorales .Thèse Doct. 3^{ème} Cycle, Univ. Sci. Téchn. H. Boumediene. Alger. 254 p.
10. **Aidoud A., 1983.**- Productivité végétale et applications pastorales (cas des Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saïda). Séminaire National sur la Steppe. Saïda (Algérie).1983.
11. **Aidoud A., 1989.**- Les écosystèmes steppiques pâturés d'Algérie : fonctionnement, évaluation et dynamique des ressources végétales. Thèse Doct., Univ. Sci. Technol. H. Boumédiene, Alger, 250p + ann.
12. **Aidoud A. 1992.**- Les parcours à alfa (*Stipa tenacissima L.*) des Hautes Plaines algériennes : Variations interannuelles et productivité. In : Actes du IV^e Congrès International des Terres de parcours (Montpellier, France,199). 198-199.
13. **Aidoud A., 1992.** - The steppes of Alfa and their using by sheeps, in plant animal interactions in Mediterranean ecosystems. *Medecos VI*. Grèce. 62-67.
14. **Aidoud A., 1994.**- Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie. Cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima L.*).p 33-42.

- 15. Aidoud A., 1998.** – Changement de végétation et changement d’usages dans les parcours steppiques d’Algérie. Actes du Congrès International des Terres de parcours. 198-199.
- 16. Aidoud A., Nedjraoui D. et Coll. 1982.** – Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du Sud oranais : productivité et valeur pastorale des parcours. *Biocénose*, Vol1(1,2), 43-62.
- 17. Aidoud A., Nedjraoui D. Touffet L.,1982.-** Biomasse végétale et minéralomasse dans un faciès à Armoise blanche : Bull. Soc. Afr. du Nord 69 (3-4) 47-58.
- 18. Aidoud-Lounis F., 1997.-** Le complexe alfa-armoise-sparte (*Stipa tenacissima L., Artemisia herba-alba Asso, Lygeum spartum L.*) des steppes arides d’Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de Doctorat, Université d’Aix-Marseille, Marseille, 263 p.
- 19. A.N.R.H., 1976.-** Carte hydrogéologique de la région de Lagoat au 1/200. 000 + Notice explicative- D.E.M.R.H., Source hydrogéologique, Alger, 70 p.
- 20. Aronson J., Floret C., Le Floc’h E., et al.,1995.** – Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zone aride et semi-aride. Le vocabulaire et les concepts. Ouvr. L’homme peut-il refaire ce qu’il défait?. Paris. 11-29.
- 21. Ayat N. et Mansat P., 1987.-** Premiers résultats sur la variabilité de *Medicago arborea.*, F.A.O meeting of mediterranean pastures. Montpellier. 77-86.
- 22. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.-** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.* Toulouse., 190-240.
- 23. Barry J.P., Celles J.C., et Faurel L., 1974.-** Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques 1/100000^{ème}.- Feuille d’Alger.- *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* Alger.
- 24. Barry J.P., Faurel L., et Coll., 1968.-** Carte de la végétation 1/500000^{ème}.-feuille de Ghardaïa.- Institut de Cartographie de l’Université d’Alger.-Algérie.
- 25. Bechet G., Nedjraoui D., 1982.-** Valeur énergétique des principales espèces des hautes plaines steppiques. *Biocénoses*, 1 (1) 81-94
- 26. Bédrani S., 1995.** - Une stratégie pour le développement des parcours en zone aride et semi-arides- Rapport Tech. Algérie, doc Banque Mondiale, 61p+ann.
- 27. Benchâabane, A., 1997.-** Biotechnologie et sécurité alimentaire. Cas de l’*Atriplex halimus* dans la production de viande de camelins et caprins dans la vallée du drâa (Maroc). *Rev. Actualité Scientifique : Biotechnologies, Amélioration des Plantes et Sécurité Alimentaire.* Collection Université francophone . ED. ASTEM. Paris. 169p. Universités Francophones. Ed. ESTEM, Paris, p. 169.
- 28. Benhacine ML., 2009.-** Effet de l’extension de la céréaliculture en sec sur les parcours steppiques, commune de Hadj Mechri. Thèse. Mag. INA. Alger. 114p

- 29. Boudet G., 1970.-** Pâturages de hautes et moyenne Casamance (Rep du Sénégal) ET. Agrost. N° 27, Maison Alfort, IEMVT
- 30. 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 mag. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene. Alger. 226p + ann.
- 31. Boukhobza M., 1982.-** L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie: de l'ordre tribal au désordre colonial. Off. Publ. Univ., Alger, 458p.
- 32. Bourbouze A & Donadieu R., 1987.** – l'élevage sur parcours en région méditerranéenne. CIHEAM. Montpellier, 104p.
- 33. Bouzenoune A., 1984.** - Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud-Oranais (Wilaya de Saida). Thèse Doct. 3^{ème} Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 255p + ann.
- 34. Bruzon M. et Toutain B., 1994.** - Mise en défens et possibilités de régénération des ressources fourragères sahéliennes. Etude expérimentale dans le bassin de la mare d'Oursi (Haute Volta). IEMVT/CTFT, 156p.
- 35. Celles J.C., 1975.-** Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-Constantinoise. Thèse. Doc. Fac. Sci. Univ. Nice. 364p.
- 36. Connor E.F. Et Simberloff D., 1978** in ROSELT 2003.
- 37. Cornet A. 2000.-** La Désertification : un problème d'environnement, un Problème de développement. Conférence invitée, La Londe les Maures, 2000, France.
- 38. C.R.B.T (Centre de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres), 1978.-** Rapport phytoécologique et pastoral sur les Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256p + ann + cartes.
- 39. Daget Ph., 1977.-** Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation, Rev Vegetatio, N°34. Vol 2. . 87-103.
- 40. Daget P.H., 1995.-** Valeur alimentaire de la végétation, in PASTORALISME troupeaux, espaces et sociétés. ED Hatier. Paris. 241-249.
- 41. Daget Ph. et Poissonet J., 1969.-** Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques. Doc. n° 48, C.N.R.S./C.E.P.E., 85 – 100.
- 42. Daget Ph. et Poissonet J., 1971.-** Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. Rev. Fourrage, 49 p .
- 43. Dali. N., 2002.-** Troisième rapport national sur la Diversité biologique en Tunisie. U.N.E.P., 218p.
- 44. Djebaili S., 1978.-** Recherches phytosociologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse. Doct. Etat. Sci. Tech. Langdoc., Montpellier, 229p + ann.

- 45. Djebaili S., 1978.-** Steppe algérienne phytosociologie et écologie. OPU, Alger. 142p.
- 46. Djebaili S., Djellouli Y., Daget P ; 1989.-** Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens- Rev. *Fourrage*. N°120. 393-400.
- 47. Djellouli Y., 1981.-** Etude climatique et bioclimatique des Hauts Plateaux du Sud-Oranais (Wilaya de Saida). Thèse doct. 3^{ème} Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumédienne, Alger, 178p + ann. Et cartes.
- 48. Djellouli Y., 1990-** Flore et climat en en Algérie Septentrionale : Déterminisme climatique des espèces. Thèse Doct. ; Uni. Sci. Techn H. Boumediène. Alger, 262 p + ann.
- 49. Djellouli Y. et Nedjraoui D. 1995.-** Evolution des parcours méditerranéens. In Pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. Paris, 449-454.
- 50. Duchaufour P.H., 1970 –** Précis de pédologie. Masson et cie, Paris. 418 p.
- 51. Duchaufour P., 1977.-** Pédologie, pédogenèse et classification, Paris. Masson., 477p.
- 52. El Hamrouni A., et Sarson M., 1974.-** Valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie - Institut National de Recherches Forestières, Tunisie. 147p.
- 53. El Mehnouni R., et Sarson M., 1976.-** Développement de la culture d'Atriplex depuis 1971 - Institut National de Recherches Forestières. Tunisie. Bulletin d'Information N° 18, 98p.
- 54. Emberger L., 1930.-** La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 42, 641- 662.
- 55. Emberger L., 1955.-** Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trv. Lab. Bot. Montpellier*, 7, 3-43.
- 56. Fetoui M., 2011.-** Evaluer et suivre la désertification en zones arides tunisiennes pour accompagner l'aide à la décision : dynamiques interactives « Climat-Homme-Espace Ressources naturelles » via les paysages. Thèse Doc. Univ PAUL VALÉRY. Montpellier. 361p +ann.
- 57. Ferchichi A & Abdelkebir S, 2003.-** Impact de la mise en défens sur la régénération et la richesse floristique des parcours en milieu aride tunisien – *Sécheresse* -Vol 14. N°3. 181.187.
- 58. Floret Ch. ; Pontanier R., 1982.-** L'aridité en Tunisie présaharienne ; Climat, Sol, Végétation et Aménagement. Thèse USTL, Montpellier. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 150. 641p.
- 59. Floret C., Mtimet A. et Pontanier R., 1989/1990. –**Régime hydrique et sensibilité à l'érosion de systèmes écologiques de la zone aride (Tunisie). *Cahier ORSTOM*, série Pédologie. 53-69.

- 60. Floret C., Galan M.J., Le Floc'h E., Orshan G. & Romane F., 1990.-** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studying vegetation. *J. Veg. Sci.* 1: 71-80.
- 61. Gounot M., 1961.-** Les méthodes d'inventaires de la végétation. *Bull. Serv. Carte Phytogéographie*. Série B. Carte des groupements végétaux. CNRS. Paris. 73p.
- 62. Gounot M., 1969.-** Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, 314 p.
- 63. Guinochet M., 1973.-** Phytosociologie. Masson, Paris, 227 p.
- 64. Gontcharov A., 1974.-** Etude Agro-Pedologique AGNEB. Secrétariat d'Etat d'Hydraulique Doc. 31 p..
- 65. Hammouda R., 2008.-** Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Haj Mechri Wilaya de Laghouat. Thèse. Mag. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene. Alger. 113 p.+ann.
- 66. H.C.D.S. Djelfa., 2009.-** Haut commissariat au développement de la steppe. Rapport d'activité. Département d'aménagement pastoral. 45p.
- 67. Hirche A., Boughani A. & Nedjraoui D. 1999.-** A propos de la qualité des parcours en zones arides. *Cahiers Option Médit. Zaragoza*. V.39 . 193-197.
- 68. Hourizi R., 1995.-** Etude de la végétation et réflexion sur l'utilisation des ressources : cartographie et proposition d'aménagement du bassin versant de TAOUIALA (W Laghouat). Mem. Ing. Univ.Sci. Tech. H.Boumediene. Alger, 68 p.+ ann.
- 69. Hourizi R., 2004.-** Contribution à l'étude d'un écosystème à *Lygeum spartum* dans le Sud Oranais : Diagnostic phytoécologique et cartographique. Thèse. Mag. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene. Alger. 98 p.+ann.
- 70. 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. PhD, Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme, Université d'Aix-Marseille III. France, 365p.
- 71. Kaabeche M., 1990.-** Les groupements végétaux de la Région de Bou-Saada. Essai de synthèse sur la végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse doct. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene. Alger. 270 p.
- 72. Kaabeche M., Gharzouli R. et Gehu J-M., 1994.-** Observations phyto-sociologiques sur le Tell et les Hautes-Plaines de Sétif (Algérie). *Doc. Phytosoc.*, N. S., 15.Camerino.
- 73. Kadi-Hanifi-Achour H., 1998.-** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu-végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. Thèse doct. Univ. Sci. Tech. H. Boumediene. Alger. 270 p.+ ann
- 74. Kadi Hanifi H., 2003.-** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Rev. Sécheresse*. Vol 14, N°3, 169-79.

- 75. Kadik B., 1974.-** Organisation des récoltes de graines et essai comparatif de pin d'Alep. Doc. Interne CNREF. 15 p.
- 76. Khorchi M., 2009.-** Pastoralisme et production fourragère en Algérie. Cours zootechnie, INA. El Harrach. Alger.
- 77. Le Floc'h, E., 1993 -.** Biodiversité et gestion des ressources pastorales. Cours spécialisé du développement des zones arides et désertiques, CIHEAM-IAM Montpellier & IRA Medenine, 51p.
- 78. Le Houerou H.N., 1969.-** la végétation de la Tunisie steppique avec référence aux végétaux analogues d'Algérie, de Lybie et de Maroc.57p
- 79. Le Houerou H.N., 1971.-** Les bases écologiques de l'amélioration fourragère et pastorale en Algérie. Rapport, Plant Production and protection division, FAO, Rome. 186 p
- 80. Le Houerou H.N. 1975.-** Nature and cause of desertification. Arid plant land resources. Proceedings of the international Arid lands conference on the plant resources. Texas. Techn. University. Editors J.R.. Goodin, David K.N. Worthington. Published by International Center of Arid and Semi-Arid Land Studies.T.T.U. Lubbock, Texas.
- 81. Le Houerou H.N., 1977.-** Biological recovery versus desertization. *In* : Johnson D.L. (Ed). *The Human Face of Desertification. In : Economic Geography* **53** (4) : 413-420.
- 82. 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.
- 83. Le Houerou H.N., 1980.-** Long-term dynamics in Arid Land vegetation and ecosystems of North Africa. In D.W. Goodall and R.A. Perry, edit.: *Arid Lands ecosystems: Structure, Functioning and Management*, Vol. 2, ch. 14, pp. 357-384. *Internat. Biolo. Progr.*, 17, Cambridge Univ. Press, London.
- 84. Le Houerou H.N., 1985.-** Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. *Organisation météorologique mondiale.* 368p.
- 85. Le Houerou H., 1985.-** La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. 45p.
- 86. Le Houerou H.N & Pontanier R., 1987.-** Les plantations sylvopastorales dans les zones aride de la Tunisie. 95 p.
- 87. Le Houerou H.N., 1992.-** Relation entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. *In* : Le Floc'h E., Grouzis A., Cornet A., Bille J-C. (Eds.), *L'aridité, une contrainte au développement.* ORSTOM, Paris, 198-220.
- 88. Le Houerou 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.

- 89. Le Houerou H.N., 1995.-** Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique du Nord. Coll. « L'homme peut-il faire ce qu'il a défait ? » ORSTOM, Tunis, 53p.
- 90. MADR., 2002 –** statistiques agricoles. Série B. superficie et production. 22p.
- 91. Maire R., 1926.-** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger, Baconnier. 78p.
- 92. Manseur A., 2009.–** L'effet de la mise en défens sur la remonté biologique dans la steppe algérienne, cas de la Wilaya d'El Bayadh : Dissémination et multiplication de quelques espèces steppique. Thèse. Mag. Univ. Sci. Tch. H. Boumediene. Alger. 96 p.+ann.
- 93. Martonne E., 1927.-** Traité de géographie physique. Mediterranean-type shrublands of the world. In : Di Castri, F., Goodall, D.W. & Spetch, R.L. 1981.- Ecosystems of the world. Vol1. A. Colin, Paris.
- 94. 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.
- 95. Mulas M., Mulas G., 2004.-** Potentialités d'utilisations stratégiques des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Rapport Short and Medium Term Priority Environmental Action Programme univ Sassari, Tunisie. 273 p.+ann.
- 96. Narjisse H., 1989.–** Arbustes fourragers, Pastoralisme et Développement. Rabat. Saragosse, Montpellier, 16 p.
- 97. Nedjraoui D., 1981.-** Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation (Armoise blanche, sparte et alfa) des hauts plateaux. Steppe de la wilaya de Saida. Thèse 3ieme Cycle, U. S. T. H. B, Alger, 156 p. + Annexes.
- 98. Nedjraoui D., 1990.-** Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) aux conditions stationnelles . Contribution à l'étude de fonctionnement de l'écosystème steppique. Thèse Doct., Univ. Sci. Tech. H. Boumediène , Alger, 256 p.
- 99. Nedjraoui D., 2000.-** Plan National d'Action Environnementale (PNAE) : Etat des écosystèmes forestiers, steppiques et sahariens : Rapport Banque Mondiale. 130 p.+Ann.
- 100. Nedjraoui D ; Bédrani S., 2008.-** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte – *Revue Vertigo* on line– Vol 8 N°1.
- 101. Nefzaoui A & Chermiti A., 1989.–** place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-aride de la Tunisie – *Cahiers du CIHEAM*, N°16, INRA, Tunisie- 119-125.
- 102. ONM., 2010.–** Données climatiques de la Wilaya d'El Bayadh et Laghouat. Alger.

- 103. Ouadah Y., 1982.**– Contribution à l'étude des principales essences d'intérêt fourrager dans la région aride et semi-aride de l'Algérie : Application de quelques espèces. Mém. Ing. INA. 99p.
- 104. Ozenda P., 1977.**- Flore du Sahara. CNRS., éd., France, 622 p.
- 105. Philippe Daget & Michel Godron., 1995.**– Pastoralisme, troupeaux, espaces et sociétés-Ouvrage collectif. Universités francophones. Paris. 509 p.
- 106. Pouget M., 1980.**- Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Trav. et Doc. ORSTOM. Paris, 555.p.
- 107. Quézel P. & Santa S., 1962-1963.**-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 Vol. CNRS. Ed., Paris, 1170 p.
- 108. Quézel P, 1976.**- Le dynamisme de la végétation en région méditerranéenne. Collana verde,39. 375-391.
- 109. Quézel P., 1991.**- Structures de végétation et flore en Afrique du Nord et les incidences sur les problèmes de conservation. In. Rejdali M. et Heywood V.H.- *Conservation des ressources végétales*, p19-32. Actes Editions, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat.
- 110. Rahmoune C & al, 200.**- Etude comparative du rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppique du genre *Atriplex*. Univ Constantine.93p.
- 111. Raunkiaer C., 1934.**- The life forms of plants and statistical plant. Geography. Claredon press. Oxford. 632p.
- 112. Raunkiaer C., 1934.**–The life forms of plants and statistical plant. Geography. Claredon press. Oxford. 632 p.
- 113. Rejel N., 2001.**–L'Expérience algérienne dans la plantation fourragère arbustive : les approches de développement. 1^{er} Atelier sur le développement de la production fourragère en Algérie. ITGC. Alger. 54p.
- 114. Rochon J. et Goby J.P., 1987.**- Amélioration pastorale à base des luzernes dans les systèmes d'élevage méditerranéens. *Inter. Rangeland Congress* . Montpellier. France. 793-797.
- 115. ROSELT/OSS (Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme / Observatoire du Sahara et du Sahel), 2001.**- Organisation, fonctionnement et méthodes de ROSELT. 2e éd. Doc.Tech. 2. Tunis p236+ann
- 116. Sadji A., 1993.**–Arbres et arbustes fourragers dans la zones arides et semi-arides, *Revue de l'INRA*, Alger, P 60-76.
- 117. Shannon C.E. & Weaver W. 1949.**- The mathematical theory of communication. Urbana, Chicago Ill., Univ. Illinois Press, 125 p.

- 118. Si Ziani Y., 2002.**– bilan fourrager 2000, in Atelier de valorisation des sous produits agricoles et agroindustriels, ITGC. 147p.
- 119. Slimani H., 1998.**- Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima* L.) de Rogassa des Hautes plaines occidentales algériennes. Thèse Mag. Univ. Sci.Thechnol. H. Boumediène, Alger, 123p.+ ann.
- 120. Tbib A. & Chaieb. M, 2004.**- La mise en défens des parcours en zones arides : Avantages écologiques et obstacles socio-économiques – séminaire internationale ECODEV. Tunisie. 85p.
- 121. Tomaselli., 1976.**- La dégradation du maquis méditerranéen. *In Forêt et maquis méditerranéen* : Ecologie, Conservation, et Aménagement. Note technique MAB,2 :34-75. UNESCO- Paris.
- 122. Vincq J., 1976.**– Production fourragère d’appoint en Algérie des zones arides et semi-aride. INA. Chaire zootechnie et du pastoralisme 77p.
- 123. Whittaker R.H., 1975.** – Communities and ecosystems. 2nd édition, MacMillan, 385 p.

Annexe I : Les principales espèces recensées dans la zone d'étude :

Espèces	Familles	Types biologiques	Types biogéographiques
<i>Adonis dentata</i>	Ranunculaceae	Thér	M
<i>Aeluropus littoralis</i>	Poaceae	Hém	M
<i>Agropyron oriental</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Alyssum granatens</i>	Brassicaceae	Thér	E-A
<i>Amochloa palaestina</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Anacyclus cirtolepidioïdes</i>	Asteraceae	Thér	END
<i>Anacyclus pyrethrum</i>	Asteraceae	Thér	E-M
<i>Androsace maxima</i>	Primulaceae	Thér	E-A
<i>Anthemis arvensis</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	Hém	M
<i>Arnebia decumbens</i>	Boraginaceae	Thér	M-S-A
<i>Artemisia campestris</i>	Asteraceae	Cham	M
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteraceae	Cham	M
<i>Astragalus cruciatus</i>	Fabaceae	Thér	M-S-A
<i>Astragalus mareoticus</i>	Fabaceae	Thér	S-A
<i>Astragalus sinicus</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Atractylis cancellata</i>	Asteraceae	Cham	M
<i>Atractylis humilis</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Atractylis ceratuloïdes</i>	Asteraceae	Cham	S-A
<i>Bassia muricata</i>	Chenopodiaceae	Hém	S-A
<i>Biscutella auriculata</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Brachypodium distachum</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Bromus rubens</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Bromus tectorum</i>	Poaceae	Thér	P
<i>Cardus carlinoïdes</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Calendula aegyptiaca</i>	Asteraceae	Thér	S-A
<i>Carthamus lanatus</i>	Asteraceae	Hém	E-M
<i>Carthamus pectinatus</i>	Asteraceae	Hém	END
<i>Catananche caespitosa</i>	Asteraceae	Hém	END
<i>Centaurea pungens</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	Fumariaceae	Thér	M-I-T
<i>Chenopodium foliosum</i>	Chenopodiaceae	Cham	E-A
<i>Cleome arabica</i>	Capparaceae	Thér	S-A
<i>Coronilla minina</i>	Fabaceae	Hém	M
<i>Cotula anthemoides</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Cutandia dichotoma</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Cutandia divaricata</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Dipcadi serotinum</i>	Liliaceae	Hém	M
<i>Diplotaxis harra</i>	Brassicaceae	Cham	M-I-T
<i>Echinaria capitata</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Echinops bovei</i>	Asteraceae	Hém	M-S-A
<i>Echinops spinosus</i>	Asteraceae	Cham	M

<i>Echium pycnanthum</i>	Boraginaceae	Cham	M-S-A
<i>Echium trigorisum</i>	Boraginaceae	Cham	S-A
<i>Enarthocarpus clavatus</i>	Brassicaceae	Hém	END
<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	Thér	M
<i>Erodium microphyllum</i>	Geraniaceae	Thér	M
<i>Eruca vesicaria</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Eryngium ilicifolium</i>	Apiaceae	Thér	M
<i>Eryngium maritimum</i>	Apiaceae	Thér	M
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	Apiaceae	Thér	M
<i>Euphorbia paralias</i>	Euphorbiaceae	Hém	E-M
<i>Evax argentea</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Farsetia ramosissima</i>	Brassicaceae	Thér	S-A
<i>Filago spathulata</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Fumaria parviflora</i>	Fumariaceae	Thér	M
<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Galium ephedroides</i>	Rubiaceae	Hém	E-A
<i>Gastrocotyle hispida</i>	Boraginaceae	Thér	M
<i>Glaucium corniculatum</i>	Papaveraceae	Hém	M
<i>Hedypnois cretica</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	Fabaceae	Cham	M
<i>Helianthemum apertum</i>	Cistaceae	Thér	END
<i>Helianthemum hirtum</i>	Cistaceae	Cham	M
<i>Helianthemum ledifolium</i>	Cistaceae	Thér	M
<i>Helianthemum lipii sessilifolium</i>	Cistaceae	Thér	M-S-A
<i>Helianthemum virgatum</i>	Cistaceae	Cham	M
<i>Herniaria fontanesii</i>	Caryophyllaceae	Thér	M
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllaceae	Thér	E-P
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	Thér	P
<i>Hyoseris radiata</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Hyppocoum geslinii</i>	Papaveraceae	Thér	M-S-A
<i>Hyppocoum pendulum</i>	Papaveraceae	Thér	M-S-A
<i>Hippocrepis multiciliquosa</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Iris sisyrinchium</i>	Iridaceae	Geo	M
<i>Koeleria phleoïdes</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Lanchophora capiomontana</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Lappula redowskii</i>	Boraginaceae	Thér	M
<i>Launea nudicaulis</i>	Asteraceae	Thér	M-S-A
<i>Launea resedifolia</i>	Asteraceae	Thér	M-S-A
<i>leoflingia hispanica</i>	Caryophyllaceae	Thér	M
<i>Leontodon hispanicus</i>	Asteraceae	Thér	M
<i>Linaria reflexa</i>	Scrophulariaceae	Thér	M
<i>Linaria simplex</i>	Scrophulariaceae	Thér	M
<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Lotus jolyi</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Lygeum spartum</i>	Poaceae	Geo	M

<i>Malcomia arenaria</i>	Brassicaceae	Thér	END
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvaceae	Thér	M-S-A
<i>Matthiolla fruticulosa</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Matthiolla tricuspidata</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Medicago arabica</i>	Fabaceae	Thér	END
<i>Medicago littoralis</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Medicago minima</i>	Fabaceae	Thér	E-M
<i>Micropus bombicinus</i>	Asteraceae	Thér	P
<i>Muricaria prostrata</i>	Brassicaceae	Thér	END
<i>Muscari comosum</i>	Hyacinthaceae	Cham	M
<i>Noaea mucronata</i>	Chenopodiaceae	Cham	I-T
<i>Ononis natrix</i>	Fabaceae	Hém	M
<i>Onopordon acaule</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Orobanche cernua</i>	Orobanchaceae	Thér	M-S-A
<i>Papaver hybridum</i>	Papaveraceae	Thér	M
<i>papaver rhoas</i>	Papaveraceae	Thér	P
<i>Paronychia arabica</i>	Caryophyllaceae	Hém	M
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllaceae	Hém	M
<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllaceae	Cham	I-T
<i>Picris albidae</i>	Asteraceae	Hém	S-A
<i>Pituranthos cloranthus</i>	Apiaceae	Cham	END
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginaceae	Hém	M
<i>Plantago Psyllium</i>	Plantaginaceae	Hém	M
<i>Poa bulbosa</i>	Poaceae	Hém	E-M
<i>Reseda alba</i>	Resedaceae	Thér	E-A
<i>Reseda decursiva</i>	Resedaceae	Thér	M
<i>Roemeria hybrida</i>	Papaveraceae	Thér	M-I-T
<i>Salvia aegyptiaca</i>	Lamiaceae	Cham	M
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	Hém	M
<i>Scabiosa arenaria</i>	Dipsacaceae	Thér	M-S-A
<i>Schismus barbatus</i>	Poaceae	Thér	M
<i>Sclerocephalus arabicus</i>	Caryophyllaceae	Thér	M-S-A
<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Scorzonera laciniata</i>	Asteraceae	Hém	E-A
<i>Scorzonera undulata</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Senecio flavus</i>	Asteraceae	Hém	S-A
<i>Silene sp</i>	Caryophyllaceae	-	-
<i>Silybum eburneum</i>	Asteraceae	Hém	M
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicaceae	Thér	E
<i>Sisymbrium irio</i>	Brassicaceae	Thér	P
<i>Sisymbrium reboudianum</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Sisymbrium torulosum</i>	Brassicaceae	Thér	M
<i>Spergularia marginata</i>	Caryophyllaceae	Hém	E-M
<i>Stachys hirta</i>	Lamiaceae	Thér	M
<i>Stipa parviflora</i>	Poaceae	Hém	M

<i>Stipa tenassissima</i>	Poaceae	Geo	M
<i>Stipagrostis pungens</i>	Poaceae	Geo	S-A
<i>Teuchrium polium</i>	Lamiaceae	Cham	E-M
<i>Thapsia garganica</i>	Apiaceae	Hém	M
<i>Thymelea microphylla</i>	Thymelaeaceae	Hém	M-S-A
<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Cham	END
<i>Trigonella anguina</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Trigonella polyceratae</i>	Fabaceae	Thér	M
<i>Valerianella discoidea</i>	Valerianaceae	Thér	E-M
<i>Xerantemum inapertum</i>	Asteraceae	Thér	M

Abstract

This work is part of a research project in the fight against desertification. The study area is located in the steppe south-west of the wilaya of Laghouat, in the town of Hajj Mécheri. The study is devoted to seasonal monitoring of actions against desertification by adopting a participatory approach that integrates all development actors at all stages of the experiment

A description of the state of rangeland degradation allowed us to develop an experimental device whose main objective, improving the dynamics of degraded ecosystems and recovery of an ecological balance by adopting different strategies for restoration and rehabilitation

Mapping plots for development, followed by installation of permanent lines of 40 meters, to allow regular environmental monitoring in time and space.

The seasonal monitoring allowed us to make an assessment of the potential eco-pastoral nature in a time T0, while considering a continuous monitoring over time to develop a model of sustainable management of steppe, and provide a basis for all development work of degraded steppe areas.

The study period was marked by a favorable climate that led to the unique ecological circumstances. Thus the recovery of the vegetation has reached record levels, the number of species recorded is 142, but this situation does not prevent us to see the importance of the degradation of perennial vegetation, especially facies *Stipa tenacissima* - invaded by ruderal species and post-harvest before declining species previously subservient to this ecosystem, and the intensity of the sand, leaving 'the best' new facies in *Sparta* and *drinn*.

In this perspective, recovery of ecological balance and improving productivity of degraded pastures we will try to find a balance between pastoral potential restoration and preservation of natural ecosystems.

Keywords: Steppe, ecological monitoring, experimentation, deferred grazing, fodder planting, diversity, phytomass, pastoral value, sustainable management.

ملخص

المذكّرة المنجزة هي تكريس لمساهمتنا في متابعة نموذج إختباري لمحاربة التصحر في منطقة سهبية { دائرة حاج المشري } بولاية الأغواط .

هذا النموذج تطلب منا إعداد خرائط محلية لكل المساحات التجريبية ليكن بالإمكان متابعة تطور العناصر البيئية و الإنتاجية الرعوية هذا ما تطلب منا تجهيز المساحات التجريبية بأساليب إتباع فصلي للوقوف على التحولات البيئية مع تسليط الضوء على الإختلافات المرتبطة بالتغيرات النباتية خلال الفصول تبعا للتغيرات المناخية، التي عرفت إنتعاش الغطاء النباتي فب مرحلة البحث مما صعب علينا الوقوف الفعلي على تدهور المنطقة المتصحرة .

كلمات رئيسية : محاربة التصحر ؛ الزرع الرعوي ؛ الحماية الكلية ؛ المتابعة الفصلية